

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**RENATA ALVES SIQUEIRA**

**O ADENSAMENTO NO ESPAÇO URBANO:**

**AS PROMESSAS DA CIDADE COMPACTA**

**BELO HORIZONTE**

**2018**

**RENATA ALVES SIQUEIRA**

**O ADENSAMENTO NO ESPAÇO URBANO:  
AS PROMESSAS DA CIDADE COMPACTA**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Organização do Espaço.

Linha de Pesquisa: Produção do espaço, teoria e prática.

**Orientador:**

Prof. Dr. Ricardo Alexandrino Garcia

**Co-orientador:**

Prof. Dr. Carlos Lobo

**BELO HORIZONTE**

**2018**

S618a Siqueira, Renata Alves.  
2018 O adensamento no espaço urbano [manuscrito] : as promessas da cidade compacta / Renata Alves Siqueira. – 2018.  
186 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Ricardo Alexandrino Garcia.  
Coorientador: Carlos Lobo.  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, 2018.  
Área de concentração: Organização do Espaço.  
Bibliografia: f. 169-180.  
Inclui apêndices.

1. Planejamento urbano – Belo Horizonte (MG) – Teses. 2. Crescimento urbano – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Qualidade ambiental – Teses. 4. Desenvolvimento sustentável – Teses. I. Garcia, Ricardo Alexandrino. II. Lobo, Carlos. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Geografia. IV. Título.

CDU: 711.4(815.1)



**Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.**



**(FOLHA DE APROVAÇÃO)**



*À minha filha Juliana, razão pela qual procuro ser uma pessoa melhor a cada dia.*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



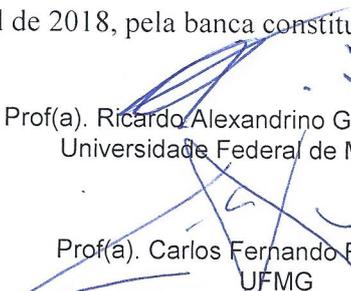
## FOLHA DE APROVAÇÃO

**O adensamento no espaço urbano: As promessas da cidade compacta.**

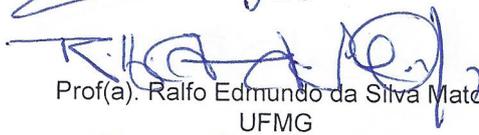
**RENATA ALVES SIQUEIRA**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA, como requisito para obtenção do grau de Doutor em GEOGRAFIA, área de concentração ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO.

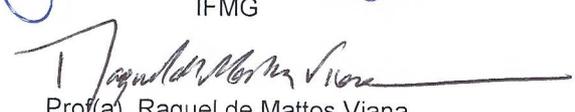
Aprovada em 18 de abril de 2018, pela banca constituída pelos membros:

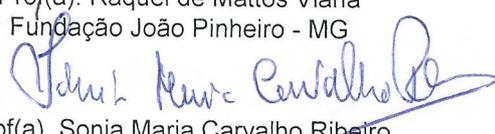
  
Prof(a). Ricardo Alexandrino Garcia - Orientador  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof(a). Carlos Fernando Ferreira Lobo  
UFMG

  
Prof(a). Ralfo Edmundo da Silva Matos  
UFMG

  
Prof(a). Fernando Gomes Braga  
IFMG

  
Prof(a). Raquel de Mattos Viana  
Fundação João Pinheiro - MG

  
Prof(a). Sonia Maria Carvalho Ribeiro  
UFMG

Belo Horizonte, 18 de abril de 2018.

*À minha filha Juliana, razão pela qual procuro ser uma pessoa melhor a cada dia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia, pela infraestrutura e pelas condições de pesquisa ofertadas.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Ricardo Alexandrino Garcia e Prof. Dr. Carlos Fernando Ferreira Lobo pela orientação, apoio e pelas oportunidades de aprendizado oferecidas.

Aos meus pais, meu irmão e minha família, por estarem sempre ao meu lado.

À Pró-Reitoria de Planejamento, à Pró-Reitoria de Administração e ao Departamento de Planejamento e Projetos da UFMG, pelo apoio à minha formação.

Aos amigos da UFMG.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A Deus.

## RESUMO

Partindo da hipótese que o adensamento e a qualidade ambiental são compatíveis, o objetivo deste estudo é avaliar se o processo de adensamento tem consequências rumo à melhoria da qualidade ambiental urbana. Para isso, utilizamos como embasamento teórico os princípios que definem o modelo de cidade compacta presentes no planejamento das cidades contemporâneas, cujo conjunto de características são consideradas como promotoras de qualidade ambiental urbana e qualidade de vida. A partir da construção de um conjunto de indicadores, definidos a partir dos conceitos estabelecidos na fundamentação teórica, buscamos avaliar sob diversos aspectos a correlação entre o adensamento e a qualidade ambiental. Para isso, os indicadores foram analisados e correlacionados utilizando-se modelos de regressão OLS e GWR. Os resultados obtidos demonstraram que o adensamento urbano e a qualidade ambiental não tem uma correlação estatística forte. Foi possível identificar, no entanto, regiões cuja configuração urbana adensada ocorre em conjunto com ganhos ambientais urbanos se comparados a outros espaços urbanos menos adensados do município. Também verificamos regiões da cidade onde a existência de adensamento se atrela a qualidade ambiental. Concluímos que, embora o adensamento não possa ser considerado como promotor de qualidade ambiental, dada a baixa correlação estatística verificada, é possível obter situações onde eles ocorrem em conjunto. Notamos que essas áreas correspondem, em sua maioria, às áreas de planejamento mais antigas onde a atuação do poder público é constante. Isso evidencia a importância da atuação do poder público no planejamento, tendo em vista que os locais onde a atuação é mais presente os resultados obtidos foram mais positivos.

Palavras-chave: Qualidade Ambiental; Adensamento Urbano; Cidade Compacta; Morfologia Urbana; Sustentabilidade Urbana.

## **ABSTRACT**

Based on the hypothesis that density and environmental quality are compatible, the objective of this study is to evaluate if the densification process has consequences for the improvement of urban environmental quality. For this, the principles that define the compact city model, present in the planning of contemporary cities, whose set of characteristics are considered as promoters of urban environmental quality and quality of life, are used as theoretical basis. Based on the construction of a set of indicators, defined based on the concepts established in the theoretical basis, it is sought to evaluate in several aspects the correlation between density and environmental quality. For this, the indicators were analyzed and correlated using OLS and GWR regression models. The results obtained showed that urban density and environmental quality do not have a strong statistical correlation. It was possible to identify, however, regions whose densely populated urban configuration occurs in conjunction with urban environmental gains, when compared to other less densely populated urban spaces of the municipality. It was possible, however, to identify regions of the city where there is a density linked to environmental quality. It was concluded that, although the densification can not be considered as promoter of environmental quality, given the low statistical correlation verified, it is possible to obtain situations where they occur together. It was noted that these areas correspond, for the most part, to the older masi planning areas, where the performance of public power is constant. This evidences the importance of the performance of public power in planning, considering that the places where the performance is more present, the results obtained were more positive

Key words: Environmental quality, urban densification, Compact City, Urban Morphology, Urban Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VILA DE NEW LANARK, IDEALIZADA POR ROBERT OWEN.....	22
FIGURA 2 – DIAGRAMA QUE REPRESENTA O SISTEMA DE CIDADES PROPOSTO POR HOWARD .....	25
FIGURA 3 – PLANO DA CIDADE INDUSTRIAL DE TONY GARNIER.....	26
FIGURA 4 - PLANTA GERAL DA CIDADE CONTEMPORÂNEA .....	29
FIGURA 5 - VISTA AÉREA DE UMA SUPERQUADRA RESIDENCIAL DA CIDADE CONTEMPORÂNEA .....	29
FIGURA 6 – EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO POPULACIONAL DE BELO HORIZONTE .....	51
FIGURA 7 - MAPA DE BELO HORIZONTE, COM INDICAÇÃO DAS REGIONAIS ADMINISTRATIVAS E BAIRROS.....	99
FIGURA 8 – SETORES CENSITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE/MG, 2010 .....	100
FIGURA 9 – ÍNDICE DE ADENSAMENTO URBANO (IAU) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	116
FIGURA 10 – ALTURA MÉDIA DAS EDIFICAÇÕES (AE) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	117
FIGURA 11 – COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO (CA) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	118
FIGURA 12 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA (DD) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	119
FIGURA 13 - VISTA AÉREA DO ENTRONCAMENTO DA AV. BERNARDO DE VASCONCELOS COM AV. CRISTIANO MACHADO .....	122
FIGURA 14 - VISTA AÉREA DO HIPERCENTRO, AV. AFONSO PENA .....	123
FIGURA 15: REGIÃO DOS BAIRROS BURITIS E ESTORIL.....	124
FIGURA 16: VISTA AÉREA DO BAIRRO BELVEDERE, NO ENTORNO DO BH SHOPPING. A FIGURA EVIDENCIA O CONTRASTE DA ÁREA VERTICALIZADA DO BAIRRO COM A ÁREA NÃO VERTICALIZADA .....	125
FIGURA 17 - ÍNDICE DE AMENIDADE AMBIENTAL (IAA) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	127
FIGURA 18 - ÁREA PERMEÁVEL (AP) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	128
FIGURA 19 – TEMPERATURA MÉDIA (TM) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	129
FIGURA 20 - MAPA HIPSOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE.....	132
FIGURA 21 - UNIDADES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE.....	133
FIGURA 22- ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE (IAT) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010 .....	134
FIGURA 23 - DENSIDADE DE PONTOS DE ÔNIBUS (DP) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	135
FIGURA 24 - MÉDIA DO NÚMERO DE LINHAS POR PONTO DE ÔNIBUS (ML) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	136
FIGURA 25 – ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL (ISA) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010 .....	139
FIGURA 26 – CONDIÇÕES DE SANEAMENTO DO ENTORNO (CSA) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO	

HORIZONTE, 2010 .....	140
FIGURA 27 – VISTA AÉREA DO SETOR LOCALIZADO NO BAIRRO RIBEIRO DE ABREU.....	142
FIGURA 28 – VISTA AÉREA DO SETOR LOCALIZADO NO BAIRRO BELMONTE .....	142
FIGURA 29 –ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL (IQA) NOS SETORES CENSITÁRIOS DE BELO HORIZONTE, 2010.....	144
FIGURA 30 – SETORES DE IQA MUITO ALTO LOCALIZADOS NO LIMITE DA AVENIDA DO CONTORNO .....	146
FIGURA 31 – VISTA AÉREA DO HIPERCENTRO COM AVENIDA AFONSO PENA E PARTE DO PARQUE MUNICIPAL NO CANTO SUPERIOR DIREITO.....	147
FIGURA 32 – VISTA AÉREA DOS SETORES DO BAIRRO SANTO AGOSTINHO. NO CANTO SUPERIOR DIREITO ESTÃO A PRAÇA RAUL SOARES E O CONJUNTO JK .....	147
FIGURA 33 – VISTA DO BAIRRO LAGOINHA LEBLON.....	148
FIGURA 34 –GRÁFICO DA MÉDIA DE IQA <i>VERSUS</i> CLASSES DE IAU .....	149
FIGURA 35 – VISTA SUPERIOR DO SETOR NO BAIRRO VÁRZEA DA PALMA QUE REGISTRA IAU MUITO ALTO E ISA MUITO BAIXO. DESTAQUE PARA O ESGOTO A CÉU ABERTO NO CANTO SUPERIOR ESQUERDO DA IMAGEM.....	150
FIGURA 36 – GRÁFICO DE DISPERSÃO DA REGRESSÃO LINEAR .....	151
FIGURA 37 – GWR - COEFICIENTE DE REGRESSÃO LOCAL .....	153
FIGURA 38 – GWR_ R <sup>2</sup> LOCAL .....	154
FIGURA 39 - SETORES CENSITÁRIOS DE CORRELAÇÃO POSITIVA ALTA, COM IAU E IQA POSITIVOS.....	157
FIGURA 40 - COMPACTAÇÃO URBANA: SETORES ONDE HÁ ADENSAMENTO URBANO E QUALIDADE AMBIENTAL .....	158
FIGURA 41 - VISTA AÉREA DO HIPERCENTRO, REGIÃO ENTRE PRAÇA SETE E PRAÇA RAUL SOARES .....	159
FIGURA 42 - VISTA AÉREA DO BAIRRO SANTO AGOSTINHO MOSTRANDO OS AGRUPAMENTO SETORES DO ENTORNO DO FÓRUM LAFAYETTE E ENTORNO COLÉGIO BERNOULLI.....	159
FIGURA 43 – SETORES AO LONGO DA AVENIDA AMAZONAS, NA REGIONAL OESTE .....	160
FIGURA 44 – SETOR DO BAIRRO BELVEDERE.....	160

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉDIAS DOS VALORES DE IQA E VARIÁVEIS PARA CADA CLASSE DE IAU .....	149
TABELA 2 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO DE VALIDAÇÃO DO MODELO GLOBAL.....	181
TABELA 3 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA.....	181
TABELA 4 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO APxIAU.....	182
TABELA 5 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA APxIAU .....	182
TABELA 6 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO TMxIAU.....	182
TABELA 7 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA TMxIAU.....	183
TABELA 8 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO DPxIAU.....	183
TABELA 9 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA DPxIAU .....	183
TABELA 10 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO MLxIAU.....	184
TABELA 11 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA MLxIAU.....	184
TABELA 12 – ESTATÍSTICAS DE REGRESSÃO ISAxIAU .....	184
TABELA 13 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA ISAxIAU .....	185
TABELA 14 – ESTATÍSTICAS DA REGRESSÃO GWR .....	186

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1–CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE AMBIENTAL.....	72
QUADRO 2- RESUMO DOS INDICADORES, VARIÁVEIS E ÍNDICES .....	101

## LISTA DE ABREVIATURAS

UCL	Camada de cobertura urbana
ADE	Área de diretrizes especiais
AE	Altura média das edificações
AP	Área Permeável
APP	Áreas de Preservação Permanente
art.	Artigo
Av.	Avenida
BCN	Agência de Ecologia Urbana de Barcelona
BH	Belo Horizonte
CA	Coefficiente de aproveitamento
CAb	Coefficiente de aproveitamento básico
CDS-ONU	Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
CSA	Condições de saneamento do entorno
CTM	Cadastro Técnico Municipal
DD	Densidade demográfica
DP	Densidade de pontos de ônibus
EUA	Estados Unidos da América
GEO	<i>Global Environment Outlook</i>
GHA	Hectares Globais
GWR	<i>Geographically Weighted Regression</i>
hab./ha	Habitantes por Hectare

IAA	Índice de Amabilidade Ambiental
IAT	Índice de Acessibilidade ao Transporte
IAU	Índice de Adensamento Urbano
IBEU	Índice de Bem Estar Urbano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPTU	Imposto Territorial e Predial Urbano
IQA	Índice de Qualidade Ambiental
IQSA	Índice de Saneamento e Qualidade Ambiental
IQVU	Índice de Qualidade de Vida Urbana
ISA	Índice de Saneamento Ambiental
JK	Juscelino Kubstichek
Km2	Kilometros quadrados
LESTE/UFM	Laboratório de Estudos Territoriais da Universidade Federal de Minas
G	Gerais
LPI	<i>Living Planet Index</i>
LPOUS	Lei(s) Parcelamento, Uso e Ocupação do solo
m2	Metro quadrado
MA	Modelos de assentamento
MDT	Modelo Digital de Terreno
ML	Média do número de linhas por ponto de ônibus
MP	Modelos de Parcelamento
°C	Graus Celsius
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OLS	<i>Ordinary Least Square</i>

OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PACE	Projeto da Área Central
PBH	Prefeitura de Belo Horizonte
PEIR	Pressão-Estado-Impacto-Resposta
PER	Pressão-Estado-Resposta
PLAMBEL	Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRODABEL	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
PUC/MG	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Rio-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
s.d.	sem data
s.p.	sem página
SE	Setores Especiais
TM	Temperatura Média
TP	Taxa de permeabilização
UBL	Camada limite Urbana
UCL	Camada de cobertura urbana
Unced	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>

UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WCDE	<i>World Commission on Environment and Development</i>
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>
ZAP	Zona de adensamento preferencial
ZCBA	Zona Central do Barreiro
ZCBH	Zona Central de Belo Horizonte
ZCVN	Zona Central de Venda Nova
ZHIP	Zona Hipercentral
ZP	Zona de Proteção
ZPAM	Zona de Proteção Ambiental

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. O ADENSAMENTO DO ESPAÇO URBANO E A QUALIDADE AMBIENTAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA .....	20
2.1.1. A cidade Pré Industrial e as utopias urbanas .....	20
2.1.2. A Cidade Moderna .....	26
2.1.3. Cidades compactas X Cidades Difusas .....	31
2.2. A Verticalização com forma de adensamento .....	35
3. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS URBANÍSTICOS: SUA INFLUÊNCIA NA FORMA URBANA E NA QUALIDADE AMBIENTAL .....	39
3.1.1. O Planejamento urbano e a qualidade ambiental em Belo Horizonte .....	46
3.1.2. A Legislação urbanística em Belo Horizonte: o adensamento e qualidade ambiental	53
4. QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: ASPECTOS TEÓRCIOS E CONCEITUAIS	62
4.1. A qualidade ambiental no planejamento urbano: a ideia de sustentabilidade	62
4.2. Conceito de qualidade ambiental .....	68
4.3. Atributos da qualidade ambiental na cidade compacta.....	70
4.3.1. Morfologia urbana e densidade de ocupação .....	72
4.3.2. O conforto térmico e o clima urbano .....	76
4.3.3. Permeabilidade e áreas verdes .....	80
4.3.4. Mobilidade e acessibilidade urbana .....	85
4.3.5. Saneamento ambiental e infraestrutura urbana.....	87
5. METODOLOGIA .....	89
5.1. O uso de índices e indicadores no apoio ao planejamento urbano .....	89
5.2. Materiais e métodos .....	98
5.2.1. Dimensão Espacial .....	102

5.2.1.1.	Densidade de Ocupação Urbana .....	103
5.2.1.2.	Índice de Adensamento Urbano .....	104
5.2.2.	Dimensão Ambiental .....	105
5.2.2.1.	Permeabilidade do Solo e Conforto Térmico .....	105
5.2.2.2.	Acessibilidade ao Transporte Público .....	108
5.2.2.3.	Saneamento Ambiental .....	110
5.2.2.4.	Indicador de Qualidade Ambiental .....	111
5.2.3.	Análise de Regressão.....	112
6.	O ADENSAMENTO E A QUALIDADE AMBIENTAL EM BELO HORIZONTE: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	115
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	162
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	169
	APÊNDICE A .....	181
	APÊNDICE B .....	182
	APÊNDICE C .....	186

## 1. INTRODUÇÃO

---

Preocupações ambientais relacionadas às cidades não são recentes e, nos últimos anos, tornaram-se recorrentes nas discussões das políticas públicas relacionadas ao planejamento urbano. O progresso científico e tecnológico, aliado à explosão populacional vivenciada desde meados do século XIX, intensificou a exploração da natureza elevando o consumo dos recursos naturais como matéria prima para o desenvolvimento, o que provocou profunda transformação no ambiente, sobretudo nas cidades.

As questões relacionadas à salubridade e ao controle de doenças podem ser consideradas como as primeiras preocupações de cunho ambiental nos núcleos urbanos, que foram se intensificando a medida que esses foram crescendo. A partir da Revolução Industrial<sup>1</sup> os desafios relacionados à falta de planejamento tornaram-se maiores, fazendo do planejamento ferramenta essencial para se garantir a produção e o crescimento econômico em um momento que o espaço urbano e a indústria se tornam elementos indissociáveis.

Foi no Movimento Moderno<sup>2</sup> que o planejamento urbano voltado para a busca do melhor desempenho das cidades, seja do ponto de vista social, ambiental ou econômico ganhou protagonismo. A busca pela máxima utilização do solo visando aperfeiçoar o uso das infraestruturas, além da clara preocupação em se conceber edifícios desenhados de forma a garantir acesso ao sol e ao vento foram considerados princípios inerentes a um “bom planejamento”.

Nessa perspectiva, a carta de Atenas, de 1933, propõem os princípios da cidade funcional modernista que envolve, além do desenho cartesiano e da separação de funções, a alta densidade, com edificações afastadas de forma a proporcionar ventilação e insolação adequadas, entremeadas por espaços verdes e livre circulação dos automóveis.

A *Ville Radieuse*, de Le Corbusier, exemplifica os princípios propostos na Carta de Atenas, com arranha-céus pré-fabricados de alta densidade e idênticos, distribuídos por grandes espaços ajardinados e rigorosamente organizados, a fim de favorecer as condições de conforto térmico e iluminação. Com essa concepção, Le Corbusier resolvia questões

---

<sup>1</sup> A Revolução industrial foi um conjunto de mudanças que aconteceram na Europa nos séculos XVIII e XIX. Teve início na Inglaterra, espalhando-se posteriormente para toda a Europa. A principal particularidade dessa revolução foi a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e com o uso das máquinas. Fonte: (SÓ HISTÓRIA, s.d).

<sup>2</sup> Trata-se de Movimento Moderno o conjunto de movimentos culturais, escolas e estilos que permearam as artes e o design da primeira metade do século XX. Os principais ideais modernistas tiveram sua chegada ao Brasil no a partir da primeira de década do século XX, introduzida através de manifestos, como a Semana da Arte Moderna realizada em 1922, em São Paulo. Fonte: (ARQUITETURA DO BRASIL, s.d).

consideradas fundamentais para a sustentabilidade urbana: racionalização de tipologias construtivas com aumento da densidade demográfica; liberação do solo urbano para vegetação, e a redução dos deslocamentos diminuindo a necessidade do uso de transporte.

Recentemente, no entanto, as discussões sobre a sustentabilidade urbana ganharam novas críticas. As questões relacionadas ao trânsito e a mobilidade ganharam ainda mais importância, fazendo com que o planejamento baseado na separação de funções passasse a ser cada vez mais questionado, tanto sob o aspecto social quanto sob o ambiental. Segundo alguns especialistas em gestão urbana<sup>3</sup>, a resposta para os problemas urbanos parece muito simples: cidades mais inclusivas que conciliem sua capacidade de trânsito e densidade e estimulem o uso misto, além de favorecer a diversidade e que seja plenamente integrada e focada na economia local.

A literatura sobre o tema mostra que, cada vez mais, a gestão urbana tem caminhado no sentido de promover aos habitantes dos núcleos urbanos, primordialmente, qualidade de vida na busca por ações que viabilizem economicamente a implantação de infraestrutura, mantendo sob controle a expansão urbana e a especulação imobiliária. Essas ações não representam, necessariamente, a contenção do crescimento, mas um esforço em fazer com que ele ocorra de forma planejada, direcionando de modo que a cidade tenha condições para recebê-lo. Com planejamento, os ganhos ambientais e de qualidade de vida para a população acabam sendo uma consequência.

Observa-se que o adensamento populacional e construtivo é a principal característica e sobre a qual se estruturam as principais ações de planejamento, seja no sentido de incentivá-lo ou de contê-lo em função dos objetivos dos diversos agentes que intervêm na construção do espaço urbano. Sendo assim, o foco principal é tratar o adensamento e suas implicações ambientais urbanas apoiados pelas discussões acerca do modelo de cidade compacta que visa apoiar, sob o ponto de vista conceitual, o desenvolvimento metodológico do trabalho.

Pode-se considerar o modelo da cidade compacta como um conceito ou um ideal de planejamento que se persegue afim de dotar as cidades contemporâneas de elementos que as tornem mais adequadas aos anseios por qualidade de vida dos seus habitantes. No entanto, identificar núcleos urbanos que se adéquem totalmente a um modelo ideal de cidade compacta não é tarefa fácil. O que ocorre, de forma mais comum, são cidades ou núcleos urbanos que contemplem em maior ou menor grau, um conjunto de características que os fazem mais ou

---

<sup>3</sup> As principais referências consideradas nesse trabalho são Jacobs (2000) e Rogers (2001).

menos adequados ao ideal que se propõe.

O núcleo urbano escolhido para desenvolvimento desse estudos é a o perímetro urbano da município de Belo Horizonte. É importante destacar que em nenhum momento se considerou o município de Belo Horizonte como uma cidade compacta, seja ela planejada e concebida como tal ou mesmo transformada ao longo do tempo. O que se identifica em Belo Horizonte, como ocorre em outras cidades, é um esforço dos planejadores e gestores urbanos no sentido de promover ações na busca por orientar as soluções para as questões cotidianas decorrentes do adensamento urbano, orientados por diretrizes influenciadas pelos princípios de planejamento urbano presentes no modelo da cidade compacta.

### **Objetivos**

O objetivo geral do trabalho é avaliar se o adensamento urbano teria consequências rumo à melhoria da qualidade ambiental urbana, conforme preconizado pelos princípios que definem o modelo da cidade compacta tão presentes no planejamento das cidades contemporâneas. Utiliza-se como área de estudo o município de Belo Horizonte<sup>4</sup>, buscando conhecer a situação da ocupação urbana considerando as práticas de planejamento e seu reflexo no uso nas questões sócio ambientais. Parte-se da proposição de um conjunto de indicadores que permitam analisar e avaliar as características locais tendo como foco o objetivo descrito.

O ponto de partida para a construção dos indicadores foram os princípios norteadores do modelo de cidade compacta, que serão discutidos ao longo do trabalho, incorporando características relacionadas à morfologia urbana, temperatura, áreas verdes, transporte público, saneamento ambiental e diversidade urbana, representando cada um dos aspectos presentes no arcabouço teórico pesquisado.

Para se alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes os objetivos específicos:

1. Apresentar e refletir sobre o modelo de cidade compacta, resgatando as principais teorias e referências históricas do planejamento urbano sob o ponto de vista ambiental com ênfase na cidade modernista, delineando os princípios que definem o modelo de cidade compacta.
2. Resgatar o desenvolvimento da legislação urbanística de Belo Horizonte,

---

<sup>4</sup> Segundo a Lei 7166/96, art. 4, o todo o território do município de Belo Horizonte é considerado área urbana.

destacando aspectos relacionados ao adensamento urbano e à qualidade ambiental.

3. Apresentar e discutir os conceitos de qualidade ambiental e sustentabilidade urbana, considerando os aspectos relacionados ao adensamento urbano que se relacionem com o modelo de cidade compacta.
4. Identificar as características da compactação territorial do tecido urbano por meio da seleção das variáveis que caracterizam o adensamento e a qualidade ambiental.
5. Definir os indicadores e índices que possam caracterizar o adensamento e a qualidade ambiental, conforme os princípios definidos no modelo de cidade compacta considerados neste trabalho.
6. Identificar se há relações entre adensamento urbano e qualidade ambiental no município de Belo Horizonte.
7. Identificar situações onde haja ocorrências de adensamento e qualidade ambiental no município de Belo Horizonte.

### **Problematização: Pressupostos, Hipóteses e Questões**

Esta pesquisa tem, por pressuposto, que o adensamento urbano é indeclinável, considerando o crescimento das cidades ocorrido nos últimos séculos. Observações empíricas e pesquisas recentes demonstram que o adensamento construtivo, especialmente o decorrente da verticalização, gera impactos sobre o clima local, ecossistema e qualidade de vida do meio urbano. Por outro lado, é comum entre os planejadores e teóricos a defesa do adensamento como gerador de qualidade ambiental no meio urbano.

Diante desse cenário, a simples adoção de princípios ou ideais de planejamento urbano, quaisquer que sejam sob a justificativa de se obter ganhos ambientais, torna-se questionável. Dentro das práticas do planejamento, observa-se que o adensamento urbano sempre foi o protagonista das discussões sobre o planejamento urbano, ora visto de forma positiva como solução para todos os problemas, ora visto de forma negativa como responsável por todos os males das cidades.

Os embates das últimas décadas fizeram aflorar um novo ponto de vista a ser considerado, o da sustentabilidade urbana. Surgem, assim, discussões sobre um modelo de

planejamento que trata a densidade urbana como um fator que pode ser gerador de diversidade trazendo consigo ganhos relacionados à qualidade ambiental urbana e à qualidade de vida, e subsidiando assim as teorias acerca do modelo de cidade compacta.

Diante do exposto, a principal questão que se pretende responder com esse trabalho é: O processo de adensamento tem trazido ganhos ambientais tal como propostos nos princípios que definem o modelo da cidade compacta?

Considera-se a hipótese central de que o adensamento induz à qualidade ambiental em ambientes urbanos, dadas as possibilidades de maximização de uso decorrente do adensamento construtivo.

### **Justificativa**

Diante da necessidade mundial de buscar soluções que sejam ambientalmente mais sustentáveis, o presente trabalho se justifica uma vez que pode contribuir para reflexões e críticas sobre os paradigmas do planejamento urbano contemporâneo. Pretende-se, também, avançar no estabelecimento de parâmetros de crescimento e de adensamento das cidades, de modo que elas de fato contribuam para as melhorias na qualidade ambiental e qualidade de vida da população.

Belo Horizonte foi escolhida por se tratar de uma cidade planejada no final do século XIX, cujo crescimento ocorreu de forma acentuada especialmente na segunda metade do século XX, sob forte influência do paradigma modernista de planejamento urbano. As implicações decorrentes de seu rápido crescimento demográfico e expansão territorial vem sendo sentidos ao longo das últimas décadas: a dificuldade de mobilidade no trânsito e a precariedade do transporte público, principalmente nas áreas periféricas, são reflexo também da expansão territorial. A redução significativa da cobertura vegetal e permeabilidade do solo pode ser percebida não apenas na redução dos parques da cidade e no crescente adensamento construtivo, mas também nas enchentes e alagamentos cada vez mais recorrentes.

Dentre os trabalhos pesquisados, os que mais se assemelham ao objetivo proposto nesta tese são os de Mascaro *et al.* (2009); Nucci (2008), para o bairro de Santa Cecília na cidade de São Paulo; e de Rueda (1999 e 2008), para a cidade de Barcelona. Boa parte dos estudos encontrados trata da aplicação de parâmetros ambientais já consagrados em busca de uma organização territorial considerada ideal sem, no entanto, avaliar a efetividade dessa aplicação.

Um trabalho capaz de auxiliar a avaliação da efetividade dos ganhos ambientais

obtidos na aplicação dos princípios urbanísticos já consagrados e dos impactos deles nas estruturas urbanas, torna-se plenamente justificável e oportuno mediante a necessidade, cada vez mais eminente, de menor impacto nos recursos naturais buscando-se cidades mais sustentáveis.

### **Estrutura do Trabalho**

Este trabalho é estruturado em três partes, sendo a primeira referente à revisão da literatura e construção de um arcabouço teórico incluindo o debate sobre os conceitos abordados. A segunda parte envolve a apresentação da metodologia de pesquisa, bem como a análise dos resultados. Por fim, na terceira parte, são apresentadas as sínteses gerais e a proposição. Compõe, também, este trabalho, este capítulo 1, que é introdutório, as referências bibliográficas e os apêndices.

O capítulo 2 apresenta um resgate histórico das principais teorias urbanísticas compreendidas entre a Revolução Industrial e o Movimento Moderno que influenciaram a formação das cidades e o planejamento urbano contemporâneo, sob o ponto de vista da qualidade ambiental. O capítulo 3 traz uma discussão acerca do papel da legislação na forma urbana e na qualidade ambiental, buscando tratar também de alguns aspectos específicos da cidade de Belo Horizonte. No capítulo 4, são desenvolvidos os conceitos relevantes para o desenvolvimento do trabalho, definindo o conceito de qualidade ambiental e seus atributos de forma contextualizada com os aspectos metodológicos do trabalho, relacionando a qualidade ambiental e as variáveis ambientais afetadas pelo adensamento urbano.

Já o capítulo 5 trata dos aspectos metodológicos com uma revisão da literatura sobre o significado e a utilização dos indicadores e índices no planejamento urbano, além de descrever os materiais e os procedimentos de construção dos índices e modelos utilizados para a avaliação da qualidade ambiental relacionado à compactidade urbana. O capítulo 6 apresenta e analisa os resultados obtidos a partir da metodologia apresentada no capítulo anterior. Por fim, o capítulo 7 apresenta um resumo do método proposto e discussão dos resultados obtidos, verificando a confirmação da hipótese e a resposta à questão da pesquisa. Também são apresentadas as possibilidades de futuras pesquisas e trabalhos relacionados ao tema.

## **2. O ADENSAMENTO DO ESPAÇO URBANO E A QUALIDADE AMBIENTAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

---

Urbanistas e planejadores urbanos se defrontam há muito com o dilema sobre o tamanho, a forma e o padrão de crescimento que as cidades devem assumir (ACIOLY JR.; DAVIDSON, 1998). As teorias sobre a cidade ideal foram motivadas principalmente pelo crescimento demográfico acelerado, que comumente vinha acompanhado de problemas ambientais e sociais. Do renascimento ao modernismo, muitas cidades foram idealizadas, mas apenas as mudanças tecnológicas e socioeconômicas decorrentes da Revolução Industrial alteraram suas condições ambientais, que se deterioraram mais rapidamente gerando a necessidade de mudanças urgentes.

Nota-se, ao longo da história, que as motivações para as mudanças ocorrem, em geral, diante de problemas ambientais que acabam por refletir em todos os setores da sociedade. Os problemas ambientais envolvem desde aspectos relacionados ao clima, por exemplo, que podem levar à escassez de alimento, até questões de ordem sanitária e de salubridade, que são as principais causas que induziram às interferências nas cidades pós-industriais.

Apresenta-se a seguir um panorama da evolução do planejamento urbano desde a Revolução Industrial, com ênfase nas questões ambientais como embasamento às discussões propostas neste trabalho.

### **2.1.1. A cidade Pré Industrial e as utopias urbanas**

O desenvolvimento tecnológico ocorrido na segunda metade do século XVIII e durante todo século XIX acompanhado de melhorias nas técnicas médicas, permitiu uma concentração urbana sem precedentes. A estrutura da cidade setecentista não era capaz de satisfazer as rápidas transformações, fazendo com que ocorresse um abandono desses centros pelas classes mais abastadas em busca de melhores condições de habitabilidade. A carência de transporte e a necessidade de oferecer abrigo a toda a população transformou bairros antigos em áreas miseráveis e antigos edifícios da burguesia em verdadeiros cortiços, com o objetivo de obter o máximo de alojamentos possível dentro de distâncias que pudessem ser percorridas a pé até os centros produtores.

As cidades do final do século XVIII e início do século XIX sofriam com o inchaço dos bairros operários. Possuíam ruas estreitas, zonas portuárias tumultuadas e edificações insalubres com a população vivendo em péssimas condições. Tal cenário levou, naturalmente, à incidência de doenças, como tuberculose e posteriormente surtos de cólera, que acabaram por precipitar reformas sanitárias e a pôr em prática leis sobre construção e urbanização.

A cidade do século XIX era caracterizada por uma degeneração ambiental, social e estética. A decadência econômica era evidente e cada vez mais se via a necessidade de um planejamento urbano integrando as soluções de problemas sociais ao desenho da paisagem e buscando um equilíbrio com o desenvolvimento econômico.

As guerras e os avanços tecnológicos foram acontecimentos historicamente determinantes na formação das cidades. Segundo Miana (2010), enquanto as guerras permitiram que certas ideias se fortificassem, os avanços tecnológicos geraram a necessidade de se rever conceitos, tornando-se, ambos, catalisadores das transformações.

Para Benevolo (1987), duas linhas de ação que abordam os problemas da urbanística moderna podem ser identificadas: um modelo ideológico global, que é apresentado em alternativa à cidade existente e que procura se realizar experimentalmente; e outro que parte das exigências técnicas individuais ligadas ao desenvolvimento da cidade industrial, procurando corrigir seus defeitos isolados.

As primeiras ações de planejamento urbano ocorridas após a Idade Média caracterizam-se pelo forte caráter higienista e sanitarista destacando, inclusive, a atuação dos médicos na ordenação do espaço urbano e que estiveram presentes no primeiro momento de atuação com o objetivo de orientar intervenções básicas, como ventilação, iluminação e adensamento das habitações. As propostas da primeira metade do século XIX são caracterizadas principalmente pelas cidades modelo. Foi nesse período que as principais utopias urbanas, que acabaram por influenciar o desenho urbano atual, se destacaram.

Os primeiros a idealizarem uma comunidade em equilíbrio com a natureza foram Robert Owen (1817) e Charles Fourier (1822). Precursores do chamado socialismo utópico, deram os primeiros passos no desenvolvimento das teorias socialistas, baseadas principalmente na construção de uma sociedade ideal. Os autores defendiam a possibilidade de criação de uma organização em que as classes sociais vivessem em harmonia ao buscarem interesses comuns que estivessem acima da exploração ou da busca pelo lucro, proporcionando trabalho, residência e serviço à comunidade, tornando-a autossuficiente por

meio da proximidade da indústria com o campo.

As propostas de Owen e Fourier estavam longe das condições reais, e embora a Vila de Owen, chamada New Lanark ( FIG. 1), tivesse sido construída, provavelmente não progrediram. Segundo Frampton (2003), a importância dessas propostas estava na sua crítica à produção industrial e à organização social, e de algum modo influenciaram os planejadores que os sucederam.



**Figura 1 - Vila de New Lanark, idealizada por Robert Owen**  
Fonte: (NEW LANARK HERITAGE SITE, s.d.)

Após a revolução de 1848<sup>5</sup>, impulsionados por um lado pela urgência em se resolver as questões de salubridade e pelo receio de novas revoltas, as intervenções globais no tecido urbano dos centros antigos começam a se estruturar. Os grandes planos urbanísticos da segunda metade do século XIX prometiam à cidade moderna uma feição autêntica, original, solucionando grande parte dos problemas da cidade liberal.

---

<sup>5</sup> “A Revolução de 1948 ficou conhecida como Primavera dos Povos, tendo sido constituída por uma série de revoluções na Europa Central e Oriental que eclodiram em função de regimes governamentais autocráticos, marcando a consolidação do poder político da burguesia e o surgimento do proletariado industrial enquanto força política” (INFOESCOLA, s.d.).

Nas cidades europeias, os planos de intervenção tentavam conciliar a matriz setecentista de ruas e praças às novas necessidades de racionalidade viária e espaços abertos. Nesse sentido, o Plano Haussmann<sup>6</sup> para Paris, influenciou muitas cidades importantes, não apenas europeias, mas também o Plano de Brunham para Chicago, em 1909. O Barão de Haussmann<sup>7</sup> converteu Paris em uma metrópole regional, abrindo na malha existente ruas cuja finalidade era ligar pontos e bairros opostos cruzando a tradicional barreira do Sena. Foi dada prioridade à criação de eixos norte-sul e leste-oeste mais substanciais. Esses cruzamentos básicos, que serviam aos grandes terminais ferroviários do norte e do sul, foram envolvidos por um *boulevard* "em anel", que por sua vez, era ligado ao principal distribuidor de tráfego criado por Haussmann, o complexo da Etoile, construído em torno do arco do Triunfo de Chalgrin (FRAMPTON, 2003).

As críticas à racionalidade da proposta francesa, baseada em uma "regularização" que gerava uma cidade aberta atravessada pelo tráfego, em contraponto com a tranquilidade da cidade medieval, não demoraram a aparecer. Camillo Sitte em seu estudo sobre Viena, na segunda metade do século XX, teve um papel relevante para a constituição da urbanística moderna, se colocando defronte ao novo urbanismo de seu tempo, em que o papel do urbanista se definia pela problematização em torno das questões da engenharia, especialmente no campo sanitário e no campo dos transportes (SALGADO, 2009).

Ainda segundo Salgado (2009), Camillo Sitte defendia o uso dos princípios artísticos na concepção do espaço urbano. Para ele, os espaços urbanos das cidades medievais, clássicas ou neoclássicas possuíam em comum o espaço perspectivo fechado, que causava ao observador um efeito estético que remetesse a uma sensação agradável e acolhedora, propiciando bom convívio social e identidade ao lugar.

Com o desenvolvimento tecnológico, as discussões sobre as cidades passaram a se pautar em torno das concepções espaciais e não apenas em questões sanitárias e de circulação viária. A evolução, especialmente dos meios de transporte, abria novas possibilidades para a expansão urbana, dando início a um processo de suburbanização. Estar sempre próximo aos

---

<sup>6</sup> O Plano de Haussman para Paris foi iniciado em 1857, e tinha como foco principal a melhoria da circulação e o acesso rápido a toda a cidade.

<sup>7</sup> “Georges-Eugène Haussmann foi um político e administrador francês, nomeado prefeito de Paris por Napoleão III, foi o grande remodelador de da cidade no século XIX, responsável pela Paris que é conhecida hoje”(GLANCEY, 2012).

meios de produção já não era um fator tão determinante.

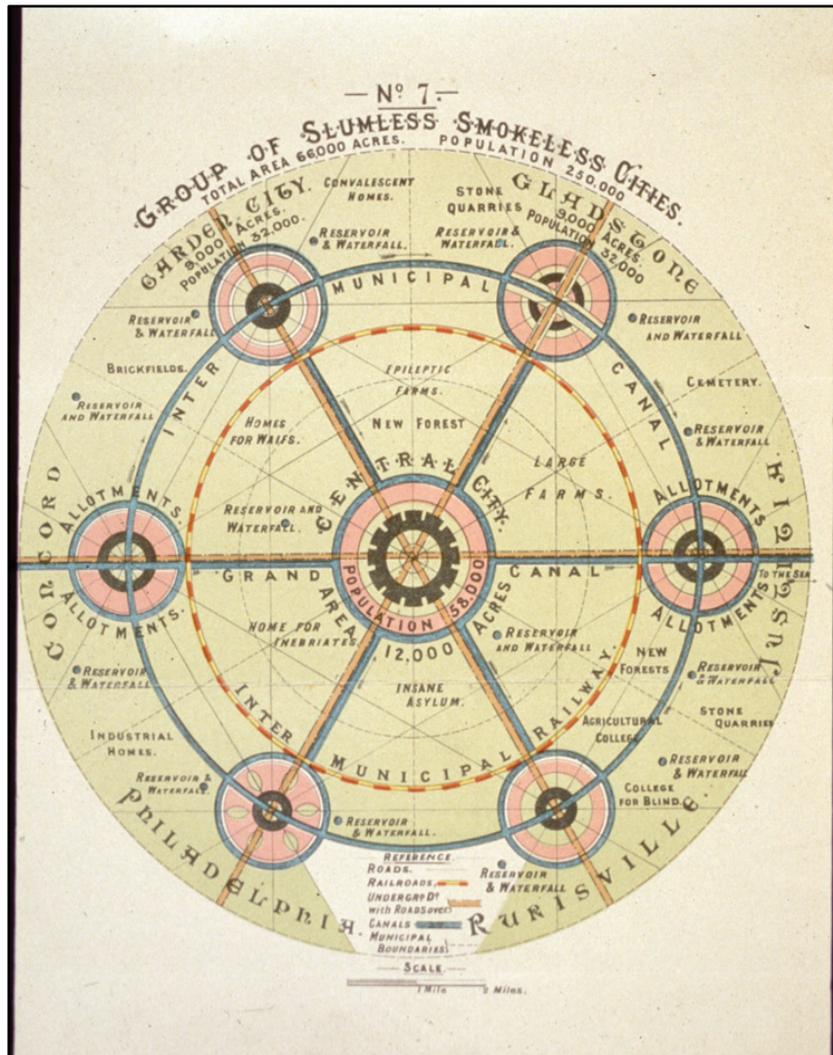
No final do século XIX, a exploração intensiva do centro da cidade era possível graças a dois desdobramentos essenciais para a construção de edifícios altos: a invenção, em 1853, do elevador de passageiros e o aperfeiçoamento, em 1890, da estrutura de ferro. Com a introdução do metrô, em 1863; do bonde elétrico, em 1884 e do trem de subúrbio, em 1890, o subúrbio ajardinado surgiu como uma unidade natural da expansão urbana futura. A relação complementar dessas duas formas americanas de desenvolvimento urbano - o centro de crescimento vertical e o subúrbio ajardinado de crescimento horizontal - ficou demonstrado no boom imobiliário que se seguiu ao grande incêndio de Chicago, em 1871 (FRAMPTON, 2003).

Surgem, nesse período, dois dos principais modelos do planejamento urbano que repercutem no planejamento contemporâneo: as cidades jardins idealizadas por Ebenezer Howard, em 1899, e as cidades modernistas, já no início do século XX.

Os ideais da cidade jardim de Ebenezer Howard foram fortemente influenciados pela concretização dos subúrbios jardim do arquiteto e paisagista americano Frederick Law, além de filósofos, sociólogos e urbanistas. Para Howard, os problemas da cidade eram causados, em parte, pela superpopulação proveniente do campo, que migrava do campo para a cidade em busca de atrativos que o campo não oferecia. Por outro lado, o campo possuía qualidades inimagináveis para uma cidade industrial, como ar puro, por exemplo. Era preciso, portanto, equacionar o problema da relação campo-cidade.

Na visão utópica de Howard, os problemas de insalubridade, pobreza e poluição das cidades seriam resolvidos por meio do desenho de novas cidades que tivessem uma relação estreita com o campo. Essa seria a combinação perfeita que asseguraria as oportunidades e o entretenimento de uma vida urbana aliada aos prazeres da vida no campo.

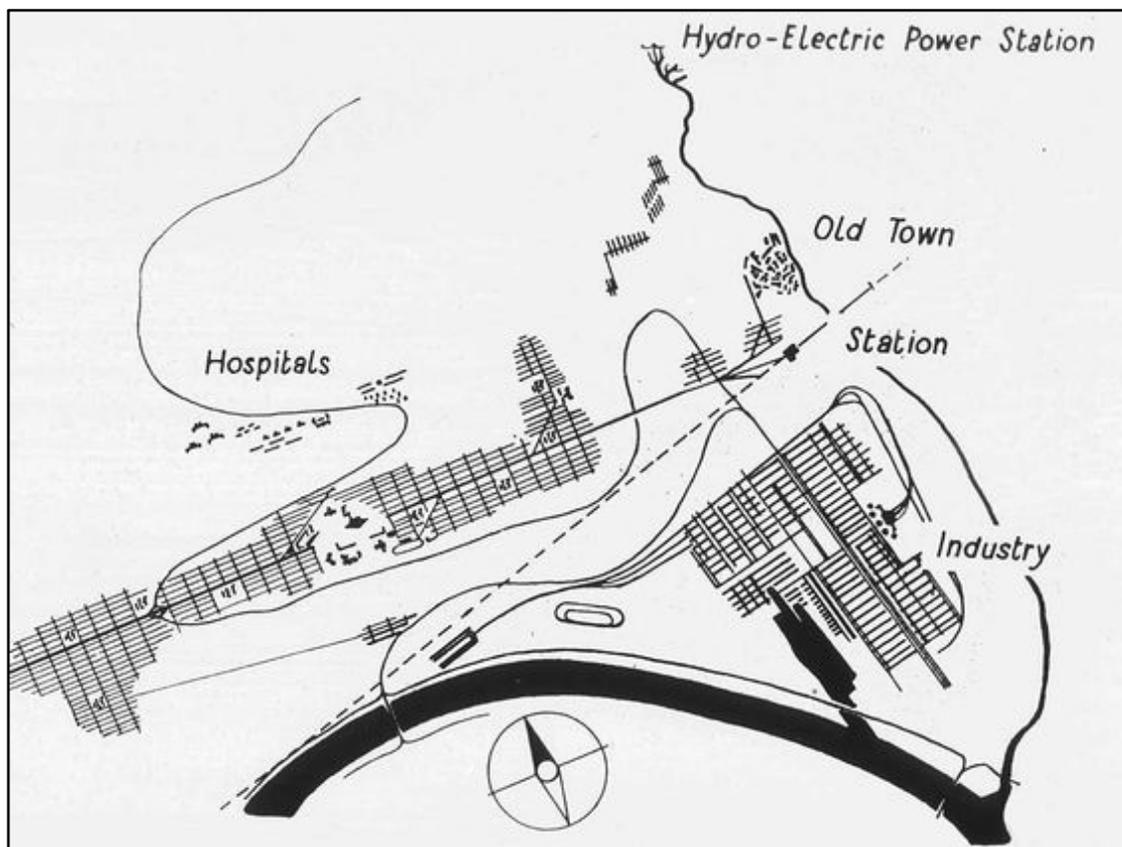
Os ideais da cidade jardim estão baseados em dois conceitos principais: o conceito de cinturão verde e o de complexo de cidades, que as organiza como constelação. A intenção de Howard não era criar um subúrbio jardim, mas uma combinação cidade-campo com dimensões controladas – 2.400 hectares para 32.000 pessoas. Quando esse número fosse atingido, outra cidade seria formada. Essas cidades seriam organizadas em torno de uma cidade central um pouco maior, para 58.000 habitantes, formando assim uma constelação de cidades interligadas por meio de ferrovias e rodovias. São de Ebenezer Howard as bases teóricas usadas por Raymond Unwin e Barry Parker ao projetar Letchworth, a primeira cidade-jardim patrocinada pela *Garden City Association*.



**Figura 2 – Diagrama que representa o sistema de cidades proposto por Howard**  
 Fonte: (HALL, 2002)

O modelo da cidade industrial de Tony Garnier foi apresentado na França em 1904. Desenvolvido a partir da ideia da divisão da cidade em áreas com funções específicas, propunha um agrupamento racional da indústria, administração e residências. A ocupação era de baixa densidade, cujas construções seriam dispostas de forma ordenada e independentes entre si e em relação ao traçado das vias, com habitações unifamiliares isoladas nos moldes das cidades jardim inglesas. A maior inovação da proposta de Garnier está na proposta de transformação dos espaços não construídos em áreas públicas com livre trânsito de pedestres, transformando-se em um grande parque público, antecipando alguns princípios da Carta de Atenas do Congresso Internacional da Arquitetura Moderna<sup>8</sup> (CIAM), de 1933.

<sup>8</sup> A criação dos Congressos Internacionais da Arquitetura Moderna (CIAMs) pode ser considerada como o marco



**Figura 3 – Plano da Cidade Industrial de Tony Garnier**

Fonte: (SENACATAL, 2016)

### 2.1.2. A Cidade Moderna

O modernismo, como movimento cultural, surge antes da primeira guerra em reação às novas condições de produção, de circulação e de consumo. No urbanismo, o modernismo surge como resultado da convergência entre economia, sociologia e arquitetura. Segundo Somekh (1997), o urbanismo moderno tem como objetivo central a cidade, o plano como instrumento principal e a questão urbana como discurso, propondo a transformação efetiva da sociedade e das desigualdades sociais. Nesse sentido, o urbanismo modernizador apenas se

---

inicial do período “acadêmico” do Movimento Moderno, sucedendo o período de vanguarda, ou período heróico. A iniciativa partiu de Hélène de Mandrot, uma mulher que aspirava o papel de mecenas da Arquitetura Moderna. Em seu castelo em La Sarraz, Suíça aconteceu a primeira reunião, em 1928. Fonte: COLIN, Silvio. CIAM. O Movimento Moderno na Academia. 28 de setembro de 2010. Disponível em: <https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/07/28/ciam-o-movimento-moderno-na-academia/> . Acesso em 20 de fevereiro de 2018.

enquadra no projeto de acumulação de capital e nas leis coercitivas da competição, fazendo com que o espaço urbano seja entendido como uma máquina que produz valor<sup>9</sup>.

O período que antecede a Primeira Grande Guerra representou uma mudança no pensamento sobre a forma urbana da cidade tradicional. O entre guerras, período de reconstrução das cidades europeias, representa um novo momento motivado pela necessidade de recomposição rápida e em larga escala das cidades. No início do século XX o movimento moderno introduz uma nova forma de pensar a cidade, numa corrente completamente contrária a que era adotada até então, rompendo definitivamente com as formas tradicionais de construção de edifícios e cidades.

Enquanto na cidade tradicional a forma urbana é determinante para o edifício, na cidade modernista é o edifício que determina a forma urbana, demonstrando uma preocupação em conseguir que as habitações fossem desenhadas de forma a garantir acesso ao sol e ao vento. Dessa forma, os edifícios são dispostos no terreno conforme a melhor condição para habitação, como insolação, ventilação e acessos, tornando a estrutura do quarteirão autônoma.

A mistura de funções da cidade tradicional dá lugar ao zoneamento dos usos, quebrando a configuração morfológica da cidade tradicional. Em resumo, o projeto da metrópole moderna racionaliza as tipologias, separa os edifícios do tráfego de veículos e de pedestres, enfatiza a higiene dos blocos residenciais lineares e ordenados sobre um solo livre e a separação de usos de negócios e residencial.

A cidade moderna e, especialmente, Le Corbusier<sup>10</sup> foram influenciados pelo trabalho de muitos utópicos: Camillo Sitte, com os traçados sinuosos e pitorescos para os pedestres; Tony Garnier, com a cidade funcional e Auguste Perret, com as Cidades-Torres em concreto armado e com alta densidade.

A fundamentação do Urbanismo moderno está sintetizada na Carta de Atenas, escrita por Le Corbusier a partir das conclusões do CIAM, realizado em 1933, sob o tema Cidade Funcional. A Carta de Atenas propõe uma filosofia básica da cidade funcional, com cinco pontos principais: pilotis, terraço jardim, planta livre, abertura horizontal e fachada livre. Predomina a teoria de uma organização urbana totalmente funcional, com desenho cartesiano, separação rígida de atividades, alta densidade obtida através da verticalização com edificações

---

<sup>9</sup> Valor nesse caso tem sentido de renda, valor monetário.

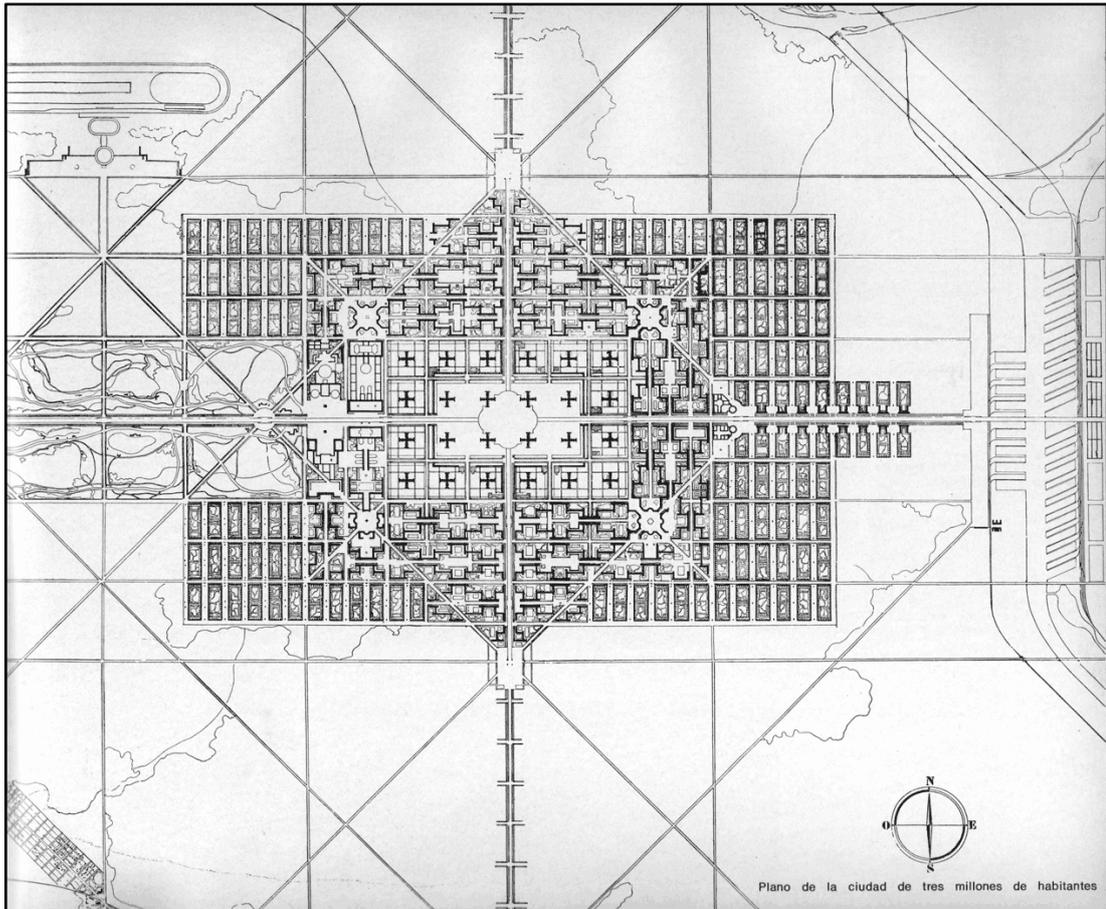
<sup>10</sup> Le Corbusier foi um dos mais importantes arquitetos do século XX. Foi um dos primeiros a compreender a transformação que o automóvel exigiria no planejamento urbano, tendo sido um dos criadores do CIAM (*Congrès Internationaux d'Architecture Moderne*), cujo produto principal foi a Carta de Atenas, que consolidou os princípios do urbanismo moderno.

afastadas de forma a proporcionar ventilação e orientadas para que se favoreça a insolação adequada, sempre entremeada por espaços verdes e livre circulação dos automóveis. Os estudos de Le Corbusier para o planejamento urbano resultaram em três modelos distintos: a Cidade Contemporânea, a Cidade Radiosa e a Cidade Regional.

A Cidade Contemporânea (FIG. 2), de 1922, era formada por três partes principais: um distrito de negócios e serviços, com até setenta andares, contornado por faixas de edifícios residenciais também altos, circundado por sua vez por um cinturão verde não construído, que poderia abrigar expansões futuras e, finalmente, uma última zona, caracterizada como subúrbio urbano, como nas cidades jardins do século XIX, ao longo de todo perímetro da cidade. A cidade que se propunha a abrigar três milhões de habitantes de fato abrigava cerca de 600.000 mil habitantes em seu núcleo urbano central, ficando a maior parte da população alojada na área suburbana, em bairros concebidos nos moldes da cidade-jardim tradicional.

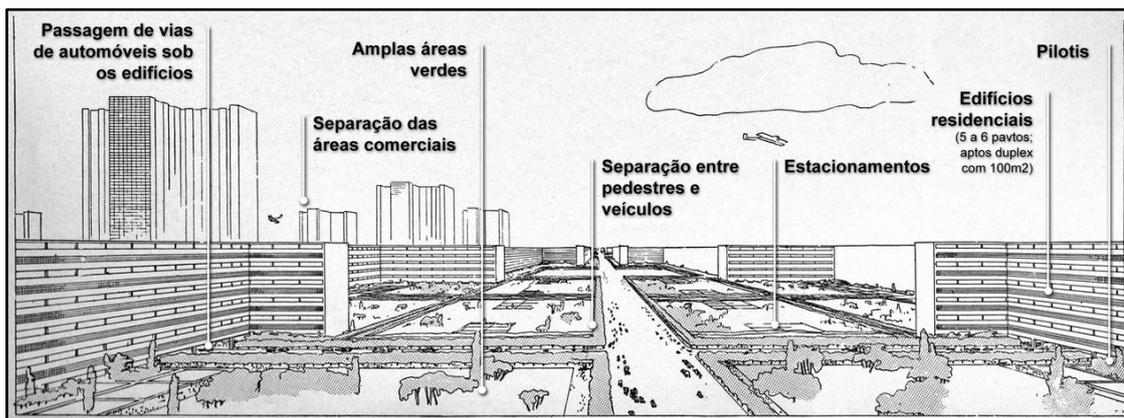
O urbanismo modernista foi muito influenciado por Le Corbusier e pelo seu plano para a Ville Radieuse, apresentado pela primeira vez em 1924 e publicado no livro homônimo em 1933 (MERIN, 2016). Com essa proposta, Le Corbusier apresenta uma concepção mais evoluída, abandonando a organização concêntrica, propondo um sistema de faixas paralelas para as diferentes funções urbanas, comércio, residência, manufatura e indústria. Como observado por Merin (2016),

Projetada para conter meios eficientes de transporte, bem como uma abundância de espaços verdes e luz solar, a cidade do futuro de Le Corbusier não só almejava oferecer uma vida melhor aos residentes, mas contribuir para criar uma sociedade melhor (MERIN, 2016, s/p).



**Figura 4 - Planta geral da Cidade Contemporânea**

Fonte: LE CORBUSIER, 1971



**Figura 5 - Vista aérea de uma superquadra residencial da Cidade Contemporânea**

Fonte: LE CORBUSIER, 1925

Diferente de qualquer projeto trabalhado anteriormente por Le Corbusier, a *Ville Radieuse* foi rigorosa em sua ordem, simetria e padronização, com extensa influência sobre o planejamento urbano moderno, levando ao desenvolvimento de novas tipologias de habitação de alta densidade:

A *Ville Radieuse* foi projetada para ser construída sobre as cidades europeias vernaculares destruídas pela guerra, resultado de estudos para o desenvolvimento de cidades em série, construídas em tempo industrial. A circulação e a racionalidade são os principais eixos de trabalho. No cerne do plano também estava à noção de zoneamento: a divisão estrita da cidade em áreas segregadas comerciais, de negócios, de lazer e residenciais, a funcionalidade e racionalidade construtiva, e também as questões ambientais (MERIN, 2016, s/p.).

A *Ville Radieuse* conteria arranha-céus pré-fabricados de alta densidade e idênticos, distribuídos por grandes espaços ajardinados e organizados de forma cartesiana em um desenho quase simétrico, onde no centro localizava-se o núcleo de todos os tipos de transporte público. O terminal central seria um ponto de acesso ao sistema de transportes subterrâneo para transporte da população para os distritos habitacionais do entorno; a superfície desse terminal estaria aberta aos carros e táxis. A área de negócios, no centro, apresentava grandes arranha-céus monolíticos, cada um atingindo uma altura de 200 metros e com capacidade para entre cinco e oito mil pessoas.

Visando favorecer as condições de conforto térmico e iluminação, a cidade foi rotacionada na direção norte-sul, diminuindo a incidência solar nas fachadas. As áreas verdes fazem parte do espaço urbano, transformando-a num grande parque público que seria constantemente aproveitado pela população, e não uma área isolada ou um cinturão verde, como na Cidade Jardim, como descrito em Merin (2016):

Os bairros habitacionais contariam com edifícios de apartamentos pré-fabricados conhecidos como "Unités". Atingindo uma altura de cinquenta metros, uma única Unité poderia acomodar 2.700 habitantes e funcionar como uma vila vertical. Instalações de restaurantes e lavanderias ficariam no piso térreo, um jardim de infância e uma piscina na cobertura. Entre os blocos existiriam parques, proporcionando aos residentes um máximo de luz natural, um mínimo de ruído e instalações de lazer logo à porta (MERIN, 2016, s/p.).

Com essa concepção, Le Corbusier resolvia questões consideradas então fundamentais para a sustentabilidade ambiental: o aumento da densidade demográfica, a liberação do solo urbano para vegetação e a redução dos deslocamentos, diminuindo a necessidade do uso de transportes. Suas ideias foram, desde o início, criticadas especialmente pela segregação entre os usos dos espaços e pela pouca diversidade arquitetônica, sempre defendidas com a

afirmação de que a vida moderna demandaria regras de planejamento urbano diferentes das adotadas até então.

Os princípios da cidade modernista dominaram o planejamento urbano até a década de 1960, dominando grande parte da produção urbana e arquitetônica do pós-guerra na Europa, e expandindo sua influência para a América, a exemplo de Brasília. Na visão do pós-guerra, milhões de residentes poderiam se beneficiar das vantagens desse planejamento racional que integrava os avanços tecnológicos e a industrialização. A princípio visavam à produção de moradias e, posteriormente, para a cidade como um todo, na busca por uma habitação individual que favorecesse uma grande densidade e uma intensa relação com os equipamentos coletivos.

Segundo Farias Filho (1996), na prática, as cidades defendidas pelos modernistas geraram inúmeras melhorias, mas não alcançaram o tão sonhado convívio com a natureza, muito pelo contrário, em vários casos aumentaram a segregação espacial e social em função dos espaços vazios, sem sentido, sem vida. Higuera (2006) também argumenta que não se pode adotar de forma generalizada a filosofia da cidade funcional sem levar em consideração as características intrínsecas do local, sob o risco de se projetar bairros ou cidades com absoluta ausência de referências da natureza e do lugar.

### **2.1.3. Cidades compactas X Cidades Difusas**

No início do século XX, os debates a respeito das direções que deveriam crescer as cidades adquiriram posições extremas: de um lado Le Corbusier liderava a corrente dos centristas; e do outro lado Frank Lloyd Wright, com os seguidores da descentralização. Essa descentralização, estruturada na residência individual em função da popularidade do automóvel e da expansão da infraestrutura urbana, que permitiram o crescimento horizontal indefinido da cidade, tem como exemplo os subúrbios americanos de baixa densidade e a cidade jardim de Ebenezer Howard. Por outro lado, a corrente centrista, baseada em programas de alta densidade e altura, que segundo Le Corbusier aumentaria os espaços vazios e melhoraria a circulação entre os edifícios, adquiriram um forte caráter internacional e criaram novas possibilidades para a arquitetura e o planejamento urbano (KUCHPIL, 2008).

Embora todas as utopias urbanas partam de princípios e ideais de cidade diferentes, o

que elas têm em comum é o fato de trabalharem sempre com densidades controladas, tentando abrigar uma grande população em um espaço reduzido. Seja qual for a proposta, os problemas decorrentes da concentração humana quase sempre foram os motivadores, tendo o automóvel como um dos principais protagonistas. Contudo, a maioria das propostas resultou em ocupações dispersas graças à possibilidade oferecida pelo automóvel. Seja na Cidade Jardim de Howard, que estimulava uma expansão horizontal dos subúrbios residenciais, até a cidade de Le Corbusier, com grandes avenidas expressas, buscava-se viabilizar o uso do automóvel sem preocupação com as consequências ambientais desse tipo de transporte.

Jacobs (2000)<sup>11</sup> argumenta que todas essas propostas de planejamento urbano, desde as cidades Jardim de Howard até a cidade moderna de Le Corbusier, apesar das suas diferenças, compartilhavam um mesmo ponto de vista: a separação dos usos e funções da cidade e a utilização de áreas verdes como uma utopia de recuperação da vida próxima à natureza. Segunda a autora, a *Ville Radieuse*, de Le Corbusier, era composta basicamente por arranha-céus dentro de um parque, com alta densidade (296 habitantes por mil metros quadrados) e a população era distribuída nesses arranha-céus. A proposta era viabilizada pelo uso do automóvel, com grandes avenidas expressas e sem preocupação com as consequências ambientais desse tipo de transporte. Dessa forma, 95% do solo estariam livres para circulação. Sobre isso, Jacobs (2000) comenta:

[...] procurou fazer do planejamento para automóveis um elemento essencial do seu projeto, e isso era uma ideia nova e empolgante nos anos 20 e início dos anos 30. [...] Reduziu o número de ruas, porque os cruzamentos são inimigos do tráfego. [...] Manteve os pedestres fora das ruas e dentro dos parques. [...] sua concepção, como obra arquitetônica, tinha uma clareza, uma simplicidade e uma harmonia fascinantes. Era muito ordenada, muito clara, muito fácil de entender. Transmitia tudo num lampejo, como um bom anúncio publicitário (JACOBS, 2000, p. 23).

A cidade compacta seria constituída por uma rede de bairros, cada um com seu próprio parque e espaços públicos e acomodando uma diversidade de atividades particulares e públicas sobrepostas. Esse modelo de organização tem sido denominado na literatura como concentração descentralizada, que é uma forma de ocupação do solo baseada em núcleos urbanos com elevadas densidades, próximos uns dos outros o suficiente para permitir uma relativa acessibilidade e complementaridade funcional, dimensionados de forma a favorecer maior eficiência no uso dos recursos naturais para obter ganhos na qualidade ambiental (TONETTI, 2011).

---

<sup>11</sup> A fim de contextualizar melhor os argumentos de Jane Jacobs, cabe mencionar que seu livro mais conhecido, **Morte e Vida nas grandes cidades**, da qual trata essa referência, foi publicada pela primeira vez em 1961.

O modelo de cidades compactas visa, sobretudo, reduzir os custos da construção material e de infraestruturas, propiciando uma circulação mais eficiente e menos dispendiosa, além de reduzir a necessidade de expansão sobre novas áreas naturais. Nesse sentido, a sociedade compacta oferece um grande adensamento, encurtando os tempos de deslocamento e a necessidade de utilização de transportes individuais. Kuchpil (2008) comenta:

Quando o crescimento populacional de uma cidade exige a construção de um número de edifícios, a cidade tende a se estender sobre as áreas rurais circundantes como a maneira mais natural de gerar espaço, mantendo o padrão de ocupação existente, ou densificar o tecido edificado num processo de substituição dos edifícios existentes (KUCHPIL, 2008, p.71).

Segundo Rogers (2001), a cidade sustentável é composta essencialmente de espaços multifuncionais que reduzem a segregação e os guetos, e que valorize o espaço público e de convivência. A complexidade na cidade está ligada à diversidade de usos e funções urbanas, permitindo um acesso sem restrições. No entanto, tanto os espaços monofuncionais quanto os multifuncionais, tem um papel a desempenhar na sociedade. Enquanto o primeiro atende ao desejo moderno de autonomia, o outro desenvolve um sentimento de tolerância e identidade. A estabilidade social refere-se ao aumento da diversidade e da integração, gerando maior proximidade entre as pessoas. A principal crítica é que se tem dado prioridade ao atendimento das demandas particulares e relegando as demandas coletivas, fazendo com que os espaços multifuncionais cedam lugar aos espaços monofuncionais. Como descreve Rogers (2001):

As soluções ecológicas e sociais se reforçam mutuamente e garantem cidades mais saudáveis, cheias de vida e multifuncionais. Acima de tudo, uma cidade autossustentável é sinônimo de qualidade de vida para as próximas gerações (ROGERS, 2001, p.32).

Scussel e Satter (2010) consideram que a cidade compacta é diversa, e reúne princípios como o da multiplicidade de usos e atividades que prometem encurtar distâncias e reduzir o tempo de locomoção. Busca-se, assim, o estímulo ao desenvolvimento das relações locais em que habitação, trabalho e lazer estejam próximos, se aproximando mais de uma cidade sustentável do que o padrão americano de organização difusa, que constitui cidades com zoneamento de funções, segmentadas, propiciando menor interação e maiores deslocamentos.

A proximidade de usos e funções da cidade compacta visa oferecer um transporte público de melhor qualidade e principalmente possibilita que deslocamentos a pé ou de

bicicleta sejam feitos, permitindo que a maioria dos cidadãos possa usufruir da cidade sem depender de transporte motorizado. Empiricamente, podemos concluir que aumentar a densidade reduz os deslocamentos, reduzindo, portanto, o consumo per capita de energia consumida em transportes e diminuindo, também, as emissões atmosféricas, entre outros desdobramentos que tornam a cidade mais eficiente energeticamente. Quanto maior a mancha urbana menos eficiente e mais onerosa se torna a implementação e a operação da infraestrutura, incluindo todo o tipo de serviço.

Sob o ponto de vista social, observa-se que no modelo de cidade compacta a separação das pessoas por faixa de renda é menor. Na cidade dispersa as ocupações se dão segundo a renda, principalmente, provocando a segregação social e dando um uso quase exclusivo do espaço público a um determinado segmento de renda.

Para Rogers (2001), o modelo da cidade compacta se difere bastante do modelo vigente, baseado no modelo americano de cidade, dividido por zonas e funções, com áreas de escritórios centrais e de lazer fora da cidade, bairros residenciais distantes e vias expressas. Essa imagem é tão poderosa que países em desenvolvimento, em função de conveniências econômicas, ainda investem nesse modelo, mesmo que fracassado. Enquanto o modelo da cidade compacta é complexo, o modelo de divisão por zonas é simplista, dividindo a cidade em pacotes facilmente manejáveis. Mesmo na escala do edifício, esse conceito de multiplicidade de uso tem sido ignorado. Rogers defende um modelo de planejamento policêntrico, compacto e sustentável, baseado em uma estrutura integrada de espaços públicos e sistema de transporte. Uma mescla entre as formas compactas e difusas, dispendo de estruturas formais compactas na escala urbana local, organizadas mediante estruturas de formas difusas na escala regional ou metropolitana, unidas por meios de transporte eficiente e ambientalmente correto. De acordo com esse autor:

A cidade compacta cresce em volta de centros de atividades sociais e comerciais localizadas junto aos pontos nodais de transporte, comércio e lazer, a partir dos quais as vizinhanças se desenvolvem, formando uma rede, cada uma com sua diversidade (ROGERS, 2001, p.38).

A qualidade de vida nas cidades está relacionada à vitalidade dos espaços urbanos. O bairro residencial distante, o conjunto habitacional, o centro empresarial, a zona industrial, a passagem subterrânea, o shopping Center e mesmo o automóvel criam espaços monofuncionais, polarizando a sociedade em comunidades segregadas em espaços segregados que preenchem uma única função. Já o espaço concebido como multifuncional foi pensado para uma variedade de usos, participantes e usuários. A praça lotada, a rua animada, o

mercado, o parque, o café na calçada, todos representam usos do espaço multifuncional (ROGERS, 2001).

Para Jacobs (2000), as cidades são geradoras naturais de diversidade e, além disso, são organismos produtores de novos empreendimentos e ideias. Com isso, queremos chegar a um ponto que toca o planejamento urbano: considerar os usos da cidade um de cada vez e separados um do outro. Segundo o autor, esse é um equívoco central, pois as combinações ou as misturas de usos são fenômenos fundamentais das cidades.

A complexidade urbana diz respeito à diversidade de usos e, conseqüentemente, aos motivos que as pessoas têm para frequentar os parques em horários diferentes. Sendo assim, a configuração arquitetônica dos espaços deve favorecer a complexidade e evitar a monotonia. Se o espaço puder ser visualizado num relance, será pouco estimulante para usos e pessoas diferentes, despertando pouco interesse pelo retorno.

A cidade compacta, baseada sobretudo no favorecimento de deslocamentos diários mais curtos é mais eficiente em termos de poupança de energia, enquanto a cidade difusa, resultado das tendências contínuas de descentralização, é considerada como responsável pelo rápido declínio dos centros urbanos. Nota-se que, mesmo não havendo um consenso sobre o modelo de cidade ideal, o discurso contemporâneo indica a adoção de soluções que impactem menos o meio físico e que não favoreçam a segregação social na busca por melhores condições ambientais e sociais para a população urbana.

## **2.2. A Verticalização com forma de adensamento**

Embora a ideia da verticalidade estivesse presente desde a antiguidade como expressão de poder do homem sobre a natureza, foi a partir do século XIX que ela assumiu os contornos que conhecemos hoje: significado de supremacia política, econômica e cultural. Segundo Kuchpil (2008),

A verticalização é a resultante no espaço construído, de uma valorização do capital: do fundiário ao financeiro, do imobiliário ao estritamente produtivo, estando, portanto, sujeito as condições do mercado imobiliário (KUCHPIL, 2008, p.77).

Souza (1989, p.125), considera a verticalização como provável “resultante no espaço

produzido de uma estratégia entre múltiplas formas de capital: o fundiário, o imobiliário e o financeiro”. Somekh (1997) define verticalização como a multiplicação efetiva do solo urbano sobrepostos, dispostos em andares sob a forma de um edifício, possibilitada pelo uso do elevador. Associa-se aí a ideia do modo de vida urbano à verticalidade, ao aproveitamento intensivo da terra (densidade) e ao padrão de desenvolvimento tecnológico do século XX, uma vez que a relação verticalização/adensamento possibilita abrigo para maiores contingentes populacionais do que seria possível em habitações horizontais.

A cidade vertical envolve a noção de edifício alto, de arranha-céu, cujo desenvolvimento se deu com a inovação tecnológica: o aço, o concreto e, principalmente, o elevador, aliado ao capital imobiliário impulsionado pelo regime de acumulação da economia capitalista do pós-guerra. Uma vez resolvido o problema do deslocamento vertical, tornava-se infinitamente mais vantajoso a construção de edifícios de múltiplos pisos (SOMEKH, 1997).

Embora tenha surgido no continente Europeu, foi nos Estados Unidos que o arranha-céu ganhou destaque tornando-se símbolo de modernidade. Segundo Nascimento (2000), as cidades de Nova Iorque e Chicago, a partir do final do século XIX, foram consideradas duas cidades laboratório na construção dos arranha-céus, alternando entre elas, por muito tempo, o título de cidade com o edifício mais alto do mundo em uma disputa clara por deter o maior símbolo de modernidade e desenvolvimento tecnológico da sociedade contemporânea.

No pós-guerra houve a migração de muitos arquitetos alemães para os EUA. Enquanto as cidades europeias buscavam a reconstrução de seus edifícios, nos EUA a prioridade era a criação de projetos de escritório representados pelos arranha-céus nos centros das cidades e as espaçosas sedes nos locais mais afastados, como esclarece Nascimento (2000):

Os arquitetos da primeira modernidade buscavam a noção de que seus edifícios destacavam-se por si só, depois o entorno. Empregavam formas geométricas elementares, materiais e métodos construtivos novos, e não faziam considerações aos edifícios vizinhos (NASCIMENTO, 2000, p. 113).

Sobre o edifício vertical, Kuchpil (2008) comenta:

O edifício vertical é uma das expressões mais legítimas do movimento moderno: alto, isolado das divisas, livremente disperso entre uma área preferencialmente verde, ele foi o grande modelo de ruptura com a cidade. A associação entre os interesses econômicos dos proprietários de terra urbana, dos empreendedores imobiliários e dos construtores - mediada pela idealização de morar ou trabalhar em pavimentos elevados, o que garantiu amplo mercado comprador - fez do edifício e do automóvel os grandes personagens da configuração da cidade moderna (KUCHPIL, 2008, p.63).

A ideia de arranha-céu tornou-se símbolo da sociedade capitalista. A natureza simbólica do edifício alto está na busca da afirmação de uma imagem capaz de extrapolar fronteiras, independente do nível de desenvolvimento econômico do local, adquirindo papel fundamental para inserção da sociedade de consumo.

O processo de verticalização é um fenômeno complexo, que adquiriu em meados do século XX proporções mundiais. Segundo Kuchpil (2008), nas últimas três décadas o continente asiático passou a ser o território dos edifícios altos, onde o título de edifício mais alto do mundo representa, mais do que nunca, um status provisório de poder e supremacia.

Como destaca Gagliotti (2012), em São Paulo os edifícios verticais surgem na primeira década do século XX com uso predominantemente residencial. Em geral, eram destinados à locação, ao contrário da experiência internacional, que possui predominância terciária e geralmente concentrada nos grandes centros de negócios. O mesmo cenário se repete em várias cidades brasileiras, evidenciando a ótima aceitação do modelo pela classe média brasileira. De acordo com Souza (1994), o modelo de verticalização brasileiro acabou privilegiando a produção habitacional, que com o passar do tempo dominou a produção de edifícios no Brasil, tendo papel fundamental na vida cotidiana da população, especialmente nas faixas de renda mais altas e para o desenvolvimento econômico das cidades.

A valorização do solo urbano no Brasil decorre não só do acesso das elites aos recursos financeiros, mas também dos valores culturais ligados à noção de pertencimento e de acumulação, que valoriza o domínio da propriedade em benefício próprio como forma de ganho e acúmulo de capital. Nesse sentido, a produção do espaço urbano, regulada pelo Estado e pelas instituições, fica profundamente alterada. Sobre isso, Someck (1997) comenta:

A produção do espaço urbano não era entendida como “lugar”, base de produção do capital, mas como parte integrante do processo de acumulação e, portanto, sujeito às leis do valor (SOMEKH, 1997, p.20).

Empreendimentos verticais, em geral, ocupam áreas nobres e acabam contribuindo para aumentar ainda mais o custo da terra urbana. Essa valorização, que transforma a própria cidade em mercadoria, faz com que a habitação, que deveria ser um direito de todos, não possa ser garantida a quem não pode assumir as despesas resultantes da mesma.

Outro ponto a ser discutido quando se fala em adensamento por meio da verticalização é o seu reflexo na paisagem. A relação dos edifícios altos com a rua é, ainda hoje, um dos grandes problemas da arquitetura. Se pensarmos a arquitetura como definidora da estrutura e

da figura da cidade essa questão torna-se ainda mais relevante, uma vez que a dimensão pública das construções não se restringe aos aspectos estéticos, mas à qualificação espacial que promovem na transição entre o que é público e o que é privado.

Segundo Kuchpil (2008), a inserção do edifício na cidade é determinante nas relações entre espaço público e espaço privado, não só do ponto de vista físico-geográfico, mas, sobretudo, no seu papel de geração dos usos urbanos, proteções, interferências, barreiras; na geração de opressão, fruição espacial, estética, conforto e qualidade da paisagem; enfim, no estabelecimento de alguns dos mais importantes atributos que definem a vida urbana. Sobre isso, Rogers (2011) comenta:

Os edifícios podem interagir e contribuir com o âmbito público e, quando isto ocorre, estimulam as pessoas ao encontro, à troca e envolvem os passantes. Em vez de reprimir, estimulam o potencial humano natural e acabam por humanizar a cidade (ROGERS, 2001, p.74).

A maneira como os edifícios se configuram formando o tecido urbano é que dá unidade formal ao espaço; e a forma de uma cidade corresponde à maneira como ela organiza e articula os elementos urbanísticos e arquiteturais. Desse modo, considerando a vida urbana um mosaico de inter-relações, imaginamos que ela requer uma organização espacial na qual a forma construída e o espaço interior sejam complementares, guardando uma relação de reciprocidade, de modo que as fronteiras entre o exterior e o interior sejam menos explícitas, diminuindo a rígida divisão entre o domínio público e o domínio privado (KUCHPIL, 2008).

### **3. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS URBANÍSTICOS: SUA INFLUÊNCIA NA FORMA URBANA E NA QUALIDADE AMBIENTAL**

---

Segundo Ramirez (1998), o Estado tem papel essencial na gestão do crescimento das cidades, disciplinando-o por meio de um conjunto de instrumentos que pode empregar na regulação do espaço urbano. Entre esses instrumentos, podemos destacar: desapropriações, regulamentação do uso do solo; controle e limitação dos preços de terras, impostos fundiários e imobiliários que podem variar segundo a dimensão do imóvel, uso da terra e localização; taxação de terrenos livres, levando a uma utilização mais completa do espaço urbano; mobilização de reservas fundiárias públicas, afetando o preço da terra e orientando especialmente a ocupação do espaço; investimento público na produção do espaço por meio de obras de drenagem, desmontes, aterros e implantação de infraestrutura; organização de mecanismos de crédito à habitação; pesquisas, operação e teste sobre materiais e procedimentos de construção. A forma jurídica que o Estado tem de aplicar esses instrumentos é através da legislação urbanística.

A legislação urbanística delinea efetivamente a forma urbana. Os parâmetros urbanísticos impostos por ela definem a forma, a altura e mesmo a organização das edificações, contribuindo para a configuração das diferentes partes da cidade. A crítica principal é que na maioria das vezes a legislação se subordina a determinados grupos de interesse, que na maioria das vezes são os que atuam diretamente no processo de produção do espaço.

A busca por maior controle do espaço urbano ganha forma no século XIX como medida para aumentar a produtividade no trabalho e diminuir as ameaças à saúde, garantindo condições mínimas de higiene. Assim, as primeiras regulamentações urbanas surgem no sentido de garantir condições de ventilação e iluminação para as habitações como uma questão de saúde pública. No Brasil, essas regulamentações sofreram influência das legislações inglesas e francesas do final do século XIX, e se efetivaram nos chamados Códigos de Posturas Municipais e, mais tarde, nos Códigos de Obras.

Regulamentar a disposição de todo solo útil a fim de equilibrar as necessidades individuais com as coletivas tornaram-se essenciais para o ordenamento e planejamento do crescimento das cidades. Embora no início possam ter sido consideradas como limitadoras da arquitetura, rapidamente as regulamentações do solo tornaram-se instrumento do urbanismo

moderno, indo muito além de simples zoneamentos ou parâmetros dimensionais de cômodos e aberturas. Essas regulamentações incluem reagrupamento de terrenos, permitindo que os edifícios possam crescer em altura mantendo as condições de iluminação e ventilação, além de medidas de controle de densidade populacional, por exemplo.

No contexto brasileiro, a Constituição de 1988 trouxe para a política urbana um período de significativas transformações, tanto no âmbito nacional quanto municipal. Em seu artigo 182, regulamentada posteriormente pelo Estatuto da Cidade<sup>12</sup>, é instituída a obrigatoriedade do Plano Diretor. Trata-se do instrumento básico da política do ordenamento urbano, pelo qual devem ser definidos os usos e as características de ocupação de cada porção do território municipal, além de conter os instrumentos e parâmetros que permitem ao município construir uma política urbana voltada para a concretização da função social da propriedade urbana e do direito à cidade. Mais do que normatizar, a política urbana instituída em 1988 busca induzir uma política de gestão urbana, introduzindo instrumentos como a participação direta do cidadão nos processos decisórios, contribuindo para a construção de um novo paradigma de planejamento territorial e urbano que visa à redistribuição dos benefícios da urbanização para toda a população (DANTAS, 2013).

Segundo o Estatuto da Cidade, cabe ao Município a promoção do adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo. Sendo assim, é responsabilidade do poder público municipal o estabelecimento de normas especiais de urbanização, de uso e ocupação do solo e de edificação, fixando também para essas áreas as normas ambientais pertinentes.

Alguns dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade para controle do uso do solo urbano guardam semelhança com instrumentos internacionais, embora a aplicação ainda não seja ampla. Dentre eles, o imposto predial e territorial urbano progressivo no tempo<sup>13</sup>, a outorga onerosa do direito de construir<sup>14</sup>, além das operações urbanas consorciadas<sup>15</sup> e a

---

<sup>12</sup> Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.

<sup>13</sup> O IPTU progressivo no tempo é um instrumento previsto no Estatuto da Cidade (art. 7º, da Lei 10.257/2001) que permite ao governo municipal aumentar, progressivamente, o valor da alíquota do IPTU de um imóvel, caso seu proprietário não lhe dê a utilização conforme o previsto no Plano Diretor.

<sup>14</sup> A outorga onerosa do direito de construir, também conhecida como “solo criado”, refere-se à possibilidade de o Município conceder para o proprietário de um imóvel a autorização para que edifique acima do limite estabelecido pelo coeficiente de aproveitamento básico, mediante contrapartida financeira. As condições a serem observadas para a outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso deverão constar em lei municipal específica.

<sup>15</sup> As operações urbanas consorciadas são um conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público Municipal, nas quais participam os proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, visando promover em determinadas áreas transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental, conforme dispõe o parágrafo 1º do artigo 32 do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001).

transferência do direito de construir<sup>16</sup>. As duas últimas têm se tornado um pouco mais presentes nas legislações nos últimos anos como forma de viabilizar as obras e intervenções urbanas ocorridas principalmente nas capitais em função de eventos internacionais.

Para que a propriedade urbana cumpra a sua função social, deve responder às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no Plano Diretor. Dessa forma, o plano deverá conter a definição dos usos adequados da propriedade, os parâmetros mínimos e máximos de utilização que caracterizam esse uso, definir os locais e as finalidades para os quais é autorizada a transferência ou a cessão onerosa do direito de construir, identificar a parcela da área urbana onde os imóveis não edificados, subutilizados ou não utilizados poderão ser objeto de parcelamento e edificação compulsórios (OLIVEIRA, 2001).

Segundo Dantas (2013), o zoneamento praticado no Brasil é originário do *city planning* americano, que usualmente separa o uso do solo por funções. Dividir a cidade por funções (habitação, comércio, indústria) é visto por muitos como uma forma de degradação antecipada de determinadas áreas da cidade, além de tender a segregar estratos sociais segundo seu nível de renda. É a diversidade de uso que qualifica o local, o mantém vivo e seguro.

Mas não é o zoneamento o único parâmetro de controle da ocupação da cidade. Enquanto o zoneamento busca ordenar as atividades na cidade, os demais parâmetros, isoladamente ou combinados, buscam regulamentar outros aspectos relativos à ocupação do solo.

Sobre a utilização dos parâmetros urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo, nota-se que os parâmetros de densidade, associados ao zoneamento figuram como os principais mecanismos de controle da forma urbana presentes nas legislações. Segundo Souza (2000), os parâmetros urbanísticos e os zoneamentos devem andar juntos e expressar aspectos da densidade urbana e das formas espaciais, no entanto, a construção dos parâmetros, mesmo com a nítida vocação progressista, pode ser distorcida e trazer mais malefícios do que benefícios se porventura for regulamentada de maneira pouco inteligente, inadequada ou distorcida. Os parâmetros tratam da relação de grandezas e índices que atuam, diretamente, na produção do espaço urbano e medem aspectos relevantes relativos à densidade e à paisagem urbana.

---

<sup>16</sup> A transferência do direito de construir, instrumento urbanístico previsto pelo Estatuto das Cidades, Lei Federal nº 10.257, de 2001, art. 35, que confere ao proprietário de um lote a possibilidade de exercer o seu potencial construtivo em outro lote, ou de vendê-lo a outro proprietário.

Cabe, em função dos propósitos deste trabalho, enfatizar os parâmetros que influenciam na densidade do ambiente urbano (gabaritos, afastamentos, coeficientes de aproveitamento, densidade, permeabilidade, entre outros) e que atuam diretamente na relação entre a necessidade de crescimento urbano e a qualidade ambiental.

A densidade é instrumento de medida do aproveitamento e ocupação do solo. Costuma-se atribuir à densidade, não obstante ser ela um instrumento de medida, poderes sobre a qualidade de vida urbana. Assim, é comum associar-se baixa densidade à alta qualidade de vida. Nesse papel, sua eficácia apresenta controvérsia (KUCHPIL, 2008, p.96).

A associação entre baixa densidade e qualidade vem dos primórdios da industrialização, quando as habitações não tinham condições de salubridade adequadas. O urbanismo moderno com seu modelo de edificações isoladas e cercadas por vegetação buscou tornar o ambiente mais propício. Para evitar custos altos com a infraestrutura urbana em função da baixa densidade, os edifícios ganharam altura, visando manter a qualidade sanitária e aumentar o adensamento.

Segundo Jacobs (2000), um dos motivos pelos quais as altas densidades eram e são mal vistas, especialmente no início do século XX, pelos críticos do Movimento Moderno, é a confusão entre densidade habitacional e superlotação das moradias. É importante diferenciar, portanto, altas densidades (que se caracterizam por um elevado número de moradias) de superlotação<sup>17</sup> (que consiste em muitas pessoas numa mesma moradia). Nesse sentido alta densidade de construções nem sempre significa alta densidade populacional.

As leis de uso do solo, em geral, têm adotado dois parâmetros de disciplinamento das densidades: um relativo à densidade populacional e outro referente ao coeficiente de aproveitamento ou índice de utilização, que visam controlar a densidade construtiva. No planejamento urbano, o conceito de densidade é utilizado para descrever a relação entre área dada e o número de certas entidades naquela área – pessoas, unidade habitacional, área construída. Dessa forma, esses dois parâmetros são considerados como instrumentos básicos para a definição de uma distribuição equitativa de densidades urbanas compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica das cidades.

Alguns autores consideram que a densidade construtiva é um conceito que se relaciona pouco com a forma urbana, uma vez que várias configurações podem alcançar a mesma densidade. Não se pode negar, no entanto, que o parâmetro densidade contém informações

---

<sup>17</sup> Segundo as referências encontradas na bibliografia consultada, pode ser considerada superlotação um índice de mais de 3 (três) pessoas por dormitório.

importantes sobre a propriedade dos espaços, sendo importante como parâmetro para se mensurar problemas da cidade, como dispersão urbana, déficit habitacional, entre outros.

As legislações urbanas se apropriam de vários instrumentos para controle das densidades construtivas que, utilizados de forma combinada ou isoladamente, são capazes de induzir ou inibir o adensamento populacional em determinadas áreas. A implantação de normas e leis para regulamentação das construções, bem como a cobrança de impostos e taxas são, de modo geral, mecanismos de inibição do aumento de densidades, uma vez que diminui a quantidade de construções irregulares e impõe a necessidade de maior investimento financeiro para as mesmas.

Outro fator importante para o controle das densidades é a combinação de parâmetros urbanísticos, especialmente os coeficientes de aproveitamento, taxas de ocupação e taxas de permeabilidade, cuja escala de aplicação se refere à dimensão do lote, que combinadas delineiam de forma definitiva o cenário urbano. Dentre eles, o coeficiente de aproveitamento figura como o principal parâmetro regulador da densidade. Sobre ele é importante citar que, para que se cumpra a função social da cidade e da propriedade, a definição do coeficiente de aproveitamento (principalmente o coeficiente de aproveitamento máximo) deve considerar a capacidade de suporte da infraestrutura em função do aumento da densidade construtiva e populacional esperado.

O coeficiente de aproveitamento do terreno é um valor que multiplicado pela área do lote, indica a quantidade máxima de metros quadrados que podem ser construídos, somando-se as áreas de todos os pavimentos. Instituído pelo Estatuto das Cidades, se tornou o principal instrumento de controle do adensamento nas legislações brasileiras. O coeficiente de aproveitamento pode ser aplicado de forma direta, como um índice fixo, utilizando-se dos mecanismos da outorga onerosa do direito de construir estabelecendo-se assim dois índices, um básico e um máximo, que é o limite para sua utilização. Para se alcançar áreas construídas com valores entre o índice básico e o máximo torna-se necessário um pagamento adicional.

A taxa de ocupação é o percentual utilizado pela edificação em relação à área total do lote considerando apenas sua projeção horizontal; desconsiderando, assim, a altura da edificação e o número de pavimentos. A taxa de ocupação é, entre os instrumentos citados, o maior definidor da configuração que a forma urbana vai adquirir. Taxas de ocupação baixas visam dar a forma urbana maior espaçamento entre as edificações, favorecendo a configuração de espaços livres, de uso público ou não, mas principalmente incentivando a

verticalização, especialmente quando se têm altos coeficientes de aproveitamento.

A taxa de permeabilidade é a relação expressa entre a área permeável do lote e sua área total. Considera-se área permeável dentro do lote aquela deixada livre de construções, onde é possível infiltrar no solo as águas pluviais. A permeabilidade é um assunto de extrema importância. Mais do que uma exigência legislativa, a permeabilidade é uma necessidade ambiental urbana, uma vez que entre as principais características das ocupações nas áreas urbanas está a alteração dos revestimentos superficiais do solo que passam a ser cada vez mais impermeáveis, fazendo com que os sistemas de macrodrenagem se tornem mais caros, ineficientes e ambientalmente questionáveis.

A adoção de políticas públicas que estimulem a ampliação das áreas permeáveis e ampliem a infiltração das águas da chuva no solo torna-se importante e ambientalmente mais eficiente, uma vez que amplia a capacidade de retenção das águas, reduzindo a velocidade com que elas chegam às redes de macrodrenagem da cidade, contribuindo de forma efetiva para a diminuição da incidência de enchentes.

O aumento da permeabilidade torna-se um desafio cada vez maior, dado que a maior efetividade das ações devem ocorrer em uma microescala, onde a atuação direta da população torna-se a maior responsável por sua efetividade. Essa mudança de paradigma ocorre em um momento em que se valorizam as questões ambientais e de sustentabilidade do ambiente urbano, em que a permeabilidade e a vegetação são aceitas como agente amenizador do efeito climático, contribuindo para a redução das temperaturas e para melhor qualificação dos espaços livres, sendo considerado um componente essencial da qualidade de vida nas cidades.

Além da densidade de ocupação, a volumetria também é objeto de regulamentação. Regulamentar a altimetria das edificações é uma forma de controlar a volumetria e o efeito da verticalização na paisagem da cidade. A altimetria pode ser controlada com o estabelecimento de alturas máximas, que tendem a formar uma paisagem mais homogênea ou com o estabelecimento do coeficiente de aproveitamento, que relaciona o volume do edifício com o lote. A determinação de coeficientes máximos combinados com a taxa máxima de ocupação do terreno tem a vantagem de tornar menos homogênea a configuração das edificações, permitindo ao arquiteto e ao empreendedor escolher a melhor configuração para o edifício em função de seus objetivos. Como descrito por Kuchpil (2008):

O edifício vertical é essencialmente um instrumento de discussão do planejamento urbano. As várias possibilidades de impacto na paisagem, na infraestrutura, no microclima e na economia das cidades fazem com que os edifícios de múltiplos pisos exerçam uma influência direta sobre a dinâmica

da vida urbana. No entanto, as metas e perspectivas dos planos diretores em relação a esse tipo de edifício variam significativamente de acordo com as características específicas de cada cidade (KUCHPIL, 2008, p.69).

Para se avaliar os efeitos da densidade construtiva na urbanidade<sup>18</sup> é preciso relacioná-la com a densidade populacional, comparando seus limites com a morfologia urbana. Losano (1990) sugere densidades de 40 hab./ha até 260 hab./ha, já Jacobs (2000), recomenda faixas de densidade mais altas, entre 350 e 700 hab./ha, abaixo da qual a diversidade de serviços urbanos estaria prejudicada.

Como o enfoque ao debate sobre a forma urbana tem ocorrido em torno dos modelos de cidade compacta e de cidade dispersa, as contradições sobre a forma da cidade no ambiente permanecem. A forma compacta é, frequentemente, mais indicada para um uso racional da infraestrutura e preservação dos recursos naturais, enquanto a forma dispersa, que resulta usualmente em baixas densidades, é apontada como responsável pela descontinuidade da malha urbana, apontada como principal fator de precariedade dos serviços urbanos, uma vez que eleva seus custos. Em ambos os casos, a densidade é a variável mais importante da discussão.

A densidade se apresenta como um dos indicadores mais utilizados para quantificar a forma urbana, todavia, as decisões tomadas na definição da densidade mais apropriada para os diferentes setores podem resultar em impactos significativos no meio urbano, na produtividade e no processo de desenvolvimento das cidades.

Entre as vantagens e as desvantagens da densidade (mais alta ou mais baixa) para uma cidade, a alta densidade apresenta como vantagens o uso mais eficiente do solo urbano e mais eficiência da infraestrutura, maior controle social e economia de escala e, como desvantagens, a degradação ambiental, o congestionamento e a poluição; já a baixa densidade traz como desvantagens problemas como o acesso aos serviços públicos e a insuficiente interação social, porém, tem como vantagens a menor degradação do meio urbano, a possibilidade de saneamento de baixo custo e de propiciar uma vida mais tranquila (DANTAS, 2013).

Pode-se afirmar que a estruturação urbana das cidades está diretamente vinculada à organização espacial direcionada pelo Estado por meio da implantação de infraestrutura a partir de ações no sistema viário, saneamento, serviços públicos, e também como agente

---

<sup>18</sup> Urbanidade é um conceito bastante discutido entre os estudiosos e sobre o qual não há um consenso. De modo geral ele se relaciona a traços da vida urbana cotidiana que proporcionam diversidade e interação sob vários aspectos: de uso, de perfis (culturais, de idade, interesses, classes sociais), de transporte e deslocamento e de espaços públicos e privados.

regulador do uso e da ocupação do solo via legislação. Todas essas ações têm consequências na qualidade ambiental do meio urbano interferindo diretamente na qualidade de vida da população.

### 3.1.1. O Planejamento urbano e a qualidade ambiental em Belo Horizonte

A mudança da sede do governo de Minas Gerais era ideia antiga que acabou se materializando em um cenário de intensas mudanças na República. Ouro Preto já não refletia os novos tempos que chegavam, e era preciso construir uma nova capital que refletisse os ideais da nova república. A decisão de construir a nova capital no local onde se erguia o Arraial denominado Curral d'El-Rey baseou-se num relatório coordenado pelo engenheiro Aarão Reis<sup>19</sup>. Desde os primeiros estudos de viabilidade para a instalação da nova capital já se notava uma intensa preocupação com as condições naturais.

No relatório final da Comissão Construtora da Nova Capital<sup>20</sup>, o potencial de cada uma dessas localidades foi avaliado em termos de salubridade, facilidades para a construção em geral e possibilidades de abastecimento, iluminação e articulação viária, bem como de custos demandados para a implantação da nova capital. No relatório, o Engenheiro Samuel Gomes Pereira, encarregado pela análise do sítio onde se assentava o antigo Curral d'El Rey, analisa aspectos geográficos e as condições ambientais. O relatório caracteriza a região como de clima ameno e salubre, com invernos brandos e verões suaves se comparados a outras localidades na mesma latitude.

A localização da nova capital foi escolhida entre embates técnicos e políticos. Buscava-se um local que oferecesse, antes de tudo, salubridade, reflexo do pensamento

---

<sup>19</sup> As localidades indicadas eram: Arraial Curral d'El-Rey (também conhecido como Arraial de Belo Horizonte), Barbacena, Juiz de Fora, Várzea do Marçal e Paraúna.

<sup>20</sup> A Comissão Construtora da Nova Capital do Estado de Minas Gerais foi instituída pelo decreto nº 680 promulgado pelo governo do Estado de Minas Gerais, em 14 de fevereiro de 1894. Suas tarefas compreendiam o desenvolvimento dos estudos definitivos e completos necessários à organização dos projetos e orçamentos de todas as obras da nova capital, assim como a execução direta de todas as construções necessárias. A comissão, dotada de direção centralizada e um organograma hierarquizado em divisões e seções, era subordinada à Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado. Para compor a comissão encarregada dos trabalhos de projeção e implantação da nova cidade, Reis convidou vários engenheiros – a maioria formada pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, incluindo seus colaboradores na precedente comissão para a escolha da localidade da futura capital, bem como vários "arquitetos-projetistas" e artistas com alguma trajetória internacional, como José de Magalhães, que cursou a *École des Beaux-Arts*, em Paris, o francês Paul Villon, discípulo de Alphand, ou o suíço João Morandi, com estudos na França e que trabalhou na construção de La Plata, na Argentina.

higienista da época. Dentre cinco localidades, Belo Horizonte ou o curral Del Rey, nome pelo qual era conhecida na época, foi escolhida. A Aarão Reis, que participou do processo de escolha do local, coube a tarefa de coordenar a Comissão construtora da Nova Capital e projetar a nova cidade sob forte influência do planejamento urbano europeu.

O projeto de Aarão Reis, elaborado pela Comissão Construtora, baseou-se nos princípios da salubridade, comodidade e embelezamento a partir dos quais a localização de todos os equipamentos foi determinada. Buscou-se um planejamento global com estudo do sítio, da topografia, do clima, da qualidade dos mananciais, da iluminação pública e particular, do transporte e das edificações (incluindo os edifícios públicos e as primeiras edificações residenciais da cidade).

A planta geral da Nova Capital foi apresentada em março de 1895 e estipulava uma área urbana de 8.815,382 metros quadrados com os quarteirões medindo 120x120m, dividido por largas ruas que se cruzavam em ângulos retos e algumas avenidas que as cortavam em 45 graus. A denominada “zona urbana” era dividida pela Av. Afonso Pena e limitada pela Av. do Contorno. Havia ainda uma zona suburbana, fora da Avenida do Contorno, e uma zona rural, buscando uma organicidade das funções necessárias aos aglomerados urbanos e juntando valores urbanos e rurais. O sistema viário da cidade privilegia ruas largas e retas que evidenciam a preocupação com a arborização, beleza e conforto, sempre favorecendo a perspectiva e a monumentalidade.

Costa e Argueles (2008) consideram que o tipo de zoneamento adotado no projeto original de Belo Horizonte se aproxima do modelo de cidade ideal proposto por Charles Fourier como uma tentativa de harmonização entre a ocupação humana e a natureza em benefício do progresso social. Como demonstraram esses autores:

Ao se considerar a planta da cidade como um símbolo da mentalidade da época, pode-se estabelecer que mais importante que os estudos do terreno para a elaboração do plano, foi a ideologia que movia as pessoas diretamente envolvidas na concepção inicial da capital. Os preceitos positivistas, racionalistas e tecnológicos proporcionaram a sensação de controle da natureza e capacidade inquestionável de remodelação de suas características. Mostrar uma ruptura com a paisagem significava o controle sobre o sítio, a afirmação de superioridade científica perante os, assim chamados, inconvenientes de um determinado lugar (COSTA; ARGUELES, 2008, p.121).

A planta da cidade permite perceber que se pretendia, claramente, romper com o

padrão colonial das cidades brasileiras expressa pela retificação e ordenação da planta bastante racionalizada que levou à idealização de uma cidade rigidamente geométrica, funcional e limpa, constituída de parques e áreas verdes, ventilada e iluminada, com forte concepção higienista. De acordo com o projeto, a parte central da cidade foi dotada de sistemas de água, de esgoto, de rede elétrica e de telefonia, proporcionando a seus moradores um conforto pouco comum naquela época. Os matadouros, cemitérios e alguns tipos de indústrias deveriam se localizar fora da zona urbana e a sotavento para não comprometer a qualidade do ar.

Belo Horizonte se estruturou de forma a ter um centro demograficamente populoso, bem equipado e com infraestrutura urbana, onde residiriam as classes mais ricas e se localizariam os melhores serviços. Já os limites que ultrapassavam a área interna à Avenida do Contorno, ainda de acordo com o trecho do relatório escrito por Aarão Reis, abrigariam a zona suburbana, com 24.930,803 m<sup>2</sup>. Ao contrário do que pode parecer em um primeiro momento, esse setor não foi totalmente desprovido de planejamento. No entanto, esse se deu de modo menos exigente, caracterizando um padrão inferior de infraestrutura, em que os quarteirões são irregulares, os lotes de áreas diversas e as ruas traçadas em conformidade com a topografia tendo apenas 14 metros de largura, formando vários bairros (BELO HORIZONTE, 2001). Atualmente, o município tem extensão total de cerca de 330 Km<sup>2</sup>, com altimetria variando entre 751 e 1000 metros de altitude na maior parte do território, podendo alcançar 1150 metros nas encostas sul e sudeste<sup>21</sup>.

Belo Horizonte foi concebida para ser ocupada por uma população total de 200 mil habitantes (projeção para o ano 2000), sendo ocupada, na visão de Aarão Reis, do centro para a periferia. No entanto, o que se observou no processo de ocupação da capital não foi exatamente isso. A cidade se desenvolveu de fora para dentro, e o crescimento, inicialmente lento, teve uma explosão a partir da metade do século XX. Em 2000, a população da capital já era superior a 2 (dois) milhões<sup>22</sup>, ultrapassando mais de onze vezes o plano original.

Nos primeiros anos da nova capital, o centro, dotado de toda infraestrutura estava despovoado enquanto a zona suburbana se adensava, ocupada principalmente pelas camadas populares, situação causada pela forma de gestão e de ocupação que favorecia à especulação aumentando o preço dos lotes na área urbana. Segundo Epaminondas (2006), os lotes internos à Av. do Contorno, além de mais caros, eram sujeitos a regras mais rígidas de ocupação enquanto as áreas das demais zonas, apesar de carentes em infraestrutura e serviços, eram

---

<sup>21</sup> Fonte: BELO HORIZONTE, 1995.

<sup>22</sup> Fonte: IBGE, censo 2000.

mais acessíveis à população de menor renda. Foi preciso, portanto, buscar incentivos para ocupação. De acordo com Frade (2011):

A Administração Pública decide, então, ofertar lotes urbanos e suburbanos aos funcionários públicos e proprietários de estabelecimentos comerciais e patrocinar a construção de residências (FRADE, 2011, p.72).

Em 1912, a população residente na capital era de aproximadamente 40 mil, sendo 70% na Zona Suburbana e Colônias Agrícolas fora da área planejada pela Comissão Construtora. Com a retomada de investimentos do poder público, o que ampliou o consumo, o comércio e o desenvolvimento dos serviços, a cidade teve um significativo crescimento entre 1915 e 1935 quando a população chega a cerca de 165 mil habitantes (BELO HORIZONTE, 2001).

A década de 1930 marca, também, uma retomada do planejamento urbano de Belo Horizonte diante do desenvolvimento econômico e social motivado pela industrialização e da constatação do desordenamento da expansão da cidade fora dos limites da Av. do Contorno. Uma comissão formada em 1934, denominada Comissão Técnica Consultora, foi a responsável por um processo de replanejamento da cidade, que norteou a administração da capital até a década de 1950.

Nesse novo plano estava o prolongamento da Av. Amazonas, a abertura de avenidas sanitárias, como a Pedro I e, posteriormente, a Antônio Carlos, Pedro II, Silviano Brandão, Tereza Cristina, Francisco Sá; a canalização do Ribeirão Arrudas e construção de emissários de esgoto, além da urbanização da Cidade Jardim e Pampulha. Também são da década de 1930 os primeiros arranha-céus da cidade<sup>23</sup>, dando início ao processo de verticalização. Em 1940, a população já ultrapassava os 200 mil planejados por Aarão Reis. Em 1950, alcançaria os 350.000 habitantes, saltando ainda para 690.000 habitantes ao longo da década (BELO HORIZONTE, 2001).

Enquanto as camadas populares ocupavam a zona suburbana, as classes de alta renda seguiam a direção sul, ao pé da serra do curral. Ainda que várias tentativas tenham ocorrido com o objetivo de modificar o sentido da ocupação, como os projetos de expansão para a região norte e a instalação da Cidade Industrial em Contagem, com todo o aparato institucional para favorecer sua ocupação, o avanço da ocupação na direção sul nunca foi totalmente contido, mesmo com todas as restrições quanto à qualidade do solo e topografia

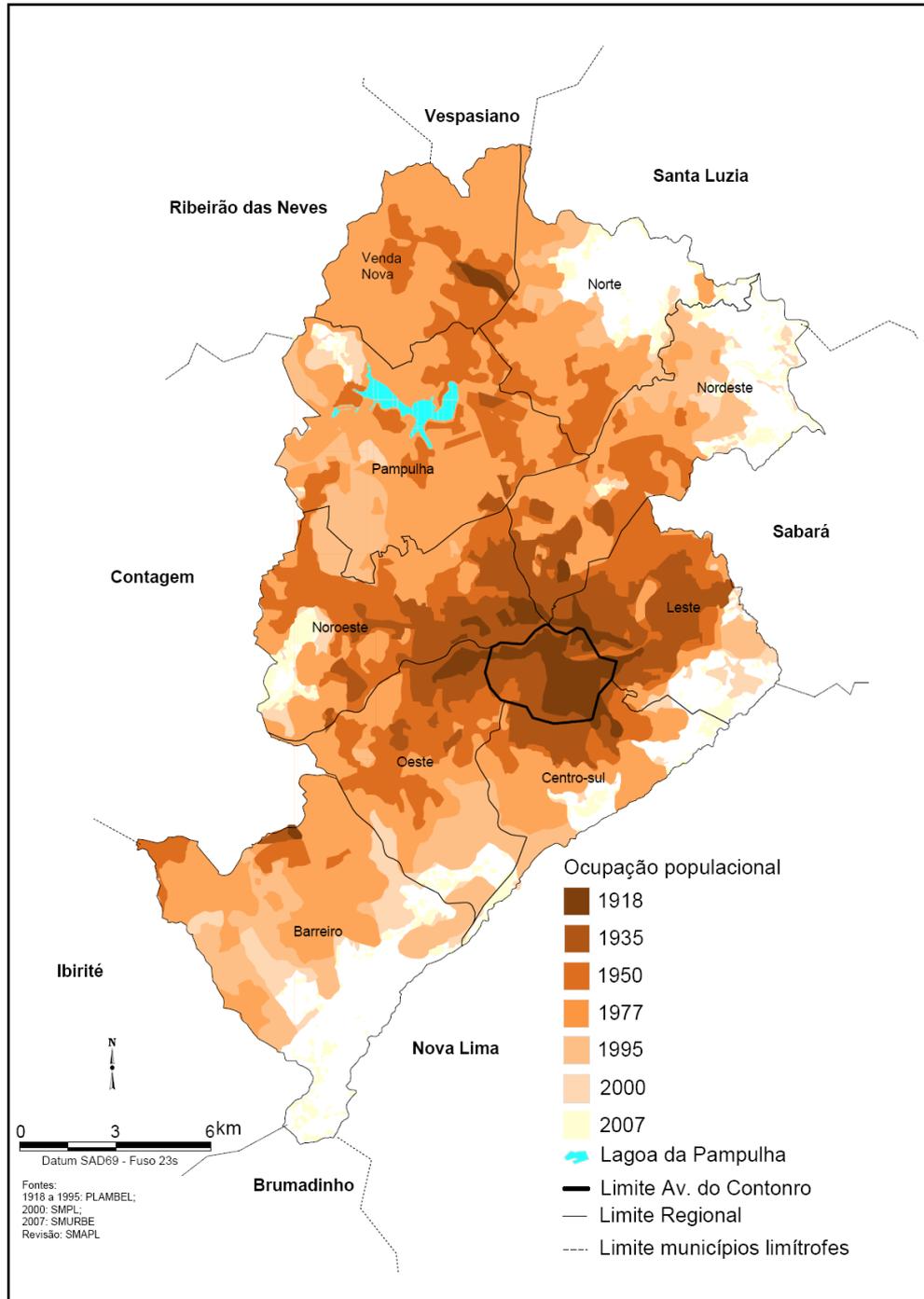
---

<sup>23</sup> O Edifício Ibaté foi o primeiro arranha-céu de Belo Horizonte, inaugurado em 1935. Localizado na esquina da Rua São Paulo com Av. Afonso Pena, possui 10 andares e foi projetado pelo Arquiteto Ângelo Murgel.

motivada pela qualidade dos sítios naturais, facilidade de deslocamento e melhor infraestrutura.

A década de 1970 marca um grande crescimento da ocupação da cidade, verificando-se intensa migração em direção à Região Metropolitana que acolheu grande quantidade da população. Belo Horizonte teria, em 1980, mais de 1,7 milhões de habitantes, que se concentraram em uma reduzida expansão territorial, refletindo o maior adensamento da cidade. Ao final da década de 1980, a população era de cerca de dois milhões de habitantes, ainda que com menor ritmo de crescimento (BELO HORIZONTE, 2001).

Enquanto nas décadas de 1970, até meados da década de 1980, a verticalização e o adensamento se concentravam nas áreas tradicionalmente mais valorizadas do município (região centro sul), a segunda metade da década de 1980 e a década de 1990 foram marcadas pelo intenso adensamento em áreas menos exploradas pelo setor imobiliário até então, como Belvedere, Buritis, Castelo, Ribeiro de Abreu, Taquaril e Jatobá, já no limite da expansão territorial da cidade (BELO HORIZONTE, 2001).



**Figura 6 – Evolução da ocupação populacional de Belo Horizonte**

Fonte: PLAMBEL. Revisão: SMPL. Organizado, elaborado e executado: DCPL/SMLP, 2000.

O Bairro Burity, cujo projeto de parcelamento foi aprovado no final da década de 1970, foi um dos principais pontos de adensamento da cidade. Vendido como um prolongamento da zona sul da cidade e apresentado inicialmente pelo setor imobiliário como exclusivamente residencial, o bairro acabou tendo seus zoneamentos definidos na lógica da

LPOUS. Além de permitir usos não residenciais, a característica dos lotes possibilitou a aplicação de altos coeficientes de aproveitamento. Com a mudança da legislação na década de 1990, o adensamento e a verticalização no bairro se intensificaram, mudando o padrão de ocupação: ao invés de pequenos construtores ou grupos de moradores consorciados, como foi o início da ocupação, passou a predominar uma produção industrial de moradias, capitaneada por construtoras de maior porte. As unidades habitacionais passaram de poucas e amplas para muitas e compactas acarretando um significativo aumento da população do bairro e o agravamento da saturação do sistema viário (EPAMINONDAS, 2006). Ainda conforme esse autor:

A forma como se deu a ocupação do bairro trouxe não apenas problemas de trânsito e de articulação viária como também acarretou uma tipologia bastante distinta de seu entorno imediato [...]. A vida cotidiana do bairro estava sendo afetada pelo padrão de seu parcelamento: extensos quarteirões, vias relativamente estreitas, grandes barreiras físicas (configuradas pela topografia acidentada e por extensas áreas verdes). Do mesmo modo, a ênfase na ligação do bairro com a Região Centro-Sul e o predomínio do transporte individual sobre o coletivo, sobrecarregavam as poucas avenidas coletoras do bairro. A precariedade de articulação com a Zona Sul (área polarizadora do Buritis) fez com que o bairro se tornasse praticamente autossuficiente em serviços e comércio, potencializando sua atração sobre futuros moradores, seduzidos pelo valor relativamente mais baixo dos imóveis. Entretanto, como os estabelecimentos de uso não residencial se concentravam na Av. Professor Mário Werneck, estes acabaram por contribuir para o processo de saturação dessa via (EPAMINONDAS, 2006, p. 86).

O bairro Buritis e seu entorno constituem hoje uma das regiões mais adensadas da cidade, embora os mecanismos da legislação se mantenham no sentido de limitar esse adensamento. A promulgação da LPOUS, bem como sua evolução como instrumento de controle urbanístico, contribuiu para uma maior dispersão do adensamento construtivo em Belo Horizonte (EPAMINONDAS, 2006). Sendo assim, com o objetivo de contribuir para a discussão relacionada à transposição no espaço urbano dos princípios definidos pela legislação urbanística, bem como sua relação com o adensamento, é que se desenvolve a próxima seção.

### **3.1.2. A Legislação urbanística em Belo Horizonte: o adensamento e qualidade ambiental**

Foi a partir de 1930 que as leis relativas à ocupação da cidade começaram a ser sancionadas em Belo Horizonte visando controlar os primeiros impactos causados pelo desenvolvimento, ordenar o crescimento e favorecer a formação de uma paisagem urbana agradável. Até essa data, a legislação urbana que regulamenta a ocupação da cidade era escassa e tratava sempre de questões pontuais e isoladas. Sobre esse aspecto, Frade (2011) ressalta que:

Sendo a cidade um organismo dinâmico e em constantes transformações, espera-se que o legislador tenha percepção acurada do fato, e que a legislação constitua um conjunto de normas também flexível, que acompanhe essas mudanças, possibilitando ao cidadão viver em ambiente urbano agradável e seguro (FRADE, 2011, p.69).

A primeira lei urbanística da cidade foi o Decreto 61, de 11 de fevereiro de 1930, que visava regulamentar a construção de passeios. O Decreto 165/33 foi uma das primeiras legislações que visavam regulamentar a volumetria das edificações e a ocupação dos terrenos. Em seu art. 63 a 69, por exemplo, a lei estabelece parâmetros que impactam diretamente na altura das edificações, como parâmetros para a determinação da própria altura do edifício pela criação de um gabarito, além de limitações no estabelecimento de pés direitos que acabam por influenciar na altura. Além desses, outros parâmetros de ocupação e salubridade também são definidos nessa lei.

Em 1935, o Decreto Municipal 54, de 4 de novembro, regula a abertura de ruas e logradouros públicos e estabelece regras básicas para os loteamentos de terrenos, obrigando os loteadores a realizarem obras de urbanização. Ainda em 1935, a Lei 125, de 3 de dezembro, sancionada pelo Presidente da República dispõe sobre o estabelecimento de regras para a construção de edifícios públicos.

Contudo, foi apenas em 1940, com a Lei 84, que Belo Horizonte passa a ter uma regulamentação para as construções. A lei nº. 84/40 foi o primeiro código de obras da cidade e ficou vigente, com poucas modificações, até o ano de 2009. O código de obras de 1940 visava estabelecer regras mínimas de forma a garantir as condições de salubridade para as

edificações. O regulamento de 1940 é bastante amplo e definia a regulamentação para edificações particulares, como taxa de ocupação, altura, gabarito, dimensionamento de cômodos e aberturas, dentre outros; porém, ainda insuficiente para orientar o desenvolvimento e a ocupação urbana da cidade, não trazendo nenhuma orientação clara quanto ao zoneamento ou parâmetros urbanísticos.

O capítulo II do regulamento destaca a exigência de profissionais, engenheiros, arquitetos e construtores com responsabilidade técnica sobre as obras, bem como a necessidade de apresentação do projeto junto à Prefeitura. Tendo em vista que Belo Horizonte é uma cidade planejada, tal atitude foi uma contribuição importante para a manutenção das características da cidade. Nota-se também as primeiras preocupações relacionadas à verticalização, como art. 90, por exemplo, que estabelece a obrigatoriedade do uso de elevadores para edificações com mais de 4 (quatro) pavimentos, num sinal claro do início das primeiras edificações verticais na cidade.

Outra imposição dessa legislação que se tornou uma característica das áreas mais adensadas está no art. 43, que estabelece que na zona urbana, quando a edificação for recuada, deve haver pelo menos um pavimento que fique acima do passeio na via pública. Essa exigência tem a intenção de favorecer um percurso de pedestres protegido, característica que se manteve nas legislações posteriores, embora tenha ficado mais restritiva com o passar do tempo e o crescimento da cidade. Nas legislações mais recentes, esse avanço passou a ser permitido sobre o afastamento frontal da edificação e não mais sobre o passeio.

Em 1946, o decreto-lei 1910 traz a primeira intenção de zoneamento para a cidade e uma delimitação da zona comercial de Belo Horizonte, já reflexo do comprometimento da qualidade do espaço urbano. Segundo Frade (2011), a intenção de regular o crescimento da ocupação comercial era evidente, criando mecanismos inibidores de transações imobiliárias que valorizassem terrenos em detrimento da qualidade urbana de forma a propiciar a verticalização em alguns pontos, aumentando a densidade e sobrecarregando a infraestrutura viária de esgoto, água e energia, e de áreas impermeabilizadas da cidade que impactam a drenagem pluvial e o clima urbano.

A lei 39, de 30 de julho de 1948, estabelece normas para a construção de bairros residenciais, traz diretrizes claras que visam inibir o adensamento urbano nos bairros Cidade Jardim e Sion. A lei proíbe desmembramentos e construções no alinhamento, trazendo assim a exigência de afastamento frontal. Limita a altura máxima das edificações a três pavimentos e aumenta o recuo lateral mínimo para 2,5 metros (dois metros e cinquenta centímetros). Outra questão que influencia diretamente na paisagem urbana é a exigência de que os recuos

frontais sejam ajardinados, o que favorece o aumento da permeabilidade, e os fechamentos frontais sejam com gradis e/ou sebes vivas, assegurando a visibilidade e a integração com o espaço público.

A preocupação com o adensamento também fica evidente no art. 11, da lei 39, que limita a taxa de ocupação do terreno em 40%. Embora se limite aos bairros Cidade Jardim e Sion, não citando nenhuma regulamentação para o restante da cidade, a lei pode ser considerada um avanço no pensamento dos legisladores sobre a qualidade urbana e ambiental da cidade. Em 1951, a lei nº. 220 exclui o bairro Sion das exigências da lei 39/1948.

Ainda em 1948, a lei 45, de 18 de setembro, regulamenta a construção de construções proletárias, de pavimento único e área de 60 m<sup>2</sup>. Assim como na legislação citada anteriormente (Lei 39), é perceptível uma preocupação com a qualidade ambiental através de limitações à taxa de ocupação e trazendo a exigência de afastamentos frontais.

A legislação urbanística que vigorou entre 1930 e 1957 buscava, sobretudo, tratar de questões pontuais sem apresentar uma visão ampla sobre o desenvolvimento e expansão urbana da cidade. As leis desse período, na tentativa de agrupar atividades afins em locais próximos, trazem as primeiras ideias do que viria a se tornar o zoneamento urbano. A verticalização e o adensamento eram quase sempre incentivados, causando os primeiros sinais do desequilíbrio e da valorização imobiliária em função do crescimento urbano, motivando por parte do poder público a implantação de mecanismos de controle desse desequilíbrio.

Ressalta-se, ainda, que a legislação urbana é um grande propulsor do desequilíbrio imobiliário e ambiental da cidade. Quando atua de forma permissiva, a legislação urbana contribui para a preponderância das forças econômicas, valorizando excessivamente alguns terrenos, favorecendo o adensamento e a impermeabilização do solo sem compromisso com a qualidade ambiental e transformando a paisagem urbana.

Mesmo após 1951, a legislação urbanística da capital não apresentou avanços significativos na ordenação da ocupação urbana, limitando-se na maioria das vezes a ações de regulação das construções. A portaria 355, de 6 de janeiro de 1952, por exemplo, estabelece normas para a concessão do “habite-se”, estabelecendo-se como um importante instrumento de regulação do uso do solo e fonte de informação para a prefeitura. Já a Portaria 511, de 5 de novembro de 1954, trata das divergências entre as plantas cadastrais e as medidas reais do terreno.

A Lei 592, de 27 de novembro de 1956, trata da ampliação da Zona Urbana do

município para efeito de discriminação de renda. Essa foi a primeira alteração no perímetro urbano da cidade desde a sua fundação, em 1897, demonstrando o evidente crescimento da cidade. Ampliar o limite da área urbana significa ampliar também os benefícios e as restrições impostas, seja através da legislação ou pelo interesse privado na área.

Nas décadas de 1950 e 1960, a legislação urbana<sup>24</sup> se limitou a algumas regulamentações sem tratar do contexto urbano das mesmas. Apenas na década de 1970, com o “milagre econômico” brasileiro, o crescimento urbano torna-se acelerado. Sem uma legislação consistente, a falta de planejamento torna-se evidente. Segundo Frade (2011), a legislação que incide sobre o solo está relacionada ao processo de formação e transformação da cidade e, nesse sentido, as Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do solo (LPUOS) ao estabelecerem parâmetros de ocupação, influenciam na produção dessa paisagem, de modo que:

O que se percebe é que a legislação está, habitualmente, atrasada em relação à paisagem urbana. Ocorrem mudanças no espaço urbano, várias questões são originadas a partir dessas alterações e, posteriormente é que são incorporadas à legislação. Quando as leis se modificam para atender às demandas do espaço da cidade, outras demandas já estão se processando. Essas mudanças, algumas vezes rápidas, outras mais lentas, interferem diretamente na vivência, no cotidiano e na percepção que a população tem do espaço urbano (FRADE, 2011, p.91).

A primeira LPUOS para Belo Horizonte foi a Lei 2.662, de 29 de novembro de 1976, tendo como principal objetivo a contenção da expansão descontrolada da cidade, apesar de induzir a uma estrutura espacial que consolidava o padrão de ocupação existente. A Lei insere no perímetro urbano bairros e vias que há algum tempo já faziam parte da área urbana de fato, como a Universidade Federal de Minas Gerais e a Av. Cristiano Machado na região norte da

<sup>24</sup> Legislação urbana publicada nas décadas de 1950 e 1960:

- Lei 634, de 31 de agosto de 1957. Dispõe sobre a construção da passarela ligando o Conjunto Kubitschek.
- Lei 661, de 26 de novembro de 1957. Regula o emprego de materiais e sistemas nas construções novas.
- Lei 670, de 6 de dezembro de 1957. Regulamenta concessões nos cemitérios – modifica o Art. 8 da Lei n.º 21/48.
- Portaria 819, de 8 de março de 1957. Versa sobre o termo de baixa de prédio em desacordo com o Regulamento de Obras.
- Lei 721, de 13 de junho de 1958. Regulamenta as construções dos matadouros de aves e pequenos animais.
- Lei 735, de 3 de novembro de 1958. Dispõe sobre tapumes, andaimes na via pública.
- Decreto 742, de 18 de dezembro de 1958. Aprova o regulamento da Lei 589/56.
- Lei 777, de 13 de maio de 1959. Dispõe sobre fornos para incineração de lixo.
- Lei 949, de 28 de novembro de 1962. Proíbe indústrias nocivas na Zona Urbana.
- Portaria 1225, de 12 de outubro de 1962. Dispõe sobre lojas e galerias de edifício na Zona Comercial.
- Lei 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal (BELO HORIZONTE, 1963).

)

cidade; os bairros Cidade Nova, Coração Eucarístico e Mangabeiras, além da Via Expressa e da ampliação da região do Barreiro, todos importantes vetores de expansão.

A LPOUS/76 evidencia todo o crescimento da mancha urbana ocorrida até então e cria mecanismos de controle, tornando-se um importante instrumento de regulação do solo, não apenas por contemplar aspectos até então ignorados pelas legislações anteriores, mas também pela sua abrangência. O primeiro avanço da Lei com relação às anteriores está em agregar atividades em zonas de uso, a partir dos quais são determinados também os critérios de ocupação e parcelamento do solo. Foram definidas, assim, as zonas comerciais, residenciais, de uso especial e de expansão urbana, incluindo setores especiais que por sua vez ainda são subdivididos.

A legislação insere como elemento de definição dos parâmetros os modelos de assentamento, aplicáveis a cada uma das zonas de uso e definidos de acordo com a frente dos lotes. A combinação de categorias de uso, zonas de ocupação e Modelos de Assentamento definiam as possíveis utilizações de uma área e acabavam por gerar certa especialização dos espaços urbanos, influenciando diretamente no valor agregado aos terrenos (EPAMINONDAS, 2006).

A LPOUS/76 foi bastante permissiva em alguns modelos de assentamento, mostrando o claro incentivo à verticalização e adensamento em alguns trechos da cidade ou vias da cidade. As maiores possibilidades de ocupação e de variedade de usos se concentravam no centro, diminuindo gradativamente em direção às periferias. Nos principais eixos viários eram admitidas uma maior variedade de comércio e serviços, que acompanhavam o nível hierárquico que tais vias desempenhavam na malha viária do município.

Outras medidas da LPOUS/76, embora não diretamente ligadas aos parâmetros urbanísticos, também favorecem a verticalização e o adensamento. O não cômputo das áreas de estacionamento e a circulação vertical em alguns modelos de adensamento favoreceram durante muito tempo à verticalização. Aliada a essa medida, o avanço sobre o afastamento frontal, que tem o objetivo de criar corredores protegidos para a circulação de pedestres, especialmente em áreas comerciais, acabou por caracterizar um tipo de ocupação bastante recorrente na cidade, o que perdurou até a revisão da LPOUS de 1996.

Fabiano (2005) sintetiza a configuração da cidade, resultante da LPOUS 76, que estabelece:

- uma superfície delimitada pela Avenida do Contorno, onde estão o centro tradicional e um novo centro de comércio mais sofisticado -a Savassi - bastante verticalizada;
- uma superfície envolvente à Avenida do Contorno, com prédios de apartamentos de cerca de 12 (doze) andares, ocupadas por vários segmentos da classe média;
- uma estrutura tentacular-linear, definida pelo conjunto das zonas comerciais, que penetra em todos os bairros do município, ligando o centro principal aos centros de bairro e aos centros locais: são os corredores de atividade;
- a ocupação horizontal externa à área verticalizada (FABIANO, 2005, p.83).

A forma de definição dos usos e parâmetros urbanísticos da LPOUS/76 favoreceu uma compartimentação de todo o território da cidade com forte caráter excludente e agregador de valor do solo pela especialização, criando, assim, condições de manipulação do mercado na valorização dos terrenos conforme a zona e o modelo de assentamento. Quanto mais permissivo mais alto o preço do lote que, mais tarde, era incorporado ao valor do imóvel construído, tornando-se inacessíveis às camadas mais pobres da população e expulsando-as para a periferia ou para a favela (FABIANO, 2005).

Em 1979, a autarquia Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PLAMBEL), elabora o Projeto da Área Central (PACE) com o objetivo de melhorar o tráfego e a circulação de pedestres na área central, com a hierarquização do sistema viário em vias arteriais, coletoras e locais, resgatando em parte a intenção do traçado ortogonal sobrepostas de Aarão Reis.

A Lei 4.034, de 25 de março de 1985, é uma revisão da LPOUS anterior e trouxe algumas alterações pontuais e aperfeiçoamentos com relação à LPOUS/76. O principal objetivo foi tornar mais flexível a instalação de atividades econômicas nas diversas zonas de uso, assegurando um canal para novos empregos (FRADE, 2011). A LPOUS/85 introduz a definição de “espaços livres de uso público” em substituição às “áreas verdes”, além do conceito de “pilotis” que passa a ser considerado espaço de uso comum. Nas palavras de Frade (2011):

Pode-se dizer que a LPOUS de 1976 foi estruturadora de conceitos e fundamentos urbanísticos, ou seja, uma Lei estruturante, enquanto a de 1985 é uma Lei cujo veio é, em suma, a economia (FRADE, 2011, p. 106).

Até a promulgação da nova LPOUS, em 1996 – Lei 7.166 –, a legislação era extremamente rígida em relação ao uso não residencial, dificultando a descentralização da cidade e favorecendo a concentração das atividades não residenciais na Área Central e ao

longo de alguns corredores de transporte; e sendo bastante permissiva com relação à verticalização e adensamento residencial em regiões onde a infraestrutura existente não permitiria.

As LPOUS posteriores à LPOUS/85 procuraram diversificar o uso do solo, permitindo que usos não impactantes pudessem, de modo geral, se localizar ao longo de toda a malha urbana. Buscou-se, ainda, reduzir a verticalização e o adensamento em áreas menos propícias a esse tipo de ocupação, incentivando um aumento de densidade nas áreas onde a infraestrutura poderia absorver, principalmente, o transporte.

A lei 7166, de 27 de agosto de 1996, já estruturada após a Constituição de 1988, traz modificações importantes se comparadas a LPOUS/85, reflexo de maior observação sobre o planejamento da cidade, mas também do aumento da complexidade urbana imposta pelo crescimento urbano. A primeira modificação importante foi a ampliação do conceito das zonas de uso, definidas no Art. 5º. As zonas não são mais definidas apenas conforme o uso, mas conforme o potencial de adensamento. No texto da lei:

As zonas, diferenciadas segundo os potenciais de adensamento e as demandas de preservação e proteção ambiental, histórica, cultural, arqueológica ou paisagística, são as seguintes:

**I** - Zona de Preservação Ambiental - ZPAM; **II** Zona de Proteção - ZP; **III** - Zona de Adensamento Restrito - ZAR; **IV** - Zona de Adensamento Preferencial - ZAP; **V** - Zona Central - ZC; **VI** - Zona Adensada - ZA; **VII** - Zona de Especial Interesse Social - ZEIS; **VIII** - Zona de Grandes Equipamentos - ZE (BELO HORIZONTE, 1996).

No art. 11, as zonas centrais são definidas como regiões nas quais é permitido maior adensamento demográfico e maior verticalização em função de características favoráveis e por já possuírem características de centro. São elas: **I** - ZHIP - Zona Hipercentral; **II** - ZCBH - Zona Central de Belo Horizonte; **III** - ZCBA - Zona Central do Barreiro; **IV** - ZCVN - Zona Central de Venda Nova.

Essa setorização, com distribuição de usos mais diversificada, busca incentivar mais o desenvolvimento das centralidades já estabelecidas. A LPOUS/96 também torna mais simplificada a aplicação dos parâmetros urbanísticos na cidade, a partir do momento que elimina a figura do modelo de assentamento como definidor. Os parâmetros, mais restritivos, agora são definidos conforme o zoneamento de uso, o que torna também mais homogênea sua distribuição pela cidade. Os afastamentos laterais e de fundos passam a ser definidos conforme a altura das edificações, exceto na ZCBH que tem parâmetros mais permissivos.

Os Coeficientes de Aproveitamento (CA), que antes poderiam chegar a oito, agora se limitam a no máximo três, sendo inferior a dois na maior parte da cidade. Apesar da redução dos CA's praticados, houve um expressivo aumento em relação às áreas construídas não computadas no cálculo. Além do CA, outros dois instrumentos de controle de adensamento foram inseridos: a quota de terreno por unidade habitacional e a taxa de permeabilização. Esse último é um importante parâmetro de cunho ambiental, muitas vezes definidor da forma de ocupação do terreno. (EPAMINONDAS, 2006).

A LPOUS/96 sofreu duas modificações importantes. A primeira, em 2000, pela Lei 8.137, de 21 de dezembro de 2000; e a segunda, mais extensa, por meio da Lei 9.959, de 20 de julho de 2010, sem revogá-la. As modificações da Lei 8.137/2000 são mais gerais e, em sua maioria, não impactam questões centrais da LPOUS, com alteração de zoneamentos e hierarquização do sistema viário e inclusão de Áreas de Diretrizes Especiais (ADE's).

As modificações mais impactantes ocorridas em 2000 foram a revogação do Art. 49, que trata dos gabaritos das edificações, e do Art. 55, que trata dos afastamentos dos terrenos fora da ZHIP sem impactos muito relevantes no adensamento. A Lei 9.959/2010 traz modificações mais consistentes e com impacto mais significativo no adensamento.

Dentre as modificações inseridas pela Lei 9.959/2010, destaca-se a outorga onerosa do direito de construir, regulamentada pelo Estatuto das Cidades, cujas diretrizes estão no Art. 14-E, 14-F e 14-G, além da modificação do Art. 46, passando as áreas de estacionamento a computar no cálculo do coeficiente de aproveitamento. Quanto ao potencial construtivo, a lei 9.959/2010 reduz o coeficiente de aproveitamento básico (CAb) nas áreas mais adensadas da cidade, mas eleva os valores de coeficiente máximo – aquele que pode ser obtido com a outorga onerosa –, em no mínimo 0,3 (três décimos) para toda a cidade.

A análise dos principais instrumentos de controle da ocupação e uso do solo identificou um importante movimento no sentido de dar à regulação urbanística uma abordagem mais integradora, num esforço de abarcar os múltiplos processos socioespaciais que atuam na estruturação do espaço urbano, com um significativo avanço no tratamento dos aspectos relacionados à qualidade ambiental. As duas primeiras Leis Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPOUS 2662/76 e 4034/85) enfocavam o controle ambiental diretamente dos Setores Especiais (SE) e indiretamente pela aplicação dos Modelos de Parcelamento (MP), Modelos de Assentamento (MA) e pelos parâmetros de regulação da localização das atividades econômicas, no entanto, de forma ainda pouco integrada. Essa situação foi alterada (mas não radicalmente transformada) com a promulgação, em 1996, da Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (LPOUS 7166/96) que abordava de forma mais específica questões

relacionadas ao controle ambiental e à garantia de uma maior qualificação dos espaços urbanos. Tal abordagem pode ser identificada, por exemplo, na diversificação da localização dos usos, na criação das ADE's, inclusive com áreas de Interesse Ambiental e Taxa de Permeabilização (TP).

As análises efetuadas identificaram importantes avanços na incorporação, pelo planejamento urbano, da crescente complexidade dos processos espaciais. Não basta, contudo, a existência de leis urbanísticas e ambientais pensadas e propostas em conjunto, elas devem ser aplicadas de forma integrada. Desse modo, a adoção de um pensamento integrado quanto aos aspectos ambientais na legislação urbanística pode ser de grande importância para a mudança na forma de se conceber, perceber e viver a cidade.

#### **4. QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS**

---

Como já foi tratado nos capítulos anteriores, a incorporação de princípios de sustentabilidade e qualidade ambiental no projeto urbano se intensificou a partir do movimento moderno com os princípios da cidade compacta enunciados na Carta de Atenas, na busca por uma solução para minimizar os impactos causados pela urbanização e pelo aumento das densidades populacionais. Para o encaminhamento das considerações a respeito das relações do meio urbano e a perspectiva da qualidade ambiental, pretendemos discutir alguns aspectos que fazem parte do campo de implicações no qual as cidades estão inseridas.

Pode-se dizer que boa parcela da sociedade refere-se ao meio ambiente materializado sob a forma de áreas naturais não antropizadas, por vezes associadas a uma paisagem rural ou um local onde há a existência de ampla cobertura vegetal e riqueza hidrológica. Em uma área urbanizada, no entanto, devem ser encontradas todas as preocupações ambientais acrescidas do fator humano e sua ocupação: habitação, arruamentos, meios de transporte, obras, dentre outros. Entre essas transformações, incluem-se também os meios produtivos, que vão desde a formação educacional até as empresas e indústrias. Pode-se dizer que os estudos referentes ao meio ambiente urbano tornam-se complexos na medida em que devem ser considerados não só toda uma gama de recursos naturais utilizados, como também as decorrências (positivas ou não) advindas das transformações de um meio que um dia já foi “intacto” (SILVA, 2012).

Dessa forma, o objetivo principal desse capítulo é fazer uma discussão sobre a sustentabilidade com foco nos aspectos do meio ambiente e da qualidade ambiental inerentes ao espaço urbano, bem como discutir os conceitos relacionados ao tema contextualizando-os ao enfoque que se pretende.

##### **4.1. A qualidade ambiental no planejamento urbano: a ideia de sustentabilidade**

A população humana cresceu impulsionada pela capacidade do homem de adaptação ao meio, e também de transformação desse meio. Com a crescente preocupação com as mudanças climáticas percebidas nos últimos anos, as questões relacionadas à sustentabilidade vêm ocupando espaço nos debates sobre desenvolvimento desde a década de 1970, sendo a

Conferência de Estocolmo, em 1972, um dos principais marcos no que concerne aos objetivos e perspectivas de política ambiental.

O espaço urbano, em grande parte das vezes, não é projetado levando-se em consideração a preocupação com os fatores relacionados à qualidade do meio físico, prevalecendo as questões culturais e sociais nas tomadas de decisão. Segundo Nucci (2008), são os aspectos físicos, químicos e biológicos das áreas urbanizadas que influenciam a qualidade do ambiente. Se a qualidade é baixa, acabam por limitar o adensamento populacional porque não atendem às necessidades humanas mínimas.

As cidades são um conjunto complexo de atividades humanas e efeitos ambientais, constituindo um dos maiores agentes destruidores do ecossistema e a maior ameaça para a sobrevivência da humanidade. Em nenhum outro lugar a implementação da sustentabilidade pode ser mais poderosa do que nas cidades. Logo, planejar uma cidade autossustentável exige uma ampla compreensão das relações entre cidadãos, serviços, políticas de transporte e geração de energia, bem como seu impacto no meio ambiente, local ou global (ROGERS, 2001). Essa condição de desequilíbrio foi descrita por Rogers (2001):

Se as cidades estão destruindo o equilíbrio ecológico do planeta, nossos padrões de comportamento econômico e social são as causas principais de seu desenvolvimento, acarretando desequilíbrio ambiental. [...] Não haverá cidade sustentável, do ponto de vista ambiental, até que a ecologia urbana, a economia e a sociologia sejam fatores presentes no planejamento urbano (ROGERS, 2001. p.5).

O conceito de ecodesenvolvimento foi proposto na década de 1970, pelo canadense Maurice Strong, diretor executivo do UNEP, que mais tarde iria integrar a Comissão de Brundtland. Em seguida, ampliado pelo economista Ignacy Sachs, que, além da preocupação com o meio ambiente, incorporou as devidas atenções às questões sociais, econômicas, culturais, de gestão participativa e ética. Para Acserald (1999), a associação da noção de sustentabilidade ao debate sobre desenvolvimento das cidades tem origem nas rearticulações políticas pelas quais se buscava dar legitimidade a suas perspectivas, evidenciando a compatibilidade delas com os propósitos de dar durabilidade ao desenvolvimento, de acordo com os princípios da Agenda 21<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> A Agenda 21 consiste em um plano de ação global que estabelece uma visão em longo prazo para equilibrar necessidades econômicas e sociais com os recursos naturais do planeta. A Agenda 21 local define desde os critérios de sustentabilidade, a filosofia, estratégia e programas operativos que serão desenvolvidos nos próximos anos em uma localidade para melhorar a qualidade de vida da população.

Pode-se identificar diversas abordagens que polarizaram as primeiras discussões sobre o desenvolvimento sustentável, desde as mais radicais, como a paralisação total do crescimento com uma crença de substituição da ideia de progresso, constituindo um novo princípio organizador; até um discurso conciliador propondo uma correção de rumos, um esverdeamento dos projetos e uma readequação dos processos decisórios, de forma a resgatar uma proposta de desenvolvimento. O que essas abordagens têm em comum é que tratam das relações do homem com a natureza para a preservação dos recursos naturais.

Independente de qual abordagem se tornou mais forte, o fato é que as primeiras noções de sustentabilidade estão associadas às adaptações das estruturas urbanas com foco na racionalidade energética. A maior parte dos recursos naturais do planeta é renovável ou, mesmo quando não são, podem ser substituídos. O problema está na forma de uso desses recursos. Se analisarmos a história do planeta, vários fenômenos de fome e seca estão ligados à degradação ambiental, ao uso intensivo e inadequado da terra.

Nessa perspectiva, a cidade sustentável será aquela que, para uma mesma oferta, minimiza o uso de recursos minerais, visando à conservação de estoques e a redução do volume de rejeitos, cabendo ao planejador urbano minimizar a degradação energética e desacelerar a trajetória da irreversibilidade, adotando tecnologias poupadoras de espaço, matéria e energia, enfocando o desenvolvimento econômico e social frente às limitações ambientais.

Segundo Acsehrad (1999), muitos tentaram se apropriar do conceito de sustentabilidade, afinal se a sustentabilidade é vista como algo bom, a definição que prevalecer vai construir autoridade para que se discriminem. No entanto, para se afirmar que algo é sustentável, é preciso recorrer a uma comparação de atributos entre dois momentos situados no tempo: entre passado e presente, entre presente e futuro. São sustentáveis as práticas que se pretendam compatíveis com a qualidade futura postulada como desejável.

Os conceitos de desenvolvimento sustentável são múltiplos e por vezes contraditórios pelo próprio antagonismo entre os termos. Como destacado por MIANA (2010, p.92): “embora pareça que há um consenso nos meios científicos e políticos, o desenvolvimento sustentável ainda é um conceito amplo e de difícil aplicabilidade de maneira direta”.

Em 1987, a *World Commission on Environment and Development*<sup>26</sup> define o termo desenvolvimento sustentável como:

---

<sup>26</sup> A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas – WCED, a conhecida Comissão Brundtland, teve sua criação formalizada em setembro de 1983, e foi a responsável pela elaboração do relatório intitulado *Our common future*, registrando sucessos e falhas do desenvolvimento mundial.

Desenvolvimento econômico e social que atenda as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. Este conceito implica que há limites sobre os recursos ambientais e a capacidade da biosfera para absorver atividades humanas. Estes limites são vistos como tendo raízes em inadequações tecnológicas e organização social injusta. Assim, o desenvolvimento sustentável deve implicar: um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico é a mudança institucional são feitas de acordo com o futuro, bem como as necessidades presentes (WCDE, 1987, P. 92).

Dessa forma, o desenvolvimento sustentável vai muito além da esfera ambiental, abrangendo também aspectos sociais e econômicos. Para Rogers (2001), a cidade sustentável, vai além dos limites da sustentabilidade ambiental:

Uma cidade justa, onde justiça, alimentação, abrigo, educação, saúde e esperança sejam distribuídos de forma justa e onde todas as pessoas participem da administração;

Uma cidade bonita, onde arte, arquitetura e paisagem incendeiem a imaginação e toquem o espírito;

Uma cidade criativa, onde uma visão aberta e a experimentação mobilize todo o seu potencial de recursos humanos e permitam uma rápida resposta à mudança;

Uma cidade ecológica, que minimize seu impacto ecológico, onde a paisagem e a área construída estejam equilibradas e onde os edifícios e a infraestrutura sejam seguros e eficientes em termos de recursos;

Uma cidade fácil, onde o âmbito público encoraje a comunidade à mobilidade, e onde a informação seja trocada tanto pessoalmente quanto eletronicamente;

Uma cidade compacta e policêntrica, que proteja a área rural, concentre e integre as comunidades nos bairros e maximize a proximidade;

“Uma cidade diversificada, onde uma ampla gama de atividades diferentes gere vitalidade, inspiração e acalentem uma vida pública essencial.” (ROGERS, 2001, p.169).

Acserald (1999) relata que estratégias argumentativas sobre a sustentabilidade são frequentemente focadas para promover inovações na matriz técnica das cidades, sob o argumento de que o que é bom para o planeta é bom para a cidade. Essa estratégia pode ser vista como um simplificador político, uma vez que no plano local os responsáveis pela poluição e as autoridades são claramente identificadas. Um contra discurso opõe, no entanto, a sustentabilidade global da sustentabilidade urbana local. Se por um lado, as economias de escala que ocorrem na cidade concentrada reduzem o consumo de energia per capita favorecendo as estratégias de sustentabilidade global, por outro, elas sobrecarregam o

ecossistema local, sofrendo os efeitos indesejáveis com a elevação da densidade, dificultando a regeneração e comprometendo a sustentabilidade no nível local.

Sendo assim, um desenvolvimento de modelos urbanos mais sustentáveis implica, necessariamente, em reduzir a pressão que os sistemas urbanos exercem sobre os sistemas naturais de suporte, como caminho para aumentar a nossa capacidade de antecipação, em busca do equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos naturais, sociais ou econômicos de forma a permitir uma qualidade de vida aceitável dentro da capacidade de suporte ambiental (RUEDA, 2008).

Acserald (1999) afirma que se deve colocar o debate sobre a sustentabilidade fora dos marcos do determinismo ecológico. Associar a ideia de sustentabilidade à suposição de que os recursos ambientais possam ter um único modo sustentável de uso é ignorar a diversidade das formas sociais.

Em meio às discussões sobre a sustentabilidade urbana, o discurso acerca de um modelo de cidade mais densa e compacta como forma de resgatar a vitalidade da vida urbana e diminuir os impactos ambientais, ganha força e vários adeptos. Para Miana (2010):

Um dos principais desafios correntes para o projeto urbano na tentativa de contribuir para a eficiência energética das edificações e uma cidade mais sustentável é demonstrar as possibilidades de introduzir alta densidade em áreas construídas dentro dos limites da infraestrutura local e da qualidade ambiental, buscando benefícios sociais e econômicos. A questão da densidade e da forma urbana vem acompanhada de uma série de possibilidades projetuais, determinadas pelas particularidades do ambiente e do contexto urbano. Em áreas consolidadas, por exemplo, as metas para adensamento populacional são determinadas pela infraestrutura local, além da ligação desenvolvida entre o ambiente construído e a capacidade da infraestrutura e o potencial de desempenho da sustentabilidade ambiental (MIANA, 2010, p.34).

A cidade compacta é mais eficiente no que diz respeito aos objetivos socioeconômicos, uma vez que esses objetivos se baseiam em grandes investimentos em transporte e infraestrutura, bem como pequenas distâncias a serem percorridas diariamente, enquanto a cidade difusa corresponde a processos contínuos de descentralização, e conseqüentemente ao declínio dos centros urbanos.

Segundo Rueda (2008), o novo paradigma de cidade sustentável se baseia nos quatro eixos fundamentais: a compacidade, a complexidade, a eficiência e a estabilidade social, devendo abranger os seguintes aspectos:

-Criar ambientes urbanos com uma densidade de construção e compactação urbana ideal, para garantir o equilíbrio entre o espaço construído e espaço livre. Este aspecto refere-se a um certo nível de ocupação distribuição de piso e teto construído no âmbito do estudo, considerando também, as alturas máxima e a relação entre as seções das ruas. O grau de compactação fornece diretrizes para a organização de redes mobilidade e funções derivadas do modelo.

- A utilização máxima dos potenciais de usos mistos, que permite acomodar uma grande diversidade urbana. Esta diversidade está relacionada com o tipo de atividades, a superfície que se destina e a sua distribuição.

- Máxima eficiência no uso dos recursos locais, a fim de minimizar os impactos sobre fluxos de matéria e energia que regulam a biosfera. Neste sentido se tratam de planejamento futuro edifícios como parte do fornecimento de energia local através do seu último piso captação, ciclo de gestão local água e gestão de resíduos.

- Criação de ambientes que promovam a coesão social nos futuros habitantes. Isto implica uma distribuição de uso da terra que permite a mistura de rendas e, por sua vez, medida conformação edificatória mais flexível os requisitos espaciais em função dos diferentes grupos sociais: os planos de habitação social, estratégias e acessibilidade transportes, serviços sociais e de rede de concepção de instalações e espaços públicos (RUEDA, 2008, p.7).<sup>27</sup>

Um modelo de planejamento sustentável consiste em pensar a cidade como “sistemas ecológicos”, autossustentável, que seja densa e socialmente distinta, fazendo com que as atividades econômicas se misturem e constituam centralidades distintas e autossustentáveis. No âmbito urbano, a compacidade expressa a ideia de proximidade dos componentes que formam a cidade, ou seja, a reunião de um espaço mais limitado do uso e das funções urbanas, facilitando o contato, o intercâmbio e a comunicação que são a essência da cidade (RUEDA, 2008).

A principal vantagem do modelo compacto para a sustentabilidade é a capacidade de reduzir a dependência do carro e do uso de combustíveis por meio da compactação e de centros periféricos com corredores de transporte público eficientes no uso da energia. A cidade compacta reúne atributos como alta densidade e uso misto, buscando apresentar maior eficiência energética por reduzir os trajetos, maximizar a oferta de transportes e promover, supostamente, qualidade de vida superior. Essa capacidade a ela atribuída, porém, não é consensual. As maiores críticas ao modelo de cidade compacta são justamente com relação à suposta baixa qualidade de vida urbana, motivada pelo argumento da escassez de espaços abertos e naturais, além da sobrecarga da infraestrutura instalada.

Acserald (1999) relata que um dos argumentos dos críticos da cidade compacta refere-

---

<sup>27</sup> Tradução da autora.

se à eficiência energética e à qualidade de vida, que seriam atributos de cidades pouco densas e descentralizadas por recorrerem a fontes locais de energia e à produção de alimentos em solos próximos. Sendo assim, o conceito de cidade verde estaria em contradição com a cidade compacta, uma vez que nesse modelo as áreas verdes seriam espaços residuais, quase impossíveis de se incrementar. Falta espaço para áreas verdes e lazer, o que produz inevitavelmente segregação da população devido à carência de solo urbano.

Por outro lado, uma cidade com menor número de vias de tráfego e com espaços públicos bem tratados oferece uma série de vantagens ambientais. A vegetação fornece sombra e contribui para diminuir a temperatura nos centros urbanos, reduzindo a necessidade de ar condicionado, além de absorver a água da chuva e reduzir o escoamento das enxurradas em grandes tempestades. A cidade sustentável deve atender a uma demanda de adensamento urbano, gerando espaços de qualidade ambiental e causando o menor impacto possível ao meio natural.

#### **4.2. Conceito de qualidade ambiental**

Segundo Buccheri Filho (2006), há duas correntes na literatura para a conceituação de qualidade ambiental: uma que define que a qualidade ambiental está atrelada a aspectos socioeconômicos, tal como segurança pública, transporte, educação etc.; e outra que trata a qualidade ambiental preocupando-se mais com as condições do ambiente natural modificado, ou seja, com o meio físico propriamente dito. De acordo com essa última corrente, a qualidade ambiental está associada, principalmente, ao consumo eficiente de recursos naturais a ambientes urbanos menos poluídos; o conforto ambiental dos seres humanos em edifícios e espaços externos; ao transporte eficiente para pessoas e produtos em termos de consumo de energia, impacto ambiental e mobilidade; ao controle dos resíduos e a presença de nichos ecológicos.

Na Constituição Federal de 1988, o conceito de Qualidade Ambiental aparece no enunciado inicial do Artigo 225 em que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. O Estatuto da Cidade regulamenta o artigo 182<sup>28</sup>, da Constituição, que trata da

---

<sup>28</sup> Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes

execução da política urbana.

O Estatuto estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Em suas diretrizes estão implícitas as questões relacionadas com a qualidade ambiental urbana para garantir a boa qualidade de vida, expressas nos seguintes itens: planejar o desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente por meio da ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação do ambiente; adotar padrões de expansão urbana compatíveis com a sustentabilidade ambiental; proteger, preservar e recuperar o ambiente natural e construído; garantir o lazer mediante a oferta de equipamentos urbanos (TONETTI, 2011).

Sobre o conceito de qualidade ambiental urbana, a legislação federal valoriza as características físicas, químicas e biológicas do ambiente e as considera como pré-requisito para a vida com qualidade, ou seja, a qualidade do ambiente é um componente importante da qualidade de vida. Lombardo (1985) prioriza as questões da alteração do meio natural dentro das cidades para avaliar a qualidade ambiental, e não questões socioeconômicas, acreditando que o processo de urbanização mundial leva a uma sobrecarga na natureza, especialmente onde o crescimento foi mais rápido e sem planejamento adequado. Nucci (2001), por sua vez, argumenta que são as necessidades biológicas do ecossistema urbano que influenciam na qualidade do ambiente e podem funcionar como fatores limitantes à urbanização.

Tratar dos conceitos de qualidade ambiental urbana exige que se incorpore também o

---

gerais fixadas em lei, objetiva ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de: I - parcelamento ou edificação compulsórios; II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo; III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

conceito de qualidade de vida, uma vez que esse último envolve um conceito mais amplo que possui como parte integrante o conceito de qualidade ambiental. A qualidade de vida vem sendo tratada como diretriz de gestão pública, emergindo como tema de grande relevância devido à degradação das condições de vida nas cidades.

Há várias concepções para a ideia de qualidade de vida, podendo se referir tanto às questões ambientais como também a um determinado nível de bem-estar social ou mesmo a inter-relação entre as duas coisas. Em resumo, pode-se considerar que a qualidade ambiental se relaciona aos aspectos físicos do meio ambiente, já a qualidade de vida está associada ao seu bem-estar e à satisfação, resultado de um contexto socioeconômico e cultural no qual o indivíduo está inserido. A noção de bem-estar, por sua vez, envolve simultaneamente a questão da qualidade do meio físico e social, considerando, além dos serviços de infraestrutura, os de saúde, recreação e lazer; serviços comerciais e bancários e a existência de áreas verdes (VARGAS, 1999).

De modo geral, a busca por um consenso entre os elementos que representam tanto a qualidade de vida quanto a qualidade ambiental é controverso. Para separar o conceito de qualidade ambiental e de vida, propõe-se adotar uma definição mais restrita e objetiva, excluindo, assim, elementos pessoais e subjetivos que seriam relevantes em uma análise da qualidade de vida, mas não são analisadas para as questões da qualidade ambiental. Sendo assim, considera-se como qualidade ambiental as condições do ambiente que se referem aos aspectos do espaço construído que interferem diretamente nas atividades humanas no ambiente urbano e, conseqüentemente, na qualidade de vida.

#### **4.3. Atributos da qualidade ambiental na cidade compacta**

O termo atributo refere-se a algo que é próprio ou peculiar de alguém ou de alguma coisa, uma característica. É a partir dos atributos que podemos definir parâmetros para avaliação de uma determinada situação. Neste item, o objetivo é apresentar e definir os atributos ou parâmetros propostos para a avaliação da qualidade ambiental, tendo em vista os princípios da cidade compacta aplicados no planejamento.

Os atributos da qualidade ambiental presentes nas teorias sobre cidade compacta, e que serão abordados neste trabalho, se relacionam a duas dimensões principais do espaço urbano: dimensão espacial e a dimensão ambiental. As características que compõem cada uma

dessas dimensões muitas vezes se sobrepõem, fazendo com que nem sempre seja claro o limite entre cada um deles. Sendo assim, para delinear de forma mais clara a abordagem, optamos pelo agrupamento descrito a seguir:

**Dimensão espacial:** relacionam-se a essa dimensão as características que influenciam diretamente na morfologia do tecido urbano. São aspectos que se relacionam diretamente com as questões de densidade refletidas pela altimetria das edificações, da relação entre área construída e área dos lotes ou da densidade de habitantes em relação à área construída.

**Dimensão ambiental:** envolvemos aspectos relacionados ao clima urbano, incorporando não apenas as questões associadas a variações de temperatura e conforto térmico, como ainda aspectos relacionados às condições de infraestrutura e ao saneamento, como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo e escoamento de águas pluviais. Na dimensão ambiental, inclui-se também a mobilidade urbana, que apesar de ter suas condições de implantação muito relacionadas às características físicas do tecido urbano, como o sistema viário existente, possui também um componente ambiental determinante, uma vez que se relaciona diretamente com a qualidade da infraestrutura e serviços urbanos oferecidos à população.

As características que compõem cada uma das dimensões descritas estão sintetizadas no Quadro 1–Características da Qualidade Ambiental. A descrição detalhada de cada aspecto será feita nos itens a seguir.

**Quadro 1–Características da Qualidade Ambiental**

<b>Dimensão</b>	<b>Características</b>
Espacial	Morfologia urbana e densidade de ocupação
Ambiental	Permeabilidade e áreas verdes Clima urbano e Conforto Térmico Mobilidade e acessibilidade urbana Saneamento Ambiental e Infraestrutura

Fonte: elaborado pela autora

#### **4.3.1. Morfologia urbana e densidade de ocupação**

A densidade é um fator determinante quando se discute a qualidade ambiental urbana, tendo consequências diretas sobre a complexidade do espaço no que tange principalmente o uso eficiente do transporte público e da infraestrutura, a ocupação do solo, o consumo de recursos naturais, a permeabilidade dos ventos, o acesso à luz e o clima urbano em geral.

As cidades atualmente tendem a incentivar, em seus planos de crescimento, as políticas de aumento da densidade urbana, justificada pela eficiência na provisão e manutenção das infraestruturas e serviços urbanos. Uma vez que os custos de infraestrutura normalmente são altos e divididos pelo número de habitantes, quanto mais pessoas usufruírem da infraestrutura instalada, menor o seu custo per capita.

Rueda (2008) defende que a cidade sustentável é a cidade compacta, densa e diversa, que reúne os princípios da multiplicidade de usos e atividades, que encurta distâncias e estimula o desenvolvimento das relações sociais. Nesse sentido, cada cidade requer uma forma que adapte a escala territorial e urbana de acordo com suas características físicas, sociais e econômicas, com vistas sempre a garantir a redução dos impactos ambientais.

A forma é fator determinante da sustentabilidade urbana, mas ela também está associada à eficiência energética e qualidade de vida. Entre os planejadores, o pensamento de

que a forma sustentável da cidade deverá mesclar usos, reduzindo distâncias, pedestrizando as cidades e reduzindo a mobilidade motorizada é praticamente um consenso. Eficiência energética e qualidade de vida resultam, no entanto, de formas urbanas que gerassem cidades autossuficientes, orientando o planejamento para maior autonomia energética e econômica local. Dessa forma, ressalta Miana (2010, p.97), “a eficiência consiste em conseguir a máxima eficiência do uso dos recursos e a mínima perturbação dos ecossistemas urbanos”.

Nos últimos anos, os planejadores das áreas urbanas e os responsáveis públicos têm procurado projetar uma cidade mais compacta, a fim de alcançar uma forma urbana mais sustentável. Talvez isso esteja ocorrendo porque há em muitos países uma tendência ao crescimento horizontal<sup>29</sup> das cidades, havendo em alguns casos um aumento da taxa de expansão da área urbana maior que a taxa de crescimento da população. O conceito de cidade compacta tem surgido como uma resposta aos problemas sociais, econômicos e ambientais gerados por esse tipo de crescimento. O crescimento horizontal rápido e descontrolado resultou, em geral, na formação de subúrbios que se caracterizam como áreas urbanizadas sem planejamento, com pouca ou nenhuma infraestrutura urbana, podendo ter alta densidade demográfica e com baixa qualidade ambiental. Dessa forma, a cidade compacta tem surgido como uma resposta aos problemas sociais, econômicos e ambientais gerados por esse tipo de crescimento.

A teoria da Cidade Compacta envolve a promoção da regeneração urbana, a revitalização dos centros das cidades, a retenção do crescimento horizontal sobre as zonas rurais, maior densidade demográfica, uso misto do solo, a promoção dos transportes públicos e a concentração do desenvolvimento urbano. O conceito de cidade compacta e de adensamento utilizado neste trabalho refere-se à verticalização no meio urbano como forma de adensamento populacional. O aumento do número e da verticalidade das edificações, especialmente habitacionais, traz junto o aumento da densidade populacional. Se teoricamente a verticalização permite, por um lado, o aumento da densidade mantendo espaços livres, por outro lado, resulta também num aumento da demanda por esses espaços que muitas vezes não aumentam na proporção do aumento da densidade. Pode ocorrer, também, a sobrecarga na infraestrutura urbana instalada, com efeitos negativos, resultando em menor qualidade do ambiente (NUCCI, 2008). Nas palavras de Tonetti (2011):

---

<sup>29</sup> Entende-se neste texto “crescimento horizontal” como sendo o tipo de crescimento da área urbanizada que ocorre na direção horizontal, expandindo-se sobre a área rural.

Além da problemática do aumento da demanda por espaços livres, a verticalização das edificações pode ser apontada também como o fator preponderante na alteração do clima local entre outras consequências para a qualidade do ambiente, especialmente as alterações na velocidade dos ventos, na insolação, na temperatura e na precipitação provocadas pelo aumento da massa edificada em uma determinada área (TONETTI, 2011, p.61).

Segundo Nucci (2008), qualquer verticalização acima de quatro pavimentos acarreta uma crescente pressão sobre os espaços livres, pois, na medida em que o edifício vai ganhando altura, o espaço construído vai se tornando cada vez maior em relação ao espaço livre, não ocorrendo ganhos reais de espaços livres na mesma proporção que se verticaliza.

A alta densidade urbana e verticalização significam, a priori, um risco maior de degradação ambiental, principalmente pelo aumento da poluição e geração de resíduos sólidos. Em geral, altas densidades provocam aumento da temperatura do ar e de outras superfícies do entorno, que pode ser agravada se a forma urbana não favorecer a dissipação do calor. O aumento da temperatura também pode ser favorecido uma vez que a substituição da cobertura vegetal diminui a umidade relativa do ar, interferindo na refletância das superfícies e no processo de evaporação. O adensamento também interfere na permeabilidade dos ventos, modificando sua velocidade e direção, afetando o conforto térmico e intensificando o fenômeno das ilhas de calor.

É importante ressaltar que a densidade por si só não pressupõe baixa qualidade ambiental, já que com uma mesma densidade é possível compor diferentes formas urbanas com diferentes configurações de espaços abertos, condições microclimáticas e distribuições de usos que interferem diversamente na qualidade de vida. Diferentes formas arquitetônicas podem alcançar a mesma densidade dependendo da forma como são implantados. Dessa forma, embora quando se pense em cidade compacta e com alta densidade se tenha em mente uma cidade verticalizada, a opção pelo edifício alto não está, necessariamente, associada a altas densidades.

A densidade urbana está associada há diversos outros fatores, como a tipologia arquitetônica, a legislação, os layouts dos loteamentos, a relação de espaços públicos e de espaços privados e, principalmente, a disponibilidade de solo urbano. Segundo Acioly e Davidson (1998), as densidades urbanas afetam diretamente os processos de desenvolvimento urbano em diversos níveis, exercendo impacto no processo de desenvolvimento humano como um todo, podendo inclusive resultar em situações de risco à saúde pública. Assim,

Somado a isso, assentamentos humanos de alta densidade podem sobrecarregar e mesmo causar uma saturação do solo urbano, aumentando a pressão de demanda sobre este, produzindo um meio ambiente inadequado ao desenvolvimento urbano (MIANA, 2010, p.109).

Rogers (2001) argumenta, no entanto, que os problemas de saneamento do século XIX já estão, pelo menos em grande parte, resolvidos, e o modelo de cidade densa não precisa ser visto como um risco à saúde, podendo o modelo ser reconsiderado considerando suas vantagens. Nesse aspecto, ganha relevância a importância da forma urbana para a qualidade ambiental. Ambientes densos, mas com poucos espaços para áreas livres e zonas verdes possuem certamente menor qualidade ambiental se comparados a áreas com baixas densidades que possibilitam a construção de parques, jardins e demais ambientes bucólicos. Ainda segundo Rogers (2001), a cidade compacta é densa; para que seja ambientalmente adequada, deve oferecer espaço público adequado ao convívio social, tanto no que se refere às questões sociais quanto às questões ambientais no que tange à qualidade e a oferta dos mesmos.

Encontrar os limites do crescimento demográfico e da densidade de uma cidade não é tarefa simples. O equilíbrio deve ser atingido considerando as necessidades de desenvolvimento, sem sacrifício aos espaços livres e às necessidades de conservação que todo o ambiente precisa. Cada cidade, em função de suas características e peculiaridades, tem um limite e necessita desenvolver estratégias para alcançá-los.

Em relação ao consumo de energia, o transporte é o principal argumento para relacionar com a forma urbana. A estrutura urbana dentro da cidade é fundamental para o consumo de combustíveis. No entanto, há de se considerar que nem sempre se poupa energia com a compactação da forma urbana, não sendo o tamanho do percurso das viagens o único fator a ser considerado. A possibilidade de congestionamentos, por exemplo, aumenta o tempo das viagens, além de favorecer a poluição sonora e do ar, podendo comprometer os benefícios advindos da redução das viagens.

A localização dos serviços públicos e comerciais, a localização dos locais de trabalho e a centralização das atividades também influenciam no tamanho e no número de viagens. Dessa forma, torna-se importante a remodelação da demanda, relocando destinos e desenvolvendo conjuntos de centros de bairros conectados por um sistema de transporte público, criando centralidades mais autossuficientes e reduzindo a demanda por grandes deslocamentos.

Há, contudo, um limite até o qual as áreas urbanas podem acomodar um crescimento, um adensamento. Segundo Nucci (2008), na zona urbana de São Paulo, em 1972, a densidade média era de 104,3 hab./ha, podendo chegar a 290 hab./ha em determinados distritos e alcançando até 2.000 hab./ha em algumas quadras, devido à distribuição não uniforme da população. O autor destaca ainda que o padrão recomendado pela Associação Norte-Americana de Saúde Pública é de 312,5 hab./ha e demonstra que uma relação ideal entre a densidade populacional com os custos de infraestrutura deve estar entre 200 e 450 hab./ha. Abaixo de 200 hab./ha o custo de manutenção da infraestrutura fica oneroso e acima de 450 não fica mais barato.

#### **4.3.2. O conforto térmico e o clima urbano**

Segundo Monteiro (1976), foi pela dicotomia do contraste entre o campo e o meio urbano que o homem tomou consciência de que atmosfera sobre a cidade era sensivelmente diferente daquela do campo, surgindo assim as primeiras preocupações com que chamamos hoje de clima urbano, antes mesmo da eclosão da revolução industrial.

Lombardo (1985) afirma que a urbanização, se considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos e contaminação da atmosfera através da emissão dos gases.

A cidade pode modificar o clima local pelas alterações em superfície. A urbanização traz um aumento da impermeabilização do solo; a verticalização, com o aumento da superfície de concreto, aumenta a capacidade térmica local com o aumento da rugosidade da superfície, sendo essas as principais modificações que determinam as ilhas de calor nas áreas altamente urbanizadas.

Em razão da preocupação mundial com o aumento da população urbana, os estudos do clima nas cidades vêm ganhando relevância. A partir da década de 1970, as publicações, especialmente as relacionadas aos climas tropicais, começam a se intensificar, no entanto, a distribuição espacial das pesquisas relacionadas ao clima urbano continua concentrada nas áreas de latitudes médias (FIALHO, 2012).

A expansão das cidades e a urbanização tem como consequência principal a

modificação do clima local, que se desenvolve de acordo com a evolução do processo de crescimento da malha urbana. Fatores como o tamanho das cidades, a velocidade dos ventos, a geometria dos vales e a densidade das construções podem influenciar nessas alterações climáticas, favorecendo a formação das ilhas de calor.

Monteiro (1976) afirma que o clima urbano é a modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa notável mudança principia. Ainda segundo o autor, o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização; e o espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato que se insere.

Segundo Oke (1973), a capacidade dos centros urbanos de gerarem ilhas de calor já é atualmente um fato. As alterações climáticas decorrentes da ocupação urbana, no entanto, não se restringem ao aumento da temperatura. As alterações ocorrem também com a umidade, direção dos ventos, pluviosidade e, especialmente, a transformação do solo, entre outros fatores que acabam fazendo com que o clima se torne mais rigoroso.

A má distribuição das áreas verdes aliada a alta impermeabilização, aumenta a velocidade de escoamento superficial da água, ocasionando enchentes, assoreamento dos rios e lagos, sem mencionar os problemas de contaminação do solo e da água por produtos químicos e esgoto, como esclarece Fialho (2012):

A princípio o conceito de ilha de calor está relacionado às atividades humanas sobre a superfície é sua repercussão na troposfera inferior, ainda assim, não está claro, na literatura, em que momento ou qual diferença de temperatura do ar se pode atestar a existência do fenômeno em questão (FIALHO, 2012, p.62).

Para Nucci (2001), cada edifício é responsável por alterações microclimáticas que somadas criam um clima característico na área onde se encontram. Uma das consequências da ilha de calor na cidade é a formação de uma circulação do ar característica, onde o ar da região central se aquece e sobe. Assim, o ar da periferia converge para o centro da cidade, onde se encontra o pico da ilha de calor, formando, assim, um domo de poluição sobre a cidade.

O clima urbano tanto se integra em níveis superiores, como se divide em setores,

bairros, ruas, casas e ambientes internos, podendo ser subdividido até os microclimas influenciados por diversos aspectos, em maior ou menor grau, que juntos acabam por influenciar o clima na escala local (MONTEIRO, 1976).

A impermeabilização do solo torna a drenagem da água mais rápida, reduzindo a umidade do ar e tornando a capacidade de refrigeração da superfície e da atmosfera menor. Por outro lado, a maior incidência solar com grande massa construída absorve o calor durante o dia e dissipa lentamente à noite.

Segundo Assis (2010), a geometria do espaço urbano impede que haja uma perda brusca de energia, fazendo com que o resfriamento atmosférico próximo ao solo seja menos intenso. Além disso, a alta obstrução da abóbada celeste provocada pelas edificações de grande altura e próximas entre si favorecem a troca de energia entre a massa edificada e desaceleram a dissipação da radiação, especialmente no período noturno.

A rugosidade do tecido urbano, aliada às características construtivas das edificações e a velocidade dos ventos também estimulam a formação de bolsões de calor sobre a cidade. O desempenho térmico do recinto urbano também está condicionado pela inércia térmica da edificação que o forma. No meio rural, como não há esse tipo de obstáculo, as perdas de calor ocorrem de maneira mais rápida. Para Mascaró (2009):

As cidades têm sua massa edificada constituída por materiais com diferentes propriedades radioativas, que influenciam – junto com a vegetação e as superfícies pavimentadas ou não – na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a sua atmosfera, expressas principalmente pelo albedo, pela absorvância e pela emitância (MASCARÓ, 2009, p.47).

A literatura aponta a existência de três tipos de ilhas de calor, definidas em função do método de como as avaliações das alterações climáticas são realizadas: a Ilha de calor atmosférica, a ilha de calor vertical e a ilha de calor de superfície.

A ilha de calor atmosférica tem sua influência mais sentida no período noturno, de 3 (três) a 5 (cinco) horas após o pôr do sol, tendo sua intensidade muito influenciada pelos fatores geográficos do local. A ilha de calor atmosférica é definida a partir da diferença de temperatura do ar observada dentro da área urbana ou em comparação com a área rural.

A ilha de calor vertical parte dos modelos propostos por Oke (1981), que define que o clima da cidade apresenta uma divisão compreendida em duas escalas: A camada de cobertura urbana, denominada (UCL), e a camada limite Urbana (UBL). A UCL se estende desde o solo até aproximadamente o nível médio das coberturas das edificações, já o UBL estende-se do nível médio dos telhados até a área de influência da cidade na atmosfera, que varia de acordo

com o tipo de tempo. Esse fenômeno se desenvolve em locais com grande rugosidade (gerada pela altimetria das edificações), provocando alterações na velocidade dos ventos e aumento das turbulências (FIALHO, 2012).

As ilhas de calor de superfície surgiram a partir de novos conceitos para o estudo do clima feitos por Voogt e Oke (1997), onde se procura calcular, a partir de imagens de satélite, a temperatura de superfície completa, levando em conta as superfícies horizontais e verticais em áreas urbanas e assim reconhecer o impacto térmico, podendo, dessa forma, mensurar a contribuição dos diferentes tipos de uso da terra na atmosfera urbana (FIALHO, 2012).

A partir da identificação de alguns fatores formadores das ilhas de calor, pode-se dizer que a cidade altera o ritmo de aquecimento e resfriamento da superfície em função do adensamento urbano, associado à atividade humana e as propriedades físicas dos materiais de construção (FIALHO, 2012, p.67).

Segundo Assis (2010), a configuração das ilhas de calor nos centros urbanos também favorece o maior acúmulo de elementos nocivos:

Os poluentes são carregados pela circulação e logo dispersos sobre o entorno do núcleo urbano. Em condições de atmosfera estável ou de inversão térmica, esse processo poderá ser contínuo, favorecendo a formação de um domo de poluente. (ASSIS, 2010, p.34)

Mascaró (2009), afirma que a necessidade de consumo energético na obtenção de um conforto ambiental apropriado não se deve apenas a um problema decorrente das condições climáticas, mas, muitas vezes, ao desconforto gerado por uma organização espacial urbana e arquitetônica não compatível com o meio. Segundo ele:

[...] Nas cidades maiores, o estilo de vida da população leva a um consumo mais intenso devido aos grandes deslocamentos necessários, à verticalidade e a densificação das áreas, ao gasto despendido ao proporcionar uma infraestrutura e conforto ambiental adequado (MASCARÓ, 2009, p.27).

Os estudos desenvolvidos por Assis (2011) para a cidade de Belo Horizonte demonstram uma tendência à elevação das temperaturas mínimas, registrando uma elevação de 2,7 graus Celsius na temperatura mínima anual entre 1911 e 2009. Segundo o autor, essa variável é extremamente sensível às modificações no uso do solo, e confirmam as teorias de que a aglomeração urbana possibilita um maior acúmulo interno de energia em relação às

áreas circundantes, sendo um dos principais fatores de elevação da temperatura local a alteração nos valores de umidade e direção dos ventos.

É importante considerar no planejamento urbano os elementos que possam contribuir para melhorar o conforto ambiental, economia de energia e diminuição dos impactos causados pelo adensamento, visando adequar as características do clima local e as exigências de conforto térmico.

### **4.3.3. Permeabilidade e áreas verdes**

Para Nucci (2008), a presença e a distribuição da vegetação em áreas urbanas públicas e privadas constituem um indicador da qualidade ambiental desses espaços. Ao contrário de outros atributos, a presença de vegetação está relacionada, para a maioria dos cidadãos, a uma função de satisfação psicológica e cultural mais do que física. A dinâmica da urbanização, no entanto, valoriza mais o imóvel em seus atributos locacionais e estilísticos, entre outros fatores, do que a presença de espaços livres para vegetação.

Entende-se aqui por área verde toda área de cobertura vegetal, de propriedade pública ou particular, delimitada pelo poder público com o objetivo de plantar ou preservar a arborização e o ajardinamento, visando resguardar as condições ambientais e paisagísticas de um local, e que possua permeabilidade direta sobre o solo. Não estão incluídas Unidades de Conservação, bem como jardineiras e vasos.

As áreas verdes são uma categoria de espaços livres, onde a característica principal é a composição vegetal devendo cumprir uma função ecológica, estética e recreativa. A função ecológica refere-se à sua influência sobre o meio físico, enquanto as funções estéticas e recreativas estão associadas a sentimentos e emoções, bem como as possibilidades de uso que o espaço proporciona.

Considerar a vegetação na escala do lote é importante, mas sozinha não é suficiente para garantir equilíbrio. Segundo Nucci (2008), o planejamento urbano deve trabalhar a cobertura vegetal em diferentes escalas, pois é a partir da inserção da cobertura vegetal que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos.

[...] um jardim de um edifício também pode assegurar algumas condições de bem-estar público. Entretanto (...) o paisagismo doméstico por si só não é

suficiente para resolver os problemas ecológicos das metrópoles. Para isso seriam necessários grandes parques, a arborização das margens dos rios e, também, das vias públicas (NUCCI, 2008, p. 28).

A inserção da vegetação nas cidades pode trazer vários benefícios, dentre os quais se podem destacar a redução da poeira, dos ruídos, do calor, do vento; o aumento da umidade do ar, da infiltração de água no solo e da renovação do ar, além de fatores psicológicos ligados à sensação de bem-estar já citados. Diante dos benefícios da vegetação, vários autores defendem o incentivo a todas as possibilidades de aumento da cobertura vegetal urbana, ampliando o contato do ser humano com a natureza, e ainda provendo melhorias ambientais.

Mascaró (2009) afirma que a vegetação atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição. A vegetação, nesse caso, pode atuar como filtro melhorando a qualidade do ar ou pode atuar como isolante térmico, protegendo as superfícies da incidência direta da radiação proporcionando, inclusive, redução nos gastos com energia. O autor ainda comenta que, sob agrupamentos arbóreos, a temperatura do ar é de 3°C a 4°C menor se comparadas às áreas expostas à radiação solar.

Segundo Assis (2010), as áreas verdes também desempenham um importante papel no balanço energético, além de funcionarem como um filtro natural na retenção de particulados e na minimização de ruídos. Para esse autor,

Em geral, a vegetação absorve uma maior quantidade de radiação solar e irradia uma quantidade menor de calor do que qualquer superfície construída. A energia absorvida pelas folhas é utilizada em processos metabólicos, enquanto que para outros materiais, especialmente os utilizados nas edificações, toda energia absorvida é transformada em calor sensível (ASSIS, 2010, p.25).

Nucci (2001) cita outras funções relacionadas à vegetação nas cidades, tais como: estabilização de determinadas superfícies, obstáculos contra o vento, proteção da qualidade da água, filtração do ar, equilíbrio do índice de umidade, diminuição da poeira em suspensão, redução dos ruídos, interação entre as atividades humanas e o meio ambiente, entre outras.

A arborização viária é parte integrante da cobertura vegetal do ambiente urbano, e destaca-se na paisagem porque se localiza entre as vias de tráfego de veículos, os pedestres e as edificações, desempenhando as inúmeras funções já atribuídas a elas e ainda atuam como barreira física garantindo a segurança dos pedestres e ciclistas em seus deslocamentos diários.

Por isso elas podem ser consideradas como um critério na determinação da qualidade do ambiente urbano. Segundo Nucci (2008), apesar da importância clara da cobertura vegetal para a qualidade ambiental, a dificuldade na quantificação dessa vegetação dificulta a proposição de critérios e parâmetros adequados que ajudariam na defesa da qualidade ambiental urbana, não existindo consenso em uma proporção ideal, inexistindo uma metodologia eficiente para avaliação.

Em termos de quantidade, Lombardo (1985) cita que uma cobertura vegetal na faixa de 30% seja recomendável para proporcionar um balanço térmico em áreas urbanas, enquanto índices inferiores a 5% determinam características semelhantes a um deserto. Uma das críticas é a falta de uma metodologia ou um consenso acerca dos critérios de quantificação, e a contabilização de todo tipo de área livre, que inclui terrenos completamente inadequados. Por exemplo, a UNESCO estabelece 10m<sup>2</sup> de cobertura vegetal por habitante, a ONU 14 m<sup>2</sup> por habitante (incluindo cemitérios) e a OMS 12m<sup>2</sup>.

Mascaró (2009) destaca que as características da vegetação exercem influência como fator de controle da radiação. Porte, cor, espessura dos caules e adensamento são algumas delas, sendo a arborização de grande porte mais eficiente que a arborização de pequeno porte sobre os efeitos indesejáveis do clima. Em alguns casos, apenas 20% do fluxo incidente sobre a cobertura vegetal chega a atingir o solo, e cerca de 46% da radiação transmitida sob a vegetação é difusa. Segundo Mascaró (2009):

O sombreamento da vegetação desempenha, assim, um papel importante na caracterização de microclimas urbanos, melhorando as condições ambientais adversas e o conforto humano. Nesse sentido, a vegetação ajuda a atenuar condições extremas de frio ou calor intenso nos espaços urbanos e nas edificações adjacentes (MASCARÓ, 2009, p.69).

O conforto térmico é determinado por diversos fatores, como sombreamento, ventilação, características das edificações e do tecido urbano, sendo a vegetação um importante elemento de regulação. São esses fatores, combinados determinam um melhor ou pior desempenho térmico do espaço urbano

Mascaró (2009) afirma que, no caso da arborização densa, o efeito do resfriamento pode chegar a ser desconsiderado; e em cidades de clima tropical, citando o exemplo da cidade de Teresina, Piauí, onde a arborização urbana é desaconselhada, pois suas ruas estreitas na área central quando arborizadas com espécies de grande porte, ficam mais quentes do que sem a vegetação, porque as árvores, especialmente as de grande porte, acrescentam ao recinto urbano mais capacidade térmica, tanto quanto mais massa térmica se inclui. Ainda

assim, o uso da vegetação é considerado um recurso dos mais eficientes para amenização das temperaturas e ganhos de qualidade ambiental à medida que favorece o sombreamento e absorve de maneira eficaz a radiação sobre suas folhas refrescadas pela evapotranspiração, substituindo de forma eficaz qualquer sistema de sombreamento e contribuindo para os ganhos de conforto térmico e ambiental do ambiente urbano.

A relação da quantidade, qualidade e estética dos espaços livres com as edificações é apontada por vários autores como um princípio básico para o uso do solo urbano. A compactação urbana pode proporcionar a redução das perdas dos espaços rurais e de habitats naturais importantes devido à redução da expansão da área urbana, o que torna o uso do solo mais intenso. Deve-se tomar o cuidado para não favorecer as perdas dos espaços de uso público e livres de edificações do meio urbano em busca de um adensamento a qualquer custo como fator mais determinante da qualidade e da sustentabilidade urbana.

Nesse sentido, uma visão de cidade e de qualidade ambiental que estabeleça um compromisso com investimentos e manutenção das áreas livres, bem como de uma reciclagem de espaços vagos ou subutilizados de forma a acentuar a vitalidade e viabilidade das áreas livres, melhorando a qualidade das áreas urbanas e sua atratividade de uso é fundamental.

O espaço livre urbano também exerce papel importante no equilíbrio do sistema ambiental, cumprindo uma função social, urbana e ecológica. A função social se dá à medida que os espaços livres de uso público são os locais do encontro, do lazer, da expressão cívica. Como função urbana, atua como um ordenador e articulador do tecido urbano. Como função ecológica, principalmente quando dotados vegetação, desempenham um papel insubstituível como regulador do microclima urbano e da dinâmica hídrica.

Consideram-se espaços livres todos os espaços, verdes ou não, que podem ser públicos ou privados. Os espaços de acesso público podem ser considerados elementos unificadores da estrutura da cidade e devem cumprir função recreativa, esportiva, cívica ou de circulação não motorizada. Na escala da cidade, os espaços livres de uso público incluem parques em geral, zoológicos, jardim botânico, áreas de usos especiais, entre outros. Nucci (2001) comenta:

Se o planejamento de uma cidade propõe adensamentos e fixação da população perto do local de trabalho em uma dada área, deve também levar em conta que com isso a população ali residente terá mais tempo de lazer, pois não mais precisaria gastar 3 a 4 horas diárias dentro da condução. Com isso seria necessário fornecer meios para que essa população ocupasse seu tempo livre de forma saudável. O sistema de espaços livres públicos para recreação deve, portanto, ser também planejado junto com o planejamento urbano (NUCCI, 2001, p.37).

Não foi encontrado um índice de referência para espaços livres urbanos, ressalta-se, no entanto, que além de questões quantitativas, deve-se considerar também aspectos qualitativos do espaço, como manutenção e acessibilidade. Sobre isso, Nucci (2001) destaca:

Esse é um procedimento muito importante, pois não basta ter a área à disposição da população. Às vezes a área verde não apresenta condições de uso, portanto, após a qualificação das áreas verdes deve-se recalcular o índice e, assim, trabalhar com dois índices: um indicando a quantidade total de áreas verdes e outro indicando a quantidade de áreas verdes utilizáveis pela comunidade de acordo com suas qualificações (NUCCI, 2008, p.34).

O autor ainda enfatiza a importância da qualidade dos espaços livres em relação às questões de tamanho, manutenção, localização em relação ao tráfego, entre outras questões, que devem ser consideradas para garantir a função e o valor social dessas áreas. Com base nestas observações o autor comenta que

Em exercendo sua função recreativa, um dos maiores requisitos do espaço livre seria sua localização em relação aos usuários: "Um grande peso é a distância entre o usuário e o espaço livre [...]. Em distâncias maiores do que 10 a 15min. a pé a utilização decai" (Di Fidio, 1985). Daí a importância de localizar em mapas os espaços livres e seus raios de influência (NUCCI, 2008, p.34).

A análise de uma área livre, verde ou não, deve considerar não só sua dimensão, mas também seu ordenamento, acessibilidade dos espaços, seu isolamento com relação ao tráfego de veículos, espécies arbóreas, densidade, função social, equipamentos recreativos, infraestrutura de uso, manutenção, entre outras questões. A simples presença de um espaço livre não garante que ele será utilizado. Espaços localizados nas proximidades de avenidas de grande tráfego têm acesso dificultado, diminuindo a possibilidade de uso. A especialização dos espaços, muitas vezes imposta desnecessariamente por um desenho que limita o uso, também é um dificultador. Talvez o mais importante seja um espaço com potencialidade para que a população possa usufruir da maneira que desejar.

Tonetti (2011) acredita que a disponibilidade dos espaços livres com qualidade e nas proximidades das residências além de desempenharem funções de lazer, mesmo que restrita a determinadas faixas etárias da população, podem desempenhar funções ecológicas importantes, mesmo que não contenham a vegetação com seus papéis físicos e ecológicos.

Locais como as praças, largos de igrejas e campos de jogos de areia, por exemplo, podem atuar na infiltração da água no solo, e se projetados podem reter temporariamente a água das chuvas reduzindo o volume de água escoado superficialmente e, conseqüentemente, reduzir as chances de inundações.

O espaço público contribui para a identidade da cidade. Aspectos como forma, função, especialidade, acessibilidade e a qualidade ambiental fazem com que a cidade seja vivida e reconhecida por habitantes e visitantes. Quanto mais um espaço não edificado desempenha funções (estética, ecológica ou lazer), mais ele contribui para a elevação da qualidade ambiental de uma localidade.

Pode-se afirmar que a quantidade e a qualidade dos espaços públicos são bons indicadores do nível de qualidade ambiental das cidades. Sendo assim, um espaço público deve responder às necessidades e às características do local, tanto no que se refere aos aspectos físicos, sejam eles naturais ou artificiais, quanto aos aspectos socioculturais para que seja possível a identificação usuário-espaço, contribuindo, assim, para a boa qualidade da vida urbana.

#### **4.3.4. Mobilidade e acessibilidade urbana**

Um dos maiores benefícios apontados pelos planejadores ao defenderem a compactidade das áreas urbanas são os benefícios relativos à mobilidade. O custo de implantação de uma infraestrutura é tanto maior quanto maior for a área a ser atendida e menor o número de usuários. Assim, o atendimento de transporte público para áreas distantes e pouco adensadas torna-se cada vez mais caro e inviável.

Em consequência dos altos custos e da precariedade dos sistemas de transporte público em baixas densidades, há um incentivo maior ao uso do veículo privado, provocando uma maior dispersão das atividades e um acesso discriminado para a população de maior poder

aquisitivo. Isso também gera a necessidade do uso de automóveis para a realização das atividades diárias, podendo causar um tráfego nos centros urbanos, principalmente em horários de pico (MIANA, 2012). Nas palavras de Rogers (2001):

A premissa da cidade compacta é que as intervenções acionam uma série de oportunidades extras em termos de eficiência. Tal cidade, composta de atividades sobrepostas, por exemplo, permite maior convivência e pode reduzir as necessidades de deslocamentos em automóveis, o que, por sua vez, reduz drasticamente a energia utilizada para transporte - geralmente um quarto do consumo global da cidade (Rogers, 2001, p. 49).

A qualidade do ambiente baseada na distribuição de serviços, facilidades públicas e privadas, espaços livres, entre outros aspectos, podem promover o bem-estar físico e mental do ser humano pelo estímulo à mobilidade ativa nas atividades diárias, tão importantes quando se fala em qualidade ambiental urbana. Dessa forma, dentro de um modelo urbano que busca a sustentabilidade, a caminhada e o uso da bicicleta tornam-se elementos importantes para a integração com o transporte público coletivo, visto que favorecem a redução do uso do carro particular, as emissões de poluentes, os ruídos e reduz os riscos de acidentes, como esclarece Tonetti (2011):

Entende-se por mobilidade ativa ou deslocamento não motorizado como a forma de deslocamento em que o indivíduo usa o próprio corpo para a locomoção ou para impulsionar um veículo para poder se locomover. A caminhada e o ciclismo são os exemplos mais conhecidos para este conceito (TONETTI, 2011, p.69).

No entanto, a implantação e a manutenção da infraestrutura de mobilidade esbarra na prioridade dada no planejamento urbano aos deslocamentos motorizados, com avanços significativos na implantação de infraestrutura viária em detrimento de prover uma infraestrutura mínima para pessoas que não desejam fazer uso do transporte motorizado, bem como a dificuldade na integração com os sistemas públicos de transporte, fator primordial para a mobilidade urbana.

A intermodalidade entre os deslocamentos não motorizados, especialmente a bicicleta e o transporte público, tem uma implicação direta na qualidade do ambiente urbano e, consequentemente, na saúde física e mental dos habitantes.

Assim, como relata Tonetti (2011, p.76), a ocupação do solo urbano baseada na qualidade do ambiente, inclui os “princípios da mobilidade ativa integrada aos modos de transporte público, aos princípios da ecologia e do planejamento da paisagem, pode ser o caminho para a maior sustentabilidade das nossas cidades”.

#### 4.3.5. Saneamento ambiental e infraestrutura urbana

Permeando as discussões sobre a qualidade ambiental, as questões relacionadas ao saneamento surgem, quase sempre, quando se trata de aglomerados subnormais ou outras situações de pobreza extrema. Silva (2012) observa que a situação sanitária no Brasil, especialmente nos centros urbanos, é aparentemente favorável. Isso acontece porque quase toda a totalidade dos domicílios é atendida por abastecimento de água, mesmo as em situação socioeconômica baixa. No entanto, o mesmo não ocorre com as redes de esgotamento sanitário, ausentes em grande parte das cidades, principalmente nos domicílios de nível socioeconômico mais baixo.

Segundo a definição da OMS, o saneamento<sup>30</sup> é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre seu bem-estar físico, mental e social, obtido por meio de serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento dos esgotos e resíduos sólidos, coleta de águas pluviais e controle de inundações e controle de vetores, constituindo o chamado saneamento básico.

A definição dada pelo Ministério da Saúde brasileiro diz ser o Saneamento Ambiental o conjunto de ações que visam proporcionar níveis crescentes de salubridade ambiental em determinado espaço geográfico em benefício da população que habita esse espaço. Se adequadamente implementadas, essas ações podem produzir uma série de efeitos positivos sobre o bem-estar e a saúde das populações beneficiadas. Além disso, o saneamento ambiental é considerado parte constituinte do modo moderno de viver e um dos direitos fundamentais dos cidadãos das sociedades contemporâneas (BRASIL, 2004a).

Segundo Silva (2012), a maioria das definições de saneamento apresentadas assumem um caráter notadamente técnico, tal como a clássica definição da OMS, destacando o caráter de “controle” da ação, além de um descompasso entre as ações de saúde e as ações ambientais. Por outro lado, a definição apresentada pelo Ministério da Saúde traz uma abordagem menos técnica ao colocar o homem como objetivo final das ações de saneamento. Nesse sentido, as políticas públicas devem buscar não somente aumentar as estatísticas do nível de atendimento sanitário, mas trabalhar o homem como objeto detentor de conhecimento e que pode agir para a melhoria das condições de saúde. Segundo o autor:

---

<sup>30</sup> Fonte: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>.

O saneamento ambiental para as cidades pode ser considerado como um aspecto importante de equilíbrio entre a ocupação urbana e os elementos da paisagem não modificada, somado ao acesso às infraestruturas básicas dos equipamentos habitacionais que privilegiem condições salubres e de conforto. Estes serviços devem ser bem delineados e implementados através de um planejamento (SILVA, 2012, p.26).

O Saneamento ambiental faz parte de um conjunto de sistemas e subsistemas infraestruturais necessários ao funcionamento de uma cidade. Podemos conceituar Infraestrutura como um conjunto de elementos e estruturas indispensáveis ao funcionamento de uma atividade ou conjunto de atividades. No caso da infraestrutura urbana, por exemplo, trata-se do conjunto de serviços públicos necessários ao desenvolvimento básico das atividades sociais, econômicas e institucionais de uma cidade. No que tange o social, podemos considerar o acesso à moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança; sob o aspecto econômico, estão as condições de produção, comercialização e prestação de serviços; e no que tange às atividades institucionais, estão as condições que incluem a gerência da própria cidade (JUNIOR *et al*, s.d).

Com o crescimento urbano e o aumento da população, todas as questões relacionadas à infraestrutura passam a ser um desafio para os gestores públicos e ambientalistas, uma vez que exigem um conjunto de políticas públicas consistentes e um planejamento eficiente com a adoção de tecnologias compatíveis com a realidade da população para que seja viável sua implementação e manutenção.

## **5. METODOLOGIA**

---

A abordagem metodológica deste trabalho partiu de uma revisão bibliográfica que será apresentada no item 5.1, a fim de verificar o contexto científico das pesquisas que abordam a temática ambiental urbana, apresentando e discutindo os principais indicadores de avaliação ao planejamento urbano.

No item 5.2 serão apresentados os métodos, técnicas, materiais e recursos de softwares utilizados no tratamento das bases de dados para obtenção das variáveis e desenvolvimento dos índices e indicadores utilizados nas análises.

### **5.1. O uso de índices e indicadores no apoio ao planejamento urbano**

Os índices e indicadores da qualidade ambiental começaram a ser recorrentemente utilizados após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), diante do desafio de se construir instrumentos, não apenas para mensuração, mas também para guiar as ações e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto,

[...] a formulação de indicadores ao longo das últimas décadas vem se consolidando como uma importante ferramenta para planejamento e avaliação de políticas públicas, entre elas a política ambiental urbana. A correta utilização e leitura de indicadores possibilita o fortalecimento das decisões, facilitando, entre outras dinâmicas, a participação da sociedade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.d).

Os indicadores ambientais são importantes instrumentos para monitoramento e apoio das tomadas de decisões e no processo de gestão e planejamento urbano. A Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS-ONU) iniciou, em 1995, a partir da recomendação do capítulo 40 da Agenda 21<sup>31</sup> Global, um projeto para a construção de

---

<sup>31</sup> A Agenda 21 é um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, assinado por 179 países na conferência RIO-92, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”. O termo “Agenda 21” foi usado no sentido de intenções, desejo de mudança para esse novo modelo de desenvolvimento para o século XXI. A

indicadores de desenvolvimento sustentável. O resultado do trabalho dessa comissão foi uma lista de indicadores publicados com o título *Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies*, pelas Nações Unidas, em 2001.

No Brasil, no âmbito das ações governamentais vinculadas à Agenda 21 nacional, foi proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2002, um conjunto de indicadores obtidos a partir dos trabalhos da CSD-ONU, com adaptações às nossas especificidades. O trabalho do IBGE na formulação e acompanhamento desses indicadores têm tido atualizações constantes, tendo como objetivo disponibilizar um sistema de informações para o acompanhamento da sustentabilidade do padrão de desenvolvimento do País (IBGE, 2015). De acordo com o próprio IBGE:

O desenvolvimento sustentável integra as dimensões ambiental, social, econômica e institucional. Um dos seus desafios é a criação de instrumentos de mensuração, tais como indicadores, que são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem (IBGE, 2015, s.p.).

Segundo o IBGE (2015), a construção de cidades mais sustentáveis demanda informação, sendo os indicadores instrumentos essenciais para guiar as ações e subsidiar o acompanhamento e a avaliação das condições ambientais, devendo ser vistos como um meio e não como um fim em si mesmo, valendo mais pelo que apontam do que pelo seu valor absoluto.

Nas ciências sociais e econômicas, o termo indicador pode ser definido como uma ferramenta cujo objetivo é de sintetizar informações sobre determinada realidade, de forma quantitativa ou qualitativa, reduzindo o número de parâmetros necessários para descrever um fenômeno, simplificando a forma como essa informação chega ao usuário final.

Um pré-requisito para sucesso no uso de um sistema de indicadores é a necessidade de que esses sejam compreensíveis. Segundo BELLEN (2002), indicadores devem ser meios de comunicação, e toda forma de comunicação requer entendimento entre os participantes do processo. Os indicadores são úteis para a avaliação e comparação de condições e tendências em relação a lugares, situações, metas ou objetivos, com o propósito de antecipar situações e tendências sobre um determinado assunto.

---

Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Em relação às funções, Hardi e Barg (1997) dividem os indicadores em dois grupos: indicadores sistêmicos e indicadores de desempenho. Os indicadores sistêmicos, ou descritivos, descrevem um grupo de medidas individuais para diferentes questões características, estando fundamentados em referenciais técnicos. Já os indicadores de desempenho são ferramentas para comparação, que incorporam indicadores descritivos e referências a um objetivo político específico. Eles fornecem aos tomadores de decisão informações sobre o grau de sucesso na realização de metas, e são utilizados dentro de diversas escalas no campo da avaliação política e no processo decisório.

No processo metodológico de construção de indicadores, Quiroga (2001) identifica três fases, que chama de gerações:

- Primeira geração: são indicadores simples, que não incorporam inter-relações. Como exemplos podemos citar os indicadores de desmatamento, de emissão de CO<sub>2</sub> e de contaminação do solo.
- Segunda geração: são indicadores que incorporam múltiplas dimensões: econômica, social, institucional e ambiental, por exemplo, mas não relacionam essas dimensões em um mesmo indicador. O sistema de indicadores da CSD (1996) são indicadores de segunda geração.
- Terceira geração: são indicadores que incorporam simultaneamente vários atributos ou dimensões do Desenvolvimento Sustentável. Devem possuir alta correlação entre elas, pois fazem parte de um mesmo sistema. São os indicadores síntese (IDH, GINI entre outros).

Os chamados **sistemas de indicadores** propõem uma análise a partir de um conjunto de variáveis que, analisadas sob a forma de indicadores isolados, podem dar conta das principais tendências, tensões e causas de um determinado fenômeno. Tem a vantagem de não requererem comensurabilidade ou valoração, mas por isso mesmo necessitam de maior esforço de análise para se identificar ou entender um fenômeno.

São exemplos do sistema de indicadores o modelo já desenvolvido pela CSD, o modelo PER (Pressão-Estado-Resposta), desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 1993, e sua versão ampliada PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), utilizado PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) na elaboração da série GEO (*Global Environment Outlook*). Os indicadores envolvem, nesse âmbito, conceitos de índices como uma forma de agregação ou mesmo

subíndices. Índice é um termo que tem sua origem no latim e significa relação entre os valores de qualquer medida ou gradação (HOUAISS, 2001). Corresponde a um nível superior de agregação, em que depois de aplicado um método de agregação aos indicadores e/ou aos subíndices é obtido um valor final, adimensional ou não, que pode servir para comparação de fenômenos aleatórios em tempos ou situações diversas.

Segundo Hammond *et al.* (1995), a diferença entre indicador e índice é que indicadores são informações que se originam de dados primários e analisados, ao passo que índice consiste num simples número gerado da agregação de dois ou mais valores, podendo ser esses valores os próprios indicadores. Os **índices** ou **indicadores síntese** partem de um modelo que possibilitam agregar diversos indicadores ambientais em uma única medida. Esse tipo de indicador tem a vantagem de melhor indicar uma tendência global, e embora seja menos preciso que o sistema de indicadores, é muito mais compreensível para o público em geral. A crítica mais comum a esse modelo é que ao agregar dados de assuntos muitas vezes irreconciliáveis, pode indicar uma realidade que pode não existir (TAYRA e RIBEIRO, 2006).

Um exemplo de indicador síntese é o PIB, que apesar de não retratar adequadamente certos aspectos é um dos principais instrumentos para análise e desenvolvimento de políticas públicas, especialmente porque é prontamente entendido pelo Público em geral, e o índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Dentre os indicadores síntese mais vinculados à sustentabilidade está a metodologia da Pegada ecológica (*Ecological footprint*) proposta por Wackernagel e Rees, em 1996 (BELLEN, 2002).

É importante diferenciar atributo de indicador. O atributo é uma característica, já o indicador refere-se à mensuração de uma característica conforme parâmetros previamente definidos, buscando atribuir ao indicador alguma forma de valor, sejam quantitativos ou não. Para um mesmo atributo é possível estabelecer vários indicadores. Sobre isso, Bellen (2002) explica:

Uma variável é uma representação operacional de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema. A variável não é o próprio atributo ou atributo real mas uma representação, imagem ou abstração deste. O quanto mais próximo esta variável se coloca ao atributo próprio ou reflete o atributo ou a realidade, e qual o seu significado ou qual a sua significância e relevância para a tomada de decisão, é consequência da habilidade do investigador e das limitações e propósitos da investigação (BELLEN, 2002, p.29).

Se, por exemplo, o indicador ‘áreas verdes de uso público’ é um atributo de qualidade

ambiental de uma cidade e o dado foi obtido de uma fonte qualificada, provavelmente caracterizará uma realidade, podendo o indicador originado fornecer subsídio para determinadas ações, como identificação de áreas com carência desses espaços e criação de metas para novas áreas. Concluir com base em um conjunto de indicadores, desenvolvidos ou previamente selecionados, a sustentabilidade de um sistema urbano é tarefa complexa. Sendo assim, a base conceitual e a finalidade a que se propõe avaliar devem estar claramente definidas, bem como os dados necessários e o nível de agregação espacial e temporal que se deseja (MIANA, 2010).

A agregação dos dados é questão relevante quando se fala de indicadores de sustentabilidade. Segundo Bossel (1999), quanto mais agregado é um indicador, mais distante dos problemas em particular e maiores as dificuldades de articular estratégias de ação referentes a problemas específicos. Ao se considerar a informação de um indicador altamente agregado, não é possível adotar medidas de correção dentro de áreas específicas. Bossel (1999) afirma que a principal limitação no uso dos indicadores altamente agregados está na perda de informação vital e critica a abordagem que procura agregar todas as informações em um único índice. Segundo ele, o fascínio contemporâneo acerca de indicadores únicos é decorrente da prevalência atual dos sistemas econômicos e suas relações com o desenvolvimento.

Meadows (1998) também relata que um dos principais problemas relacionados aos indicadores é a superagregação, podendo levar a mensagens não interpretáveis, além da seleção inadequada dos mesmos que conduz a um sistema com problemas. Para Bellen (2002), contudo, a necessidade de indicadores com certo grau de agregação é imprescindível para monitoramento da questão da sustentabilidade. As informações devem ser agregadas, mas os dados devem ser estratificados em termos de grupos sociais, setores industriais ou de distribuição espacial. A generalização deve atender à regra geral de que o indicador consiga capturar eventuais problemas de uma maneira clara e concisa.

Segundo Bellen (2002), uma das questões principais quanto à definição de indicadores está na mensuração:

Saber se um indicador deve ser quantitativo ou qualitativo para que se permitam comparações. Este é um problema que tem demandado a atenção dos principais esforços internacionais para estabelecer mecanismos de mensuração. Dados técnicos são de fácil mensuração, enquanto tendências, especialmente sociais, de valores ou ideológicas não são tão fáceis de obter

(BELLEM, 2002, p.51).

Uma dificuldade adicional que deve ser considerada refere-se à disponibilidade dos dados que se pretende trabalhar, pois muitas vezes os mesmos foram obtidos de forma inadequada ou não são disponibilizados com a regularidade necessária para um bom resultado. Sem metodologias de coleta e obtenção compatíveis, a agregação e as comparações se tornam um problema para avaliação da sustentabilidade.

Os trabalhos mais conhecidos na elaboração de indicadores de sustentabilidade concentram-se especialmente na formulação de indicadores amplos, cujo objetivo é monitorar ações na escala de uma nação ou mesmo em escala mundial. Há diversas iniciativas dessa natureza, que não pretendemos focar neste trabalho. O objetivo, no que se refere aos indicadores amplos, é resgatar alguns trabalhos de alcance internacional que se destacam por serem metodologias únicas ou que tenham sido referência para o desenvolvimento de trabalhos similares em escala mundial. Quanto aos trabalhos de indicadores locais, busca-se tratar de trabalhos que tenham trazido contribuições específicas para análises de sustentabilidade voltadas para os espaços urbanos com o objetivo de monitorar, avaliar e definir aspectos diretamente vinculados à paisagem e à qualidade de vida nos espaços urbanizados, ou cuja característica dos indicadores ou metodologia desenvolvida contemple as especificidades desse ambiente e, sempre que possível, variáveis de ordem física/territorial e social em concordância com o objetivo geral deste trabalho.

No contexto dos indicadores amplos, destaca-se o trabalho, já citado, da CSD-ONU. Trata-se de uma ambiciosa iniciativa de cooperação mundial na formulação de indicadores ambientais que serve de base para iniciativas nacionais, incluindo o Brasil com o trabalho desenvolvido pelo IBGE. Ainda entre os indicadores amplos, mas com características comensuralistas, podem-se destacar iniciativas importantes com o objetivo de sintetizar elementos da dinâmica ecológica, econômica e social. Entre os mais populares estão o LPI (*Living Planet Index*)<sup>32</sup> e o Indicador de Pegada Ecológica (*Ecological footprint - Ecofootprint*).

O IBES, como descrevem Tayra e Ribeiro (2006), implica monetizar uma série de custos ambientais (água, ar, ruído...), assim como o esgotamento de capital natural (renováveis e não renováveis) e danos ambientais de longo prazo. Esses cálculos enfrentam os usuais problemas técnicos de valoração dos bens e serviços ambientais que não passam por mercados convencionais.

---

<sup>32</sup> Elaborado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF).

O *Living Planet Index* (LPI), ou índice do planeta vivo (tradução da autora), é uma medida do estado da diversidade biológica global baseada nas tendências da população de espécies de vertebrados de todo o mundo. Ele representa da mesma maneira que um índice de mercado de ações acompanha o valor de um conjunto de ações, ou um índice de preços de varejo acompanha o custo de uma cesta de bens de consumo.

O Indicador de Pegada Ecológica foi elaborado por uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. Expressada em hectares globais (GHA), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano. Tayra e Ribeiro (2006) afirmam que uma constatação da pegada ecológica é que o grau de exploração de recursos naturais e produção de rejeitos dependem, em grande medida, dos padrões de consumo das sociedades. O conceito de pegada ecológica teve grande importância para vislumbrar o entendimento de sustentabilidade e a noção de capacidade finita e limitada da terra. Dessa forma, pode-se classificar esse indicador dentro da categoria de sustentabilidade forte, que propõe uma mudança radical na atitude da sociedade e de modelo econômico respeitando os limites da natureza ou sua capacidade de carga.

Saindo dos indicadores amplos para o âmbito local, uma experiência importante de construção de sistemas de indicadores foi realizada pela cidade de Seattle (EUA), em 1991, que visava desenvolver uma lista de indicadores de sustentabilidade da cidade. Em uma primeira tentativa, o sistema de informações sugeriu 99 indicadores diferentes. Em sua versão final o programa possui 40 indicadores divididos em grupos temáticos.

Outra iniciativa no âmbito local são os indicadores de sustentabilidade do Fórum Cívico de Barcelona. Foram propostos 65 indicadores, agrupados em 10 metas para melhorar a sustentabilidade da cidade. Cada meta tem um objetivo concreto, relacionado com a estrutura urbana, formação do território, economia, entre outros aspectos. Também na Espanha, a Agência de Ecologia Urbana de Barcelona (BCN) vem contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas e projetos com o objetivo de formular instrumentos que permitam repensar a cidade e seu entorno em relação à sustentabilidade, incluindo a ecologia urbana como disciplina de análise e planejamento urbano. No Plano desenvolvido para Sevilha é estabelecido um conjunto de indicadores que condicionam o processo de planejamento urbano seguindo um modelo de cidade compacta em sua organização, fluxos e

coesão social. O Plano recomenda uma densidade construída e um grau de compacidade suficiente para gerar uma proximidade de usos e funções e configurar um espaço público promotor da ideia de cidade.

O modelo de indicadores proposto por Rueda (2008) divide o espaço urbano em três planos horizontais (altura, superfície e subsolo) que se relacionam verticalmente, e foram desenvolvidos com base nos conceitos de compacidade, eficiência e estabilidade que muitas vezes relacionam-se entre si. A proposta é redistribuir as funções concentradas na superfície, de forma que a altura e o subsolo assumam parte dessas funções. O resultado esperado é uma liberação de grande parte da superfície, favorecendo o uso desses espaços pelos cidadãos. O modelo proposto possui 44 indicadores e condicionantes, divididos em: morfologia urbana, espaço público e mobilidade, organização urbana, metabolismo urbano, aumento da biodiversidade, coesão social e eficiência do sistema (RUEDA, 2008).

No âmbito das iniciativas brasileiras, o Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte (IQVU/BH), elaborado nos anos de 1994 e 1995, por meio de uma parceria entre a Secretaria de Planejamento e a equipe multidisciplinar da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG) merece destaque. O IQVU é um instrumento previsto no Plano Diretor de Belo Horizonte de 1996<sup>33</sup> e pretende-se que avalie a “qualidade de vida do lugar urbano”, buscando medir a qualidade de vida do indivíduo enquanto morador da cidade quanto ao acesso à oferta de bens e serviços. Conforme o Portal da PBH:

O IQVU-BH é um índice multidimensional intraurbano, que quantifica a desigualdade espacial no interior do tecido urbano em termos de disponibilidade e acesso a bens e serviços urbanos. Ao expressar, em números, a complexidade de fatores que interferem na qualidade de vida urbana dos diversos espaços da cidade, o objetivo do índice é avaliar o nível da infraestrutura de serviços urbanos disponível nas diversas regiões da cidade, e permitir a delimitação de áreas prioritárias para os investimentos públicos (BELO HORIZONTE, s.d.).

O índice é calculado para cada uma das 81 unidades espaciais de Belo Horizonte, denominadas de Unidades de Planejamento – UP, em conformidade com os estudos básicos do Plano Diretor de BH/1995. O IQVU tem uma lógica de interpretação positiva, ou seja, quanto maior o seu valor melhor o resultado, e todos os indicadores utilizados no cálculo também devem apresentar a mesma lógica positiva. O IQVU é composto por 39 indicadores que se somam em um indicador síntese para cada UP.

---

<sup>33</sup> LEI Nº 7.165, DE 27 DE AGOSTO DE 1996.

Elaborado pelo Observatório das Metrópoles<sup>34</sup>, o Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU) procura avaliar a dimensão urbana do bem-estar usufruído pelos cidadãos brasileiros promovidos pelo mercado via o consumo mercantil e pelos serviços sociais prestados pelo Estado (RIBEIRO *et al*, 2013). Elaborado a partir de dados do censo demográfico do IBGE, esse índice é composto por cinco dimensões: Mobilidade Urbana, condições ambientais urbanas, condições habitacionais urbanas, condições de serviços coletivos urbanos e infraestrutura urbana.

Segundo Ribeiro *et al* (2013), todas essas dimensões foram definidas considerando as propriedades necessárias do espaço urbano que podem possibilitar condições coletivas de vida para seus habitantes, ou seja, elas têm em comum a possibilidade de serem compreendidas com base nas condições urbanas que favorecem maior ou menor bem-estar para seus residentes. Na construção da metodologia, essas dimensões têm o mesmo peso, o que deve garantir a avaliação do bem-estar urbano levando em consideração o número de características (indicadores) que compõem cada dimensão.

Silva (2012) desenvolve indicadores para a região Metropolitana de Belo Horizonte que buscam agrupar variáveis ambientais e socioeconômicas a fatores já conhecidos de saneamento: água, esgoto e lixo. Dessa forma, o autor analisa qualidade do saneamento ambiental através da criação de um índice sintético. O banco de dados é composto por variáveis ambientais físicas (áreas verdes, áreas alagáveis etc.) que foram obtidas com técnicas de sensoriamento remoto, além de informações do senso relativas à infraestrutura urbana. Dentre as variáveis extraídas do senso estão a renda, grau de instrução, abastecimento de água, existência de banheiro e de esgotamento sanitário e coleta de lixo. Esses dados foram utilizados em razão por domicílio e também em valores absolutos. A partir da aplicação de técnicas estatísticas, obteve-se um índice subdividido em cinco classes: crítico, baixo, médio-baixo, médio e alto – que posteriormente foram combinados com a variável Renda –, obtendo-se, assim, um indicador denominado Índice de Saneamento e Qualidade Ambiental (IQSA) para cada setor censitário.

Nucci (2001) desenvolve uma metodologia para determinação da qualidade ambiental

---

<sup>34</sup> O Observatório das Metrópoles é um grupo que funciona como um instituto virtual, reunindo hoje 159 pesquisadores (dos quais 97 principais) e 59 instituições dos campos universitário (programas de pós-graduação), governamental (fundações estaduais e prefeitura) e não governamental, sob a coordenação geral do IPPUR - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Faz parte do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

em espaço urbano, utilizando como indicadores aspectos diretamente relacionados aos espaços urbanos, como uso do solo, resíduos, percentual de área livre, abastecimento de água, conforto térmico, densidade, verticalidade, entre outros. Ao invés de trabalhar com indicadores numéricos, o autor trabalha com a sobreposição de mapeamentos que originam um mapa síntese da qualidade ambiental de um determinado local (no caso do estudo em questão, o bairro de Santa Cecília, em São Paulo). A metodologia proposta apresenta vantagens em relação aos indicadores numéricos, especialmente na escala de trabalho para o qual a metodologia é proposta, uma vez que permite identificar de forma mais detalhada os problemas e, por sua vez, estabelecer ações de forma mais objetiva.

É importante ressaltar que as questões ambientais têm ganhado mais espaço dentro das políticas de desenvolvimento municipais, gerando uma demanda por metodologias que possam analisar a situação das cidades de forma a subsidiar diretrizes para projetos e intervenções urbanas, buscando, assim, a construção de uma cidade mais sustentável.

## 5.2. Materiais e métodos

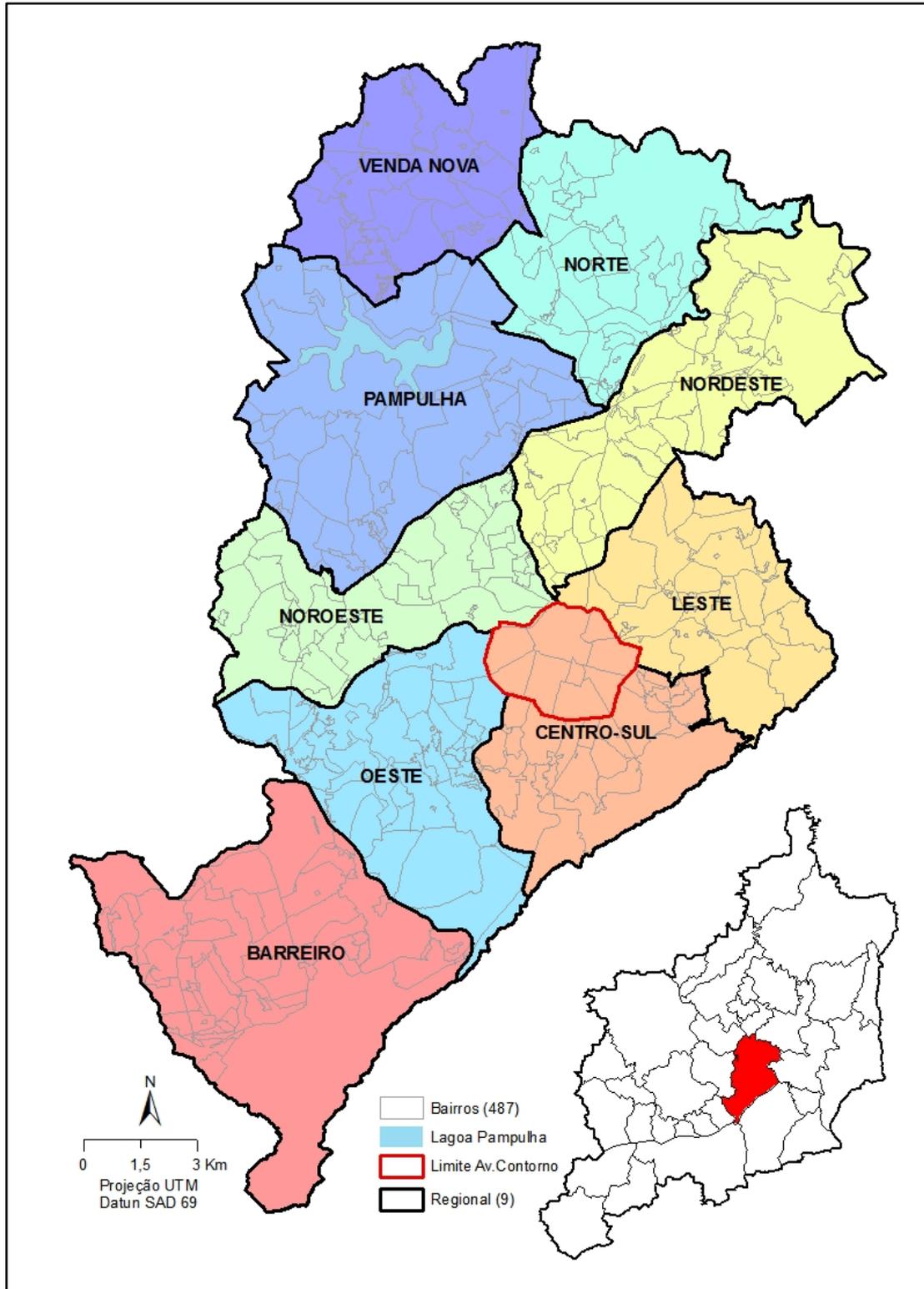
Procurou-se, a partir da base de dados disponibilizada pela Prodabel/PBH<sup>35</sup>, dos microdados do universo do censo de 2010 do IBGE e de dados obtidos no Laboratório de Estudos Territoriais (LESTE/UFMG), propor indicadores para avaliar até que ponto a aplicação dos princípios presentes nas teorias de planejamento tem proporcionado, de fato, maior qualidade ambiental nas cidades.

O trabalho utiliza como área de estudo o perímetro do município de Belo Horizonte, tendo como unidade espacial mínima de análise o Setor Censitário estabelecido conforme o Censo Demográfico de 2010. A Figura 7 apresenta o mapa de Belo Horizonte com a delimitação das regionais administrativas e bairros. Os setores censitários estão ilustrados no mapa da Figura 8. Foram excluídos da análise os setores classificados pelo IBGE como aglomerados subnormais<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> As informações disponibilizadas pela Prodabel/PBH foram: (1) Quadras: Base de quadras de Belo Horizonte, referente ao Cadastro Técnico Municipal (CTM) de setembro de 2011 (Belo Horizonte, 2011a), com informações atualizadas segundo a Lei 9.959/10. (2) Cadastro de contribuintes do IPTU: A base de faces dos lotes de Belo Horizonte, referente a setembro de 2011, foi extraída do cadastro do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana, ou IPTU (Belo Horizonte, 2011b). Trata-se de uma base vetorial, com informações utilizadas para a coleta do IPTU. A base possui atributos de área do terreno em m<sup>2</sup>, área construída no terreno em m<sup>2</sup>, altura da edificação em metros, tipo de ocupação (residencial, não residencial e territorial), tipo construtivo (casa, barracão, apartamento, área comercial e lote vago), quantidade de domicílios por registro, entre outros.

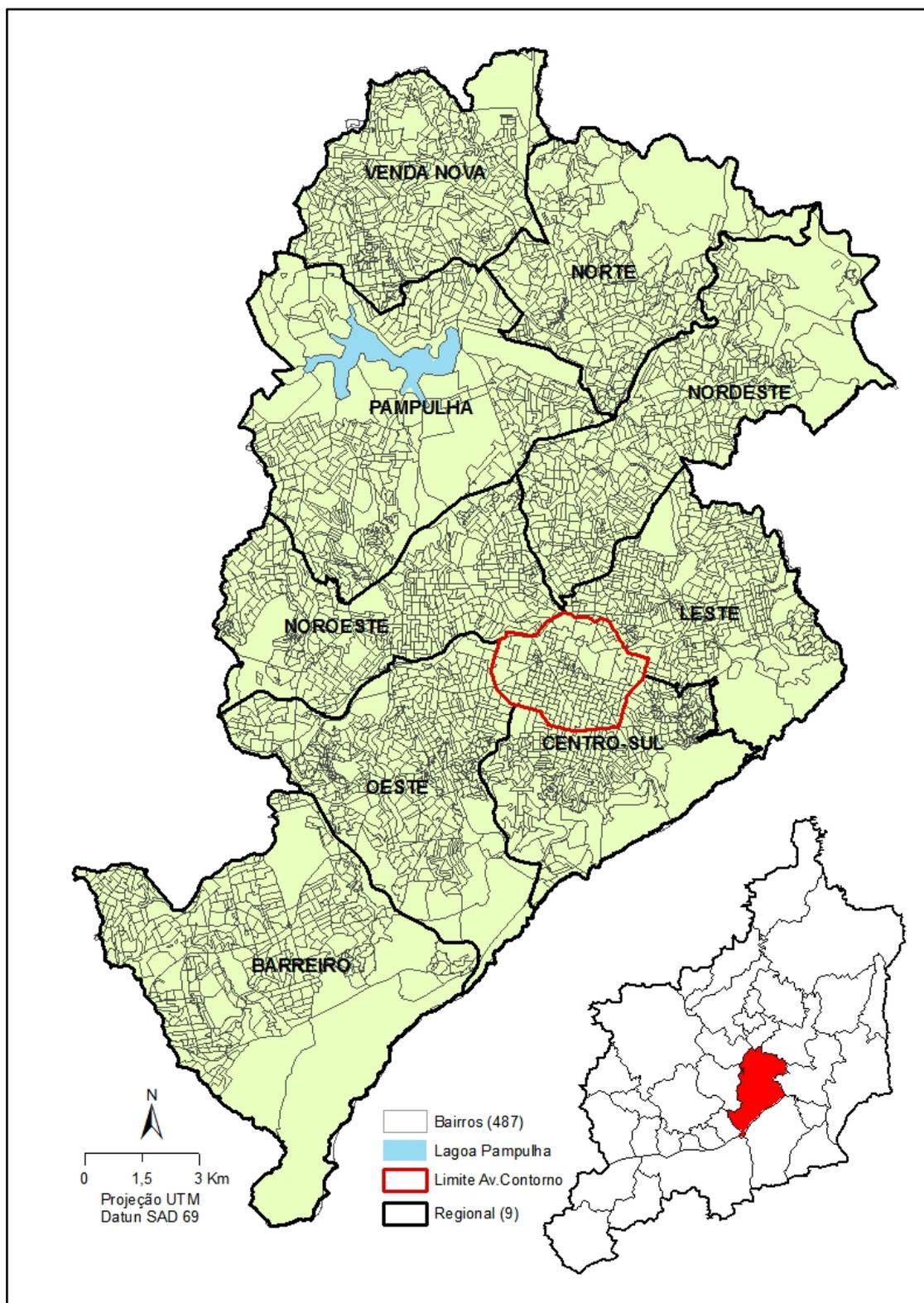
<sup>36</sup> É o conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de



**Figura 7 - Mapa de Belo Horizonte, com indicação das regionais administrativas e bairros**

FONTE: Elaborado pela autora

propriedade e pelo menos uma das características listadas: - irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou - carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).



**Figura 8 – Setores censitários no município de Belo Horizonte/MG, 2010**

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos dados de IBGE, 2010.

A partir da revisão da literatura e das discussões empreendidas no item 4.3, optou-se por assumir duas dimensões, a espacial e ambiental, para as quais foram selecionados um conjunto de indicadores e variáveis posteriormente agregadas em índices sintéticos. A organização segundo as dimensões permitiu uma maior facilidade de compreensão das características impactadas por cada um dos indicadores. A escolha de se trabalhar com duas dimensões se deu pela melhor adequação dessas ao recorte metodológico pretendido, que foi de restringir a análise aos aspectos que guardem relação direta com as características físicas do ambiente urbano.

A existência de quantidades diferentes de indicadores para cada grupo não tem o objetivo de dar maior ou menor peso a uma determinada dimensão, e sim de caracterizá-la melhor. As dimensões bem como as variáveis relacionadas e os indicadores gerados estão descritos no Quadro 2.

**Quadro 2- Resumo dos Indicadores, Variáveis e Índices**

<b>Dimensões</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Índices</b>	
Espacial	Densidade de Ocupação Urbana	Altura das Edificações (AE)	Índice de Adensamento Urbano (IAU)	
		Coefficiente de Aproveitamento (CA)		
Ambiental	Permeabilidade do Solo e Conforto Térmico	Área Permeável (AP)	Índice de Amenidade Ambiental (IAA)	Índice de Qualidade Ambiental (IQA)
		Temperatura Média (TM)		
	Acessibilidade ao Transporte Público	Densidade de Pontos de ônibus (DP)	Índice de Acessibilidade ao Transporte (IAT)	
		Média de linhas de ônibus por pontos (ML)		
	Saneamento Ambiental	Condições de Saneamento do Entorno <sup>37</sup> (CSE)	Índice de Saneamento Ambiental (ISA)	

Fonte: Elaborado pela autora.

<sup>37</sup> Envolve as seguintes variáveis extraídas do Censo Demográfico de 2010: (1) abastecimento de água da rede geral; (2) banheiro de uso exclusivo; (3) lixo coletado; (4) existência de lixo acumulado nos logradouros; (5) esgoto a céu aberto; (6) arborização urbana; (7) existe bueiro/boca de lobo; (8) existência de calçada.

A dimensão espacial é caracterizada pelo Índice de Adensamento Urbano (IAU) derivado das variáveis de Altura das Edificações (AE), Coeficiente de Aproveitamento (CA) e Densidade Demográfica (DD). Já a dimensão ambiental é composta por três índices: o IAA (Índice de Amenidade Ambiental), o IAT (Índice de Acessibilidade ao Transporte) e o ISA (Índice de Saneamento Ambiental), posteriormente agregados em um índice síntese, denominado Índice de Qualidade Ambiental (IQA).

Os dados obtidos foram tratados com a utilização dos programas *IBM-SPSS Statistics*<sup>38</sup> e *ArcGIS*<sup>39</sup>, e os resultados serão representados na forma de cartogramas, tendo sido a classificação estabelecida pelo método denominado “quebras naturais” (*Natural Breaks*). Esse método de classificação se justifica uma vez que não foi verificada uma distribuição linear dos dados. Além disso, por se tratar de um método de classificação que favorece um agrupamento natural dos dados, nos permite enfatizar grupos, evidenciando as diferenças regionais, o que é positivo para este trabalho. Os procedimentos de tratamento dos dados para a obtenção das variáveis e construção dos índices serão descritos nos itens a seguir.

### 5.2.1. Dimensão Espacial

O que chama a atenção no desenho de uma cidade é sua tessitura, a trama de seus elementos e a forma como esses elementos se cristalizaram, configurando o tecido urbano. São considerados aspectos vinculados à dimensão espacial a configuração da cidade dada pelo sistema viário, pelo padrão de parcelamento do solo, pela aglomeração e isolamento de edificações e espaços, ou seja, pela conformação dos elementos urbanos nos mais variados arranjos. A análise deve examinar, portanto, componentes elementares da forma urbana. As variáveis estabelecidas para esse indicador têm o objetivo de examinar os aspectos morfológicos que se relacionam diretamente às questões de sustentabilidade discutidas aqui.

Sendo assim, para a caracterização da dimensão espacial, buscou-se a elaboração de índice, denominado *Índice de Adensamento Urbano (IAU)*, visando sintetizar o aspecto relacionado à forma urbana, relacionando variáveis de densidade construtiva e populacional.

---

<sup>38</sup> Software estatístico produzido pela empresa IBM.

<sup>39</sup> Software de sistema de Informações geográficas georreferenciadas produzido pela empresa ESRI.

O IAU é construído a partir da relação entre três variáveis: Altura das edificações (AE), Coeficiente de Aproveitamento (CA) e Densidade Demográfica (DD).

### 5.2.1.1. Densidade de Ocupação Urbana

A altura das edificações é uma medida importante na morfologia urbana uma vez que nos permite verificar o nível de verticalização de uma determinada área. As bases digitais utilizadas integram os conjuntos das variáveis de altimetria das edificações obtidas no trabalho de Lobo *et al.* (2015). Nesse trabalho, os dados de altimetria foram captados por sensores remotos ativos e tratados utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Os valores de altitudes foram posteriormente agregados em função dos polígonos das edificações da cidade por meio de bases georreferenciadas cedidas pela PBH/Prodabel<sup>40</sup>. Os dados de elevação foram corrigidos em função de um Modelo Digital de Terreno (MDT), gerado também através de técnicas de geoprocessamento utilizando bases topográficas cedidas pela PBH/Prodabel (FONSECA *et al.*, 2013). A variável AE é dada pela média ponderada das alturas das edificações de um dado setor censitário.

Os dados de área do terreno em metros quadrados (m<sup>2</sup>) e área construída da edificação, também em metros quadrados (m<sup>2</sup>), foram extraídas do cadastro do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU (Belo Horizonte, 2011b). Os dados de população para o cálculo da densidade demográfica foram extraídos do Censo de 2010<sup>41</sup>.

O Coeficiente de Aproveitamento (CA) foi obtido pela relação entre a área edificada e a área total do terreno, indicando o adensamento construtivo do setor censitário;

$$CA = \text{área aedif.} / \text{área setor}$$

#### Equação 1

Sendo:

*área edif.* = área bruta edificada por setor censitário em metros quadrados

*área setor* = área total do setor censitário

<sup>40</sup> As bases foram: BELO HORIZONTE, 2011a - BELO HORIZONTE, 2011b - BELO HORIZONTE, 2011c.

<sup>41</sup> IBGE, 2011.

A Densidade Demográfica (DD) da área edificada foi derivada da relação entre a população e a área edificada, indicando o adensamento populacional do setor;

$$DD = pop / \text{área edif.}$$

**Equação 2**

Sendo:

*pop* = população residente total do setor censitário

*área edif.* = área bruta edificada por setor censitário em metros quadrados

### 5.2.1.2. Índice de Adensamento Urbano

O Índice de Adensamento Urbano (IAU) foi obtido pela média simples das variáveis AE, CA e DD, padronizadas;

$$IPAC = (AEP + CAP + DDp) / 3$$

**Equação 3**

Sendo:

*AEP* = variável AE padronizada

*CAP* = variável CA padronizada

*DDp* = variável DD padronizada

A equação utilizada para padronização das variáveis utilizadas na composição dos índices é descrita a seguir:

$$\text{Índice} = (\text{valor-média}) / \text{Desvio Padrão}$$

**Equação 4**

Sendo:

*Valor* = variável padronizada

*Média* = média dos valores padronizados

### **5.2.2. Dimensão Ambiental**

Para a caracterização da dimensão ambiental buscou-se a construção de um índice, o IQA, construído a partir da agregação de três outros índices, o IAA, o IAT e o ISA. O esquema de construção desses índices foi apresentado no Quadro 2, e a metodologia de construção é descrita nos itens a seguir.

#### **5.2.2.1. Permeabilidade do Solo e Conforto Térmico**

O indicador de Permeabilidade do solo e Conforto Térmico é caracterizado pelo índice IAA. Para a construção desse índice foram utilizadas variáveis de Área Permeável (AP) e Temperatura Média (TM), uma vez que são medidas de conforto ambiental amplamente utilizadas, conforme verificado na revisão bibliográfica, parte integrante deste trabalho.

As bases digitais utilizadas que integram o conjunto de dados das áreas permeáveis ocupáveis foram obtidas a partir do trabalho de Fonseca *et al* (2013). A identificação dessas áreas foi possível com base em sucessivos recortes a partir do setor censitário. Inicialmente, foi extraído tudo o que não era “ocupável” do ponto de vista legal, como a Zona de Preservação Ambiental (ZPAM), algumas zonas de grandes equipamentos urbanos (ZE’s), áreas verdes de uso público e Áreas de Preservação Permanente (APP’s). Também foram descontadas as áreas não ocupáveis devido às restrições físicas ou ambientais, tais como as vias (ruas, avenidas, travessas etc.), parques, praças, corpos hídricos etc. Foram consideradas áreas impermeáveis (antropizadas) todas as edificações (arquivo vetorial das edificações PRODABEL, 2007) e aquelas identificadas por meio de técnicas de classificação de imagens. Nessa classificação, utilizou-se um mosaico de cenas referentes ao ano de 2010, das imagens

orbitais do sistema RapidEye com a resolução espacial de 5 metros. As categorias da classificação referentes às áreas edificadas/impermeabilizadas e áreas verdes foram exportadas em formato vetorial, o que permitiu calcular a proporção de áreas verdes e permeáveis em cada setor (FONSECA *et al*, 2013). No caso dos dados de áreas permeáveis, cuja relação com a dimensão espacial é bastante próxima, buscou-se trabalhar apenas com áreas passíveis de ocupação, portanto, sob interferência direta dos mecanismos de regulação e da atuação da população.

O indicador relaciona a área permeável passível de ocupação, obtida pelas técnicas de sensoriamento remoto, com a área do setor censitário. O dado utilizado é o percentual de área permeável ocupável de cada setor censitário. O indicador de AP é dado pelo somatório da área permeável ocupável do setor, dividida pela área *aedificandi* total do setor.

$$AP = (\text{área perm.} / \text{área ae}) \times 100$$

**Equação 5**

Sendo:

*área perm.* = área permeável localizada em *área aedificandi*

*área ae* = área *aedificandi* do setor censitário

Os dados utilizados que integram os conjuntos das variáveis de temperatura foram obtidos dos experimentos de campo de Assis (2011). Nesse trabalho foram utilizados os dados de temperatura média obtidos em três experimentos, distribuídos nos períodos seco (outono-inverno) e chuvoso (primavera-verão). Em seu experimento, Assis (2011), coletou dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos) em intervalos horários a 1,5m da superfície, sob condições atmosféricas estáveis e instáveis. Nessas medições foram utilizados vinte pontos de medição distribuídos ao longo do município, além de informações das seguintes estações meteorológicas: 5 DISME/INMET (P24), Estação Ecológica da UFMG (P25), Aeroporto da Pampulha (P26), SIMGE/IGAM/INPE-CPTEC (P22), Estação do INI-BH (P21) e Aeroporto Carlos Prates (P23), totalizando 26 pontos de medição (ASSIS, 2011).

Os dados obtidos no levantamento de campo foram interpolados, utilizando o método de cokrigagem ordinária através do programa ArcGis. A cokrigagem é um procedimento geoestatístico, no qual diversas variáveis regionalizadas podem ser estimadas em conjunto com base na correlação espacial entre elas. A ferramenta é uma extensão multivariada do

método da krigagem, quando para cada local amostrado obtém-se um vetor de valores em lugar de um único valor estimado em função dos valores das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico. O método se mostrou adequado uma vez e as duas variáveis correspondiam ao mesmo domínio espacial com alto grau de correlação; sendo indicado também para situações onde a variável de interesse, no caso a temperatura, subamostrada em relação às demais variáveis disponíveis.

A interpolação teve o objetivo de gerar estimativas para a variável de interesse, no caso a temperatura. Sendo assim, a interpolação utilizou a temperatura como variável primária e a altitude como variável auxiliar. Para realizar a interpolação, o arquivo que representava a variável secundária, no caso a altimetria, foi convertido em formato *raster*.

O resultado da interpolação foi gerado em formato *raster* (matriz), que foi convertido em arquivo (base) de pontos. Dessa forma, cada setor censitário possuía um conjunto de pontos com um valor de temperatura atribuído a cada um deles. A partir dessa matriz, foi calculada a média aritmética simples dos valores de temperatura dos pontos contidos em cada setor censitário, originando a variável estimativa de temperatura, TM.

As variáveis AP e TM geram o índice agregado denominado Índice de Amenidade Ambiental (IAA). O índice é dado pela média simples das variáveis.

$$IAA = (AP_p - TM_p) / 2$$

**Equação 6**

Sendo:

$AP_p$  = variável AP padronizada

$TM_p$  = variável TM padronizada

O sinal negativo atribuído à variável TM indica que o comportamento da variável na composição do índice é o inverso do comportamento da variável AP, ou seja, enquanto que para a área permeável quanto maior o valor da variável, melhor a qualidade ambiental; já para a temperatura, considerando as condições climáticas locais e o referencial teórico, quanto menor o valor da variável, melhor para as condições ambientais.

### 5.2.2.2. Acessibilidade ao Transporte Público

O indicador de Acessibilidade ao transporte público é caracterizado pelo índice IAT. O transporte público na cidade de Belo Horizonte é feito maciçamente por ônibus, que responde por quase toda a totalidade do atendimento, uma vez que a cidade é atendida por apenas uma linha de trem urbano. Optou-se, portanto, por delimitar variáveis relacionadas ao acesso a serviços públicos de transporte por ônibus para a construção do índice. São elas: Densidade de pontos de ônibus (DP) e Média de linhas de ônibus por ponto (ML).

Os aspectos relacionados à acessibilidade são bastante complexos e influenciados por diversos fatores. Segundo Reck (s.d), pode-se avaliar a acessibilidade ao transporte público levando-se em conta dois aspectos principais:

- **Acessibilidade Locacional:** representada pela proximidade dos terminais e pontos de embarque e desembarque do sistema, e refere-se ao tempo de deslocamento da origem ao ponto de desembarque ou do ponto de desembarque ao destino.
- **Acessibilidade Temporal:** representada pela frequência dos serviços.

A condição ideal para o usuário é a existência de pontos de parada próximos aos locais de origem e destino, bem como a frequência na oferta dos serviços. Para este trabalho, optamos por caracterizar aspectos relacionados à acessibilidade locacional pela densidade de pontos/terminais de ônibus. Em geral, uma maior densidade de pontos permite acesso ao sistema em um menor tempo de deslocamento do usuário entre o local de origem e o terminal.

Os dados para a construção das variáveis foram obtidos a partir das bases georreferenciadas de pontos de ônibus e itinerário das linhas disponibilizados pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTrans).

A variável de densidade de pontos de ônibus é dada pelo somatório dos pontos de ônibus de um setor, dividido pela área total do setor. O somatório do número de pontos de ônibus considera um buffer de 100 metros no entorno do setor.

$$DP = \text{pontos} / \text{área tot.}$$

**Equação 7**

Sendo:

*Pontos* = somatório dos pontos de ônibus do setor, considerando um buffer de 100 metros no entorno do setor censitário

*Área tot.* = área total do setor censitário em km<sup>2</sup>

Já para a acessibilidade temporal, buscamos uma forma de medir a frequência de atendimento, que pode ser avaliada de diversas formas. Partimos do princípio de que o ideal seria a utilização imediata do transporte a qualquer momento que se chegar ao ponto/terminal. Um mesmo ponto/terminal pode ter uma única linha com uma determinada frequência de viagens; ou várias linhas, cada qual com uma frequência. Sendo assim, utilizamos a média do número de linhas de ônibus dos pontos/terminais de um dado setor censitário, considerando que quanto maior o número de linhas maior a possibilidade de o serviço ser oferecido com mais frequência.

Considerando que a porção territorial de agregação dos dados é o setor censitário, mas que o acesso aos serviços de transporte não estão restritos a esses limites, optamos por estabelecer um buffer de 100 metros ao redor de cada setor, região na qual os pontos de ônibus ou linhas ali localizados contribuem também para a acessibilidade dos setores vizinhos. A distância de 100 metros foi por considerar essa uma distância ideal para uma boa acessibilidade ao transporte público (PIANUCCI, 2011).

A variável do número médio de linhas por pontos de ônibus para cada setor censitário foi calculada seguindo os procedimentos listados abaixo:

1. Somatório do número de linhas de cada ponto de ônibus.
2. Média aritmética do somatório do número de linhas que passam nos pontos de ônibus que atendem ao setor censitário. Foram considerados os pontos de ônibus contidos num buffer de 100 metros no entorno do setor censitário.

$$ML = N \text{ linhas } p_1 + N \text{ linhas } p_2 + N \text{ linhas } p_3 + N \text{ linhas } p_x \dots \dots \dots / N \text{ pontos}$$

**Equação 8**

Sendo:

$N \text{ linhas } p_x$  = Número de linhas que passam em determinado ponto de ônibus do setor censitário

$N \text{ pontos}$  = Somatório de pontos de ônibus do setor considerando um buffer de 100 metros no entorno do setor censitário

As variáveis DP e ML geram o índice agregado denominado Índice de Acessibilidade ao Transporte (IAT). O índice é dado pela média simples das variáveis;

$$IAT = (DPp + MLp) / 2$$

**Equação 9**

Sendo:

$DPp$  = variável DP padronizada

$MLp$  = variável ML padronizada

### **5.2.2.3. Saneamento Ambiental**

Para a composição do Índice de Saneamento Ambiental, optamos por utilizar variáveis que tratassem da urbanização do local, caracterizando um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações com ênfase àqueles que estejam relacionados às condições de saúde da população e a busca por uma conservação dos recursos ambientais.

A escolha das variáveis levou em conta outros estudos e índices criados, como o Índice de Qualidade de Saneamento Ambiental – IQSA – desenvolvido por Silva (2012), a metodologia dos indicadores sócio ambientais presentes em Garcia *et al* (2012), e o Índice de Saneamento Ambiental – ISA – () desenvolvido por Garcia *et al.*(2016).

Para a construção do ISA, foram utilizadas algumas variáveis disponíveis nos microdados do universo do censo de 2010 do IBGE, aqui chamadas de Condições de Saneamento do Entorno – CSE –. São elas:

- Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral;
- domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário, e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial;
- domicílios particulares permanentes com lixo coletado;
- domicílios particulares permanentes – não existe lixo acumulado nos logradouros;
- domicílios particulares permanentes – não existe esgoto a céu aberto;
- domicílios particulares permanentes – existe arborização;
- domicílios particulares permanentes – existe bueiro/boca de lobo;
- domicílios particulares permanentes – existe calçada, todas por setor censitário.

As variáveis do censo citadas acima foram agregadas formando uma variável síntese denominada CSE. O resultado da variável síntese demonstra o percentual de adequação de um

dado setor censitário aos requisitos de infraestrutura e saneamento.

As variáveis do censo “domicílios particulares permanentes – não existe lixo acumulado nos logradouros” e “domicílios particulares permanentes – não existe esgoto a céu aberto” foram consideradas como situações críticas. Logo, nos setores censitários onde tais critérios não foram observados, ou seja, **que apresentam lixo ou esgoto a céu aberto**, o valor do Indicador foi rebaixado para o valor mínimo, no caso o valor é zero.

Para os setores censitários que **não apresentaram lixo acumulado** nos logradouros ou esgoto a céu aberto, foi executada uma média simples visando uma classificação de mesmo peso referente às demais variáveis (não críticas) conforme a seguinte equação:

$$CSE = \sum ADOM / 8$$

**Equação 10**

Sendo:

$\sum ADOM$  = soma do percentual da adequação dos domicílios de cada variável por setor censitário.

O valor do ISA, utilizado para composição do Indicador de Qualidade Ambiental, é dado pelo valor padronizado de CSE. Ressalta-se que a distribuição espacial esperada do CSE e do ISA deve ser idêntica. A padronização do CSE foi feita conforme a **Equação 4**.

#### **5.2.2.4. Indicador de Qualidade Ambiental**

O Indicador de Qualidade Ambiental – IQA – é o indicador agregado final da dimensão ambiental. O IQA é dado pela média simples dos índices padronizados IAA, IAT e ISA;

$$IQA = (IAAp + IATp + ISA) / 3$$

**Equação 11**

Sendo:

$IAAp$  = Índice de Amenidade Ambiental padronizado;

$IATp$  = Índice de Acessibilidade ao Transporte padronizado;

$ISA$  = Índice de Saneamento Ambiental (CSE padronizado);

A padronização dos índices foi feita conforme a **Equação 4**.

### 5.2.3. Análise de Regressão

Um dos objetivos deste trabalho é avaliar a relação entre o adensamento e a qualidade ambiental. Para isso, o IAU e o IQA são analisados utilizando modelos de regressão que permitem avaliar o comportamento de uma variável (dependente) em relação à outra (explicativa), descrevendo a relação entre essas variáveis de forma matemática simplificada.

O primeiro modelo aplicado foi o modelo de regressão linear OLS (*Ordinary Least Square*), visando aferir a significância estatística global da relação entre os IAU e o IQA. O método de regressão OLS não se mostrou o mais apropriado, visto que não considera a variação espacial das relações entre variáveis. Sendo assim, em função dos resultados obtidos, foi aplicado também um modelo de regressão espacial *Geographically Weighted Regression* (GWR) com o objetivo de verificar correlações espaciais. Aplicou-se essa técnica utilizando o IAU como variável explicativa e o IQA como variável dependente da regressão. A regressão foi executada utilizando o programa ArcGis

GWR é uma técnica que gera um modelo de regressão, permitindo análises estatísticas considerando as coordenadas locais dos dados, permitindo visualizar parâmetros resultantes de ajustes de um modelo a cada ponto observado, ponderando as demais observações como função da distância a cada ponto com vistas a identificar como se comportam espacialmente os relacionamentos entre as variáveis (OLIVEIRA, 2016).

Os fenômenos espaciais analisados nesse trabalho não são estacionários, nesse sentido uma regressão local também se mostra mais apropriada, uma vez que, diante de uma variação espacial significativa dos dados, a ferramenta permite refletir essa heterogeneidade espacial, gerando melhorias nos resultados obtidos, em comparação ao modelo OLS. Ao ajustar um modelo de regressão para cada ponto geográfico, contribuindo assim para identificação de fatores ou padrões de ocorrência nas relações entre as variáveis que poderiam ser ignoradas em outros tipos de análise que desconsideram a razão espacial.

Em última análise, para esse trabalho, os resultados obtidos a partir do modelo GWR permitem avaliar a relação de ocorrência de qualidade ambiental em função do adensamento, permitindo que se identifiquem ocorrências locais, que se comparadas a um padrão de esperado identificado no arcabouço teórico de referencia, podem revelar, por exemplo, a necessidade de adoção de práticas diferentes para cada região, com vistas a um resultado esperado.

A partir da análise dos resultados da regressão GWR, foram utilizados os resultados do Coeficiente de Regressão Local e do  $R^2$  Local. O coeficiente de Regressão Local é uma medida da correlação espacial e tem o objetivo de identificar se a relação entre as variáveis é positiva ou negativa. Valores positivos do coeficiente indicam que as variáveis possuem uma correlação positiva, ou seja, IQA positivo aliado à IAU positivo, ou IQA negativo aliado à IAU negativo. Consideram-se os setores cuja IAU e IQA são positivos aqueles onde a aplicação da teoria da cidade compacta está presente e é bem sucedida. Já os valores altos de  $R^2$  Local permitem identificar o grau de associação entre as variáveis, identificando os setores onde a correlação entre as variáveis é maior. A análise desses dois resultados tem o objetivo de identificar os setores onde a relação das variáveis é mais forte, e a partir deles selecionar os setores onde o adensamento urbano e a qualidade ambiental estão presentes, sendo esses os setores onde são verificados a presença dos princípios da cidade compacta no planejamento urbano do município.

Com vistas a essa identificação, os setores foram selecionados utilizando-se ferramentas do programa ArcGis e SPSS, em dois níveis: Primeiro foram selecionados entre os setores que possuíam coeficiente de regressão local positivos, concentrados nas duas últimas faixas de classificação (acima de 0,21), aqueles cujos valores de IAU e IQA também são positivos, ou seja, maiores que 0 (zero). Foram escolhidos os setores nessa faixa de valores, pois foram os que apresentaram maior correlação local entre as variáveis conforme resultados do  $R^2$  Local. A partir desses resultados foi aplicado um segundo filtro, de forma a selecionar apenas os setores cuja relação IAU/IQA variasse entre 25% e 75%. Esse parâmetro foi estabelecido a fim de excluir situações extremas, onde apenas o desempenho de um índice, o IAU ou o IQA, influenciasse o resultado final.

Selecionados os setores, os valores de IQA e IAU de cada um deles foram somados com o objetivo de estabelecer uma classificação para eles e hierarquizá-los, oferecendo, assim, uma medida da presença de adensamento urbano aliado à qualidade ambiental,

Em última análise, para esse trabalho, os resultados obtidos a partir do modelo GWR permitem avaliar a relação de ocorrência de qualidade ambiental em função do adensamento, possibilitando a identificação de ocorrências locais, que se comparadas a um padrão de esperado estabelecido no arcabouço teórico, podem revelar, por exemplo, a necessidade de adoção de práticas diferentes para cada região, com vistas a um resultado esperado.

A partir da análise dos resultados da regressão GWR, foram utilizados os resultados do Coeficiente de Regressão Local e do  $R^2$  Local. O coeficiente de Regressão Local é uma medida da correlação espacial e tem o objetivo de identificar se a relação entre as variáveis é positiva ou negativa. Valores positivos do coeficiente indicam que as variáveis possuem uma correlação positiva, ou seja, IQA positivo aliado à IAU positivo, ou IQA negativo aliado à IAU negativo. Consideram-se os setores cuja IAU e IQA são positivos aqueles onde a aplicação da teoria da cidade compacta está presente e é bem sucedida. Já os valores altos de  $R^2$  Local permitem identificar o grau de associação entre as variáveis, identificando os setores onde a correlação entre as variáveis é maior. A análise desses dois resultados tem o objetivo de identificar os setores onde a relação das variáveis é mais forte, e a partir deles selecionar os setores onde o adensamento urbano e a qualidade ambiental estão presentes, sendo esses os setores onde é verificada a presença dos princípios da cidade compacta no planejamento urbano do município.

Com vistas a essa identificação, os setores foram selecionados utilizando-se ferramentas do programa ArcGis e SPSS, em dois níveis: Primeiro foram selecionados entre os setores que possuíam coeficiente de regressão local positivos, concentrados nas duas últimas faixas de classificação (acima de 0,21), aqueles cujos valores de IAU e IQA também são positivos, ou seja, maiores que 0 (zero). Foram escolhidos os setores nessa faixa de valores, pois foram os que apresentaram maior correlação local entre as variáveis conforme resultados do  $R^2$  Local. A partir desses resultados foi aplicado um segundo filtro, de forma a selecionar apenas os setores cuja relação IAU/IQA variasse entre 25% e 75%. Esse parâmetro foi estabelecido a fim de excluir situações extremas, onde apenas o desempenho de um índice, o IAU ou o IQA, influenciasse o resultado final.

Selecionados os setores, os valores de IQA e IAU de cada um deles foram somados com o objetivo de estabelecer uma classificação para eles e hierarquizá-los, oferecendo, assim, uma medida da presença de adensamento urbano aliado à qualidade ambiental, chamado no cartograma que apresenta os resultados de compactação urbana. Quanto maior o

valor da soma dos índices mais representativo da aplicação dos princípios da cidade compacta, conforme os conceitos definidos no referencial teórico.

Todos os resultados do *GWR* foram classificados por *Natural Breaks* e apresentados na forma de cartogramas.

## **6. O ADENSAMENTO E A QUALIDADE AMBIENTAL EM BELO HORIZONTE: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

---

A análise que será empreendida a seguir trata de cada uma das dimensões descritas item 5.2 e busca identificar possíveis relações que elas tenham entre si, e também com outros aspectos já discutidos neste trabalho.

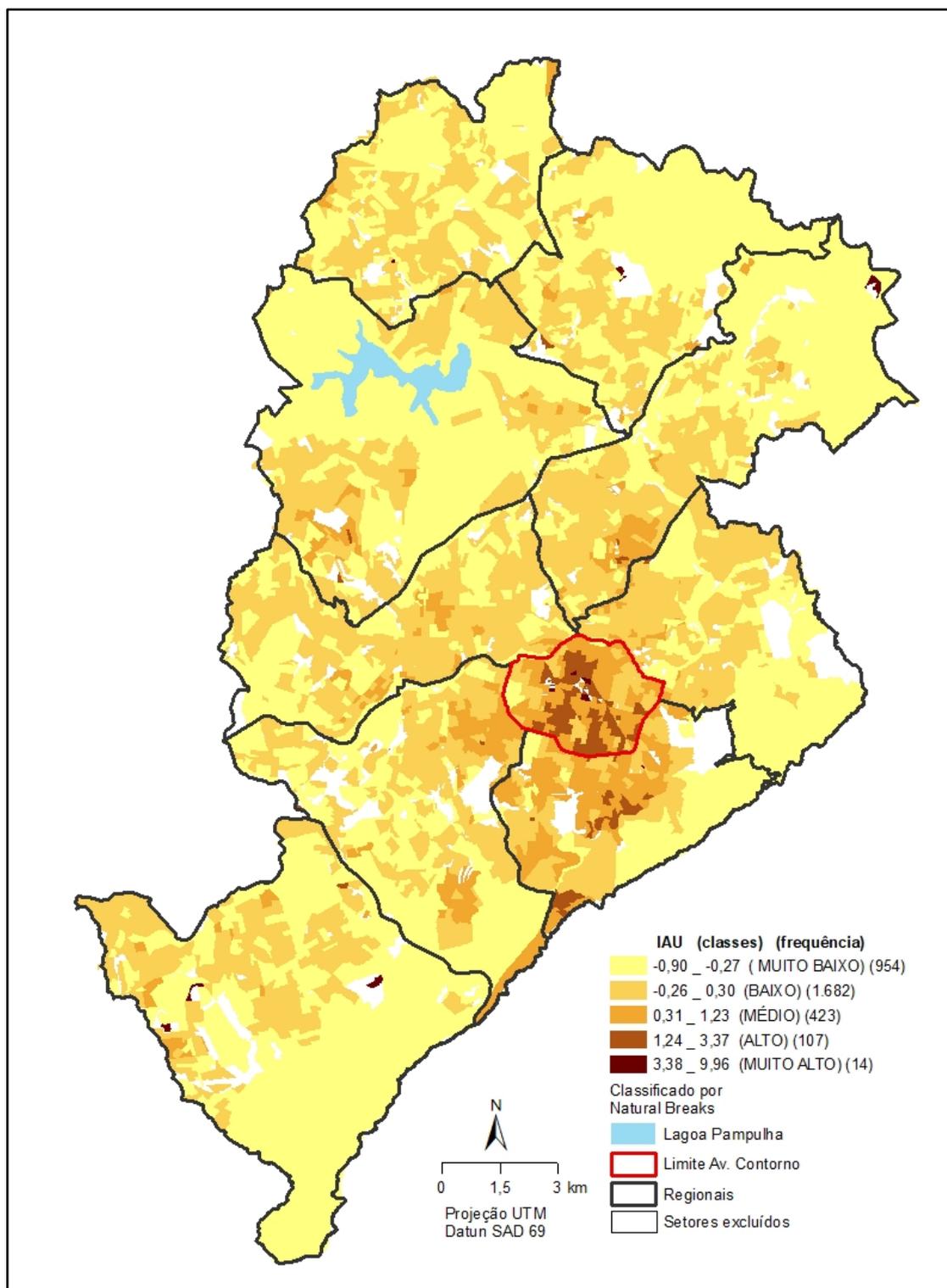
A primeira parte é composta pela dimensão espacial, iniciando a análise pelo IAU e seguido pela análise das variáveis. A segunda parte trata da dimensão ambiental. Cada indicador que compõe a dimensão é analisado separadamente, sendo iniciada pela análise do índice e seguido da análise das variáveis. Após a análise de cada indicador, o IQA é analisado separadamente. A terceira parte busca relacionar o adensamento e a qualidade ambiental, identificando suas correlações e os locais onde a teoria da Cidade Compacta está presente no município de Belo Horizonte.

### **DIMENSÃO ESPACIAL**

#### **Densidade e Ocupação Urbana**

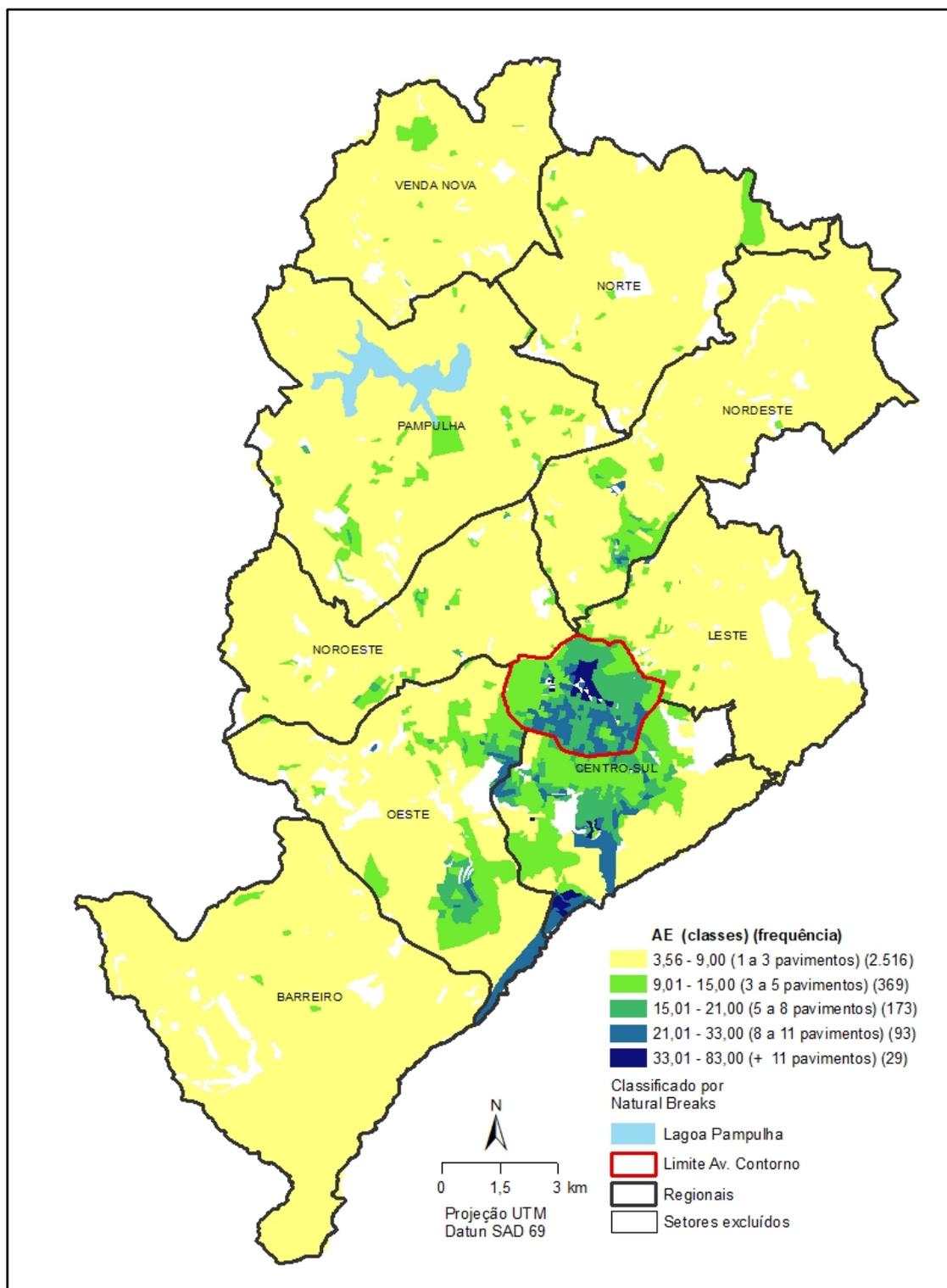
Resgatando alguns aspectos já discutidos, um dos fatores responsáveis pelo nível de qualidade no ambiente urbano é a combinação entre a forma de um espaço e a quantidade de pessoas que o ocupam, não havendo, no entanto, consenso sobre qual é a densificação ideal para áreas urbanas e nem como elas devem ocorrer.

O Indicador de Densidade e Ocupação Urbana é caracterizado pela variável de altura das edificações (AE), Coeficiente de aproveitamento (CA), além da variável de densidade demográfica (DD), combinadas em um indicador denominado Índice de Adensamento Urbano (IAU). Os mapas com a distribuição do IAU, bem como das variáveis são apresentados a seguir:



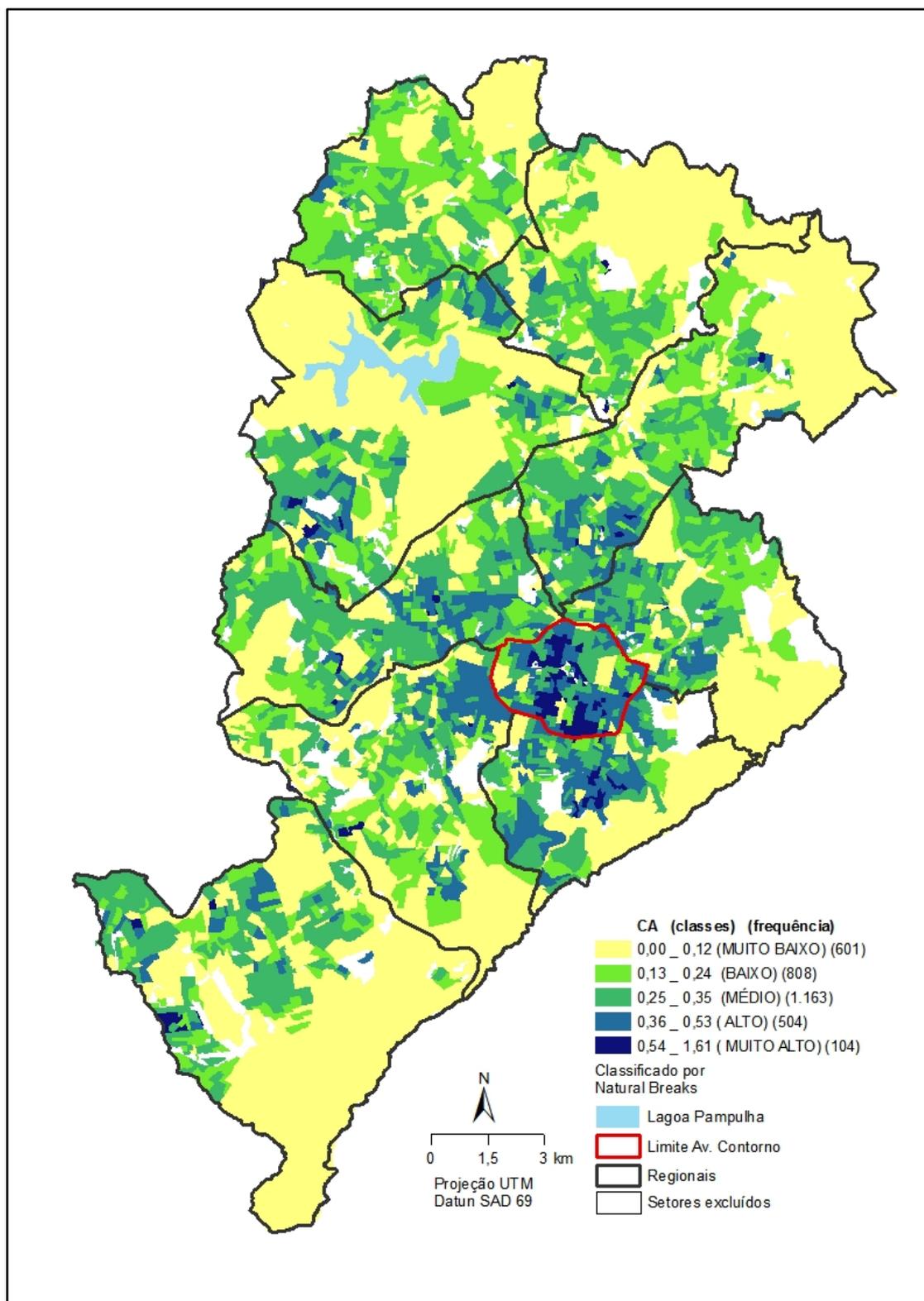
**Figura 9 – Índice de Adensamento Urbano (IAU) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

FONTE: Elaborado pela autora.



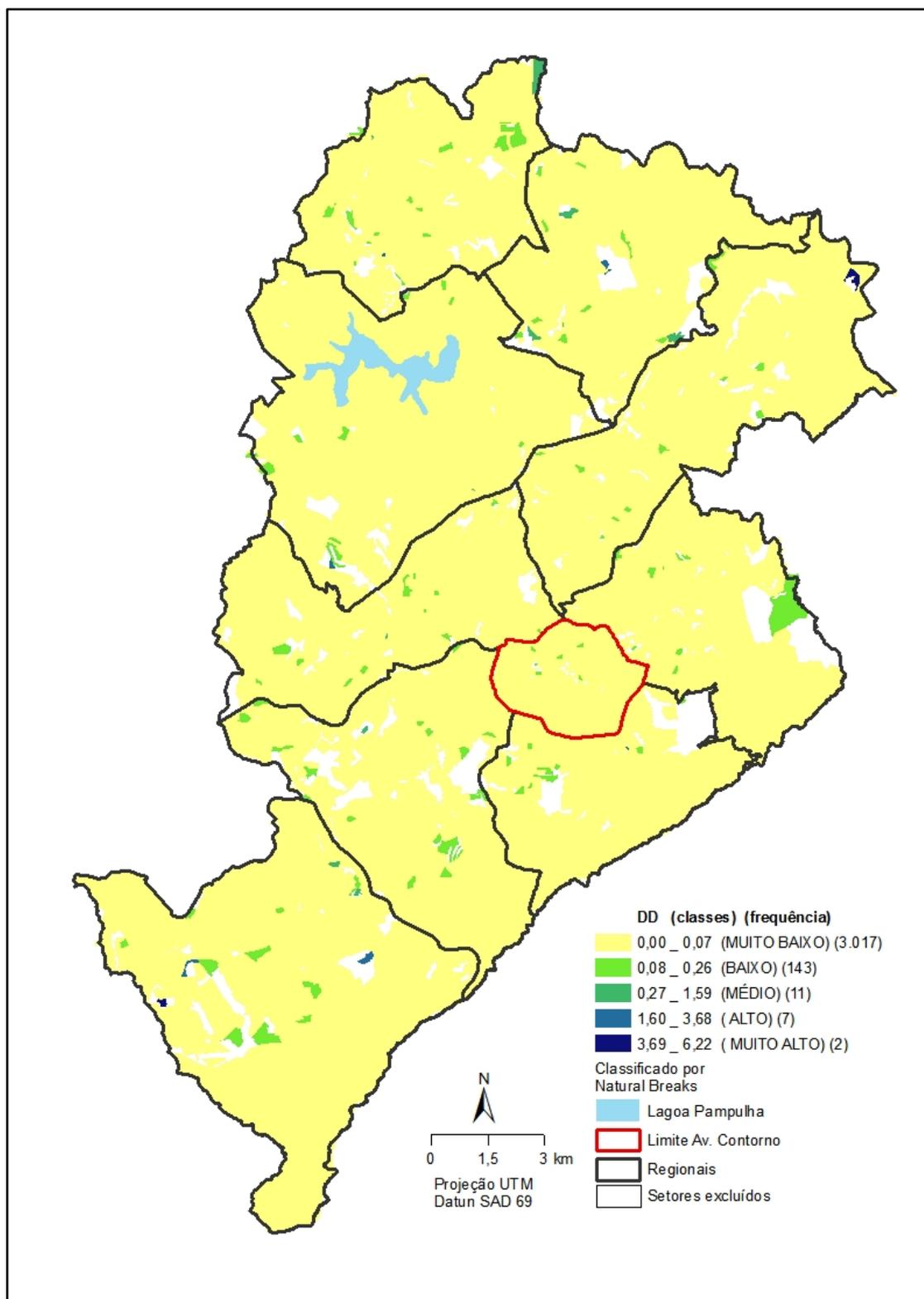
**Figura 10 – Altura média das Edificações (AE) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

FONTE: Elaborado pela autora.



**Figura 11 – Coeficiente de Aproveitamento (CA) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

FONTE: Elaborado pela autora.



**Figura 12 – Densidade Demográfica (DD) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

FONTE: Elaborado pela autora.

O IAU mostra um agrupamento de setores cujos valores do índice concentram-se nas duas últimas faixas de classificação (alto e muito alto). Essa concentração ocorre na regional centro sul e entorno próximo, como nos bairros Belvedere e Barroca e no hipercentro, seguido pela região do bairro Buritis, Cidade Nova e alguns setores do bairro Castelo.

Esse resultado corresponde tanto a realidade observada quanto ao referencial teórico já discutido. Ressalta-se que, nos casos dos bairros Buritis e Belvedere, ambos eram considerados áreas de expansão da Zona Sul<sup>42</sup> de Belo Horizonte na LPOUS/76, fato que fez com que essas regiões sofressem forte pressão do setor imobiliário para adensamento, o que só veio a ser contido quase 20 anos depois. Nota-se que esses setores, cuja ocupação se deu de forma explosiva, favorecida pela dificuldade de ação do poder público nas adequações da legislação figura de forma constante nas faixas mais altas de classificação das variáveis AE e CA, resultando em valores de IAU comparados às áreas de ocupação mais antigas da cidade na região centro sul.

Conforme relatado por Epaminondas (2006), a LEI 8137/00, que cria a ADE<sup>43</sup> do Buritis, trouxe um impacto imediato para a região, interrompendo uma série de empreendimentos destinados aos setores de renda média baixa. Essa ação acabou contribuindo para o controle do adensamento, como também para a elitização do perfil dos moradores do bairro. Já o Belvedere teve parte de seu zoneamento alterado na primeira metade da década de 1990, passando a admitir o uso multifamiliar vertical de alta densidade nos quarteirões próximos ao BH Shopping, além da ocupação vertical para uso comercial de serviços e indústria. Segundo Vilela (2007), a LPOUS/96, que fixou novos critérios de zoneamento para toda a cidade, regulamentou de forma mais restritiva os parâmetros para essas regiões, ficando sujeitas a critérios urbanísticos especiais, em vista da proteção ambiental e paisagística com menores taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento e maiores taxas de permeabilidade.

Observa-se que a espacialização do IAU apresenta grande semelhança com o CA, demonstrando a relevância da variável na construção desse índice. De modo geral, onde foi verificado um alto IAU também há um alto CA, especialmente nos setores cujos valores de IAU estão nas faixas mais altas. A mesma similaridade de distribuição não ocorre com as variáveis AE e DD. Esse cenário pode ser atribuído à distribuição de uso do solo ordenado pelas legislações municipais que permitiu, ao longo do tempo, altos coeficientes de aproveitamento em regiões cujo uso residencial não é predominante.

---

<sup>42</sup> As áreas pertenciam Zona de expansão Urbana - ZEU3.

<sup>43</sup> ADE – área de diretrizes especiais.

Com relação às variáveis, observa-se em Belo Horizonte, como representado na Figura 10, um predomínio de edificações de baixa altura (mais de 50% dos setores analisados), que caracteriza um nível de ocupação bastante horizontal, com baixa densidade demográfica (ver Figura 12) e com um adensamento construtivo (ver Figura 11) que, em sua maioria, não ultrapassam o potencial construtivo de 1 (um)<sup>44</sup>.

Os maiores valores de CA do município foram registrados no hipercentro, Savassi e alguns pontos do bairro Anchieta. Nos estudos realizados notou-se que poucos locais registram valores de CA maiores que 1 (um), ou seja, a área construída é considerada superior a área do terreno. Considera-se esse resultado como um reflexo da atuação do poder público nas últimas décadas, com aumento da fiscalização e a adoção de leis com caráter cada vez mais restritivo. A variável CA, Figura 11, relaciona-se muito diretamente com a variável AE, Figura 10, uma vez que edificações de maior altura podem proporcionar, dentro dos limites das legislações, maiores áreas construídas em uma mesma projeção sobre o terreno.

A Figura 10 indica que mais da metade dos setores censitários possuem altimetria concentrada na primeira faixa de classificação (muito baixo), possuindo altura máxima de 8,20 metros, o que equivalente a pouco mais de três pavimentos<sup>45</sup>. Nota-se, no entanto, algumas diferenças regionais caracterizadas por manchas de verticalização dispersas ao longo da cidade. A região dos bairros Castelo e Ouro Preto, por exemplo, destaca-se na regional Pampulha, com alguns setores que se destacam pelo adensamento alto e muito alto, e cuja altimetria concentra na segunda faixa de classificação, ou seja, variando de três a cinco pavimentos. O mesmo ocorre na região do bairro Coração Eucarístico, também com altimetria e adensamento na mesma faixa do bairro Castelo e Ouro Preto.

Observam-se manchas de verticalização e adensamento localizadas na região do bairro Cidade Nova, na regional Nordeste, especialmente entre as avenidas José Candido da Silveira e Cristiano Machado, que se estende até o Bairro Palmares, com destaque para o setor localizado no entroncamento com a Avenida Bernardo de Vasconcellos<sup>46</sup>, ilustrado na Figura

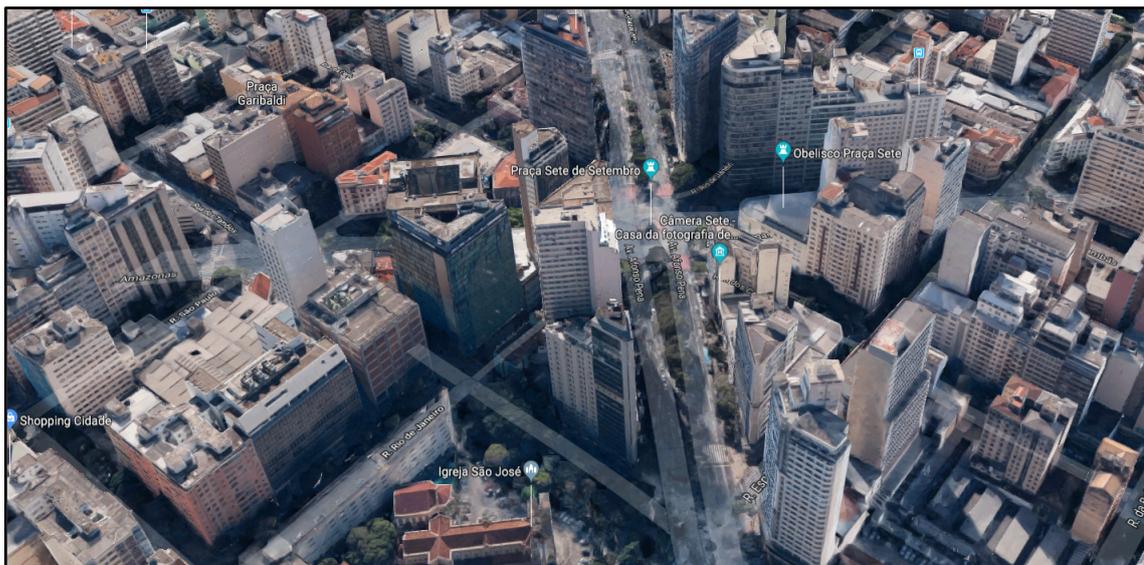
---

<sup>44</sup> O Potencial construtivo limitado a 1 (um) significa que a área construída deve ser menor ou igual a área do terreno. As LPUOS anteriores da cidade permitiam, em algumas regiões, um potencial construtivo bastante superior a 1 (um). Atualmente a lei 9959/2010 instituiu o instrumento de outorga onerosa do direito de construir, instituindo um coeficiente de aproveitamento básico, que foi reduzido para algumas regiões, e permitindo a outorga onerosa para utilização de coeficientes superiores, limitados a um coeficiente de aproveitamento máximo definido na legislação.

<sup>45</sup> Atualmente o pé direito livre mínimo na cidade de Belo Horizonte é de 2,6 metros, admitindo algumas variações. Sendo assim, considera-se que cada pavimento possui, em média, 3 metros de piso a piso, considerando as exigências mínimas da legislação e uma altura adicional em função de variações estruturais.

<sup>46</sup> O setor em questão abriga o Hotel Ouro Minas, entre outros empreendimentos e edificações residenciais.





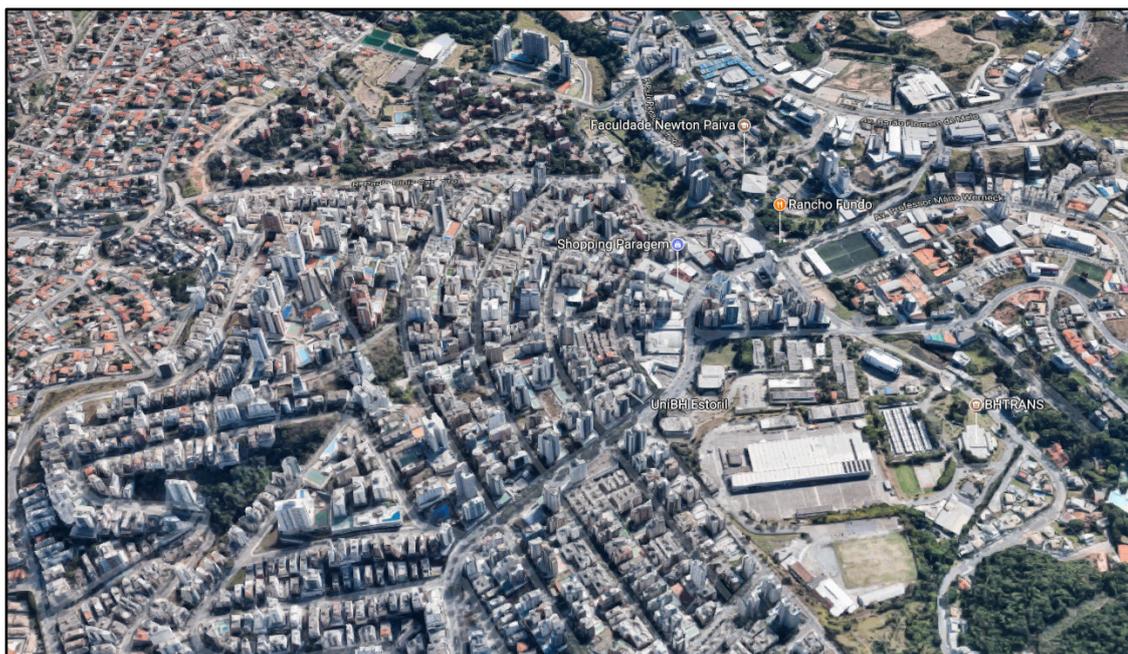
**Figura 14 - Vista aérea do hipercentro, Av. Afonso Pena**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

No hipercentro predomina um adensamento alto e muito alto e uma altimetria de cinco a oito pavimentos (médio), existindo, no entanto, diversos setores cuja altimetria varia entre nove e treze pavimentos (alto), como o que ocorre com os setores ao longo da Avenida Afonso Pena (FIG. 14), ou mesmo superiores a isso, como em trechos da Rua da Bahia, Amazonas e Praça Raul Soares. Vale ressaltar que os setores com altimetria na última faixa de classificação (muito alto) concentram-se, em quase sua totalidade, no hipercentro.

A região sul, embora possa ser considerada sob vários aspectos como uma continuidade da ocupação da área do planejamento inicial da capital, nota-se que a Avenida do Contorno se estabelece como um limite de ocupação claro entre a região do planejamento original da capital e o restante da região centro-sul. Fora dos limites da Avenida do Contorno há predominância de edificações cuja altimetria encontra-se na segunda faixa de classificação, baixa altimetria. Diverge desse padrão a região do bairro Belvedere, já citada, onde a altimetria se equivale a da região central de Belo Horizonte.

O bairro Buritis e o entorno da Avenida Raja Gabaglia também se destacam como uma área de alta verticalização, ambos com altimetria predominante da quarta faixa de classificação, a partir de 6 (seis) pavimentos, mas com vários setores cuja altimetria varia de 9 a 15 pavimentos, na quinta faixa de classificação do mapa de especialização (FIG. 15).



**Figura 15: Região dos bairros Buritis e Estoril**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

Nota-se que em alguns casos, as zonas de maior verticalização não coincidem, necessariamente, com as de maior adensamento construtivo, indicando, em algumas situações, a existência de regiões ainda com grande possibilidade de adensamento, considerando-se também as limitações ou incentivos impostos pelo poder público. A região do bairro Belvedere (FIG. 16), por exemplo, apresenta alta verticalização em alguns setores, mas um coeficiente de aproveitamento predominantemente mediano e baixo. Já os bairros Estoril e Buritis (FIG. 15), também bastante verticalizados e com um padrão de ocupação mais homogêneo, apresentam, ao contrário do Belvedere, um alto CA, seguindo a mesma tendência verificada em toda a região centro sul, indicando áreas cuja ocupação já está no limite<sup>47</sup>.

<sup>47</sup> Considerando apenas a relação área construída/área do lote.



**Figura 16: Vista aérea do bairro Belvedere, no entorno do BH Shopping. A figura evidencia o contraste da área verticalizada do bairro com a área não verticalizada**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

Em relação à variável DD, a espacialização nos mostra que, em sua quase totalidade, a cidade apresenta densidade muito baixa e um limite de 0,07 habitantes por metro quadrado edificado, o que significa que há cerca de três moradores para cada cinquenta metros quadrados edificados. Alguns pontos de maior adensamento populacional estão pulverizados pela cidade, na segunda faixa de classificação, com densidade que pode variar de 0,08 a 0,26 habitantes por metro quadrado, o que significa de quatro a treze moradores para uma área de cinquenta metros quadrados. Esse cenário é observado na região do Estoril e Buritis, na região oeste, que também figura com a verticalização e adensamento construtivo significativo, conforme já mencionado.

Existem, no entanto, algumas manchas maiores com DD médio, alto e muito alto, sendo as maiores localizadas nos extremos da região norte, próximo à região do Isidoro, região nordeste, no bairro de Gorduras, bairro Boa Vista e na região leste, que coincidem com as áreas mais carentes da cidade.

De modo geral, os resultados demonstram que, para Belo Horizonte, maior adensamento construtivo e verticalização não se relacionam, necessariamente, com as maiores densidades demográficas da cidade. A região centro-sul, incluindo o hipercentro, que apresenta alta verticalização e adensamento, possui baixa densidade demográfica. No caso do hipercentro, isso reflete tradicionalmente o baixo número de pessoas residentes, já para o

restante da região centro-sul, entra também o fator econômico<sup>48</sup>, uma vez que se trata de uma área cuja ocupação pelas classes mais favorecidas, em função da proximidade com a área central e com os recursos naturais e paisagísticos, ocorre desde a fundação da cidade.

## **DIMENSÃO AMBIENTAL**

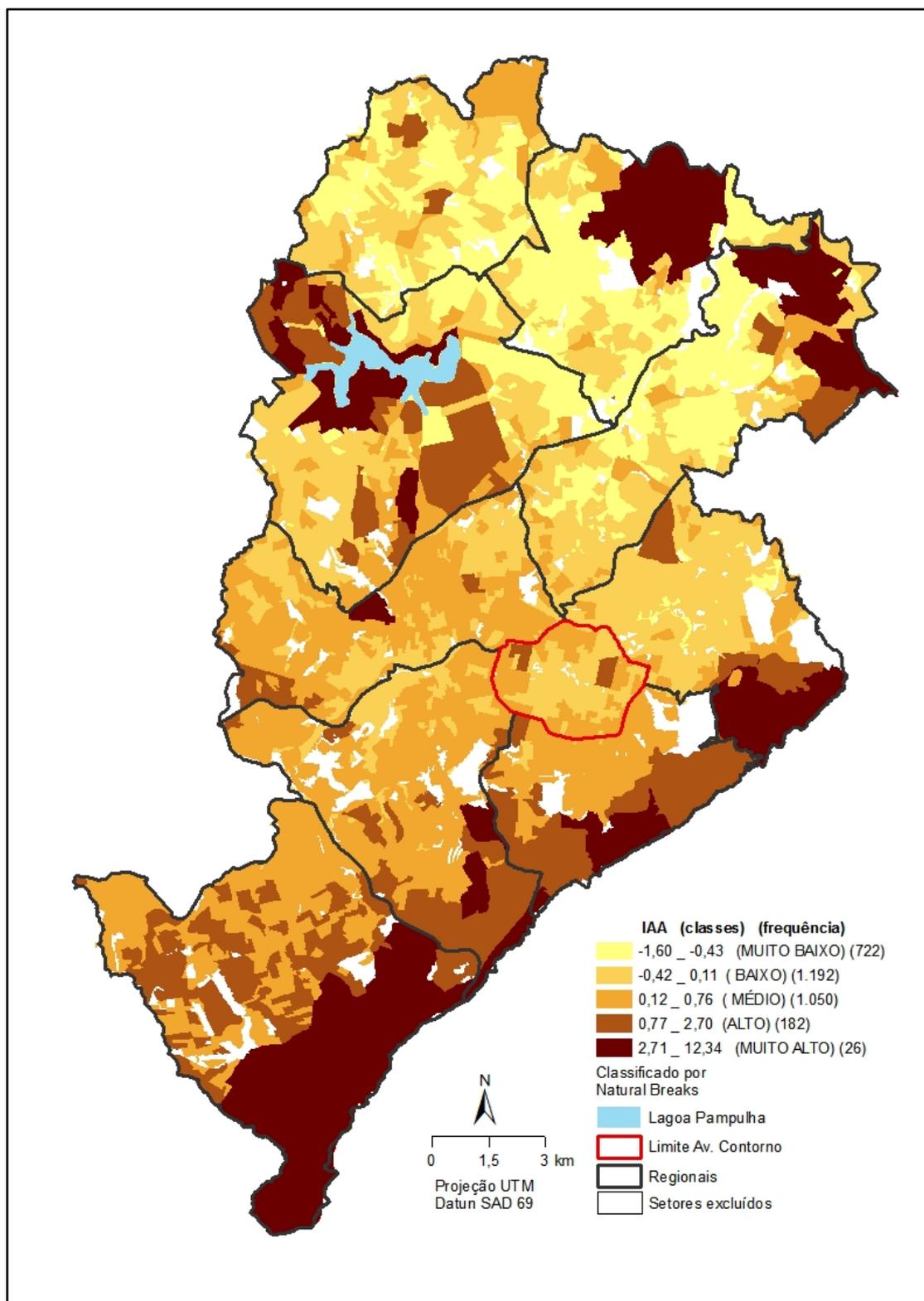
### **Permeabilidade do solo e Conforto Térmico**

No ambiente urbano, os aspectos relacionados a amenidade ambiental, especialmente o conforto térmico, estão diretamente relacionados às ações antrópicas no ambiente. Conforme discutido no item 4.3.2, o clima local sofre influência, principalmente, da impermeabilização do solo e da rugosidade da superfície, essa última relacionada também com a forma urbana.

A amenidade ambiental, representada pelo Índice de Amenidade Ambiental (IAA), é analisada utilizando duas variáveis, a Área permeável (AP) e a Temperatura (TM). Os mapas de espacialização dessas variáveis e do índice são apresentados a seguir.

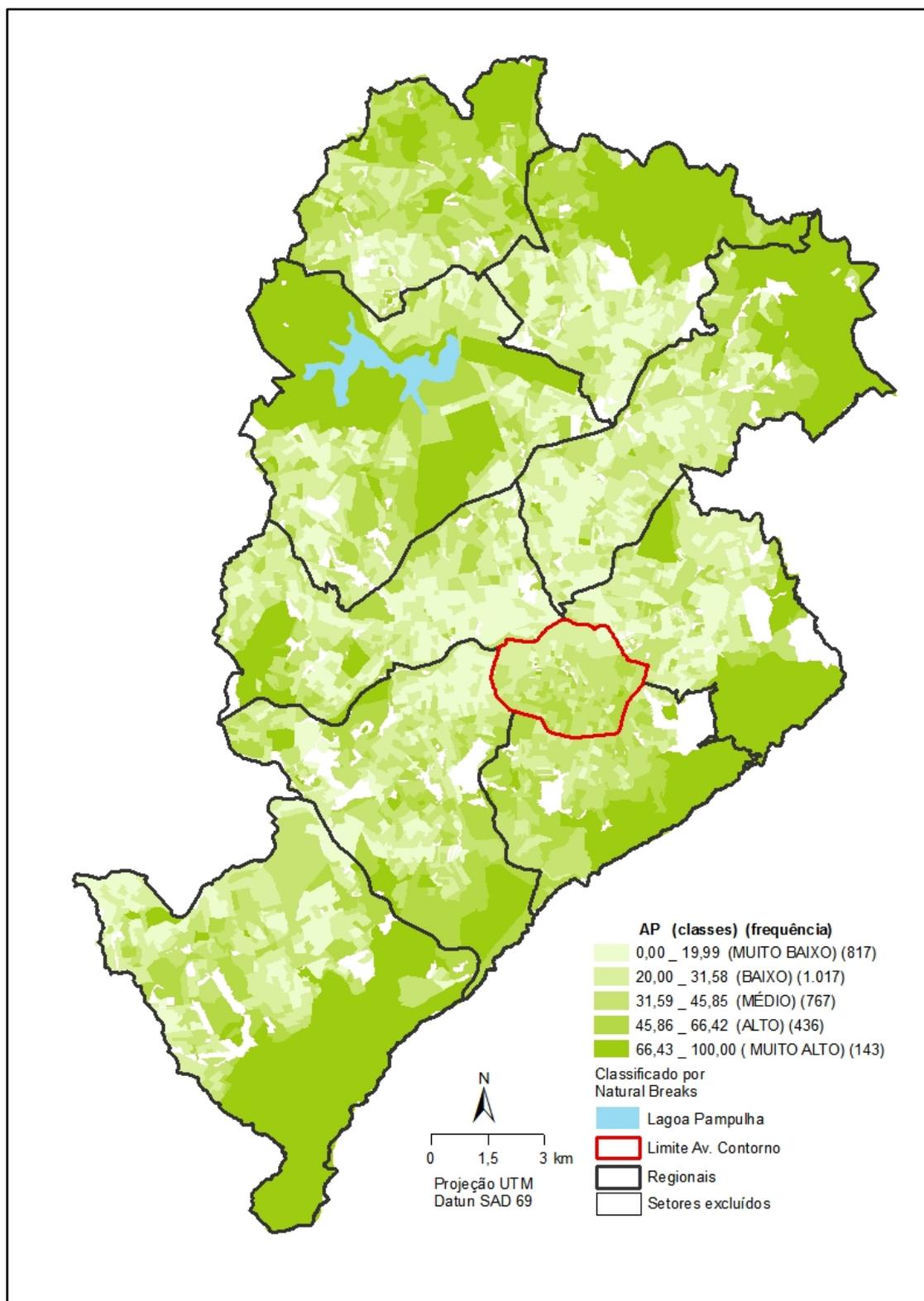
---

<sup>48</sup> A Taxa de fecundidade em geral diminui à medida que a renda familiar aumenta. Uma das explicações é a maior facilidade de acesso das famílias de maior renda a mecanismos de planejamento familiar, conforme relatado por Junior *et al* (2013).



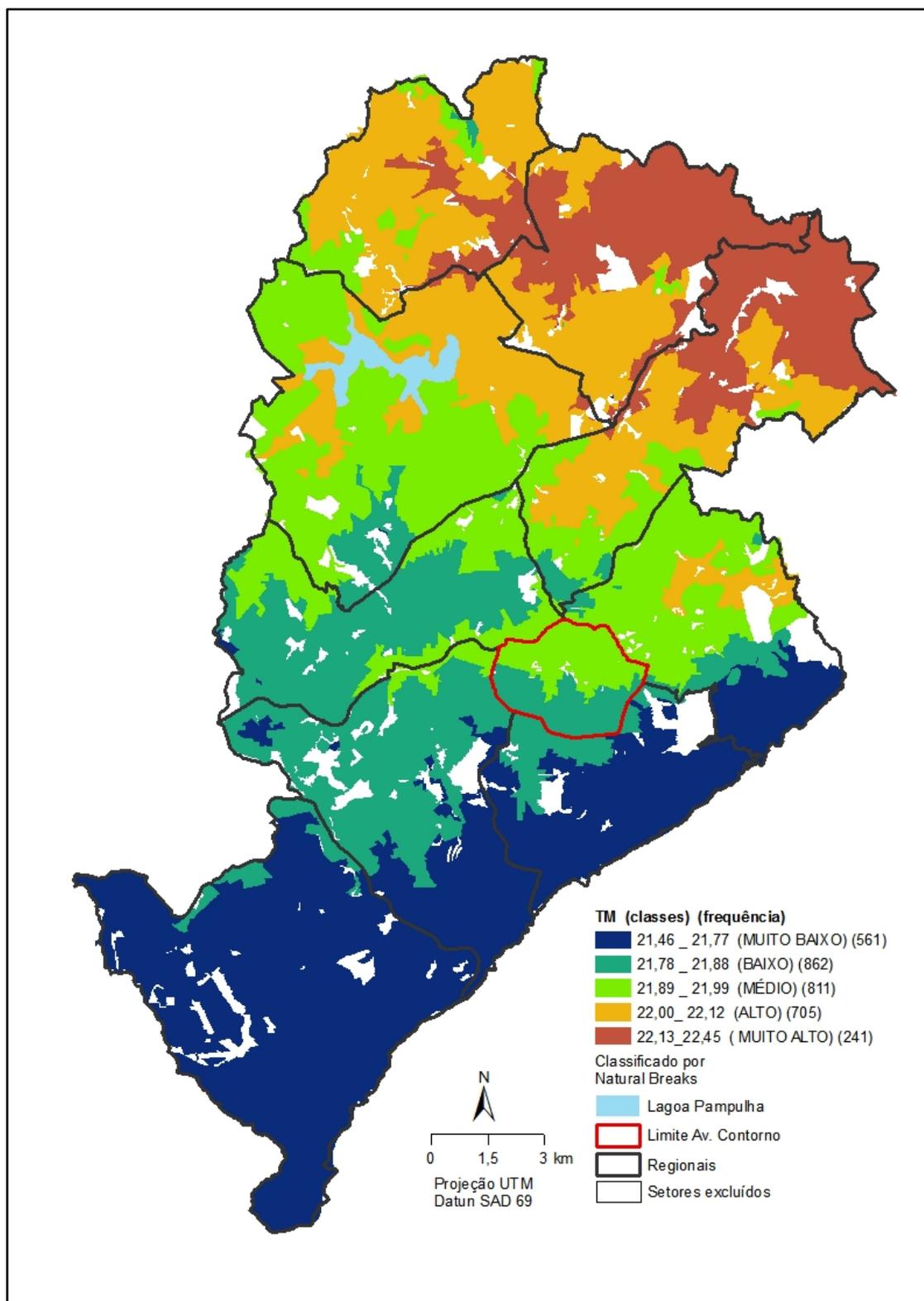
**Figura 17 - Índice de Amenidade Ambiental (IAA) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 18 - Área Permeável (AP) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 19 – Temperatura Média (TM) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise do IAA (FIG. 17) nos mostra que grande parte da cidade possui condições de amenidade ambiental baixa ou muito baixa. Nota-se que a espacialização do IAA apresenta relação clara com a espacialização da variável AP (FIG. 16), apresentando valores maiores de IAA, onde os valores de AP também são maiores. Destaca-se, assim, a região Centro-Sul, Oeste e Barreiro, que apresentam quase a totalidade dos setores nas faixas de classificação do IAA de médio a alto. A exceção na regional Centro-Sul ocorre no limite da Avenida do Contorno, especialmente na região central, que apresenta um IAA, para a maioria dos setores, na faixa de classificação baixa.

Observam-se também ocorrências de IAA alto e muito alto em outras regiões da cidade, que se destacam também pela boa taxa de permeabilidade que acabam por compensar os valores de TM mais altos. Vale lembrar que, conforme descrito na metodologia, maiores valores de TM contribuem de forma negativa na composição do IAA. Isso é observado especialmente nos setores do entorno da Lagoa da Pampulha, campus da UFMG, Granja Werneck, Regional Norte, hospital da Baleia, além de outras áreas pulverizadas na cidade.

A espacialização da variável AP mostra, de modo geral, uma concordância com as diretrizes estabelecidas pela LPOUS para a taxa de permeabilidade, embora as exigências legais permitam uma grande possibilidade de variação desse parâmetro na cidade<sup>49</sup>. As maiores áreas permeáveis correspondem, em sua maior parte, às áreas de preservação (ZPAM's e ZP's), cuja exigência legal é de 95% para ZPAM, e de 70% ou 30% para ZP's, conforme as situações previstas na LPOUS vigente.

A ocorrência predominante é de AP superior a 20%, demonstrando que há uma conformidade com as exigências mínimas legais, mesmo em locais de alto adensamento, a exemplo do que ocorre na região Centro-Sul, que possui alto adensamento construtivo e verticalização, com AP superior a 30%. Algumas exceções valem ser mencionadas, como setores localizados especialmente nas regiões Noroeste, Nordeste e Norte, em sua maioria de ocupação antiga, com alto adensamento construtivo, entre eles Lagoinha, Bonfim, Padre Eustáquio, Renascença, Nova Floresta, Pompéia e São Bernardo, além de grande parte dos bairros Santa Tereza e Floresta, que possuem permeabilidade classificada como muito baixa.

Vale mencionar aqui outras regiões já destacadas na análise da Densidade de Ocupação Urbana, como os bairros Estoril, Buritis, Cidade Nova e Castelo. Para esses não foi

---

<sup>49</sup> Segundo a versão consolidada da Lei 7166/96, art. 50 - Considera-se Taxa de Permeabilidade a área descoberta e permeável do terreno em relação à sua área total, dotada de vegetação que contribua para o equilíbrio climático e propicie alívio para o sistema público de drenagem urbana. Ainda conforme o art.50 desta Lei, as taxas de permeabilidade são definidas conforme o zoneamento, em alguns casos combinados também com a área do terreno, com valores distintos para terrenos com área superior ou inferior a 360 metros quadrados. Sendo assim, a taxa de permeabilidade pode variar de 10% a 95%.

identificado um padrão nas ocorrências.

No caso do Estoril e Burity, no entorno da Av. Mário Werneck, os percentuais de área permeável encontram-se também, em sua maioria, superiores a 30%, com raras exceções em alguns setores, que estão abaixo de 20%. Já nos setores do bairro Castelo ocorre o oposto. Notam-se áreas no próprio bairro e em bairros vizinhos, como Santa Terezinha e Alípio de Melo, onde a permeabilidade predominante é inferior aos 20% e que coincidem em parte com áreas de alto IAU (FIG. 9). Os valores situados nos dois últimos níveis de classificação do IAU, no entanto, coincidem com áreas de boa permeabilidade, por volta de 30%. Nota-se também em outras regiões, como no Bairro Cidade Nova, com alto valor de IAU, que possui em sua quase totalidade valores de permeabilidade abaixo dos 20%.

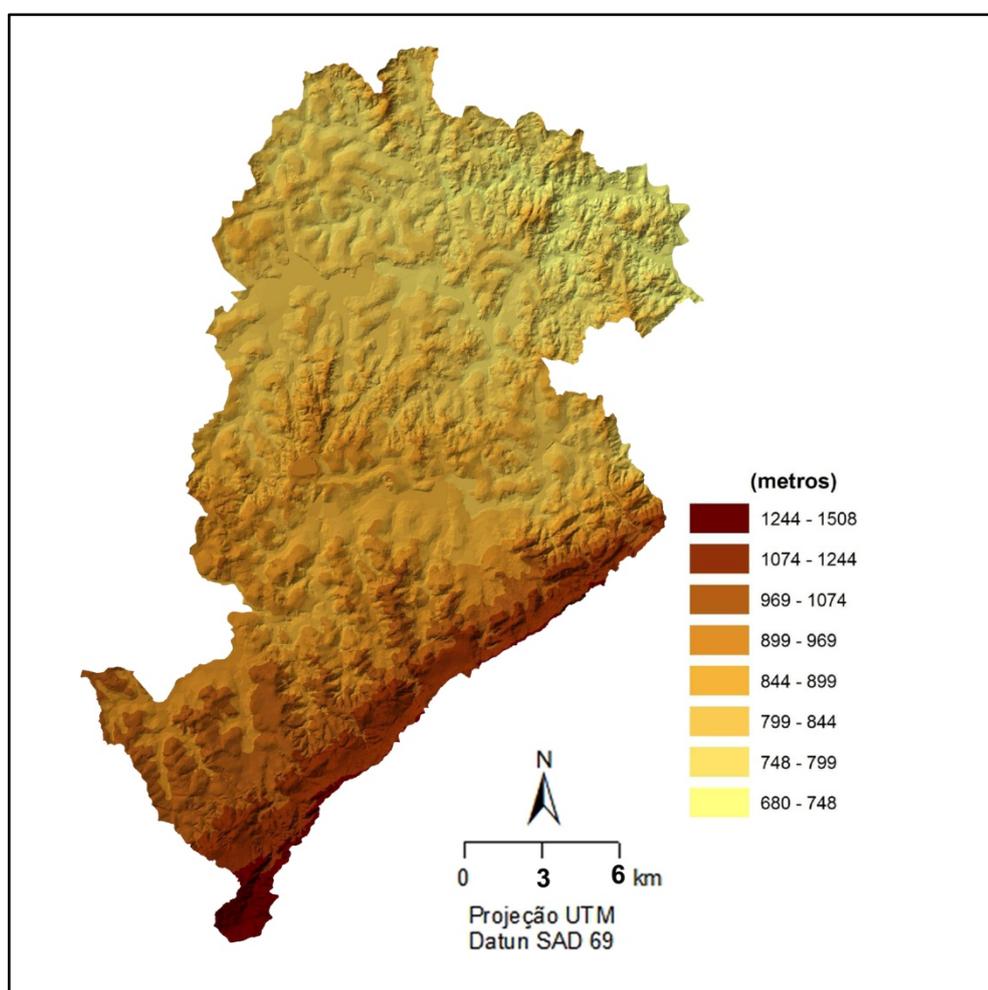
Os resultados da variável AP e do IAA analisados levando-se em consideração os resultados do IAU, não indicam a existência de um padrão de ocorrências. Nota-se em alguns casos, áreas impactadas pelo IAU, cuja permeabilidade do solo possui valores predominantes superiores a 30%, e outras, igualmente impactadas, com predominância de valores inferiores aos 20% de permeabilidade. Ao contrário do que se pode inferir pelo embasamento teórico, a compactação urbana não significou para a cidade de Belo Horizonte necessariamente ganhos de área permeável.

Pode-se inferir que a permeabilidade está, de modo geral, muito relacionada aos aspectos da legislação. Observa-se em comum nas ocorrências de compactação urbana e permeabilidade que elas se localizam, em sua maior parte, em áreas de adensamento recente, bastante visadas pelas legislações e por incorporadores imobiliários, estando, portanto, sob um maior controle do poder público e dos mecanismos de fiscalização. Um empreendimento de grande porte, altamente adensado, requer investimento financeiro e não acontece à margem do poder público. Dessa forma, vários aspectos de interesse municipal acabam incentivados, seja pela oportunidade de aplicação dos dispositivos legais seja pela ocorrência de medidas compensatórias que podem ocorrer num processo de licenciamento de um empreendimento de maior porte. Nessas oportunidades, aspectos como a valorização dos espaços livres e a permeabilidade do solo acabam favorecidos, principalmente quando se adota uma ocupação mais compacta e verticalizada, e costumam tornarem-se argumentos facilitadores de um licenciamento.

Quanto à espacialização da variável TM (FIG. 19), observa-se que, no caso de Belo Horizonte, o comportamento da mesma guarda forte relação com o relevo (FIG. 20), como já

descrito no trabalho de Assis (2011). Segundo o autor., os bairros localizados nas proximidades da Serra do Curral apresentam medias térmicas menores se comparados aos localizados nas regiões deprimidas das regionais Venda Nova, Norte e Pampulha, o que também pode ser observado no mapa do indicador. Sobre isso, Assis (2011) comenta:

O clima e a vegetação apresentam uma estreita relação com o relevo. O alinhamento topográfico da Serra do Curral, de orientação nordeste-sudoeste, influencia o comportamento diferencial dos elementos climáticos. A altitude média do sitio de Belo Horizonte é de 860m. Entretanto, existem locais acima de 1500m, no extremo sul da região do Barreiro, e outros com áreas na faixa de 670m a 800m, os leitos fluviais dos ribeirões Arrudas e Onça – níveis de base locais. Tal caracterização topográfica tende a amenizar as temperaturas na medida em que se eleva na superfície, além de influenciar no campo anemométrico e implicar em diferenciações topo e mesoclimáticas dentro d malha urbana (ASSIS, 2011, p.74).

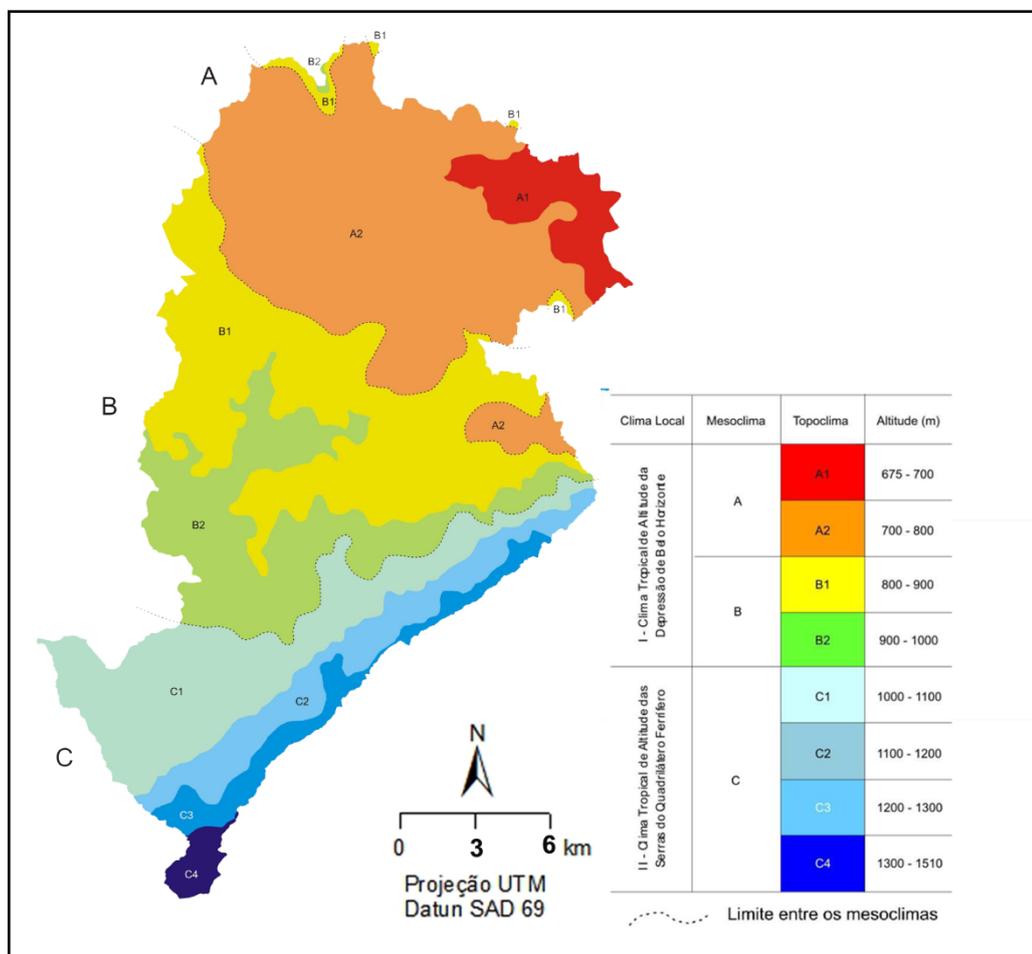


**Figura 20 - Mapa hipsométrico do município de Belo Horizonte**

Fonte: (ASSIS, 2010, pg. 76) Editado pela autora.

Os resultados obtidos para o indicador de temperatura representam quase fielmente a

composição dos climas naturais da cidade de Belo Horizonte (Figura 21), e consolidam sua estreita relação com a topografia. Não foi identificada na escala e abrangência utilizada neste trabalho, nenhuma relação explícita com as demais variáveis utilizadas que possam explicar algum fenômeno observado.



**Figura 21 - Unidades climáticas do município de Belo Horizonte**

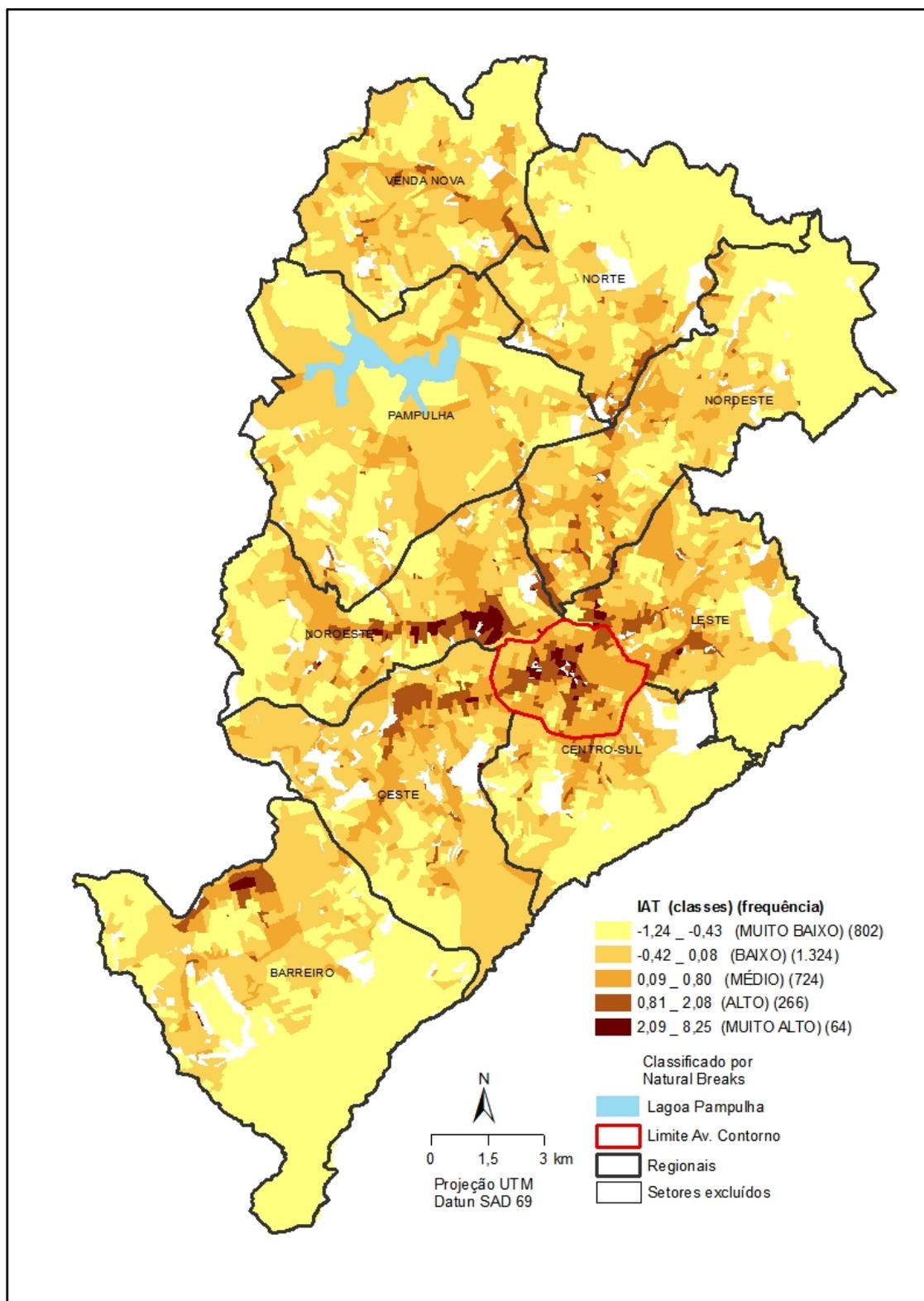
Fonte: (ASSIS, 2010, pg. 104) Editado pela autora.

### **Acessibilidade ao transporte público**

A boa acessibilidade ao transporte público é apontada pelos planejadores como um dos maiores benefícios decorrentes da compactidade das áreas urbanas, além de ser um importante fator de bem-estar físico e mental, quando se fala de qualidade ambiental e sustentabilidade urbana.

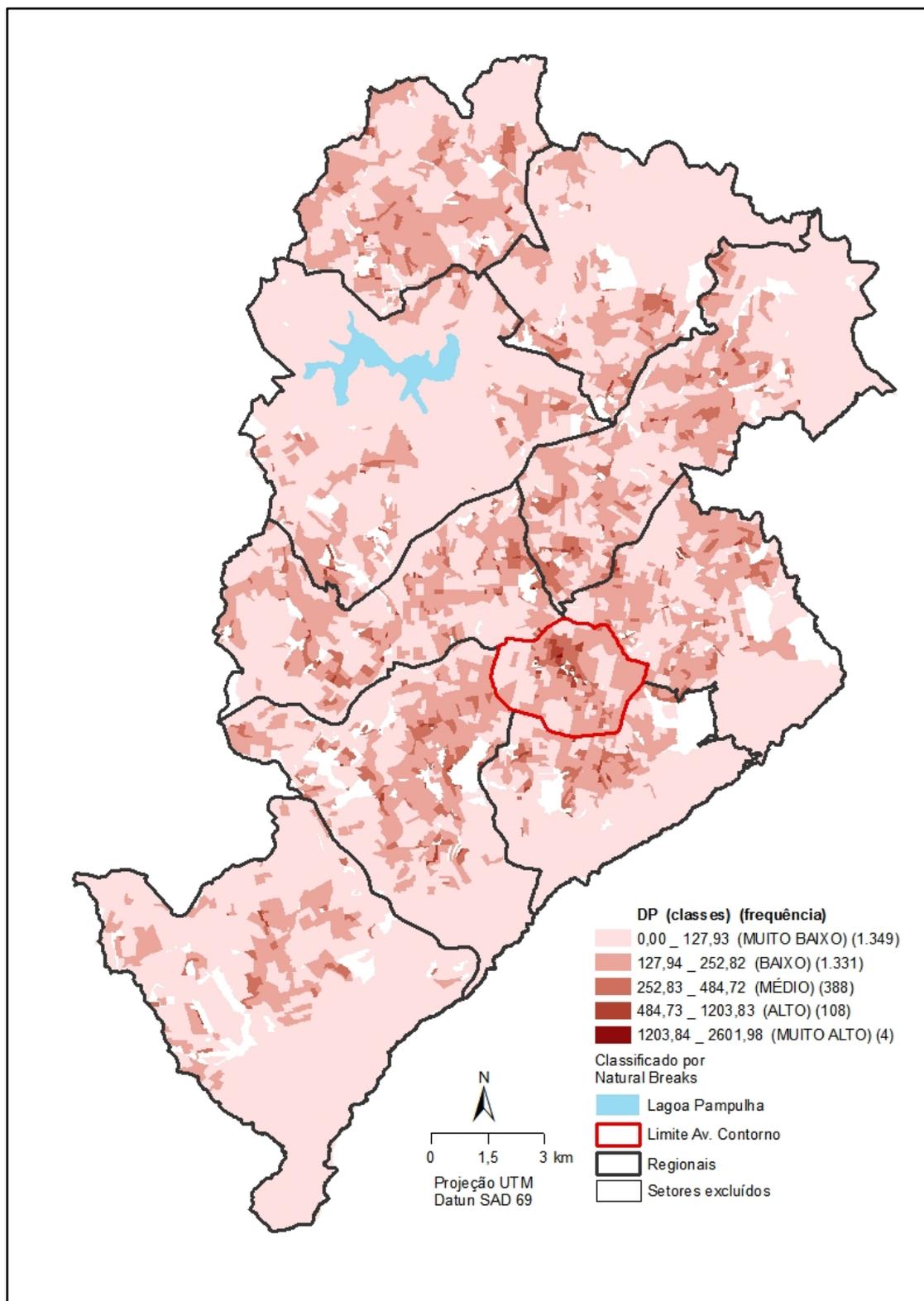
A acessibilidade ao transporte público é analisada utilizando duas variáveis e um índice agregado, cujos mapas de espacialização são apresentados a seguir: A variável de

Densidade de Pontos de ônibus (DP) e a variável de Média do Número de linhas (ML), além do Índice de Acessibilidade ao Transporte (IAT).



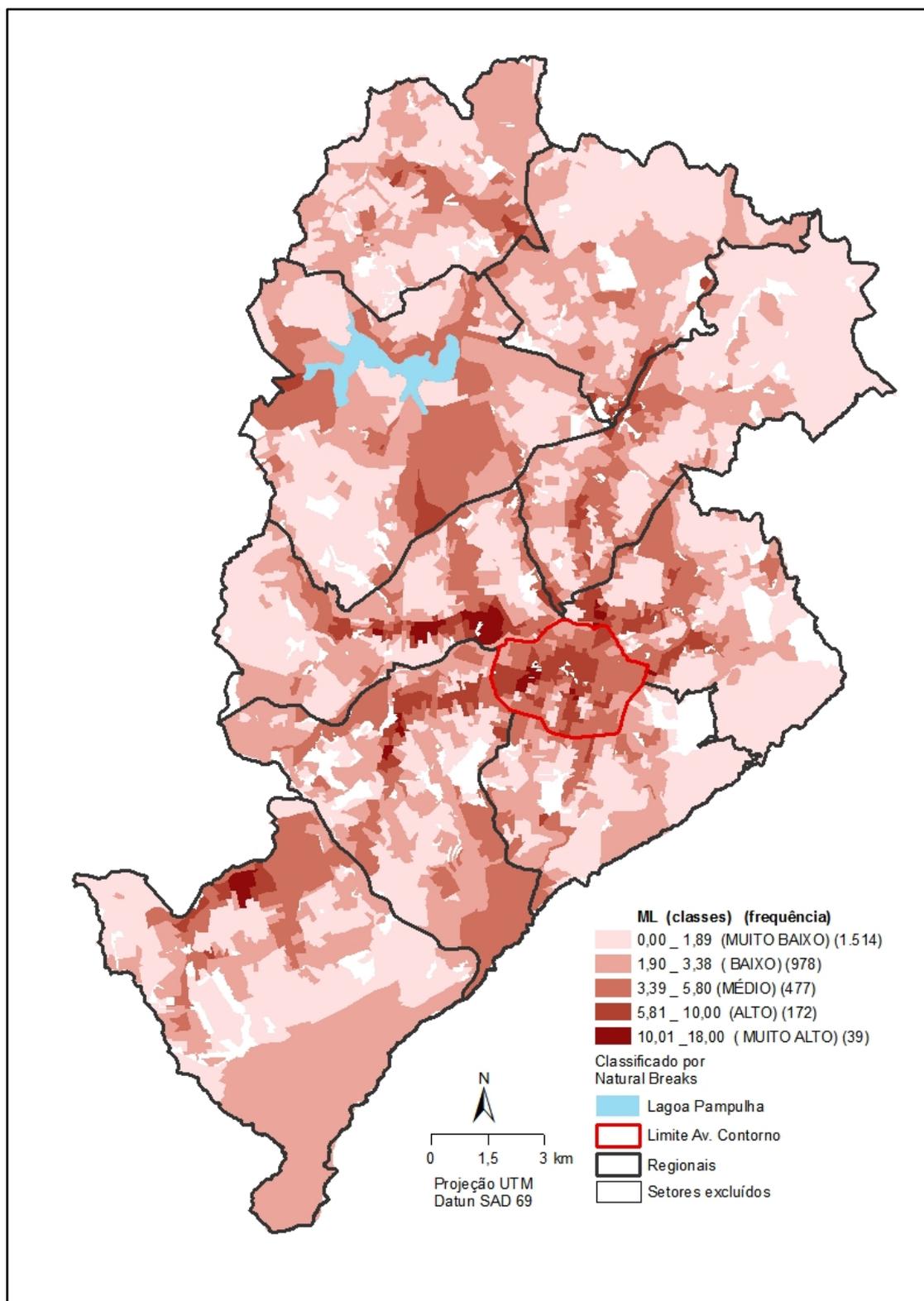
**Figura 22- Índice de Acessibilidade ao Transporte (IAT) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 23 - Densidade de Pontos de ônibus (DP) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 24 - Média do Número de Linhas por ponto de ônibus (ML) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.

A espacialização do IAT revela que quase 90% do município possui um IAT variando de médio a muito baixo, enquanto apenas 10% possui o índice entre alto e muito alto, indicando uma grande discrepância no atendimento do transporte público da cidade. As áreas cujo índice possui os maiores valores, ou seja, nas duas últimas faixas de classificação, indicando áreas com melhor oferta de transporte público, ocorrem na região central da capital, além de setores ao longo das principais vias arteriais ou de ligação regional da cidade: Avenidas Amazonas, Presidente Antônio Carlos e Pedro II, além de regiões no entorno da Estação Diamante, na região do Barreiro, e outros setores mais dispersos.

Relacionando o índice IAT com a espacialização das variáveis de Densidade e Ocupação urbana, CA (FIG. 11) e DD (FIG. 12), verifica-se que as áreas de maior densidade de pontos de ônibus não coincidem, necessariamente, com os pontos de maior densidade demográfica, mas possuem uma aparente relação com a variável CA. Essa relação nos permite inferir sobre critérios ou condicionantes que possam influenciar essa distribuição. Aferições de campo nos permitiram perceber que essa distribuição é bastante vinculada à atratividade de público por fatores como comércio, oferta de serviços ou presença de um equipamento urbano importante, como escolas e hospitais. O hipercentro, por exemplo, que possui baixa densidade demográfica, mas uma alta densidade construtiva, demonstrada pelo indicador CA, é também a região onde são verificados os maiores valores de IAT e de suas variáveis. Outras regiões da cidade também possuem setores com DP alto, no entanto, não foi verificada nenhuma região com concentração de setores que se destacasse.

A variável DP mostra que a maioria dos setores possui baixas densidades de pontos de ônibus, concentrando-se a maior parte na primeira e segunda faixa de classificação, baixo ou muito baixo, com valores variando de 0 a 252 pontos/km<sup>2</sup>. Observa-se um agrupamento de setores com maiores valores para a variável, classificados como médio ou alto, na região central.

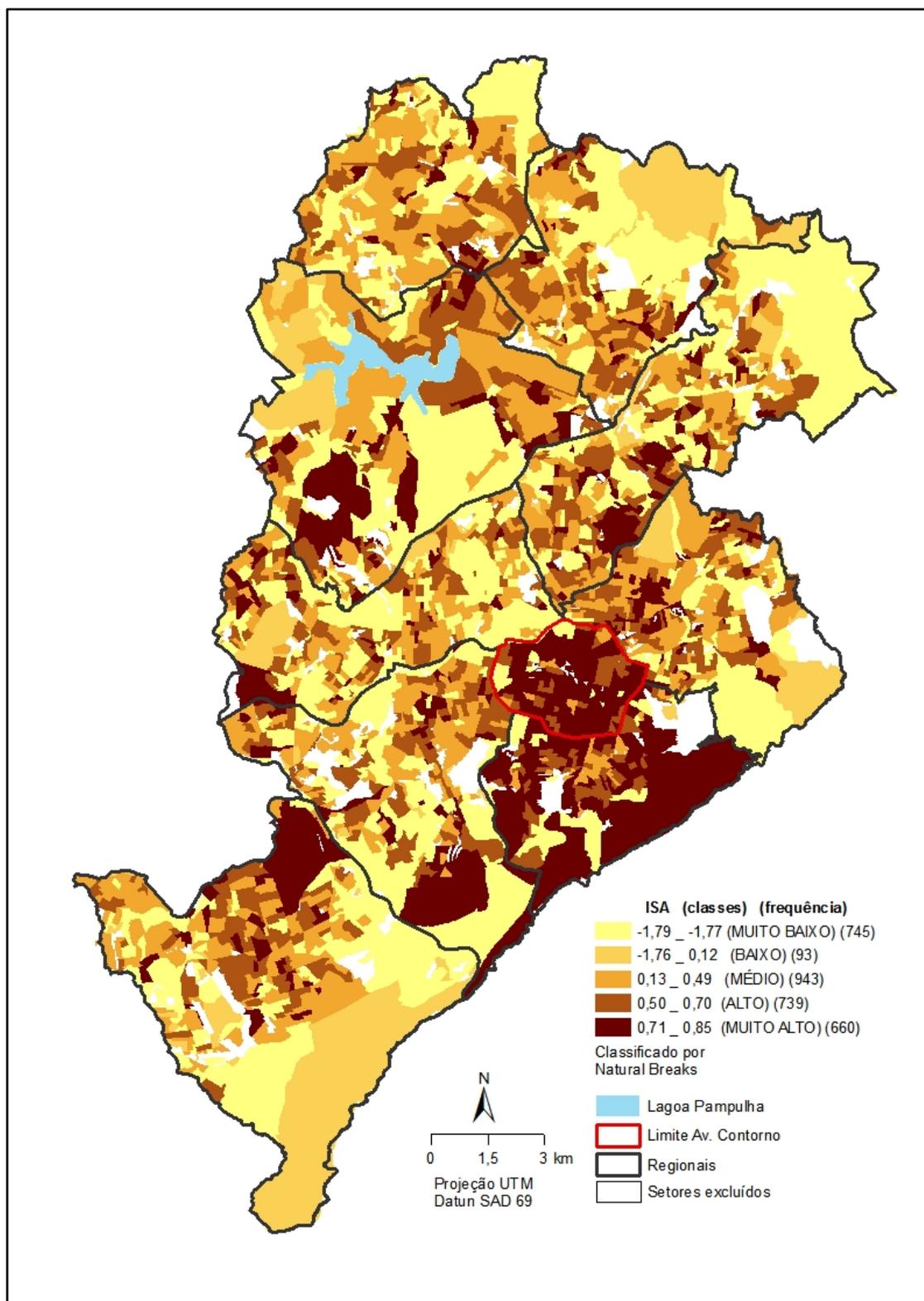
A espacialização da variável ML tem grande semelhança com a espacialização do IAT. Verifica-se uma concentração de setores com classificação alto ou muito alto, localizados no eixo dos principais corredores viários da cidade, destacando-se a Av. Amazonas, Av. Pedro II, Av. Padre Pedro Pinto, Av. Antônio Carlos, Av. Cristiano Machado, Av. Bernardo de Vasconcelos, Rua Jacuí e Rua Padre Eustáquio além de algumas áreas do Barreiro, Buritis/Estoril e região do Zoológico Municipal.

Para alguns setores com ML classificado como alto, foram identificadas algumas

especificidades, como o setor localizado na regional Barreiro, onde se localiza uma estação de ônibus; os setores do Buritis/Estoril, que são áreas com alta densidade populacional, além de alguns setores onde se localizam equipamentos com grande atratividade de público, como o Zoológico Municipal.

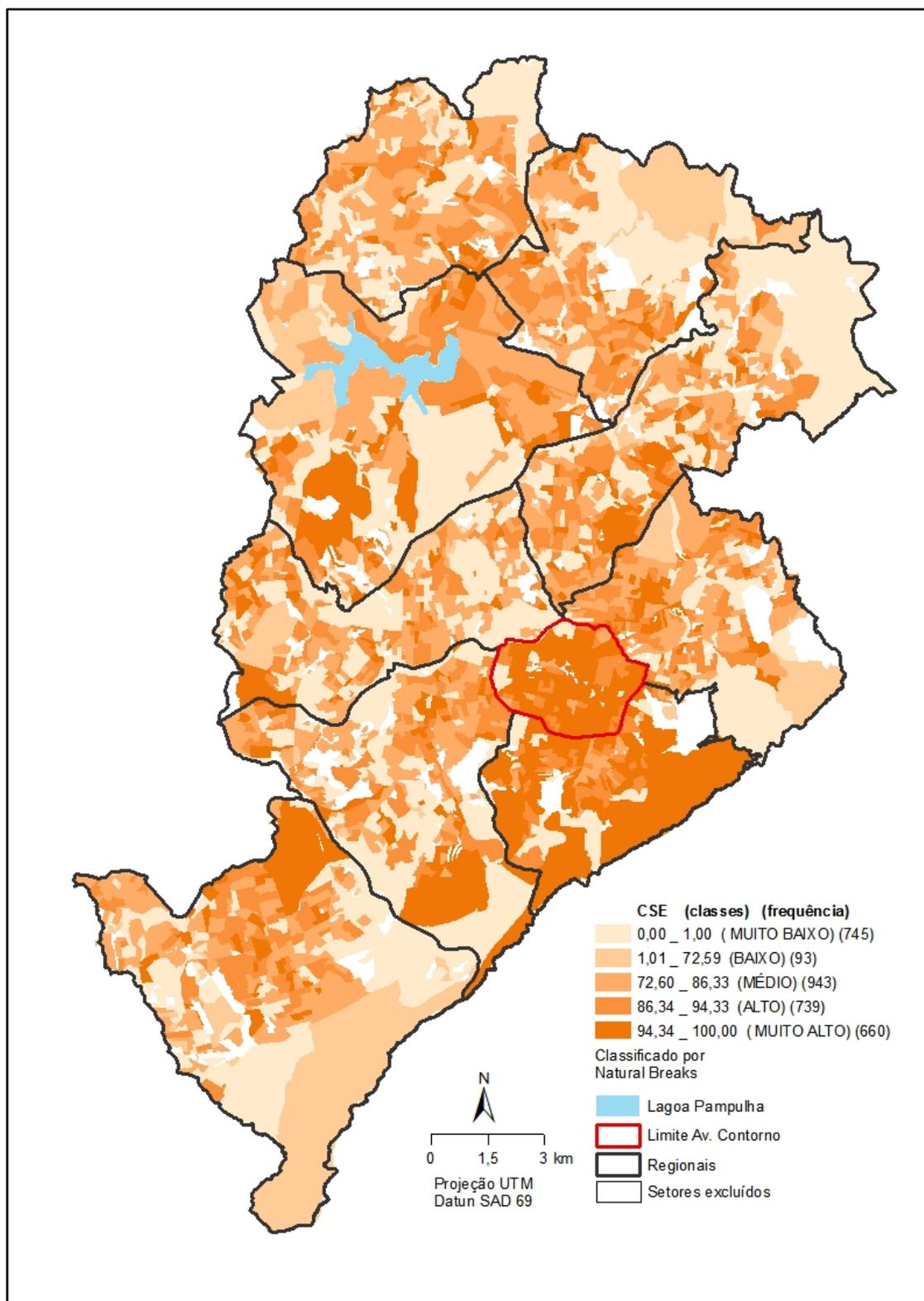
### **Saneamento Ambiental**

O Índice de Saneamento Ambiental (ISA) refere-se aos aspectos do meio físico urbano que possam interferir no bem-estar da população, buscando caracterizar os aspectos relacionados à infraestrutura urbana. Conforme descrito no item 5.2.2.3, o índice é composto por um conjunto de variáveis, que agregadas compõem a variável de Condições de Saneamento do Entorno (CSE), e depois de padronizadas formam o ISA. A seguir é apresentada a espacialização do CSE e do ISA.



**Figura 25 – Índice de saneamento Ambiental (ISA) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 26 – Condições de Saneamento do Entorno (CSA) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.

Ressalta-se que a espacialização do CSE e do ISA são idênticas, havendo apenas alteração nos valores em função da padronização dos dados, conforme descrito na metodologia. Os valores da variável CSE, por se tratar de uma relação percentual, tem uma compreensão mais simplificada e direta.

Observa-se que, para quase toda a totalidade do município, os valores de ISA encontram-se nas três últimas faixas de classificação, demonstrando um nível de adequação superior a 70% para a maior parte do município (cerca de 73% dos setores).

Dessa forma, podemos considerar que as condições de saneamento ambiental na cidade são, de modo geral, adequadas. Há, no entanto, uma parcela considerável da cidade cujos valores do CSE são inferiores a 1%. As aferições de campo nos mostraram que essas regiões correspondem, em sua maioria, a áreas institucionais, como hospitais, universidades e cemitérios, ou de baixa densidade demográfica e pouco edificadas. Mesmo os setores que se encontram até a terceira faixa de classificação, no limite de 78,80%, correspondem também, em sua maioria, a áreas indivisas ou áreas ocupadas por uma população de baixa renda, com pouca densidade populacional.

Vale lembrar que, conforme descrito no item 5.2.2.3, a presença de lixo no logradouro público é fator de redução do ISA. Verificam-se essas ocorrências em alguns setores com população residente, ou seja, que não correspondem às áreas institucionais citadas acima. Em geral, esses setores possuem também um baixo desempenho de outros indicadores, especialmente o IAU. A Figura 27 e Figura 28 são exemplos de setores cujo ISA é muito baixo.

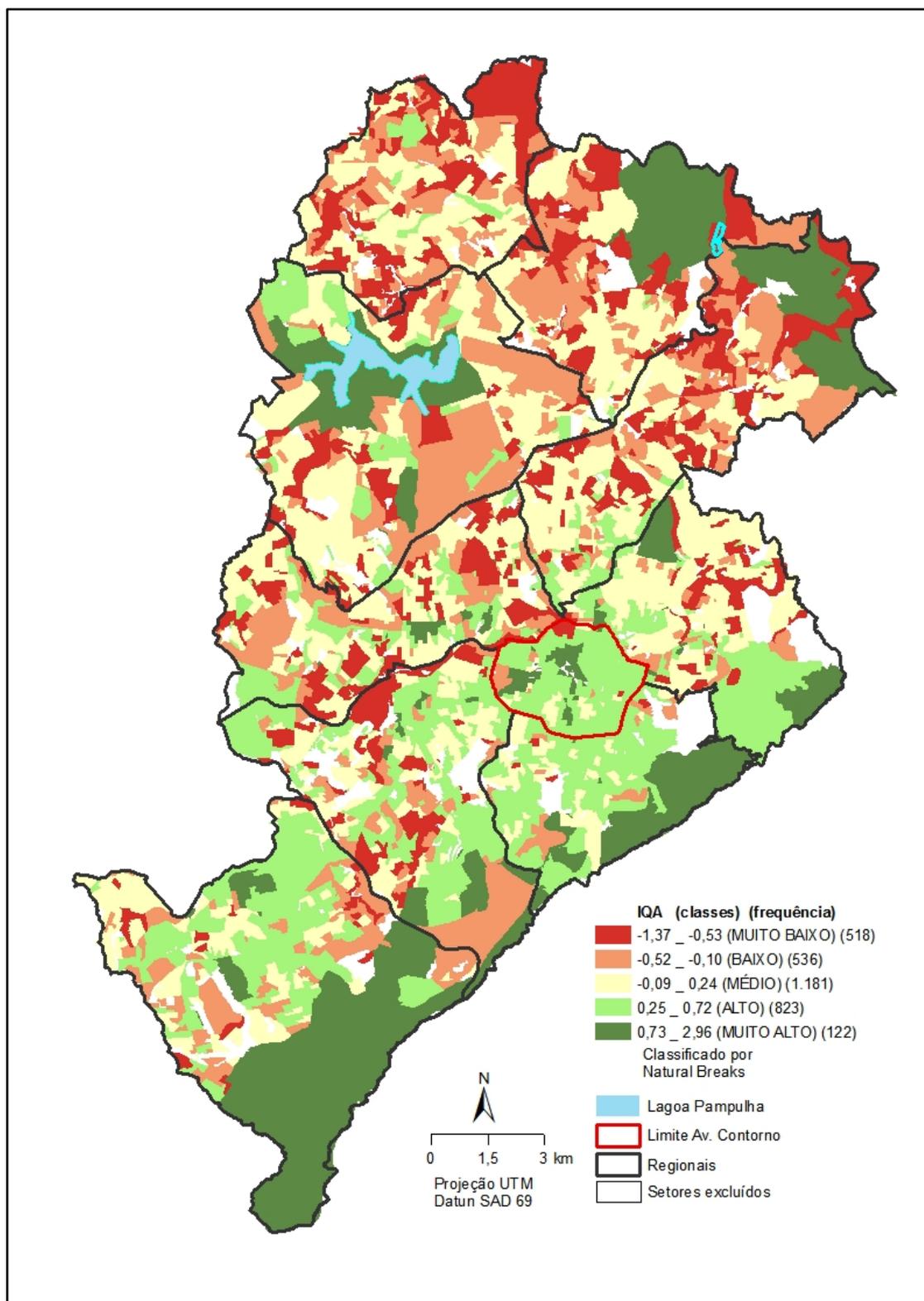


## **Índice de Qualidade Ambiental**

O Índice de Qualidade Ambiental (IQA) agrega o IAA, o IAT e o ISA, sintetizando as condições ambientais consideradas para o município de Belo Horizonte. A Figura 29, a seguir, apresenta a espacialização do IQA.

Nota-se uma clara concentração de setores classificados com melhor qualidade ambiental na porção sul do município, especialmente na faixa de classificação alta, enquanto a porção ao norte registra a maior parte das ocorrências de baixo IQA.

Embora a espacialização do índice sugira algum padrão nas ocorrências, o que se observa é que os setores de IQA, classificados como muito alto, apresentam-se dispersos pelo município, sendo que as maiores manchas se referem aos setores classificados pela LPUOS como ZPAM's, cuja qualidade ambiental alta é esperada. Para os setores com IQA na faixa de classificação muito alto, não foi observada nenhum fator recorrente e que possa indicar a existência de um fator comum às ocorrências.



**Figura 29 – Índice de Qualidade Ambiental (IQA) nos setores censitários de Belo Horizonte, 2010**

Fonte: Elaborado pela autora.

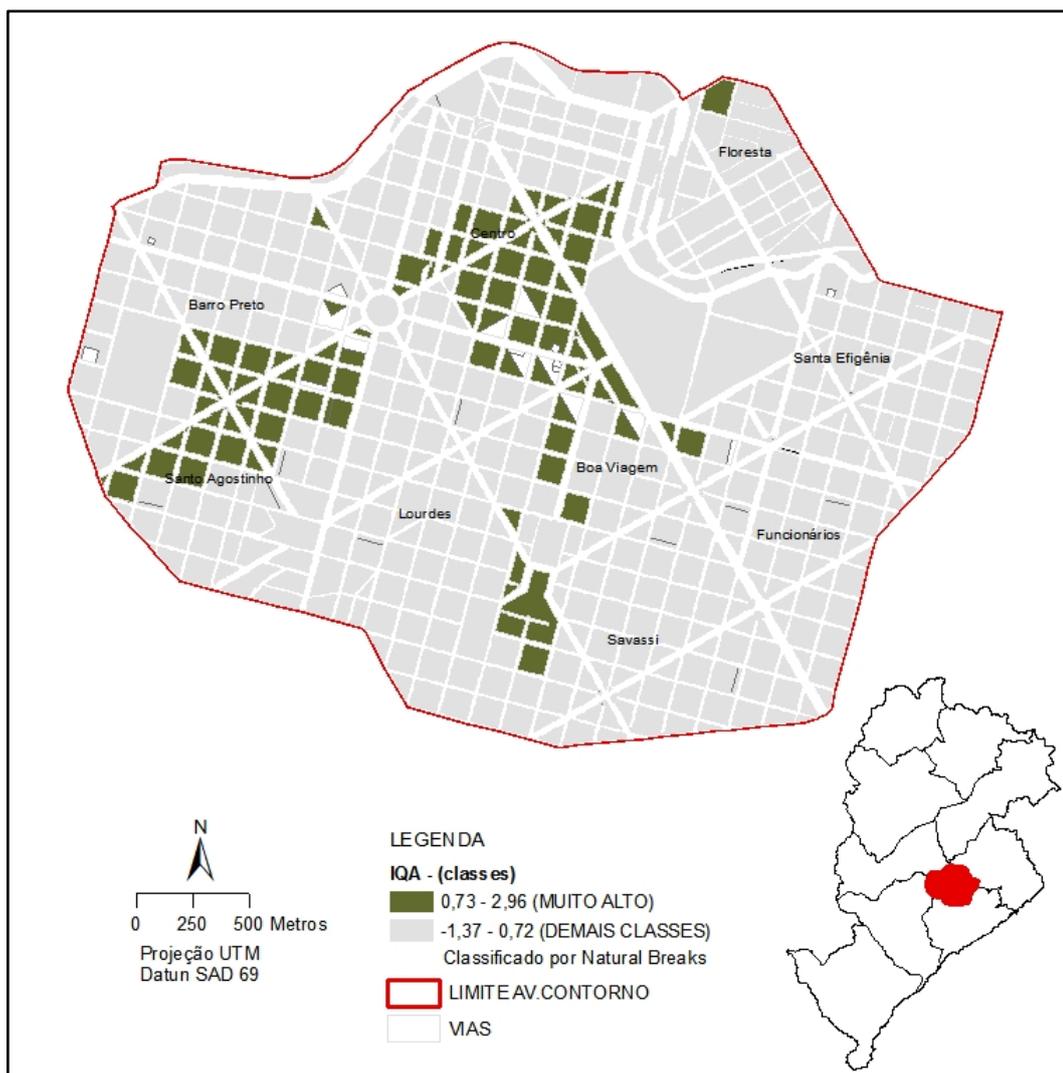
O maior valor de IQA foi registrado para o setor da Granja Werneck, classificado pela LPOUS como área de adensamento da cidade. Está incluída no perímetro definido em Lei 9959, de 2010, como “Operação Urbana do Isidoro<sup>50</sup>”, instrumento legal que traça as diretrizes gerais para a sua ocupação da área. O que se destaca na composição do IQA para esse setor é o IAA bastante alto, reflexo da alta permeabilidade do solo presente em uma área ainda a ser ocupada, contrapondo os valores de ISA e IAT bastante baixos.

Verifica-se também, no limite da Avenida do Contorno, a presença de um conjunto de setores cujo IQA é alto. A maioria dos setores concentra-se ao longo da Avenida Afonso Pena, no entorno da Praça Sete. Ao contrário da Granja Werneck, o que ocorre nesses locais é a ocorrência de um IAA bastante baixo, mas de valores de IAT e IQA muito altos.

É importante ressaltar também a ocorrência de setores com IQA alto, mas cuja composição dos demais índices da dimensão ambiental se apresenta de forma mais equilibrada. Neste contexto, destaca-se o entorno da Avenida Amazonas, entre Praça Raul Soares e Avenida do Contorno, que apresenta bons valores para o ISA e IAT, e um IAA também positivo, acima da média do município.

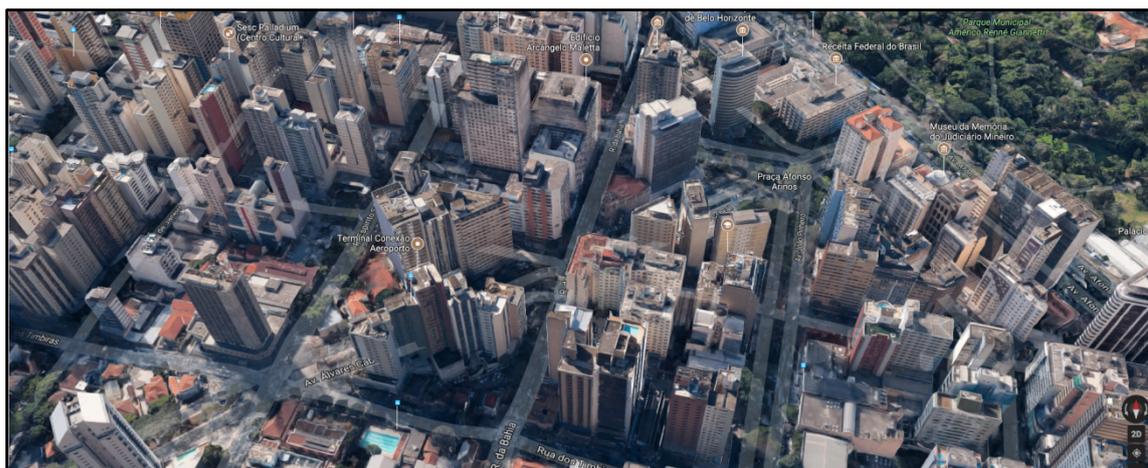
---

<sup>50</sup> A Operação Urbana do Isidoro busca viabilizar um projeto urbanístico que permita um maior adensamento nas áreas propícias à ocupação e a transformação de grandes áreas vegetadas em parques e reservas ecológicas de acesso público; a operação também prevê a implantação de toda a infraestrutura necessária, como sistema viário, equipamentos urbanos e comunitários. Segundo informações disponíveis no site da PBH, o Plano de Ocupação da Região do Isidoro propõe instrumentos para viabilizar a inversão do modelo urbanístico previsto na legislação então vigente, mas que se mostrou inadequado do ponto de vista da preservação ambiental: ocupação horizontal que ocupa grandes parcelas dos terrenos, de difícil controle da expansão, por um modelo verticalizado, com taxas de permeabilidade mais elevadas, assegurando e ampliando a preservação de áreas de importância ambiental e garantindo a implantação de toda a infraestrutura urbana necessária para este adensamento. Fonte: BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Planejamento Urbano. OU Isidoro. S.d. Disponível em: [http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamentourbano&lang=pt\\_br&pg=8843&tax=35726](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamentourbano&lang=pt_br&pg=8843&tax=35726). Acesso em: 23 de janeiro de 2018.



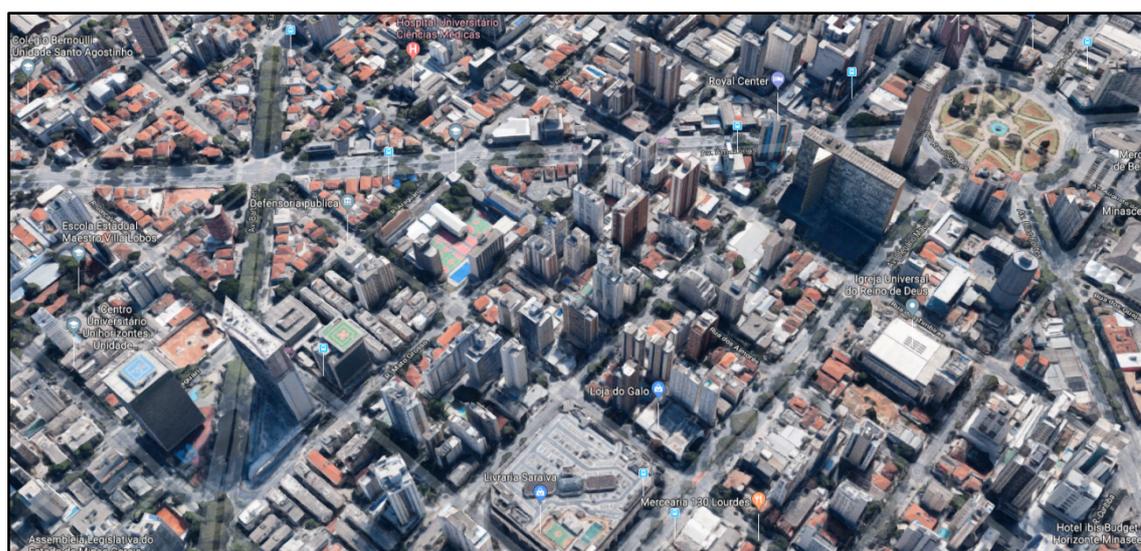
**Figura 30 – Setores de IQA muito alto localizados no limite da Avenida do Contorno**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 31 – Vista aérea do hipercentro com Avenida Afonso Pena e parte do Parque Municipal no canto superior direito**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).



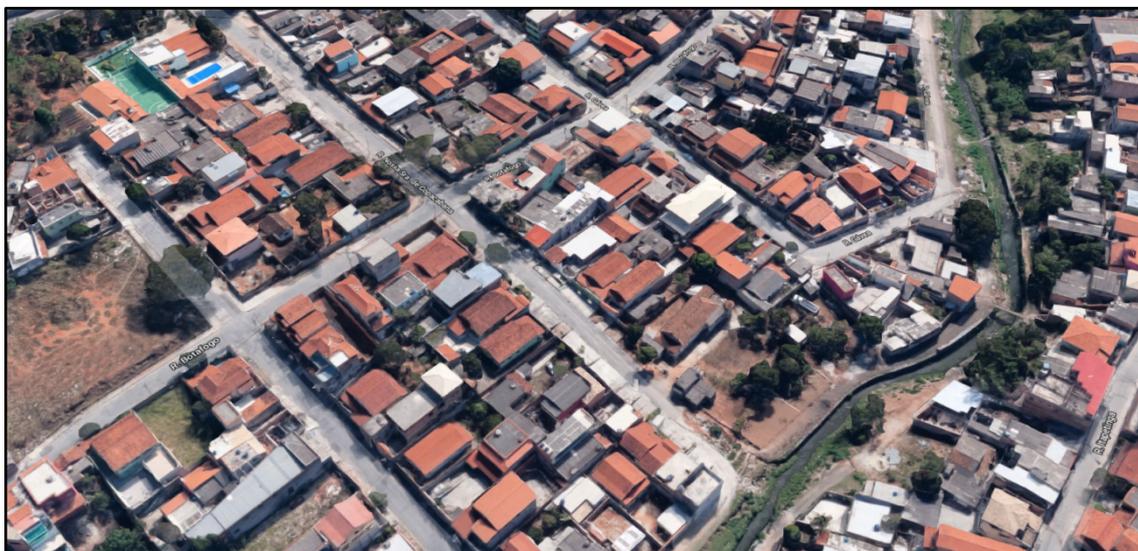
**Figura 32 – Vista aérea dos setores do bairro Santo Agostinho. No canto superior direito estão a Praça Raul Soares e o Conjunto JK**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

Quanto ao outro extremo, o dos valores de IQA muito baixos, nota-se também uma pulverização das ocorrências pelo município. Destaca-se, no entanto, a baixa ocorrência de setores nessa faixa de classificação nas regionais Centro-Sul e Barreiro. As maiores ocorrências estão na porção mais ao norte do município.

Os piores valores de IQA registrados referem-se a setores que, em sua grande maioria, apresentam classificação do ISA e do IAT muito baixas, refletindo as más condições de

infraestrutura e serviços urbanos. Dentre os setores cujo valor de IQA está entre os mais baixos, podemos citar o localizado no bairro Lagoinha Leblon, cuja ocupação é de baixa densidade e com baixo desempenho para todos os índices.



**Figura 33 – Vista do Bairro Lagoinha Leblon**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

### **Adensamento Urbano e Qualidade Ambiental: possíveis relações**

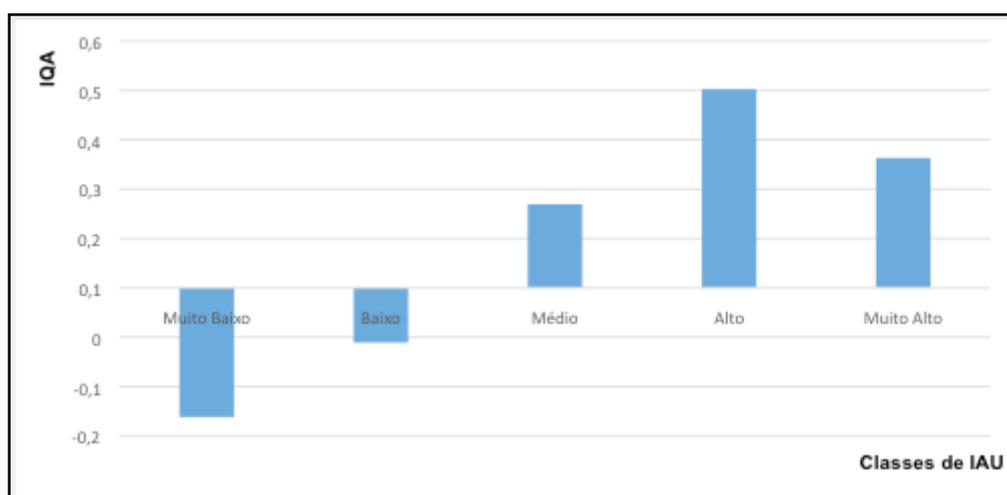
Realizadas as análises do IAU e do IQA, separadamente, cabe agora uma avaliação conjunta desses dois índices, a fim de confrontar resultados e buscar possíveis relações entre o adensamento e a qualidade ambiental no município de Belo Horizonte.

A Tabela 1 apresenta uma média dos valores de IQA e das variáveis que o compõem para cada classe de IAU. O objetivo dessa tabela é verificar em quais classes de IAU se obtém os melhores resultados para as variáveis, e o índice relacionado à qualidade ambiental.

**Tabela 1 – Médias dos valores de IQA e variáveis para cada classe de IAU**

Índices		Variáveis (média)				
IAU (classes)	IQA (média)	AP	TM	DP	ML	ISA
Muito Baixo	-0,16	0,08	21,95	133,19	2,40	54,96
Baixo	-0,01	0,04	21,91	175,13	2,48	69,23
Médio	0,27	0,03	21,83	207,90	2,91	86,11
Alto	0,50	0,02	21,84	293,52	4,23	91,34
Muito Alto	0,36	0,02	21,90	434,89	4,98	59,08

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 34 – Gráfico da média de IQA versus Classes de IAU**

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 1 mostra que os maiores valores de IQA foram registrados na faixa de classificação do IAU alto, enquanto a menor média foi registrada na faixa de classificação muito baixo. O gráfico da Figura 34 ilustra esse resultado.

Para as demais variáveis pode-se destacar para AP a ocorrência de maiores médias para a faixa de classificação muito baixa do IAU, o que confirma as observações já realizadas, uma vez que se trata de áreas de baixa ocupação ou áreas de preservação. Verifica-se também

que a média das variáveis DP e ML aumentam a medida do aumento da classe do IAU, comportamento esperado, e que também confirmam as análises anteriores, que indicam o favorecimento da implantação do sistema de transporte público nas áreas mais adensadas.

Para o ISA, nota-se uma queda da média dos valores da variável na faixa de IAU muito alto. Esse comportamento foi influenciado, em grande parte, pela existência de setores – cinco setores, dentre os quatorze classificados com IAU muito alto –, que possuem valores de ISA na faixa de classificação muito baixo, certamente devido a presença de lixo ou esgoto a céu aberto.

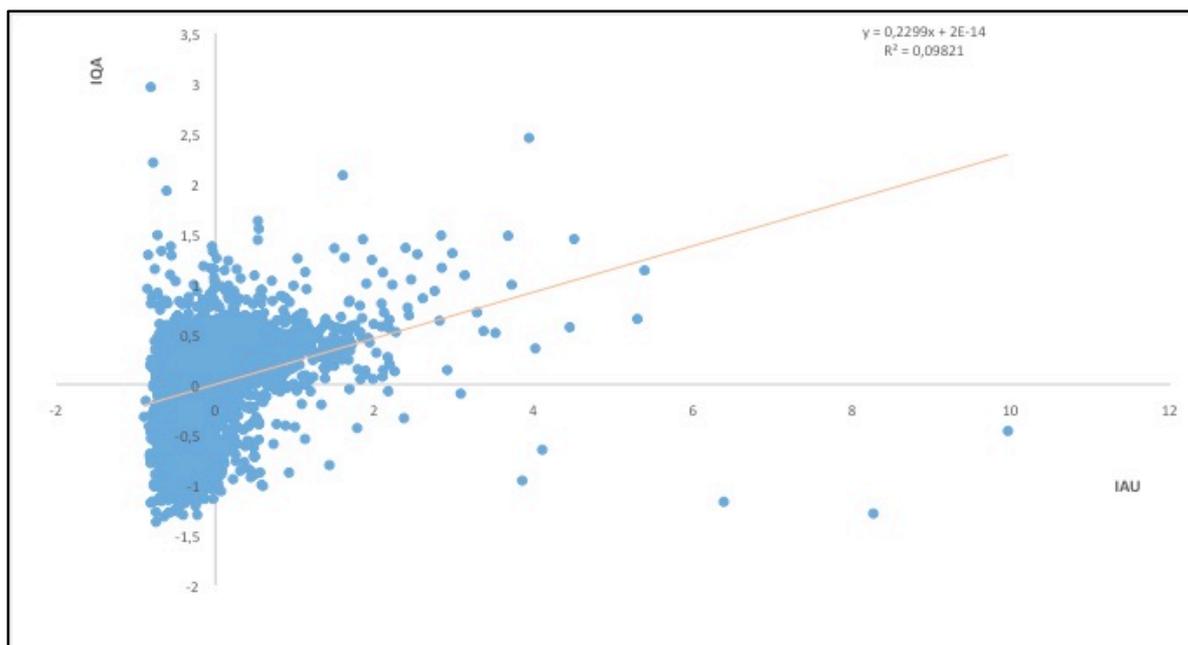


**Figura 35 – Vista superior do setor no bairro Várzea da Palma que registra IAU muito alto e ISA muito baixo. Destaque para o esgoto a céu aberto no canto superior esquerdo da imagem**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).

Com vistas ao objetivo geral desta pesquisa, que é de verificar a relação entre o adensamento urbano e a qualidade ambiental, foram aplicados modelos de regressão: uma regressão linear, OLS, e uma regressão geograficamente ponderada, do tipo GWR, conforme descrito na metodologia, item 5.2, utilizando o IAU como variável explicativa e o IQA como variável dependente.

O resultado da regressão OLS é exposto a partir do gráfico de dispersão dos resíduos (FIG. 36). As estatísticas desse modelo podem ser verificadas no APÊNDICE A.



**Figura 36 – Gráfico de dispersão da regressão linear**

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados processados no programa SPSS.

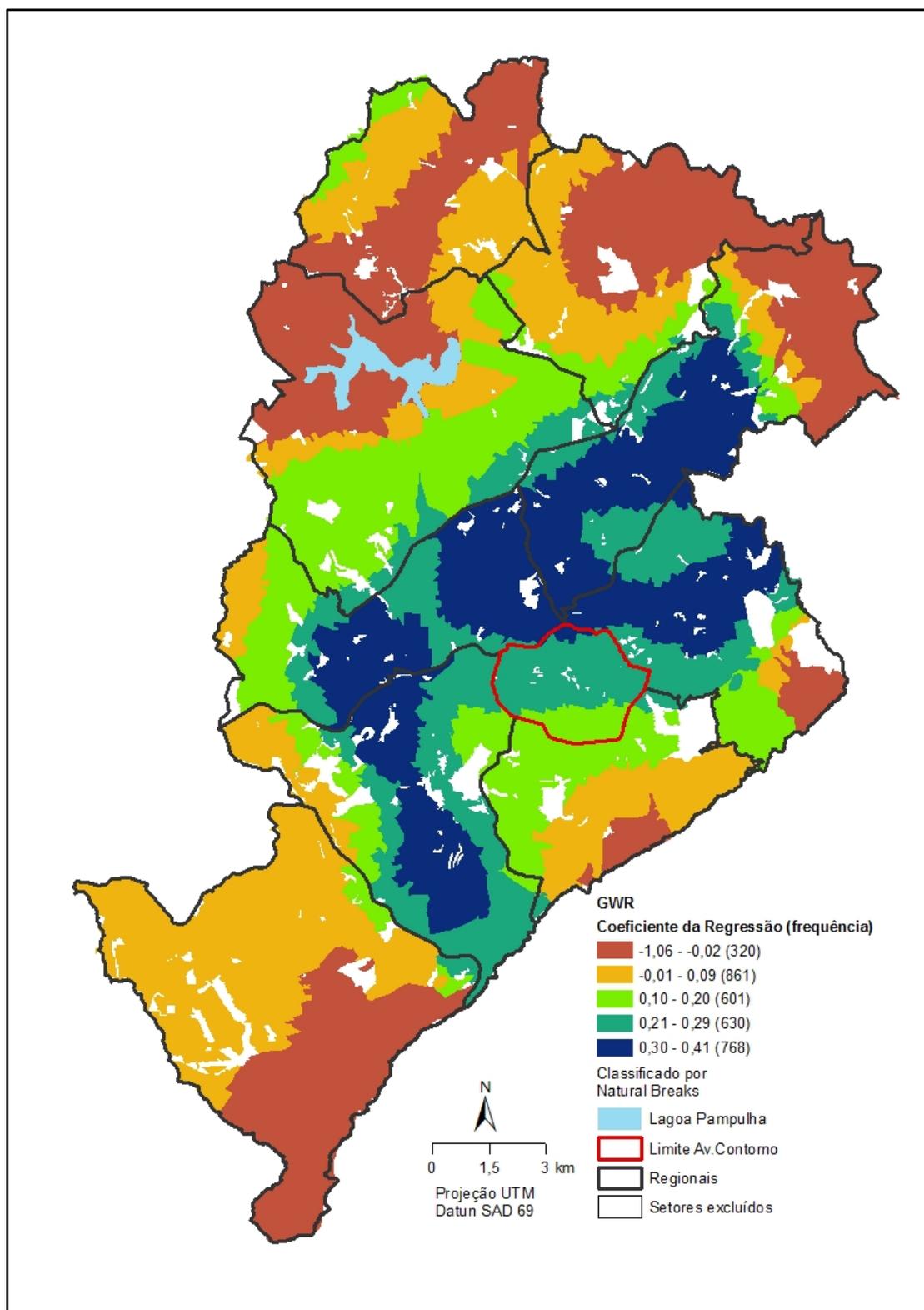
O gráfico de dispersão apresentado na Figura 36, é a representação dos resultados da estatística. O resultado da regressão OLS indica uma correlação positiva, porém baixa, considerando os valores obtidos pelo coeficiente de determinação, também chamando de  $R^2$ . O  $R^2$  é uma medida de validação ou ajuste do modelo, e pode variar entre 0 (zero) e 1 (um), indicando o grau de explicação do modelo proposto. Quanto mais próximo de 1 (um), melhor o desempenho do modelo e, portanto, maior o grau de explicação de uma variável com relação a outra. O valor de  $R^2$  obtido no modelo global foi extremamente baixo, no caso 0,098, o que indica uma correlação estatística desprezível entre o IQA e o IAU (aproximadamente 10% de correlação).

Quanto à plotagem dos pontos no gráfico de dispersão da Figura 36, observa-se que os mesmos não acompanham o traçado da reta de regressão. A distância entre o ponto e a reta representa o valor dos resíduos. Dessa forma, quanto mais longe o ponto estiver da reta, mais distante ele está de uma relação ideal, sendo, portanto, menor a relação entre as variáveis. No caso específico desta análise, são relevantes os setores cujos pontos localizam-se no quadrante superior direito do gráfico, cujo IAU e IQA são positivos.

Como não foi identificada uma correlação global entre IAU e IQA, optou-se por investigar a existência de alguma correlação espacial em nível local por meio de uma regressão geograficamente ponderada, do tipo GWR. Apesar da correlação global ter sido

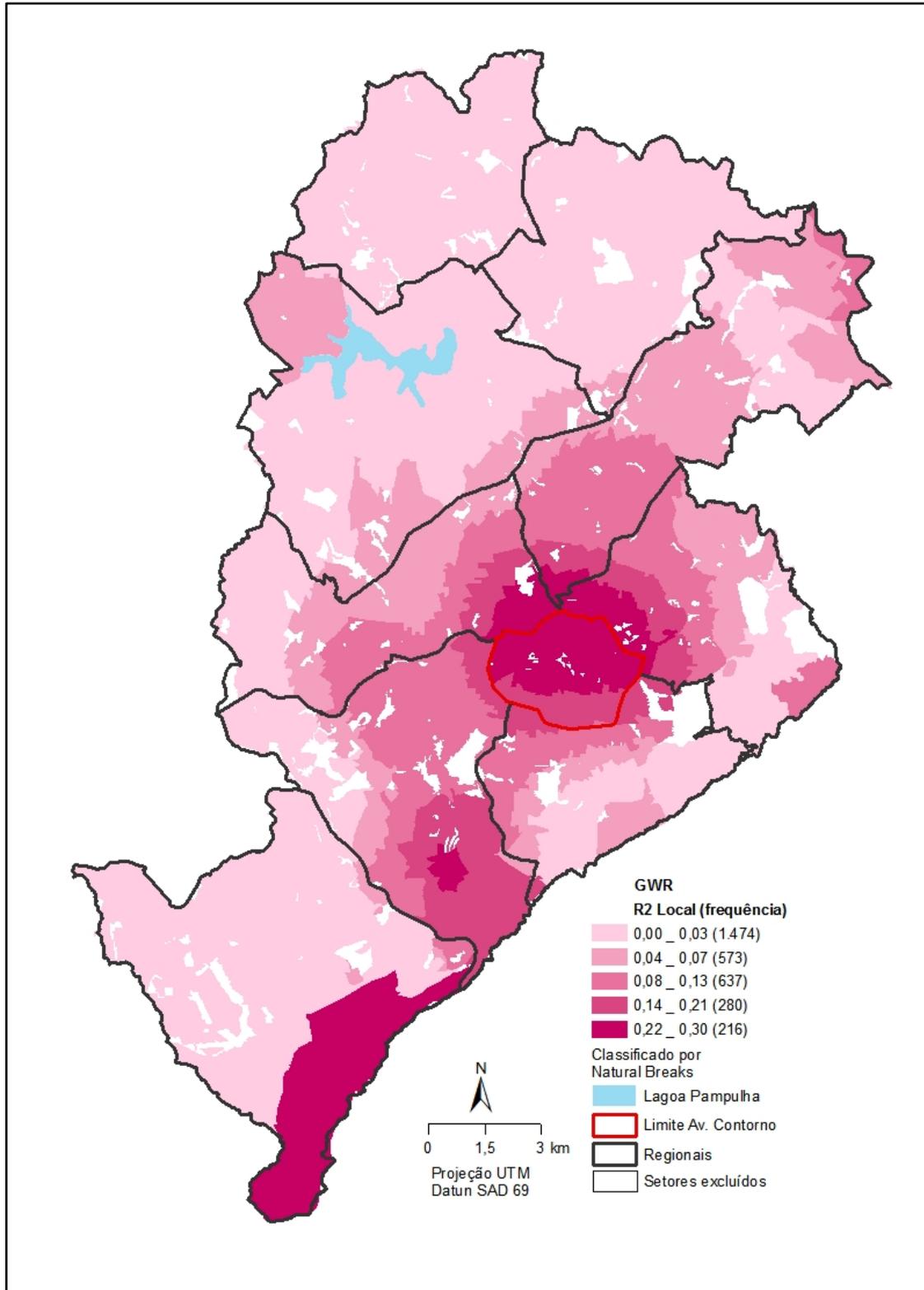
considerada relevante, é possível que existam locais onde a correlação entre as variáveis seja significativa.

A Figura 37 apresenta os resultados do Coeficiente de Regressão Local. Valores do coeficiente positivos indicam a existência de uma correlação positiva entre o IAU e o IQA, ou seja, as duas variáveis se movem juntas. O mapa do  $R^2$  Local (FIG. 38) indica o grau de adequação do modelo para cada ponto considerado, no caso para cada setor censitário, oferecendo a medida de adequação do modelo para cada setor, ou seja, onde pode ser verificada uma maior correlação entre o IAU (variável explicativa) e o IQA (variável dependente).



**Figura 37 – GWR - Coeficiente de Regressão Local**

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa ArcGis.



**Figura 38 – GWR\_ R<sup>2</sup> Local**

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa ArcGis.

O resultado do Coeficiente de Regressão Local (FIG. 37) mostra a existência de uma correlação positiva entre IAU e IQA para uma parte significativa do município. Os maiores valores (nas duas últimas faixas de classificação) estão entre 0,21 e 0,41, e concentram-se em grande parte nas regionais Oeste, Noroeste, Nordeste e Leste, e na região central, perímetro da Avenida do Contorno.

O resultado do  $R^2$  Local indica que os melhores valores de ajuste do modelo estão na faixa de 0,22 a 0,30, o que é considerado um valor ainda muito baixo, indicando, mesmo em uma escala local, uma baixa correlação entre o IAU e o IQA. A espacialização desse resultado apresenta uma configuração quase concêntrica, cujo hipercentro de Belo Horizonte e entorno próximo apresentam-se como as áreas em que o modelo possui melhor ajuste, seguido pelos setores do bairro Buritis e setores localizados em área de ZPAM, na regional Barreiro.

Mesmo não tendo sido verificada uma correlação estatística entre adensamento urbano e qualidade ambiental para o município de Belo Horizonte, é possível identificar, a partir dos estudos realizados, locais onde o adensamento urbano, aliado ou não à qualidade ambiental, está presente representando situações onde a aplicação dos princípios do modelo de cidade compacta são bem ou mal sucedidos, que é um dos objetivos específicos deste trabalho.

Nota-se que as regiões onde são registradas as maiores correlações ( $R^2$  Local) entre as variáveis, coincidem com as áreas cujo coeficiente é positivo, ressaltando o caráter complementar dos dois resultados. A ocorrência de uma correlação positiva indica que a presença de um IQA positivo ocorre em conjunto com a existência de um IAU também positivo, ou o contrário, um IQA negativo onde também há um IAU negativo. Dessa forma, uma correlação positiva e um alto  $R^2$  não indicam, necessariamente, setores onde são verificadas ocorrências favoráveis de adensamento e qualidade ambiental.

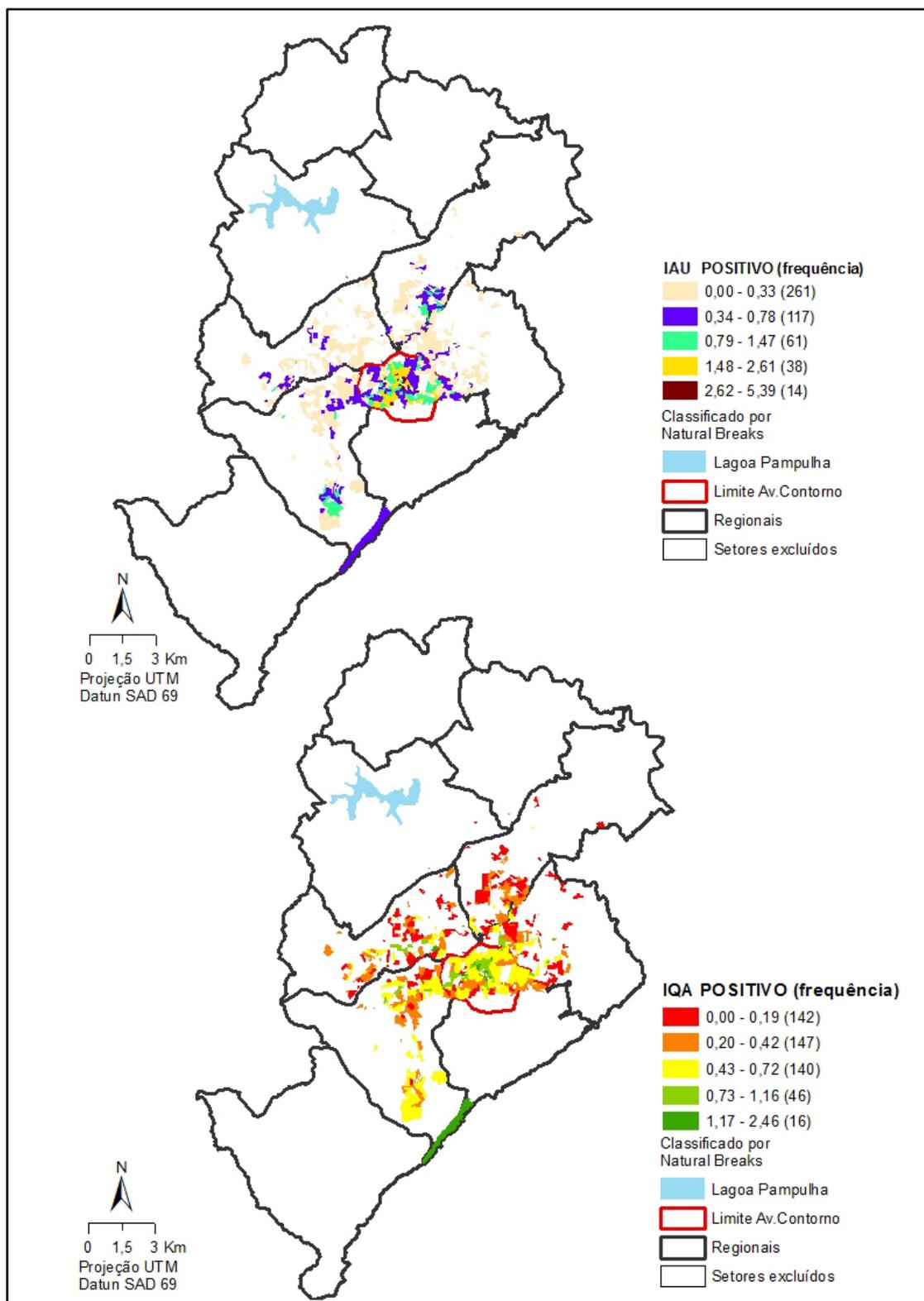
A Figura 40 apresenta a seleção dos setores cujo coeficiente de regressão é positivo, concentrados nas duas últimas faixas de classificação do coeficiente (maiores que 0,21) e possuem um IAU e IQA também positivos (maiores ou iguais a zero).

O mapa da Figura 40 apresenta as ocorrências da compactação urbana, e sintetiza as informações da Figura 39. Ele apresenta uma classificação dos setores apresentados considerando o somatório dos valores de IAU e IQA, dentre os critérios descritos na metodologia, item 5.2.3.

Esse resultado da Figura 39 mostra os setores onde os atributos do adensamento urbano e da qualidade ambiental, definidos no modelo de cidade compacta, estão presentes no

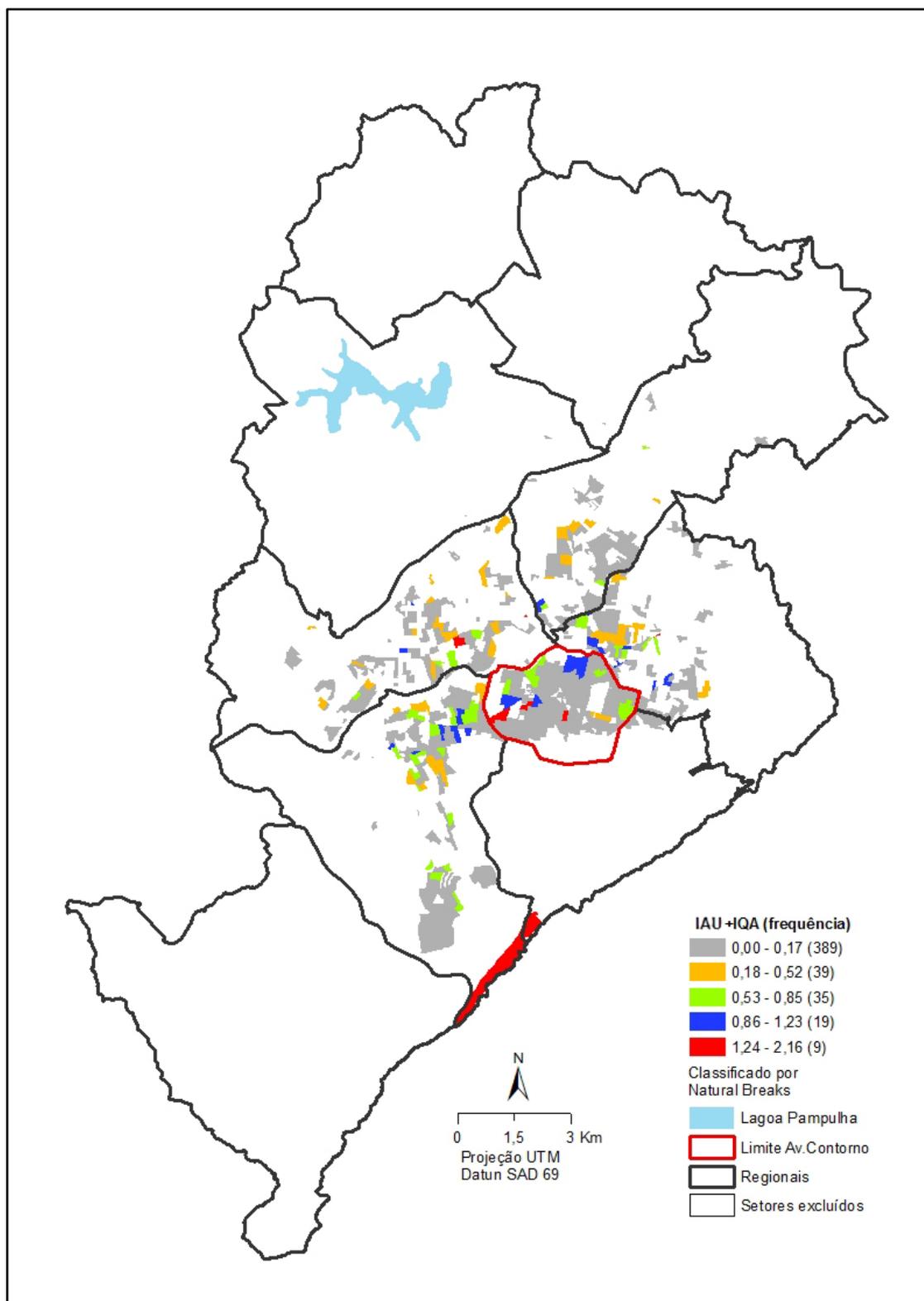
município de Belo Horizonte. Nota-se a ocorrência desses setores em quase toda a totalidade da região central (FIG. 41) e bairros próximos, como Lourdes, Santo Agostinho (citados na análise do IQA e ilustrados na FIG. 42) e Barro Preto, que possuem tipologia de ocupação bastante semelhante, seguido por alguns setores na regional Oeste, ao longo da Avenida Amazonas (FIG. 43), que apresentam um a tipologia de ocupação menos verticalizada se comparada à região central, mas com a presença de grande oferta de comércio e serviços, fazendo com a infraestrutura se destaque.

Fora do entorno da região central, está um dos setores mais verticalizados do bairro Belvedere (FIG. 44), que está na faixa de classificação mais alta do mapa de compactação urbana (FIG. 40). Também estão presentes nessa seleção os setores do bairro Buritis (FIG. 15), cujo adensamento urbano nas últimas décadas foi crescente; setores nas regionais Noroeste, principalmente distribuídos ao longo da Via Expressa, até as proximidades do Bairro Coração Eucarístico; na direção da cidade de Contagem, e também setores da regional Nordeste, com destaque para os bairros Cidade Nova e entorno.



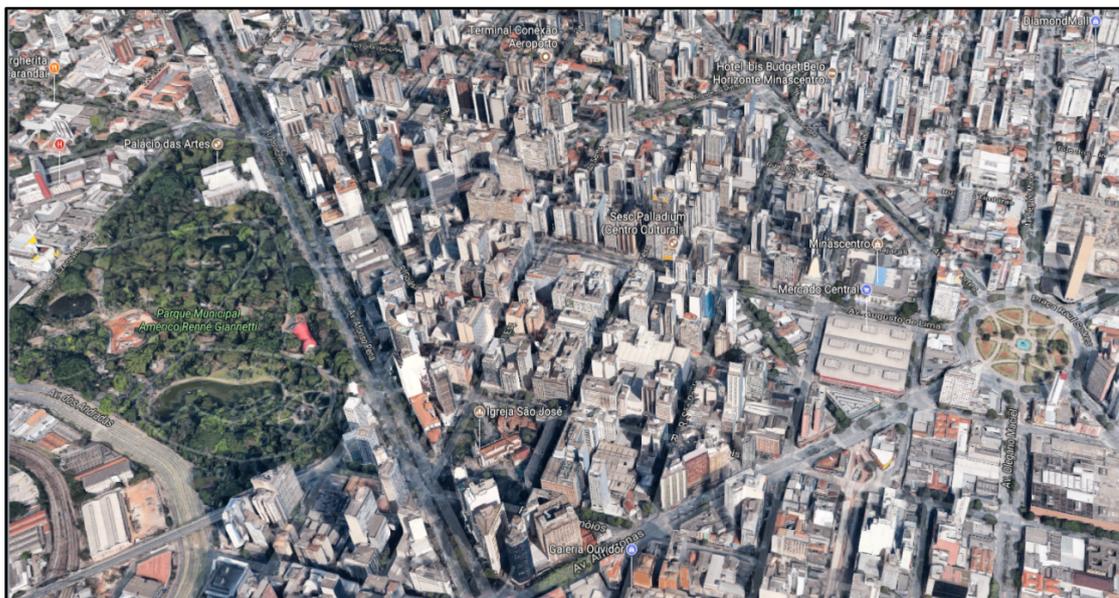
**Figura 39 - Setores censitários de correlação positiva alta, com IAU e IQA positivos**

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa ArcGis



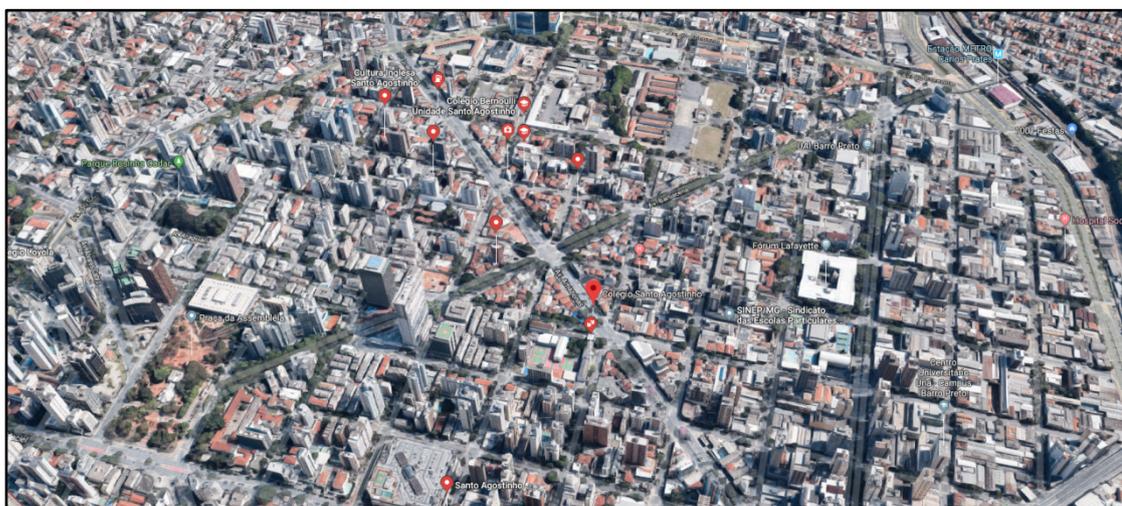
**Figura 40 - Compactação Urbana: Setores onde há adensamento urbano e qualidade ambiental**

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa ArcGis.



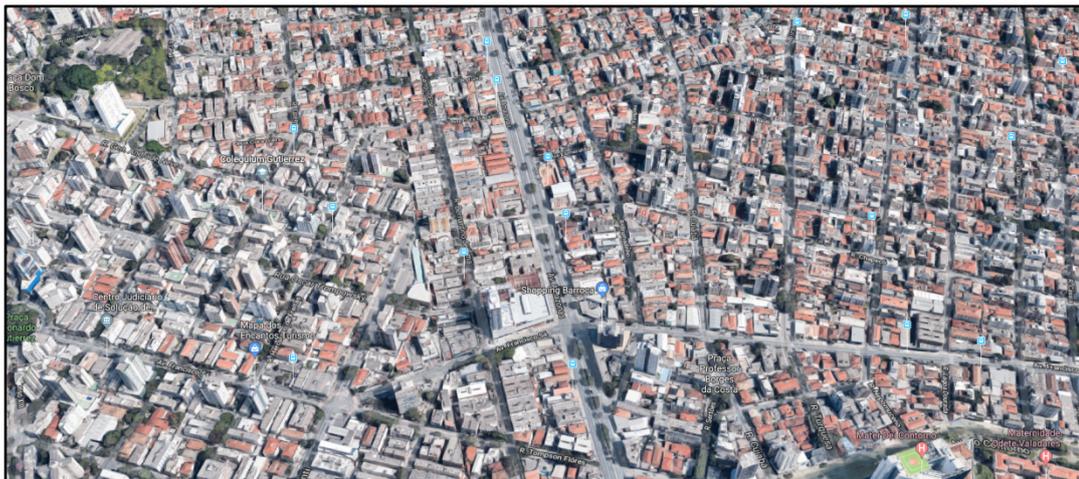
**Figura 41 - Vista aérea do hipercentro, região entre Praça Sete e Praça Raul Soares**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).



**Figura 42 - Vista aérea do bairro Santo Agostinho mostrando o agrupamento setores do entorno do Fórum Lafayette e entorno Colégio Bernoulli**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018).



**Figura 43 – Setores ao longo da Avenida Amazonas, na regional Oeste**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018)



**Figura 44 – Setor do bairro Belvedere**

Fonte: GOOGLE MAPS (2018)

Apesar de esses setores possuírem uma configuração espacial diversificada, nota-se a presença da verticalização como forma de adensamento mais comum, tendo sido verificadas poucas ocorrências, nas faixas mais altas de classificação da compactação urbana, de locais cuja ocupação apresenta-se mais horizontalizada. Nota-se também que se tratam de regiões cuja a atratividade de pessoas, seja pelo adensamento residencial, como é o caso do Bairro Buritis; ou pela oferta de serviços, como é o caso da região central e entorno, sempre esteve presente, fazendo com que a infraestrutura de transportes, por exemplo, seja favorecida.

Sendo assim, nos setores apresentados na Figura 40, é possível afirmar, baseado nos estudos realizados e no referencial teórico abordado, que há a presença de adensamento aliado à qualidade ambiental em Belo Horizonte. Esses setores, embora estejam nas melhores faixas

de classificação para os dois índices, possuem uma relação equilibrada entre eles (entre 25% e 75%, conforme descrito na metodologia). Pode-se considerar que se tratam de setores, se comparados a outros do município, que mais se adéquam aos princípios da cidade compacta considerados aqui, apresentando uma relação favorável entre adensamento e qualidade ambiental.

Diante do exposto, conclui-se que, para o município de Belo Horizonte, não há correlação estatística entre adensamento e qualidade ambiental, sendo assim, não se pode afirmar que um maior adensamento urbano significa, necessariamente, ganhos de qualidade ambiental urbana.

Em diversas áreas da cidade, a relação entre adensamento como promotor de qualidade ambiental pode ser observada e confirmada pelos estudos realizados. O que se nota de forma mais evidente nas ocorrências dessas relações favoráveis, é que nas regiões da cidade cuja ocupação foi impulsionada pelo setor imobiliário ou por interesses políticos diversos, a presença do poder público tende a ser mais intensa, agindo com mais rigor no estabelecimento de parâmetros urbanísticos e na fiscalização, resultando, assim, nos casos verificados, em melhorias das condições de qualidade ambiental. Reforça-se, dessa maneira, a importância do papel do poder público na elaboração de leis e na fiscalização, que pode ser considerado fundamental para a qualidade ambiental.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Concluído este trabalho, cabe recuperar as discussões realizadas e os resultados obtidos. Através do estudo das questões ambientais na história do planejamento urbano, verificou-se que o crescimento urbano sempre vinha acompanhado de problemas ambientais que se intensificaram a medida em que a industrialização aumentava, ocasionados pela densidade populacional excessiva, desigualdade social e crescente degradação, reflexo do crescimento urbano sem planejamento. As preocupações iniciais limitavam-se às questões de salubridade visando o controle de doenças e epidemias, gerando algumas reações e diversos debates sobre os rumos que o crescimento urbano deveria tomar.

Sugiram, no cerne dessas discussões, os modelos de planejamento apresentados no item 2.1.1, entre eles a Cidade Jardim, de Ebenezer Howard; e as propostas de Le Corbusier, que compuseram a carta de Atenas, considerada como o principal documento norteador do planejamento moderno e contemporâneo. As propostas de Le Corbusier se destacam não apenas pelas preocupações com a insolação e ventilação, preocupações essas que motivaram as primeiras ações efetivas de planejamento urbano pós-industrialização, mas principalmente por promover estratégias de se obter altas densidades com menor comprometimento do solo através de uma tipologia edificatória mais verticalizada, gerando também mais áreas verdes e espaços livres de uso público.

Embora a proposta de Le Corbusier tivesse sido concebida visando à construção de cidades mais funcionais, alguns aspectos, como o favorecimento do uso do transporte motorizado individual ou não, motivado por uma segregação de atividades principais, resultou em inúmeros questionamentos quanto à sustentabilidade do modelo modernista.

Discussões mais recentes sobre o planejamento urbano confrontam os modelos de cidade compacta e cidade difusa. Notam-se, nas propostas para uma cidade compacta, inúmeras características do modelo modernista buscando, sobretudo, favorecer a diversidade, tanto sob o aspecto da morfologia urbana quanto do intercâmbio social, sendo consideradas, assim, mais sustentáveis se comparadas aos outros modelos apresentados.

As altas densidades e a priorização de áreas multifuncionais, com distâncias que possam ser percorridas a pé ou no máximo de bicicleta, reduzindo assim o tráfego de veículos e o uso do transporte público, são características das chamadas cidades compactas e são apresentadas como as principais vantagens pelos autores que a defendem. Por outro lado, os

críticos desse modelo enfatizam que os problemas decorrentes da carência de solo urbano podem comprometer seu sucesso, como, por exemplo, a carência de áreas verdes e espaços livres, com o comprometimento do bom desempenho ambiental das edificações devido ao adensamento construtivo, além da segregação da população ocasionada pela alta valorização imobiliária que o modelo pode gerar.

Diante disso, a afirmação de que a adoção de modelos urbanos mais compactos são mais sustentáveis, constituindo-se em uma solução para o crescimento das cidades, tornou-se questionável. Baseado na fundamentação teórica desenvolvida buscou-se avaliar se o adensamento urbano, conforme adotado no planejamento contemporâneo tem, de fato, proporcionado ganhos ambientais.

Muitos são os fatores que influenciam no delineamento da forma urbana, sendo o papel do Estado, através da legislação, um dos principais, se não o principal definidor desse delineamento. É através da legislação e dos instrumentos urbanísticos impostos por ela, que o tecido urbano se configura. Foi abordado, ao longo do trabalho, os principais marcos na legislação brasileira que tratam do planejamento urbano, e como os instrumentos impostos pelas legislações podem impactar a constituição morfológica das cidades, especialmente no que se refere ao adensamento. No contexto brasileiro, a Constituição de 1988 e, posteriormente, o Estatuto da Cidade<sup>51</sup>, foram propulsores de significativas transformações para a política urbana brasileira, entre elas a obrigatoriedade do Plano Diretor, instrumento básico para uma política de ordenamento territorial.

Vimos, ao longo do trabalho, que a densidade apresenta-se como um dos indicadores mais utilizados para controle e ordenamento da forma urbana. De modo geral, a maioria dos instrumentos urbanísticos presentes nas legislações trata do controle de densidades visando limitá-la ou incentivá-la, de forma a direcionar as expansões urbanas conforme os interesses do agente envolvido - Estado e Sociedade -, e também conforme as limitações naturais do sítio. A adoção de coeficientes de aproveitamento, taxas de ocupação e de permeabilidade, isoladamente ou combinados, constituem os parâmetros de controle de densidades construtivas mais comuns presentes nas legislações brasileiras.

Um panorama da expansão urbana da cidade de Belo Horizonte e um resgate histórico das legislações urbanísticas, com o objetivo de identificar os aspectos que evidenciassem as preocupações ambientais, nos mostraram que, na maioria das vezes, a legislação atuou de

---

<sup>51</sup> Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.

forma a minimizar uma situação crítica já instalada, atuando mais no sentido de conter os problemas já estabelecidos, e menos como instrumento para evitá-los.

A primeira LPOUS de Belo Horizonte é de 1976 e combinava categorias de uso, zonas de ocupação e Modelos de Assentamento, gerando certa especialização do espaço urbano, e influenciando diretamente na valorização imobiliária. Foi só com a promulgação da LPOUS, em 1996, que era extremamente rígida com relação ao uso não residencial, que esse cenário começou a se alterar, resultado de uma maior reflexão sobre o planejamento da cidade, mas também do aumento da complexidade imposta pelo crescimento urbano.

O que se nota na legislação urbanística de Belo Horizonte, é um importante movimento na direção de uma abordagem mais integradora, num esforço de abarcar os múltiplos processos sócioespaciais que atuam na estruturação do espaço urbano com um significativo avanço no tratamento dos aspectos relacionados à qualidade ambiental.

Permeando as discussões sobre a cidade compacta e os efeitos da densidade construtiva na qualidade ambiental, estão os aspectos que a relacionam com a densidade populacional. Nesse contexto, as discussões sobre as vantagens e as desvantagens das altas densidades passam a abordar, também, aspectos relacionados à sustentabilidade urbana, como o uso mais eficiente do solo urbano e maior racionalidade na implantação das infraestruturas, além de questões mais subjetivas, essas relacionadas ao bem-estar e à qualidade de vida.

No Capítulo 4, empreendeu-se uma discussão sobre a qualidade e a sustentabilidade ambiental urbana sob a ótica da cidade compacta. Concluiu-se, a partir das discussões teóricas, que a cidade sustentável deve atender a uma demanda de adensamento urbano gerando espaços de qualidade ambiental causando o menor impacto possível ao meio natural, e buscando a adaptação dos assentamentos humanos ao clima e ao meio ambiente no qual estão inseridos. Definiu-se, também, para nortear o desenvolvimento deste trabalho, o conceito de Qualidade Ambiental como a qualidade que se refere aos aspectos físicos referentes ao ambiente construído que interferem diretamente nas atividades humanas no ambiente urbano e, conseqüentemente, na qualidade de vida.

Definidos os conceitos, foram delineados os atributos da qualidade ambiental fundamentais para a definição dos indicadores, a partir dos quais a metodologia do trabalho foi estruturada. Os atributos foram agrupados em duas dimensões, espacial e ambiental, que se relacionam mais diretamente aos aspectos físicos do ambiente construído conforme o delineamento estabelecido no conceito de qualidade ambiental.

A partir da definição dos indicadores, foram escolhidas as variáveis que foram, então, convertidas em índices sintéticos e relacionados entre si para análises parciais e,

posteriormente, utilizados na construção de modelos de regressão. A forma de construção desses indicadores e índice é descrita no item 5.2.

Verificou-se que os índices são instrumentos bastante usuais quando se trata de parâmetros de qualidade ambiental e sustentabilidade, tendo um uso bastante efetivo nessa área. Apesar da complexidade de selecionar indicadores capazes de representar um determinado aspecto e concluir por sua adequação, ou não, eles podem auxiliar no desenvolvimento de diretrizes, constituindo-se como importante auxílio nas tomadas de decisão.

Os resultados das avaliações realizadas, a partir dos índices estabelecidos, não permitem afirmar que um maior adensamento urbano significa ganhos de qualidade ambiental. Foi verificado que, para alguns fatores, como saneamento urbano e transporte público, a relação entre adensamento e qualidade é favorável, já para outros, como a permeabilidade do solo, essa relação nem sempre é verdadeira.

A análise geral do IAU e das variáveis relacionadas a ele demonstram também que, para Belo Horizonte, um maior adensamento construtivo e verticalização não se relacionam, necessariamente, com uma maior densidade demográfica. Em geral, as áreas de maior adensamento construtivo coincidem com as áreas de ocupação inicial da cidade, na região Centro-Sul, salvo algumas exceções, em geral recorrentes, como o bairro Estoril, Buritis, Castelo e Cidade Nova, que se destacam na cidade como as principais áreas de adensamento recente, figurando de forma constante nas faixas mais altas de classificação do IAU.

Quanto à variável de permeabilidade, AP, o que se observou em comum nas ocorrências de compactação urbana e áreas verdes/permeabilidade, é que elas se localizam, em sua maior parte, em áreas bastante visadas pelas legislações e por incorporadores imobiliários, estando, portanto, sob um maior controle do poder público e dos mecanismos de fiscalização. Evidencia-se, nessa variável, uma forte relação com os parâmetros da legislação, figurando quase toda a cidade dentro dos valores exigidos pela lei.

Outro ponto contundente é a forte relação do indicador de temperatura, TM, com o relevo, como já observado no trabalho de Assis (2011). Historicamente, a ocupação inicial de Belo Horizonte se deu na direção da região Centro-Sul, na proximidade da Serra do Curral, onde se registram as menores médias térmicas se comparadas às regiões mais deprimidas da cidade. Sendo assim, não foi observada nenhuma relação entre as variações de temperatura que pudessem ser explicadas pela ocorrência de maior ou menor adensamento. Quanto à

amenidade ambiental, IAA, verificou-se que grande parte da cidade possui condições baixas ou muito baixas. Foi verificado que áreas cuja permeabilidade é mais alta possuem, de modo geral, melhores condições de amenidade ambiental.

No que se refere à acessibilidade ao transporte público, os IAT demonstraram que as áreas de maior oferta, tanto de linhas quanto de pontos de ônibus, concentram-se em regiões cujo potencial de atratividade por comércio e serviços é maior. Observou-se uma forte relação desse índice com o adensamento construtivo, cujos altos valores também caracterizam as regiões de maior valorização imobiliária da cidade.

Considerando que o adensamento é fator importante na distribuição da infraestrutura urbana, tornando-a mais econômica e viável, observou-se que a distribuição do ISA, no município de Belo Horizonte, segue essa tendência, registrando os maiores valores onde a concentração de domicílios, sejam eles residenciais ou não, é maior.

Foi verificado que as maiores médias dos IQA não se referem a setores com o IAU extremamente alto, mostrando que um adensamento extremo pode não ser um fator de qualidade ambiental. Os modelos de regressão desenvolvidos que relacionam o IAU e o IQA mostraram com o valor baixo do índice de correlação  $R^2$  que, de modo geral, a qualidade ambiental na cidade de Belo Horizonte não pode ser explicada ou atribuída ao adensamento urbano.

O modelo de regressão GWR permitiu verificar, através do valor de  $R^2$  Local, que a correlação local entre os índices IAU e IQA é muito baixa, confirmando assim que não há uma correlação estatística entre adensamento urbano e qualidade ambiental. Verificou-se que, mesmo baixa, a correlação é positiva e maior nas áreas mais adensadas, no caso, as regionais Centro-Sul e Oeste, especialmente o hipercentro.

Não foi observado um padrão nas ocorrências de adensamento e qualidade ambiental. Foram identificados setores que aliam qualidade ambiental e adensamento urbano, uma vez que esses são, conforme discutido no referencial teórico, os que respondem mais positivamente aos princípios da cidade compacta. Observou-se que esses setores se localizam principalmente na área central, correspondendo às áreas mais verticalizadas do município e dentro do perímetro da Avenida do Contorno, área do planejamento inicial da cidade.

Diante do exposto, pode-se considerar o objetivo geral deste trabalho, que foi avaliar se os adensamentos urbanos, conforme preconizado nos princípios que definem o modelo de cidade compacta, têm consequências na melhoria da qualidade ambiental. A hipótese apresentada, de que os princípios que permeiam o modelo de cidade compacta aplicados diretamente ao planejamento urbano como forma de se obter um maior adensamento

construtivo representam ganhos ambientais para a cidade não pode ser confirmada. A não confirmação da hipótese é justificada, uma vez que os modelos de regressão aplicados nos mostraram que, para a cidade de Belo Horizonte, adensamento e qualidade ambiental possuem uma correlação estatística muito baixa, ou seja, ganhos de qualidade ambiental não podem ser explicados em função da existência ou não de adensamento urbano.

Faz-se necessário mencionar as limitações do trabalho em função do tamanho da amostra. Foi utilizado como campo apenas um município, no caso Belo Horizonte. Além disso, não foi identificada a existência de uma base de dados referente a datas diversas, não tendo sido possível, portanto, uma análise que levasse em conta a evolução da qualidade ambiental ao longo do tempo.

Ainda que os resultados obtidos restrinjam-se a um local e uma data específica, o entendimento da efetividade da aplicação de parâmetros ou princípios de planejamento, utilizados de forma recorrente, é importante para que se possa questioná-los e aprimorá-los, evitando que se tornem verdades absolutas e sem questionamento. Enfatiza-se, no entanto, que os estudos sobre a qualidade ambiental urbana não devem se limitar à constatação da aplicação, ou não, de um modelo de planejamento ou de análises comparativas. No caso de Belo Horizonte, as pesquisas relacionadas à qualidade ambiental e planejamento são de grande importância devido à escassez de estudos, especialmente para as áreas de adensamento recente.

O aprimoramento e a aplicação da metodologia desenvolvida em outras localidades nos permitiria gerar um conjunto de informações que poderia viabilizar o desenvolvimento de parâmetros mais consistentes, de forma a facilitar sua utilização em processos decisórios ou mesmo avaliativos.

Sobre a utilização de índices para a realização das análises, ressalta-se que o principal objetivo de um índice é agregar e quantificar informações, de forma a torná-las mais explícitas, simplificando fenômenos complexos. Conforme o embasamento teórico e técnico utilizado, e diante dos resultados obtidos, pode-se considerar que sua proposta de utilização é válida, em primeiro momento, em caráter de pesquisa e reflexão. Concentrar esforços na busca de novos dados, no aprimoramento de índices existentes e na tentativa de contraposição a outras experiências torna-se relevante diante da importância desse tipo de avaliação para apoiar a definição dos rumos que o planejamento de um dado espaço urbano possa tomar,

criando novas possibilidades de desenvolvimento.

Um estudo que tratasse melhor as variações de temperatura decorrentes do adensamento urbano, eventualmente com um recorte de área menor, em uma escala que permitisse uma coleta de dados mais detalhada, também seria um importante aprimoramento deste trabalho.

Por fim, as pesquisas em qualidade ambiental urbana são instrumentos importantes para o planejamento territorial e ganham força diante de uma população urbana cada vez maior e da necessidade cada vez mais eminente de se criar espaços urbanos com qualidade ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ACSELRAD, Henri. **Discursos da sustentabilidade urbana**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. São Paulo: ANPUR. 1999, n<sup>o</sup>.1, p. 79-90.

ARQUITETURA DO BRASIL. **O Movimento Moderno**. Disponível em <https://arquiteturado brasil.wordpress.com/7-o-movimento-moderno-3/>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2018.

ASSIS, Wellington Lopes. **O sistema clima urbano do município de Belo horizonte na perspectiva tempo-espacial**. 2010. 299f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BARBOSA, Luciana Antunes. **Espaço e tempo da vida cotidiana nos enclaves residenciais fortificados em Limeira-SP**. Revista Geografia e Pesquisa, 2014. V. 8, n<sup>o</sup> 1, p. 110-141. Disponível em: <http://vampira.ourinhos.unesp.br/openjournalssystem/index.php/geografiaepesquisa/article/view/177/98> >. Acesso em 26 jun. 2017.

BARROS, Ana Maria F. B.; CARVALHO, Celso Santos; MONTANDON, Daniel T. **O estatuto da cidade comentado**. In: CARVALHO, Celso Santos; ROSSBACH, Ana Claudia (Org). Estatuto da Cidade: comentado. São Paulo: Ministério das Cidades: Aliança das Cidades, 2010.

BARRETO, Abílio. **Belo Horizonte: memória histórica e descritiva**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995. V. 2 (Coleção Mineiriana, Série clássicos).

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) - Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Estatísticas e indicadores IQVU**. Disponível em: [http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=estatisticaseindicadores&lang=pt\\_BR&pg=7742&tax=41736](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=estatisticaseindicadores&lang=pt_BR&pg=7742&tax=41736) >. Acesso em:

23 de jan. de 2018.

\_\_\_\_\_. **Planejamento Urbano. OU Isidoro.** S.d. Disponível em: <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamentourbano&lang=pt\\_br&pg=8843&tax=35726](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamentourbano&lang=pt_br&pg=8843&tax=35726)>. Acesso em: 23 de jan. de 2018.

\_\_\_\_\_. **Relatório geral sobre o calculo do Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU-BH) para 2014: série histórica e nova série.** Belo Horizonte: Gerencia de Apoio ao Planejamento do Desenvolvimento Social /PBH. 2015. Disponível em: <[https://monitorabh.pbh.gov.br/sites/monitorabh.pbh.gov.br/files/IQVU/reliqv14\\_sitecor.pdf](https://monitorabh.pbh.gov.br/sites/monitorabh.pbh.gov.br/files/IQVU/reliqv14_sitecor.pdf)>. Acesso em: 22 de jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Base georreferenciada de quadra-face do Imposto Territorial e Predial Urbano (IPTU), referente a setembro de 2011** (Circulação restrita). Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. 2011a.

\_\_\_\_\_. **Bases georreferenciadas de Regionais de Planejamento, quadras e lotes do Cadastro Técnico Municipal (CTM), referentes a setembro de 2011**(Circulação restrita). Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. 2011b.

\_\_\_\_\_. **Base georreferenciada do Zoneamento Municipal, referente a setembro de 2011** (Circulação restrita). Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. 2011c

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.959** de 20 de julho de 2010. Altera as leis nº 7.165/96 - que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte - e nº 7.166/96 e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, 21 jul. 2010.

\_\_\_\_\_. **Anuário estatístico de Belo Horizonte: 2000.** Belo Horizonte: PBH, 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 7.165**, de 27 de agosto de 1996. Institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, ano 2, n. 224, p. 1-11, 28 ago. 1996a.

\_\_\_\_\_. Plano Diretor de Belo Horizonte: Lei de uso e ocupação do solo: estudos básicos. 1995.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 7.166**, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, v.2, n.º 224, 28 ago. 1996b.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 4.034**, de 25 de março de 1985. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo urbano do município de Belo Horizonte e dá outras providências. In: BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Uso e ocupação do solo urbano de Belo Horizonte. Belo Horizonte: PBH, 1985, p. 29-252.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 2.662**, de 29 de novembro de 1976. Dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo do Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, 08 dez. 1976.

\_\_\_\_\_. Coletânea da legislação sobre obras e sobre construções em vigor no município de Belo Horizonte. Belo Horizonte: SMA - Serviço administrativo, 1970.

\_\_\_\_\_. Coletânea da legislação sobre obras e sobre construções em vigor em Belo Horizonte. Belo Horizonte: PBH, 1963. (Coleção Belo Horizonte).

BENEVOLO, Leonardo. **As origens da urbanística moderna**. Editorial Presença: Lisboa, 1987.

\_\_\_\_\_. **História da Cidade**. São Paulo: Perspectiva, 1983.

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. A Report to the Balaton Group. Winnipeg: IISD, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília, 2004. 116p.

\_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasil, 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal 10.257/2001** - Estatuto da Cidade. Brasil, 2001.

BUCCHERRI FILHO, Alexandre Theobaldo. **Qualidade Ambiental no bairro Alto da XV, Curitiba, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2006. 80 f.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf). Acesso em: 21 mar. 2016.

COSTA, Ana Carolina Silva da ARGUELHES, Delmo de Oliveira; **A higienização social através do planejamento urbano de Belo Horizonte nos primeiros anos do século XX**. Univ. Hum, v.5. Brasília, 2008, p-109-137.

DANTAS, Joseanita Araújo da Costa. Parâmetros urbanísticos na regulação do uso e ocupação do solo: estudo da densidade e do coeficiente de aproveitamento nos Planos Diretores de Natal de 1994 a 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2013. 122 f.

EPAMINONDAS, L. **A legislação urbanística e a produção do espaço: estudo do bairro Buritis em Belo Horizonte**. 2006. 211f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FABIANO, Pedro C. A. O processo de planejamento urbano e suas temporalidades: uma análise da influência da legislação urbanística na produção do espaço em Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 133p.

FIALHO, Edson Soares. **Ilha de Calor: Reflexões acerca de um conceito**. Acta geográfica, Ed. Especial Climatologia Geográfica. Boa Vista. 2012, p.61-76.

FONSECA, Diego F.; LOBO, Carlos; GARCIA, Ricardo A.; Verticalização e permeabilização do solo urbano nos setores censitários de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos Regionais**, v. 17, n.3, P. 215-228, set;/ dez 2015.

FRADE, Ana Maria Nagem. **A legislação urbana e a ocupação de Belo Horizonte de 1897 a 2010: o conjunto urbanístico da Praça da Liberdade**. Mestrado (Dissertação em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011, 154 p.

FRAMPTON, Kenneth. **História Crítica da Arquitetura Moderna**. São Paulo: Editora. Martins Fontes, 1997.

FRANCISCO, Rúbia Cecília Augusta. **Clima Urbano: Um estudo aplicado a Belo Horizonte**. Mestrado (Dissertação em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estudos Históricos e Culturais. **Belo Horizonte: Bilhete Postal**. Belo Horizonte: FJP, 2010. (Coleção Centenário). 208 p.

GAGLIOTTI, Guilherme. **A verticalização em São Paulo: Concentração e dispersão**. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

GARCIA, Ricardo Alexandrino; NUNES, Marcos Antônio; OLIVEIRA, Felipe BERTELLI; Metodologias para a criação de indicadores socioambientais em unidades de planejamento em bacias hidrográficas: o caso da bacia do Mucuri – MG. **Geografias - Revista do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UFMG**. Belo Horizonte, v.08, n.1, p.64-83, jan/jun de 2012.

GARCIA, Ricardo Alexandrino, SILVA; Paulo Eduardo Alves Borges; LOBO, Carlos; Indicadores de Salubridade Urbana e Rural da bacia do Rio Doce. **Geografias – Revista do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UFMG**. Belo Horizonte, Edição Especial – Vale do Rio Doce: formação geo-histórica e questões atuais, p. 223-242, 2016.

GLANCEY, Jonathan. **O homem que construiu a Paris que conhecemos hoje**. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160203\\_vert\\_cul\\_criador\\_paris\\_lab](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160203_vert_cul_criador_paris_lab)>. Acesso em: 20 de fev. 2018.

HALL, Peter. **Urban and regional planning. 4th ed**. New York: Routledge, 2002. Disponível em: <<http://ocw.mit.edu/ans7870/11/11.001j/f01/lectureimages/6/image3.html>> Acesso em: 20 de jun. de 2017.

HAMMOND, A; ADRIAANSE, Albert; RODEMBURGO, Eric; BRYANT, Dirk; WOODWARD, Richard; **Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, D.C.: World Resources Institut, 1995. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/environmentalindicators\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

HARDI, P.; BARG, S. **Measuring Sustainable Development: Review of Current Practice**. Winnipeg: IISD, 1997.

HIGUERAS, García, Ester. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

HILGERT, Nadia A.; KLUG, Letícia B.; PAIXÃO, Luiz A. **A criação do bairro Belvedere III em Belo Horizonte: Inovação espacial, valorização imobiliária e instrumentos urbanísticos**. Anais do XI Seminário sobre a Economia Mineira, Cedeplar, UFMG. Diamantina, 2004. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2004/textos/D04A070.PDF>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

HOUAISS, A. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva. Versão 1.0 [CD-ROM]. 2001.

IBGE; **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015**. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352p.

INFOESCOLA. Primavera dos Povos. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/primavera-dos-povos/>>. Acesso em: 22 de jun. de 2017.

JACOBS, Jane. **Morte e vida nas grandes cidades**. São Paulo, Martins Fontes, 2000.

JUNIOR, José N. C. S.; PRATA, Bruno A.; JUNIOR, Ernesto F. N. **O desafio da gestão de infraestruturas urbanas para o desenvolvimento sustentável das cidades**. Grupo de estudos e Pesquisas em Logística da Energia. Universidade Federal do Ceará. s.l; s.d. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12786/1/2005\\_eve\\_baprata\\_o\\_desafio.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12786/1/2005_eve_baprata_o_desafio.pdf)>. Acesso em: 22 de jan. de 2018.

JUNIOR, Ari Francisco A.; SALVATO, Márcio A.; QUEIROZ, Bernardo L. Desenvolvimento e fecundidade no Brasil: Reversão da fecundidade para municípios mais desenvolvidos? **Revista planejamento e políticas públicas** – PPP. IPEA, s.l, n. 41, jul./dez. 2013.

KUCHPIL, Eneida. **O edifício vertical e a cidade: imagens da modernidade sob o olhar do espaço público**. Doutorado em Arquitetura. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2008.

LE CORBUSIER. **O urbanismo**. 1 ed., 1925. Disponível em:

<<http://urbanidades.arq.br/bancodeimagens/displayimage.php?album=3&pos=8>>. Acesso em: 22 de jun. de 2017.

\_\_\_\_\_. **Carta de Atenas**, 1933. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201933.pdf>>. Acesso em: 22 de jul. de 2017.

\_\_\_\_\_. **La ciudad del futuro**. Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1971. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/bancodeimagens/displayimage.php?album=3&pos=6>>. Acesso em 22 de junho de 2017.

LOMBARDO, M. **Ilha de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

LOSANO, E. Density in communities or the most important factor in building urbanity, In.: LARICE, Michael; MACDONALD, Elizabeth. **The urban design reader**. New York: Routledge, 2007 (Urban reader series).

MACHADO, M. S. R. **Dinâmica Espacial - A evolução das manchas de ocupação urbana de Belo Horizonte 1918-1995**. In: BELO HORIZONTE, Prefeitura – PBH. Anuário estatístico de Belo Horizonte 2000. Belo Horizonte: SMPL, 2001, p. 1.29.

ANDRADE, Liza Maria Souza de. **O conceito de Cidades-Jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 04, n. 042.02, Vitruvius, nov. 2003. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.042/637>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

MARTINELLI, Patrícia. **Qualidade ambiental urbana em cidades médias: proposta de modelo de avaliação para o estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: 2004, 130 f.

MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan José. **Ambiência Urbana**. 3ª ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2009. 200p.

MASCARÓ, Juan José; MASCARÓ, Lucia. **Densidades, ambiência e infra-estrutura urbana**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 2, n. 0.17, Vitruvius, out. 2001. Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.017/842>>. Acesso em: 23 out. 2016.

MATOS, Ralfo Edmundo da Silva. **Evolução urbana e formação econômica de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1992, 39 p.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. Hartland Four Corners: The Sustainability Institute, 1988.

MERIN, Gili. **Clássicos da Arquitetura: Ville Radieuse / Le Corbusier** [AD Classics: Ville Radieuse / Le Corbusier]. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/787030/classicos-da-arquitetura-ville-radieuse-le-corbusier>> Acesso em: 1 fev 2018.

MIANA, Anna Cristina. **Adensamento e forma urbana: Inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. São Paulo, 2010. 393 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Indicadores*. S.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-urbano/item/8055>>. Acesso em: 22 de jul. de 2017.

MOL, Natália. **A. Leis e Urbes – Um estudo do impacto da Lei e Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004. 141p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Tese (livre - docência em Geografia). Faculdade de Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976. Disponível em: <[http://abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBA%20NO\\_LD\\_1975.pdf](http://abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBA%20NO_LD_1975.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2017.

NASCIMENTO, E. **Espaço e desigualdades: mapeamento e análise da dinâmica de exclusão/inclusão na cidade de Ponta Grossa – PR**. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2008.

NASCIMENTO, Isabela Soares. Arranha-céu: Produto verticalizado da globalização. **Sociedade e Natureza**, 2000, p. 107-132.

NEW LANARK HERITAGE SITE. **Welcome to New Lanark World HeritageSite**. s.d. Disponível em: <<http://www.newlanark.org/trust-press.shtml>>. Acesso em: 22 de jun. de 2017.

NUCCI, João Carlos. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília. (MSP). 2ª ed. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs>. Acesso em: dez 2015.

OKE, T.R. City size and the urban heat island. **Atmosférica Environment**, v.7, p. 769-779, 1973. Disponível em: <http://www.theurbanclimatologist.com/uploads/4/4/2/5/44250401/post6oke1973uhiscaling.pdf> . Acesso em: 20 de out. de 2016.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Eiras. **Estatuto da cidade; para compreender...** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001, 64p. Disponível em: [http://polis.org.br/wp-content/uploads/estatuto\\_cidade\\_compreender.pdf](http://polis.org.br/wp-content/uploads/estatuto_cidade_compreender.pdf)>. Acesso em: 10 de out. de 2016.

OLIVEIRA, Bernardo Caldas. Caracterização espacial dos condicionantes climáticos e pedológicos das pastagens do Cerrado brasileiro - Uma análise a partir de índices de vegetação MODIS. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2016.

PAIXÃO, Luiz A. Externalidades de vizinhança, estruturação do espaço intraurbano e preços dos imóveis: evidências para o mercado de apartamentos de Belo Horizonte. **Ensaio FEE**, v. 31, n. 1. Ago. 2010, p. 235-258, Porto Alegre. Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/2226>>. Acesso em: 24 de fev. 2017.

PIANUCCI, Marcela Navarro. **Análise da acessibilidade do sistema de transporte público urbano: Estudo de caso na cidade de São Carlos - SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2011. 86p.

QUIROGA, R. M. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollosostenible: estado Del arte y perspectivas**. Santiago, Chile: CEPAL/ ECLAC, 2001.

RAMIREZ, Júlio César de Lima. O processo de verticalização nas cidades Brasileiras. **Boletim de Geografia**, v. 16, n.1 1998. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/12156/7320>>. Acesso em: 22 de Jul de 2017.

RECK, Garrone. **Apostila Transporte Público. Departamento de Transporte**. Universidade Federal do Paraná. Disponível em:

<[http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057\\_Apostila.pdf](http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf)>. . Acesso em: 16 de ago. de 2017.

RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz; RIBEIRO, Marcelo Gomes (ORG). **Ibeu: índice de bem-estar urbano**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013. 264 p.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip (ed.). **Cidades para um Pequeno Planeta**. Barcelona: GUSTAVO GILI GG, 2001.

RUEDA, Salvador. **Plan especial de indicadores de Sostenibilidad de la Actividad Urbanística de Sevilla**. Barcelona, 2008. Disponível em: <<http://www.bcnecologia.net>>. Acesso em: mar. de 2016.

\_\_\_\_\_. **Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles**. Barcelona: Departament de Medi Ambient de la Generalitat de la Catalunya/Fundació Forum Ambiental, 1999. Disponível em: <<http://www.bcnecologia.net>>. Acesso em: mar. de 2016.

SALGADO, Ivone. Uma leitura sobre a concepção estética de Camillo Sitte: a construção do espaço perspéctico. **Cadernos de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, p.15-34, 2009. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/cpgau>> . Acesso em: 22 jul. 2017.

SCUSSEL, Maria Conceição Barleta; SATTER, Miguel Aloísio. Cidades em (trans)formação: Impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial. **Ambiente Construído**, v.10, n.3, p.137-150, 2010.

SENACATAL. **Tony Garnier from An Industrial City**. Disponível em: <<https://senacatal.wordpress.com/2016/03/06/tony-garnier-from-an-industrial-city/>> Acesso em: 22 de jun. de 2017.

SILVA, Paulo Eduardo Alves Borges. **Índice da qualidade do saneamento ambiental aplicado na região metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da UFMG. Belo Horizonte, 2012.

SILVEIRA, F. A.; SILVEIRA J. A. R. da. Qualidade do espaço residencial: efeitos da verticalização no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa (PB). **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 6, n. 3, p. 289-305, set./dez. 2014.

SÓ HISTÓRIA. **Revolução Industrial.** Disponível em: <<http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>>. Acesso em: 21 de fev. de 2018.

SOMEKH, Nadia. **A cidade Vertical e o urbanismo modernizador:** São Paulo 1920 -1939. São Paulo: Studio Nobel: Fapesp, 1997.

SOMEKH, Nadia; Guilherme GAGLIOTTI. MetrÓpole e verticalização em São Paulo: Exclusão e dispersão. In: **Anais dos encontros nacionais do Anpur**, s.l, 2013: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/viewFile/4123/4010>> Acesso em 25 de jan. 2016.

SOUZA, Maria Adélia Aparecida. **A Identidade da MetrÓpole: A verticalização de São Paulo.** São Paulo: Editora Hucitec, Edusp, 1994.

SOUZA, Marcelo Lopes de. O Planejamento e a gestão das cidades em uma perspectiva autonomista. **Revista TerritÓrio.** Rio de Janeiro, ano V, n. 8, p. 67-100, jan/jun 2000. Disponível em: <[http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/08\\_4\\_MarcLopes.pdf](http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/08_4_MarcLopes.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2016.

TAYRA, Flávio; RIBEIRO, Helena. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 1, p.84-95, jan-abr 2006.

TONETTI, Emerson Luis. Potencialidades do adensamento populacional por verticalização das edificações e qualidade ambiental urbana no município de Paranaguá, Paraná, Brasil. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

UMBELINO, Glauco J. M. **Simulação de distribuição espacial domiciliar e projeções demográficas intraurbanas com apoio de tecnologias.** Tese (Doutorado em Demografia). Centro de desenvolvimento e Planejamento regional – Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. 215 fl.

VARGAS, Heliana Comin. Qualidade ambiental urbana: em busca de uma nova ética. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, v. 8, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANPUR, 1999.

VILELA, Jaqueline Alves. Variáveis do Clima Urbano: **Análise da situação atual e prognósticos para a região do Bairro Belvedere III, Belo Horizonte, MG.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincon Institute, 1998.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Complete urban surface temperatures. **Journal of applied meteorology**, New York, 1997. V. 36, n. 9, p. 1117 - 1132.

WCDE. Report of the World Commission on Environment and Development: **Our Common Future**, 1987. Disponível em: <<http://public.wsu.edu/~susdev/WCED87.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

## APÊNDICE A

Estatísticas do modelo de Regressão OLS, considerando os índices IQA e IAU como variáveis.

**Tabela 2 – Estatísticas de regressão de validação do modelo global.**

<i>R</i> <i>múltiplo</i>	<i>R –</i> <i>Quadrado (R<sup>2</sup>)</i>	<i>R – Quadrado</i> <i>ajustado</i>	<i>Erro</i> <i>Padrão</i>
0,313 <sup>a</sup>	0,0982	0,098	0,44666

*Variável dependente: IQA*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 3 – Análise da Variância**

ANOVA						
	<i>Soma dos</i> <i>Quadrados</i> <i>(SQ)</i>	<i>Graus de</i> <i>liberdade (DF)</i>	<i>Quadrado</i> <i>Médio (MQ)</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>de</i> <i>significação</i>
Regressão	69,051	1	69,051	346,107		0,000 <sup>b</sup>
Resíduo	634,032	3178	0,200			
Total	703,082	3179				

*Variável dependente: IQA*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

## APÊNDICE B

Estatísticas do modelo de Regressão OLS, considerando IAU como variável explicativa, e utilizando cada uma das variáveis que compõe o IQA como variável dependente.

**Tabela 4 – Estatísticas de regressão APxIAU**

<i>R múltiplo</i>	<i>R – Quadrado (<math>R^2</math>)</i>	<i>R – Quadrado ajustado</i>	<i>Erro Padrão</i>
0,222	0,0982	0,098	0,44666

*Variável dependente: AP*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 5 – Análise da Variância APxIAU**

ANOVA						
	<i>Soma dos Quadrados (SQ)</i>	<i>Graus de liberdade (DF)</i>	<i>Quadrado Médio (MQ)</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>	
Regressão	69,051	1	69,051	346,107	0,000 <sup>b</sup>	
Resíduo	634,032	3178	0,200			
Total	19,435	3179				

*Variável dependente: AP*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 6 – Estatísticas de regressão TMxIAU**

<i>R múltiplo</i>	<i>R – Quadrado (<math>R^2</math>)</i>	<i>R – Quadrado ajustado</i>	<i>Erro Padrão</i>
0,206	0,043	0,042	0,14331

*Variável dependente: TM*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 7 – Análise da Variância TMxIAU**

ANOVA					
	<i>Soma dos Quadrados (SQ)</i>	<i>Graus de liberdade (DF)</i>	<i>Quadrado Médio (MQ)</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2,907	1	2,907	141,534	0,000
Resíduo	65,268	3178	0,021		
Total	68,175	3179			

*Variável dependente: TM*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 8 – Estatísticas de regressão DPxIAU**

<i>R múltiplo</i>	<i>R – Quadrado (<math>R^2</math>)</i>	<i>R – Quadrado ajustado</i>	<i>Erro Padrão</i>
0,266	0,071	0,070	138,58256

*Variável dependente: DP*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 9 – Análise da Variância DPxIAU**

ANOVA					
	<i>Soma dos Quadrados (SQ)</i>	<i>Graus de liberdade (DF)</i>	<i>Quadrado Médio (MQ)</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	4643455,254	1	4643455,254	241,782	0,000
Resíduo	61033890,951	3178	19205,126		
Total	65677346,206	3179			

*Variável dependente: DP*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 10 – Estatísticas de regressão MLxIAU**

<i>R</i> <i>múltiplo</i>	<i>R</i> – <i>Quadrado (R<sup>2</sup>)</i>	<i>R</i> – <i>Quadrado</i> <i>ajustado</i>	<i>Erro</i> <i>Padrão</i>
0,185	0,034	0,034	1,98648

*Variável dependente: ML*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 11 – Análise da Variância MLxIAU**

ANOVA					
	<i>Soma dos</i> <i>Quadrados</i> <i>(SQ)</i>	<i>Graus de</i> <i>liberdade</i> <i>(DF)</i>	<i>Quadrado</i> <i>(MQ)</i>	<i>Médio</i> <i>F</i>	<i>F de</i> <i>significação</i>
Regressão	442,730	1	442,730	112,194	0,000
Resíduo	12540,693	3178	3,946		
Total	12983,423	3179			

*Variável dependente: ML*

*Variável explicativa: IAU*

**Tabela 12 – Estatísticas de regressão ISAxIAU**

<i>R</i> <i>múltiplo</i>	<i>R</i> – <i>Quadrado (R<sup>2</sup>)</i>	<i>R</i> – <i>Quadrado</i> <i>ajustado</i>	<i>Erro</i> <i>Padrão</i>
0,224	0,050	0,050	36,88170

*Variável dependente: ISA*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

**Tabela 13 – Análise da Variância ISAxIAU**

ANOVA					
	<i>Soma dos Quadrados (SQ)</i>	<i>Graus de liberdade (DF)</i>	<i>Quadrado Médio (MQ)</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	229171,755	1	229171,755	168,477	0,000
Resíduo	4322904,590	3178	1360,259		
Total	4552076,345	3179			

*Variável dependente: ISA*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa SPSS.

## APÊNDICE C

---

Estatísticas de regressão do modelo GWR.

**Tabela 14 – Estatísticas da regressão GWR**

<i>Lar</i> <i>gura da</i> <i>banda</i>	<i>Re</i> <i>síduos</i> <i>Quadrados</i>	<i>Effect</i> <i>iveNumber</i>	<i>Si</i> <i>gma</i>	<i>AIC</i> <i>c</i>	<i>R</i> <i>–Quadrado</i> <i>(R2)</i>	<i>R</i> <i>–Quadrado</i> <i>ajustado</i>
190 0,171325	47 6,235501	75,99 3659	0, 391696	309 6,209555	0, 322646	0, 306281

*Variável dependente: IQA*

*Variável explicativa: IAU*

Fonte: Elaborado pela autora. Dados processados no programa ArcGis.