

NÚBIA MARINA FERREIRA AZA

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA ARBÓREA URBANA  
ATRAVÉS DA RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, IPATINGA-  
MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS –BRASIL  
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A991a  
2016 Aza, Nùbia Marina Ferreira, 1990-  
Análise da distribuição espacial da cobertura arbórea urbana  
através da relação das variáveis socioeconômicas, Ipatinga - MG  
/ Nùbia Marina Ferreira Aza. – Viçosa, MG, 2016.  
xii, 71f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Amaury Paulo de Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.66-71.

1. Arborização das cidades - Ipatinga (MG). 2. Vegetação urbana. 3. Cobertura vegetal. 4. Paisagem urbana. 5. Qualidade ambiental . I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22 ed. 634.928151

NÚBIA MARINA FERREIRA AZA

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA ARBÓREA URBANA  
ATRAVÉS DA RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, IPATINGA-  
MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título Magister Scientiae.

APROVADA: 02 de agosto de 2016.

---

Regina Esteves Lustoza

---

Luciano José Minette

---

Amaury Paulo de Souza  
(Orientador)

Se o concreto e o asfalto embrutecem, a árvore ameniza (LIMA,1991)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realizar o mestrado em uma área complementar a de minha formação.

À minha família, principalmente meus pais, pelo apoio incondicional.

Ao Henrique, agradecimento mais que especial, pela paciência, convivência e por tudo que aprendemos juntos nesses anos de Viçosa.

Aos meus colegas de graduação Jansen e Weberson que mesmo longe se fazem presente.

A todos que de alguma forma contribuíram com esse trabalho, em especial ao Diogo por me ajudar sempre que precisei e Guilherme por estar sempre do meu lado.

Ao meu orientador prof. Amaury Paulo de Souza pela confiança depositada e por ter me dado a oportunidade de desenvolver essa pesquisa.

Ao Centro de Estudos e Desenvolvimento Florestal (CEDEF), em especial ao Gilberto, colega de pós-graduação e ao Matheus, pelo enorme auxílio na etapa de mapeamento.

Aos funcionários da Prefeitura Municipal de Ipatinga pela receptividade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

## **BIOGRAFIA**

NÚBIA MARINA FERREIRA AZA, filha de Augusto Ferreira De Aza Filho e Maria da Conceição Aza, nasceu na cidade de Piumhi-MG em 11 de julho de 1990.

Em 2007, concluiu o 2º grau no Colégio Anglo, em Piumhi, Minas Gerais.

Em 2009, ingressou no curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em 2014.

Em 2014 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, na área de Meio Ambiente e Conservação da Natureza, subárea de Parques, Recreação e Florestas Urbanas. Submeteu-se à defesa da Dissertação em agosto de 2016.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
2.1.Objetivo geral .....	4
2.2.Objetivos específicos .....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
3.1.A paisagem, o espaço urbano e a qualidade ambiental.....	5
3.2.Revisão dos principais conceitos e definições do verde urbano .....	6
3.3.Importância e benefícios da presença da vegetação nas cidades .....	8
3.3.1. Benefícios ambientais: A vegetação e os serviços ecossistêmicos .....	9
3.3.2. Benefícios sociais e econômicos.....	11
3.3.3. Benefícios estéticos .....	11
3.4.Quantificação e configuração da cobertura arbórea urbana .....	12
3.5.Critérios de distribuição da cobertura arbórea e a relação com as desigualdades socioambientais.....	17
3.6.Variáveis socioeconômicas diferenciadoras do espaço urbano .....	20
<b>4. A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E A QUESTÃO AMBIENTAL: O CASO DE IPATINGA.....</b>	<b>22</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
5.1.Coleta de dados socioeconômicos e criação de Banco de Dados Geográficos .....	31
5.2.Mapeamento em ambiente SIG .....	31
5.3.Determinação de indicadores quantitativos de cobertura arbórea.....	32
5.4.Análise de Correlação Estatística .....	33

5.5.Elaboração e aplicação do checklist de avaliação da contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local dos bairros de Ipatinga .....	33
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
6.1.Cobertura arbórea no perímetro urbano de Ipatinga .....	37
6.2.Índices e distribuição espacial da cobertura arbórea.....	43
6.3.Correlação entre os índices e o perfil socioeconômico dos bairros de Ipatinga .....	51
6.4.Avaliação da contribuição da cobertura arbórea para a melhoria da qualidade urbanística dos bairros de Ipatinga.....	58
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>8. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Configurações de distribuição da vegetação arbórea para áreas urbanas.....	15
<b>Figura 2</b> – Localização do município de Ipatinga.....	22
<b>Figura 3</b> –Delimitação do perímetro urbano de Ipatinga.....	23
<b>Figura 4</b> – Zonas Verdes / Pré-Plano de Urbanização da Vila Operária da USIMINAS.....	24
<b>Figura 5</b> – Perfil esquemático: Estudo para a localização do setor residencial.....	25
<b>Figura 6</b> – Desenvolvimento urbano de Ipatinga.....	26
<b>Figura 7</b> – Delimitação de bairros e Regionais de Planejamento de Ipatinga, de acordo com o Plano Diretor da Prefeitura Municipal de Ipatinga (2014).....	27
<b>Figura 8</b> – Zoneamento Ambiental do Plano Diretor de Ipatinga.....	29
<b>Figura 9</b> – Mapa da distribuição da cobertura arbórea no perímetro urbano de Ipatinga.....	38
<b>Figura 10</b> – Índice de Cobertura Arbórea (ICA) por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.....	46
<b>Figura 11</b> –Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.....	48
<b>Figura 12</b> – Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e Percentual de Cobertura Arbórea (ICA) por Regional de Planejamento do município de Ipatinga-MG.....	51
<b>Figura 13</b> – Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e ICA.....	51
<b>Figura 14</b> – Densidade demográfica média por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.....	54
<b>Figura 15</b> – Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis ICA e densidade demográfica.....	55
<b>Figura 16</b> – Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e densidade demográfica.....	55
<b>Figura 17</b> – Renda domiciliar média mensal por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.....	56

<b>Figura 18</b> – Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis ICA e renda média domiciliar mensal.....	57
<b>Figura 19</b> – Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e renda média domiciliar mensal.....	58
<b>Figura 20</b> – Via com vegetação entre bairros do cinturão verde.....	60
<b>Figura 21</b> – Vista do cinturão verde e da APP do Rio Piracicaba .....	60
<b>Figura 22</b> – Arborização urbana do Bairro Castelo.....	60
<b>Figura 23</b> – Visibilidade de mancha de vegetação ao fundo como ponto de fuga no Cariru.....	60
<b>Figura 24</b> – Arborização de acompanhamento viário em avenida principal do bairro Canaã.....	62
<b>Figura 25</b> – Ausência total de arborização em rua do bairro Canaã, prejudicando a qualidade urbanística do espaço.....	62
<b>Figura 26</b> – Interface urbano-rural no bairro Chácaras Oliveira.....	62
<b>Figura 27</b> – Ocupação residencial no bairro Chácaras Oliveira limitada pela presença de serras ao fundo.....	62

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Indicadores quantitativos para a vegetação urbana.....	13
<b>Quadro 2</b> – Checklist de avaliação da contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local dos bairros.....	34
<b>Quadro 3</b> – Classes de cobertura arbórea para o município de Ipatinga-MG.....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Concentração da cobertura arbórea por bairros de Ipatinga-MG.....	39
<b>Tabela 2</b> – Valores quantitativos por classe de cobertura arbórea mapeada.....	42
<b>Tabela 3</b> – Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por Unidade Administrativa de Ipatinga.....	44
<b>Tabela 4</b> – Índice de Cobertura Arbórea (ICA) por habitante e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por Regional de Planejamento do município de Ipatinga.....	50
<b>Tabela 5</b> – Variáveis socioeconômicas Densidade Demográfica e Renda Domiciliar por bairro de Ipatinga-MG.....	52
<b>Tabela 6</b> – Avaliação da contribuição da cobertura arbórea para a melhoria da qualidade urbanística de duas Regionais de Planejamento de Ipatinga-MG.....	59

## LISTA DE SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental  
CEDEF – Centro de Estudos e Desenvolvimento Florestal  
IAV – Índice de Áreas Verdes  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICA – Índice de Cobertura Arbórea  
ICV – Índice de Cobertura Vegetal  
IEF/MG – Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais  
IEL – Índice de Espaços Livres  
IFU – Índice de Floresta Urbana  
LAI – Leaf Area Index  
PCA – Percentual de Cobertura Arbórea  
PCV – Percentual de Cobertura Vegetal  
PDDI – Plano de Desenvolvimento Integrado  
PMI – Prefeitura Municipal de Ipatinga  
PRAD – Planos de Recuperação de Áreas Degradadas  
RMVA – Região Metropolitana do Vale do Aço  
SIG – Sistema de Informação Geográficas  
SUS – Sistema Único de Saúde  
SBAU – Sociedade Brasileira de Arborização Urbana  
UNILESTE – Centro Universitário do Leste de Minas Gerais  
USIMINAS – Usina Siderúrgica de Minas Gerais  
ZPAM – Zona de Proteção Ambiental  
ZRO – Zona de Restrição à Ocupação

## RESUMO

AZA, Núbia Marina Ferreira. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2016. **Análise da relação entre a distribuição espacial da cobertura arbórea urbana e variáveis socioeconômicas, Ipatinga-MG.** Orientador: Amaury Paulo de Souza.

Nas últimas décadas, a temática ambiental ganhou relevância no campo dos estudos urbanos incorporando diversas áreas do conhecimento. A vegetação é um dos requisitos importantes para a qualidade ambiental de uma cidade, sendo fator indispensável para o planejamento urbano. Embora a quantificação da cobertura arbórea por meio de índices seja um instrumento útil, não reflete as condições de distribuição e qualidade da vegetação. Assim, propõe-se que a gestão do verde urbano incorpore aspectos sociais, fazendo associações quanto à forma de ocupação urbana e variáveis socioeconômicas, além de aspectos qualitativos. Este estudo tem como objetivo a análise da relação entre a distribuição espacial da cobertura arbórea urbana e variáveis socioeconômicas no perímetro urbano de Ipatinga-MG. O mapeamento foi realizado por meio do software ArcGIS e a quantificação através do Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e do Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por bairro. A análise de correlação averiguou a existência de relação entre os indicadores ICA e PCA por bairro e as variáveis renda e densidade demográfica. De forma complementar, a aplicação do checklist analisou a contribuição da cobertura arbórea para a qualidade urbanística de duas Regionais de Planejamento. O total mapeado equivale a 2.433,15 ha, sendo que a classe de maior ocorrência foi a dos fragmentos florestais (87,16%). O PCA estimado para o perímetro urbano é de 32,54% e o ICA corresponde a 102 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>. Os indicadores estão acima dos parâmetros recomendados, porém a análise por bairro indica que a cobertura arbórea é mal distribuída, concentrando-se nos bairros planejados pela USIMINAS e na fronteira urbana. A análise de correlação apontou correlação inversa significativa entre os indicadores (ICA e PCA) e a variável densidade demográfica, enquanto a correlação com a renda média domiciliar foi direta, porém em menor grau. O checklist, abordou duas situações extremas, sendo que apenas nos bairros da Regional 1 a cobertura arbórea está adequada em termos paisagísticos. Dessa forma, conclui-se que a distribuição da cobertura arbórea em Ipatinga não é equitativa e os níveis de densidade demográfica combinados à configuração do espaço urbano estão associados à existência de cobertura arbórea adequada.

## ABSTRACT

AZA, Nbia Marina Ferreira. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, august 2016. **Analysis of relationship between urban tree cover spatial distribution and socioeconomic variables, Ipatinga -MG.** Advisor: Amaury Paulo de Souza.

In recent decades, the environmental issue has gained prominence in urban studies field, incorporating different areas of knowledge. Vegetation is one of the important factors for environmental quality of a city, being an indispensable factor for urban planning. Although quantification of tree cover through indexes is a useful tool, it does not reflect the conditions of distribution and quality of vegetation. Thus, it is proposed that urban green management incorporates social aspects, making associations in form of urban occupation and socioeconomic variables, as well as qualitative aspects. This study aims to analyze the relationship between urban tree cover spatial distribution and socioeconomic variables in Ipatinga-MG urban area. Mapping was performed through ArcGIS software and quantification through Arboreal Coverage Ratio (ICA) and Arboreal Coverage Percentage (PCA) by neighborhood. Correlation analysis examined the existence of a relationship between ICA and PCA indicators by neighborhood and income and population density variables. As a complement, the checklist implementation analyzed tree cover contribution for urban quality of two Regional Plannings. The total mapped is equal to 2433.15 ha, with higher occurrence of forest fragments (87.16%). PCA estimated for urban area is 32.54% and ICA corresponds to 102 m<sup>2</sup> inhabitant<sup>-1</sup>. The indicators are above the recommended parameters, but the analysis by neighborhood shows that tree cover is poorly distributed, focusing on districts planned by USIMINAS and at urban border. Correlation analysis showed a significant inverse correlation between indicators (ICA and PCA) and population density variable, while correlation with average household income was direct, but to a lesser degree. The checklist, addressed two extreme situations, but only in Regional 1 neighborhoods tree cover is adequate in terms of landscape. Thus, it is concluded that tree cover distribution in Ipatinga is not equitable and population density levels combined to urban space configuration are associated with the existence of adequate tree cover.

## 1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento das cidades e o desenvolvimento das atividades urbanas gerou ao longo do tempo, uma série de consequências sociais e ambientais de grande relevância. A transformação das paisagens naturais em cenários urbanos alterou o uso e a ocupação do solo e resultou no desaparecimento de uma grande quantidade de características físicas e biológicas originais, acompanhadas de intensas modificações na fauna e flora, alterações no relevo e nos processos ecossistêmicos (SCHUTZER, 2012). Apesar de a cidade ser um ambiente construído artificialmente, também pode ser analisada como um organismo, uma vez que possui interações ecológicas e sociais em diferentes escalas (GASTON, 2011).

A necessidade de uma abordagem integrada das questões urbanas e ambientais, antes tratadas de forma isolada, parte do pressuposto de que é importante uma visão complementar dos temas. Nesse contexto, a vegetação ganhou relevância no campo dos estudos urbanos, incorporando diversas áreas do conhecimento. O presente estudo se baseia no caráter multidisciplinar da questão, na medida em que analisa a cidade a partir do enfoque de um elemento específico: a vegetação arbórea. Segundo Rosseti, Pellegrino e Tavares (2010), a possibilidade de uma maior articulação entre os processos ecológicos relacionados às áreas de ciências naturais como a Biologia, Agronomia e Engenharia Florestal e os processos sociais e urbanos relacionados à Arquitetura e Urbanismo e à Geografia, contribui para o estabelecimento de uma relação entre o crescimento urbano, a preservação e a qualidade ambiental das cidades.

O conflito entre os processos urbanos e os ambientais é intenso e visível em grande parte das cidades brasileiras (FRANCO, 2012). Interesses econômicos, ausência de planejamento e desconhecimento do potencial na relação entre cidade e meio ambiente comprometem a qualidade dos espaços (ALBERTI, 2010). Há ampla literatura que evidencia a importância da vegetação urbana e a necessidade de sua inclusão como um fator indispensável ao planejamento urbano, estabelecendo uma clara correlação entre as áreas verdes de uma cidade e a qualidade de vida de seus habitantes (YOUNG, 2010). Dados relacionados à quantidade, configuração e distribuição da cobertura arbórea urbana são considerados importantes parâmetros, já que um dos elementos diferenciadores dos espaços urbanos é a porção de espaço destinado à vegetação urbana (GONÇALVES e PAIVA, 2002). A vegetação em uma cidade pode estar situada em áreas públicas ou privadas e a distribuição inadequada ou a sua simples inexistência, pode ser

considerado um problema social na medida em que priva ou não atende a população em sua totalidade (MORO et al.,2014).

O presente estudo insere-se sob o tema meio ambiente, na área de planejamento ambiental, tendo como temática central a paisagem urbana e sua cobertura arbórea como fator importante para a qualidade ambiental das cidades. Os estudos relacionados à problemática ambiental geralmente estão associados a ecossistemas com pouca intervenção humana, sendo que nas áreas urbanas ainda existem muitas lacunas de informação relacionadas à cobertura arbórea, o que limita os esforços dirigidos para a sua recuperação, implantação e conservação. A preferência da terminologia cobertura arbórea como abordagem para a pesquisa parte de uma perspectiva tomada a partir de uma visão aérea geral, se referindo a todo tipo de vegetação arbórea, componente que possui uma maior representatividade nos benefícios gerados pela vegetação.

A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido fundamental no desenvolvimento dos procedimentos para avaliar a qualidade ambiental urbana, mensuração e avaliação espacial da cobertura arbórea nas áreas urbanas e também como ferramenta de planejamento, gestão e proposição de novas áreas arborizadas (LUCIARI, 2001). A metodologia comumente associada à avaliação espacial do verde urbano é o cálculo de índices quantitativos ( $m^2$  de cobertura vegetal por habitante). Porém essa metodologia quando utilizada em estudos de forma isolada e homogênea tem como limitante o fato de não refletir as condições de qualidade e distribuição. A utilização dos índices deve ser complementada por estudos qualitativos, na medida em que não é possível compreender a real situação somente por meio de padrões quantitativos pré-estabelecidos. São insuficientes as tentativas de analisar quantitativamente sem considerar como a cobertura arbórea é distribuída e organizada dentro da malha urbana. Desse modo, propõe-se que a gestão do verde urbano incorpore aspectos sociais, avaliando não somente a maior ou menor presença de vegetação, mas fazendo associações quanto às características de ocupação da cidade, uso do solo predominante, diferenciação socioeconômica espacial e densidade demográfica. A investigação da relação entre as características ambientais e socioeconômicas contribui para a formulação de políticas públicas urbano-ambientais, para a gestão territorial e para o desenvolvimento de planos de zoneamento urbano e ambiental. Nowak et al. (1996) destaca as informações geradas podem ajudar no planejamento urbano, auxiliando os planejadores em relação a possíveis alterações nos padrões de urbanização encontrados.

Do ponto de vista da investigação científica, a paisagem urbana escolhida como situação real e estudo de caso do presente trabalho foi a cidade de Ipatinga-MG, tomando como

referência a paisagem urbana construída a partir da década de 1950, época em que se deu a sua construção. A escolha de Ipatinga está ligada ao fato de esta ser uma cidade de médio porte que possui um elemento impactante, a Usina Siderúrgica de Minas Gerais (USIMINAS), que impõe dinâmicas particulares ao espaço e à gestão urbana, o que contribui para discussões sobre a qualidade ambiental.

A análise da cobertura arbórea buscou equilibrar tanto o estudo dos aspectos quantitativos quanto dos qualitativos, de forma a retratar características úteis na avaliação e no planejamento do verde, como, por exemplo, a sua distribuição dentro da área de estudo e os fatores que afetam essa distribuição de maneira significativa, bem como a associar a presença/ausência de cobertura arbórea a parâmetros socioeconômicos como densidade demográfica e renda domiciliar média mensal. Ao analisar a paisagem da área de estudo, abordou-se três itens distintos, que se inter-relacionam: a cobertura arbórea, a paisagem e a qualidade ambiental. Esses itens foram analisados por meio da elaboração e aplicação do checklist que visa avaliar a contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local de uma amostra previamente selecionada de bairros de Ipatinga. Buscou-se a interpretação da paisagem urbana a partir da perspectiva multidisciplinar, dialogando com os conhecimentos disponíveis nas discussões que envolvem a questão ambiental urbana. Sendo assim, partiu-se de uma revisão teórico-metodológica dos conceitos e processos envolvidos na investigação, seguido por uma caracterização natural e histórico-territorial da paisagem urbana de Ipatinga, visando integrar o contexto histórico-espacial às discussões levantadas pela investigação. Prosseguiu-se com a análise espacial da cobertura arbórea local, observando a variação entre as regiões da cidade e correlacionando os dados com variáveis socioeconômicas.

Na etapa seguinte, o desenvolvimento checklist partiu da reflexão quanto aos objetivos da pesquisa, considerando a realidade observada em Ipatinga e as informações coletadas na pesquisa bibliográfica. Posteriormente, foram selecionadas 2 Regionais de Planejamento nas quais foram analisadas a contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local dos bairros, considerando fatores ambientais, funcionais e visuais. A aplicação do checklist em pesquisas relacionadas à vegetação urbana contribuiu para que a análise final seja condizente com a real situação avaliada no mapeamento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Analisar a dinâmica de distribuição espacial da cobertura arbórea na cidade de Ipatinga e sua relação com a paisagem urbana local e com a qualidade ambiental visando contribuir para a discussão sobre o planejamento ambiental urbano.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Avaliar a distribuição da cobertura arbórea na área urbana em termos quantitativos;
2. Correlacionar a existência de cobertura arbórea ao perfil socioeconômico dos bairros de Ipatinga;
3. Desenvolver um checklist de avaliação da contribuição da cobertura arbórea no ambiente local urbano;
4. Aplicar o checklist desenvolvido em bairros com perfil socioeconômico distinto, visando uma maior compreensão da paisagem estudada.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

No presente capítulo pretende-se apresentar uma revisão de literatura sobre os conhecimentos disponíveis acerca da terminologia, dos benefícios e usos da vegetação arbórea nas cidades, bem como sua lógica de distribuição e quantificação. Para tal procedeu-se a uma compilação de estudos publicados sobre o referido assunto.

#### **3.1. A paisagem, o espaço urbano e a qualidade ambiental**

O ser humano ao longo do tempo veio se apropriando do espaço natural onde está inserido, dando-lhe forma e significado cultural de acordo com as suas necessidades e disponibilidade de recursos (SANTOS, 1997). A natureza antes inalterada, passa por um processo dinâmico de artificialização no qual começa a perder suas características e se transforma em espaço urbano, (BOULLÓN, 2002)

Segundo Macedo (1993) a paisagem urbana é resultado de um processo social de ocupação e gestão do território, de acordo com as influências históricas, culturais e tecnológicas do homem, combinando elementos naturais e materiais. Alberti (2005) descreve a paisagem urbana como um “mosaico de elementos físicos e biológicos com uma matriz de infraestrutura e organização social”. Dessa forma, o entendimento da paisagem como um sistema integrado e dinâmico de diferentes naturezas desafia profissionais de diversas áreas que participam da gestão do território urbano tais como arquitetos e urbanistas, geógrafos, e ecólogos, entre outros.

Em relação à cidade, o conceito de paisagem urbana é utilizado por Cullen (1983) para se referir a “arte de tornar coerente e organizado, visualmente, o emaranhado de edifícios, ruas e espaços que constituem o ambiente urbano”. Esse conceito de paisagem elaborado nos anos 1960 está ligado à percepção, às premissas estéticas e emocionais relacionadas ao urbano, sendo muito difundido na arquitetura e urbanismo.

Segundo Lima (2011) as atividades desenvolvidas nessas paisagens, associadas ao inadequado planejamento e infraestrutura insuficiente, podem influenciar na queda da qualidade do ambiente. Dessa forma, a qualidade ambiental surge como fator importante nas análises e pesquisas relacionadas às paisagens urbanas e ao planejamento urbano. Para Nucci (2008) o conceito de qualidade ambiental urbana é parte de um conceito mais abrangente que é o conceito de qualidade de vida. Na visão de Lima (2011) qualidade ambiental refere-se ao padrão que pode ser estabelecido de satisfação ambiental e envolve questões naturais e antrópicas. A vegetação é um elemento estrutural inerente a paisagem urbana, sendo considerada um dos fatores que afetam a qualidade ambiental, juntamente com o ar, água, solo

e clima. Nas cidades, as intensas transformações do meio natural podem comprometer a qualidade ambiental e resultar em ambientes urbanos impermeáveis, com desconforto térmico, processos erosivos e ocorrência de enchentes, entre outros graves tipos de problemas (NUCCI e CAVALHEIRO, 1999).

### **3.2. Revisão dos principais conceitos e definições do verde urbano**

Os termos florestas urbanas, arborização urbana, áreas verdes, cobertura vegetal e espaços livres têm sido frequentemente utilizados no meio científico para designar a vegetação intraurbana. A falta de consenso entre esses conceitos, segundo Costa e Colesanti (2011) pode estar vinculada ao fato da vegetação ser tratada sob diferentes perspectivas por ciências tais como a Geografia, Biologia, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Florestal ou ainda no âmbito dos órgãos públicos de planejamento e gestão urbana. Essa falta de consonância gera conflitos na avaliação da vegetação e prejudica a comparação entre pesquisas realizadas, ocasionando problemas relacionados à disseminação desse conhecimento em nível de ensino, planejamento e gestão urbana. A seguir são apresentadas algumas terminologias e conceitos utilizados em diversos estudos sobre o tema, com a finalidade de definir uma conceituação a ser utilizada nesse estudo.

A vegetação urbana, segundo Mello Filho (1985) é representada por conjuntos de diversas origens e que desempenham diferentes papéis. Em relação ao conjunto de espécies vegetais agrupadas presentes nas cidades, Cestaro (1985) traça três categorias de classificação:

1. Vegetação urbana natural: vegetação nativa, constituída de espécies geralmente com maior diversidade genética. Apesar de sua remoção para a instalação da cidade e sua infraestrutura, pode permanecer em pequenos fragmentos florestais dentro da área urbana. Alguns desses remanescentes são transformados em unidades de uso sustentável (áreas de proteção ambiental, parques e fundos de vale);

2. Vegetação urbana introduzida ou plantada: composta por espécies ornamentais presentes em parques, jardins, praças e sistema viário, entre outros. São as espécies que o homem leva para o interior das cidades, apresentando, em relação à vegetação natural, baixa diversidade;

3. Vegetação urbana espontânea: constituída por espécies que se instalam espontaneamente, crescendo em meio a vegetação natural e introduzida. Sua diversidade é intermediária e sua ocorrência se dá em locais como calçadas, terrenos baldios e parques. Esta vegetação se adapta às condições da cidade e não precisa de cuidados para se manter.

Para Cavalheiro et al. (1999), a cidade é composta por espaços construídos e espaços livres de edificações (públicos e privados) tais como parques, praças, jardins, quintais, terrenos baldios, áreas de circulação (ruas e calçadas), áreas de proteção ambiental e águas superficiais (rios, lagos e represas). Nesse contexto, as áreas cobertas por vegetação são uma subcategoria de espaço livre, onde o elemento fundamental de sua composição é a vegetação independente do porte. Autores como Nucci (2001) entendem que o conceito de áreas verdes urbanas se relaciona somente aos espaços públicos englobando locais que servem a toda população, sem privilegiar qualquer classe social, tais como praças, jardins e parques públicos.

Quando se trata da terminologia utilizada para designar o conjunto da vegetação presente nas cidades, segundo Magalhães (2006) dois termos têm sido amplamente utilizados no Brasil: Florestas Urbanas e Arborização Urbana. O conceito de Urban Forest está ligado à expansão das cidades e a demanda por métodos e técnicas aplicados ao conjunto arbóreo. De acordo com Grey e Deneke (1986) essa definição surgiu inicialmente no Canadá na década de 70, citada por Erik Jorgensen, professor de patologia florestal da Universidade de Toronto. Para ele, florestas urbanas são “todas as massas vegetacionais lenhosas dentro de ambientes habitados por seres humanos”. O novo conceito incluiu uma perspectiva mais integradora, resultante da participação de profissionais com diferentes especializações, tais como silvicultores, arquitetos paisagistas e agrônomos e passou a introduzir a ideia de manejo integrado do conjunto formado por todas as árvores presentes nas ruas, avenidas, praças, parques, unidades de conservação, áreas de preservação, áreas públicas ou privadas, remanescentes de ecossistemas naturais ou plantadas.

Para Girling e Kellett (2005) as florestas urbanas englobam todo o conjunto formado pela vegetação, solo, microrganismos, insetos, seres humanos e demais formas de vida existentes nesse espaço. Segundo Westphal (2003), um dos diferenciais da arborização e das florestas urbanas em relação às florestas naturais é o envolvimento de processos políticos e sociais ligados à cidade. Dessa forma, assim como o conceito de paisagem urbana evoluiu ao longo do tempo, Gonçalves e Paiva (2002, p.10) concluem que o conceito da árvore individual no meio urbano evoluiu para o conceito mais amplo de floresta urbana:

[...] a floresta urbana é um termo muito mais condizente, quando queremos nos referir a uma cobertura vegetal que possa trazer melhorias na qualidade de vida urbana, em contraposição à arborização urbana, cujo conceito se prende mais ao indivíduo árvore, muitas vezes como mera composição estética no tecido urbano.

No entanto, conforme ressalta Magalhães (2006), alguns pesquisadores ainda discordaram da ideia de se imaginar o conjunto de árvores da cidade como integrante de uma

floresta. Para eles, árvores e florestas são como componentes distintos no tratamento e administração pois constituem ecossistemas característicos, com relações específicas com o solo, água, nutrientes e fauna. Em relação ao termo Arborização Urbana, o autor afirma que o conceito está associado às ações de plantio e manutenção de árvores individuais ou em pequenos grupos em praças, parques e calçadas.

Para Lima Neto (2011), cada pesquisador é responsável pelo emprego de sua terminologia, de modo que, para referenciar os estudos, é necessária uma prévia conceituação, para que não haja ambiguidade de sentidos em aplicações de caráter semelhante. Nesse contexto, a preferência pela vegetação arbórea como abordagem para a pesquisa se deve ao fato de que para o ambiente urbano, o componente arbóreo possui uma maior representatividade nos benefícios gerados pela vegetação (GONÇALVES e PAIVA, 2002), visto que, consegue proporcionar uma melhor atividade natural no recinto urbano, oferecendo sombra e melhoria das condições microclimáticas, entre outros aspectos. É necessário destacar que toda a vegetação dentro dos centros urbanos é de grande relevância para a qualidade ambiental. No entanto, a vegetação de porte arbóreo em relação às herbáceas, apresenta maior relevância para a manutenção de funções ecológicas. Além disso, maciços arbóreos revelam-se mais impactantes que indivíduos isolados.

Dessa forma, será utilizada a terminologia cobertura arbórea, abordada por Moura e Nucci (2005) e entendida como todo tipo de vegetação, independentemente da localização e espaço (públicos ou não), estudada conforme uma perspectiva tomada a partir de uma visão aérea geral, captada por sensores acoplados a aviões ou satélites. Um dos componentes mais importantes da cobertura arbórea presente nas cidades é a classe dos fragmentos florestais urbanos, definido por Melo et al. (2011) como remanescentes de vegetação nativa, isolados entre espaços construídos da matriz urbana. Mesmo reduzidos e isolados, são parte de um ecossistema original, possuindo uma riqueza considerável de espécies vegetais e pequenos animais, contribuindo na proteção da biodiversidade em escala local.

### **3.3. Importância e benefícios da presença da vegetação nas cidades**

Os benefícios e usos proporcionados pela cobertura arbórea, vão desde os intangíveis (ou dificilmente quantificáveis) como, por exemplo, os benefícios estéticos, psicológicos e sociais aos suscetíveis de serem quantificados, como a redução da temperatura, sombreamento, controle da erosão e melhoria da qualidade do ar, entre outros (YOUNG, 2010). A vegetação urbana assume características e dimensões variadas e apresenta uma oferta muito diversa de

usos e funções, muitas vezes coexistentes. De acordo com Schutzer (2012) os benefícios relativos à presença do verde nas cidades podem ser divididos em três grupos principais:

1. Benefícios ambientais – melhoria da qualidade ambiental com relação ao clima, ao ar, à preservação e à proteção de recursos hídricos, geomorfológicos, florísticos e faunísticos;
2. Benefícios sociais – satisfação das necessidades de lazer, recreação, físicas, psicológicas ou sociais;
3. Benefícios estéticos – integração de usos conflitantes, ocultando espaços indesejáveis, enfeitando cenários e diversificando espaços monótonos.

Grey e Deneke (1986) admitem que o verde tende a assumir diferentes papéis na sociedade e suas funções devem estar inter-relacionadas, de acordo com o tipo de uso a que se destina. Dessa forma, um dos maiores desafios dos planejadores e gestores urbanos é a compatibilização das funções de proteção ambiental harmonizada com a possibilidade de aproveitamento do local como área de recreação e lazer (CIELO FILHO e SANTIN, 2002).

### **3.3.1. Benefícios ambientais: A vegetação e os serviços ecossistêmicos**

De acordo com Alberti (2010), a importância ecológica da vegetação no espaço urbano, em geral, pode ser sintetizada por sua influência benéfica sobre os fatores que em conjunto, representam as principais dinâmicas da natureza e que tem importante influência na qualidade socioambiental urbana. Segundo COSTANZA et al. (1997), os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas naturais, como provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo, etc. É considerado como o conjunto de processos naturais dos ecossistemas capazes de sustentar a vida no planeta.

Gonçalves e Paiva (2002) afirmam que a dinâmica climática nas cidades é produto da integração de diversas variáveis como a temperatura, vapor d'água, vento, radiação solar e precipitação. A urbanização introduz novos controles climáticos na dinâmica natural do clima, impulsionados por novos usos do solo, fluxo de veículos e densidade demográfica (NICODEMO e PRIMAVESI, 2009). Dessa forma, a cobertura arbórea atua na amenização climática através da:

1. Interceptação dos raios solares, criando áreas de sombra;
2. Redução da temperatura ambiente, evitando incidência direta e reflexo de calor pelo concreto/asfalto;
3. Umidificação do ar devido a evapotranspiração (eliminação de água para o ambiente).

Os estudos de conforto térmico realizados por Bertacchi e Faria (2005) em Bauru-SP compararam o microclima de uma série de pontos distribuídos pela cidade e concluíram que a área central apresentou maior aquecimento se comparado as demais áreas, relacionando os resultados a influência do uso de solo, densidade de ocupação e da configuração do desenho urbano. A presença de vegetação foi o aspecto mais importante na análise das diferenças de temperatura entre as diversas áreas. Duarte e Maitelli (1999) também realizaram medições de temperatura e umidade relativa do ar, em alguns pontos da cidade de Cuiabá/MT. Os resultados refletiram a correlação entre o uso e ocupação do solo e as variáveis de conforto, com diferenças de temperaturas de até 6°C entre os pontos com baixa densidade e mais espaços verdes e as áreas densamente construídas.

Outros fatores que contribuem para a deterioração da qualidade ambiental das cidades são o ruído e a poluição sonora e atmosférica. Nesse sentido, a cobertura arbórea é capaz de ajudar na melhoria da qualidade do ar, através da interceptação de partículas sólidas presentes no ar. Lima (2013) em um trabalho inédito e relevante para o cenário brasileiro investigou a relação entre áreas verdes públicas e os indicadores de saúde para o município de Juiz de Fora-MG, a partir de dados disponíveis em bases de pesquisa e concluiu que as taxas de internação do Sistema Único de Saúde (SUS), devido a doenças respiratórias tiveram uma relação significativa estatisticamente com a falta de áreas verdes. Tanto para os homens quanto para as mulheres, as regiões urbanas de Juiz de Fora que possuem áreas verdes tenderam a ter menor taxa de internação devido às doenças respiratórias, e as regiões urbanas sem nenhum tipo de áreas verdes tiveram uma maior taxa de internação por doenças respiratórias.

Outra questão amplamente discutida no âmbito urbano é a relação entre a impermeabilização do solo e os problemas de drenagem. A pavimentação do solo e o desmatamento da vegetação, resultante do desenvolvimento urbano, alteram as condições naturais de infiltração aumentando a velocidade de escoamento (TUCCI, 2008). Dessa forma, a presença da vegetação contribui como um obstáculo para o escoamento superficial, favorecendo a infiltração em percurso (McPHERSON e SIMPSON, 2002).

Quanto ao fator biodiversidade, a cobertura arbórea nas cidades pode ser entendida como um desafio para os gestores preocupados com a biodiversidade. Parques, bosques, jardins botânicos, reservas e pequenas manchas, mesmo reduzidos e isolados, são parte de um ecossistema original, possuindo uma riqueza considerável de espécies vegetais e pequenos animais, contribuindo na proteção da biodiversidade em escala local (GONÇALVES e PAIVA, 2002). As aves têm sido amplamente utilizadas como grupos de estudo em trabalhos de ecologia urbana. Os inventários mostram uma riqueza de espécies considerável e concluem que os

grandes parques e praças, especialmente com arborização intensa, assim como as áreas de reserva natural urbana estão relacionadas positivamente com níveis maiores de riqueza de espécies (GIMENES e ANJOS, 2004).

### **3.3.2. Benefícios sociais e econômicos**

A presença da vegetação colabora para a integração social, por meio da criação de parques e praças públicas, que favorecem a interação entre as atividades sociais e o meio ambiente. A possibilidade de lazer que essas áreas oferecem à população, incentiva a vida comunitária, a realização de exercícios físicos e de atividades de recreação (MCPHERSON et al., 1997). Nesse contexto, o trabalho de Grahn e Stigsdotter (2003) em nove cidades da Suécia obteve correlações estatisticamente relevantes entre a interação contínua com as áreas verdes urbanas e a diminuição de experiências auto relatadas de stress, assim como menor incidência de sintomas relacionados ao stress em residentes com acesso a paisagens naturais, em oposição àqueles que tinham acesso reduzido.

Além disso, o aproveitamento dos fragmentos florestais como áreas de lazer minimiza a ação de alguns fatores de perturbação tais como incêndios, extração de madeira e invasões (CIELO FILHO & SANTIN, 2002). Geralmente esses remanescentes tornam-se bosques e parques públicos abertos à visitação e passam por adequações para servirem como áreas de lazer, tais como o ‘recorte’ da mata nativa para construção de caminhos pavimentados e trilhas, que permitem o trânsito dos frequentadores e implantação de infraestruturas.

De acordo com Swanwick et al. (2003) os benefícios econômicos proporcionados pela presença do verde nas cidades estão relacionados à valorização do solo urbano e incremento do valor imobiliário residencial e comercial. Vários autores (JIM e CHEN, 2006; GAO e ASAMI, 2007) têm dado especial atenção a essa questão, recorrendo à aplicação do método dos preços hedônicos, que utiliza modelos de regressão estatísticos que possibilitam a percepção de quais são os atributos mais importantes na explicação do preço de um imóvel. Estes autores comprovam a existência de uma relação direta na valorização imobiliária de imóveis localizados próximos a áreas verdes.

### **3.3.3. Benefícios estéticos**

Os benefícios estéticos estão ligados a utilização da vegetação como elemento de composição dos espaços urbanos através de diferentes cores, formas e densidades que interagem com a percepção das pessoas e o modo como utilizam os espaços (MCPHERSON et al., 1997). A vegetação constitui um elemento identificável no espaço urbano e proporciona

uma escala intermediária entre a humana e a construída. Sendo elemento estruturador da paisagem, caracteriza a imagem da cidade, compõe o desenho urbano através da delimitação e caracterização de espaços livres, além de funcionar como ponto de referência e identidade local (YOUNG, 2010).

As espécies vegetais contribuem para o aumento do interesse estético dos espaços urbanos e equilibram a composição dos elementos construídos pelas suas diferentes formas, coloridos, texturas e volumes (GONÇALVES e PAIVA, 2002). A cobertura arbórea de uma cidade representa ainda uma mais-valia, uma vez que promove a imagem positiva da cidade. A atratividade estética de um bairro é influenciada pela quantidade de vegetação que pode ser visualmente e esteticamente agradável. A apreciação estética é geralmente subjetiva e gera impactos positivos nas pessoas, a nível mental e emocional (KAPLAN, 2001).

### **3.4. Quantificação e configuração da cobertura arbórea urbana**

O critério de quantidade refere-se ao número de árvores que compõem a cobertura arbórea de uma cidade. Existem diferentes procedimentos para a realização do mapeamento, por meio da análise de cartas topográficas de grande escala, interpretação de fotografias aéreas ou tratamento digital de imagens de satélite de base orbital (LUCHIARI, 2001). O monitoramento permite o acompanhamento da dinâmica da cobertura arbórea, permitindo o diagnóstico das mudanças ocorridas e identificando áreas prioritárias para o desenvolvimento de estratégias de incremento da vegetação (PIROLI et al., 2002).

Associado ao mapeamento, o sistema de índices quantitativos tem sido tratado como uma metodologia para o diagnóstico e monitoramento da quantidade de cobertura vegetal presente nas cidades, sendo fundamental para o planejamento e gestão ambiental urbana, pois permite criar cenários sobre o estado atual, aferir ou acompanhar os resultados de uma estratégia tomada. Segundo Lima Neto e Souza (2009), os índices relacionados à cobertura vegetal, são um conjunto de parâmetros utilizados em pesquisas sobre a vegetação presente nos espaços urbanos, que relacionam o quantitativo arbóreo ao número de habitantes e a porção territorial da cidade. À medida que se realiza a mensuração da vegetação, será obtida uma melhor ou pior condição, podendo ser utilizado como instrumento e parâmetro de avaliação.

Na literatura, de acordo com Fontes (2008), existem diversos indicadores que são comumente utilizados em trabalhos relacionados à vegetação urbana, sendo que estes não devem ser entendidos como sinônimos. Os indicadores representam a relação entre o valor das áreas cobertas por vegetação que compõem o local de estudo, expressos em km<sup>2</sup> (quilômetro quadrado) ou m<sup>2</sup> (metro quadrado), dividido pela quantidade de habitantes ou pela área urbana

(NUCCI, 2001). Gomes e Queiroz (2011) ressaltam que essa metodologia muitas vezes pode apresentar problemas de representatividade em casos de comparação com outros estudos, principalmente onde a população residente de um bairro é pequena, ou simplesmente devido à relação entre o tamanho do bairro e o número de habitantes. A presença de fragmentos florestais que se encontram fora da malha urbana consolidada, como ocorre em bairros localizados na fronteira urbana, também tendem a aumentar o valor dos quantitativos. O quadro 1 mostra os diversos indicadores utilizados na literatura para quantificar e analisar a vegetação urbana.

**Quadro 1**– Indicadores quantitativos para a vegetação urbana.

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
Índice de Espaços Livres (IEL)	Inclui na sua estimativa todas as áreas livres públicas (FONTES, 2008);
Índice de Áreas Verdes (IAV)	Considera a quantidade de áreas verdes, uma subcategoria de espaço livre, relacionada aos espaços de lazer público (BARGOS e MATIAS, 2012);
Índice de Floresta Urbana (IFU)	Considera as proporções entre espaço livre arborizado/espaço livre impermeável e espaço arborizado/ espaço construído (SILVA FILHO et al.,2005);
Índice de Cobertura Vegetal (ICV)	Baseado no mapeamento da área urbana coberta por vegetação (original ou implantada) abrangendo espaços públicos e privados, a partir de uma visão aérea (BUCCHERI FILHO e NUCCI, 2006).
Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)	Corresponde a proporção da área urbana coberta com vegetação, a partir de uma visão aérea (BUCCHERI FILHO E NUCCI, 2006).

A escolha metodológica do ICV e PCV para esse estudo decorre de uma abordagem global a partir de uma perspectiva aérea da vegetação arbórea independente de sua localização, função e forma. Logo, por englobar apenas o componente arbóreo foi denominado nesse trabalho de Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA).

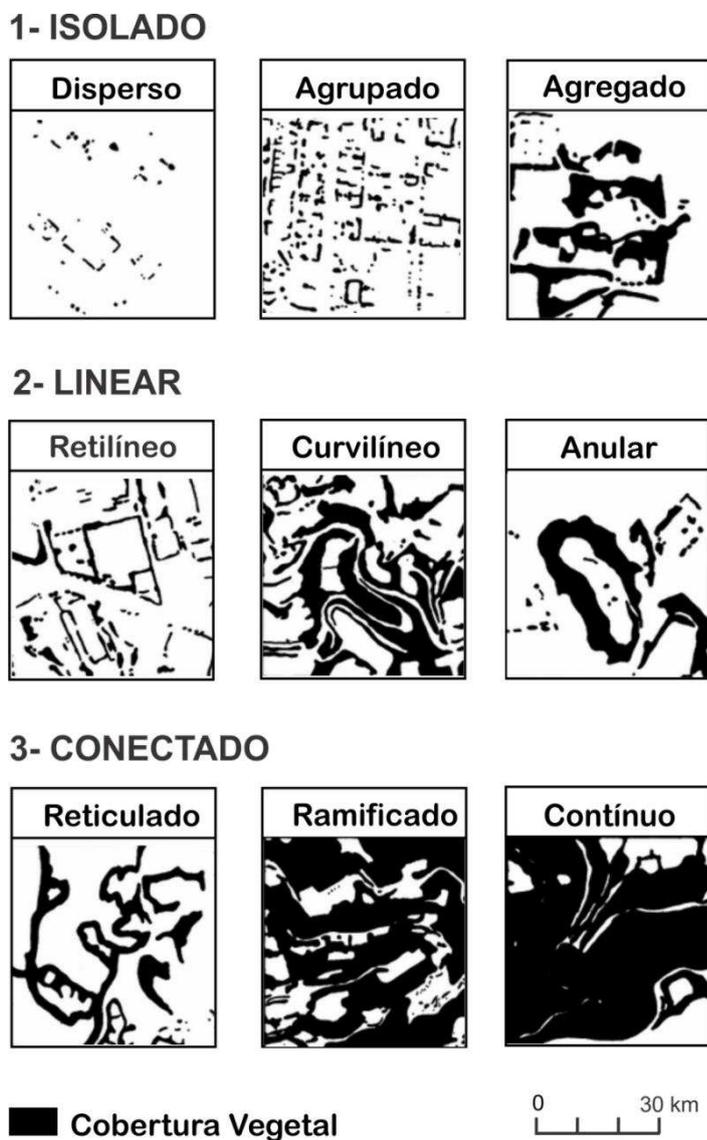
De acordo com estudos sobre os percentuais de solo destinados à vegetação nas cidades, o recomendável para o balanço térmico adequado das cidades está em torno de 30% da área urbana (OKE, 1985), sendo que em áreas nas quais o índice é inferior a 5%, as características climáticas se assemelham a regiões desérticas, comprometendo a qualidade ambiental. Yázigi (2000) também admite a necessidade de uma faixa de cobertura vegetal de 30% para assegurar o balanceamento térmico. No Brasil, em termos de m<sup>2</sup> de verde por habitante, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (1996) propôs, na Carta de Londrina e Ibirorã, o valor de 15 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> como sendo o mínimo para assegurar a qualidade ambiental, sendo este valor geralmente utilizado como referência em trabalhos.

Dessa forma, diante dos diferentes índices, Gonçalves e Paiva (2002) argumentam que “altos indicadores quantitativos em si não dizem nada, se não vierem acompanhados de uma distribuição equitativa”. Ao se quantificar o verde urbano, segundo Bargas e Matias (2012) é importante que a cobertura vegetal possua um significado no espaço urbano, ou seja, os índices devem representar a quantidade de cobertura vegetal real que exerce funções significativas para a população, sejam elas ambientais, sociais ou estéticas. Para os autores, ainda existem muitas divergências na composição dos indicadores, que variam consoante a situação histórico-cultural, as dimensões da cidade e suas condições ecológicas.

Outro importante aspecto associado à cobertura arbórea é o critério de configuração, que se baseia na classificação da densidade e disposição geométrica da arborização. A observação das configurações predominantes nas cidades utilizada na literatura (VALASKI e NUCCI, 2012; MOURA e NUCCI, 2005) tem como base a classificação proposta por Jim (1989) para a configuração espacial, estudada por meio de fotografias aéreas da cidade de Hong Kong, que abrangem especificamente a cobertura arbórea urbana. Trata-se de uma classificação para a densidade e disposição geométrica de acordo com sua cobertura (1), conectividade (2), e contiguidade (3):

- 1 - Porcentagem da área com determinado tipo de cobertura;
- 2 – Grau de interligação das copas;
- 3 – Grau de continuidade de uma dada feição.

A variação gradativa dessas três variáveis altera a morfologia vegetal, indo de indivíduos arbóreos isolados a matas contíguas. De acordo com as formas geométricas das manchas de cobertura vegetal, o autor elaborou critérios de classificação do que denominou Tree-canopy cover characteristics. Esta classificação consiste em três configurações espaciais diferentes (Isolado, Linear e Conectado), sendo que cada uma é subdividida em três subcategorias, apresentadas na Figura 1.



**Figura 1**– Configurações de distribuição da vegetação arbórea para áreas urbanas. Fonte: JIM (1989)

De acordo com Jim (1989), o tipo Isolado é dominante em locais edificados, com ruas e superfícies impermeáveis que formam uma matriz contínua circundando a cobertura arbórea. Subdivide-se em:

1. Disperso: presença de árvores solitárias e de menor porte. É amplamente encontrado em áreas densamente edificadas;

2. Agrupado: árvores em pequenos grupos misturadas com componentes das edificações / intralote;
3. Agregado: árvores agregadas em unidades maiores, geralmente em quintais maiores, praças ou taludes.

O tipo Linear apresenta uma justaposição de árvores em uma direção dominante, em função das características do traçado viário e do relevo. É subdividido em:

1. Retilíneo: estreito alinhamento ao longo das calçadas ou periferia de lotes. Segue o traçado em grelha;
2. Curvilíneo: cinturões largos e meandros naturais ou modificados. Segue o traçado irregular do relevo de colinas ou morros. Ocorrem manchas de florestas preexistentes de menor porte;
3. Anular: as árvores formam um anel contínuo ao redor de pequenos morros e topos elevados por movimentação de terra.

A última configuração, do tipo Conectado apresenta ampla cobertura vegetal e o mais alto grau de conectividade e contiguidade, com a presença de florestas remanescentes que normalmente se estabeleceram antes da urbanização. Estão localizadas em terrenos com alta declividade ou na zona de expansão da cidade. Os estudos de Jim (1989) verificaram que a predominância de manchas de vegetação maiores e com conexões (com menor fragmentação) favorece os benefícios oferecidos pela vegetação. É subdividido em:

1. Reticulado: rede alongada, orgânica e com meandros que possuem alta conexão entre dosséis da arborização. Este tipo é normalmente incompatível com tecidos altamente construídos;
2. Ramificado: apresenta mais de 50% da área com cobertura arbórea, manchas densas e contínuas que envolvem lotes e construções. Características de loteamento de alto padrão;
3. Contínuo: mais de 75% da área apresenta cobertura arbórea. São florestas de periferia com um mínimo de intrusão da urbanização, pontuada apenas por pequenas construções e ruas estreitas.

A importância da classificação e caracterização da cobertura arbórea reside em seu potencial de contribuição para o entendimento das relações com o ambiente construído e com critérios de distribuição oferecendo uma estrutura para estudos comparativos e/ou avaliativos. Essas constatações referentes à forma, ao tamanho e à distribuição da vegetação estão atreladas à qualidade ambiental por ela proporcionada, sendo imprescindíveis no momento de se utilizar

a vegetação como indicador de algumas funcionalidades ambientais (ALVES e FIGUEIRÓ, 2014).

### **3.5. Critérios de distribuição da cobertura arbórea e a relação com as desigualdades socioambientais**

Segundo Biondi e Kischlat (2006), a distribuição da vegetação numa paisagem urbana irá depender do modelo de crescimento da cidade que é resultado das características culturais, do meio e do sistema político e processo histórico. Uma boa distribuição espacial da vegetação no tecido urbano é, entre outros fatores, um importante elemento na promoção do equilíbrio climático e melhoria da qualidade ambiental. Altos indicadores quantitativos devem ser associados a uma distribuição homogênea da cobertura arbórea pela malha urbana, a fim de proporcionar benefícios a toda a população sem restrições socioeconômicas (Li et al.,2015). O critério de distribuição refere-se à maneira pela qual a cobertura vegetal se localiza no perímetro urbano. O padrão de distribuição pode sofrer diversos tipos de influências de cada uma das lógicas (loteador, administrador, política, paisagística, sobras) favorecendo algumas áreas em detrimento de outras (GONÇALVES e PAIVA, 2002). De acordo com Sant’anna Neto (2011):

Como a produção do espaço urbano segue a lógica do sistema capitalista, portanto gerador de espaços segregados e fragmentados, longe de se produzir um sistema que se adapte as condições ambientais e naturais, é de se esperar que esta contradição resulte em impactos altamente sensíveis aos grupos sociais que habitam a cidade de forma também desigual, tornando as desigualdades sociais, ainda mais agudas.

A alta concentração populacional nas cidades, somada à má distribuição de renda, ocasionam grandes discrepâncias entre as classes sociais. Segundo Moro et al. (2014) é possível observar que a população economicamente menos favorecida é aquela que acaba suportando a maior parte dos problemas ambientais. Torres (1997) define a desigualdade ambiental como a “exposição diferenciada de indivíduos, famílias e grupos sociais a amenidades e riscos ambientais”. Assim, o acesso a bens e amenidades ambientais (como ar puro, áreas verdes e água limpa) é desigual entre os indivíduos e grupos sociais, assim como também é desigual a exposição a riscos ambientais, tais como enchentes, deslizamentos e poluição. Tendo em vista a influência da cobertura vegetal no comportamento da ambiência urbana, assim como as várias outras funções exercidas pela vegetação em áreas urbanas, destaca-se a existência de uma relação entre a distribuição das áreas verdes públicas e as distintas condições de vulnerabilidade social urbana.

Gois, Figueiredo e Souza (2015), mapearam a cobertura vegetal da cidade de Aracaju-SE e destacaram que a distribuição ocorre de maneira desigual espacialmente. A Zona Sul da cidade é o local com os maiores índices, sendo também o espaço onde reside a população com maior poder aquisitivo da capital sergipana. Os autores evidenciam ainda a existência de uma desigualdade socioespacial de distribuição não só entre as zonas, mas também dentro das mesmas, ou seja, entre os vários bairros de uma mesma zona, tendo sempre como fator preponderante o poder aquisitivo dos residentes nessas localidades. A má distribuição da vegetação no espaço urbano, segundo os autores, corrobora para acirrar as desigualdades socioespaciais e demonstram as condições de vulnerabilidade social as quais a população de menor poder aquisitivo são submetidas.

Pesquisas realizadas na América do Norte também refletem a mesma realidade, ao concluírem que as populações carentes têm desproporcionalmente menor acesso à vegetação do que os grupos de maior renda (Li et al., 2015). Mennis (2006) investigou a relação entre a situação socioeconômica da população e a densidade de vegetação existente em Denver, capital do estado norte-americano do Colorado. As variáveis socioeconômicas utilizadas foram densidade demográfica, renda média domiciliar mensal, nível de escolaridade, número de quartos por residência, idade e valor médio das residências. A elaboração de mapas com espacialização dos dados permitiu a avaliação da relação entre as variáveis, concluindo que a presença ou ausência de vegetação nos bairros se relaciona com as condições socioeconômicas da população.

Jensen et al. (2004) realizou um estudo com o objetivo de analisar a qualidade de vida em meio urbano, também avaliando a relação entre as condições socioeconômicas da população e a existência de vegetação. As variáveis utilizadas foram: densidade demográfica, renda média domiciliar mensal e valor médio das habitações. Os autores estudaram a correlação entre o índice Leaf Area Index (LAI) e as variáveis socioeconômicas, verificando que existe correlação positiva entre o índice LAI e as variáveis renda média e valor médio das habitações.

O trabalho de Luchiari (2001) teve como objetivo identificar a cobertura vegetal no setor norte do município de Campinas-SP, através de imagens de satélite, e analisar a relação existente entre quantidade de vegetação, características da ocupação e uso do solo e renda familiar média. Como resultado final, o mapa de densidade de vegetação (cartograma com quatro classes de cobertura vegetal de cada bairro), analisado em conjunto com as classes de renda média da população permitiu concluir que a quantidade de vegetação está relacionada com as características socioeconômicas da população, existindo um estreito relacionamento entre a densidade de vegetação e a renda domiciliar média mensal da população residente. Os

maiores índices estão relacionados aos bairros que apresentam características rurais mescladas com características urbanas, compreendendo chácaras de alto padrão e pequenos sítios. Os menores índices de cobertura vegetal estão relacionados às áreas urbanas destinadas à classe populacional de menor renda. Os terrenos dessas áreas são quase totalmente ocupados pelas edificações compostas por conjuntos habitacionais e ou construídas pela própria população residente.

Silva Filho et al. (2005) utilizou imagens aéreas multiespectrais para avaliar a vegetação existente em nove bairros de Piracicaba-SP. Os autores também tiveram como objetivo calcular o Índice de Floresta Urbana (IFU) e verificar a sua relação com dados censitários tais como demográfica, total de pessoas com mais de quinze anos de escolaridade e total de chefes de família com rendimento acima de vinte salários mínimos. Os autores destacam a correlação inversa entre densidade e os índices calculados. Estas observações estão em conformidade com o gradiente de floresta urbana no qual à medida que a densidade demográfica aumenta, diminui a oferta de vegetação no meio urbano.

Morato, Kawakubo e Luchiari (2005) avaliaram a desigualdade ambiental em diferentes bairros da subprefeitura de Campo Limpo em São Paulo-SP, baseado em critérios de qualidade ambiental tais como abastecimento de água, o destino da água servida e do lixo, a ocorrência de domicílios improvisados e a presença de cobertura vegetal. De acordo com os autores, a vegetação foi o indicador mais determinante no índice de qualidade ambiental urbana, em decorrência de sua distribuição mais desigual, se comparada aos outros critérios.

Estes estudos demonstram que vários autores analisam a possível relação entre existência de cobertura vegetal em cidades e as características socioeconômicas da população. A maior parte dos estudos utiliza variáveis provenientes dos Censos, sendo as mais comuns a densidade demográfica, o nível escolar, a taxa de desemprego, o valor médio das habitações e a renda familiar. Quanto às metodologias utilizadas, os estudos de correlação tem sido o método mais utilizado para a avaliação da relação existente entre variáveis.

A distribuição equitativa das áreas verdes, principalmente aquelas relacionados ao lazer, esporte e recreação tais como praças e parques é relevante na medida em que, segundo Jensen et al. (2004), a decisão de visitar um parque ou uma praça é feita ou não em função da distância do parque em relação a residência. A disponibilidade de áreas verdes próximo das residências potencializa a sua utilização, para a prática de exercício físico, caminhar e relaxar, podendo revelar-se um fator fundamental na melhoria da qualidade de vida da população.

### **3.6. Variáveis socioeconômicas diferenciadoras do espaço urbano**

A partir da revisão teórico-metodológica de pesquisas que tratam da relação entre as variáveis socioeconômicas que caracterizam o espaço urbano e a presença/ausência de cobertura arbórea, foram selecionados dados censitários tomando como referência a base de dados disponíveis para o município de Ipatinga (IBGE, 2010). Nesse contexto, foi feita uma análise em termos da associação espacial da cobertura arbórea com o perfil socioeconômico dos bairros e regiões da cidade em termos de densidade demográfica e renda média domiciliar mensal, indicadores amplamente utilizados em estudos dessa natureza. É evidente que outras variáveis são também importantes para o fortalecimento desse vínculo, mas que por enquanto não serão abordadas nesse estudo.

Para o IBGE (2010), densidade demográfica é a “relação entre o número de pessoas em domicílios particulares ocupados e a área”. Merlin e Choay (2000) definem a densidade como um indicador estatístico que pode se referir à população, habitações, empregos, entre outros, em uma superfície (área). Os elementos que compõem o espaço urbano possuem estreita relação com a densidade, podendo esta condicionar ou ser condicionada pela configuração espacial. A densidade demográfica é um indicador elaborado através da variável “pessoas residentes”, dividido pela área urbana usada como referência (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). É também denominada densidade populacional e geralmente é expressa em habitantes por hectare (habitantes/ha) ou habitantes por quilômetro quadrado (habitantes/km<sup>2</sup>). De acordo com Lima (2011), a concentração de habitantes numa determinada área pode interferir na pressão exercida sobre o ambiente, considerando seus aspectos físicos e ecológicos, e pode se relacionar também, com áreas de ocupação irregular.

Os níveis de densidade combinados à configuração do espaço são associáveis, por exemplo, à existência de cobertura vegetal adequada, assim como à manutenção de áreas protegidas por instrumentos legais. Segundo Barros (2014), quando são permitidas altas densidades em uma pequena área, são encontradas tipologias habitacionais que buscam o uso intensivo do solo, o que, se feito de maneira não planejada, prejudicará a existência ou a implantação da cobertura arbórea. Alguns bairros ou loteamentos poderão ter maior área destinada ao uso público (áreas verdes, vias para circulação e serviços públicos complementares), enquanto outros podem ter maior parte do solo destinado ao uso privado. Os parâmetros de uso e ocupação do solo estão diretamente relacionados à densidade demográfica e construtiva de cada bairro da cidade. Logo, o critério de densidade pode provocar variações e

impactos na organização das cidades, bem como na existência e distribuição da cobertura arbórea urbana.

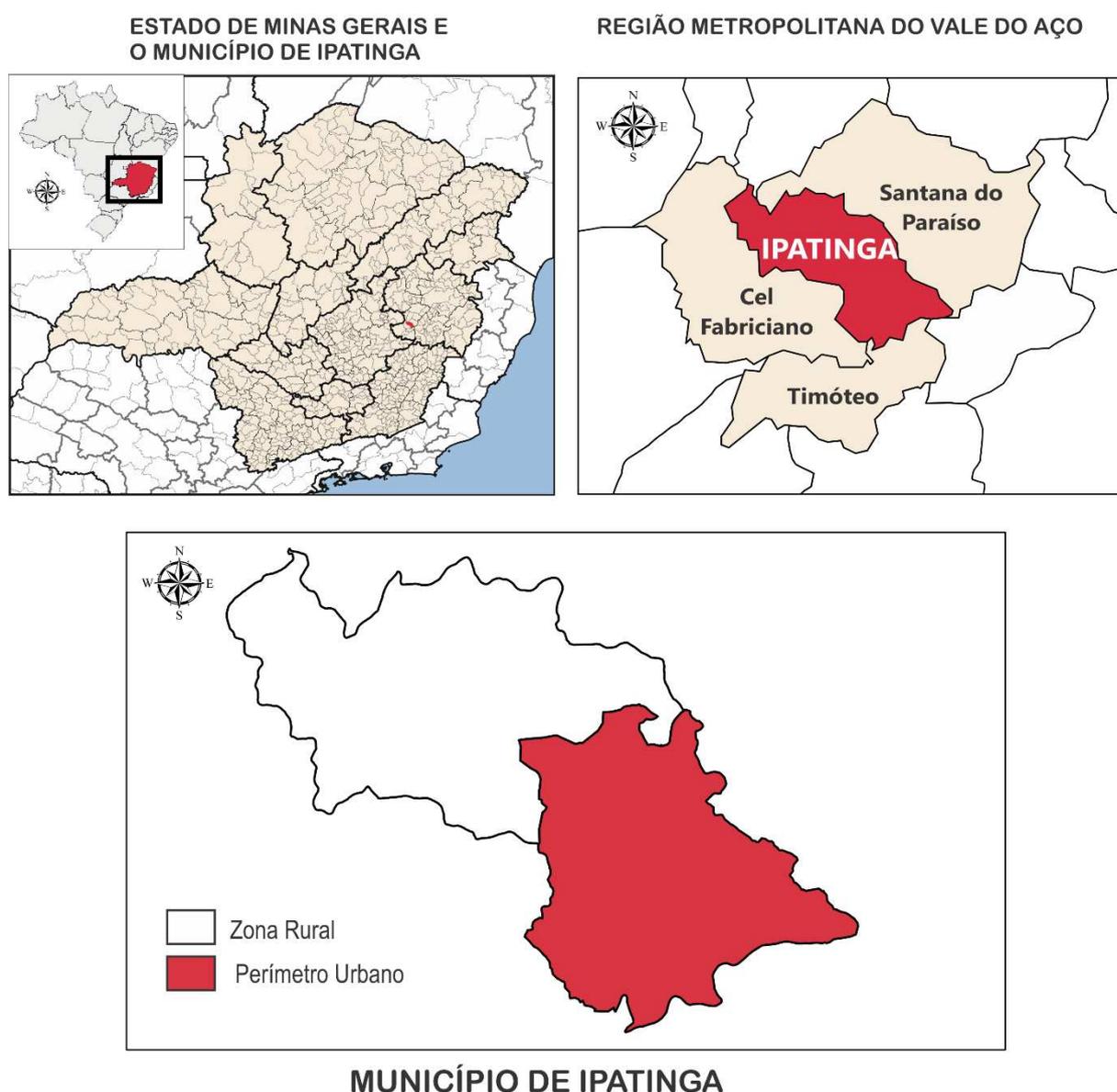
Bertaud e Malpezzi (1999) afirmam que a densidade é uma interpretação e não está correlacionada diretamente com o nível de renda, ou seja, bairros residenciais de alta renda podem possuir uma maior ou menor densidade demográfica dependendo do padrão de ocupação. No entanto, o padrão mais recorrente em bairros populares das cidades brasileiras é a vinculação da forma urbana à alta densidade demográfica e construtiva. Tais áreas se caracterizam pela presença de ruas estreitas, ausência de atributos paisagísticos, exíguos espaços livres e praticamente nenhuma cobertura vegetal ou mesmo arborização viária (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). Destaca-se ainda na paisagem as diferenças entre os parcelamentos do solo que ocorreram de forma planejada, nos quais a vegetação está mais presente, seja nos terrenos privados, nas ruas e praças, contrapondo, as ocupações de baixa renda, com parcelamento não definido, impermeabilização total da área e não raro com ausência de vegetação.

Além da densidade, a caracterização socioeconômica de um bairro está relacionada a variáveis como a população residente, renda média domiciliar e nível de escolaridade, entre outras (LIMA, 2011). Nesse amplo conjunto de informações, foram selecionadas as duas variáveis disponíveis através do Censo (IBGE, 2010) para bairros oficiais de Ipatinga: número de habitantes e renda média domiciliar mensal. A renda média dos responsáveis por domicílio é um indicador calculado através da variável “soma da renda nominal dos responsáveis por domicílio” em razão da variável “total de responsáveis” (IBGE, 2010). Geralmente, nas cidades, segundo Lima (2011), os bairros de baixa renda, com infraestrutura urbana precária e em situações de risco ambiental não possuem cobertura vegetal minimamente adequada, o que compromete a qualidade ambiental e de vida da população.

Dessa forma, é importante verificar a medida da correlação entre as variáveis, a fim de determinar se os bairros que estão submetidos a uma escassez de cobertura arbórea e sujeitos a uma maior vulnerabilidade aos impactos socioambientais urbanos possuem uma maior ou menor correlação com a renda média mensal e a densidade demográfica.

#### 4. A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E A QUESTÃO AMBIENTAL: O CASO DE IPATINGA

O município de Ipatinga está localizado no leste do estado de Minas Gerais, na mesorregião do Vale do Rio Doce, a 220 km da capital Belo Horizonte. A área total do município é de 166,50 Km<sup>2</sup>, sendo 92,50 km<sup>2</sup> de zona rural e 74 km<sup>2</sup> de área urbana (Figura 2), entre os quais 7,27 km<sup>2</sup> são destinados a USIMINAS. Possui uma população de 236.968 habitantes, segundo o Censo 2010 (IBGE, 2010) e faz parte da Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA), composta pelos municípios de Timóteo, Coronel Fabriciano, Ipatinga e Santana do Paraíso (UNILESTE, 2014).



**Figura 2**– Localização do município de Ipatinga. Fonte: Adaptado a partir de UNILESTE (2014).

A cidade de Ipatinga encontra-se a uma altitude máxima de 1.163m, sendo o ponto mais alto a Serra dos Cocais, divisa com o município de Coronel Fabriciano (Figura 3). A geomorfologia dessa porção territorial é favorável à ocupação urbana por ser caracterizada por uma extensa planície do rio Doce. O relevo varia entre montanhoso e plano. Cerca de 55% do território municipal é plano, 30% das terras são mares de morros e nos 15% restantes o terreno é montanhoso (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2010).

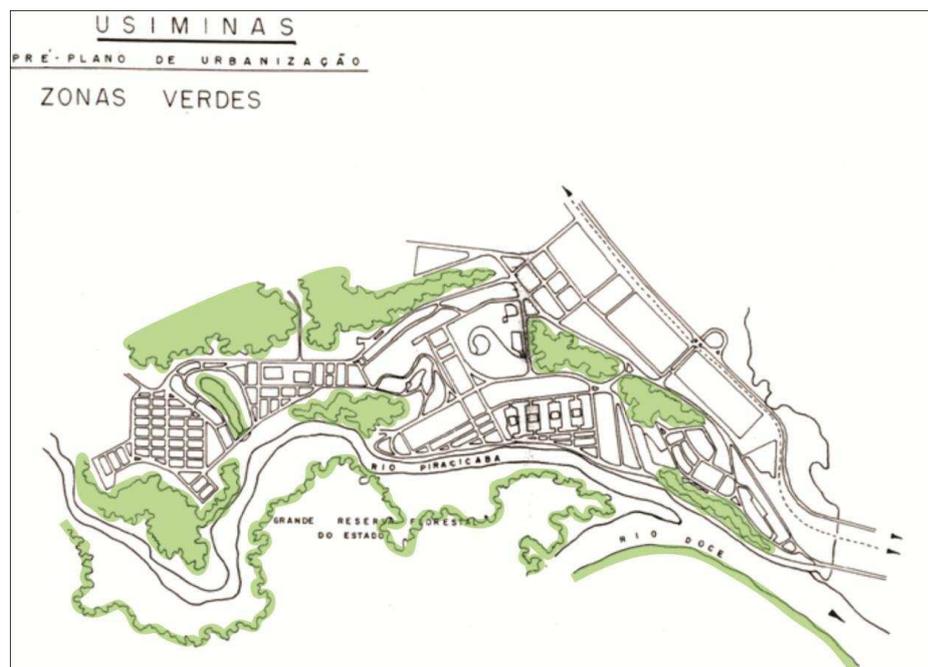


**Figura 3**– Delimitação do perímetro urbano de Ipatinga. Fonte: Google Earth (2014).

Segundo a classificação de Köppen (1948), a região tem clima tipo Aw, com invernos secos e amenos (raramente frios) e verões chuvosos com temperaturas moderadamente altas. O município é banhado pelo ribeirão Ipanema, que deságua no Rio Doce e está situado na margem esquerda do Rio Piracicaba (IBGE, 2010). Quanto à cobertura vegetal o Vale do Aço faz parte do Bioma Mata Atlântica classificado como formação de Floresta Estacional Semidecidual Montana (acima de 500m de altitude) e Submontana (abaixo de 500m de altitude) (UNILESTE, 2014). Desta vegetação, restam alguns fragmentos recortados por plantações de eucalipto, pastagens e núcleos urbanos. O maior remanescente de Mata Atlântica do Estado de Minas

Gerais, o Parque Estadual do Rio Doce, Unidade de Conservação com área de 36.970 hectares, está localizado nos municípios de Marliéria, Dionísio e Timóteo (UNILESTE, 2014).

Segundo Dias (2011), a origem da cidade de Ipatinga é intrínseca ao momento político que o país vivia em meados de 1950 a 1960, marcado pela abertura a empresas estrangeiras e industrialização. A implantação USIMINAS foi o advento que deu origem à cidade. Em meio aos ideais modernistas, o Pré-Plano Urbanístico da Vila Operária (Figura 4) foi desenvolvido pelos arquitetos Rafael Hardy Filho e Marcelo Bhering em 1958 (COSTA, 1995). O sítio natural onde se implantou o projeto possuía reservas de vegetação de Mata Atlântica que se distribuíam sob a forma de corredores ao longo do rio e no interior das glebas a serem urbanizadas.



**Figura 4**– Zonas Verdes /Pré-Plano de Urbanização da Vila Operária da USIMINAS (1958). Fonte: DIAS (2011)

A cobertura vegetal e a adaptação da forma urbana ao sítio natural foram objeto de atenção no plano de 1958, atuando como “cortina verde” de contenção da poluição atmosférica, sonora e visual proveniente da usina. Havia, ainda, a preocupação em afastar as residências do ruído e da planta industrial, mantendo a cobertura natural já existente no local e as elevações decorrentes da topografia como elementos isoladores. Quando possível, essas elevações também favoreciam a redução da dispersão de poluentes sólidos do ar para os bairros, considerando a direção predominante do vento como demonstra o estudo para a localização do setor residencial da cidade na Figura 5.



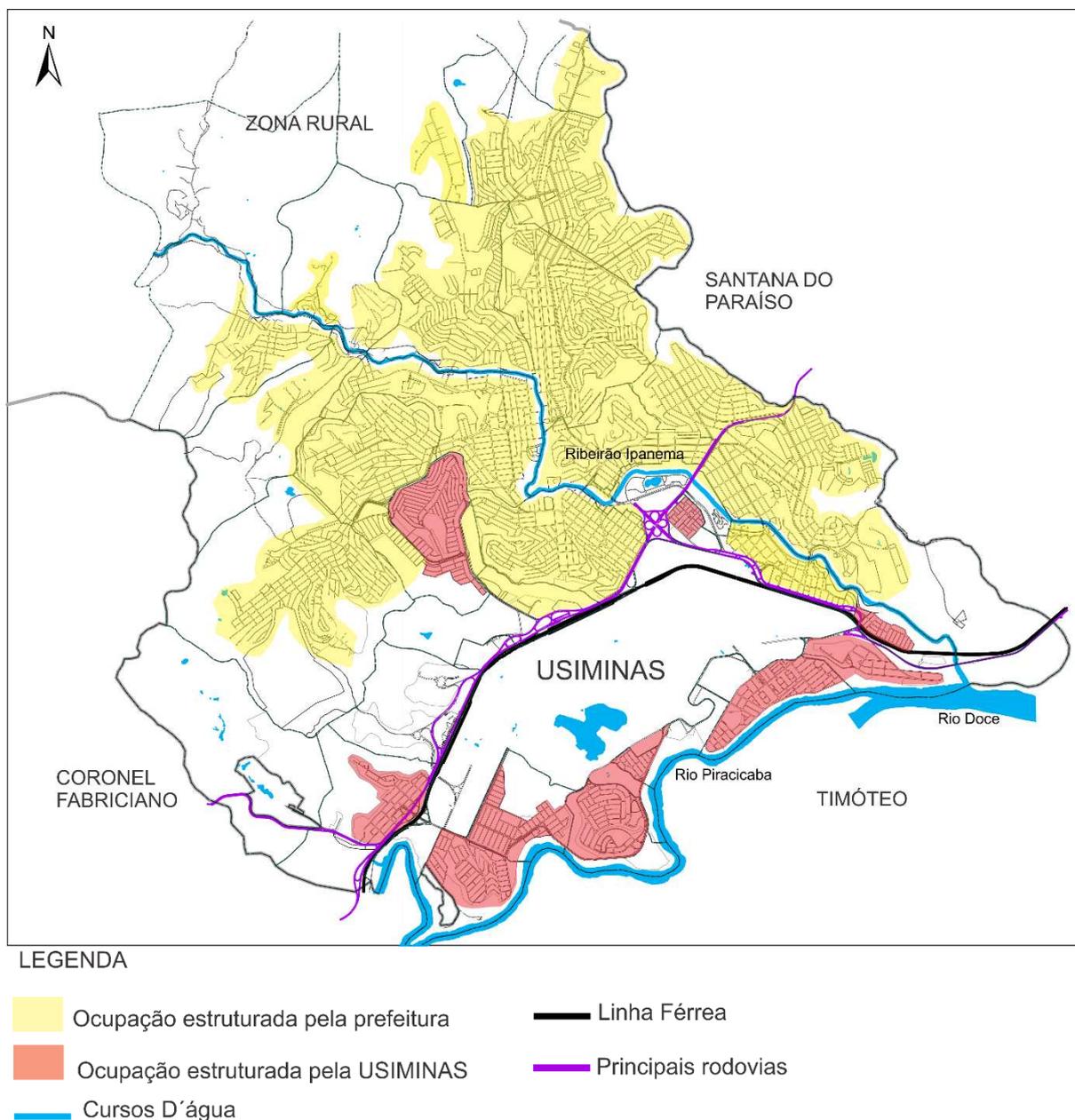
**Figura 5**– Perfil esquemático: Estudo para a localização do setor residencial. Fonte: DIAS (2011)

No período de implantação do plano urbanístico da USIMINAS, para a arborização urbana dos bairros residenciais foram plantadas espécies de oitis, árvores de porte grande, perenifólias e com folhas pilosas que além do valor estético poderiam reter a poluição proveniente do minério de ferro expelido pela usina na produção do aço (DIAS, 2011). Já os eucaliptos tiveram seu plantio ao redor da usina para evitar a permeabilidade visual. As outras espécies são exemplares encontrados nas manchas de Mata Atlântica que conformaram a cobertura vegetal entre bairros. A manutenção da vegetação revelou-se subsídio de relativa eficácia para conter a dispersão de poluentes de cor avermelhada que ocorria no início das atividades da usina.

A instalação da Usina é o fato determinante tanto para o crescimento da cidade quanto para a transformação do espaço urbano. Em Ipatinga, o processo de industrialização e de urbanização aconteceram concomitantemente e de forma acelerada, o que provocou uma série de problemas, tanto de ordem socioeconômica, quanto de ordem físico-urbanística (COSTA, 1995) ocasionando o surgimento de bairros a norte para a população de menor poder aquisitivo. Foram produzidos, de um lado, espaços com total infraestrutura urbana, cobertura arbórea e equipamentos coletivos nos bairros construídos para abrigar os funcionários da USIMINAS, e de outro, espaços improvisados que abrigavam pessoas atraídas pelo progresso da região, mas que não trabalhavam diretamente para a siderúrgica (UNILESTE, 2014).

Segundo Dias (2011) no início da década 1970 há uma grande expansão da malha urbana na parte não controlada pela indústria. A migração acelerada ocasionou o crescimento da cidade além da Vila Operária e ao longo do ribeirão Ipanema, consolidando novos bairros populares (COSTA, 2007). À medida que a cidade crescia, a Área de Proteção Permanente do ribeirão Ipanema foi sendo ocupada e conformou-se em um cenário de risco e degradação ambiental. A maioria dos novos bairros cresceram irregularmente às margens do processo de urbanização, sem saneamento básico, infraestrutura e espaços verdes (UNILESTE, 2014). Durante muitos anos, houve grande diferenciação entre os bairros ligados à USIMINAS e o restante, sendo

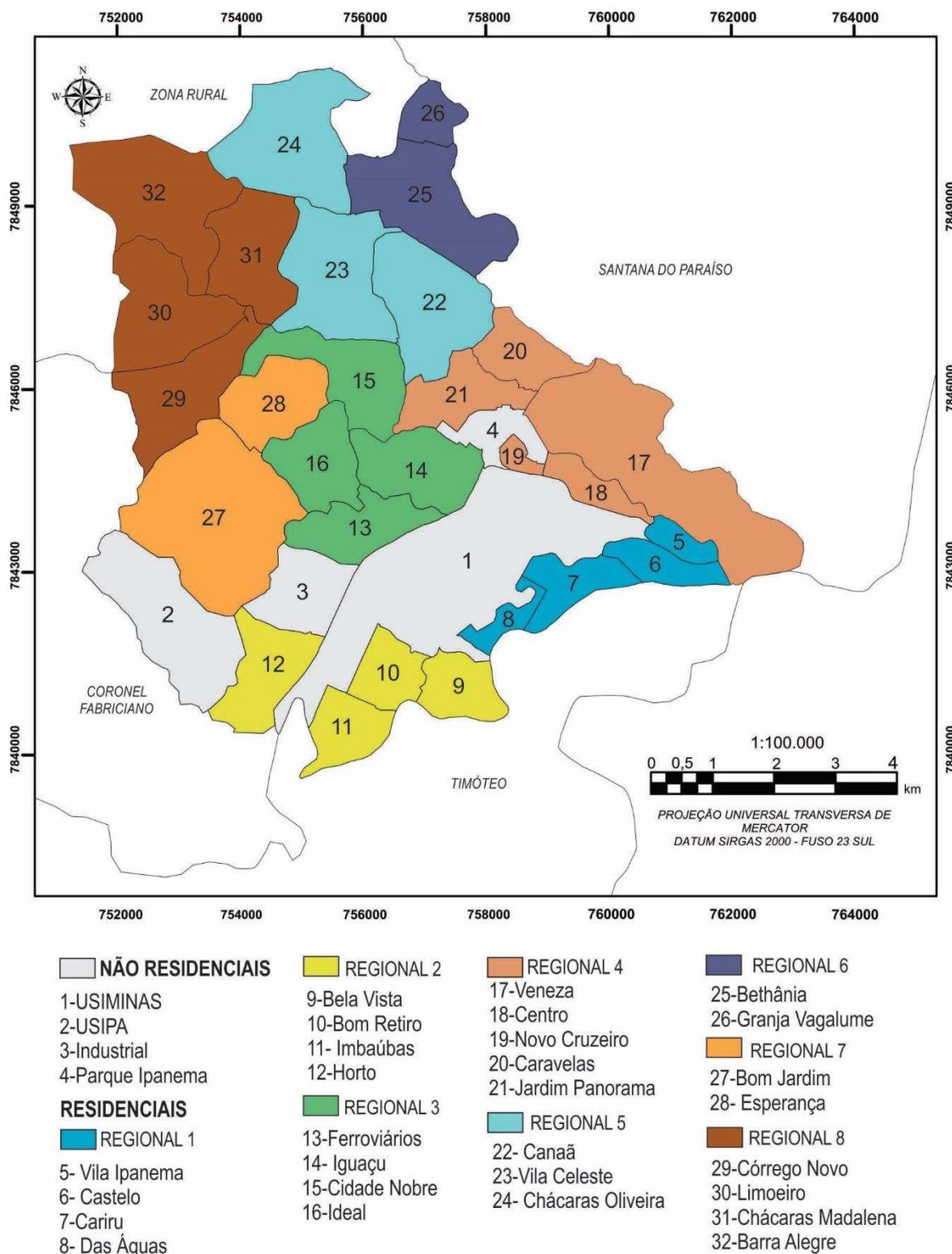
muitas vezes distinguidos como norte e sul da cidade ou ainda bairros pertencentes à bacia do rio Piracicaba com ocupação estruturada pela USIMINAS e pertencentes à bacia do ribeirão Ipanema com ocupação irregular estruturada aos poucos pela prefeitura (DIAS, 2011), conforme mapa da Figura 6.



**Figura 6**– Desenvolvimento urbano de Ipatinga. Fonte: Adaptado a partir de DIAS (2011).

A divisão administrativa urbana de Ipatinga, apresentada na Figura 7, foi definida através do Plano Diretor (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2014) e delimitou a existência de 9 Regionais de Planejamento, sendo 8 localizadas no perímetro urbano e 32 unidades administrativas, sendo 28 bairros residenciais e comerciais somados a unidades não

residenciais perfeitamente delimitadas como o parque industrial da USIMINAS, Usipa, Parque Ipanema e Industrial.



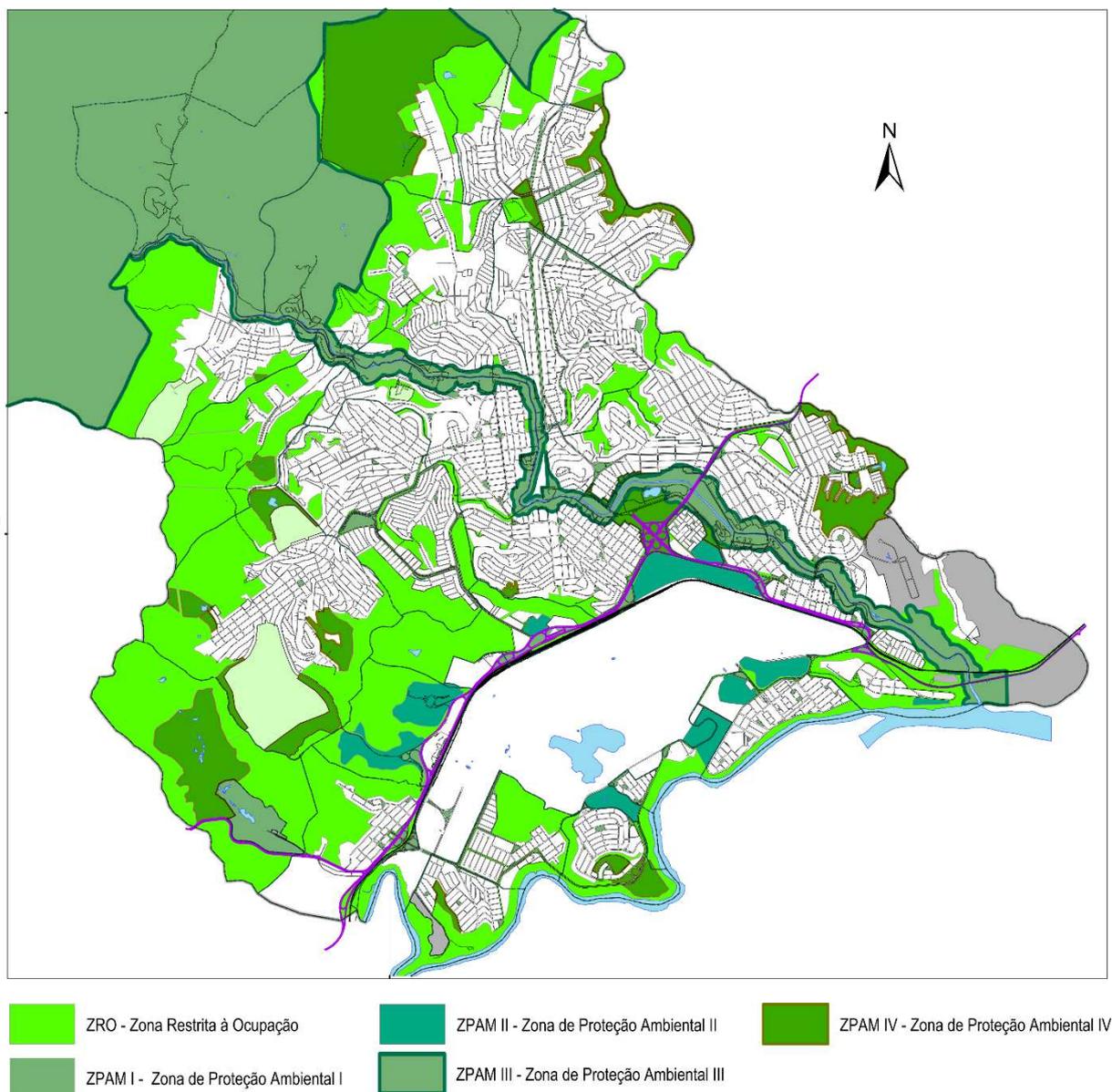
**Figura 7**– Delimitação de bairros e Regionais de Planejamento de Ipatinga, de acordo com o Plano Diretor da Prefeitura Municipal de Ipatinga (2014).

A Usipa é uma associação esportiva e recreativa fundada pela USIMINAS para atender às necessidades de lazer dos funcionários. Abriga uma infraestrutura de lazer/esporte, além de zoológico, Parque Zoobotânico, e viveiro de mudas que produz mensalmente 20.000 espécies destinadas ao reflorestamento das áreas de proteção ambiental da usina (USIPA, 2011). Outros espaços a serem considerados em Ipatinga são os parques. O mais conhecido, de maior porte e representatividade, é o Parque Ipanema, aberto a toda a população e que oferece opções de lazer, recreação e esportes, além de um lago e extensa arborização. A última unidade administrativa não residencial é o Industrial, bairro composto basicamente por áreas não urbanizadas, caracterizadas como Áreas de Proteção Ambiental ou restritas à ocupação. O único parcelamento realizado foi destinado à construção do Shopping do Vale.

Os bairros pertencentes às Regionais 1 e 2, juntamente com os bairros Ferroviários e Ideal (Regional 3) e Novo Cruzeiro (Regional 4) foram construídos ao longo dos anos pela USIMINAS (posteriormente administrados pela prefeitura) e refletem a hierarquia da empresa, já que existem bairros específicos para dirigentes, engenheiros e operários. Embora as casas fossem diferenciadas, todos foram dotados de infraestrutura, com diversas praças e extensa cobertura arbórea circundante (DIAS, 2011).

O processo de desenvolvimento urbano de Ipatinga ao longo das décadas gerou bairros com características heterogêneas em relação ao tamanho da população residente, à dimensão territorial e à densidade demográfica. Castelo, Das Águas e Ferroviários possuem uma população bastante reduzida (inferior a 800 habitantes) o que resulta em baixas taxas de densidade demográfica, enquanto bairros como Canaã, Bethânia e Veneza possuem população superior a 20.000 habitantes.

A cobertura arbórea de Ipatinga está sujeita as regras instituídas pelo zoneamento urbano, integrante do Plano Diretor Municipal (Lei nº 3.350/14) revisado no ano de 2014. Foram delimitadas Zonas de Proteção Ambiental (ZPAM) (Figura 8) definidas a partir da observação de regras gerais da legislação federal para proteger ecossistemas e recursos naturais objetivando qualidade ambiental da área urbana (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2014).



**Figura 8** – Zoneamento Urbano-Ambiental do Plano Diretor de Ipatinga. Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA (2014.)

A Zona de Proteção Ambiental é subdividida em:

1. Zona de Proteção Ambiental I – ZPAM I: Constituída pelas áreas verdes municipais, destinadas a praças e a usos coletivos relacionados ao lazer e esportes;
2. Zona de Proteção Ambiental II – ZPAM II: Constituída pelas áreas do Cinturão Verde, que possui as funções de interpor e minimizar os efeitos das plumas de dispersão de poluentes, oriundas da atividade industrial da planta siderúrgica, bem como a proteção de encostas e nascentes;
3. Zona de Proteção Ambiental III – ZPAM III: Constituída pela Área de Proteção Ambiental do ribeirão Ipanema – APA Ipanema;

4. Zona de Proteção Ambiental IV – ZPAM IV: Constituída pelas áreas verdes municipais destinadas ao uso de parques já criados por atos normativos e à futura criação de parques.

Ressalta-se que a USIMINAS é proprietária das áreas que compõem o cinturão verde que circunda a indústria, sendo responsável por ações de conservação e manutenção (MORAES JUNIOR, 2007). A implantação e as ações de manutenção são estabelecidas como condicionantes da concessão de licenças ambientais à usina, e como tal, devem ser cumpridas, sob pena de cancelamento das licenças concedidas.

A ZPAM III é constituída pela APA Ipanema, criada por lei municipal em 1.997 para, entre outras metas, proteger a bacia do ribeirão Ipanema e suas nascentes e controlar as atividades de desenvolvimento na área. Essa APA inclui o parque de mesmo nome, o Parque Ipanema. Nas Zonas de Proteção Ambiental – ZPAMs I, II e IV, é permitido o uso coletivo para vias urbanas e os empreendimentos destinados às atividades de lazer, esportivas, culturais e recreativas (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2014).

O zoneamento delimitou ainda a Zona de Restrição à Ocupação – ZRO para áreas considerada impróprias a ocupação devido a fatores geológicos, hidrológicos e geomorfológicos, ou por degradação decorrente de ação antrópica, devendo ser preservadas, e no caso das áreas degradadas, serem objetos de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Coleta de dados socioeconômicos e criação de Banco de Dados Geográficos**

Para pesquisas no meio urbano é fundamental o uso de imagens de alta resolução espacial, tornando-se mais viável utilizar imagens com escala em torno de 1:10.000, para um melhor detalhamento, análise e compreensão da superfície terrestre. Para Florenzano (2007) “imagens de satélite e fotografias aéreas são retratos fiéis da superfície terrestre, que se tornam informação a partir de sua interpretação”.

Na construção do banco de dados geográficos utilizou-se as bases cartográficas em formato shapefile (perímetro urbano oficial e limites dos bairros) obtidas junto à Prefeitura Municipal de Ipatinga (2015) e imagem de satélite RapidEyes, com resolução espacial de 5 metros referente ao ano de 2015, obtida junto ao Centro de Estudos e Desenvolvimento Florestal (CEDEF), órgão vinculado ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais–IEF/MG. Como meio de viabilizar as operações de geoprocessamento posteriores, os dados obtidos possuem referência geoespacial, isto é, cada dado está relacionado a uma região específica do espaço municipal de Ipatinga.

Para o levantamento de dados censitários realizou-se uma pesquisa junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Base de Informações por Setor Censitário do IBGE, referente ao Censo 2010, de informações relativas aos padrões de:

1. Densidade demográfica por bairro;
2. Renda média domiciliar mensal (referentes aos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes) por bairro;
3. População residente por bairro.

Com os dados do censo demográfico do IBGE (2010), por bairros, foram mapeadas as áreas com maiores densidades demográficas e concentração de renda, baseado em critérios integrantes do Plano de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Vale do Aço (UNILESTE, 2014).

### **5.2. Mapeamento em ambiente SIG**

A terceira etapa utilizou técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para a produção de mapas e obtenção de dados visuais e quantitativos. O mapeamento da cobertura arbórea teve como recorte espacial os limites do perímetro urbano do município de Ipatinga, definidos pelo Plano Diretor (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2014). A partir da fotointerpretação da imagem, foram digitalizadas árvores de portes variados em grupos com

densidade significativa, em relação à projeção do diâmetro das copas e maciços verdes. Para a quantificação da vegetação arbórea, considerou-se como elemento estrutural a dimensão em área da copa das árvores.

O mapeamento e geoprocessamento foi realizado por meio do software ArcGIS 10.3 que oferece uma gama muito ampla de possibilidades de importação/exportação, digitalização, edição, análise e visualização de dados, bem como a elaboração de uma cartografia temática representando a cobertura arbórea. Através do mapeamento foi possível confeccionar o mapa da cobertura arbórea urbana de Ipatinga e obter dados quantitativos referentes ao tema que foram utilizados para a obtenção de indicadores municipais relacionados ao verde urbano.

Na digitalização das feições e características desejadas foram considerados elementos como forma, tamanho, padrão, textura e tonalidade, identificando maciços verdes, e agrupamentos de árvores baseado no diâmetro das copas. Após a conclusão da etapa de fotointerpretação da vegetação, em arquivos vetoriais poligonais, foram realizados os agrupamentos destes polígonos e mensuração das áreas que ocupam na cidade, possibilitando a geração do mapa de cobertura arbórea da cidade de Ipatinga.

### **5.3. Determinação de indicadores quantitativos de cobertura arbórea**

Para a determinação dos indicadores, fez-se referência aos parâmetros de pesquisas científicas acerca dessa temática. Essa metodologia apoiou-se em um levantamento bibliográfico, para definir os índices mais apropriados e aplicáveis na área estudada. Dessa forma a quantificação da cobertura arbórea em trabalhos que utilizam indicadores como referência (BUCCHERI FILHO e NUCCI, 2006; DALBEM e NUCCI, 2006) considera o somatório da cobertura arbórea, segundo definição pré-estabelecida, dividido pelo número de habitantes. O Índice de Cobertura Arbórea (ICA), cuja unidade é  $m^2 \text{ habitante}^{-1}$ , é determinado de acordo com a seguinte equação:

$$ICA = \frac{\sum CA}{NH}$$

onde:

CA – Cobertura arbórea ( $m^2$ )

NH – Número total de habitantes urbanos (habitante)

Além do ICA, existe outro índice, o Percentual de Cobertura Arbórea (PCA), que representa a porcentagem de área urbana coberta por vegetação, em função da área total da

cidade, utilizando a seguinte equação:

$$PCA = \frac{\sum CA}{AT} \times 100$$

onde:

CA – Cobertura arbórea (m<sup>2</sup>)

AT – Área total urbana (m<sup>2</sup>)

Os indicadores quantitativos ICA e PCA foram calculados considerando três escalas: cidade, regional de planejamento e bairro. A análise, na escala da cidade possibilita o entendimento da situação da cidade como um todo, enquanto a nível de bairro e Regional de Planejamento, permite conhecer a situação atual de cada um dos bairros e regiões da cidade, indicando diferenciações entre eles.

#### **5.4. Análise de Correlação Estatística**

Após a obtenção do conjunto de variáveis ICA e PCA por bairro de Ipatinga, a abordagem espacial se baseou em métodos de análise estatística (correlação de Pearson) entre as variáveis calculadas e as censitárias. A análise de correlação tem o objetivo de averiguar a possível existência de relação entre os indicadores ICA e PCA por bairro (variáveis dependentes) e as variáveis renda e densidade demográfica (variáveis independentes). A realização da comparação dos indicadores foi feita por meio do Microsoft Excel 2013, com dados importados da tabela de atributos do ArcGIS. Como produto dessa operação foram gerados gráficos de dispersão e obtidos os valores do coeficiente de correlação de Pearson (r) e do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). O valor de r permite determinar a intensidade da correlação, compreendida numa escala de -1 a 1, definindo uma correlação positiva (+), negativa (-), perfeita (r= +1 ou -1), muito forte (r= 0,81 a 0,99), forte (r= 0,51 a 0,80), moderada (r= 0,31 a 0,50), fraca (r= 0,01 a 0,30) ou inexistente (r= 0) (FIGUEIREDO e SILVA, 2009). Quando apresentam valores positivos, a correlação indica proporcionalidade direta entre as variáveis, e ao apresentar valores negativos indica que esta correlação é inversamente proporcional. Já o valor de R<sup>2</sup> permite calcular a proporção da variação da variável dependente que é explicada pela variável independente (LEVINE et al., 2003).

#### **5.5. Elaboração e aplicação do checklist de avaliação da contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local dos bairros de Ipatinga**

A metodologia adotada contempla a ideia de que a pesquisa de campo deve garantir a contextualização e a observação mais clara da espacialização e da importância da vegetação

que compõe a paisagem urbana, bem como sua relação com o ambiente construído em bairros socioeconomicamente distintos de Ipatinga. Os conceitos trazidos da teoria podem ser confrontados em observações práticas da realidade por meio da aplicação de checklist. Isso implica a existência de um planejamento cuidadoso do checklist e uma preparação do aplicador (DENZIN e LINCOLN, 1994). É fundamental salientar que as pesquisas relacionadas à vegetação urbana requerem uma pesquisa de campo, com observação in loco para que a análise seja condizente com a real situação avaliada. Nesta etapa, utilizou-se também o registro fotográfico como instrumento de percepção e reflexão crítica do ambiente.

Para a realização da pesquisa de campo, entre as 9 Regionais de Planejamento foi delimitada uma amostra do tipo intencional, na qual segundo Gil (1991) são escolhidos casos que representem o bom julgamento da população-universo. A escolha de duas Regionais para a pesquisa de campo foi motivada pela característica de oposição que as marca, tanto paisagística quanto socioeconômica.

O checklist desenvolvido baseou-se em categorias de observação analítica, delimitadas com base na revisão de literatura e nos objetivos de pesquisa, com o intuito de analisar a contribuição da cobertura arbórea para a qualidade urbanística dos bairros. Ressalta-se que o conceito de qualidade urbanística também está relacionado a outros condicionantes como os padrões de espaços públicos, ruas, forma de ocupação dos lotes pelas edificações, existência de situações de risco, entre outros. Apesar da grande diversidade de condicionantes, a presença da cobertura arbórea pode ser entendida como um dos fatores fundamentais para assegurar uma alta qualidade urbanística. Dessa forma, a avaliação baseou-se nesse elemento. Os itens analisados no checklist encontram-se no Quadro 2.

**Quadro 2**– Checklist de avaliação da contribuição da cobertura arbórea para o ambiente local dos bairros.

<b>CHECKLIST</b>		
<b>1- FATORES FUNCIONAIS</b>		
1. A presença da vegetação arbórea no bairro colabora para a integração social, por meio de parques e praças públicas, que favorecem a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente?	Não (0)	Sim (1)
2. A presença da vegetação arbórea no bairro contribui para a melhoria da qualidade visual da paisagem?	Não (0)	Sim (1)

3. A presença da vegetação arbórea no bairro contribui para a manutenção dos processos ecológicos e do equilíbrio solo-clima-vegetação?	Não (0)	Sim (1)
<b>2- FATORES AMBIENTAIS</b>		
4. A vegetação arbórea presente no bairro possui padrões naturais, se aproximando da sua forma natural, isenta de atuações humanas?	Não (0)	Sim (1)
5. Existem Zonas de Proteção Ambiental (ZPAM) no perímetro do bairro?	Não (0)	Sim (1)
6. A vegetação arbórea existente no bairro se encontra em bom estado de conservação?	Não (0)	Sim (1)
7. Existem pressões e/ou possíveis fatores de perturbação que podem comprometer o estado de conservação?	Não (1)	Sim (0)
8. Existem elementos de conexão que favorecem a conectividade da vegetação arbórea dentro do bairro?	Não (0)	Sim (1)
9. Existem elementos de conexão que favorecem a conectividade da vegetação arbórea do bairro em análise com os bairros adjacentes?	Não (0)	Sim (1)
10. A configuração espacial da cobertura arbórea (Isolada, Linear e Conectada) favorece a conectividade?	Não (0)	Sim (1)
11. O bairro possui o Percentual de Cobertura na faixa de 30%, valor recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas?	Não (0)	Sim (1)
12. O bairro possui o Índice de Cobertura Vegetal na faixa de 15 m <sup>2</sup> habitante <sup>-1</sup> valor recomendável pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana?	Não (0)	Sim (1)
13. A vegetação arbórea contribui para o sombreamento e formação de um microclima favorável no bairro?	Não (0)	Sim (1)
<b>3- FATORES VISUAIS</b>		
14. A vegetação arbórea existente no bairro contribui para a criação de uma identidade visual local?	Não (0)	Sim (1)

15. A vegetação foi um elemento de composição do desenho urbano?	Não (0)	Sim (1)
16. A vegetação arbórea existente no bairro está inserida na malha urbana, integrada aos espaços públicos?	Não (0)	Sim (1)
17. A cobertura arbórea existente no bairro está distribuída em variados espaços, de forma a expressar a variedade paisagística?	Não (0)	Sim (1)
18. A presença da vegetação arbórea contribui como elemento de valorização imobiliária do bairro?	Não (0)	Sim (1)
<b>TOTAL GERAL DA PONTUAÇÃO</b>		

**Critério de Interpretação:**

Somar o total dos pontos:

- De 0 a 5 pontos: Baixa influência na qualidade urbanística
- De 6 a 12 pontos: Média influência na qualidade urbanística
- Mais de 12 pontos: Alta influência na qualidade urbanística

O checklist foi aplicado durante visitas aos bairros selecionados de Ipatinga no período de 31/05/16 a 04/06/16.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Cobertura arbórea no perímetro urbano de Ipatinga

A cobertura arbórea mapeada no perímetro urbano de Ipatinga apresentou um resultado de 24.331.561,50 m<sup>2</sup> (ou 2.433,15 ha). É importante observar que a delimitação do perímetro urbano utilizado nesta pesquisa, definido pela Prefeitura Municipal de Ipatinga (2014), inclui tanto áreas privadas como públicas com vegetação arbórea (original ou implantada), áreas ociosas, cinturão verde, faixa de preservação permanente de 100 m correspondente à mata ciliar do Rio Piracicaba, além da cobertura presente em unidades administrativas não residenciais como o Parque Ipanema (15,52 ha), Usipa (307,46 ha), Industrial (133,54 ha) e nas instalações da USIMINAS (239,25 ha). Essas quatro unidades juntas mesmo não possuindo habitantes concentram 28,6% da vegetação arbórea da cidade.

Considerando que Ipatinga possui uma área urbana de 7.477,51 ha, o Percentual de Cobertura Arbórea é de 32,54%, valor próximo ao recomendável por Oke (1985) para áreas urbanas. Considerando o total mapeado e uma população de 236.968 habitantes, o ICA corresponde a 102 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>. Embora o índice seja bastante elevado, se comparado ao valor recomendável pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) de 15 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> é necessário ressaltar que a vegetação não está distribuída de forma homogênea entre os bairros, como se pode observar no mapa da Figura 9, que apresenta a espacialização da cobertura arbórea no perímetro urbano de Ipatinga.

É significativa, em termos de proporções territoriais, a concentração da vegetação na porção sul de Ipatinga, nos bairros ao redor da USIMINAS, notadamente em áreas de declividade acentuada como topos de morros e encostas, circundados pela matriz urbana. Essas áreas foram denominadas pelo Plano Urbanístico da Vila Operária de cinturão verde e estão associadas a resquícios de vegetação natural, configurando-se como ZPAM. Nas áreas mais centrais e a nordeste do perímetro urbano, principalmente naquelas de ocupação após a década de 1980, nota-se que a cobertura arbórea existente é pouco densa e bastante fragmentada, representada por grupos de árvores isoladas presentes em áreas residenciais, institucionais e públicas como praças, parques ou destinadas à ornamentação e acompanhamento viário. Na medida em que se aproxima da fronteira urbana com Coronel Fabriciano e com a Zona Rural ocorre um aumento do número de fragmentos florestais localizados nos bairros periurbanos.

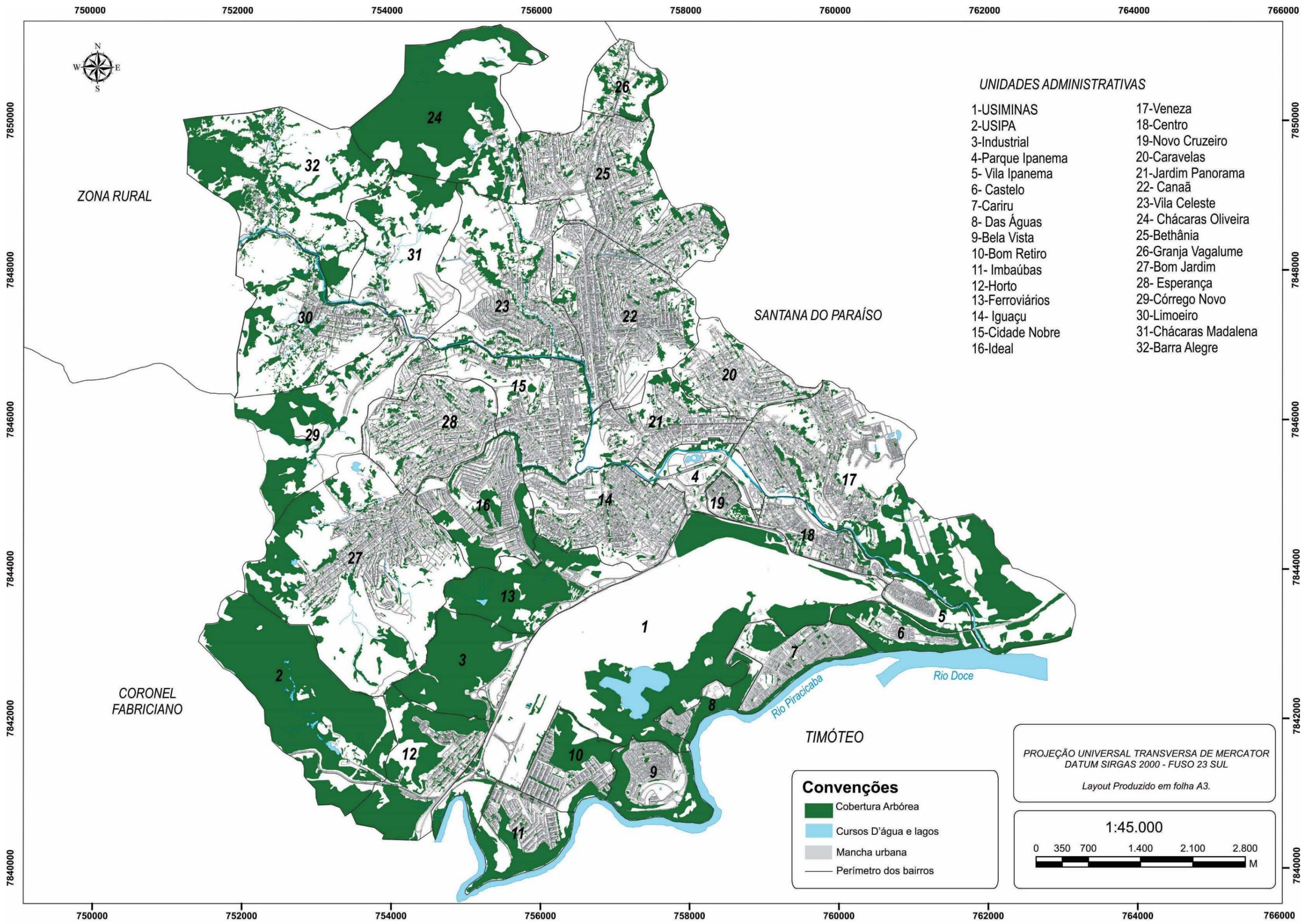


Figura 9 - Mapa de distribuição da cobertura arbórea no perímetro urbano de Ipatinga-MG.

Segundo a análise quantitativa da distribuição da vegetação arbórea (Tabela 1) a porção sul do perímetro urbano, composta pela planta industrial, Usipa e por bairros que faziam parte do Plano Urbanístico da Vila Operária, concentra 52,84% do total de cobertura arbórea da área urbana, sendo o restante distribuído entre os bairros localizados no restante do território. O conjunto de bairros mais populosos de Ipatinga proporcionalmente possui menores quantidades de cobertura arbórea, resultado que está associado a um padrão de ocupação mais denso e de urbanização consolidada com poucos espaços livres. O terceiro conjunto, composto por bairros periurbanos, localizados nas bordas da cidade e de pouca urbanização, concentra 23,51% do total mapeado.

**Tabela 1**– Concentração da cobertura arbórea por bairros de Ipatinga-MG.

<b>Unidades Administrativas</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Concentração da cobertura arbórea</b>
USIMINAS, Usipa, Industrial, Vila Ipanema, Castelo, Cariru, Das Águas, Bela Vista, Bom Retiro, Imbaúbas, Horto, Ferroviários, Ideal, Novo Cruzeiro	65.475	52,84%
Iguaçu, Cidade Nobre, Veneza, Parque Ipanema, Centro, Caravelas, Jardim Panorama, Canaã, Vila Celeste, Bethânia, Bom Jardim, Esperança e Limoeiro	161.911	23,64%
Chácaras Oliveira, Chácaras Madalena, Barra Alegre, Córrego Novo, Granjas Vagalume	9.582	23,52%

Esses resultados estão diretamente associados à forma de ocupação e desenvolvimento urbano de Ipatinga ao longo de cinco décadas de existência. As áreas de topografia mais plana foram delimitadas para serem urbanizadas inicialmente, implantando a mancha urbana entre morros e terrenos acidentados. Posteriormente com a tendência de ocupação ao norte, sentido para o qual a cidade se espalhou, ocupou-se áreas de topografia acidentada em direção à cabeceira do ribeirão Ipanema, resultando em ocupações irregulares às margens do curso d'água. Os fragmentos florestais localizados nas áreas próximas à fronteira urbana, na divisa com Coronel Fabriciano e com a Zona Rural, estão associados a áreas com declividade acentuada e topografia inadequada à urbanização. Dessa forma, o município tem sua expansão urbana limitada nas porções oeste pelas serras de Escuro e dos Cocais, divisa com o município

de Coronel Fabriciano e sul pelo Rio Piracicaba e Parque Estadual do Rio Doce. Além disso, o Plano Diretor (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2014) delimitou como ZRO porções acidentadas com declividade superior a 30% nos bairros periurbanos Bom Jardim, Córrego Novo e Limoeiro.

Na fronteira com o município de Santana do Paraíso, urbanização é mais consolidada, e com a presença de poucos remanescentes florestais. Nesse cenário, nas últimas décadas Ipatinga passou a exercer grande pressão de expansão urbana sobre Santana do Paraíso, transbordando seu crescimento sobre o território vizinho.

Nos limites do perímetro urbano com a zona rural, encontram-se fragmentos de cobertura arbórea remanescente, inseridos em ZPAM nos bairros Chácaras Madalena, Barra Alegre e Chácaras Oliveira. A presença da cobertura arbórea na fronteira urbana indica a necessidade de que se considere no planejamento, de forma integrada, todas as macrozonas municipais (zonas urbana, de expansão urbana e zona rural), que periodicamente sofrem alteração dos limites. Outra questão importante é entender a transição entre os elementos que fazem parte do perímetro urbano, principalmente entre os remanescentes de vegetação nativa e seu entorno urbanizado. A integração entre as áreas rurais e urbanas no processo de planejamento é fundamental para que a cobertura arbórea seja pensada como um sistema contínuo.

No entanto, é importante ressaltar que enquanto os bairros com urbanização consolidada de Ipatinga, incluindo os planejados pela USIMINAS, apresentaram uma variação do ICA de 9,66 a 933,95 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>, nos bairros próximos aos limites do perímetro urbano o ICA chegou a 1.875,51 hab<sup>-1</sup>. Assim, como forma de comparação e entendimento da dinâmica urbana, calculou-se novamente os indicadores ICA e PCA para Ipatinga, excluindo-se 8 bairros periurbanos ou não residenciais que se encontram fora da área efetivamente urbanizada. São eles: USIMINAS, Ferroviários, Industrial, Usipa, Córrego Novo, Chácaras Oliveira, Chácaras Madalena e Barra Alegre.

O novo cálculo resultou em um valor de 1.337,09 ha para a área urbana consolidada, sendo o ICA de 58,15 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> e o PCA de 26,53 %. Nessa forma de cálculo o PCA não atenderia o parâmetro mínimo recomendável de 30% (OKE,1985). Esses valores refletem que a cobertura arbórea de Ipatinga, além do cinturão verde ao redor da USIMINAS, possui presença mais densa e expressiva apenas na fronteira urbana em fragmentos de vegetação de porte arbóreo fragmentados, inseridos em ZPAM.

A partir da fotointerpretação da imagem, foram digitalizados agrupamentos de árvores, em relação à projeção do diâmetro das copas, identificadas em 5 classes de vegetação arbórea, tomando como referência o valor total mapeado para o perímetro urbano de 2.433,15 ha, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3**– Classes de cobertura arbórea para o município de Ipatinga-MG.

CLASSES	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO
Fragmentos Florestais		Apresenta ampla cobertura arbórea remanescente, circundada pela matriz urbana e o mais alto grau de conectividade e contiguidade;
Acompanhamento viário		Vegetação de porte arbóreo existente nas calçadas, nos canteiros centrais de avenidas, nos trevos e rotatórias, que cumpre as funções de ordenar e ornamentar o sistema viário;
Praças, Parques e Áreas institucionais		Espaços públicos cuja função principal é de lazer. São as tipologias mais acessíveis a população;
Áreas de Preservação Permanente, as margens de cursos d'água		Faixas marginais dos cursos d'água, nas quais, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista as exigências legais;
Vegetação residual		Quintais, terrenos baldios, vegetação intralote, glebas não parceladas, pequenos morros e topos elevados por movimentação de terra.

A quantificação em hectares (ha) e a porcentagem de cada classe de vegetação arbórea em relação à área mapeada podem ser analisadas na Tabela 2. As classes foram definidas

reconhecendo-se padrões semelhantes associados à resolução das imagens de satélite utilizadas no mapeamento.

**Tabela 2**– Valores quantitativos por classe de cobertura arbórea mapeada.

<b>Classe</b>	<b>Cobertura Arbórea (ha)</b>	<b>Porcentagem em relação à área mapeada (%)</b>
Fragmentos Florestais	2.120,80	87,16
Acompanhamento viário	60,74	2,50
Praças, Parques e Áreas Institucionais	44,04	1,81
Áreas de Preservação Permanente (cursos d'água)	58,84	2,42
Vegetação arbórea residual	148,73	6,11
<b>Total</b>	<b>2.433,15</b>	

Do total mapeado, observa-se que a classe de maior ocorrência foi a dos fragmentos florestais, com 2.120,80 ha, representando 87,16% do total das classes identificadas. Essa ampla maioria é representada pelo cinturão verde, Usipa, mata ciliar do Rio Piracicaba e demais áreas protegidas pela legislação municipal como as serras de Escuro e dos Cocais. A segunda maior classe apresentou 148,73 ha (6,11% do total) representada pela vegetação arbórea residual que se localiza, sobretudo no interior de quarteirões construídos, quintais (quando possível identificação na foto aérea) e nos bairros ainda em desenvolvimento, retratando a continuidade do crescimento da cidade e da urbanização dos espaços anteriormente naturais. Destaca-se a porcentagem muito pequena de cobertura arbórea relacionada a espaços como praças, parques e áreas institucionais. Dessa forma, constata-se que o fato de o bairro possuir cobertura arbórea elevada (e por consequência uma qualidade ambiental aceitável) não implica necessariamente na presença de áreas verdes destinadas ao uso coletivo, recreação e lazer.

Em relação à configuração, densidade e disposição geométrica há uma predominância do tipo Conectado nos bairros ao sul, no entorno das instalações industriais da USIMINAS como Vila Ipanema, Castelo, Cariru, Bela Vista, Bom Retiro e Imbaúbas. As feições Ramificadas e Reticuladas, subcategorias do tipo Conectado (JIM, 1989) representam os padrões arbóreos de maior qualidade urbanística, embora o segundo tipo já seja incompatível com espaços urbanos altamente construídos, por ocupar mais de 50% da área analisada. A cobertura arbórea Reticulada pode ser encontrada na Usipa, onde a paisagem de dosséis

contínuos é ocasionalmente interrompida por pequenas edificações, piscinas e quadras esportivas completamente isoladas da mancha urbana. Já a forma orgânica e meândrica da cobertura do tipo Ramificada devido ao entrelaçamento dos dosséis das árvores, notavelmente mais densos e conectados ocorre nos bairros citados do entorno da USIMINAS.

Nos bairros localizados a oeste, limítrofes com o município de Coronel Fabriciano, como Córrego Novo, Limoeiro e Bom Jardim há uma predominância do tipo Isolado–Agregado inserido em uma matriz pouco urbanizada, dominada pelas serras de Escuro e dos Cocais, composta por agrupamentos de árvores remanescentes de extensão considerável. No restante do perímetro urbano, formado pelas áreas cuja urbanização é antiga e consolidada e a ocupação do solo possui densidades significativas o tipo encontrado é Isolado (Disperso e Agrupado) e Linear (Retilíneo). Esse conjunto de bairro é formado pelo Canaã, Vila Celeste, Cidade Nobre, Ideal, Iguaçú, Caravelas e Jardim Panorama. Não foi mapeada a subcategoria Dispersa, caracterizada por indivíduos solitários ou em agrupamentos de porte restrito de dois ou três elementos contíguos, porém constatou-se a sua existência mediante observação local. A subcategoria Agrupada é representada por pequenos grupos de árvores, normalmente misturados aos componentes urbanos, encontrada em calçadas, grandes quintais, lotes e espaços públicos como praças formando manchas de vegetação isolada. Por último, a cobertura arbórea Linear do tipo Retilínea marcada pela justaposição de árvores em uma direção estreita e alongada encontra-se disposta ao longo de ruas e às margens do Ribeirão Ipanema, que percorre a cidade em toda sua extensão Norte-Sul.

## **6.2. Índices e distribuição espacial da cobertura arbórea**

O cálculo simplificado dos índices, considerando apenas a extensão da cobertura arbórea e o número de habitantes da cidade como um todo pode conduzir a uma homogeneização incorreta da informação espacial. Após o mapeamento, os índices obtidos foram cruzados com os limites dos bairros, obtendo os indicadores intramunicipais que possibilitam o conhecimento da realidade de cada bairro no tocante à cobertura arbórea, evidenciando a desigualdade socioespacial de distribuição da vegetação urbana. Dessa forma, com o intuito de buscar uma melhor compreensão acerca da distribuição e de sua relação com a população foram calculados o ICA e o PCA tomando como referência duas escalas: Unidades Administrativas (bairros) e Regionais de Planejamento. O bairro é a unidade básica da gestão municipal, enquanto a Regional visa à gestão articulada entre os bairros.

Na medida em que a extensão do perímetro urbano de Ipatinga utilizada no mapeamento não é necessariamente toda urbanizada, os valores do ICA (Tabela 3) variaram de zero em

bairros que não possuem nenhum habitante, até 2.681,52 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> em bairros com Áreas de Proteção Ambiental e/ou localizados na região próxima ao limite do perímetro urbano. O PCA também possui grande variação, entre 8,84 e 85,98%. A heterogeneidade dos valores reflete as diferentes características urbanas e formas de uso e ocupação do solo de Ipatinga, resultados de uma dinâmica de crescimento urbano particular. Os indicadores demonstram que existe uma parcela da população que não usufrui de forma satisfatória dos benefícios proporcionados pela vegetação, quando levado em consideração o arranjo espacial, a localização e a dimensão da cobertura arbórea mapeada.

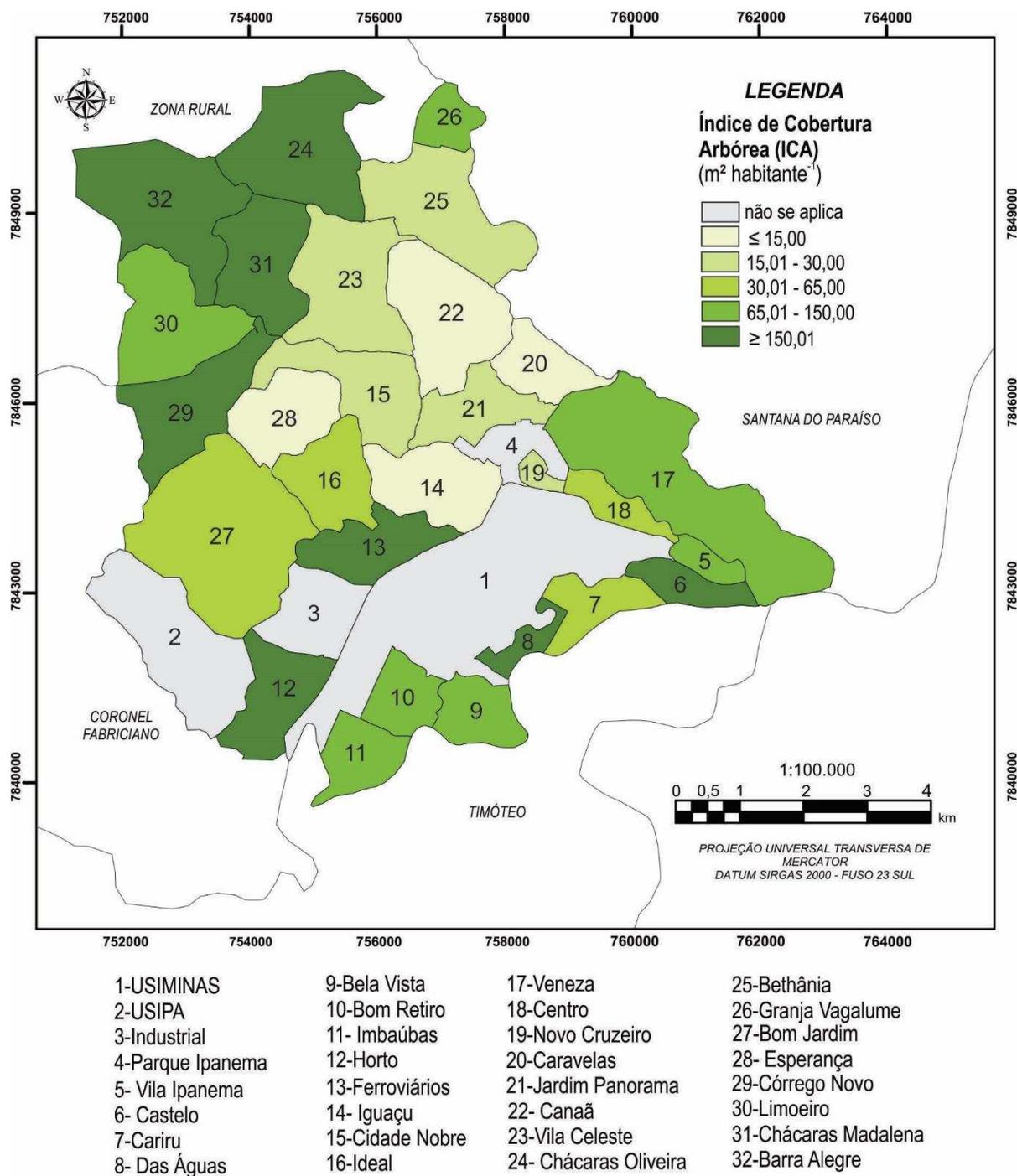
**Tabela 3**– Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por Unidade Administrativa de Ipatinga

Nº	Unidade Administrativa (Bairros)	População (habitantes)	Área Unid. Administrativa (m <sup>2</sup> )	Área Cob. Arbórea (m <sup>2</sup> )	ICA (m <sup>2</sup> habitante <sup>-1</sup> )	PCA (%)
1	Usiminas	0	8.584.490,76	2.392.585,14	-	27,87
2	Usipa	0	3.575.921,78	3.074.651,86	-	85,98
3	Industrial	0	1.653.879,39	1.335.470,53	-	80,75
4	Parque Ipanema	0	919.499,66	155.222,54	-	16,88
5	Vila Ipanema	1.749	500.380,20	146.928,56	84,01	29,36
6	Castelo	528	900.434,55	493.123,19	933,95	54,77
7	Cariru	4.756	1.202.634,38	303.938,48	63,91	25,27
8	Das Águas	718	536.257,30	274.171,22	381,85	51,13
9	Bela Vista	3.664	1.241.326,03	464.288,74	126,72	37,40
10	Bom Retiro	4.214	1.138.222,77	472.788,62	112,19	41,54
11	Imbaúbas	3.636	1.276.518,66	498.795,32	137,18	39,07
12	Horto	2.092	1.912.050,60	1.118.830,68	534,81	58,51
13	Ferrovários	454	1.729.857,72	1.217.409,72	2.681,52	70,38
14	Iguaçu	16.908	2.157.524,79	198.853,35	11,76	9,22
15	Cidade Nobre	15.198	2.340.520,29	286.349,61	18,84	12,23
16	Ideal	9.702	1.798.482,14	528.531,09	54,48	29,39
17	Veneza	20.793	6.003.316,20	1.887.364,30	90,77	31,44
18	Centro	2.777	798.127,09	96.972,86	34,92	12,15
19	Novo Cruzeiro	1.856	267.096,80	50.265,60	27,08	18,82
20	Caravelas	9.587	1.305.575,17	127.765,63	13,33	9,79

21	Jardim Panorama	9.610	1.576.354,36	201.858,40	21,01	12,81
22	Canaã	28.284	3.088.314,50	273.105,33	9,66	8,84
23	Vila Celeste	17.899	3.200.355,54	503.828,04	28,15	15,74
24	Chácaras Oliveira	1.359	3.635.637,59	2.548.822,49	1.875,51	70,11
25	Bethânia	27.857	3.258.996,01	462.167,08	16,59	14,18
26	Granja Vagalume	1.635	791.605,65	232.847,66	142,41	29,41
27	Bom Jardim	19.413	5.747.777,65	1.215.886,21	62,63	21,15
28	Esperança	16.608	1.908.330,87	234.653,86	14,13	12,30
29	Córrego Novo	2.339	2.569.847,92	943.770,31	403,49	36,72
30	Limoeiro	9.083	2.889.423,41	593.573,84	65,35	20,54
31	Chácaras Madalena	1.883	2.374.054,07	518.430,92	275,32	21,84
32	Barra Alegre	2.366	3.892.298,04	1.478.310,31	624,81	37,98
<b>Ipatinga</b>		<b>236.968</b>	<b>74.775.111,89</b>	<b>24.331.561,50</b>	<b>102,68</b>	<b>32,54</b>

Dada a importância do conhecimento sobre a distribuição espacial da vegetação arbórea, foi feita a espacialização dos dados por meio de mapas temáticos referentes ao ICA e PCA, que possibilitam a análise da distribuição das variáveis estudadas, bem como identificar a localização dos bairros e regiões com tendências de resultados insatisfatórios, em contrapartida aos bairros ou regiões com os melhores indicadores, segundo critérios pré-estabelecidos.

O mapa da Figura 10 mostra os resultados obtidos do ICA para os 28 bairros residenciais de Ipatinga, não se aplicando às unidades que não possuem moradores (USIMINAS, Usipa, Parque Ipanema e Industrial) e tendo como referência o parâmetro recomendado pela SBAU de 15 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>.



**Figura 10**– Índice de Cobertura Arbórea (ICA) por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.

Do total de bairros, apenas quatro apresentaram índice inferior a 15 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>, o mínimo sugerido pela SBAU, são eles: Canaã (9,66 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>), Iguaçu (11,76 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>), Caravelas (13,33 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>) e Esperança (14,13 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>). Esses bairros estão entre os mais populosos e com as maiores densidades demográficas e construtivas, sendo que juntos, possuem cerca de 30,12% da população de Ipatinga e têm praticamente todas as áreas urbanas dentro de seus limites urbanizadas e com poucos espaços vazios.

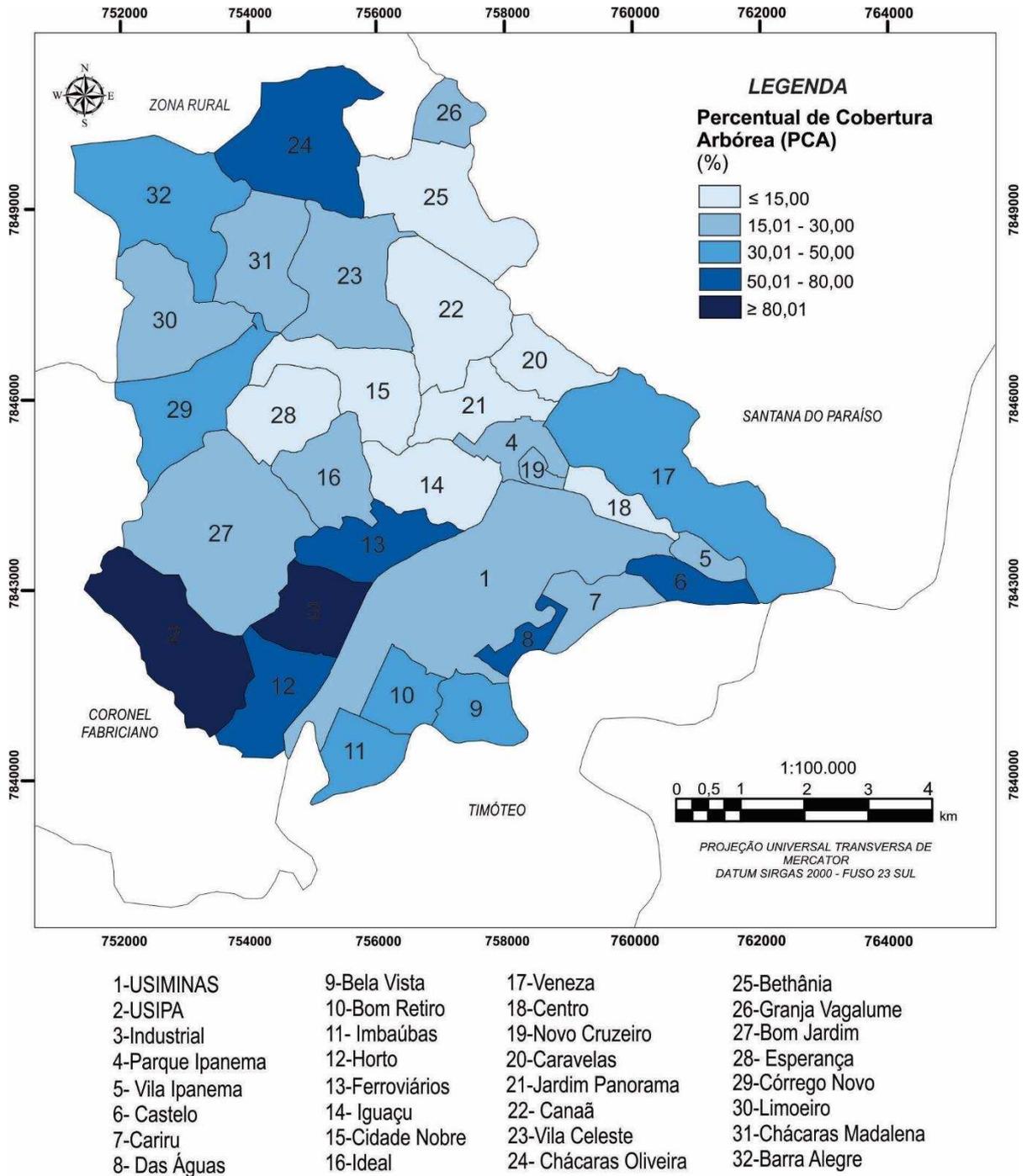
Os bairros restantes são contemplados com uma cobertura arbórea adequada, em relação ao seu número de habitantes. Os maiores ICA foram encontrados em bairros periurbanos, onde coexistem características urbanas e rurais além de Zonas de Proteção Ambiental, como Chácaras Oliveira ( $1.875,51 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ) e Barra Alegre ( $624,81 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ) e nos bairros construídos pela USIMINAS como Castelo ( $933,95 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ) e Horto ( $534,81 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ) circundados pelo cinturão verde. O ICA mais alto foi encontrado no Ferroviários ( $2.681,52 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ), valor justificado pela presença de cobertura natural pouco alterada e pela baixa densidade demográfica do local, contando com apenas 454 habitantes. Trata-se de uma área de relevância ambiental para o município, uma vez que tem como função absorver as águas de encostas de morros dos bairros Iguazu e Ideal, porém não reflete necessariamente áreas de uso direto pela população.

A oscilação dos valores do ICA entre os bairros planejados pela USIMINAS também é grande em função da variação da densidade demográfica e do padrão de ocupação entre eles. O ICA do bairro Ideal, construído posteriormente na década de 80 para atender uma nova demanda habitacional para funcionários da usina é de  $54,48 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ , enquanto o do bairro Castelo, destinado a funcionários com altos cargos de chefia é de  $933,95 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ .

Dessa forma, é possível observar que há uma concentração dos menores ICA nos bairros da porção nordeste de Ipatinga, que abrigam parcela significativa da população e possuem as maiores densidades populacionais. Os bairros Canaã, Vila Celeste e Bethânia formam o conjunto urbano de maior extensão territorial do município, e que passou por um acelerado processo de adensamento populacional e crescimento desordenado na década de 80, trazendo consigo as marcas negativas do mau uso do solo, com evidentes prejuízos sobre a qualidade de vida urbana. O Canaã é o bairro mais populoso de Ipatinga e possui o menor ICA registrado ( $9,66 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ), enquanto Vila Celeste e Bethânia estão acima do parâmetro recomendado para o ICA.

A análise do mapa da Figura 11 representa o Percentual de Cobertura Arbórea para os bairros de Ipatinga, permite observar que o mesmo conjunto de bairros localizados a nordeste e na porção central que obtiveram ICA abaixo do recomendável também apresentaram PCA reduzidos. O bairro Canaã, novamente obteve o menor valor, possuindo apenas 8,84% de sua área coberto por vegetação arbórea. Bairros como Iguazu, Caravelas, Centro, Cidade Nobre, Esperança, Bethânia e Vila Celeste também não atenderam ao parâmetro, o que está ligado ao fato de serem bairros com características tais como urbanização já consolidada, crescimento desordenado e padrão de ocupação denso. Os resultados obtidos do PCA podem ser avaliados de acordo com o parâmetro proposto por Oke (1985) no qual a porcentagem da área urbana

destinada à vegetação deve ser em torno de 30% visando proporcionar um adequado balanço térmico. Entre os 32 bairros analisados, 19 apresentaram resultados abaixo do parâmetro recomendado.



**Figura 11**– Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.

As maiores proporções de cobertura arbórea foram encontradas nas unidades administrativas não residenciais Usipa (85,98%) e Industrial (80,75%). Os altos valores são

justificados pelo fato de se tratar de áreas com pouquíssima urbanização. Em relação aos bairros, os maiores percentuais englobam o Ferrovários (70,38%) e Chácara Oliveira (70,11%), que também tiveram ICA bastante expressivo, sendo 2.861,52 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> para o Ferrovários e 1.875, 51 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup> para o Chácara Oliveira. Observa-se que a existência da cobertura arbórea nesses bairros está relacionada a condicionantes legais de controle de solo como por exemplo, o zoneamento urbano, que definiu Zonas de Proteção Ambiental.

Nas regiões onde há a predominância de bairros residenciais com urbanização consolidada, os maiores valores de PCA foram encontrados no Horto (58,51%), Castelo (54,77%) e Das Águas (51,13%), todos planejados pela USIMINAS. Esses valores estão associados a dois aspectos básicos: presença do cinturão verde e, densidade demográfica baixa, em decorrência do pequeno número de edifícios residenciais somado ao padrão de ocupação residencial da classe média/alta em lotes maiores com a presença de fundos de quintal. Entre os bairros planejados pela usina, Ideal e Vila Ipanema obtiveram percentuais bem próximos ao recomendável, enquanto Cariru e Novo Cruzeiro ficaram pouco abaixo dos 30% o que pode estar relacionado ao fato de serem bairros onde ocorre uma maior verticalização e densidade de ocupação se comparado ao restante dos planejados.

Ao se realizar uma interpretação conjunta do ICA e do PCA nota-se que há uma certa correspondência dos melhores e piores resultados, porém em determinados bairros há uma relação inversa entre esses dois parâmetros. Limoeiro, Chácara Madalena e Granja Vagalume obtiveram ICA bem acima da média em função da baixa densidade, porém o PCA não atende ao mínimo recomendável o que indica que apesar do caráter periurbano e da delimitação de Zonas de Proteção Ambiental, a vegetação arbórea já está sofrendo pressões decorrentes do processo de urbanização, com encostas e topos de morro expostos e incidência de processos erosivos, o que necessita de medidas preventivas e corretivas e intervenções ambientais. Existem áreas do bairro Limoeiro delimitadas pelo Plano Diretor como Zona de Expansão Urbana, o que pode determinar um novo contexto e implicar novos problemas ambientais decorrentes do adensamento populacional, visto que o PCA já está abaixo do mínimo recomendável.

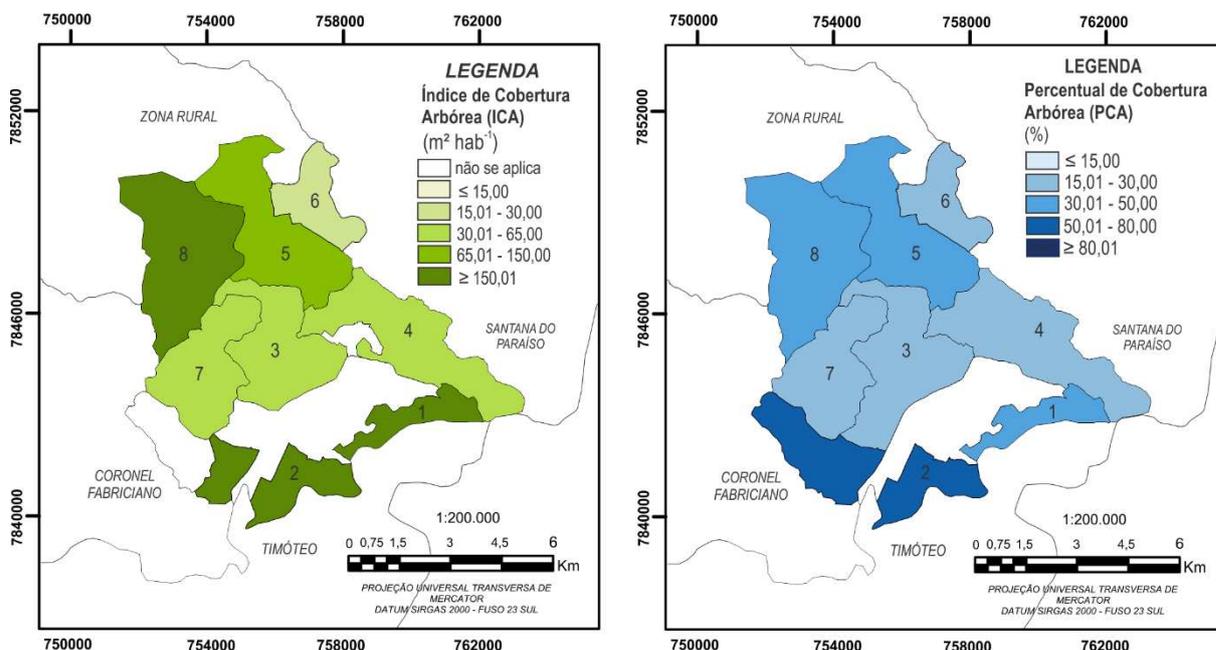
Os dados mostram não ser possível fazer generalizações, de modo que as especificidades inerentes a cada bairro devem ser estudadas individualmente, sem perder, porém, a visão do conjunto, uma vez que a influência da cobertura arbórea, via de regra transcende os limites dos

bairros onde está inserida. Dessa forma, a análise dos dados por Regional de Planejamento (Tabela 4) permite avaliar a situação e as tendências por conjunto de bairros.

**Tabela 4**– Índice de Cobertura Arbórea (ICA) por habitante e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por Regional de Planejamento do município de Ipatinga.

<b>Regionais de Planejamento</b>	<b>ICA (m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>)</b>	<b>PCA (%)</b>
Regional 1 (Vila Ipanema, Castelo, Cariru, Das Águas)	157,16	38,80%
Regional 2 (Bela Vista, Bom Retiro, Imbaúbas, Horto, Usipa)	413,74	61,56%
Regional 3 (Ferroviários, Iguaçú, Cidade Nobre, Ideal)	52,79	27,79%
Regional 4 (Veneza, Centro, Novo Cruzeiro, Caravelas, Jardim Panorama, Parque Ipanema)	56,46	23,17%
Regional 5 (Canaã, Vila Celeste, Chácaras Oliveira)	69,95	33,51%
Regional 6 (Bethânia, Granja Vagalume)	23,56	17,15%
Regional 7 (Bom Jardim, Esperança)	40,26	18,94%
Regional 8 (Córrego Novo, Limoeiro, Chácaras Madalena, Barra Alegre)	225,51	30,13%

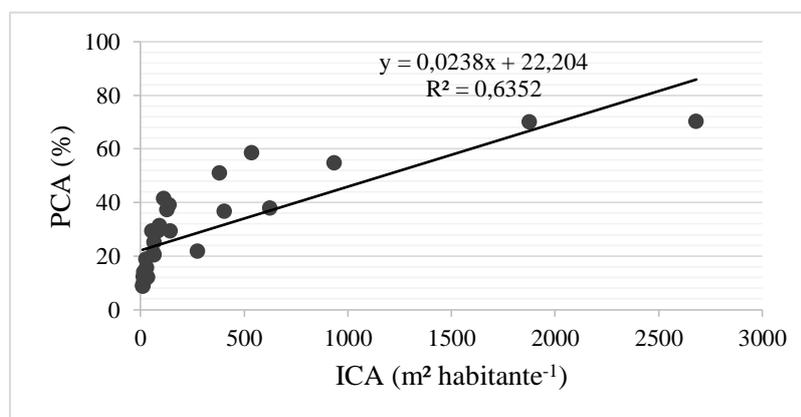
Nenhuma regional apresentou ICA abaixo do valor recomendável para o ICA, sendo o valor mais alto encontrado na Regional 2, justificado pela presença da Usipa e o mais baixo na Regional 6. Em relação ao PCA, metade das Regionais não atendeu ao mínimo recomendável de 30% (Oke, 1985). Pela análise da Tabela 4, em conjunto com os mapas (Figura 12), fica evidente a grande carência de cobertura arbórea nas Regionais localizadas na porção central e nordeste que concentram parcela significativa da população de Ipatinga. Nota-se que a Regional 5, onde está inserida o bairro Canaã apenas atendeu os valores mínimos recomendáveis de ICA e PCA, devido a presença do bairro Chácaras Oliveira na regional, ainda pouco urbanizado, o que balanceou os cálculos.



**Figura 12**– Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e Percentual de Cobertura Arbórea (PCA) por Regional de Planejamento do município de Ipatinga-MG.

### 6.3. Correlação entre os índices e o perfil socioeconômico dos bairros de Ipatinga

A análise visual dos mapas das Figuras 10 e 11 referentes aos indicadores ICA e PCA por bairro sugere que possa haver uma associação entre eles. Assim, procedeu-se ao cálculo da análise de correlação para demonstrar o comportamento destas variáveis quando cruzadas, através de diagramas de dispersão. O gráfico apresentado na Figura 13 analisa a correlação entre os indicadores ICA e PCA e reflete a existência de uma alta correlação positiva entre eles. O coeficiente de Pearson ( $r$ ), que mede o grau de relação entre as duas variáveis, apresenta um valor de 0,7969. O coeficiente de determinação  $R^2$  tem um valor de 0,6352, mostrando este resultado que 63,52% das variações do PCA podem ser explicadas por variações do ICA.



**Figura 13**– Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e ICA.

Em Ipatinga existe uma tendência dos bairros que possuem reduzida extensão territorial serem pouco densos, como é o caso dos planejados pela USIMINAS, que no geral obtiveram altos ICA e PCA. Em contrapartida, os bairros com as maiores extensões territoriais possuem altas densidades demográficas e construtivas e obtiveram os piores resultados. Dessa forma, os bairros que possuem valores altos de PCA possuem uma tendência a também obter valores altos de ICA, existindo exceções como o caso dos bairros periurbanos Limoeiro, Chácaras Madalena e Granja Vagalume que obtiveram alto ICA, porém o PCA não atendeu ao mínimo recomendável.

Entre as principais variáveis que se supõem diretamente associados a distribuição da cobertura arbórea no espaço urbano, com base na bibliografia consultada, destaca-se a densidade demográfica e a renda domiciliar média mensal, obtidos por meio da Base de Informações por Setor Censitário do IBGE, referente ao Censo (IBGE, 2010), apresentados na Tabela 5.

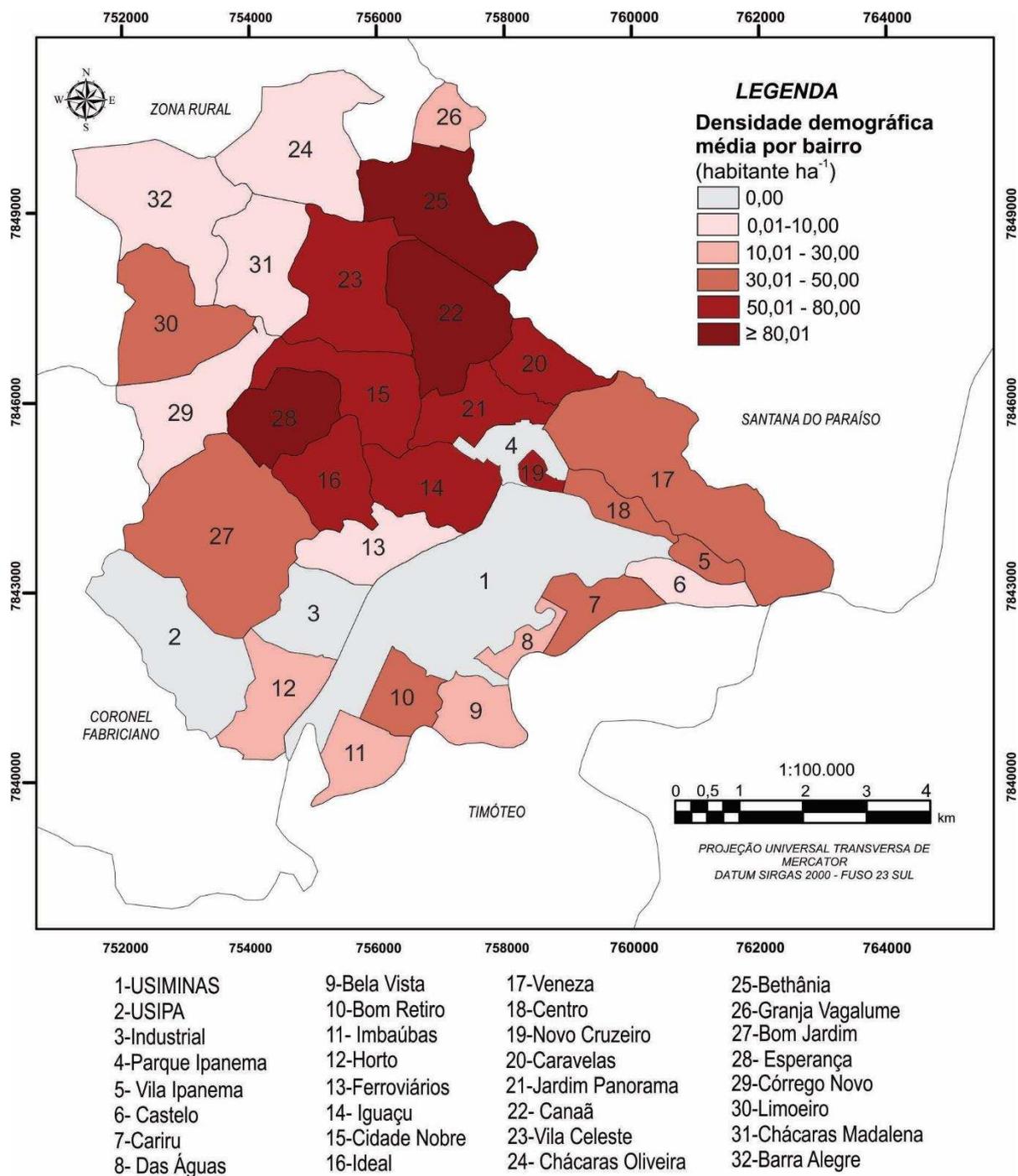
**Tabela 5**– Variáveis socioeconômicas Densidade Demográfica e Renda Domiciliar por bairro de Ipatinga-MG

Número	Unidade Administrativa	ICA (m <sup>2</sup> habitante <sup>-1</sup> )	PCA (%)	Densidade Demográfica Média (habitantes ha <sup>-1</sup> )	Renda Domiciliar Média Mensal (R\$)
1	USIMINAS	-	27,87	-	-
2	Usipa	-	85,98	-	-
3	Industrial	-	80,75	-	-
4	Parque Ipanema	-	16,88	-	-
5	Vila Ipanema	84,01	29,36	34,95	1.450,13
6	Castelo	933,95	54,77	5,86	7.277,73
7	Cariru	63,91	25,27	39,55	3.622,23
8	Das Águas	381,85	51,13	13,39	3.745,13
9	Bela Vista	126,72	37,40	29,52	2.147,19
10	Bom Retiro	112,19	41,54	37,02	1.612,91
11	Imbaúbas	137,18	39,07	28,48	2.286,88
12	Horto	534,81	58,51	10,94	3.143,09
13	Ferrovários	2.681,52	70,38	2,62	2.155,24
14	Iguaçu	11,76	9,22	78,37	1.443,86
15	Cidade Nobre	18,84	12,23	64,93	2.267,87
16	Ideal	54,48	29,39	53,95	1.433,64
17	Veneza	90,77	31,44	34,64	1.143,48
18	Centro	34,92	12,15	34,79	1.384,49
19	Novo Cruzeiro	27,08	18,82	69,49	1.389,49
20	Caravelas	13,33	9,79	73,43	1.086,15

21	Jardim Panorama	21,01	12,81	60,96	1.167,71
22	Canaã	9,66	8,84	91,58	1.067,99
23	Vila Celeste	28,15	15,74	55,93	914,69
24	Chácaras Oliveira	1.875,51	70,11	3,74	882,12
25	Bethânia	16,59	14,18	85,48	898,50
26	Granja Vagalume	142,41	29,41	20,65	915,07
27	Bom Jardim	62,63	21,15	33,77	890,82
28	Esperança	14,13	12,30	87,03	859,16
29	Córrego Novo	403,49	36,72	9,1	844,26
30	Limoeiro	65,35	20,54	31,44	769,15
31	Chácaras Madalena	275,32	21,84	7,93	704,46
32	Barra Alegre	624,81	37,98	6,08	659,82

A espacialização dos dados permite analisar a distribuição populacional de Ipatinga, a partir das densidades demográficas dos bairros, apontando a concentração da população em determinadas regiões e a baixa densidade em alguns locais. Foi identificada a densidade demográfica em cada bairro e posteriormente os dados foram divididos em cinco faixas (Figura 14).

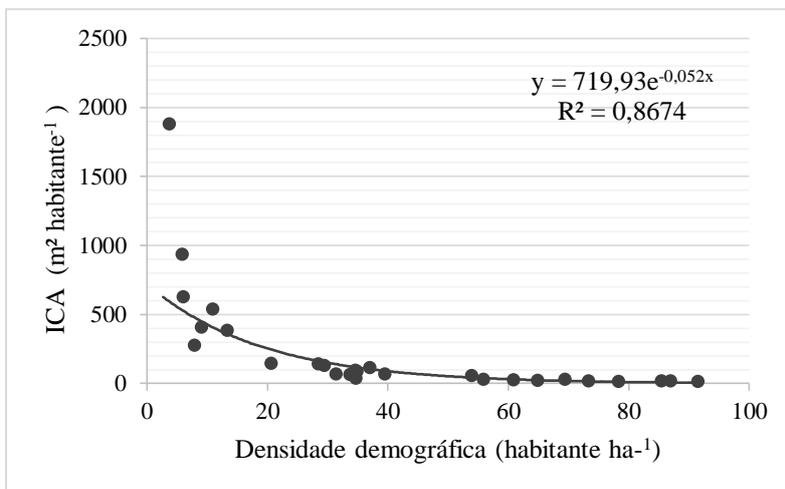
A densidade demográfica média de Ipatinga é de 31,69 habitante ha<sup>-1</sup>, sendo que em alguns bairros da cidade como o Canaã, Esperança e Bethânia esse valor pode ser triplicado, conforme análise feita pelo PDDI do Vale do Aço (UNILESTE, 2014). Tais aspectos observados no mapa da Figura 14 ilustram a intensidade da ocupação no centro do território em direção a nordeste, evidenciada pela concentração representada pela cor mais escura, com ocupações rarefeitas e algumas ainda rurais na porção noroeste, região de topografia acidentada e com Áreas de Proteção Ambiental. O conjunto formado pelos bairros Canaã, Bethânia, Veneza, Bom Jardim e Vila Celeste concentra 48,22% da população. Constata-se que Ipatinga, que é uma cidade considerada como de médio porte, mantém a tendência de muitas cidades brasileiras, onde os altos níveis de urbanização se concentram em locais específicos do território, gerando altas densidades demográficas e de ocupação. Nesse contexto, o processo de crescimento de Ipatinga criou padrões de ocupação do solo que possibilitaram o surgimento, principalmente nos bairros populares, de problemas socioambientais que refletem na qualidade do ambiente.



**Figura 14**– Densidade demográfica média por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.

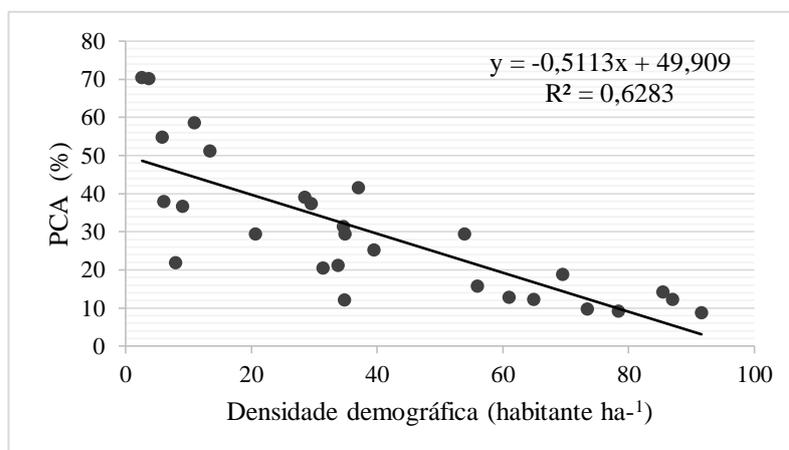
A Figura 15 mostra os resultados da análise de correlação entre a variável dependente ICA (m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>) e a variável independente densidade média (habitante ha<sup>-1</sup>). O coeficiente de correlação de Pearson (r), apresenta um valor de -0,5782, tratando-se, portanto, de uma situação de correlação inversa moderada. Dessa forma, à medida que a densidade aumenta, ocorre uma diminuição do ICA. Como o ICA e a densidade são calculados em função da população residente, a correlação indica que os bairros mais populosos são os que possuem

menores quantidades de cobertura arbórea. O coeficiente de determinação  $R^2$  tem um valor de 0,8674, mostrando este resultado que 86,74% das variações do ICA podem ser explicadas por variações da densidade demográfica.



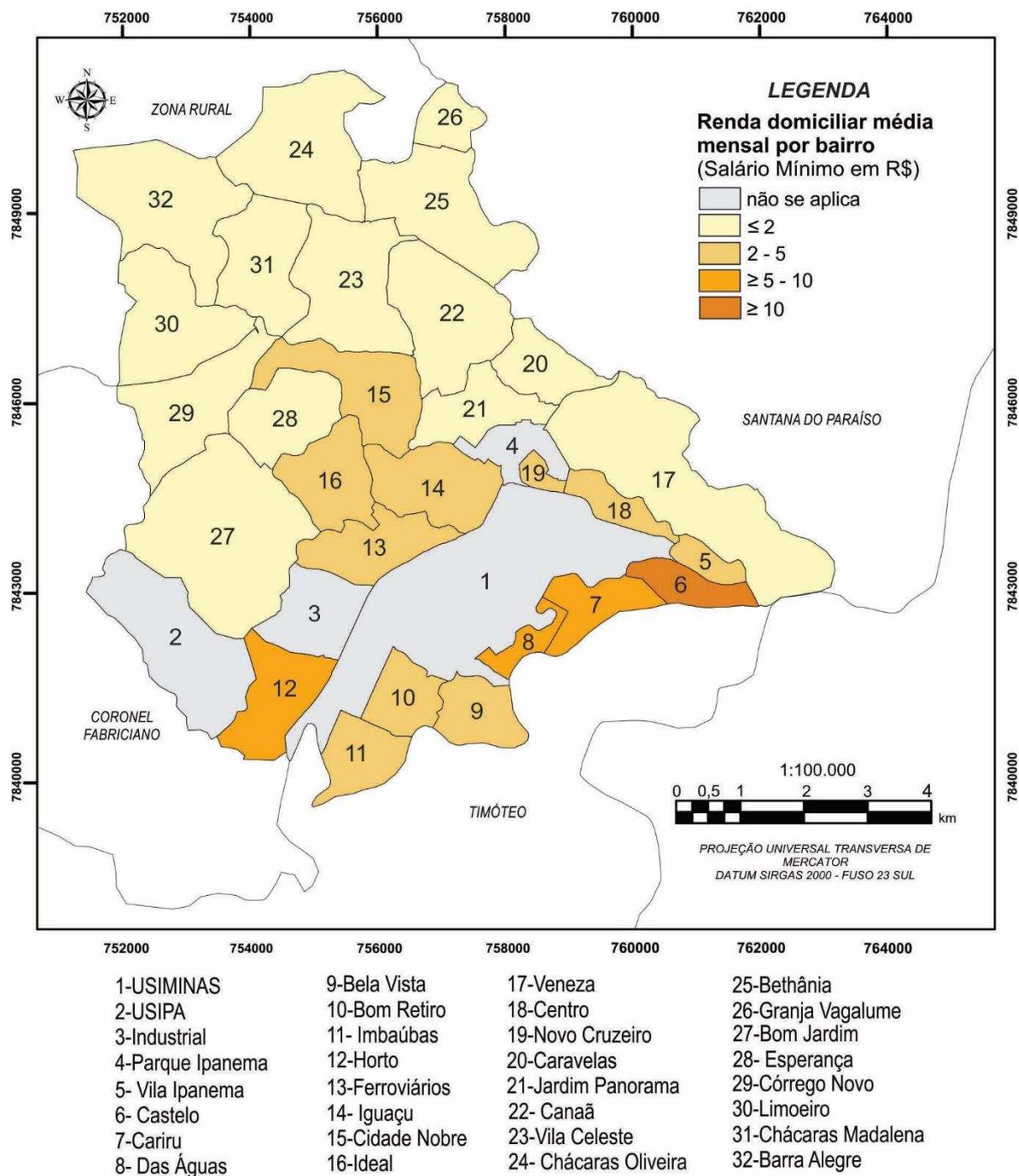
**Figura 15**– Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis ICA e densidade demográfica.

A análise de correlação entre o PCA e a variável densidade demográfica, representada pelo gráfico da Figura 16, também apontou para uma situação de correlação inversa, pois o coeficiente de correlação obtido foi -0,7926, indicando forte correlação entre as variáveis. Os bairros menos densos ainda possuem cobertura arbórea remanescente já que estão em processo de urbanização ou fazem parte do conjunto de bairros planejados pela USIMINAS. Dessa forma, à medida que a densidade demográfica aumenta, diminui a oferta de vegetação no meio urbano. O coeficiente de determinação  $R^2$  tem um valor de 0,6283, mostrando este resultado que 62,83% das variações do PCA podem ser explicadas por variações do ICA.



**Figura 16**– Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e densidade demográfica.

A Figura 17 apresenta a distribuição da outra variável analisada, relacionada às condições socioeconômicas, representada pela renda domiciliar média mensal. Foi identificada a predominância de renda domiciliar, em cada bairro, divididas em quatro faixas tendo como base o salário mínimo.

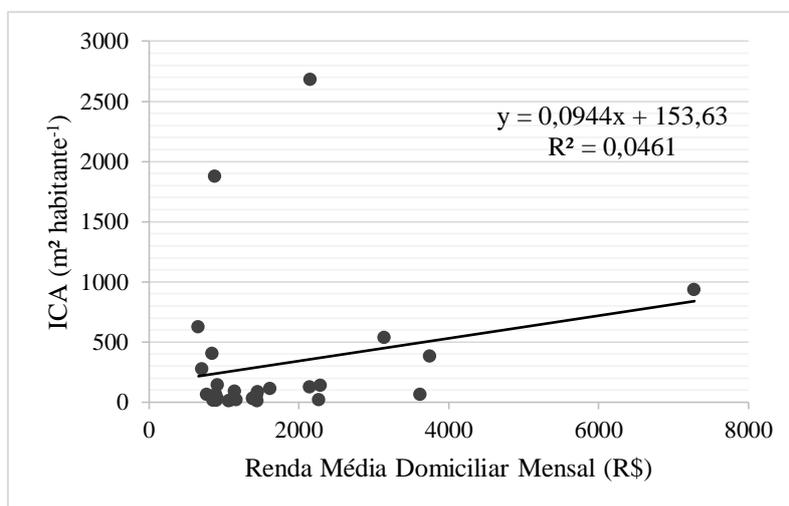


**Figura 17**– Renda domiciliar média mensal por bairro do perímetro urbano de Ipatinga-MG.

É possível constatar que a maior parte da área urbana de Ipatinga é constituída predominantemente, por população com renda domiciliar da Faixa 1 (até 2 salários mínimos),

existindo poucas áreas com predominância das demais faixas de rendimento. Os bairros, onde há uma maior concentração de renda alta, tendem a se agrupar no entorno da USIMINAS. Há uma correspondência espacial entre os mapas de densidade e renda média (figuras 15 e 18), indicando que a maior densidade demográfica está relacionada com a concentração das classes economicamente desfavorecidas.

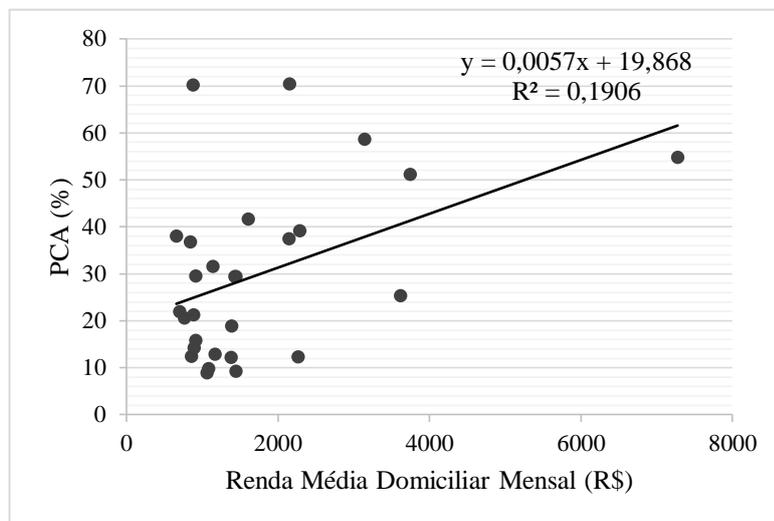
O gráfico de dispersão da figura 18 mostra os resultados da análise de correlação entre o ICA (variável dependente) e o renda domiciliar média mensal (variável independente), por bairro. A correlação existente entre as duas variáveis é direta e fraca ( $r=0,2146$ ). O coeficiente de determinação  $R^2$  tem um valor de 0,0461, revelando este resultado que apenas 4,61% das variações do ICA podem ser explicadas por variações da renda média por bairro. Esse resultado se deve, em grande parte, à presença da cobertura arbórea em bairros pouco densos o que elevou os resultados do ICA em bairros como Ferroviários ( $2.681,52 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ), Chácaras Oliveira ( $1.875,51 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ), Barra Alegre ( $624,81 \text{ m}^2 \text{ habitante}^{-1}$ ) e Córrego Novo ( $403,49 \text{ m}^2 \text{ hab}^{-1}$ ) que possuem uma população cuja faixa de renda é de até 2 salários mínimos. Caso a análise fosse feita apenas na porção urbanizada do perímetro urbano, excluindo-se bairros que se encontram fora da área efetivamente urbanizada como Ferroviários, Industrial, Córrego Novo, Chácaras Oliveira, Chácaras Madalena e Barra Alegre a correlação seria moderada ( $r=0,3693$ ).



**Figura 18**– Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis ICA e renda média domiciliar mensal.

A análise de correlação entre o PCA e a variável densidade demográfica (Figura 19) também apontou para uma situação de correlação direta ( $r= 0,4365$ ), indicando moderada correlação entre as variáveis. O coeficiente de determinação  $R^2$  tem um valor de 0,1906,

revelando este resultado que 19,06% das variações do ICA podem ser explicadas por variações da renda média por bairro.



**Figura 19**– Gráfico de dispersão da relação entre as variáveis PCA e renda média domiciliar mensal.

Os resultados mostraram que a densidade demográfica apresentou uma correlação inversa com os indicadores ICA e PCA, sendo o fator com maior associação, enquanto a renda média apresentou correlação direta, porém moderada ou fraca. A densidade é um referencial importante para se quantificar por meio de princípios técnicos e financeiros a distribuição da cobertura arbórea, buscando a otimização entre a necessidade social e a demanda ambiental. A má distribuição da cobertura arbórea em Ipatinga demonstra as condições as quais a população que mora nos bairros que possuem maiores densidades estão submetidos, onde a ambiência climática torna-se expressão dos riscos socioambientais presentes no espaço urbano.

#### **6.4. Avaliação da contribuição da cobertura arbórea para a melhoria da qualidade urbanística dos bairros de Ipatinga**

As Regionais de Planejamento 1 e 5 estão entre duas das áreas que possuem maior e menor cobertura arbórea do município. A primeira, formada pelos bairros Vila Ipanema, Castelo, Cariru e Das Águas conta com uma população residente de 7.751 habitantes e uma densidade demográfica de 2.469 hab./km<sup>2</sup>. A segunda, formada pelo Canaã, Vila Celeste e Chácaras Oliveira, conta com uma população residente de 47.542 habitantes e uma densidade demográfica média de 4.792,54 habitantes/km<sup>2</sup>, chegando a 9.159 habitantes/km<sup>2</sup> em alguns setores censitários dos bairros Canaã e Vila Celeste. A densidade demográfica da Regional 5 equivale espacialmente a um tecido urbano altamente construído e típico de zonas de baixa renda.

Os resultados da avaliação da contribuição da cobertura arbórea para a melhoria da qualidade urbanística, encontram-se na Tabela 6.

**Tabela 6**– Avaliação da contribuição da cobertura arbórea para a melhoria da qualidade urbanística de duas Regionais de Planejamento de Ipatinga-MG.

	<b>Bairros</b>	<b>Total de pontos</b>	<b>Critério de Interpretação</b>
<b>Regional de Planejamento 1</b>	Vila Ipanema	14	Alta influência
	Castelo	15	Alta influência
	Cariru	13	Alta influência
	Das Águas	14	Alta influência
<b>Regional de Planejamento 5</b>	Canaã	5	Baixa influência
	Vila Celeste	4	Baixa influência
	Chácaras Oliveira	9	Média influência

Os resultados da Regional 1, formada pelos bairros planejados da USIMINAS, contrastam fortemente com os resultados da Regional 5, formada por bairros de alta densidade demográfica e construtiva. A avaliação mostra situações extremas e conflitantes da cobertura arbórea de Ipatinga que assume diversas formas de acordo com o suporte físico e o tecido urbano.

Com base no checklist, em todos os bairros da Regional 1 a cobertura arbórea possui alta influência na qualidade urbanística, visto que a soma total foi superior a 12 pontos. Os bairros da Regional 1, caracterizam-se pela uniformidade de urbanização basicamente residencial de classe média/alta e com predomínio de construções isoladas ou semi-isoladas, sejam elas horizontais (maioria) ou verticais. A quase inexistência de lotes vagos e a baixa densidade demográfica, em conjunto com a vegetação, configura uma paisagem de significativo valor estético, na qual a vegetação se aproxima de um maior grau de naturalidade. Observa-se que a forma urbana da Regional 1 se desenvolveu a partir de bairros isolados com reduzida extensão territorial, ligados por meio de uma via arterial municipal (Figura 20). Esses espaços conformam o cinturão verde na cidade, zona amortecedora de poluentes da usina e responsáveis pela redução da poluição sonora e do seu impacto visual, garantindo o afastamento da população da área industrial (Figura 21). A cobertura arbórea presente no cinturão verde

apresenta um alto nível de densidade, conectividade e contiguidade. Esta variante alongada, meândrica/orgânica é um padrão de alta qualidade.



**Figura 20**– Via com vegetação entre bairros do cinturão verde.



**Figura 21**– Vista do cinturão verde e da APP do Rio Piracicaba. Fonte: PMI (2015)

Além do cinturão verde, para todos os bairros da Vila Operária, havia a indicação do plantio de vegetação nas calçadas das áreas residenciais, como na Figura 22. Pelas ruas e avenidas, muitas vezes é possível avistar manchas de vegetação ao fundo como “pontos de fuga”, ou skyline (Figura 23). Por vezes, a vegetação tenta encobrir a visibilidade das torres e chaminés da usina, o que nem sempre funciona.



**Figura 22**– Arborização urbana do Bairro Castelo.



**Figura 23**– Visibilidade de mancha de vegetação ao fundo como ponto de fuga no Cariru.

Apesar das características uniformes dos bairros analisados na Regional 1, o Cariru apresentou aspectos distintos do restante. Os bairros Vila Ipanema, Castelo e Das Águas são menores em dimensão territorial, o que levou a uma ambiência de proximidade, além de possuírem um padrão de ocupação residencial de lotes maiores com presença de fundos de quintal. Dessa forma, obtiveram resultados superiores visto que as tipologias da cobertura

arbórea se apresentam mais diversificadas: fragmentos florestais (cinturão verde), acompanhamento viário, mata ciliar do Rio Piracicaba, praças e no interior das quadras. Já o Cariru possui uma densidade de ocupação maior, construções mais verticalizadas dentro do máximo permitido pela legislação, possuindo cobertura arbórea nas praças, cinturão verde e acompanhamento viário.

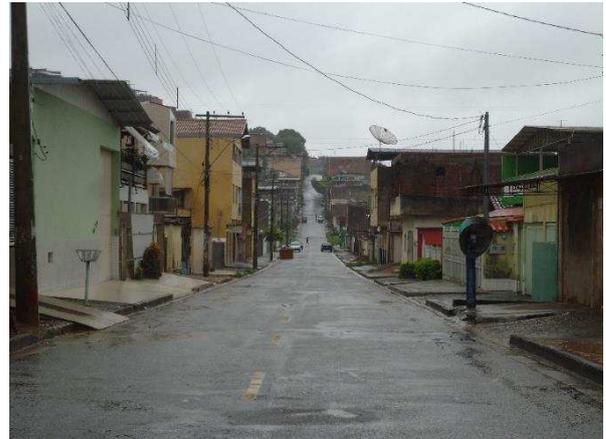
Com base no checklist, nos bairros Vila Celeste e Canaã, da Regional 5 a cobertura arbórea possui baixa influência na qualidade urbanística, visto que a soma total foi inferior a 6 pontos. Vila Celeste e Canaã são bairros residenciais de baixa renda e ocupação consolidada de alta densidade. O outro bairro analisado, Chácaras Oliveira, que também faz parte da Regional 5, obteve 9 pontos, indicando que a cobertura arbórea exerce média influência na qualidade urbanística. Este bairro possui características periurbanas e se localiza no extremo norte de Ipatinga, desenvolvendo-se entre vales com traçado linear e irregular e a presença de extensa Área de Proteção Ambiental em virtude da topografia acidentada de morros e encostas

Nos bairros Canaã e Vila Celeste o espaço livre intralote mostra-se escasso, com lotes pequenos e quadras muito construídas, impossibilitando a existência da vegetação de maior porte. A alta densidade demográfica nesses bairros implicou no adensamento construtivo e a vegetação tem a localização dispersa, fragmentada e de baixa densidade de cobertura. As condições sanitárias da vegetação são boas na maioria dos casos, notando-se somente em alguns casos a presença de patologias, não identificadas neste trabalho.

A cobertura arbórea é caracterizada por indivíduos solitários ou em agrupamentos de porte restrito. As árvores são encontradas isoladas e restritas a nichos aleatórios, isto é, em um terreno baldio, quintais ou nas vias públicas. No Canaã, em algumas avenidas principais também foi encontrado arborização do tipo linear, com formato estreito, alongado e composto por uma linha de árvores mais ou menos paralelas (Figura 24). As calçadas estreitas de inúmeras vias são incompatíveis com a arborização, o que gera conflitos com a fiação, residência e calçamento. O impacto paisagístico da vegetação é relativamente baixo, não constituindo a cobertura arbórea um elemento urbanístico característico do local (Figura 25), sublinhando-se, porém, a relevância dos espaços verdes do sistema viário e privados de uso coletivo. A área de estudo conta com um número reduzido de áreas verdes, do ponto de vista da disponibilidade de seu uso público. Com relação à finalidade de lazer e recreação, não apenas a falta de vegetação arbórea compromete essas funções, mas também a carência de equipamentos e condições voltadas para esse fim.



**Figura 24** – Arborização de acompanhamento viário em avenida principal do bairro Canaã.



**Figura 25** – Ausência total de arborização em rua do bairro Canaã, prejudicando a qualidade urbanística do espaço.

O último bairro no qual aplicou-se o checklist foi o Chácaras Oliveira, bairro que possui um uso predominantemente residencial e representa a interface que integra o urbano e o rural (Figura 26). Nesse bairro a relação urbana/rural é evidenciada pela presença de espaços vazios, urbanização esparsa de baixa densidade, com atividades agrícolas ou de chácaras de recreio, presença de densos fragmentos florestais em bom estado de conservação nos morros e encostas. Além disso existe a cobertura arbórea residual e intralote e pequena arborização viária. O avanço das edificações nessas áreas é restrito a uma pequena porção, limitado muito em função da presença de serras (Figura 27). Em função da presença expressiva de vegetação arbórea, a qualidade urbanística do bairro Chácaras Madalena obteve resultado superior aos outros dois bairros que compõem a Regional 5, contribuindo para o valor estético e de tranquilidade do bairro. No entanto, ressalta-se que a ausência de cobertura arbórea relacionada a espaços de lazer públicos tais como praças e parques.



**Figura 26** – Interface urbano-rural no bairro Chácaras Oliveira.



**Figura 27** – Ocupação residencial no bairro limitada pela presença de serras ao fundo.

## 7. CONCLUSÃO

O mapeamento da cobertura arbórea de Ipatinga, a partir da imagem orbital de alta resolução espacial, permitiu quantificar e ainda, analisar a distribuição espacial da vegetação do tipo arbóreo no perímetro urbano. O total mapeado equivale a 2.433,15 ha, sendo que a classe de maior ocorrência foi a dos fragmentos florestais, representando 87,16% do total das classes identificadas. O PCA estimado é de 32,54% e o ICA corresponde a 102 m<sup>2</sup> habitante<sup>-1</sup>. Os indicadores estão acima dos parâmetros recomendados, porém a análise por bairro indica que a cobertura arbórea é mal distribuída entre as regiões da cidade. Dos 28 bairros residenciais, somente 11 obtiveram resultados satisfatórios para ambos os indicadores. A porção sul do perímetro urbano de Ipatinga, composta pela planta industrial da usina, Usipa e por 11 bairros que faziam parte do Plano Urbanístico da Vila Operária, concentra 45,35% do total de cobertura arbórea da área urbana.

Ipatinga já nasceu com duas realidades bastante distintas, coexistindo bairros minuciosamente planejados e outros sem nenhum tipo de planejamento. Os bairros que faziam parte da Vila Operária da USIMINAS e os bairros periféricos associados às Zonas de Proteção Ambiental, na divisa com Coronel Fabriciano e com a Zona Rural, apresentam indicadores consideravelmente maiores devido à presença de fragmentos de vegetação de porte arbóreo bem estruturados, vegetação nos morros (em declividades altas e topos), áreas residuais de vegetação arbórea em propriedades particulares (com frequência de caráter rural-urbano) além de densidades demográficas baixas e/ou moderadas. Em relação a essa região, cabe ressaltar que se encontra fora da área efetivamente urbanizada, porém dentro do limite do perímetro urbano. A porção central e nordeste, mais densamente povoada, obteve os piores resultados, indicando que esses bairros têm desproporcionalmente menores quantidades de cobertura arbórea. Os indicadores da pesquisa refletem a escassez de cobertura arbórea nos bairros mais populosos, sobretudo nos que abrigam uma parcela muito significativa da população de baixa renda, que não usufrui de forma satisfatória dos benefícios proporcionados pela vegetação.

Além disso o fato de o bairro possuir cobertura arbórea elevada (e por consequência uma qualidade ambiental aceitável) não implica na presença de áreas verdes destinadas ao uso coletivo, de lazer e recreação. De forma geral, em muitos bairros de Ipatinga a presença da vegetação, está relacionada a áreas de preservação, cuja finalidade é a conservação do sítio ou manutenção da biodiversidade.

A configuração da vegetação arbórea predominante nas áreas densamente povoadas é a do tipo isolado, com árvores em pequenos grupos rodeadas pela matriz urbana, ocasionalmente ocorre o tipo Linear-Retilíneo na arborização viária. Nos bairros periurbanos, a vegetação é

densa e ramificada, representada pela cobertura arbórea presente nas Zonas de Proteção Ambiental e reticulada no cinturão verde, variante alongada e meândrica. O cinturão verde é um elemento de importância excepcional para Ipatinga, declarado de interesse social, em face de sua utilidade como instrumento de proteção ambiental e de interesse paisagístico, além de ser pré-requisito para o licenciamento ambiental da USIMINAS.

A análise de correlação apontou uma correlação inversa significativa e relevante entre os indicadores (ICA e PCA) e a variável densidade demográfica. A vegetação arbórea altera a percepção do espaço e sua existência é condicionada à quantidade de espaços livres disponíveis para o seu plantio. Dessa forma, concluiu-se que os níveis de densidade demográfica combinados à configuração do espaço urbano tiveram uma correlação significativa estatisticamente inversa com a quantidade de cobertura arbórea. A correlação dos indicadores com a renda média domiciliar foi direta, porém em menor grau, indicando que a população carente tem desproporcionalmente menor acesso à vegetação.

O desenvolvimento e a aplicação do checklist nos bairros de 2 Regionais de Planejamento contribuiu de forma muito importante para a pesquisa na medida em que possibilitou uma melhor aproximação e compreensão da realidade urbana de Ipatinga, ressaltando a importância das análises de caráter qualitativo no estudo da cobertura arbórea. O checklist abordou duas situações extremas e permitiu diagnosticar quando e como a vegetação surge no contexto urbano e sua influência na qualidade urbanística. Assim, tendo em vista a metodologia de pesquisa, o checklist adicionou às análises urbanas elementos qualitativos que, além da interação homem x ambiente, contemplam as demandas sociais, ambientais e urbanas, que possuem influência direta na qualidade ambiental das cidades.

## 8. RECOMENDAÇÕES

1. Os cálculos e as análises dos indicadores devem ser aprimorados no sentido de se buscar trabalhar com unidades ainda menores, com o objetivo de se reduzir cada vez mais a homogeneização da informação espacial.
2. Os bairros com demanda alta são os que possuem maiores densidades demográficas e estão localizados nas áreas centrais e a nordeste do perímetro urbano, principalmente naquelas de ocupação após à década de 1980. São os bairros Canaã, Iguazu, Caravelas e Esperança que obtiveram indicadores abaixo do recomendável e Cidade Nobre e Bethânia, que obtiveram indicadores bem próximos ao recomendável. Esse conjunto de bairros deve representar as áreas de ação prioritária, prevendo as medidas de reestruturação urbano-ambiental e uso amplo de instrumentos legais.
3. Porém, como se sabe a implantação de novas áreas verdes é dificultada pelos altos índices de ocupação e indisponibilidade imediata de vazios. Dessa forma, o desenvolvimento dos projetos específicos de arborização viária nas avenidas principais, o incremento na arborização de praças públicas, coordenados com projetos de reflorestamento da mata ciliar do ribeirão Ipanema podem ser ações a serem estudadas, bem como a implantação de um parque linear integrado com o Parque Ipanema como parte do sistema de áreas verdes urbanas, com potencial para atendimento de demandas identificadas nessa região.
4. Os bairros planejados pela USIMINAS devem ser alvo de ações de prevenção/conservação da cobertura arbórea existentes, evitando-se o adensamento populacional e construtivo. Ipatinga possui poucas áreas para expansão urbana, e os terrenos disponíveis são insuficientes para atender a demanda existente e crescente. A consequência disso é uma supervalorização do espaço urbano e uma tendência à verticalização em áreas antes não destinadas a esse adensamento.
5. Outra questão importante é o entendimento da transição entre os elementos que fazem parte do perímetro urbano. O conjunto de bairros próximos ao limite com Coronel Fabriciano e a Zona Rural (Bom Jardim, Córrego Novo, Limoeiro, Chácara Madalena, Barra Alegre, Chácara Oliveira e Granja Vagalume) possuem extensas Zonas de Proteção Ambiental (ZPAM) que necessitam serem mantidas e monitoradas.
6. Nos bairros Chácara Oliveira, Limoeiro e Bom Jardim a implantação de novos loteamentos urbanos deve observar a necessidade de delimitação das reais dimensões e localização das áreas verdes definidas a partir de uma visão integrada com o entorno e não tratadas caso a caso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998
- ALBERTI, M. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.2, n.3, p.178-184, 2010.
- ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. **International Regional Science Review**. Sage Publications, v.28, n.2. p.168-192, 2005.
- ALVES, D. B.; FIGUEIRÓ, A.S. Variation of horizontal structure of vegetation cover in the urban area of Santa Maria, Rio Grande do Sul State, Brazil, between 1980 and 2011. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. v. 9, n.1, 2014
- BARGOS, D. C; MATIAS, L.F Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.24, n. 1, p. 143-156, 2012.
- BARROS, N. S.; A Densidade e a Morfologia Urbana como parâmetros para o Planejamento de Bacias Hidrográficas. **Anais APP Urbana**. Belém: APP Urbana, 2014.
- BERTAUD, A.; MALPEZZI, S. The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets, **Planning and Topography**, Madison, Wisconsin, EUA, 1999.
- BERTACCHI, M. L.; FARIA, J. R. G. **Ilhas de calor na cidade de Bauru (SP): as diferenças de temperatura e a configuração do solo local**. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VIII; Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, IV. 2005. Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 646-652.
- BIONDI, D.; KISCHLAT, E. A vegetação urbana e a biodiversidade. **Diálogo**, n. 1, p.155-168, 2006.
- BOULLÓN, R. C. **Planejamento do Espaço Turístico**. Bauru, SP: EDUSC, 2002
- BUCCHERI FILHO, A. T. e NUCCI, J.C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia/USP**, 18 (48-59), 2006.
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Rio de Janeiro, RJ, Ano VII, n. 3, jul/ago/set. 1999.
- CESTARO, L. A. A Vegetação no ecossistema urbano. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 1, 1985. **Anais...** Porto Alegre: SBAU, 1985. p. 51-56
- CIELO FILHO, R.; SANTIN, D. A. Estudo Florístico e Fitossociológico de uma Fragmento Florestal Urbano – Bosque dos Alemães, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica, São Paulo**, v.25, n.3, p.291-301, 2002
- CLARK, JAMES R.; MATHENY, NELDA P.; CROSS, GENNI; WAKE, VICTORIA. A model of urban forest sustainability. **Journal of Arboriculture**, v.23, n.1, p.17 – 30, 1997.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON,

P., VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. 387, 253-260, 1997.

COSTA, H.S.M. **Vale do Aço: da produção da cidade moderna sob a grande indústria à diversificação do meio-ambiente urbano**. Tese de Doutorado, Cedeplar/UFMG, 291 p, 1995

COSTA, R.G.S.; COLESANTI, M.M. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. **RA'E GA-O Espaço Geográfico em Análise**, 22: 238-251, 2011.

CULLEN, G. Paisagem urbana. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, 2010

DALBEM, R. P.; NUCCI, J. C. Cobertura Vegetal: Conceituação, classificação e quantificação aplicadas ao bairro São Braz, município de Curitiba – PR. In: IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física, 2006, Maringá, **Anais**. Maringá/PR, Universidade Estadual de Maringá, 2006.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1994

DIÁRIO DO AÇO. **Vale do Aço 2000**. Ipatinga: Diário do Aço, 1999.

DIAS, F. C. **O tratamento dos espaços livres em uma cidade média planejada: o caso de Ipatinga-MG**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

DUARTE, D.; MAITELLI, G. T. . Clima Urbano e Planejamento em Regiões Tropicais Continentais. In: V **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, 1999, Fortaleza/CE. ANTAC, 1999.

FIGUEIREDO, D.B. F.; SILVA, J.A J. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, 18(1), 2009

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007

FONTES, N. **Indicadores, índices e padrões relativos a sistemas de espaços livres**. In: Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo, v. 1, **Anais...** Rio Claro, 2008, p. 935-956.

FRANCO, M. de A. R. **Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico**. 2 ed., São Paulo: Annablume, 2012.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Relatório de Ocupação e Uso do Solo em Ipatinga: Diagnóstico e Diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2010

GASTON, K.J. Urbanization. In: Gaston KJ. **Urban ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 10-34, 2010.

GAO X.; ASAMI Y. Effect of urban landscapes on land prices in two Japanese cities. **Landscape and Urban Planning**, 81(1-2), 155-166, 2007.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

- GIRLING, C.; KELLETT, R. **Skinny streets & green neighborhoods: design for environment and community**. Washington: Island Press, 2005.
- GIMENES, M.R.; ANJOS, L. Spatial distribution of birds on three islands in the upper river Paraná, southern Brazil. *Orn. Neotrop.* Montreal, v. 15, p. 71-85, 2004
- GOIS, D. V.; FIGUEIREDO, M. L.; E SOUZA, R. M. Análise Bioclimática e Vulnerabilidade Social Urbana Em Áreas Verdes Públicas De Aracaju, Sergipe. **Ateliê Geográfico (UFG)**, v. 8, p. 22/3-49, 2015.
- GOMES, M.F; QUEIROZ, D.E.R. Avaliação da cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Geografar: Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia –UFPR**, Curitiba, v.6, n.2, p.93-117, 2011.
- GONÇALVES, W; PAIVA, H. N. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002.
- GRAHN, P.; STIGSDOTTER, U. Landscape planning and stress. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 2, p.1–18, 2003.
- GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2.ed. New York: John Wiley, 1986.
- HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do Município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS– INPE. Manuais: Tutorial de Geoprocessamento, 2006. Disponível em: Acesso em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/segmentacao.html> 25 mai. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades@**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat> >. Acesso em: 06 jan. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2015.
- JENSEN, R.; GATRELL, J.; BOULTON, J.; HARPER, B. Using remote sensing and GIS to study urban quality of life and urban forest amenities. **Ecology and Society**, Washington, v. 9, n. 5, p. 5, p. 01-05, 2004
- JIM, C. Y. “Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong” *The Geographical Review* V. 79 No. 2 (p. 210) **American Geographical Society**: Lawrence, 1989.
- JIM, C.Y.; CHEN, W.Y. Perception and Attitude of Residents Toward Urban Green Spaces in Guangzhou (China). **Environmental Management**, New York, v. 38, n. 3, p. 338-349, set. 2006.
- KAPLAN, R. The nature of the view from home: psychological benefits. **Environment and Behaviour**, v. 33, p. 507-542, 2001.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p

LEVINE, D. N., STEPHAN, D., KREHBIEL, T. C. e BERENSON, M. L., **Estatística – Teoria e Aplicação Usando o Microsoft® Excel em Português**, Rio de Janeiro, RJ, 3ª. Ed, LTC, 2005

LI, X.; ZHANG, C.; LI, W.; KUZOVKINA, Y.A.; WEINER, D. Who lives in greener neighborhoods? The distribution of street greenery and its association with residents' socioeconomic conditions in Hartford, Connecticut, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**. Volume 14, Issue 4, 2015

LIMA, S.S.M. **A relação entre Áreas Verdes e Saúde na cidade de Juiz de Fora-MG**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Faculdade de Engenharia/ Universidade Federal de Juiz de Fora; 2013.

LIMA, V. Do Mapa Ao Modelo: Representação Da Qualidade Ambiental Urbana De Osvaldo Cruz/SP. **Geografia em Questão** (Online), v. 04, p. 112/01-125, 2011.

LIMA NETO, E. M.; SOUZA, R. M. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **Soc. Bras. de Arborização Urbana REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p. 47-62, 2009.

LIMA NETO, E. M. Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.Lu

LUCHIARI, A. Identificação da Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas por meio de Produtos de Sensoriamento Remoto e de um Sistema de Informação Geográfica. **Revista do Departamento de Geografia**, 14, p. 47-58. 2001.

MACEDO, S. S. **Paisagem, Urbanização e Litoral - Do Édem à Cidade**. São Paulo: [s.n.], 1993.

MAGALHÃES, L.M.S. Arborização e florestas urbanas - terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Série técnica Floresta e Ambiente**. v. 1, p. 23-26. Seropédica, 2006

MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L. **Vegetação urbana**. 2 ed. Porto Alegre: Editora Mais Quatro, 2005

MCKINNEY, M. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 127, p. 247-260, 2006.

MCPHERSON, E. G.; SIMPSON, G. R. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica. **Urban Forestry and Urban Greening**, v.1, p.61-74, 2002.

MCPHERSON, G.; NOWAK, D; HEISLER, G.; GRIMMOND, S.; SOUCH, C.; GRANT, R.; ROWNTREE, R. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. **Urban Ecosystems**, v. 1, p. 49-61, 1997

MELO A. G. C.; CARVALHO, D. A.; CASTRO, G. C.; MACHADO, E. L. M. Fragmentos Florestais Urbanos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v. 17. n. 1, Garça – SP, 2011

- MELO FILHO, L. E. A Arborização Urbana. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 1. **Anais**. Porto Alegre, 1985.
- MENNIS, J. Socioeconomic-Vegetation Relationships in Urban, Residential Land: The Case of Denver, Colorado. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 72, 8, 911-921, 2006
- MORATO, R.G.; KAWAKUBO, F.S. & LUCHIARI, A. (2005). Geografia da desigualdade ambiental na Subprefeitura de Campo Limpo Município de São Paulo/SP. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, 16-21 abril, p. 2281-2288.
- MERLIN, P; CHOAY, F. **Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement**. Paris: PUF, 3d., 2000.
- MORAES JÚNIOR, W. F. **Ação Civil Pública para defesa do meio ambiente - Inquérito Civil nº 003/226**. Ministério Público do Estado de Minas Gerais. 2ª Promotoria de Justiça da Comarca de Ipatinga, Especializada na Defesa do Meio Ambiente. Ipatinga, 29 de janeiro de 2007.
- MORO, C. C.; MANTELLI, G. A. S.; PROVASI, G.; BURJATO, J. F.; NAKANO, J. M. Y.; REBELLO, L. F.; SIQUEIRA, M. H. B. N.; DUQUE, V. **Áreas Verdes Urbanas e o Ideário De Justiça Ambiental Nas Políticas Públicas Municipais**. In: Congresso Brasileiro de Direito Ambiental - Saúde Ambiental: Políticas Nacionais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos, São Paulo, 2014.
- MOURA, A.R.; NUCCI, J.C. **Análise da Cobertura Vegetal do Bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR**. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Anais... São Paulo-SP. USP, 2005.
- MUNEROLI, C. C.; MASCARÓ, J. J. Arborização Urbana: Uso de espécies arbóreas nativas na captura do Carbono Atmosférico. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.160-182, 2010.
- NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVESI, O. Por que manter árvores na área urbana? São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2009. Disponível em: <[http://www.hympar.ufscar.br/arquivos/EMBRAPA\\_Documentos89.pdf](http://www.hympar.ufscar.br/arquivos/EMBRAPA_Documentos89.pdf)>. Acesso em 05 mai 2016.
- NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo, SP: Humanitas, 2001
- NUCCI, J.C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas – conceito e método. **GEOUSP** n.6, 1999, p.29-36.
- OKE, T. R. **Boundary layer Climates**. Methuen, London, UK, 435, 1985.
- PIROLI, E. L.; BECKER, E. L. S.; BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio – Santa Maria RS, por sistema de informações geográficas e imagem de satélite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32 n. 3, p. 407-412, 2002
- PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA. Lei Nº 3.350/14 - **Plano Diretor do Município de Ipatinga (MG)** - Zoneamento da macrozona urbana e perímetro urbano 2005 <[http://www.ipatinga.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Plano\\_Diretor\\_LEI\\_N\\_3.350\\_DE\\_12\\_DE\\_JUNHO\\_DE\\_2014?cdLocal=2&arquivo=%7B73E2AB2D-54CC-E7CD-E0B3-308E1061A67D%7D.pdf](http://www.ipatinga.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Plano_Diretor_LEI_N_3.350_DE_12_DE_JUNHO_DE_2014?cdLocal=2&arquivo=%7B73E2AB2D-54CC-E7CD-E0B3-308E1061A67D%7D.pdf)> Acesso em:05 mar. 2014
- PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA (PMI). Mapa base da área urbana de Ipatinga. **MAPA-BASE.dwg**. Ipatinga: PMI, 2015.

- ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. AS Árvores e suas Interfaces no Ambiente Urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.1, p.1-24, 2010
- SAMPAIO, A.P. **A produção social do espaço urbano de Ipatinga/MG: da luta sindical à luta urbana**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades) - Instituto Candido Mendes - Campos dos Goytacazes, 2008
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1997
- SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia (online)**, v. 8, p. 45-60, 2011.
- SILVA FILHO, D. F. da; PIVETTA, K. F.L.; COUTO, H.T. Z.; POLIZEL, J.L., Indicadores de floresta urbana a partir de imagens aéreas multiespectrais de alta resolução. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, N. 67, P. 88-100, 2005.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA (SBAU). **Carta a Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo. v.3, n.5, 1996. p. 3
- SCHUTZER, J.G. **Cidade e meio ambiente: A apropriação do relevo no desenho ambiental urbano**. São Paulo: Edusp, 2012.
- SWANWICK, C.; DUNNETT, N.; WOOLLEY, H. Nature, role and value of green space in towns and cities: An overview. **P. Built Environment**, v.29, n.2, p. 94-106, 2003.
- TORRES, H. **Desigualdade ambiental em São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Campinas: IFCH-Unicamp, 1997.
- TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v.22, n.63, p.1-16, 2008.
- UNILESTE. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI. Região Metropolitana do Vale do Aço**. Coronel Fabriciano, 2014.
- USIPA. **Centro de Biodiversidade da Usiminas – Cebus**. [200-]. Disponível em: <[http://www.usipa.com.br/conteudo/MEIO\\_AMBIENTE\\_cebus.asp](http://www.usipa.com.br/conteudo/MEIO_AMBIENTE_cebus.asp)>. Acesso em: 11 mai. 2015.
- VALASKI, S.; NUCCI, J. C Cobertura vegetal arbórea em condomínios residenciais horizontais do bairro Santa Felicidade – Curitiba/PR. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 103-116, 2012.
- WESTPHAL, L. N. Urban greening and social benefits: a study of empowerment outcomes. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 29, n. 3, may, p. 137-147, 2003.
- YÁGIZI, E. **O mundo das calçadas**. Humanitas FFLCH/USP. São Paulo, Dezembro de 2000.
- YOUNG, R. F. Managing municipal green space for ecosystem services. **Urban Forestry & Urban Greening**. Elsevier GmbH, v. 9, set.2010, p.313-321.