

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Geociências  
Departamento de Geografia

Danilo Marques de Magalhães

ANÁLISE DOS ESPAÇOS VERDES REMANESCENTES NA  
MANCHA URBANA CONURBADA DE BELO HORIZONTE-MG  
APOIADA POR MÉTRICAS DE PAISAGEM.

Belo Horizonte  
2013

Danilo Marques de Magalhães

ANÁLISE DOS ESPAÇOS VERDES REMANESCENTES NA  
MANCHA URBANA CONURBADA DE BELO HORIZONTE-MG  
APOIADA POR MÉTRICAS DE PAISAGEM.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Ana Clara Mourão Moura

Belo Horizonte

2013

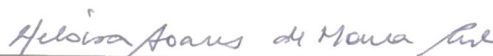
Dissertação intitulada *Análise dos espaços verdes remanescentes na mancha urbana conurbada de Belo Horizonte-MG apoiada por métricas de paisagem*, de autoria do mestrando Danilo Marques de Magalhães, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UFMG como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Ambiental

Aprovada pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ana Clara Mourão Moura – EA/UFMG  
Orientadora



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Heloísa Soares de Moura Costa – IGC/UFMG



\_\_\_\_\_  
Dra. Regina Maria de Fátima Camargos – IEF-MG

Belo Horizonte, 04 de fevereiro de 2013

## *Agradecimentos*

---

À vida, por todas as sensações que ela nos proporciona.

À minha mãe, Eliane Torres Marques de Magalhães, pela silenciosa paciência durante esse período de mestrado.

Ao Riobaldo Tatarana, personagem de Guimarães Rosa, por me ensinar que com Alegria e Coragem conseguimos transpor a maior parte dos desafios que nos surgem.

À professora Dra Ana Clara Mourão Moura, por ser a maior motivadora desse estudo e pela sólida parceria de trabalho e amizade que estabelecemos nos últimos cinco anos.

Aos professores membros da banca do Seminário de Dissertação e da banca da Defesa de Dissertação, Dr. Altamiro Bessa, Dra. Heloísa Costa e Dra. Regina Camargos, pelas valiosas contribuições no desenvolvimento deste trabalho e pela gentileza em participar dos processos avaliativos do mesmo.

Aos Docentes e Discentes que participaram da Oficina da Biodiversidade Urbana no segundo semestre de 2012, pelo apoio e pelas ricas discussões e reflexões. Em especial à professora Dra. Doralice Barros e às amigas Ana Carolina Euclides (Carol), Daniela Almeida (Dani) e Flávia Lacerda que, mesmo indiretamente, contribuíram bastante com este trabalho.

Aos amigos da turma do Geoprocessamento, em especial à Grazielle Carvalho (Grazi), pelas conversas, reflexões, por me iniciar nos métodos de classificação de imagens de satélite e por me encaminhar para a Docência!

Aos maravilhosos amigos da Geografia, em especial Carla Maíza (Carlinha), Diego Lacerda (Stalone), Jonas Amaral, Letícia Mendonça (Lets), Lucas Oliveira (Oliver), Vinícius Marinho (Preto) e vários outros. Pelo apoio, motivação, companheirismo e força nos momentos que precisei. Sobretudo pela alegria de viver com vocês.

Aos amigos das bandas Zé Trindade e Psicotrópicos pela paciência e compreensão nos momentos de aperto

*Muita coisa é inata,  
mas muito é feito pelo treinamento.  
Por isso, ninguém será bem sucedido se se poupar.  
Se só mergulhar fundo nos temas maiores.  
E se não estiver em condições de, às vezes, se empenhar até o extremo  
por causas insignificantes.*

Walter Benjamim. *A Rua de Mão Única*. 1987

## ***Resumo***

---

O trabalho propõe a análise da morfologia dos espaços verdes existentes dentro da mancha urbana conurbada de Belo Horizonte (MG) com seus municípios vizinhos, para discussão acerca das “funções” exercidas por esses fragmentos. É, nesse sentido, uma proposta metodológica para o diagnóstico e planejamento dos espaços verdes inseridos na paisagem urbana, tendo em vista os benefícios que os mesmos podem gerar para áreas densamente edificadas. Essa metodologia é baseada nos princípios da Ecologia da Paisagem no sentido em que busca traçar relações entre a forma, a função e as transformações espaço-temporais entre os elementos estruturantes da paisagem analisada, que no caso são os fragmentos de vegetação intra-urbanos. É, dessa maneira, uma adaptação, para estudos especificamente urbanos, de uma metodologia já utilizada para identificação de áreas prioritárias para conservação e áreas potenciais para formação de corredores ecológicos. Este estudo busca difundir ferramentas para o planejamento dos espaços verdes urbanos e, com isso, contribuir para a identificação, caracterização e reconhecimento da importância desses espaços para a melhoria da qualidade de vida urbana. Os espaços verdes, bem como a mancha urbana conurbada, foram mapeados a partir da interpretação e classificação supervisionada de imagens do satélite RapidEye de 2010 utilizando o software Spring 5.2.1. Essas imagens possibilitam um alto detalhamento do uso e cobertura do solo, sobretudo da identificação da cobertura vegetal em função das características espaciais, espectrais e radiométricas das bandas do sensor. A análise acerca da morfologia dos fragmentos de vegetação foi realizada a partir do cálculo das Métricas de Paisagem disponíveis no software Fragstats 3.3. O resultado obtido a partir da aplicação das Métricas de Paisagem é um diagnóstico da morfologia e dispersão dos espaços verdes, o que dá apoio para a análise do uso e das funções que são ou podem ser associadas aos mesmos. A partir desse conhecimento é possível planejar um sistema de espaços verdes urbanos coerentes com o potencial existente e o potencial utilizado.

**Palavras chave:** Métricas de Paisagem, Espaços Verdes, Ecologia da Paisagem, Planejamento Urbano.

## ***Abstract***

---

*This paper proposes an analysis of morphology of the Greenspaces which are present within the urban conurbation area of Belo Horizonte (MG) and its adjoining municipalities, in order to discuss the “roles” played by those fragments. It is, therefore, a methodological proposal for diagnosis and planning of Greenspaces embedded in the urban landscape, in light of the benefits that they can bring to heavily built areas. This methodology is based on Landscape Ecology principles in the sense of attempting to draw relationships between shape, function and space-time transformations among the structural elements of the landscape analyzed which are, in this case, the intra-urban vegetation fragments. It is thus an adaptation, specifically for urban studies, of a methodology already used for identifying priority areas for conservation and potential areas for creation of ecological corridors. This work seeks to disseminate tools for urban Greenspaces planning and, therewith, to contribute to identifying, characterizing and recognizing the importance of these areas for improving the quality of urban life. The Greenspaces, as well as the urban conurbation area, were mapped from an interpretation and supervised classification of RapidEye satellite images of 2010, using the software Spring 5.2.1. These images enable a high detailing of land use and cover, especially of identifying the vegetative covering, in function of spatial, spectral and radiometric characteristics of the sensor’s bands. The analysis on the vegetative fragments morphology was performed by calculating the Landscape Metrics available in the software Fragstats 3.3. The result obtained from the application of the Landscape Metrics is a diagnostic of morphology and dispersion of the Greenspaces, which gives support for the analysis of the use and functions that are or may be linked thereto. From this knowledge it is possible to devise a system of urban Greenspaces consistent with the existing potential and the potential already used.*

**Key-words:** *Landscape Metrics, Greenspaces, Landscape Ecology, Urban Planning.*

## ***Lista de Quadros***

---

Quadro 1: Chave de classificação .....	84
Quadro 2: Síntese dos resultados obtidos pela classificação das imagens de satélite.....	89
Quadro 3: Tipologias de Espaços Verdes e Critérios Adotados para o Macro Sistema .....	138
Quadro 4: Critérios para elaboração do Micro Sistema de Espaços Verdes.....	143

## *Lista de Figuras*

---

Figura 1: Matriz de ocupação antrópica, fragmentos e corredores de vegetação .....	29
Figura 2: Espaço Livre em Belo Horizonte – Praça da Estação .....	31
Figura 3: Área Verde em Belo Horizonte – Estação Ecológica da UFMG .....	31
Figura 4: Espaço Verde em Belo Horizonte – Bairro de Lourdes.....	32
Figura 5: Área Verde X Espaço Verde.....	32
Figura 6: Parque Primeiro de Maio – Obra do DRENURBS .....	41
Figura 7: Trecho finalizado do Boulevard Arrudas .....	41
Figura 8: Conflitos: Parques Urbanos ou Unidades de Conservação Urbanas .....	44
Figura 9: Grau de Complexidade de Formas .....	45
Figura 10: Corredor Verde – Madrid Río.....	49
Figura 11: Telhado Verde.....	50
Figura 12: Jardim Vertical – Museu do Quai Branly, em Paris.....	50
Figura 13: Altimetria e principais cursos d’água de Minas Gerais.....	53
Figura 14: Biomas de Minas Gerais, 2012.....	54
Figura 15: Prioridade de Conservação da Flora em Minas Gerais, 2005.....	56
Figura 16: Museu de Arte da Pampulha .....	64
Figura 17: Lagoa da Pampulha .....	64
Figura 18: Composição colorida RGB-543 da imagem RapidEye 2010.....	81
Figura 19: Aplicação de Contraste Simples e Equalização de Histograma.....	83
Figura 20: Trecho da imagem classificada.....	85
Figura 21: Conjunto de Imagens (Mosaico) utilizado na Classificação do Uso do Solo.....	86
Figura 22: Resultado da Classificação das Imagens e Seleção da Mancha Urbana Conurbada.....	88
Figura 23: Área de Estudo e Fragmentos de Vegetação Analisados.....	89
Figura 24: Comparação de valores para o cálculo de complexidade da forma .....	95
Figura 25: Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva.....	97
Figura 26: Área Núcleo .....	99
Figura 27: Parâmetros para cálculo da área núcleo.....	100
Figura 28: Área Núcleo dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva .....	100
Figura 29: Vista aérea das áreas Arb.Core-1a e Arb.Core-1b .....	103
Figura 30: Vista da Rua da área Arb.Core-1a em abril de 2011 .....	103
Figura 31: Construção de Shopping Center na área Arb.Core-1a em janeiro de 2013.....	103
Figura 32: Placa indicando terreno à venda por imobiliária na área Arb.Core-1a .....	104
Figura 33: Prédios recém-construídos na área Arb.Core-1b .....	104
Figura 34: Detalhe da vegetação que será suprimida por empreendimento imobiliário na área Arb.Core-1b .....	105
Figura 35: Vista aérea da área Arb.Core-2 .....	106
Figura 36: Vista da rua da área Arb.Core-2 .....	107
Figura 37: Cursos d’água localizados em propriedades particulares na área Arb.Core-2 .....	107
Figura 38: Detalhe de vegetação de porte arbóreo na área Arb.Core-2 .....	108
Figura 39: Terreno à venda na área Arb.Core-2 .....	108
Figura 40: Vista Aérea da Estação Ecológica da UFMG .....	109
Figura 41: Vista da rua da Estação Ecológica.....	110
Figura 42: Educação Ambiental na E-Eco-UFMG .....	110
Figura 43: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.....	111
Figura 44: Flora do MHNJB-UFMG .....	112
Figura 45: Relação Perímetro / Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva com Área Núcleo > 0 .....	112
Figura 46: Vista aérea do Parque do Bethânia .....	115
Figura 47: Parque Municipal Jacques Cousteau (Parque do Bethânia).....	116
Figura 48: Vista aérea da Fundação Zoo-Botânica .....	116
Figura 49: Jardim Japonês – Fundação Zoo-Botânica de BH (2010) .....	117
Figura 50: Vista Aérea do Sesc Venda Nova .....	117
Figura 51: Sesc Venda Nova.....	118
Figura 52: Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira.....	118
Figura 53: Relação Perímetro / Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira Maiores que 97 ha... ..	118

Figura 54: Vista aérea do bairro São Bento.....	123
Figura 55: Vista da rua do Bairro São Bento.....	124
Figura 56: Vista aérea de trecho do bairro Pampulha.....	124
Figura 57: Vista da rua do Parque Ecológico da Pampulha.....	125
Figura 58: Região do bairro Palmital em Santa Luzia-MG.....	126
Figura 59: Vegetação Rasteira de Topo de Morro.....	127
Figura 60: Cálculo do Círculo Circunscrito.....	128
Figura 61: Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva e Fragmentos de Vegetação Rasteira com Formas Lineares.....	128
Figura 62: Vista aérea da vegetação lindeira ao trilho do metrô – Estação Calafate.....	132
Figura 63: Vegetação lindeira ao metrô vista da rua.....	132
Figura 64: Vegetação Lindeira ao trilho do Metrô – Estação Carlos Prates – e Avenida Barbacena.....	133
Figura 65: Avenida Barbacena vista da rua.....	133
Figura 66: Vista aérea do Córrego do Onça, bairro São Gabriel.....	134
Figura 67: Ciclovia localizada na Avenida Risoleta Neves, Córrego do Onça, bairro São Gabriel.....	134
Figura 68: Parque Linear Vale do Arrudas.....	135
Figura 69: Parque Linear Avenida José Cândido da Silveira.....	136
Figura 70: Macro Sistema de Espaços Verdes.....	136
Figura 71: Micro Sistema de Espaços Verdes - Regional Noroeste.....	136
Figura 72: Cálculo do Índice de Proximidade.....	147

## ***Lista de Siglas e Abreviaturas***

---

APA – Área de Proteção Ambiental  
BH – Belo Horizonte  
CEVAE – Centro de Vivência Agroecológica  
COMAM – Conselho Municipal de Meio Ambiente  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CVRD-Mineração – Companhia Vale do Rio Doce Mineração  
DRENURBS – Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte  
E-Eco-UFMG – Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais  
ENN – Euclidean Nearest Neighbor Distance  
EP – Ecologia da Paisagem  
IGA – Instituto de Geociências Aplicadas  
IGC – Instituto de Geociências  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
LEMAF-UFLA – Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal da Universidade Federal de Lavras  
LOMBH – Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte  
LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo  
MAB – Man and Biosphere  
MHNJB-UFMG – Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG  
MUC – Mancha Urbana Conurbada  
PDDI – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado  
PLAMBEL – Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte  
REGAP – Refinaria Gabriel Passos  
REIS – RapidEye Earth Imaging System  
REM – Radiação Eletromagnética  
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte  
RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural  
SIG – Sistema Informativo Geográfico  
SMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente  
SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
UNU-IAS – United Nations University Institute of Advanced Studies

## *Sumário*

---

1.	INTRODUÇÃO .....	14
1.1.	Ecologia da Paisagem .....	15
1.2.	Análise da Paisagem com SIG .....	20
1.3.	Métricas de Paisagem .....	23
1.4.	Objetivos da Pesquisa: Planejamento da Paisagem Urbana.....	25
2.	VEGETAÇÃO EM AMBIENTES URBANOS .....	28
2.1.	Espaços Verdes, Áreas Verdes, Espaços Livres: Conceitos.....	30
2.2.	Benefícios (ou funções) da vegetação em ambientes urbanos .....	33
2.3.	Histórico do Planejamento dos Espaços Verdes Urbanos.....	36
2.4.	Paisagismo .....	38
2.5.	Planejamento a partir das Métricas de Paisagem.....	42
2.5.1.	Espaços Verdes Urbanos: Formas, Funções e Usos .....	43
2.5.2.	Tipologias de Espaços Verdes .....	46
2.6.	Sistemas de Espaços Verdes: Alternativas Possíveis .....	48
3.	ANÁLISE HISTÓRICA, POLÍTICA E GEOGRÁFICA DE BELO HORIZONTE .	52
3.1.	Caracterização da Vegetação na Área de Estudo .....	53
3.2.	Construção de Belo Horizonte e Histórico de Transformações da Paisagem	58
3.2.1.	Espaços Verdes Planejados.....	63
3.3.	Leis e Instituições Ligadas ao Planejamento e à Conservação dos Espaços Verdes Urbanos .....	65
3.3.1.	Legislações Federais.....	66
3.3.2.	Legislações Estaduais e Municipais .....	68
3.4.	Planejamento Metropolitano .....	73
3.5.	Atores e Entidades Envolvidas no Uso e Manutenção dos Espaços Verdes em Belo Horizonte.....	76
4.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	79
4.1.	Imagens RapidEye (2010).....	80
4.2.	Classificação Supervisionada no software Spring 5.2.1 .....	82
4.3.	Extração da Mancha Urbana Conurbada e Seleção dos Fragmentos de Vegetação.....	86
4.4.	Análise da Morfologia dos Fragmentos de Vegetação .....	90

4.4.1. Métricas de Paisagem no Fragstats 3.3 .....	92
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	93
5.1. Métrica de Área .....	94
5.1.1. Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva .....	95
5.2. Métrica de Área Núcleo sobre Vegetação Arbórea-Arbustiva: Áreas Prioritárias para Conservação.....	98
5.3. Relação Perímetro/Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva: Áreas Multifuncionais (Conservação/Usos Populacionais) .....	113
5.4. Métrica de Área sobre os Fragmentos de Vegetação Rasteira: Hierarquização dos Espaços.....	119
5.5. Relação Perímetro/Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira: Espaços Livres de Uso Comum.....	121
5.6. Métrica de Círculo Circunscrito: Identificação de Corredores Verdes.....	127
6. PROPOSTA DE SISTEMA INTEGRADO DE ESPAÇOS VERDES .....	137
6.1. Macro Sistema de Espaços Verdes.....	137
6.2. Micro Sistema de Espaços Verdes – Regional NO.....	142
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	151
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	156

# 1. Introdução

---

## *Conceitos e Objetivos*

Este trabalho é uma adaptação para o ambiente urbano da metodologia de mensuração das estruturas da paisagem, inicialmente proposto nos estudos de Ecologia da Paisagem, comumente aplicada para avaliação do grau de alteração de matas nativas. A estrutura da paisagem pode ser mensurada a partir de cálculos de métricas da forma baseados na área, perímetro e posição geográfica das diferentes tipologias de uso e ocupação da terra. Essas métricas permitem identificar relações espaciais e padrões de formas dos elementos que compõem a paisagem. Essa metodologia se desenvolveu a partir dos avanços tecnológicos que atingiram de modo positivo o ramo das análises espaciais, como a maior disponibilidade de imagens de satélite para estudos ambientais e a evolução dos Sistemas Informativos Geográficos (SIG)<sup>1</sup>.

O trabalho pode ser considerado inovador no campo das pesquisas em ambientes urbanos, pois não foram identificadas aplicações semelhantes para as Métricas de Paisagem. De um modo geral, os estudos apoiados por Métricas de Paisagem buscam avaliar o nível de fragmentação de paisagens e analisam as implicações ecológicas dessa situação com vistas a dar suporte para a formação de corredores ecológicos e identificação de manchas vegetadas de interesse de preservação. Já a proposta deste trabalho é avaliar a morfologia dos fragmentos de vegetação remanescentes em ambientes urbanos, tendo como estudo de caso a mancha urbana conurbada de Belo Horizonte-MG. Buscou-se, a partir da identificação dos padrões de forma, discutir quais tipos de usos estão associados à morfologia dos fragmentos de vegetação existentes na área urbana e, com isso, indicar áreas potenciais para compor um sistema regional de espaços verdes. Para

---

<sup>1</sup> Considera-se a convencional tradução “Sistemas de Informações Geográficas” para o termo *Geographic Information System* equivocada, pois as informações trabalhadas nem sempre são Geográficas, mas sim o sistema (o software). É possível, por exemplo, trabalhar com dados do ramo da saúde, da segurança pública, das ciências biológicas, etc., nesse mesmo sistema. Neste caso, é o sistema (ou o software) que possui caráter geográfico, pois é o que permite a espacialização dos dados e, sobretudo, a elaboração de análises espaciais. Para mais detalhes recomenda-se a leitura do Capítulo 1 do livro MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005, 294 p.

isso, foi necessário considerar um conjunto complexo de relações que estão associados aos espaços verdes, como conservação da biodiversidade X uso da população. As análises desenvolvidas se baseiam, portanto, em conceitos provenientes de diferentes linhas de pesquisa, como os da Ecologia da Paisagem, os do Planejamento Urbano e os do Paisagismo. Assim, é apresentada uma breve revisão bibliográfica acerca dos principais conceitos relacionados a esses temas, com intuito de gerar embasamento teórico para as análises e discussões dos resultados finais.

### **1.1. Ecologia da Paisagem**

Por **Ecologia** entende-se o estudo das interações entre os organismos e seus ambientes, ou seja: um estudo das estruturas que determinam as relações, assim com as relações em si, principalmente das comunidades de plantas e animais e suas interações com a circunvizinhança (CHRISTOFOLETTI, 1999). O **Ecosistema** é, nesse caso, a unidade representativa de análise para os estudos ecológicos. Em modo resumido, entende-se que a **Ecologia** é o estudo dos seres vivos e suas interações com o meio biótico e abiótico onde vivem (METZGER, 2001).

Entretanto, como paisagens são mosaicos onde há recorrência de ecossistemas, surge a necessidade de se considerar a dispersão geográfica dos componentes da paisagem para tratar de fenômenos e relações de outras grandezas. É dessa demanda de análise espacializada das interações entre ecossistemas que surge o termo **Ecologia da Paisagem** (EP), cunhado inicialmente pelo geógrafo alemão Carl Troll na primeira metade do século XX (FORMAN; GORDON, 1986; TURNER; GARDNER, 1991).

Por **Paisagem** entende-se um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (METZGER, 2001). Assim, a **Ecologia da Paisagem** considera as relações espaciais (geográficas) como condicionantes aos processos ecológicos. Trata-se da introdução do conceito de escala na análise ecológica a partir do reconhecimento de que a fragmentação dos ecossistemas interfere no comportamento das espécies.

A definição mais recorrente na literatura para **Ecologia da Paisagem** está no livro *Landscape Ecology* de Forman e Gordon, publicado em 1986. O texto traz uma sistematização dos conceitos e das aplicações dessa linha de pesquisa. No glossário de termos, elaborado pelos autores, a **Ecologia da Paisagem** é definida como “the study of *structure, function and change* in a heterogeneous land area composed of interacting ecosystems” (FORMAN; GORDON, 1986, p. 595, *grifo nosso*). Essa definição sintetiza perfeitamente o conjunto de atividades relacionadas às pesquisas em EP e, por isso, é a mais utilizada nas pesquisas do ramo.

Turner e Gardner (1991, p. 5) interpretam a definição dada por Forman e Gordon (1986) da seguinte maneira:

**Estrutura** se refere às relações espaciais entre ecossistemas distintos, ou seja, a distribuição de energia, matérias e espécies em relação ao tamanho, formas, quantidades, tipos e configurações de seus componentes. **Função** se refere à interação entre elementos espaciais, ou seja, o fluxo de energia, matérias e organismo entre os ecossistemas componentes. **Transformação** se refere à alteração na estrutura e na função do mosaico ecológico através do tempo (grifo dos autores, tradução nossa).

Essa associação de fatores seria a base para interpretação da dinâmica de uma paisagem, pois soma o conhecimento do funcionamento de cada ecossistema individualmente com a noção de que as relações espaciais condicionam diversos processos associados. Percebe-se que a EP contribui às análises ambientais, pois considera a paisagem como um sistema onde as partes constituintes estão em constante interação. Assim, as intervenções em paisagens naturais tornam-se notadamente impactantes, pois a criação de barreiras espaciais interrompe o fluxo da teia ecossistêmica, que é a base para o equilíbrio ecológico de uma paisagem.

A EP surge como um novo ramo do conhecimento dentro da Ecologia, marcada pela existência de duas principais abordagens: uma Geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra Ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica (METZGER, 2001). É, portanto, desde o princípio, uma disciplina holística, pois integra definitivamente áreas do conhecimento que já apresentavam alguma relação entre si. Nesse sentido, a contribuição da Ecologia está nos conceitos de Ecossistemas, de análise das inter-relações dos seres vivos com o meio biótico e abiótico em que estão inseridos. Além disso, o conceito de escala e de

especialização, das relações horizontais como determinante aos processos Ecológicos, surge a partir da contribuição de geógrafos, naturalistas e biogeógrafos.

A grande evolução dos estudos em EP não está apenas em considerar a “função, estrutura e transformação” dos fragmentos que compõem paisagens, mas está, sobretudo, em considerar a paisagem como um mosaico conformado pela inter-relação entre os sistemas bióticos, abióticos e antrópicos (FORMAN; GORDON, 1986).

Para Metzger (2001, p. 5-6):

Possivelmente, o maior desafio da ecologia de paisagens é de estabelecer uma teoria de mosaicos, procurando entender como diferentes padrões de organização espacial de seus constituintes (as unidades da paisagem) influem sobre seu funcionamento.

Como se percebe, os estudos em EP buscam interpretar os padrões de organização espacial dos elementos que compõem a paisagem, ou as **Estruturas da Paisagem**, para analisar os processos ecológicos relacionados. Lang e Blaschke (2009, p. 16) afirmam que as “características estruturais da paisagem são observáveis, descritíveis e quantificáveis”. Isso porque as “**estruturas da paisagem** resultam do fato de a esfera da paisagem estar dividida em combinações específicas, espacialmente variáveis, de determinadas feições dos diferentes compartimentos” (ib.id., p. 107, grifo dos autores). Afirmam ainda que o conhecimento da estrutura da paisagem permite estudar as relações de interdependência entre as unidades vizinhas como condicionantes aos processos ecológicos.

Ou seja, o entendimento da configuração espacial dos fragmentos que compõem a paisagem (como tamanho, forma, posição geográfica e tipologia) nos permite interpretar diversos processos associados à paisagem analisada. Como exemplo, podemos citar a elaboração de um diagnóstico ambiental de uma determinada bacia hidrográfica a partir do mapeamento, especialização e mensuração dos elementos que a compõem – como uso, ocupação e cobertura vegetal do solo, padrão de drenagem, geologia, topografia, pedologia e regime pluviométrico. Nessa hipótese, a maior ou a menor área ocupada por cobertura vegetal nativa, por exemplo, poderia responder por processos erosivos e de assoreamento dos cursos d’água da bacia.

Desse modo, uma paisagem em equilíbrio ecológico teria uma estrutura definida e a alteração ou fragmentação dessa estrutura, passível de ser mensurada,

responderia pelo grau de alteração dessa paisagem. A noção de que as paisagens possuem estruturas definidas aparece no texto de Forman e Gordon (1986) quando afirmam que as mais variadas paisagens do planeta podem ser descritas por **fragmentos**, **corredores** e **matriz**. Os autores definem esses termos da seguinte maneira:

**Matriz:** o elemento mais extenso e mais conexo presente na paisagem, que desempenha a função dominante no funcionamento da mesma. Além disso, é o elemento da paisagem que envolve os fragmentos; [...]

**Fragmento:** uma superfície não linear com aparência diferente de seu entorno; [...]

**Corredor:** uma estreita faixa terrestre que difere da matriz em ambos os lados (FORMAN; GORDON, 1986, p. 591-597, grifo e tradução nossa).

Essa categorização nos auxilia a interpretar as funções associadas a cada componente da paisagem, segundo sua forma, tamanho e posição geográfica. As matrizes são os elementos dominantes que, em paisagens antropizadas são as manifestações das atividades humanas, tais como: mancha urbana, pastagens, plantios, etc. Os fragmentos são os elementos não lineares pulverizados pelo território que podem abrigar os remanescentes de fauna e flora. Os corredores são os elementos lineares que favorecem a conexão entre os fragmentos, permitindo o fluxo gênico e material.

No Brasil esses conceitos começaram a ser incorporados mais expressivamente a partir da década de 1990, visando à preservação dos remanescentes de Mata Atlântica. O reconhecimento da importância dos corredores ecológicos como elementos estruturantes de uma paisagem aparece no decreto nº 750 de 1993, que proibiu a exploração de vegetação com função de formar corredores de remanescentes de vegetação primária ou em estágio avançado e médio de regeneração (BRASIL, 1993). Em um segundo momento a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 9/96, com base nesse decreto, estabeleceu a seguinte definição de corredores de remanescentes de Mata Atlântica:

Art.1º Corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária, em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes (BRASIL, 1996).

O Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) brasileiro, regulamentado pela Lei nº 9.985/2000, amplia essa visão para todos os biomas

brasileiros e, nos termos da referida lei, essas estruturas têm por objetivo a conectividade entre unidades de conservação distintas. A definição de corredores ecológicos, segundo o SNUC é a seguinte:

porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BRASIL, 2000).

Pode-se considerar que há uma gama significativa de trabalhos que buscam interpretar as paisagens sob os conceitos difundidos pela EP. Entretanto, tanto na literatura nacional quanto internacional, os trabalhos nessa linha de pesquisa que atuam sobre o meio urbano apenas aplicam os conceitos da EP, não sendo encontradas, até o momento, utilizações das métricas de paisagem para o planejamento urbano. Esses trabalhos, de um modo geral, propõem a formação de corredores verdes (ou ecológicos) dentro das manchas urbanas visando à promoção de mais espaços verdes e a melhoria da qualidade de vida das populações. Além disso, consideram que esses corredores são meios para se estabelecer conexões entre as áreas verdes urbanas remanescentes com as áreas peri-urbanas, buscando a melhoria do ambiente urbano, a manutenção da biodiversidade florística e faunística e, também, criação de espaços livres de uso público.

Isso pode ser observado no trabalho de Ahern (1995), que discute a importância da criação e manutenção de corredores verdes em áreas urbanas, pois os considera como uma estratégia útil para a concepção, planejamento e gestão de paisagens sustentáveis. O autor discute os benefícios de se utilizar *vias verdes* (entendido aqui como corredores verdes) em áreas urbanas e que essas devem ser projetadas e gerenciadas para fins múltiplos, incluindo fins ecológicos, recreativos, culturais, estéticos, ou outros compatíveis com o conceito de uso sustentável da terra.

Jim e Chen (2003) realizam um estudo de caso na antiga cidade de Nanjing, na China, focando em um planejamento de uma rede integrada de espaços verdes. É realizada uma proposta de sistema de espaços verdes integrados a partir da conectividade entre os principais fragmentos de vegetação intra e peri-urbanos por meio de corredores verdes. Os autores consideram a forma e a área dos fragmentos

para elaboração dos corredores verdes, entretanto essa análise é dada apenas por uma inspeção visual do plano de urbanização da cidade. Jim e Chen (2003) acreditam que a forma ideal para o crescimento horizontal da mancha urbana seria em eixos alongado, como dedos (*fingers*), que estariam envolvidos à massa vegetal peri-urbana. O resultado seria uma mancha urbana com uma a forma aproximada de uma estrela. Os autores realizam a análise em três escalas complementares: metropolitana, na qual as principais áreas de preservação ambiental condicionariam o crescimento horizontal da mancha urbana; na escala da cidade, na qual são planejadas as grandes vias verdes para circulação não apenas de automóveis, mas, também, de pedestres e ciclistas; e na escala de bairro, na qual há um maior contato da população com a vegetação por meio dos espaços abertos, calçadas sombreadas e matas ciliares, ou seja, pequenos enclaves acessíveis à população de modo a possibilitar o uso cotidiano.

Diversos outros estudos de caso que demonstram o planejamento dos espaços verdes urbanos focados na formação de corredores verdes e na conectividade entre as áreas preservadas podem ser observados ainda em Howard (1945), Taylor, Paine e FitzGibbon (1995), Searns (1995), Salvador Palomo (2003), Falcón (2007), dentre outros.

## **1.2. Análise da Paisagem com SIG**

Os estudos acerca das estruturas da paisagem avançaram substancialmente a partir da década de 1980, quando os avanços tecnológicos começaram a ser incorporados mais expressivamente pelas ciências que lidam com o espaço geográfico. Esses avanços estão relacionados ao desenvolvimento e aprimoramento dos recursos geotecnológicos, ou seja, à evolução dos hardwares que permitem maior capacidade e agilidade de processamento de dados; à evolução dos softwares de geoprocessamento que permitem análises espaciais complexas; e à difusão da utilização de imagens de sensores remotos a bordo de satélites e/ou aeronaves para análises ambientais.

Os primeiros estudos em EP apoiados por algum recurso cartográfico buscavam a elaboração de sínteses a partir do cruzamento de mapas temáticos do

meio físico. Esse processo é conhecido como álgebra de mapas e tem como objetivo a definição do “potencial da paisagem, ou seja, os possíveis usos e valores de cada área” (FORMAN; GORDON, 1986, p. 520, tradução nossa).

A álgebra de mapas foi inicialmente proposta por McHarg (1969), no livro "Design with nature", no qual o autor propôs a integração lógica de variáveis por processo de combinação de camadas de informação, ainda de modo analógico na forma de mapas temáticos, para identificar áreas de interesse de preservação usando o argumento de que a sobreposição de interesses poderia indicar a hierarquia entre os interesses, criando uma escala entre o bloqueio à ocupação até as plenas condições de ocupação. McHarg inaugurou uma forma de trabalhar que influenciou as cinco décadas seguintes, usando a lógica de decompor para compor, apoiado por álgebra de mapas.

Esses modelos de análise espacial são bastante utilizados para o planejamento da paisagem, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Atualmente existem outros métodos semelhantes, como a **Análise de Multicritérios**<sup>2</sup>, que podem ser mais eficazes do que a simples álgebra de mapas, mas possuem objetivos semelhantes.

De um modo geral, as metodologias de análise espacial buscam entender e prever a dimensão dos impactos que a alteração do estado natural de algum fenômeno pode causar. Turner e Gardner (1991) consideram que com a expansão das ações antrópicas sobre o meio ambiente, ecologistas e pesquisadores de áreas afins devem trabalhar em novas escalas, ampliadas, que requerem análises de paisagens continentais e, até mesmo, global. Essas análises em macro escala se tornaram possíveis a partir da disponibilidade de dados de toda a superfície terrestre e pelos avanços dos recursos de **Geoprocessamento**.

As análises espaciais são os principais esteios do geoprocessamento, termo que pode ser definido como o processamento de dados georreferenciados para obtenção de novas informações sobre o objeto estudado. Esse processamento é

---

<sup>2</sup> Análise de Multicritérios pode ser definida como uma metodologia de análise espacial baseada no cruzamento de variáveis discretas em diferentes planos de informação que tem por objetivo elaborar sínteses. A cada um desses planos de informação é associado um grau de pertinência, ou seja, um peso dado à variável dentro da análise síntese. Além disso, é definido, também, o grau de pertinência de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. Todo o processo é realizado utilizando a média ponderada, que constrói um espaço classificatório ordinal. Para mais detalhes ver: MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005. 294p.

realizado por softwares conhecidos como SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Moura (2005) apresenta a seguinte definição para o termo **Geoprocessamento**:

[...] implantar um **processo** que traga um progresso, um andar avante, na **grafia** ou representação da Terra. Não somente representar, mas é associar a esse ato um novo olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento, que é a informação (MOURA, 2005, p. 8, grifos da autora).

A confluência da disponibilidade de recursos tecnológicos e de dados sobre a superfície terrestre com a preocupação ambiental que emergiu nas últimas décadas vem motivando pesquisadores para criação de modelos que possam ir além de diagnósticos da situação atual e possibilitem a previsão de cenários futuros.

Essa nobre contribuição do geoprocessamento às pesquisas ambientais se baseia na busca pelo entendimento do comportamento das variáveis que se relacionam para que determinado fenômeno ocorra. Voltando ao exemplo do diagnóstico ambiental em uma bacia hidrográfica, seria possível listar diversas variáveis que confluem para manutenção da qualidade da água naquele ambiente. Entretanto, para elaboração de um modelo preditivo cabe perguntar qual a importância e quão importante é a presença de cobertura vegetal nativa para manutenção da qualidade da água, por exemplo. O mesmo seria feito para cada variável componente do sistema. Essa, dentre várias outras questões, fariam parte da criação de um modelo para análise ambiental dessa bacia hidrográfica hipotética. De posse das respostas, ou pelo menos de algumas delas, o pesquisador poderia propor intervenções nesse sistema e, com isso, simular o modo e a intensidade que determinadas alterações podem causar perturbações ao equilíbrio do ambiente.

No que tange às pesquisas em EP, esses avanços tecnológicos aliados à busca pela interpretação dos fenômenos terrestres foram responsáveis pela elaboração das Métricas de Paisagem. Tornou-se possível **quantificar e mensurar** os elementos que compõem a paisagem e com isso discutir a relação entre as formas, funções e transformações dos mesmos.

Conforme destaca Moura (2010), inicialmente a utilização das Métricas de Paisagem ocorreu no âmbito das ciências biológicas, buscando identificar áreas com melhores condições para preservação ambiental, bem como identificar o grau de fragmentação de paisagens para inferir acerca das intervenções antrópicas. Em um

segundo momento, as métricas começam a ser aplicadas para identificar padrões de organização espacial em paisagens complexas (LANG; BLASCHE, 2009).

### **1.3. Métricas de Paisagem**

As **Medidas de Estruturação da Paisagem** ou **Métricas de Paisagem** foram criadas como o objetivo de caracterizar uma paisagem a partir da forma, tamanho, quantidade e dispersão geográfica dos elementos que a compõe. Essas informações se tornaram bases para a discussão sobre as relações desenvolvidas entre os elementos da paisagem, bem como para o acompanhamento das transformações temporais. Tornou-se possível identificar padrões e, sobretudo, determinar quais padrões são desejáveis em determinadas paisagens, o que contribui efetivamente para o monitoramento e planejamento de paisagens (FORMAN; GORDON, 1986; TURNER; GARDNER, 1991; HAINES-YOUNG; GREEN; COUSINS, 1993; LANG; BLASCHKE, 2009).

Na busca pela identificação de áreas prioritárias para conservação, por exemplo, pode-se mensurar e identificar os maiores fragmentos de vegetação e considerá-los os principais elementos da paisagem no sentido da preservação ambiental. Pode-se, também, identificar e selecionar outros tantos fragmentos de vegetação com áreas menores e formatos lineares para promoção da conexão entre os principais elementos e, com isso, criar um sistema de unidades de conservação e corredores ecológicos.

É importante frisar que o trabalho com Métricas de Paisagem vai além dos cálculos de áreas e perímetros dos fragmentos. A partir desses dados iniciais é possível gerar uma infinidade de cálculos sobre a morfologia dos elementos que, também, podem responder por processos ecológicos relacionados. É o caso, por exemplo, do cálculo da **Área Núcleo**. Essa medida pode ser explicada, sucintamente, como uma região no interior de um fragmento isenta da influência dos fatores externos. Contrário à área núcleo tem-se a **Borda** do fragmento, que pode ser entendida como a “linha de contato entre manchas distintas” (LANG; BLASCHKE, 2009, p. 390). Ou seja, é a zona limítrofe de um fragmento onde existe o contato das ações externas com as internas. A borda de um fragmento florestal, por exemplo,

pode ser entendida como uma zona de transição entre os ambientes, o que é considerado prejudicial para organismos mais sensíveis. Já a área núcleo pode ser interpretada como uma região com habitat possivelmente utilizável por essas espécies sensíveis à borda.

Atualmente existem diversos outros algoritmos que são aplicados para investigação de peculiaridades da forma dos elementos, tais como: grau de complexidade da forma; identificação da linearidade ou alongamento; estabilidade ou circunferência; grau de isolamento; proximidade; contiguidade ou coesão entendido como ausência de clareiras; diversidade de tipologias ou de classes; percentual de ocupação da paisagem; dentre outros. Algumas dessas métricas são utilizadas neste trabalho e são detalhadas em momento oportuno no texto.

O que se percebe é que as Métricas de Paisagem abriram novas possibilidades para diagnosticar e comparar as mais diversas paisagens e com isso contribuíram para prever determinados impactos que uma alteração na estrutura da paisagem pode causar. Esses resultados vêm sendo incorporados às pesquisas ambientais, sobretudo no auxílio ao monitoramento das transformações ambientais promovidas pela ação antrópica<sup>3</sup>. Uma boa utilização desses dados levaria a um entendimento da dinâmica da paisagem, pois fornece informações sobre o conjunto de fatores bióticos e abióticos que convergem para sua modelagem.

Nesse sentido, atualmente as maiores contribuições dos estudos que envolvem conceitos da Ecologia da Paisagem e aplicação de Métricas de Paisagem estão no trabalho com mosaicos antropizados, ou seja, buscando interpretar a paisagem na escala na qual o homem está atuando. São as buscas pelo entendimento das modificações estruturais e, portanto, funcionais, trazidas pelo homem no mosaico como um todo, incorporando de forma explícita toda a complexidade das inter-relações espaciais de seus componentes, tanto naturais quanto culturais (METZGER, 2001).

---

<sup>3</sup> Exemplos de aplicação de medidas de estruturação da paisagem com SIG podem ser apreciados em LANG; BLASCHKE, 2009; e em HAINES-YOUNG; GREEN; COUSINS, 1993.

#### **1.4. Objetivos da Pesquisa: Planejamento da Paisagem Urbana**

Partindo dos princípios da Ecologia da Paisagem e das possibilidades de análises proporcionadas pelos recursos de geoprocessamento e pelas Métricas de Paisagem, propõe-se aplicar esses conceitos e métodos de análise espacial em ambiente urbano.

O **objetivo geral** desta pesquisa é discutir as possibilidades de análise oferecidas pelas Métricas de Paisagem e avaliar se são apropriadas para o planejamento dos espaços verdes urbanos, ou seja, se contribuem para o diagnóstico, planejamento e gestão dessas áreas.

Pensar os espaços dotados de vegetação dentro de uma zona urbana requer uma visão diferente das análises de ambientes rurais ou preservados. De acordo com Falcón (2007) o planejamento e gestão dos espaços verdes públicos situadas em áreas urbanas devem considerar os aspectos ambientais e ecológicos, as implicações sociais, os aspectos paisagísticos e estéticos e os parâmetros econômicos que determinaram a criação e/ou preservação dos mesmos. Para esse autor, em se tratando de jardins privados, o aspecto social é desconsiderado, mas os aspectos ecológicos, paisagísticos, estéticos, econômicos e, sobretudo da inserção e conexão desses com seu entorno, são de suma importância. Já as áreas públicas dotadas de vegetação abrigam maior complexidade e diversidade de usos, uma vez que podem cumprir, também, funções sociais, além de ambientais e paisagísticas, entre outras:

O conjunto de espaços verdes e, inclusive, o trato dos espaços livres em geral, são decisivos para a qualidade de vida de uma população. Por isso, o desenvolvimento e o crescimento da cidade devem contar com a presença suficiente de espaços verdes como um de seus principais objetivos (FALCÓN, 2007, p. 38, tradução nossa).

Falcón (op. cit.) acredita que a cidade deve ser pensada como um sistema ecológico, partindo da concepção de interação dos seres vivos com o meio em que habitam. Sobre essa ótica, este trabalho se propõe a acrescentar a noção de escala, de dispersão geográfica, para se pensar a distribuição dos elementos que compõem uma cidade sob a ótica da EP. Os elementos estruturantes da paisagem urbana são as edificações, os espaços livres de edificações, os espaços vegetados, a malha viária, etc. A estrutura dessa paisagem, tendo em vista suas transformações ao

longo do tempo, condicionam a dispersão e o fluxo genético, energético e material entre os elementos que a compõe (FALCÓN, 2007; FORMAN; GORDON, 1986; TURNER; GARDNER, 1991). Nesse sentido, o tamanho, a forma, a proximidade ou o isolamento dos espaços verdes em um ambiente urbano terão relações diretas com as funções desempenhadas por esses espaços, seja ela ambiental, social ou paisagística.

Os espaços verdes de uma cidade devem ser pensados como um sistema, para além de simples peças esparsas sem relações entre si. “Não se gera uma zona verde devido a existência de um lugar vazio, e sim se busca o espaço necessário onde haja uma carência de zonas verdes, ou onde se integre melhor no sistema” (FALCÓN, 2007, p. 38, tradução nossa).

Desse aspecto partem os **objetivos específicos** da presente pesquisa, que busca a análise dos espaços verdes urbanos a partir dos cálculos de Métricas de Paisagem. Tais objetivos que são: identificar a morfologia dos fragmentos de vegetação e a função a eles associadas; identificar os fragmentos de vegetação que têm potencial para serem integrados a um sistema de espaços verdes de modo a suprir carências e/ou potencializar os fluxos genéticos e bióticos a partir da conexão entre fragmentos isolados; propor um sistema integrado de espaços verdes a partir do potencial identificado em macro escala; avaliar se a metodologia se sustenta, também, para análise em escala de maior detalhe.

O desejo é de que haja interação entre os fragmentos de vegetação remanescentes na matriz urbana, favorecendo as trocas, os fluxos e o uso multifuncional desses espaços.

Assim, pergunta-se: quais formas são desejáveis para as vegetações remanescentes no ambiente urbano? Grandes áreas com núcleos preservados e isoladas do entorno, onde haja ecossistemas bem preservados? Ou pequenas áreas pulverizadas pelo território que mesclam diferentes tipos de vegetação (de porte arbóreo, arbustivo, rasteiro) com as edificações? Ou sistemas lineares que interconectem áreas distantes e favoreçam a circulação e a mobilidade urbana? Ou todos eles para diferentes funções?

Considerando o complexo conjunto de relações que se desenvolvem nas regiões densamente edificadas pode-se inferir que todas essas morfologias são possíveis e adequadas, cada uma para determinada situação.

A partir dos resultados das métricas de paisagem o trabalho analisa as formas de uso e aproveitamento desses espaços para verificar se é possível afirmar o tipo de uso preponderante para os espaços a partir de sua forma. Esse conhecimento acerca da relação “Forma X Uso” é a base para a proposição de um sistema de espaços verdes urbanos que poderá potencializar o aproveitamento desses espaços, gerando benefícios sociais e ambientais para a trama urbana.

## ***2. Vegetação em Ambientes Urbanos***

---

### ***Funções, Usos, Formas e Planejamento***

Partindo dos princípios da EP, pode-se considerar a paisagem como um mosaico composto por uma **matriz**, que corresponde ao elemento predominante em termos de ocupação no espaço. Essa matriz é entrecortada por **fragmentos** dispersos e por elementos **lineares** (corredores). Em áreas urbanas tem-se uma matriz de ocupação antrópica, representada espacialmente por superfícies impermeáveis (pavimentação e edificações) e por solo desnudo (atividades minerárias, áreas em obra, solo exposto, etc.). Essa matriz urbana é interrompida por fragmentos de vegetação, que podem ser árvores, arbustos, gramíneas; por afloramentos rochosos, ou corpos d'água. Neste estudo são analisados os fragmentos de vegetação dispersos dentro da matriz urbana.

A Figura 1 exemplifica essa configuração da paisagem urbana. Trata-se de uma composição colorida das bandas 3, 4 e 5 nas cores B (Azul), G (Verde) e R (Vermelho) de uma das imagens do satélite RapidEye, com data de 2010, utilizadas neste trabalho. O trecho apresentado mostra a região do bairro Calafate, localizado na Regional Oeste de Belo Horizonte. Nessa composição colorida as vegetações aparecem em tons alaranjados e avermelhados, a matriz de ocupação antrópica aparece em tons azulados e as regiões com solo exposto aparecem na cor branca. Na imagem é possível observar alguns elementos lineares que são as vegetações lindeiras ao trilho do metrô do município, além de outros pequenos fragmentos de vegetação que permeiam a matriz de ocupação antrópica.



Figura 1: Matriz de ocupação antrópica, fragmentos e corredores de vegetação

Fonte: RapidEye (2010)

Esse pequeno exemplo já demonstra como a análise desses espaços vegetados é complexa, pois os mesmos podem assumir diferentes papéis na malha urbana, indo desde a criação de barreiras físicas para transposição de pessoas, à função de minimizar impactos visuais e sonoros, como no caso da arborização contígua ao trilho do metrô, até o embelezamento de jardins. Essas formas de utilização podem ter fins ambientais, sociais ou estéticos, de acordo com o espaço que ocupam e o uso que se dá ao mesmo. Todas essas finalidades podem ser planejadas por meio de ações de paisagismo.

Ao longo deste capítulo são discutidas algumas das funções e possibilidades de uso das vegetações em ambientes urbanos, buscando interpretar se o tipo de uso dado nesses espaços tem alguma relação com a morfologia dos mesmos. Para isso é necessário, primeiramente, esclarecer os conceitos utilizados para definir essas áreas dotadas de vegetação. Nas legislações e em vários textos que tratam do tema observa-se o emprego de termos como “áreas verdes”, “espaços verdes” e “espaços livres” sem uma clara definição e distinção entre os mesmos, o que leva ao entendimento de que representam porções semelhantes do espaço. Contudo, há na literatura algumas propostas de revisão desses conceitos, buscando distingui-los pelos elementos que, predominantemente, compõem o espaço. Assim, tendo em vista que a identificação das manchas de vegetação feita neste trabalho é realizada a partir de imagens de satélite, faz-se necessário definir conceitualmente quais tipologias de vegetação e uso do solo são possíveis de se trabalhar a partir dessa metodologia.

## 2.1. *Espaços Verdes, Áreas Verdes, Espaços Livres: Conceitos*

Diversos termos são empregados quando se trata de áreas dotadas de vegetação em ambientes urbanos, quais sejam: “espaços verdes”, “espaços vegetados”, “áreas verdes” e até mesmo “espaços livres”. É preciso destacar que esses termos representam composições distintas do espaço citadino, mas são, com certa frequência, utilizados de modo genérico e sem uma clara definição conceitual, o que leva a um entendimento de que, nesses casos, representam composições semelhantes do espaço.

Considera-se a definição dada por Hijioaka *et al* (2007) a mais adequada para a distinção desses termos. Ou autores partem da definição dada por Magnoli (1982), para afirmar que **espaço livre** “é todo espaço não contido dentro de um invólucro”, ou seja, onde não existam “estruturas edificadas que configurem recintos ou ambientes fechados, isto é, a ausência de paredes e tetos” (MAGNOLI, 1982 *apud* HIJIOKA *et al.*, 2007, p. 118-119). Os autores afirmam que:

Os espaços livres de edificações podem ser divididos em diferentes tipos tais como: as ruas, os quintais, os pátios, as calçadas, os terrenos, os parques e as praças, além de tantos por onde as pessoas fluem no seu dia-a-dia. A articulação entre espaços livres e edificados configura e qualifica a forma urbana, organizando seus diversos tecidos (HIJIOKA *et. al.*, 2007, p. 119).

Os espaços livres, muitas vezes, estão associados às áreas verdes, mas o espaço livre não precisa ser necessariamente vegetado, podendo ser “verde”, “árido”, “alagadiço”, etc. Em Belo Horizonte pode-se citar a Praça da Estação como um exemplo de espaço livre onde praticamente inexistente vegetação (Figura 2).



Figura 2: Espaço Livre em Belo Horizonte – Praça da Estação

Disponível em: <http://mmabrazil.com.br/wp-content/uploads/2012/06/praca-da-estacao-belo-horizonte.jpg>. Acesso em 06 dez. 2012.

**Área verde**, conforme os mesmos autores, corresponde a toda e qualquer área que contenha vegetação situada em solo permeável. Já o **espaço verde** ou **espaço vegetado** é estruturado predominantemente por vegetação e não necessariamente tem solo permeável. Ou seja, ambas as áreas podem se constituir em espaços livres que, por sua vez, podem ser de uso público ou privado. O que as difere é a predominância de solo permeável ou impermeável. As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos de áreas verdes e espaços verdes, respectivamente, em Belo Horizonte. É importante distinguir essas áreas, pois é comum a associação da arborização de vias ou de praças como áreas verdes.

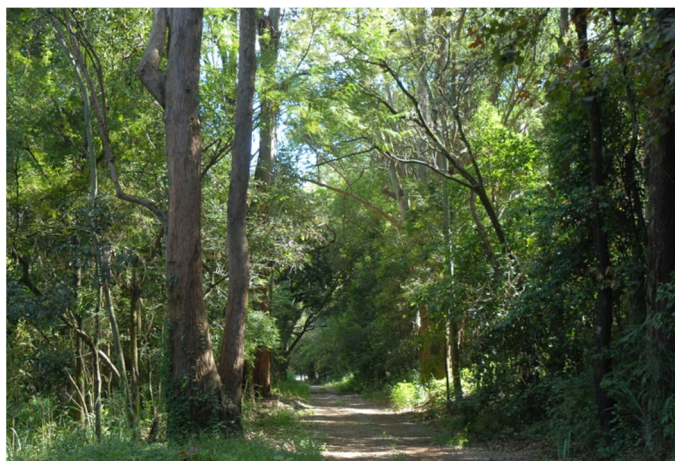


Figura 3: Área Verde em Belo Horizonte – Estação Ecológica da UFMG

Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/014464.shtml>. Acesso em 06 dez. 2012.

Pode-se observar na Figura 3 a ausência de pavimento, o que amplia as chances de uma absorção maior da água pluvial. Já na Figura 4 o asfalto impermeável não possibilita a infiltração da água no solo e sua percolação em subsolo, contribuindo para acelerar o escoamento superficial das águas pluviais e a formação de enxurradas.



Figura 4: Espaço Verde em Belo Horizonte – Bairro de Lourdes

Foto: Bernardo Carvalho. Disponível em <http://www.flickr.com/photos/carvalhobh/6199636072/in/photostream>. Acesso em 06 dez. 2012.

A Figura 5 ilustra a diferenciação entre áreas verdes e espaços verdes. Observa-se, no exemplo apresentado, que as áreas verdes seriam apenas os pequenos trechos de solo permeável no entorno do tronco das árvores. Já todo o conjunto pode ser considerado como espaço verde.

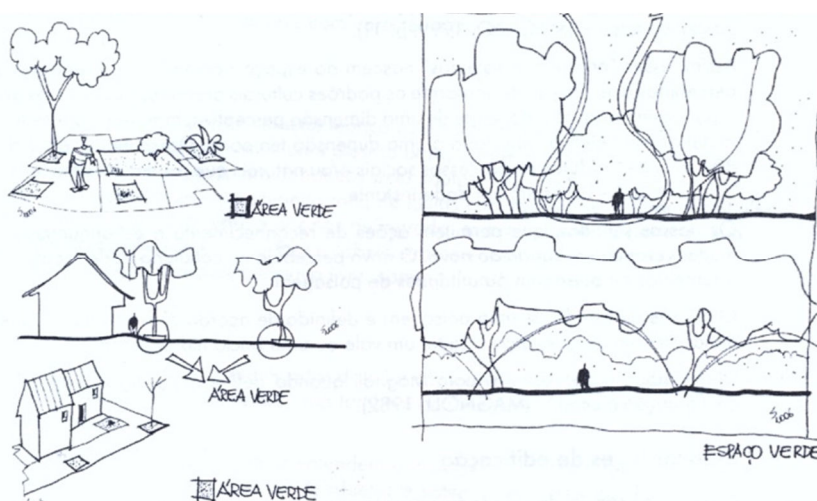


Figura 5: Área Verde X Espaço Verde

Fonte: Hijioka et al. (2007)

Destaca-se que a técnica mais recorrente para mensuração das “áreas verdes” é a interpretação e classificação de imagens de satélite ou ortofotos. Essa metodologia, por sua vez, permite a visualização e interpretação de áreas dotadas de vegetação, mas sem a informação de permeabilidade do solo. Ou seja, a partir da classificação de imagens de satélite é coerente inferir sobre os “espaços verdes”. Esses espaços podem ser de uso público ou privado, mas essas e outras características poderiam ser identificadas somente com observações *in loco*.

Neste estudo são analisados, portanto, os **espaços verdes** remanescentes na mancha urbana de Belo Horizonte, conurbada com os municípios vizinhos, pois o mapeamento dessas áreas se deu através de imagens de satélite. A visualização da superfície terrestre a partir de imagens de satélite nos permite ver apenas as copas das árvores, não sendo possível distinguir se o solo está predominantemente permeável ou impermeável. Essa definição é importante, pois a incerteza sobre a permeabilidade do solo nos espaços verdes mapeados por imagem de satélite é uma limitação na análise quanto aos reais benefícios ambientais que essas vegetações podem promover, como, por exemplo, a redução na formação de enxurradas.

## **2.2. Benefícios (ou funções) da vegetação em ambientes urbanos**

Pode-se dizer que a cobertura vegetal em ambiente urbano tem funções, tais como a amenização do clima, o controle da umidade, o conforto térmico, o sombreamento, a retenção de gases poluentes e de partículas sólidas em suspensão e a melhoria da qualidade do ar, a redução de ruídos, a permeabilidade do solo, a manutenção da biodiversidade, o controle de processos erosivos no solo e a contenção de encostas, além de efeitos paisagísticos e estéticos. Além disso, podem estar associadas, também, a espaços livres de uso público que permitem acesso da população a áreas de lazer, de práticas de esporte, de entretenimento, socialização, etc. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 1992; MONTEIRO, 1994; AHERN, 1995; FONSECA, 1997; GUZZO, 1999; MACEDO, 1999; LOBODA; ANGELIS, 2005; FALCÓN, 2007; SIRKS, 2008; ASSIS, 2010; OLIVEIRA, 2010; SIMÃO, 2012).

As contribuições ecológicas que as vegetações proporcionam ao meio urbano ocorrem no sentido da amenização dos impactos decorrentes da concentração de poluentes atmosféricos, de efluentes líquidos, de exposição do solo, da manutenção da biodiversidade florística e da promoção de refúgios para a fauna. A função social está diretamente relacionada à oferta de espaços para o lazer, para prática de esportes, para o entretenimento e, de um modo geral, para uso da população (LOBODA; ANGELIS, 2005).

Para Sirks (2008) as áreas verdes urbanas devem abrigar equipamentos para favorecer o uso da população, sendo de fato benéficas à trama urbana quando ligadas a espaços de lazer e de socialização. Simão (2012) reforça esse argumento ao trabalhar com a ideia de que a disponibilidade de área verde de um município está relacionada com a quantidade de espaços livres de uso público, e que isso se reflete na qualidade de vida de sua população.

Já Guimarães (2010) afirma que muitos dos benefícios associados ao verde urbano não precisam necessariamente estar atrelados a algum uso pela população. O simples fato da existência de uma área verde protegida na cidade já traz benefícios para o clima, para a qualidade do ar, controle de ruído, proteção da fauna, dentre outros. Nessa mesma linha, Oliveira (2010) destaca que a preservação de áreas verdes em ambiente urbano é importante para a conservação da biodiversidade florística remanescente, e possibilita a existência de habitats e fontes de alimentação para a fauna da região. Além disso, áreas verdes proporcionam a permeabilidade dos solos, sendo de extrema importância para a recarga dos lençóis freáticos e a proteção dos mananciais.

Assis (2010) mostra que a vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, minimizando condições de extremos térmicos. De acordo com o autor:

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

Para Monteiro (1994) está comprovado que a geometria complexa das cidades, as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas edificações, a

impermeabilização do solo e a energia liberada em forma de calor pelas atividades antrópicas contribuem para a alteração do microclima das cidades. Para a autora:

A definição da localização dos espaços verdes é um óptimo (sic) exemplo de como, sem descurar a sua importante função lúdica como espaços de recreio e lazer, quando correctamente planeados (sic), podem também contribuir para diminuir o ruído e filtrar alguns poluentes ou ainda incrementar a ventilação e modificar os sistemas de circulação na cidade, reduzindo, portanto, as temperaturas extremas (MONTEIRO, 1994, p. 22).

Loboda e Angelis (2005) consideram que as áreas verdes desempenham um papel importante no mosaico urbano por constituírem pequenos remanescentes com condições ecológicas mais próximas das condições encontradas em áreas preservadas. Mas destacam que sua importância para a qualidade de vida urbana vai além dos benefícios ao meio ambiente, pois geram benefícios, também, para as condições físicas e psicológicas ao homem. Elas atenuam o sentimento de opressão em relação às grandes edificações e contribuem para a formação e o aprimoramento do senso estético.

Dentre as mais variadas formas e com as mais variadas funções em que se encontram na mancha urbana, a vegetação pode ser considerada, de um modo geral, como atenuante da manifestação das ações antrópicas sobre o território, seja para compor a paisagem das áreas edificadas, seja para amenizar os impactos ambientais. Dessa maneira, acredita-se que o planejamento de espaços vegetados na malha urbana deve ser realizado com o objetivo de se promover algum benefício para o meio, seja ele estético, ambiental ou social. É possível projetar espaços com as mais diversas finalidades, uma vez que o conhecimento das características das espécies vegetais permite que sejam utilizadas como uma opção para o planejamento dos espaços construídos.

A análise dos fragmentos de vegetação, realizada por métricas de paisagem, constitui numa avaliação morfológica e estrutural da paisagem, ou seja, nos permite interpretar (dentro do universo analisado) diversas condições associadas à vegetação, como, por exemplo, grau de fragmentação ou estágio de conservação. Isso, pois o uso predominante dado nas manchas de vegetação pode traduzir a forma como os mesmos se manifestam espacialmente. Ou seja, espera-se que, também, em ambiente urbano que as “funções” dadas aos fragmentos de vegetação remanescente tenham relação com a forma do mesmo. Assim será possível prever usos preponderantes para os fragmentos de vegetação ainda “não utilizados”,

indicando se há relevância para conservação ou uso público, por exemplo. Grandes áreas vegetadas, por exemplo, podem ser vistas como áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. Já os elementos lineares, com formas mais alongadas e complexas, podem abrigar outras funções também relevantes para o ambiente urbano, mesmo não sendo prioritárias para conservação da biodiversidade, como corredores verdes. Pequenas áreas podem estar associadas a praças, quintais ou pequenos parques. Como se percebe, há uma evidente relação entre forma e uso que será detalhada no Capítulo 5 deste trabalho, que trata dos resultados das análises.

Estudos como este reforçam a importância de se considerar o planejamento dos espaços verdes no escopo do planejamento urbano, pois podem contribuir significativamente para melhoria do ambiente urbano e, conseqüentemente, com a melhoria da qualidade de vida da população.

A inserção das áreas verdes e dos espaços verdes no planejamento das cidades já é tema de discussões há mais de um século. Entretanto, os conceitos ecológicos para o planejamento da paisagem, difundidos pela EP, começaram a ser incorporados no planejamento urbano apenas em meados da década de 1990. A apresenta-se, assim, uma breve revisão histórica sobre esses aspectos.

### **2.3. Histórico do Planejamento dos Espaços Verdes Urbanos**

Pode-se dizer que o planejamento dos espaços verdes em áreas urbanas não é tema recente, pois desde o fim do século XIX constam trabalhos como o *Garden cities of tomorrow*, de Ebenezer Howard, publicado em 1902 com ideais de construção de cidades repletas de áreas verdes que promoveriam a vida urbana em harmonia com a natureza (HOWARD, 1945). Considera-se que esse texto lançou bases para o planejamento das chamadas *Cidades Jardins*, termo que chegou a ser utilizado para definir a cidade de Belo Horizonte em seus primeiros anos de existência.

Falcón (2007) corrobora essa ideia ao afirmar que a incorporação das áreas verdes ao planejamento urbano começa a acontecer no início do século XX com a utilização paisagística e agrônômica dos espaços verdes na cidade. Segundo esse

autor, desde os primeiros projetos a ideia era a criação de alguns grandes parques verdes, com funções marcadamente ambientais, porém munidos de grandes equipamentos para o uso da população – como zoológicos –, grandes vias de conexão entre essas áreas e diversos pequenos parques urbanos e praças espalhadas pela cidade a fim de conformar áreas de fácil acesso à população local, como áreas para o lazer, para a contemplação e para o descanso. Entretanto, somente no fim do século XX, com a difusão do conceito de *corredores verdes*, é que o planejamento das áreas verdes urbanas definitivamente é concebido como algo que deve ser pensado conexo e inter-relacionado (FALCÓN, 2007).

Vale lembrar que após o fim da segunda guerra mundial há o fortalecimento dos movimentos ambientalistas em todo o mundo e, com isso, a difusão dos preceitos de preservação ambiental. Essas discussões que, em termos gerais, estão pautadas na busca pela melhoria da qualidade de vida das populações e manutenção dos recursos às gerações futuras, não incidem somente nos temas relacionados às unidades de conservação e outras áreas de proteção ambiental. Vem sendo crescente o debate acerca da melhoria da qualidade ambiental urbana. Nesse sentido, a manutenção de áreas dotadas de vegetação aparece em foco, praticamente como uma condicionante para a promoção de uma boa qualidade ambiental em áreas densamente edificadas, sobretudo pelo senso de que esses espaços podem ser benéficos para a trama urbana. Dessa maneira, os acordos internacionais para melhoria do meio ambiente reforçam, também, a inserção dos espaços verdes no planejamento urbano com o intuito de promover melhoria da qualidade de vida nas cidades.

De acordo com Falcón (2007) os conceitos relacionados ao planejamento de espaços verdes foram oficialmente incorporados ao planejamento urbano a partir da conferência *Man and Biosphere* (MAB) da UNESCO<sup>4</sup>, realizada em 1988, em Barcelona. Neste congresso, segundo o autor, foram definidos onze princípios básicos para o planejamento do verde urbano para uma cidade sustentável. Dentre eles, no que tange ao tema desta pesquisa, destaca-se: a exigência de um maior rigor na justificativa do desenho dos projetos dos espaços verdes; regular, por meio

---

<sup>4</sup> O Man and Biosphere (MAB) é um programa científico intergovernamental com o objetivo de definir uma base científica para a melhoria das relações entre as pessoas e o meio ambiente. Para mais informações acessar: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>>

de leis, o emprego de zonas livres da cidade, sem ocupações, para assegurar sua permanência futura; realizar acordo com proprietários de espaços verdes privados para incorporá-los ao sistema municipal; e que não se devem contabilizar como superfícies verdes aqueles espaços públicos quem têm um caráter de área verde apenas do ponto de vista ótico (estético), porque lhes faltam interesse e proveito real.

Conforme os princípios mencionados, percebe-se que a utilização das métricas de paisagem é de grande relevância para o planejamento dos espaços verdes, pois essa metodologia contribui para o diagnóstico da situação atual dos espaços verdes e, com isso, orienta e justifica intervenções nesse sentido. A partir dos resultados, é possível inferir acerca do grau de preservação dos fragmentos de vegetação, da disponibilidade ou carência de vegetação, da conectividade, dentre outros aspectos que podem orientar gestores públicos na tomada de decisões.

#### **2.4. Paisagismo**

Para Macedo (1999) a ideia de paisagem está associada aos conceitos de espaço e de lugar que abrigam ecossistemas complexos e diversos. Nesse sentido, a cada paisagem podem ser atribuídas as qualidades *ambiental, funcional e estética*. As duas últimas, na análise do autor, possuem caráter estritamente humano, social. Assim, de acordo com o autor, os processos de ocupação, desenho ou projeto de um determinado espaço devem considerar:

- a) As características funcionais do meio físico e suas susceptibilidades perante ação antrópica;
- b) As características climáticas do lugar;
- c) As características dos ecossistemas existentes – tendo em vista o potencial de aproveitamento, em termos de recursos, para a sociedade humana;
- d) Os valores sociais e culturais atribuídas ao local;
- e) Os padrões de ocupação antrópica;
- f) O grau de processamento das estruturas ambientais existentes e a conveniência de sua transformação a médio e curto prazo, ou seja, o potencial real da paisagem atual e as perspectivas futuras.

g) As características dos elementos componentes da estrutura morfológica da paisagem (quer seja suporte físico ou vegetação)

Para Macedo (1999) essas premissas são as principais bases do Paisagismo (ou arquitetura paisagística), que pode ser definido como um planejamento tridimensional das estruturas que compõem determinada paisagem, “de modo a qualificar ambiental, estética e funcionalmente um espaço livre determinado, que pode, de acordo com a escala do projeto, ter um significado complementar ou estrutural em relação ao espaço” (ib.id., p. 14). O autor ainda destaca que:

O plantio solitário de vegetação [...] não pode ser considerado, em geral, como um procedimento de arquitetura paisagística, já que é utilizado, na maioria das vezes, como uma ação decorativa, sem nenhuma intenção de organização tridimensional e estrutural do espaço (ib.id., p. 14).

O projeto de arquitetura paisagística sempre está aplicado ao espaço livre, seja uma rua, um parque, um pátio, um jardim; e não exige necessariamente a utilização da vegetação para sua concretização. É sempre resultado direto de uma ação programada e encomendada a um ator ou grupo de atores e, nesse sentido, é sempre operado no estilo do especialista que o projetou (MACEDO, 1999).

O paisagismo aparece de modo expressivo no Brasil a partir do século XX, sobretudo no período pós-guerra, associado ao intenso processo de urbanização e crescimento das cidades, o que gerou, também, uma demanda por mais espaços públicos livres de edificações. Tem Roberto Burle Marx como o principal projetista da arquitetura paisagística, cujos trabalhos existem, inclusive, em BH, como na Praça de Iemanjá situada na orla da lagoa da Pampulha.

A arquitetura paisagística brasileira, como um todo, tem porte, identidade e qualidade suficientes para torna-la um conjunto único e digno de respeito. Esse conjunto é fruto de 200 anos de experiências bem sucedidas, concentradas em duas figuras emblemáticas: Auguste François Marie Glaziou – o paisagista do II Império – e Roberto Burle Marx – o paisagista brasileiro do século XX – figuras que balizam e referenciam o trabalho de toda uma coletividade (MACEDO, 1999, p. 17).

Conforme o mesmo autor, três grandes linhas projetuais são identificadas na arquitetura paisagística brasileira:

- **Eclética:** trata o espaço livre sob uma visão romântica e busca a criação de espaços destinados à contemplação, como nos jardins de palácios reais ou campos bucólicos;
- **Moderna:** Representa a ruptura com o passado, forte postura nacionalista com a valorização da vegetação nativa, diversificação de usos favorecendo o lazer ativo. São ícones brasileiros da época os arquitetos e urbanistas Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Roberto Burle Marx, dentre outros.
- **Contemporânea:** Representa uma ruptura com os preceitos modernistas. Ganha força a partir da década de 1990 influenciada pelo viés ecológico de planejamento da paisagem e por tendências pós-modernas na utilização de antigos símbolos do passado. Possibilitou o surgimento de novas organizações para os espaços livres. “Denominações como utilitarismo, desconstrutivismo ecológico, pós-modernismo e neo-ecletismo podem ser atribuídas às diversas facetas projetuais da linha contemporânea” (ib.id., p. 18).

O autor considera que Belo Horizonte foi “a obra de construção paisagística de maior porte em todo o Eclétismo” no Brasil, tendo em vista o traçado em grelha cortado por boulevards inspirados nas experiências parisienses (ib.id., p. 50). Além disso, essa expressão pode ser observada no parque municipal Américo René Gianneti que foi projetado dentro do estilo romântico por Paul Villon. Já o complexo urbanístico paisagístico da Pampulha, de acordo com o autor, foi concebido dentro dos ideários de bairro-jardim em 1942, idealizado para ser palco da modernidade urbana das novas elites locais.

Atualmente há uma mescla dessas tendências no planejamento da paisagem de Belo Horizonte. Percebem-se ações como do DRENURBS<sup>5</sup> que propõem

---

<sup>5</sup> O Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural em Belo Horizonte, conhecido com DRENURBS, foi lançado em 2001 pela Administração Municipal de BH, como consequência das diretrizes do Plano Diretor de Drenagem (2001), com recursos financeiros do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). O objetivo do programa é promover a melhoria da qualidade de vida da população do município, através de ações de melhoramento ambiental, com ênfase na conservação de cursos d’água que, embora degradados pela poluição e pela invasão de suas margens, conserva-se em seus leitos originais (BELO HORIZONTE, 2003, p.14 apud SCHIMIDT, 2007, p. 101). De acordo com Bomtempo *et. al.* (2012), o DRENURBS está inserido dentro dos novos modelos de gerenciamento dos rios urbanos que trabalham com soluções integradas, buscando manter o curso d’água em seu leito natural, despoluindo suas águas e revitalizando seu entorno. Essa tendência está expressa na Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual preconiza uma parceria entre o Poder Público, os usuários e as comunidades locais, propondo o equilíbrio entre os requisitos técnicos das obras e as expectativas

intervenções na paisagem sob a ótica ambientalista, típica das correntes contemporâneas, que visam reestabelecer as relações ecológicas no entorno dos cursos d'água juntamente com a promoção de espaços de uso público (Figura 6). E na contramão desse processo, existem grandes obras como a do Boulevard Arrudas que promovem a canalização do principal curso d'água do município para uma reestruturação viária. Resultado desse processo é a criação de espaços verdes com finalidade apenas estética (Figura 7).



Figura 6: Parque Primeiro de Maio – Obra do DRENURBS

Disponível em: <[http://www.cobrape.com.br/det\\_noticia.php?id=125](http://www.cobrape.com.br/det_noticia.php?id=125)>. Acesso em 18 dez. 2012



Figura 7: Trecho finalizado do Boulevard Arrudas

Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/portalphb/7113716541/>>. Acesso em 18 dez. 2012

---

sociais da população em geral. A proposta é a de inversão da situação de degradação dos cursos d'água a partir da preservação e recuperação dos córregos/rios que ainda estão em leitos naturais, incluindo-os na paisagem urbana (Brasil, 1997; BOMTEMPO et. al., 2012). Para mais detalhes sobre o programa DRENURBS ver portal da Prefeitura municipal de Belo Horizonte <[www.pbh.gov.br](http://www.pbh.gov.br)>, Schimidt (2007) e/ou Bomtempo et. al. (2012).

O uso das métricas de paisagem para planejamento dos espaços verdes urbanos não pode ser considerado como um trabalho de paisagismo. Porém, a utilização dessa metodologia pode contribuir para a formulação de um conhecimento espacial básico para ações de arquitetura paisagística, pois a análise morfológica bidimensional dos espaços verdes ajuda na identificação de algumas premissas de projetos de arquitetura paisagística, como: as características funcionais da paisagem e de seus elementos constituintes; os padrões de dispersão/ocupação dos elementos estruturantes; o grau de processamento das estruturas; e o potencial real da paisagem.

## **2.5. Planejamento a partir das Métricas de Paisagem**

Pode-se dizer que um projeto paisagístico parte de processos analíticos, no qual são analisadas diversas variáveis, para se chegar ao processo de síntese, quando são escolhidas as formas e modo de ocupação do território que traduzem a soma dos valores avaliados. A representação bidimensional é, nesse caso, a expressão gráfica desse processo, um olhar zenital sobre a paisagem que exige uma abstração do leitor para que o código utilizado seja traduzido na interpretação do espaço real e do espaço projetado (MAGALHÃES; MOURA, 2013).

No que se refere especificamente ao estudo da morfologia da paisagem, através de métricas de paisagem, considera-se que as formas, naturalmente, traduzem as funções dadas ao espaço projetado. Nesse sentido, as teorias da Ecologia da Paisagem, aplicadas a partir das métricas de paisagem, são pertinentes por considerarem a relação intrínseca entre “função, estrutura e transformação”. Dessa maneira, é possível qualificar paisagens a partir quantificação de sua a estrutura, o que considera o padrão da paisagem e de seus constituintes, como tipos de cobertura do solo (FORMAN; GORDON, 1986; LEITÃO *et. al.*, 2006).

A busca é por um equilíbrio na composição da paisagem que, no caso deste estudo, resulte em qualidade de vida urbana. Interessa saber, no contexto do adensamento urbano, como estão os arranjos espaciais dos fragmentos de manchas de cobertura vegetal, assim como sobre suas condições de dimensão e forma.

Pergunta-se quais formas de ocupação e, neste caso, de dispersão da cobertura vegetal, deseja-se em um ambiente urbano.

Observa-se que o estudo das métricas na escala urbana pode ser realizado a partir de diferentes perspectivas, tanto na compreensão das condições ambientais da cidade como um todo, como na análise local, que chega à unidade de quadras e lotes, definindo parâmetros para a ocupação urbana que sejam do interesse de ações de planejamento e, por consequência, de políticas públicas.

### ***2.5.1. Espaços Verdes Urbanos: Formas, Funções e Usos***

Ao se analisar os fragmentos de vegetação remanescentes em uma mancha urbana se reconhece que grandes áreas de vegetação preservada podem abrigar funções ambientais significativas e benéficas para o ambiente urbano. Entretanto, podem não favorecer o uso e apropriação do espaço pela população, uma vez que os grandes fragmentos são, às vezes, inacessíveis a grande parte das pessoas. Nesse sentido, as formas mais alongadas e mais complexas<sup>6</sup>, que são consideradas frágeis e indesejadas para conservação ecológica, podem ser mais apropriadas para o ambiente urbano, uma vez que a maior área de contato com o entorno as tornam mais acessíveis.

Assim, tendo em vista que a vegetação em ambiente urbano pode estar associada a usos variados, não sendo apenas para conservação ambiental, deve-se buscar quais formas podem traduzir essas relações de uso que mesclam fins sociais e ambientais.

Nesse sentido, Falcón (2007, p. 40) defende que:

A importância de um espaço verde não depende unicamente de sua dimensão ou da vegetação que contém, mas do cumprimento eficaz da função que lhe foi atribuída no sistema verde da cidade, formado por peças de usos e tamanhos diferentes, com funcionalidades complementares e inter-relacionadas (tradução nossa).

Certamente o que deve prevalecer é a mescla dessa composição, uma vez que cada área, com seu respectivo tamanho e localização na trama urbana, adotará uma função distinta. Grandes áreas abrigam melhores condições ambientais e têm

---

<sup>6</sup> Ver figura 9, pág. 45.

maior poder de influenciar o entorno, no sentido da melhoria da qualidade do ar e amenização climática e, também, em maior capacidade de usuários. Entretanto, muitas vezes essas grandes áreas se constituem em locais distantes e/ou com certa restrição de acesso, como Parques, Jardins Botânicos, Zoológicos, dentre outros.

Por isso, os pequenos espaços vegetados são importantes, para facilitar o uso cotidiano, local, acessível a diversos extratos sociais e diferentes faixas etárias. Pela menor biomassa, os pequenos espaços verdes sofrerão maiores impactos do entorno, o que demandará maior frequência e custo de manutenção, mas eles são alternativas possíveis para locais densamente edificados. Além disso, deve-se destacar, também, que a arborização viária, os jardins particulares, os quintais vegetados e os pequenos parques urbanos, por exemplo, podem contribuir para formação de uma rede de espaços verdes contribuindo para melhoria do ambiente urbano.

O croqui de um parque urbano elaborado por Bessa (2012) ilustra claramente essa situação de como os conflitos de usos podem ser trabalhados a fim de se obter um melhor aproveitamento dos espaços verdes remanescentes na malha urbana (Figura 8).

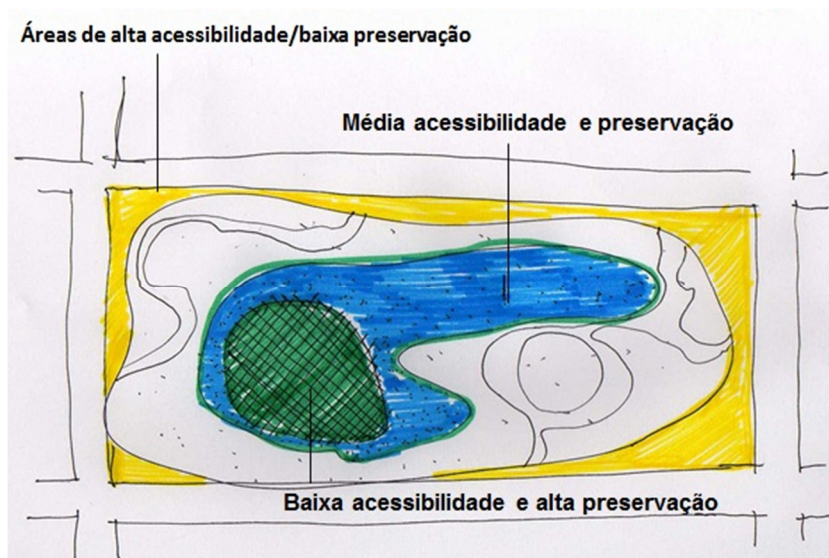


Figura 8: Conflitos: Parques Urbanos ou Unidades de Conservação Urbanas

Fonte: BESSA, 2012

Nesse exemplo, uma mesma área abrigaria diversas funções e conciliaria preservação ambiental com promoção de espaços livres para uso da população.

Nota-se que as regiões de maior acessibilidade e menor preservação são mais estreitas e alongadas, ou seja, possuem elevada superfície de contato com o entorno o que resulta em maior facilidade de acesso. Já a zona de alta preservação possui baixa superfície de contato com o entorno, pois é constituída por um núcleo coeso onde há menor acessibilidade e, conseqüentemente, sofre menor interferência das ações externas. Caso fossem aplicadas métricas de paisagem sobre esse exemplo, a fim de identificar áreas prioritárias para preservação ambiental e áreas prioritárias para uso da população, a área indicada para conservação ambiental seria identificada pela existência de grande área núcleo e baixa relação perímetro/área, ou seja, por uma forma estável e menos complexa, mais próxima de um círculo. As áreas de baixa preservação e alta acessibilidade seriam representadas por elevada relação perímetro/área, ou seja, por formas mais alongadas e complexas.

A comparação entre a complexidade de formas distintas pode ser observada na Figura 9, a seguir, elaborada por Moura (2010).

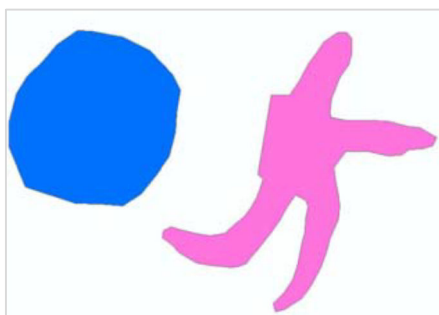


Figura 9: Grau de Complexidade de Formas

Fonte: Moura (2010)

A figura demonstra que o círculo azul à esquerda corresponde a uma forma mais simples que traduz baixa superfície de contato com o entorno, baixa relação perímetro/área, baixa acessibilidade, elevada estabilidade, presença de grande área nuclear isenta de contato com o exterior. Esses fatores indicam que essa forma possui potencial para preservar as relações ecológicas existentes no seu interior. Já o elemento estrelar rosa à direita possui uma forma complexa, com elevada relação perímetro/área, grande superfície de contato com o entorno, alta acessibilidade, baixa estabilidade, presença de pequena área núcleo em seu interior. Esses fatores indicam que a forma é “flexível” e mais dinâmica, ou seja, favorece o fluxo, a troca, a

circulação, a transposição, o percurso e a fluidez. Embora apresente maior fragilidade ambiental, possui potencial, para usos multifuncionais em ambientes urbanos, sendo adequadas para abrigar equipamentos públicos com fins sociais.

### **2.5.2. Tipologias de Espaços Verdes**

Falcón (2007) apresenta estudos realizados na Espanha e no Reino Unido para definição das tipologias de espaços verdes urbanos. De um modo geral, as tipologias definem o uso principal que lhes é associado, tais como: parques e jardins públicos; equipamentos para crianças e adolescentes; espaços para o lazer; equipamentos esportivos; cemitérios; e corredores verdes. Essas tipologias de espaços verdes são subdivididas e detalhadas de acordo com cada situação<sup>7</sup>. Dentre as diversas tipologias apresentadas, foram separadas aquelas mais relevantes para o presente estudo, e que são definidas da seguinte maneira:

- **Grandes peças, Parques Florestais e Parques urbanos:** pulmões de oxigenação dentro da cidade onde residem os principais resquícios da flora nativa e os abrigos da biodiversidade faunística e podem acolher diversos tipos de serviços e grande quantidade de usuários. Devem ser dotados de equipamentos e atividades para atração e apropriação da população, entretanto exigem maior controle e fiscalização. Em Belo Horizonte, podem ser citados os parques urbanos, como o Parque Municipal, Parque Lagoa do Nado, dentre outros, a Estação Ecológica da UFMG (E-Eco), o Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MHNJB-UFMG) e a Fundação Zoobotânica;
- **Corredores verdes e Parques lineares:** conceito influenciado pela ecologia, sua função principal é conectar diferentes elementos que configuram uma paisagem e que favoreçam o fluxo energético, material e de organismos – neste caso considerando, também, o homem. Nas cidades, pode ser formado pela arborização viária, pelos parques lineares e por outras pequenas peças no intuito de conectar os grandes espaços verdes. Em Belo Horizonte, pode ser

---

<sup>7</sup> Para detalhes ver Falcón (2007)

considerada a arborização de vias como a Avenida Barbacena, Avenida Alfredo Balena, dentre outras, e o Parque Linear da Avenida José Cândido da Silveira;

- **Parques e jardins históricos:** cemitérios, parques, praças, etc., dotados de material de relevância histórica, cultural e arquitetônica. Em Belo Horizonte pode-se citar o Cemitério da Paz, o Cemitério Parque Bosque da Esperança, o Museu Histórico Abílio Barreto, dentre outros;
- **Jardins temáticos:** por exemplo, jardim de rosas, jardins sensoriais, etc. Possuem funções socioculturais e educacionais, e permitem acessibilidade de integração de pessoas com deficiência. Em Belo Horizonte, pode-se citar o Jardim Japonês e as Estufas Temáticas com vegetações dos Biomas de Minas Gerais, ambas localizadas na Fundação Zoobotânica;
- **Pequenas peças e Praças Arborizadas:** têm como objetivo se constituir em espaços verdes próximos, adequados ao uso diário, e salpicar o tecido urbano, favorecendo no sentido ambiental (com qualidade do ar), social (como praças para lazer) e paisagístico (como embelezamento);
- **Áreas residuais:** do parcelamento ou de empreendimentos privados que se constituem em pequenos espaços verdes. Em Belo Horizonte pode-se citar as áreas residuais da Mina de Águas Claras da Companhia Vale do Rio Doce Mineração (CVRD-Mineração);
- **Verde de acompanhamento da circulação:** rotatórias, pequenas peças que acompanham as vias de circulação, taludes com vegetação. Alta capacidade ornamental, função paisagística.

Além desses, acrescentam-se os **jardins e quintais privados** que podem contribuir significativamente para manutenção de áreas verdes e espaços verdes na cidade, favorecendo o fluxo gênico e a manutenção de áreas impermeáveis. E, também, os locais onde se desenvolvem a **Agricultura Urbana** no município, como os Centros de Vivência Agroecológica (CEVAE).

Diante dessa grande variedade de tipologias de espaços verdes urbanos, pergunta-se qual é a configuração ideal. Poucos, muitos, pequenos ou grandes? A resposta a essa questão certamente é a de que todas as formas, cada uma cumprindo um papel específico, é a configuração ideal. Percebe-se que as tendências contemporâneas indicam para a criação de um sistema interligado, que

promova a mescla de uso, a complementação das funções sociais, ambientais e ornamentais e uma harmônica dispersão desses elementos pela paisagem urbana.

## **2.6. Sistemas de Espaços Verdes: Alternativas Possíveis**

Conforme mencionado, sistemas de espaços verdes e áreas verdes devem ser compostos por peças de tamanhos e usos diferenciados e com funções complementares e inter-relacionadas. Nesse sentido, devem ser direcionados os usos destinados a cada localidade para que possa ser computada a área disponível em cada tipologia. Falcón (2007) destaca que arborização viária, jardins particulares e parques urbanos, por exemplo, devem ser tratados de maneiras distintas, pois cumprem funções distintas na cidade.

Dentre as possibilidades para ampliação dos espaços verdes em áreas de adensamento populacional e de edificações, destaca-se o uso da arborização viária para criação de corredores verdes. Os corredores verdes são elementos lineares dispersos sobre um terreno, desenhados e manejados para múltiplas finalidades, incluindo ecológicas, recreativas, culturais, estéticas e podem ser pensados como alternativas para a mobilidade urbana, através do favorecimento da circulação de pedestres e ciclistas por meio de faixas preferenciais (AHERN, 1995; FALCÓN, 2007).

Segundo Falcón (2007) uma das peças principais para uma cidade ambientalmente sustentável são os parques lineares, que consistem em uma faixa contínua vegetada que une os principais fragmentos de vegetação da cidade, como um conjunto de parques urbanos. Além disso, é interessante que esse sistema se conecte com a massa vegetal periurbana, permitindo que haja uma percolação da mesma com o tecido urbano e que multiplique os benefícios da rede verde já existente (JIM; CHEN, 2003).

Um bom exemplo de corredores verdes é o projeto *Madrid Río* que promoveu a cobertura da rodovia M-30 na cidade de Madri (Espanha) e resultou em uma das maiores operações de reequilíbrio ecológico na história da cidade (Figura 10). Esse local onde circulam milhares de carros diariamente se tornou em um grande parque linear, um corredor verde, que se estende da região sul à região oeste da cidade,

ligando bosques, espaços verdes, jardins históricos e parques urbanos que estavam dispersos e sem conexão entre eles, dotando a cidade de uma infraestrutura ambiental ímpar em relação às grandes metrópoles (MADRID, 2011).



Figura 10: Corredor Verde – Madrid Río

Disponível em:

[http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ProyectosSingularesUrbanismo/MadridR%C3%ADo/J\\_Multimedia/Fotos/IMG\\_0307.JPG](http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ProyectosSingularesUrbanismo/MadridR%C3%ADo/J_Multimedia/Fotos/IMG_0307.JPG). Acesso em 27 dez. 2012.

Além dos corredores verdes, vale citar que em cidades europeias tem sido crescente a utilização de vegetação em muros e cobertura de edifícios, conhecidos como “jardins verticais” e “telhados verdes”, ou mesmo “jardins de bolso” (*Pocket Garden*) (FALCÓN, 2007). Esses elementos contribuem não apenas para o embelezamento, mas, também, para amenização dos gradientes térmicos e melhoria da qualidade do ar, como também para a integração comunitária e suas manutenções (Figuras 11 e 12).

O telhado verde se caracteriza por ser um jardim de substrato raso nas coberturas das construções e pode promover benefícios, como: conforto térmico dos ambientes internos, redução da temperatura local em centros urbanos, aumento do conteúdo de oxigênio e umidade do ar, diminuição da poluição sonora, absorção de poluentes e poeiras, filtragem natural da água da chuva, melhoramento estético, dentre outros.



Figura 11: Telhado Verde

Disponível em <http://weshareideias.com.br/teto-verde/>. Acesso em 05 jan. 2013



Figura 12: Jardim Vertical – Museu do Quai Branly, em Paris.

Disponível em <http://vejasp.abril.com.br/blogs/morar-em-sp/2012/12/a-moda-dos-jardins-verticais/>.  
Acesso em 05 jan. 2013

Como mencionado no item anterior, outra opção viável é o incentivo à preservação da vegetação nos quintais e jardins particulares, onde podem ser utilizadas plantas medicinais, comestíveis, frutíferas, ornamentais, dentre outras.

Essas contribuem para manutenção da biodiversidade florística e faunística e para melhorias do ambiente, de um modo geral.

Como se percebe, as alternativas podem ser pensadas separadamente, em escalas locais, mas o ideal é que estejam contempladas em um sistema regional integrado, pois a estruturação em rede possibilita “a agregação de valores de cada uma das partes, potencializando os benefícios ambientais e paisagísticos do conjunto” (OLIVEIRA, 2010, p. 76).

Vale destacar que um “sistema” não é aqui entendido apenas como um conjunto. De acordo com Hijioaka *et. al.* (2007, p. 121) “ele se define a partir do momento em que os elementos desse conjunto interagem, ou seja, quando eles estabelecem relações”. Conforme esses autores, ele pode ser totalmente projetado, parcialmente projetado ou decorrente da somatória de intervenções locais, ou seja, a criação de um sistema de espaços verdes não necessita necessariamente de um planejamento prévio. Mas sim da identificação das áreas, da definição do potencial de uso, da identificação das carências e, com isso, da proposição do aproveitamento adequado dessas áreas para composição de um sistema em macro escala.

A análise dos elementos que compõem a paisagem urbana sob a ótica ecológica, que considera um sistema interligado, permite a noção de que a alteração das estruturas ou da função de cada elemento irá afetar o conjunto, ou seja, terá repercussão sobre a matriz. Forman e Godron (1986) apontam que há um consenso entre ecologistas e planejadores de paisagem no que diz respeito à redução dos efeitos de fragmentação da paisagem. Para isso, a estrutura da paisagem deve ser pensada como uma estrutura composta por “fragmentos e corredores”, um conceito espacial que inclui corredores e trampolins para conectar fragmentos isolados.

Por fim, destaca-se que para a efetivação de um sistema integrado de espaços verdes e de áreas verdes são necessárias medidas legais para proteção dessas áreas protegidas, de modo a assegurar a existência das mesmas futuramente. Assim, seria possível incorporar à cidade as áreas verdes como parte do seu próprio tecido e não como um bem que se deve buscar fora dele (SALVADOR PALOMO, 2003).

### ***3. Análise Histórica, Política e Geográfica de Belo Horizonte***

---

#### ***Caracterização da Flora Nativa; Políticas e Ações; e Transformações Espaço-Temporais***

Neste capítulo são apresentadas as principais características da flora nativa da região de Belo Horizonte, as políticas públicas e alguns agentes envolvidos na manutenção dos espaços verdes na capital, e alguns marcos históricos que demonstram o crescimento urbano, tais como a remoção da cobertura vegetal e a criação de espaços verdes.

Essa discussão se faz importante na medida em que aponta a relevância da vegetação no contexto geográfico em que se insere a cidade de Belo Horizonte. Além disso, é destacada a escassez (ou completa ausência) do planejamento dos espaços verdes inseridos no âmbito do planejamento urbano ao longo dos anos na capital. Tais fatos reforçam a importância de estudos voltados para o planejamento integrado da paisagem, avaliando as potencialidades e carências, como é proposto neste estudo. Sobretudo, no que tange à relevância de um sistema integrado de espaços verdes focado na manutenção (mesmo que mínima) da biodiversidade local aliada à promoção de áreas de uso público.

Ao longo do segundo semestre de 2012 foram realizadas diversas discussões relacionadas às políticas e gestão da Biodiversidade Urbana em Belo Horizonte em uma disciplina ofertada no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências (IGC) da UFMG. Os produtos obtidos a partir do envolvimento dos discentes e docentes estão alimentando um dossiê que irá compor as discussões acerca das estratégias para manutenção da biodiversidade local pelos países signatários da Convenção da Diversidade Biológica. Essas ações são geridas pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade das Nações Unidas (*United Nations University, Institute of Advanced Studies – UNU-IAS*). O envolvimento nas discussões e a participação ativa na elaboração do produto final contribuíram significativamente para elaboração de grande parte das discussões apresentadas neste capítulo.

### 3.1. Caracterização da Vegetação na Área de Estudo

Em Minas Gerais as diferenciadas formas de relevo influenciam diretamente na circulação atmosférica regional e na dispersão da umidade e, conseqüentemente, condicionam as fitofisionomias presentes no estado. O principal conjunto de serras do estado, que regionalmente é conhecido como Serra do Espinhaço, além de ser um grande divisor das bacias hidrográficas do rio Doce e do rio São Francisco, atua, também, como um divisor de biomas (Figuras 13 e 14).

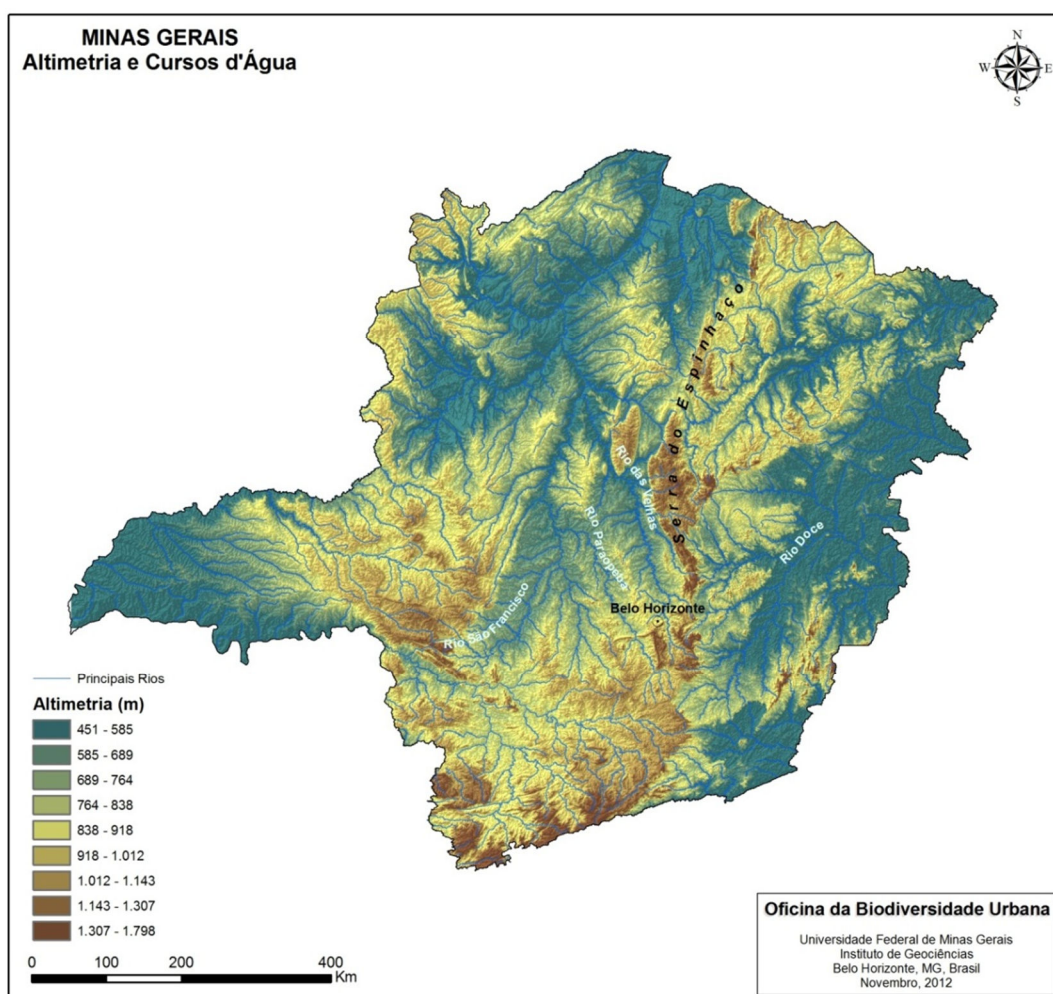


Figura 13: Altimetria e principais cursos d'água de Minas Gerais

Fontes da base cartográfica: EMBRAPA (2001), IBGE (2009), IGAM (2009).

Elaborado pelo autor.

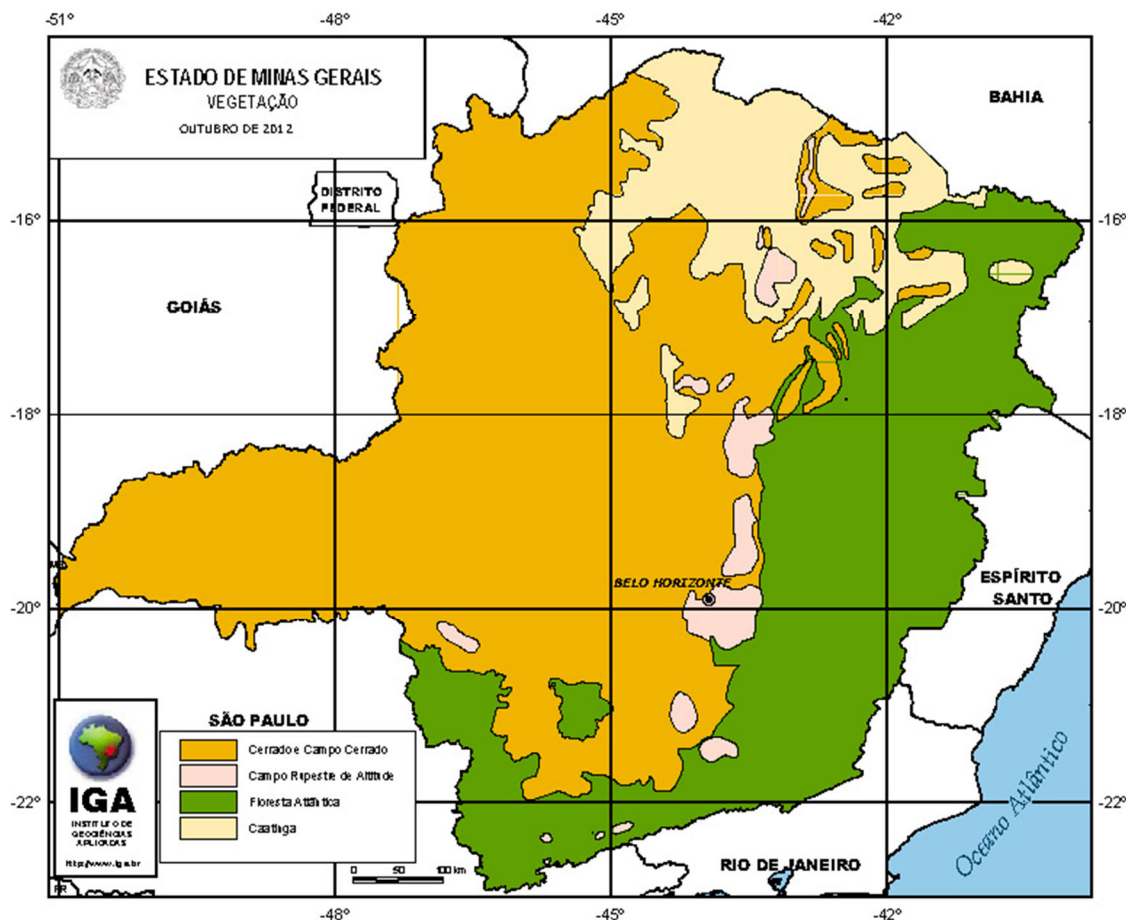


Figura 14: Biomas de Minas Gerais, 2012

Fonte: IGA, 2012

Na porção leste do espigão mestre, devido ao grande aporte de umidade proveniente do oceano Atlântico, predomina o bioma da Mata Atlântica, o segundo maior do estado, composto por vegetação do tipo estacional semidecidual. Para além das barreiras impostas pela serra do Espinhaço, espécies típicas da flora da Mata Atlântica podem ser encontradas nas matas ciliares, onde há maior disponibilidade hídrica. Na Mata Atlântica predominam florestas densas, constantemente verdes, devido aos elevados índices pluviométricos. Na porção oeste da Serra do Espinhaço e ocupando a maior parte do estado, predomina o bioma do Cerrado, composto por vegetação caducifólia, ou seja, de plantas que perdem as folhas em determinado período do ano devido ao estresse hídrico. O cerrado se subdivide em formações campestres, savânicas e florestais em função da disponibilidade de água e nutrientes no solo (AB'SABER, 2003; GONTIJO, 2003; SOUZA, 2005; INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2005). Além desses

biomas, é encontrada ainda a Caatinga, ao norte do estado, e os campos de altitude e campos rupestres nas regiões serranas, conforme exposto na Figura 14.

De acordo o Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2005), Minas Gerais possuía, em 2005, cerca de 33,8% de seu território ocupado com vegetação nativa. Deste montante, 19,94% eram de vegetação de Cerrado, 10,33% de vegetação da Mata Atlântica e 3,48% de Caatinga. As demais áreas são ocupadas, basicamente, por atividades agropecuárias ou manchas urbanas.

Situada próxima à porção meridional da Cadeia do Espinhaço, a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) encontra-se em uma faixa fitofisionomicamente peculiar do estado, que corresponde à zona de transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado. Árvores típicas do cerrado, como Barbatimão, Corticeira, Ipê Tabaco, Pau Santo, Quaresmeira, Sucupira do Cerrado e Pequi, além de espécies da Mata Atlântica, como o Pau-Rei, ainda podem ser encontradas nas matas remanescentes de Belo Horizonte e região. Além dessas, existem, também, vegetações de campo rupestre em meio aos afloramentos de rochas ferruginosas situados na Serra do Curral, limite sul de Belo Horizonte (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 1992; LEMAF-UFLA, 2012).

Essa serra integra o complexo geológico e geomorfológico conhecido como Quadrilátero Ferrífero, onde foram registrados altos índices de endemismos e grande variabilidade de espécies de flora (JACOBI; CARMO, 2008; MESSIAS *et. al.*, 2012). Para Jacobi e Carmo (2008) trata-se do ecossistema menos estudado do estado e, também, o que abriga maior quantidade de espécies ameaçadas de extinção, devido ao alto endemismo e à concentração de atividades minerárias.

Como se percebe, na região de Belo Horizonte são encontradas espécies da flora de, pelo menos, três tipos de biomas distintos, o que confere à região um potencial para abrigar grande variabilidade florística. Além disso, esses biomas são considerados prioritários para formação de corredores ecológicos, uma vez que estão em zonas de transição entre fitofisionomias distintas. Tal condição pode ser observada na Figura 15 que mostra as áreas prioritárias de conservação no estado de MG, elaborado a partir de dados da Fundação Biodiversitas (2005).

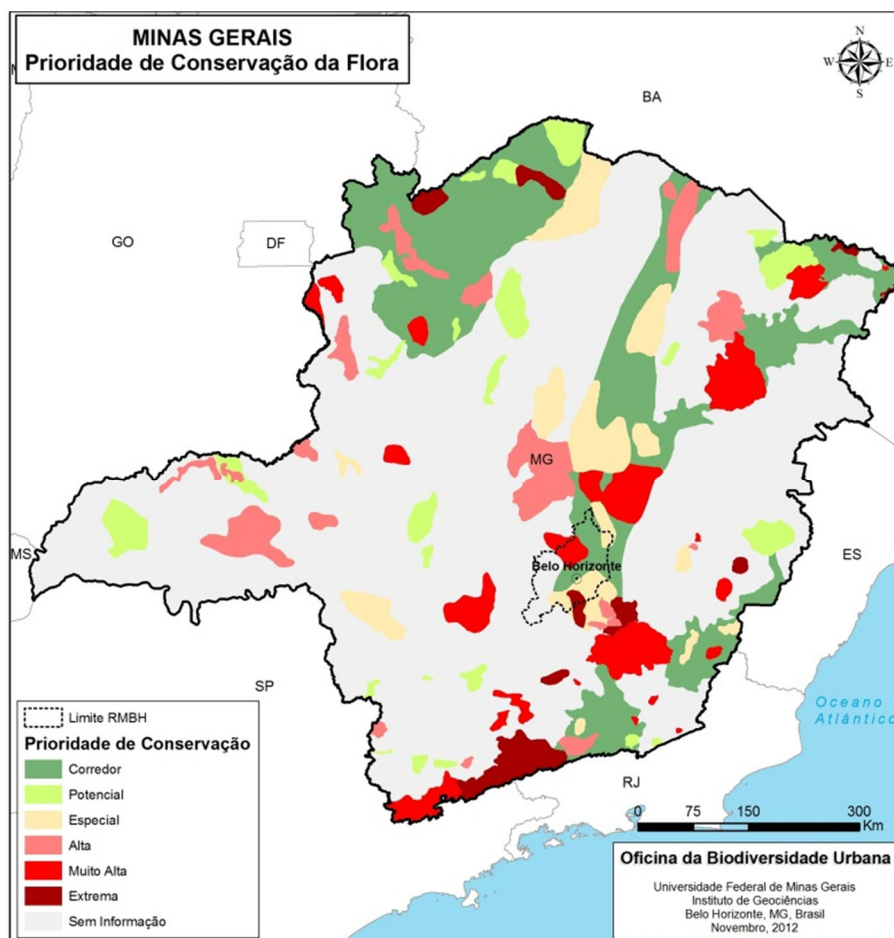


Figura 15: Prioridade de Conservação da Flora em Minas Gerais, 2005

Fonte da base cartográfica: SEMAD (2010)

Elaborado pelo autor

Mesmo sendo questionáveis os quesitos e as variáveis que compõem as bases dos estudos da Fundação que culminaram na espacialização dessas “Áreas Prioritárias para Conservação”, sobretudo da categorização escolhida para representar o “grau de prioridade de conservação” (alta, extremamente alta, especial, etc.), esses dados reforçam a noção da importância da preservação de remanescentes de mata nativa na RMBH. Principalmente por estar numa faixa de transição de biomas e ser a região com a maior malha urbana do estado.

Nesse sentido, a conservação dessas áreas contribui não apenas para manutenção de um bom ecossistema local, mas, também, para manutenção da história natural da região. De acordo com os dados da Fundação Biodiversitas<sup>8</sup>, a RMBH está numa zona de fundamental importância para conservação da flora no

<sup>8</sup> Para mais detalhes, ver: Costa (1998); Drummond et al. (2005).

estado. Dentre as categorias adotadas pela Fundação, na RMBH existem zonas de Alta, Muito Alta e Extrema Prioridade de Conservação. Além de grande parte de sua extensão estar inserida numa zona destinada a formação de corredores ecológicos, conforme mencionado. Esse documento desde 1998 vem sendo considerado a base para a formulação de políticas públicas estaduais de conservação da biodiversidade, conforme estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM nº 55 de 13 de junho de 2002.

Alguns levantamentos florísticos já realizados em Belo Horizonte e região metropolitana reforçam o argumento da diversidade biológica nativa da região, pois comprovam a existência de diversas espécies endêmicas e aquelas ameaçadas de extinção<sup>9</sup>. Dentre eles, destaca-se o realizado por Félix (2009) no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MHNJB-UFMG), por ser o local onde se encontra um dos principais remanescentes de vegetação encontrados na área de estudo deste trabalho (se não o principal) e por ser um centro de pesquisa e preservação de história natural existente desde o ano de 1969 (MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL E JARDIM BOTÂNICO DA UFMG, s/d).

O Museu se constitui numa das maiores áreas verdes remanescentes no município (60 ha) e abriga vegetação em estágio avançado de regeneração dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado. Local e regionalmente ele possui um papel estratégico fundamental na manutenção da qualidade ambiental, conforme é possível observar nos resultados das métricas de paisagem que são apresentados no Capítulo 5 deste trabalho.

De acordo com Félix (2009), o MHNJB-UFMG abriga espécies nativas remanescentes da antiga Fazenda dos Guimarães, com exemplares de jacarandás e copaíbas, e espécies plantadas nos antigos locais de pastagem da mesma fazenda. No levantamento florístico do autor, que contempla apenas alguns trechos do MHNJB, foram registradas 399 espécies pertencentes a 285 gêneros e 88 famílias botânicas. A flora do MHNJB compõe-se de 43% de espécies autóctones (nativas da flora local remanescente), 40% de alóctones (exóticas oriundas de outras partes do Brasil ou do Mundo) e 17% de localidades indeterminadas. O hábito predominante foi o arbóreo, com 60% das espécies, seguido pelo arbustivo (18%), herbáceo (15%) e trepador (5%), a flora epifítica, menos representada, abaixo de 3% das espécies.

---

9 Ver: Brandão (1992); Brandão; Araújo (1992); Félix (2009); Kamino (2002); Machado *et. al.* (2008).

Duas espécies autóctones ameaçadas de extinção, *Dalbergia nigra* (Jacarandá da Bahia) e *Melanoxylon brauna* (Braúna-Preta), são ali encontradas. Para o autor, o MHNJB constitui-se num mosaico florestal com áreas em diferentes estágios sucessionais e estados de conservação, tendendo, de um modo geral, para o estágio médio ao avançado de regeneração natural, tanto nas áreas de mata nativa quanto naquelas resultantes de plantios.

O levantamento florístico realizado mostrou que a área do MHNJB, além de sua importância para o lazer da população belo-horizontina, também resguarda um valioso patrimônio da biodiversidade original da floresta estacional semidecidual remanescente.

Como se percebe, Belo Horizonte está localizada em uma região com características peculiares que reforçam ainda mais a necessidade de conservação dos fragmentos vegetais remanescentes. Em concordância aos estudos em EP, considera-se a fragmentação de paisagens naturais como um dos principais motivos para perda da biodiversidade e da quebra das relações ecológicas, pois são interrompidos os fluxos gênicos, materiais e energéticos. Essas perdas, em regiões metropolitanas, estão diretamente relacionadas à expansão horizontal da mancha urbana e das demais áreas antropizadas, como áreas mineradas, áreas agrícolas, de silvicultura e pastagens. Portanto, é necessário garantir, mesmo que minimamente, a conservação dos fragmentos de vegetação remanescentes dentro da mancha urbana para que não haja uma completa ruptura dos fluxos genéticos, materiais, energéticos e de organismos a fim de minimizar implicações ecológicas severas, como a extinção de espécies.

### **3.2. Construção de Belo Horizonte e Histórico de Transformações da Paisagem**

Belo Horizonte foi desenhada para uma população de 200.000 habitantes. Entretanto, foi inaugurada, em 1897, com apenas 11.252 habitantes e experimentou, ao longo de sua história, um constante “ultrapassar das projeções”, o que teve implicações, inclusive, nos diversos planos de saneamento básico (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997). O rápido crescimento populacional e da malha urbana, já

nas primeiras décadas de sua existência, gerou uma constante corrida do poder público no sentido de suprir os diversos serviços e infraestruturas demandadas (MESQUITA, 2010).

Esse crescimento urbano e populacional, em partes, é associado ao fortalecimento da indústria na região metropolitana de BH e obrigou os gestores públicos a providenciarem intervenções estruturais em caráter emergencial. O trânsito foi se tornando caótico com o passar dos anos e diversos fatores levaram ao crescimento das ocupações irregulares e com infraestrutura precária. O plano proposto para Belo Horizonte é considerado, desde sua origem, segregacionista e em virtude disso o déficit de infraestruturas foi maior, também, nas periferias da cidade. Dessa maneira, o atendimento a essas carências sempre ocorreram depois da consolidação da ocupação, o que gerou “quadros de situações caóticas, como acúmulo de lixo e derramamento de efluentes e vias públicas e córregos da cidade” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997, p. 278).

Diante desse contexto crítico, os gestores públicos iniciaram uma série de intervenções emergenciais para sanar os problemas, mas sem atuar sobre a causa dos mesmos, a exemplo do Prefeito Souza Lima (1967-1971) que considerou a canalização dos cursos d’água como a solução mais eficaz para a crise do saneamento em BH. E, mesmo em época que a Europa preconizava a despoluição dos cursos d’água e a conscientização do uso da água, valorizando a importância histórica dos canais na formação das cidades, Belo Horizonte andou na contramão dessa tendência (MESQUITA, 2010). Nesse momento, iniciou-se um processo que levou à criação de uma política de canalização, retificação e fechamento dos cursos d’água na cidade, alterando definitivamente a paisagem sob o argumento de mobilidade urbana e higienização.

Essas alterações não afetaram apenas os cursos d’água do município. A cobertura vegetal da cidade, historicamente, também foi suprimida para viabilizar processos de expansão urbana e tentativa de melhoria da mobilidade. O projeto inicial de arborização de Belo Horizonte foi proposto com espécies floríferas e, principalmente, frutíferas, como o exemplo dos fícus presentes na Avenida Afonso Pena, as mangueiras da Avenida Alfredo Balena, jenipapos na Praça da Estação. Caju, Araticum, Mangaba, Cagaiteira, Jatobá, Gabiroba e Araçá também eram encontrados na capital (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 1992).

A grande presença de árvores e jardins fez com que a cidade ficasse conhecida como “Cidade Jardim” em seus primeiros anos de existência. Entretanto, ao longo dos anos observa-se que houve um corte sistemático de árvores para abertura de novos loteamentos, implantação de edificações e infraestrutura urbana em geral o que promoveu a redução das áreas verdes e dos espaços livres de edificações disponíveis no município. Ou seja, houve uma significativa perda das características naturais da região e uma grande perda no montante das áreas verdes, restando, atualmente, poucos fragmentos remanescentes com significativa massa vegetal de porte arbóreo.

No percurso histórico do município, podem-se citar vários fatos que registram os processos de alteração da paisagem por intervenção antrópica. Dentre eles apresentam-se dois momentos marcantes no tocante à perda da cobertura vegetal no município. O primeiro deles remonta ao período de fundação da cidade. O Plano de Construção da Nova Capital, proposto pela equipe de Aarão Reis, previa um total de 952.651 m<sup>2</sup> de áreas verdes preservadas. Além disso, era previsto um cinturão externo destinado a chácaras e sítios que, aliado à arborização viária, salientaria, ainda mais, as qualidades ambientais da nova Capital de Minas. Contudo, de acordo com Fonseca (1997, p. 34) “das 17 áreas previstas, apenas seis foram implantadas nos primeiros anos da urbanização da cidade e algumas com áreas reduzidas” em relação ao projeto original. Conforme com os dados organizados pela autora, do montante inicial de áreas verdes previstas no plano original, apenas 248.566m<sup>2</sup> (~26,1% do total) foram criados naquela época. Os outros espaços não chegaram a ser implantados ou foram sendo gradativamente ocupados por outros tipos de uso, no decorrer do processo de urbanização. De acordo com a autora:

Aos poucos Belo Horizonte – a ‘Cidade Jardim’ – foi cedendo espaço aos edifícios altos. Desde a década de 50, os prefeitos vinham procurando elaborar planos de urbanização, buscando soluções para os problemas decorrentes do tráfego intenso de automóveis. Neles incluíram a derrubada de dezenas de árvores centrais das principais avenidas e ruas da cidade, sob o argumento de que o alargamento das suas pistas facilitaria o já conturbado tráfego de veículos e daria melhores condições ao cidadão urbano (FONSECA, 1997, p. 28).

Outro momento historicamente marcante no que concerne à supressão de vegetação na capital ocorreu na década de 1960, quando os fícus que compunham a paisagem da Avenida Afonso Pena e adjacências foram cortados para ampliação viária. “Os fícus sucumbiram vítimas de uma visão míope de desenvolvimento

urbano que edificava um altar para o automóvel à custa da qualidade ambiental. Assim, perdeu a cidade a sua maior identidade” (op.cit., p. 82). Tal fato causou profunda indignação a alguns moradores da capital, como ao ilustre Carlos Drummond de Andrade que registrou, em 1964, seu protesto contra o descuido dos administradores públicos para com o patrimônio vegetal do município da seguinte maneira:

Em meu repertório de imagens queridas, a Avenida Afonso Pena continuará sendo aquela massa de verdura que, do alto, separava a cidade em duas partes e, cá embaixo, era túnel sem angústia do túnel (...) Ora, fabricação de ruínas não sugere festas. E como isso de acabar com árvore na capital mineira parece uma constante das administrações, pois não é de hoje que ouço falar na guerra dos prefeitos contra o patrimônio vegetal legado pelos que fizeram do Curral d’El Rey uma cidade com cara própria e gentil, com jeito pessoal de cidade (um jeito tão chamativo e repousante ao mesmo tempo), eu lhe pergunto: que aniversário vamos comemorar, o da antiga Belo Horizonte, doçura dos olhos, com suas figueiras amoráveis, ou da árida pista de trânsito, igual a milhares de outras neste vasto Nordeste que é hoje o Brasil de Norte a Sul? Nenhum (ANDRADE, Carlos Drummond, 1964. Disponível em <<http://www.descubraminas.com.br/>> Acesso em 12 abr. 2012).

O que se percebe nessas passagens é que o processo de transformação urbana ocorrido nesse período de pouco mais de 100 anos em Belo Horizonte não seguiu as tendências contemporâneas de planejamento que consideram os espaços verdes como parte integrante da paisagem urbana. Conforme apresentado nos trabalhos de Macedo (1999), Ahern (1995), Falcón (2007) e outros, esses espaços quando projetados dentro da malha urbana podem assumir “funções” sociais, ambientais ou estéticas. Mas, independentemente da funcionalidade associada ao mesmo, considera-se consensual a noção de que a manutenção dos mesmos em quantidade proporcional à população e ao tamanho da cidade gera benefícios para o ambiente urbano.

Analisando o histórico de ocupação e crescimento urbano e populacional de Belo Horizonte e Região nota-se, nitidamente, que os espaços verdes sucumbiram aos problemas de ordem infraestrutural, que podem traduzir falhas da gestão pública no tocante ao patrimônio natural. Essas perdas estão materializadas na atual escassez de espaços verdes disponíveis, sobretudo aqueles de uso público, que por

sua vez dão lugar a uma extensa e monótona mancha de urbanização que já ultrapassou em muito os limites políticos-administrativos do município<sup>10</sup>.

Portanto, é necessário conhecer as características da paisagem a qual se trata para que sejam propostas soluções viáveis para essa carência. Uma das possibilidades é a conservação dos remanescentes de vegetação e, a partir de suas características físicas e de sua localização, propor usos que contribuam para manutenção da qualidade ambiental aliada com a possibilidade de uso pela população. Nesse sentido, destaca-se a utilização das métricas para análise da paisagem, pois possibilitam uma avaliação estrutural da mesma tanto a partir da espacialização dos dados em mapas, quanto na utilização dos valores quantitativos de cobertura vegetal do solo.

Vários estudos já foram elaborados na capital no intuito de apresentar dados científicos que comprovem essas observações. Além daqueles já referenciados, destaca-se que trabalhos como o de Guimarães (2010) que, a partir de análise de imagens de satélite do ano de 1986 e de 2010, comprovam que houve uma redução da cobertura vegetal no município na ordem de 30% no período – 117,32km<sup>2</sup> de área vegetada em 1986 contra 82,95km<sup>2</sup> de área vegetada em 2010. Além desses, trabalhos como de Brandão (1992); Brandão; Araújo (1992); Kamino (2002); Schimidt (2007), Jacobi; Carmo (2008); Félix (2009); Oliveira (2010); Mesquita (2010); Bomtempo et. al (2012); Simão (2012), dentre outros, são consensuais ao afirmar a importância da preservação dos recursos naturais remanescentes na região e, também, da necessidade de ações no sentido da conservação dos espaços verdes, dos espaços livres e da adoção de um planejamento integrado desses espaços para melhoria do ambiente urbano.

---

<sup>10</sup> Para uma clara compreensão dos processos de expansão metropolitana em Belo Horizonte, bem como das atuais ações para o planejamento urbano e ambiental em escala metropolitana, recomenda-se a leitura dos Volumes 1, 4 e 5 do relatório final do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Ver: MINAS GERAIS, SEGEM – Secretaria Extraordinária de Gestão Metropolitana. UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, PDDI-RMBH - **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: SEGEM. 2011, 281 p., v.1. Disponível em: <<http://www.rmbh.org.br/>>.

### **3.2.1. Espaços Verdes Planejados**

O histórico do crescimento urbano e das ocupações em Belo Horizonte nos mostra que há uma forte tendência de supressão da vegetação em detrimento à construção de novas edificações. Entretanto é preciso destacar que houve algumas iniciativas importantes no sentido da construção e conservação de espaços verdes e áreas verdes no município. Dentre elas cita-se a criação e conservação dos diversos parques municipais que, atualmente, são geridos pela Fundação de Parques Municipais (FPM), que administra em torno de 70 parques urbanos, cemitérios e Centros de Vivência Agroecológica (CEVAE).

Além desses, é importante frisar o Plano de Urbanização da Pampulha, que pode ser considerado como a principal intervenção paisagística na história do município que valorizou a manutenção de espaços livres e áreas verdes no planejamento das edificações. Os resultados da análise realizada por métricas de paisagem neste estudo mostram a região da Pampulha como uma imensa massa de área vegetada de porte rasteiro que traduz o padrão das edificações e a disponibilidade de áreas verdes livres de edificações.

Pensada inicialmente para ser ocupada por pequenos agricultores no entorno de uma represa para fornecimento de água, a Pampulha foi transformada em uma grande área de lazer. O descuido com os mananciais de abastecimento da represa e com a ocupação dos vales dos córregos alimentadores, transformaram os canais e o reservatório em esgoto a céu aberto. Assim, a administração de Juscelino Kubitschek (1940-1945) retomou o projeto de Otacílio Negrão (de 1935) e investiu na criação de um complexo paisagístico destinado ao lazer, focando na recuperação da imagem de Belo Horizonte como uma cidade moderna.

O lago artificial tornou-se o cenário para construção de casarões de luxo e casas de diversões, moldadas pela arquitetura de Oscar Niemeyer e da contribuição de outros artistas, como Portinari, Burle Marx, Ceschiatti, Paulo Werneck (Figuras 16 e 17). Em 1942 o conjunto arquitetônico e paisagístico da Pampulha se tornou marco da arquitetura moderna no Brasil e referência dessa arquitetura em todo o mundo (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997).



Figura 16: Museu de Arte da Pampulha

Disponível em: <http://leonardocoelho.blogspot.com.br/2011/04/museu-de-arte-e-casa-do-baile-pampulha.html>. Acesso em 07 dez. 2012



Figura 17: Lagoa da Pampulha

Disponível em:  
<http://www.cmbh.mg.gov.br/sites/default/files/imagecache/LightBox/imagens/destaques/pampulha.jpg>.  
Acesso em 07 dez. 2012

O Plano de Urbanização da Pampulha impulsionou a ocupação da região norte do município que foi favorecido, também, pela criação de novas vias de ligação, como a Avenida Antônio Carlos. Esse processo de adensamento da ocupação resultou na supressão de grande massa vegetal no município, na abertura de vias e loteamentos, reforçando sobremaneira a importância da região do entorno da lagoa da Pampulha como área verde destinada ao lazer.

A estruturação da paisagem na região da Pampulha é marcada por uma grande concentração de vegetação, com o predomínio do estrato rasteiro, que são

as gramíneas dos quintais dos casarões, localizadas na orla da lagoa, nas praças, nos sítios, nos clubes e parques ali presentes. Esse tipo de configuração é passível de ser interpretado com auxílio de imagens de satélite e caracterizado a partir de sua morfologia, por meio das métricas de paisagem. Essas áreas apresentam morfologia específica que são próprias de áreas com maior disponibilidade de espaços livres de edificações, predominantemente cobertos por vegetação, comuns em áreas residenciais de alto padrão e que receberam algum tipo de ação de paisagismo. Assim, a forma da dispersão e a quantidade de vegetação na região da Pampulha podem ser analisadas como uma referência para interpretação das métricas de paisagem sobre os fragmentos de vegetação existentes no município.

### **3.3. *Leis e Instituições Ligadas ao Planejamento e à Conservação dos Espaços Verdes Urbanos***

Belo Horizonte, mesmo tendo sido inicialmente projetada, não teve infraestrutura suficiente para suportar o crescimento populacional que de fato ocorreu. Por isso vem enfrentando, ao longo de sua história, desafios para lidar com a complexa dinâmica de expansão urbana que extrapolou as previsões dos gestores municipais. Assim, percebe-se uma constante atuação governamental no sentido de tentar reparar danos já causados aos recursos naturais, como poluição dos cursos d'água ou remoção da cobertura vegetal. Vale destacar que quanto à supressão da vegetação, em parte dos casos é inviável a remoção de estruturas edificadas para implantação de áreas verdes, salvo em áreas com uso obsoleto. Entretanto, essas alterações não são impossíveis, como pode se observar em algumas áreas verdes do município, como a Estação Ecológica da UFMG e o Parque Jacques Cousteau (Parque do Betânia), áreas que eram usadas, antigamente, como depósito de entulho e depósito de lixo, respectivamente (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, s/data; PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, s/data-a).

Considerando que mesmo na malha urbana edificada existe certa “maleabilidade”, uma vez que as transformações ao longo do tempo transformam os usos e a morfologia do espaço, é importante a criação de unidades de conservação urbanas para garantir a conservação e permanência dos espaços verdes. Ou até

mesmo o incentivo a políticas que tornem a preservação da vegetação atrativa para os particulares. Isso, pois não é apenas o tombamento institucional que garante a manutenção de áreas verdes, há maneiras de se tornar a sua manutenção uma troca de interesse para a iniciativa particular. Caso isso não ocorra, esses espaços remanescentes continuarão a mercê das mais diversas intervenções na malha urbana.

A seguir são apresentadas as principais legislações que dão suporte à criação e planejamento dos espaços verdes no Brasil e no Município de Belo Horizonte.

### **3.3.1. Legislações Federais**

No Brasil, a preservação ambiental em áreas urbanas aparece tanto em legislações urbanísticas quanto ambientais. Desde a Constituição Federal Brasileira, de 1988, por meio do artigo 255, estão indicadas as necessidades de manutenção de ambiente ecologicamente equilibrado, de uso comum do povo, para assegurar a qualidade de vida da população. Além disso, a Constituição indica que cabe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras. A normatização desses temas cabe às esferas Federal, Estadual e Municipal, sendo que à União compete expedir as normas gerais as quais as esferas estaduais e municipais não podem contrariar (BRASIL, 1988).

Na esfera federal é importante destacar a Lei Federal nº 6.766, de 1979, que define as normas gerais para o parcelamento do solo urbano no país e indica áreas onde não é permitido o parcelamento do solo. Essas áreas, conforme o art. 3º, são:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção (BRASIL, 1979).

É importante citar, também, a Lei nº 9.985, de 2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional

de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. De acordo com o art. 2º dessa lei, unidades de conservação são áreas com “características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000, art. 2º). O SNUC é constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais que podem ser de uso sustentável ou proteção integral. De acordo com o art. 7º dessa lei:

§ 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.

§ 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Ainda a nível federal, recentemente foi promulgada a Lei nº 12.651 de 2012, resultante da reforma do Código Florestal de 1965, que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente (APP) e as áreas de Reserva Legal. Essa lei indica que para atingir o objetivo de um “desenvolvimento sustentável” é necessário o estabelecimento do princípio de responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais (BRASIL, 2012). Essa lei estabelece ainda que o poder público municipal contará, para o estabelecimento de áreas verdes urbanas, com os seguintes instrumentos:

I - o exercício do direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais relevantes, conforme dispõe a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

II - a transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas;

III - o estabelecimento de exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura; e

IV - aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental (BRASIL, 2012, art. 25).

Como se percebe, as leis federais estabelecem diretrizes para a criação de políticas públicas que, a nível municipal, poderão compor um sistema para gestão das áreas verdes urbanas. De acordo com os critérios indicados pelas legislações,

percebe-se que para cada caso específico são necessários estudos e diagnósticos no sentido da avaliação do meio físico e da cobertura vegetal presente.

Em todos esses casos os recursos de geoprocessamento podem ser úteis, conforme podemos observar em estudos como Moura (2005), Moura (2007) Carvalho (2010), dentre vários outros. Dessa mesma forma se enquadram as métricas de paisagem, pois contribuem para interpretação das características da paisagem analisada. Essa ferramenta pode ser de grande valia para o planejamento dos espaços verdes urbanos, orientando ações de paisagismo, indicando um melhor aproveitamento do potencial existente e, também, orientando na formulação de políticas públicas para gestão dos espaços verdes a partir da especificidade de cada localidade.

### **3.3.2. Legislações Estaduais e Municipais**

As propostas de gestão e ampliação das áreas verdes e espaços verdes em Belo Horizonte como requisitos para promoção da qualidade de vida urbana podem ser observadas desde a construção da cidade, conforme o plano de arborização e parques urbanos contidos no projeto chefiado por Aarão Reis. Entretanto, a partir da década de 1950 as áreas verdes passam a compor os textos das legislações no intuito de assegurar sua preservação para as gerações futuras.

Entre 1951 e 1952, na gestão do prefeito Américo Renê Giannetti, foi elaborado um plano diretor para Belo Horizonte. Nesse plano, além de serem analisados os aspectos de cadastro urbanístico, infraestrutura, tráfego, transporte e outros, estavam incluídos os parques, jardins, hortos e áreas verdes. O Departamento de Parques e Jardins foi criado, nessa época, pela Lei Municipal nº 254/1951, diretamente subordinado ao prefeito, entrando em vigor em 1º de janeiro de 1952 (BELO HORIZONTE, 1951; SOARES, 2001; LANSKY, 2006; COSTA *et.al.*, 2009).

Em 1961 foi promulgado outro Plano Diretor em Belo Horizonte, elaborado pela Sociedade de Análises Gráficas e Mecanográficas Aplicadas aos Complexos Sociais. Este plano, dentre outras diretrizes, propunha a ampliação das reservas de áreas verdes existentes para um total de 16.702.00 m<sup>2</sup> com o objetivo de, em 1971,

atingir o índice de 12,8 m<sup>2</sup> de área verde por habitantes. Vale destacar que nenhuma das medidas propostas pelo plano chegou a ser implantada (SOARES, 2001; LANSKY, 2006; COSTA *et.al.*, 2009).

Já na década de 1970, o Governo Estadual promulgou a Lei Estadual Complementar nº 03/72, visando à organização do município, por meio da elaboração de normas de edificação, zoneamento e loteamentos urbanos (LANSKY, 2006; COSTA *et.al.*, 2009).

Entre os anos de 1975 e 1979 a Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PLAMBEL) elaborou o *Programa Metropolitano de Parques Urbanos*, que consiste em um estudo sobre as áreas verdes da RMBH. De acordo com Costa *et. al.* (2009), este programa criou uma consciência favorável à preservação e ao uso racional dos recursos naturais, pois propunha como objetivos principais:

- Implantar atividades de recreação e lazer, com instituição de grandes áreas de domínio público, nas quais seria implantada uma rede de equipamentos recreativos capazes de atender democraticamente à população da Aglomeração Metropolitana de Belo Horizonte;
- Assegurar uma melhor organização de espaço metropolitano com a implantação de áreas verdes dentro do tecido urbano, promovendo, assim, melhor condição ambiental e, conseqüentemente, melhor qualidade de vida para a população.

Influenciada pelos estudos realizados pela PLAMBEL, em 1976 foi promulgada a Lei Municipal n. 2662/76 – Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS). De acordo com essa lei, o município foi dividido em zona urbana e rural, e o espaço urbano foi subdividido em zoneamentos com características homogêneas de uso e ocupação. Essa lei utilizou-se das recomendações dadas no Plano de Desenvolvimento Integrado Econômico e Social da Região Metropolitana de Belo Horizonte, publicado em 1975, para estabelecer categorias de uso e os modelos de assentamentos urbanos no município (BELO HORIZONTE, 1976; LANSKY, 2006; COSTA *et.al.*, 2009).

Dentre eles surgiu a designação dos Setores Especiais (SE-1), (SE-2) e (SE-3) que são os “espaços, estabelecimentos e instalações sujeitos à preservação ou controle específico, tais como: áreas de preservação paisagística, de proteção de

mananciais, bosques, matas naturais, reservas florestais e minerais [...]” (BELO HORIZONTE, 1976).

Além desses, a referida lei determinou que parcelamentos em terrenos sujeitos a inundação e com declividades superiores a 30% (trinta por cento) não seriam aprovados. Deve-se destacar ainda que os parâmetros urbanísticos adotados nos modelos de parcelamento do solo urbano previam a destinação de 10 a 15% das glebas parceladas para constituição de áreas verdes, conforme a categoria de uso de cada zona.

Em 1985 é promulgada a lei municipal nº 4.253/1985, conhecida como Lei Ambiental do Município que dispõe sobre a política de proteção, do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Belo Horizonte. Essa lei determina as competências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), criada em 1983, que passa a ser o órgão central de implementação da política ambiental do município. À SMMA competem ações de planejamento, administração e fiscalização dos assuntos ligados ao meio ambiente e à qualidade de vida no município. A lei institui, também, o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM), composto por representantes da sociedade civil, da Câmara Municipal e da administração pública, o qual tem como atribuições formular diretrizes da Política Municipal de Meio Ambiente, decidir sobre outorga de licença ambiental, dentre outras (BELO HORIZONTE, 1985; COSTA *et. al.*, 2009).

Ainda em 1985 foi aprovada a Lei Municipal nº 4.034/1985, também chamada de Lei de Uso e Ocupação do Solo de Belo Horizonte, que determinou que o mínimo de 35% da área do loteamento deveria ser transferido ao poder público municipal, com destinação a logradouros públicos, espaços livres de uso público e área para equipamentos urbanos e comunitários (LANSKY, 2006; COSTA *et. al.*, 2009). Entretanto, de acordo com Costa *et. al.* (2009) a lei não define a divisão dessa porcentagem entre os diversos tipos de equipamentos, como os espaços livres de uso público, as áreas verdes, dentre outros.

Essa preocupação com a manutenção das áreas verdes municipais é reforçada a partir da aprovação da Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte (LOMBH) pela Câmara Municipal, em 1990. Percebe-se um avanço na política ambiental na medida em que indica que compete ao município: proteger o meio ambiente; proteger as paisagens naturais notáveis; preservar as florestas, a fauna e

a flora; prevenir e controlar a poluição, a erosão, o assoreamento e outras formas de degradação ambiental; criar parques, reservas, estações ecológicas e outras unidades de conservação; estimular e promover o reflorestamento com espécies nativas, objetivando, especialmente, a proteção de encostas e dos recursos hídricos; implantar e manter hortos florestais destinados à recomposição da flora nativa e à produção de espécies diversas para a arborização dos logradouros públicos; implantar e manter áreas verdes de preservação permanente, em proporção nunca inferior a 12 m<sup>2</sup> por habitante, distribuídos equitativamente por administração regional (BELO HORIZONTE, 1990).

O Plano Diretor Municipal de BH, promulgado em agosto de 1996 pela Lei Municipal 7166/96, criou efetivamente as bases para um planejamento municipal visando à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Dentre os objetivos estabelecidos no art. 3º da referida lei, salienta-se o de “preservar, proteger e recuperar o meio ambiente”. Além disso, merecem destaque os seguintes itens:

Art. 4º - O ordenamento da ocupação e do uso do solo urbano deve ser feito de forma a assegurar: [...]

VI - a preservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente e do patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assegurado, quando de propriedade pública, o acesso a eles; [...]

Art. 7º - São objetivos estratégicos para promoção do desenvolvimento urbano: [...]

X - o aumento da área verde; [...]

Art. 22 – São diretrizes relativas ao meio ambiente: [...]

I – delimitar espaços apropriados que tenham características e potencialidade para se tornarem áreas verdes;

II – viabilizar a arborização dos logradouros públicos, notadamente nas regiões carentes de áreas verdes;

III – delimitar áreas para a preservação de ecossistemas; [...]

XIV – recuperar e manter as áreas verdes, criando novos parques e praças;

XV – assegurar a proporção de, no mínimo, 12m<sup>2</sup> (doze metros quadrados) de área verde por munícipe, distribuídos por administração regional;

XVI – priorizar a criação de áreas verdes, nas administrações regionais em que o índice não atinja o previsto no inciso anterior; [...]

XVIII – instituir programa que crie condições para a sobrevivência de pássaros no meio urbano pelo plantio de árvores frutíferas (BELO HORIZONTE, 1996)

As diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor (PD) foram norteadoras para elaboração do zoneamento municipal, instituído pela Lei 7166/96 que institui normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. A partir dessa Lei todo o território do município passou a ser considerado como urbano, subdividido em zonas diferenciadas segundo os potenciais de adensamento e as demandas de conservação e proteção ambiental, histórica, cultural, arqueológica ou

paisagística. Dentre elas, destaca-se a Zona de Preservação Ambiental (ZPAM), constituída por regiões cujas características da vegetação se destinam à preservação e à recuperação de ecossistemas, e a Zona de Proteção (ZP), regiões sujeitas a critérios urbanísticos especiais onde deve ser realizada a ocupação com baixa densidade e maior taxa de permeabilidade. Para essas áreas são definidas elevadas taxas de permeabilidade do solo, o que possibilita a manutenção de áreas verdes.

Além disso, é interessante ter em conta que o Art. 21 da Lei 7166/96 indica que “nos loteamentos, é obrigatória a transferência ao Município de, no mínimo, 35% (trinta e cinco por cento) da gleba, para a instalação de equipamentos urbanos e comunitários, sistema de circulação e espaços livres de uso público”, sendo que no mínimo 15% da gleba a ser loteada deva se destinar a equipamentos urbanos e comunitários e a espaços livres de uso público.

Em 2005 foi criada a Fundação de Parques Municipais, vinculada à SMMA, para tratar da preservação, da política de ampliação, da gestão e do planejamento dos parques municipais existentes e os CEVAE.

As áreas verdes e os espaços verdes remanescentes no Município de Belo Horizonte são fruto de várias transformações dadas no desenho da cidade, das leis, projetos e planos para preservação ambiental aplicados na área urbana. Assim, há um arcabouço legal e institucional relativamente satisfatório para gestão dos espaços verdes urbanos. Entretanto, na prática essas estruturas parecem não ser utilizadas em sua plenitude, sendo possível perceber ainda falhas no planejamento e gestão dos mesmos, tanto no sentido da criação de novos espaços quanto na manutenção daqueles existentes. Sobretudo porque a gestão municipal ainda continua a reproduzir a lógica da supressão de vegetação para abertura de novos loteamentos ou para ampliação de vias, tendo como o exemplo a Operação Urbana aprovada para a região do Isodoro por meio da Lei Municipal n. 8.137 de 2000 (BELO HORIZONTE, 2000) e a ampliação do Boulevard Arrudas<sup>11</sup>. Vale lembrar que a região do Isodoro compreende a maior área verde remanescente dentro dos limites administrativos de BH, mas que pela proposta metodológica deste trabalho não foi contemplada nas análises com métricas de paisagem, que serão detalhadas no Capítulo 4 que trata dos materiais e métodos.

---

<sup>11</sup> Ver Bomtempo *et al.* (2012)

A ausência de uma metodologia específica para o mapeamento dos espaços verdes e até mesmo de clareza na concepção dos termos, o que permitiria categorizar os espaços de acordo com a presença e tipologia de vegetações, pode levar a uma interpretação equivocada acerca da real disponibilidade dessas áreas no município. Reforça-se a necessidade de gerir os espaços vegetados como um sistema conjugado, assegurando a conservação dos espaços remanescentes e dotando-os de infraestrutura para aliar preservação ambiental com fins sociais. Deve-se partir do planejamento em escala local, que visam atender à demanda de uso cotidiano desses locais pela população vizinha. Além disso, considerando a situação de centro metropolitano, é preciso elaborar propostas que considerem não apenas os espaços verdes dentro do município, mas interligados com o conjunto do entorno que faz parte da RMBH.

### **3.4. Planejamento Metropolitano**

O planejamento das áreas verdes em âmbito metropolitano foi proposto pela PLAMBEL, por meio do *Programa Metropolitano de Parques Urbanos* realizado em 1975. Conforme apresentado no item anterior, os objetivos desse programa eram, basicamente, a ampliação da quantidade de áreas verdes públicas para uso da população. Isso seria realizado mediante a implantação de áreas para recreação e lazer e geraria como consequência uma melhor organização do espaço metropolitano, a partir da implantação de áreas verdes no tecido urbano, e uma melhoria do ambiente urbano e da qualidade de vida da população. Entretanto o plano não foi totalmente concluído, tendo sido implantados apenas quatro parques (SOARES, 2001; COSTA *et. al.*, 2009).

O planejamento em escala metropolitana é retomado apenas em 2010, com a proposição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH). Dentre as mais variadas propostas de políticas integradoras apresentadas nesse estudo, no que diz respeito ao planejamento e gestão dos espaços verdes em escala metropolitana, destaca-se a proposta elaborada para a “Política Metropolitana Integrada de Delimitação e Recuperação de

Áreas de Interesse para Conservação Ambiental”, contida no volume cinco do documento (MINAS GERAIS; SEGEM; UFMG, 2011).

A proposta parte de alguns princípios já formulados por algumas das legislações apresentadas, os quais consistem na concepção de que um ambiente saudável para gerações presentes e futuras é um direito fundamental de todos os brasileiros e que a preservação do capital natural é um direito inalienável, do qual não se pode abdicar. Nesse sentido, considera-se que os órgãos governamentais são obrigados a promover a gestão ambiental das espécies e dos ecossistemas, proteger a biodiversidade, definir os territórios a serem especialmente protegidos e controlar as entidades responsáveis pela pesquisa e manipulação de material genético. Os objetivos gerais dessa proposta são:

- Resguardar espaços representativos da flora nativa criando mecanismos de planejamento global para a proteção dos biomas da mata atlântica e do cerrado;
- Harmonizar o desenvolvimento socioeconômico com as necessidades de conservação dos recursos naturais;
- Garantir a proteção de áreas ameaçadas por processos de degradação e que desempenham importante papel na sustentabilidade da RMBH;
- Valorizar a noção de patrimônio natural e bem público priorizando os interesses coletivos sobre os interesses individuais.

A política proposta se subdivide em programas que possuem objetivos específicos e complementares. Esses programas, por sua vez, são compostos por projetos que apresentam as ações a serem tomadas para atingir os objetivos maiores. Dentre eles, destaca-se o “Programa Metropolitano de Áreas Protegidas” que tem como objetivo aumentar a superfície de áreas protegidas e cobertura vegetal com qualidade de modo a promover a conectividade entre as áreas protegidas. Nesse programa estão inseridos vários projetos para criação de Unidades de Conservação na área Cárstica, na Serra do Espinhaço, no Quadrilátero Ferrífero e nas áreas urbanas. Destaque para o “Projeto de incentivo e apoio à criação, gestão e manutenção de parques urbanos” (op. cit.).

Esse projeto parte da premissa de que os parques devem ser pensados além de um mero equipamento de lazer e contemplação. Devem ser concebidos como parte de um conjunto sistêmico que é a cidade, desempenhando serviços ambientais

fundamentais, como “a infiltração de água da chuva, regulação climática, diminuição da poluição sonora, produção de água, retenção de poeira, umidificação do ar, proteção da biodiversidade, além do aspecto paisagístico, histórico, cultural e turístico” (MINAS GERAIS; SEGEM; UFMG, 2011, p. 1212). Nesse sentido, são necessários estudos e uma gestão participativa dos parques urbanos para garantir a qualidade paisagística e a manutenção e aprimoramento das suas funções ambientais, de lazer, esportes, recreação e educação ambiental.

Dentre os objetivos desse projeto, destacam-se aqueles que se relacionam diretamente com o tema do presente estudo, que são:

- Aumentar o número de áreas a serem transformadas em parques urbanos na RMBH;
- Ampliar as áreas verdes, melhorando a relação “área verde por habitante” na RMBH;
- Estimular a implantação parques lineares que deverão cumprir a função de recuperação dos córregos e fundos de vale, a partir de ajardinamento e/ou arborização de faixa mínima ao longo das margens, colaborando na garantia de recuperação e preservação de corpos d'água;
- Identificar as possibilidades de influência mútuas entre cada parque urbano municipal e seu respectivo entorno imediato e região;
- Definir os papéis de cada parque em função de sua localização.

Dentre as ações sugeridas para alcançar os objetivos propostos, destacam-se:

- Promover conectividade de áreas verdes na RMBH;
- Garantir a conservação de remanescentes vegetais, nascentes e cursos d'água através da implantação de parques lineares;
- Pesquisa sobre Planos de Manejo, Planos de Gestão e Sistemas de Áreas verdes implantados em todos os municípios da RMBH.

Como se pode observar, as formulações indicam claramente que a gestão dos espaços verdes não pode ser restrita à unidade territorial de um município, pois é necessária a formação de um sistema interligado de áreas protegidas e espaços verdes a fim de potencializar os benefícios socioambientais desses espaços. Nesse

sentido, espera-se que os resultados dessa pesquisa contribuam para nortear as análises dos espaços verdes remanescentes dentro da zona urbana adensada, uma vez que permitem visualizar espacialmente e segundo critérios específicos, os principais fragmentos de vegetação remanescente, bem como as áreas com maior carência de vegetação.

Vale destacar a riqueza dessas propostas formuladas no âmbito do PDDI e a coerência das mesmas com as atuais tendências do planejamento urbano. Entretanto, fica clara a carência de estudos específicos que apontem as áreas prioritárias para receber investimentos e intervenções a fim de contemplar os objetivos propostos.

Além do programa mencionado, relacionado às áreas protegidas, vale destacar ainda o “Programa de Arborização de Vias e Espaço Público”, o qual tem como um dos principais objetivos promover a arborização como instrumento de desenvolvimento urbano e qualidade de vida. Uma das finalidades contidas nesse programa seria a de arborizar logradouros que constituem corredores de ligação com áreas verdes adjacentes. As propostas contidas nesse programa são complementares às do programa de áreas protegidas e podem contribuir, significativamente, para ampliação dos espaços verdes urbanos e, também, favorecer a conexão com as áreas verdes e com as áreas protegidas existentes.

### ***3.5. Atores e Entidades Envolvidas no Uso e Manutenção dos Espaços Verdes em Belo Horizonte***

Além dos programas metropolitanos apresentados é necessário destacar algumas ações existentes que contribuem para a criação, conservação e difusão dos espaços verdes urbanos e de seus benefícios. São hoje ações relevantes para conservação dos espaços verdes e, sobretudo, para o uso dos mesmos, o que assegura os benefícios ambientais aliados aos benefícios sociais:

- **O Centro de Vivência Agroecológica (CEVAE)**, que é programa criado pela Prefeitura de Belo Horizonte em 1995 como uma política de meio ambiente e segurança alimentar ao redor da ideia de um espaço de convivência de experiências diversas. Sua principal característica é a proposta de gestão

compartilhada entre o poder público e a sociedade civil com a participação popular em suas decisões, através de ações nas áreas de Educação Ambiental, Segurança Alimentar e Saúde, Agroecologia e Geração Alternativa de Renda.

- **Articulação Metropolitana de Agricultura Urbana (AMAU)**, que é um coletivo de agricultores e agricultoras, grupos comunitários, pastorais, movimentos sociais e ONGs que, desde 2004, atua como um espaço permanente de encontro e intercâmbio de mais de 30 organizações da sociedade civil da RMBH. Tem como objetivos principais apoiar as iniciativas populares de agricultura urbana, agricultura familiar, agroecologia e permacultura e fortalecer a organização da produção e comercialização regional.
- **Outras ações que envolvem a Agricultura Urbana**, como a Rede Terra Viva, o Grupo Aroeira, a Rede de Intercâmbio de Tecnologias Alternativas.
- **DRENURBS**, que integra o Programa de Saneamento de Belo Horizonte cuja proposta é a de inversão da situação de degradação dos cursos d'água a partir da preservação e recuperação dos córregos/rios que ainda estão em leitos naturais, incluindo-os na paisagem urbana.
- **Os Programas contidos no Plano Plurianual de Ação Governamental 2010-2013** que tratam da Gestão da Política Ambiental; Do Planejamento, Monitoramento e Gerenciamento dos Parques e Necrópoles com o intuito de promover e implantar o Sistema Municipal de Áreas Protegidas; E da melhoria da qualidade ambiental, da informação, da infraestrutura e do uso dos equipamentos públicos oferecidos pela Prefeitura nos Parques e Necrópoles;
- **Outras iniciativas municipais** para proteção ambiental e dos espaços verdes, como o Programa BH Mais Verde que propõe o plantio de 54 mil árvores até o início de 2014 visando reparar a perda da massa vegetal suprimida com as obras de reestruturação viária; O Projeto Inventário das Árvores de BH que tem como objetivo o estudo e o cadastro digital de cerca de 300 mil árvores na região urbana; O Programa “Adote o Verde” que visa à restauração, à implantação e à manutenção de parques, praças, jardins canteiros centrais de avenidas e demais áreas verdes públicas da cidade por meio de parceria público-privada; E o Programa “Uma Vida, Uma Árvore” que visa o plantio de uma árvore para cada nascimento ocorrido em Belo Horizonte.

Todas essas iniciativas partem do município de Belo Horizonte e muitas delas possuem alguma articulação com os municípios do entorno ou região metropolitana. É importante destacar que para considerar a morfologia dos fragmentos da vegetação dispersos pela paisagem urbana, a fim de discutir as funções desempenhadas pelos mesmos, foram desconsiderados os limites políticos-administrativos de BH e adotada como área de estudo a mancha urbana do município conurbada com os municípios do entorno. Ou seja, é considerado o polígono da mancha urbana conurbada e são analisados apenas os fragmentos de vegetação existentes dentro desse perímetro.

Portanto é importante informar que as análises e propostas aqui elaboradas são realizadas em uma escala que vai além dos limites municipais de Belo Horizonte. Entretanto, alguns fragmentos de vegetação localizados muito próximos à mancha urbana, porém não completamente envoltos por ela, foram desconsiderados da análise, conforme é apresentado no Capítulo 4. Assim, fragmentos de vegetação como da região do Isidoro e do parque municipal das Mangabeiras não foram analisados neste estudo em função dos critérios metodológicos adotados. Ou seja, a escala de trabalho extrapola os limites municipais de BH e desconsidera completamente esse o traçado político.

Destaca-se, por fim, que as legislações, programas e ações referentes ao município de Belo Horizonte, apresentadas neste capítulo, não dão conta de toda a complexidade envolvida na gestão metropolitana, que deve considerar as legislações, planos, demandas e especificidades de todos os municípios envolvidos. Dessa maneira, não se pretende aqui esgotar toda essa complexidade de ações e instrumentos ligados à gestão e ao planejamento dos espaços verdes de toda a região metropolitana. Nesse quesito, as discussões apresentadas nesse capítulo buscam contextualizar brevemente alguns aspectos ligados ao planejamento e gestão dos espaços verdes, considerando especialmente BH, uma vez que o município contempla maior parte da área de estudo e, também, é o principal centro econômico, populacional e político-administrativo de toda região.

## 4. Materiais e Métodos

---

### *Classificação de Imagens RapidEye e aplicação das Métricas de Paisagem*

Após a explanação acerca dos benefícios que os espaços vegetados podem promover para o ambiente urbano e das demais discussões apresentadas sobre Belo Horizonte e região metropolitana, são apresentados os procedimentos realizados para o mapeamento e análise dos espaços verdes remanescentes na mancha urbana conurbada de Belo Horizonte apoiado por métricas de paisagem.

Para alcançar os resultados, foi adotado o seguinte roteiro metodológico:

- Aquisição de imagens de 2010 do satélite RapidEye;
- Realce das imagens, interpretação, seleção de amostras para classificação, classificação supervisionada e pós-classificação das imagens RapidEye no software Spring 5.2.1;
- Conversão do dado matricial do uso do solo para dados vetoriais no software ArcGIS 9.3;
- Seleção da mancha urbana de Belo Horizonte e dos fragmentos de mancha urbana distantes até 50m da mesma para criação da mancha urbana conurbada;
- Recorte dos fragmentos de vegetação de porte arbóreo-arbustivo e rasteiro envoltos pelo polígono da mancha urbana conurbada;
- Conversão dos dados referentes às vegetações presentes dentro da mancha urbana conurbada para o formato matricial ASCII;
- Aplicação de métricas de *patch* (fragmentos) sobre os fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva e sobre os fragmentos de vegetação rasteira no software Fragstats 3.3;
- Tratamento da tabela com resultados das métricas de paisagem nos softwares Excel 2010 e Access 2010;
- Associação dos dados numéricos aos dados cartográficos com os fragmentos de vegetação no software ArGIS 9.3;
- Tratamento da informação e elaboração de mapas temáticos para interpretação dos resultados no software ArcGIS 9.3.

#### **4.1. *Imagens RapidEye (2010)***

A identificação da mancha urbana, bem como dos fragmentos de vegetação existentes, foi feita a partir da interpretação e da classificação supervisionada de imagens capturadas pelo satélite RapidEye no ano de 2010. Os satélites RapidEye são equipados com sensores REIS (*RapidEye Earth Imaging System*) que operam em cinco faixas, sendo três delas (bandas 1, 2 e 3) na região do espectro eletromagnético conhecida como “visível”. As demais bandas apresentam o grande diferencial do satélite para monitoramento da vegetação: as bandas Red-Edge (Banda 4: 690-730nm) e Infravermelho próximo (Banda 5: 760-850nm) são capazes de identificar alterações no teor de clorofila e na estrutura celular das plantas, respectivamente. Dessa maneira, é possível se mapear vegetações com bastante nitidez e diferenciá-las dos alvos vizinhos.

A banda Red-Edge apresenta alta correlação com a fluorescência da clorofila o que favorece a discriminação com maior detalhe e precisão os diferentes tipos de vegetação. Além disso, a imagem possui resolução espacial de 5m e é gerada com 12 bits, ou seja, apresenta 4096 tons de cinza que favorecem a discriminação dos diferentes alvos encontrados na superfície (RAPIDEYE, 2012). Cada imagem cobre uma área de 25 km X 25 km (625 km<sup>2</sup>) e foram necessárias 5 cenas para cobrir toda a área de estudo, o que resulta em, aproximadamente, 3.125 km<sup>2</sup> de área mapeada.

Para explorar as características das bandas Red-Edge e infravermelho próximo, foram elaboradas composições coloridas RGB das bandas 543 do satélite, respectivamente, pois favorecem a distinção da vegetação em relação aos demais alvos. Os objetos identificados na superfície, bem como as características da imagem, podem ser observados na Figura 18.



Figura 18: Composição colorida RGB-543 da imagem RapidEye 2010

Fonte: RapidEye (2010)

Na área de estudo, os principais alvos identificados foram:

- Solo exposto ou Edificações: apresentam alta reflectância da radiação eletromagnética (REM) e, portanto, aparecem com coloração extremamente clara, tendendo ao branco. Observa-se que existem dois padrões de reflectância para as edificações: a primeira tendendo ao branco, em função do predomínio de cimento e concreto, e a segunda tendendo ao azul, em função do asfalto e outros materiais;
- Vegetação de porte Arbustivo a Arbóreo: devido ao maior teor de clorofila são captadas com mais intensidade pelas bandas 4 e 5 do satélite e aparecem na cor vermelha e com textura rugosa, devido à heterogeneidade das formações folhosas e das espécies;
- Vegetação Rasteira: variando entre tons azulados e alaranjados, possui textura lisa devido à homogeneidade das espécies e baixa cobertura do solo;
- Plantios Agrícolas: coloração alaranjada destacada do entorno e textura lisa devido à homogeneidade das espécies e da folheação das mesmas;
- Pavimentação Asfáltica: possui tons escuros devido à baixa reflectância da REM e, na imagem, apresenta coloração tendendo ao azul e textura lisa. A maior parte das áreas antropizadas apresenta esse padrão de resposta espectral, é o caso das edificações na área urbana e das áreas de mineração;

- Água Limpa: coloração azul escura, tendendo ao preto, devido à alta absorção da energia eletromagnética. É importante destacar que as regiões de sombra de edifícios ou das serras aparecem com coloração semelhante, impossibilitando a distinção automática desses elementos. Entretanto, o foco foi a separação dos fragmentos de vegetação dos demais elementos e não houveram prejuízos nesse caso;
- Água Turva: devido à presença de sedimentos em suspensão aparece na coloração azul clara em função de uma relativa reflectância da energia eletromagnética.

Esses alvos correspondem às classes de uso do solo que foram mapeadas conforme o procedimento descrito a seguir.

#### **4.2. Classificação Supervisionada no software Spring 5.2.1**

A interpretação e classificação das imagens de satélite foram realizadas no software Spring 5.2.1, software livre, brasileiro, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>12</sup>. A “Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos” e o resultado é composto por uma imagem digital constituída por "pixels" classificados, representados por cores (SPRING, 2011). O processo de classificação supervisionada pressupõe a coleta de amostras pelo usuário das áreas conhecidas para que todas as feições da imagem sejam classificadas a partir dessa amostragem (SANTOS; PELUZIO; SAITO, 2010).

Entretanto, algumas etapas de pré-processamento são necessárias para que o resultado da classificação seja fidedigno à realidade. Essa preparação auxilia na coleta das amostras e, para isso, foram realizados testes de aplicação de contraste e realce nas imagens para obter uma melhor discretização dos alvos. A opção que possibilitou a melhor separação da vegetação das áreas urbanizadas foi a operação “Equalizar Histograma” disponibilizada pelo software (Figura 19). O objetivo dessa

---

<sup>12</sup> O arquivo executável para instalação do software e as informações sobre seu funcionamento, apostilas e tutoriais estão disponíveis em <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

técnica está em melhorar a visualização possibilitando uma melhor discretização dos alvos pelo pesquisador. Há de se considerar que o olho humano possui certa limitação para distinguir sutis variações de cores, portanto a aplicação de realce e contraste auxilia na identificação das diferenças de cores entre os objetos e, com isso, contribui para uma melhor coleta de amostras para classificação.

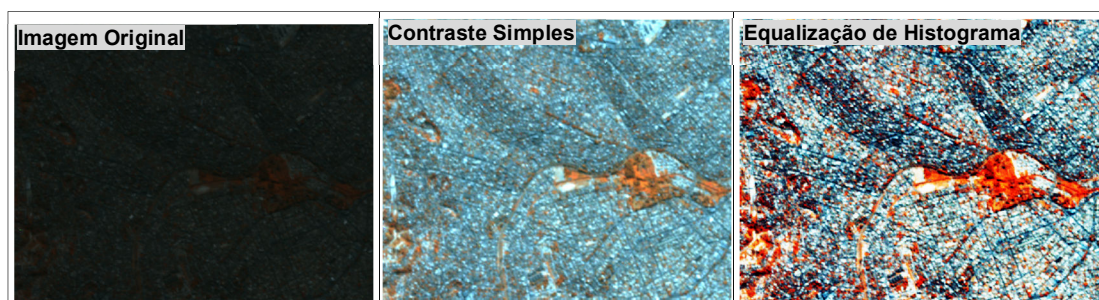


Figura 19: Aplicação de Contraste Simples e Equalização de Histograma

Fonte: RapidEye (2010)

A segunda etapa do processo de classificação supervisionada foi a coleta de amostra, conhecida como “treinamento”. Esse processo consiste na captura de amostras espectrais das feições conhecidas que serão usadas para orientar o algoritmo classificador da imagem. Assim, cada pixel da imagem, dentro ou fora da área de treinamento, é avaliado e associado à classe à qual ele tem maior probabilidade de pertencer (SANTOS; PELUZIO; SAITO, 2010).

Para a coleta das amostras é necessária a inspeção visual da imagem e reconhecimento das feições que podem ser usadas como exemplo para a definição das classes. As classes devem possuir coloração e textura semelhantes para que sejam minimizados os erros da classificação automatizada. Conforme descrito no item anterior, a classificação foi orientada pela cor, textura, padrão e forma dos objetos. As classes descritas foram agrupadas em tipologias predominantes de uso e ocupação do solo. Essas, por sua vez, têm por objetivo a separação entre vegetação rasteira, vegetação arbórea-arbustiva e ocupação antrópica que deram origem à mancha urbana conurbada. Essas classes e tipologias podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1: Chave de classificação

Tipologia	Classe	Cor		Textura
		Predominante	Reflectância	
Ocupação Antrópica	Solo Exposto	Branco	Alta	Lisa
	Edificações	Branco	Alta	Geometrizada
	Pavimentação	Azul	Baixa	Lisa
	Mineração	Azul	Média-Baixa	Geometrizada
Vegetação Nativa	Vegetação Rasteira	Azul	Média-baixa	Lisa
	Vegetação Rasteira	Laranja	Média-alta	Lisa
	Vegetação Arbórea-Arbustiva	Vermelho	Média-baixa	Rugosa
Vegetação Exótica	Plantio	Laranja	Alta	Lisa
Água	Água limpa	Azul	Muito-baixa	Lisa
	Água turva	Azul	Média a Média-alta	Lisa

Organizado pelo autor

Vários classificadores foram testados para avaliar o melhor resultado. Foi escolhido o método de “classificação pixel a pixel” em função do tempo de processamento e do nível de detalhamento dos resultados. Esse processo consiste na investigação da informação espectral de cada pixel isoladamente para criar as classes homogêneas. Dentre os algoritmos disponibilizados pelo Spring, aquele que apresentou melhor resultado foi o classificador MAXVER-ICM.

O processo de classificação automatizada MAXVER-ICM se dá da seguinte maneira: em uma primeira fase, a imagem é classificada pelo algoritmo MAXVER atribuindo classes aos "pixels", considerando os valores dos níveis digitais dos pixels das bandas utilizadas para a classificação. Na fase seguinte, leva-se em conta a informação contextual da imagem, ou seja, a classe atribuída depende tanto do valor observado em um "pixel" quanto das classes atribuídas aos seus vizinhos. O algoritmo atribui classes a um determinado "pixel", considerando a vizinhança iterativamente. Este processo é finalizado quando a porcentagem de mudança (porcentagem de "pixels" reclassificados), definida pelo usuário, é satisfeita (MENESES; ALMEIDA, 2012). No presente estudo foi definido o valor de 15 % de mudança. Esse valor foi encontrado a partir de testes realizados e corresponde ao melhor resultado encontrado.

Com o intuito de melhorar os resultados obtidos por meio da classificação supervisionada, foi realizado, ainda, o procedimento de pós-classificação. Aplica-se este procedimento em uma imagem classificada com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados, classificados diferentemente de sua vizinhança. Com isto, gera-se uma imagem classificada com aparência menos ruidosa (SPRING, 2011).

O resultado do nível de detalhamento da classificação das imagens é apresentado na Figura 20.

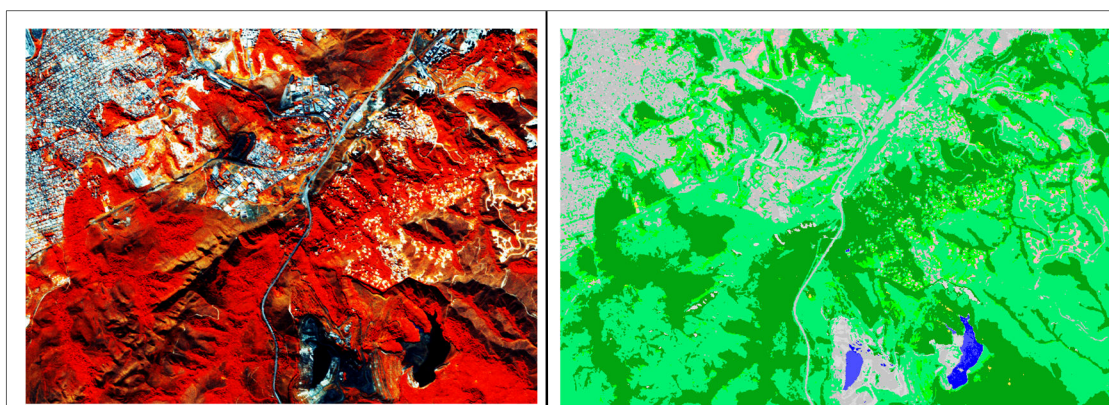


Figura 20: Trecho da imagem classificada

Fonte da base cartográfica: Imagem RapidEye (2010)

Elaborado pelo autor

Conforme mencionado anteriormente, foram necessárias cinco cenas (imagens) de 625 km<sup>2</sup> cada para recobrir toda a mancha urbana de Belo Horizonte (Figura 21). Todo o processo de pré-classificação, classificação, e pós-classificação aqui descritos foi aplicado para cada uma das imagens. De posse das cinco imagens classificadas, foi realizado o mosaico das mesmas, a fim de selecionar a mancha urbana de Belo Horizonte conurbada com os municípios do entorno. Esse processo foi realizado no software ArcGIS 9.3 pelo módulo Spatial Analyst.

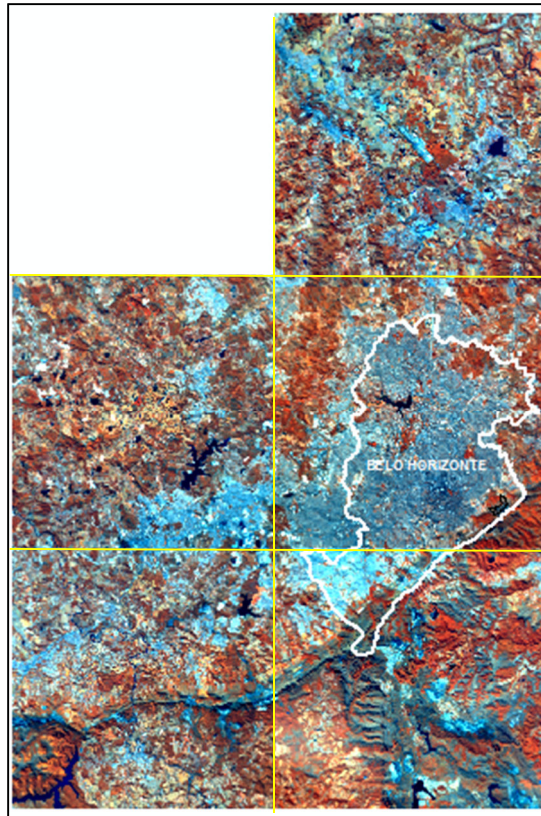


Figura 21: Conjunto de Imagens (Mosaico) utilizado na Classificação do Uso do Solo

Fonte: Imagens RapidEye (2010)

#### **4.3. Extração da Mancha Urbana Conurbada e Seleção dos Fragmentos de Vegetação**

A escolha pela mancha urbana conurbada como Área de Estudo, ou área de recorte dos fragmentos de vegetação analisados por métricas de paisagem, perpassa pelo conceito da aplicação das métricas. O cálculo da estrutura da paisagem, que nesse caso é composta por fragmentos de vegetação, é dado sobre a forma e o tamanho dos fragmentos. Dessa maneira é imprescindível que a morfologia dos fragmentos seja preservada para não condicionar a análise. Adotar a divisão territorial político-administrativa do município, por exemplo, promoveria uma secção nos fragmentos alterando sua forma e tamanho e, com isso, o resultado da análise. Portanto, optou-se por considerar todos os fragmentos de vegetação remanescentes **dentro** da mancha urbana de Belo Horizonte, adotando o próprio perímetro da mancha de urbanização para seleção dos fragmentos de vegetação que foram analisados com métricas de paisagem. Dessa maneira foi possível

preservar a forma original dos fragmentos de vegetação, não condicionando as análises.

É sabido que a vegetação periurbana também tem bastante influência no contexto da metrópole, a exemplo da Mata do Isidoro, do Parque Municipal das Mangabeiras, do Parque Estadual da Baleia, dentre outros. E, por isso, é importante frisar que caso esses fragmentos fossem considerados nas análises os resultados certamente seriam alterados. Entretanto, optou-se por trabalhar apenas com os fragmentos intra urbanos para que fosse possível preservar a forma dos mesmos e, também, para que o foco das análises ficasse na vegetação existente dentro das áreas mais adensadas e ao uso associado às mesmas. Esse processo é descrito a seguir.

A partir do mosaico das cinco imagens classificadas foi possível perceber a dispersão da mancha urbana de Belo Horizonte e as regiões onde ela está conurbada com os municípios vizinhos. Para realizar o recorte da mesma, o mosaico resultante da classificação das imagens de satélite foi convertido para arquivo vetorial a fim de possibilitar a seleção das feições e exportá-las individualmente. Todas as tipologias de “Ocupação Antrópica” contíguas – conforme apresentado no Quadro 1 –, ou seja, que apresentavam conexão espacial, foram consideradas como pertencentes à mancha urbana conurbada. Além dessas, considerou-se, também, os fragmentos de ocupação antrópica distantes até 50m da mancha coesa para contemplar as regiões muito próximas, mas que não apresentaram completa conexão espacial.

A partir da separação das classes de ocupação antrópica das demais feições foi possível criar um polígono delimitador de nossa área de estudo, conforme mostra a Figura 22. Nessa figura é possível observar, também, os fragmentos de vegetação periurbanos não contemplados na análise.

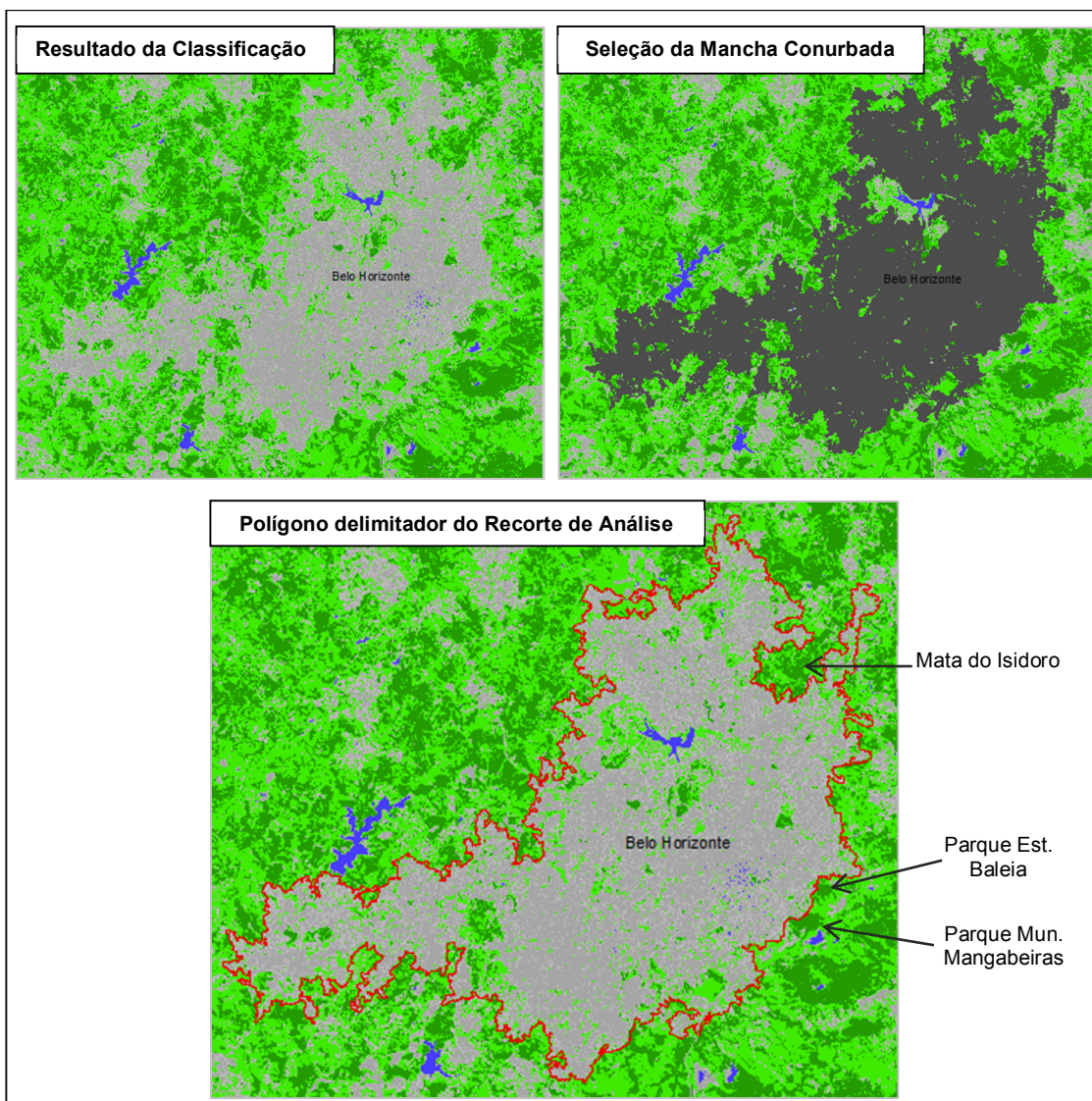


Figura 22: Resultado da Classificação das Imagens e Seleção da Mancha Urbana Conurbada

Fonte da base cartográfica: Imagens Rapid Eye (2010)

Elaborado pelo autor

A partir da elaboração do polígono que delimita o recorte da área de análise foram selecionadas todas as vegetações internas à mancha urbana conurbada, de porte rasteiro e porte arbóreo-arbustivo, para aplicação das métricas de paisagem. Esses fragmentos de vegetação remanescentes são as bases eleitas pela dissertação para fomentarem a discussão acerca da utilização da vegetação em ambiente urbano, conforme os sentidos ambientais, sociais e paisagísticos apresentados neste trabalho. A proposta é de discutir as funções possíveis de serem trabalhadas a partir do diagnóstico dado pela morfologia das mesmas. A Figura 23

mostra o resultado da elaboração do recorte de análise e dos fragmentos de vegetação analisados.

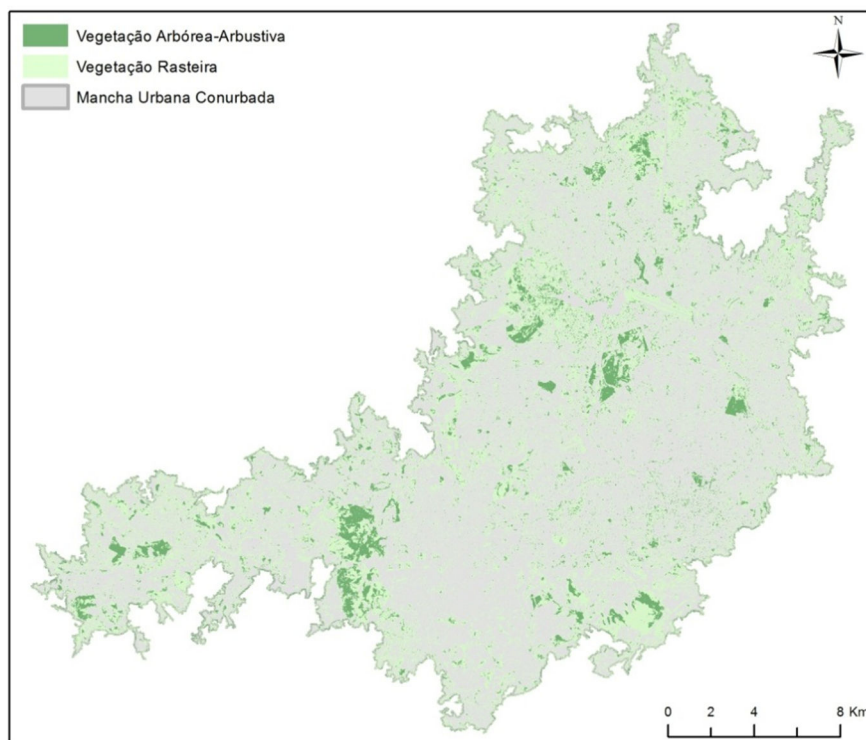


Figura 23: Área de Estudo e Fragmentos de Vegetação Analisados

Fonte da base cartográfica: Imagens Rapid Eye (2010)

Elaborado pelo autor

O resultado desse processo gerou, ao todo, 3.125 km<sup>2</sup> de informação sobre o uso do solo – mediante classificação de 5 imagens RapidEye com área de 625 km<sup>2</sup> cada –, a identificação da mancha urbana conurbada que ocupa uma área de 49.280,0478 ha e, dentro dessa, a identificação de 95.495 fragmentos de vegetação, divididos entre vegetação rasteira (72.215 fragmentos) e vegetação arbórea (23.280 fragmentos). Esses resultados estão sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2: Síntese dos resultados obtidos pela classificação das imagens de satélite

Tipo de Vegetação	Quantidade de Fragmentos	Área (ha)	% de Cobertura da MUC
Arbórea-Arbustiva	23.280	3.009,3269	6,11
Rasteira	72.215	16.424,0293	33,33
<b>Total de Vegetação</b>	<b>95.495</b>	<b>19.433,3563</b>	<b>39,43</b>
Área da Mancha Urbana Conurbada (MUC)		49.280,0478	100,00

Elaborado pelo autor

#### **4.4. Análise da Morfologia dos Fragmentos de Vegetação**

O cálculo das métricas de paisagem foi realizado separadamente para os fragmentos de vegetação rasteira e de vegetação arbórea-arbustiva, pois entende-se que esses tipos de vegetação apresentam potenciais distintos de uso e manejo no ambiente urbano. A análise acerca da morfologia dos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva orienta a busca de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, por exemplo. Já os fragmentos de vegetação rasteira, por não abrigarem grande biodiversidade e relevância florística são considerados, dentre outros aspectos, como áreas com potencial de uso com fins sociais, como na criação de áreas destinadas ao lazer, socialização, etc.

É importante destacar que existem inúmeras considerações possíveis acerca das análises sobre a morfologia da paisagem, conforme exemplos demonstrados por Forman e Gordon (1986), Lang e Blaschke (2009), Turner and Gardner (1991), Haines-Young, Green e Cousins (1993), dentre outros. Assim, a análise é realizada com os seguintes objetivos:

- Identificação de áreas prioritárias para conservação ambiental;
- Identificação de áreas com potencial para formação de corredores verdes;
- Identificação de áreas com potencial para usos multifuncionais;
- Identificação de áreas com características de espaços livres de uso comum;
- Identificação de pequenas áreas vegetadas para planejamento em micro escala.

A partir desses objetivos elencados busca-se validar a utilização de métricas de paisagem para análise dos espaços verdes urbanos, pois se espera que a morfologia dos fragmentos de vegetação traduza o uso que lhes é dado. É realizada uma análise macro, na qual é apresentada uma proposta de um sistema regional de espaços verdes, considerando a morfologia dos fragmentos da paisagem. E outra análise em escala local, na qual é selecionada a regional Noroeste de BH para se demonstrar como a lógica dessa metodologia e do planejamento dos espaços verdes pode ser pensada em ambas as escalas, uma vez que o processo é comparativo e realizado apenas entre os fragmentos que compõem a paisagem analisada. Assim, os pequenos fragmentos que por ventura sejam desconsiderados na análise regional

podem ser incorporados ao sistema local com a finalidade de promover uma melhoria da qualidade de vida no nível de bairro, de uso cotidiano desses espaços.

Destaca-se que a implantação desse tipo de sistema regional de espaços verdes não passa apenas pelo potencial de uso dessas vegetações. Existe uma série de outros processos relacionados que envolvem uso e propriedade da terra que não estão sendo considerados nessas análises. A ideia é, portanto, suscitar discussões acerca do planejamento dos espaços verdes urbanos e demonstrar como metodologias de análise espacial, especificamente as métricas da paisagem, podem ser efetivas para nortear a escolha dos locais a serem estudados para incorporação no planejamento da paisagem urbana.

É importante lembrar que se essas análises são baseadas em um recorte teórico e metodológico criado especificamente para esta pesquisa e que visa apresentar o potencial dessa metodologia para planejamento dos espaços verdes urbanos, em diferentes escalas. Com isso, há de se considerar a escala da fonte dos dados para se considerar o nível de detalhamento possível de se obter nos resultados das métricas de paisagem e, com isso, balizar o debate realizado sobre os mesmos. A resolução da imagem RapidEye (5m) proporciona potencial de análise tanto em escala regional quanto local, sendo possível aplicar a mesma metodologia em uma área reduzida, como um bairro ou uma regional. Contudo, vale destacar que a menor unidade de mapeamento (ou o tamanho do pixel da imagem) é de 25m<sup>2</sup>, ou seja, alvos com áreas inferiores a essa são generalizados em apenas um pixel. Assim, a análise possui seu limite de detalhamento da informação, não sendo indicada para análises de extremo detalhe, como para mapeamento de fundos de quintais muito pequenos.

Nesse sentido, a forma de pequenos fragmentos de vegetação sofrerá maiores distorções quanto menor for sua área, pois será delimitada por pequena quantidade de pixels da imagem. Portanto, dada a resolução da imagem, considera-se que as formas representadas na mesma são mais fidedignas ao seu formato real a partir do agrupamento de 9 pixels, o que corresponde a 225 m<sup>2</sup>.

#### **4.4.1. Métricas de Paisagem no Fragstats 3.3**

O Fragstats 3.3 é um software gratuito desenvolvido por pesquisadores da *University of Massachusetts, Amherst*, projetado para calcular uma grande variedade de métricas para as categorias de uso e ocupação do solo que estruturam paisagens (McGARIGAL; MARKS, 1995). Ele disponibiliza três tipos básicos de métricas: Métricas de Paisagem, que analisam todos os fragmentos da paisagem de um modo geral, calculando, por exemplo, o percentual total de ocupação da paisagem; Métricas de Classe, para análises que consideram mais de uma classe em um mesmo conjunto e buscam correlações entre elas, como, por exemplo, diferentes tipologias de uso do solo relacionadas na mesma análise; e Métricas de Fragmentos que analisam detalhadamente a morfologia de cada um dos componentes.

Neste estudo trabalhou-se apenas com as métricas de Fragmentos, pois o interesse é investigar o potencial de uso de determinadas áreas a partir da sua forma e posição geográfica. As métricas calculadas foram: área, área núcleo, relação perímetro-área e círculo circunscrito. Essas métricas fornecem um imenso potencial de análise e apresentaram resultados satisfatórios para o objetivo proposto. Entretanto, existem outras métricas que podem atender a outras demandas, como cálculo de perímetro, quantidade de áreas núcleo, índice de áreas núcleo, proximidade, índice de complexidade da forma, raio de giro, contiguidade, distância euclidiana e índice de similaridade.

O resultado apresenta valores comparativos entre os fragmentos analisados, ou seja: o conjunto de fragmentos foi ranqueado do máximo ao mínimo segundo as características mensuradas. Essas métricas podem (e devem) ser manipuladas de acordo com os objetivos do pesquisador, conforme é apresentado a seguir.

## **5. Análise dos Resultados**

---

### ***Morfologia dos Fragmentos de Vegetação***

O trabalho com métricas de paisagem exige do pesquisador uma clareza de seus objetivos para com a análise proposta, pois os resultados por si só não indicam valores que possam ser interpretados como parâmetros. Os resultados são essencialmente numéricos e permitem elaborar análises comparativas dentro o universo analisado. Por exemplo: a afirmação de que um fragmento de vegetação é grande ou pequeno deve partir de algum critério estabelecido previamente pelo pesquisador, pois, pelo contrário, os resultados permitem apenas distinguir entre o universo analisado quais são os fragmentos maiores e os menores.

Neste estudo não foram utilizados critérios que indiquem valores específicos para elaborar as análises, mas sim apenas a relação comparativa entre os resultados numéricos alcançados, que foram ranqueados. A ideia é apresentar algumas possibilidades de análise que essa metodologia oferece e, com isso, incentivar que sejam realizados estudos que definam esses critérios. Os resultados das métricas foram incorporados ao banco de dados de cada fragmento de vegetação, como atributos, para permitirem consultas, análises espaciais e mapeamentos temáticos.

A partir dos valores obtidos é possível demonstrar como as métricas podem ser trabalhadas de modo associado e como isso pode contribuir para análise, até mesmo, para o estabelecimento de critérios baseados em valores numéricos.

Para tanto, são escolhidos alguns exemplos que comprovam como é possível inferir acerca do uso ou função de determinados fragmentos a partir da sua morfologia. Vale lembrar que a morfologia objeto de estudo é expressa numa superfície bidimensional, mapeada a partir da visão zenital promovida por imagens de satélite. Para auxiliar na interpretação dos resultados, é apresentada, juntamente aos resultados obtidos, explicação sobre cada métrica, os motivos e objetivos de utilizá-las neste estudo.

### **5.1. Métrica de Área**

Área é a medida de estrutura da paisagem mais difundida e, por isso, é a considerada a mais importante por Lang e Blaschke (2009). Muitas outras medidas são construídas diretas ou indiretamente sobre ela. Para a Ecologia é uma importante ferramenta, pois pode determinar o número potencial de espécies ou mesmo da demanda de área para determinadas espécies.

Nesse estudo, o cálculo das áreas dos fragmentos de vegetação rasteira e dos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva foi utilizado para hierarquizar os fragmentos vegetais existentes dentro da área de análise, a mancha urbana conurbada (MUC). Os resultados servem como base para análises da morfologia dos fragmentos que são realizadas através de outras métricas, como a relação “Perímetro/Área” e “Círculo Circunscrito”. A partir de testes identificou-se que a análise da morfologia dos fragmentos somente é possível quando se compara fragmentos com áreas semelhantes. Isso, pois os elevados valores de área, dos grandes fragmentos, faz com que os valores para as métricas relacionadas à complexidade da forma, como a relação Perímetro/Área, sejam menores do que os valores para os pequenos fragmentos. Tal situação é apresentada na Figura 24.

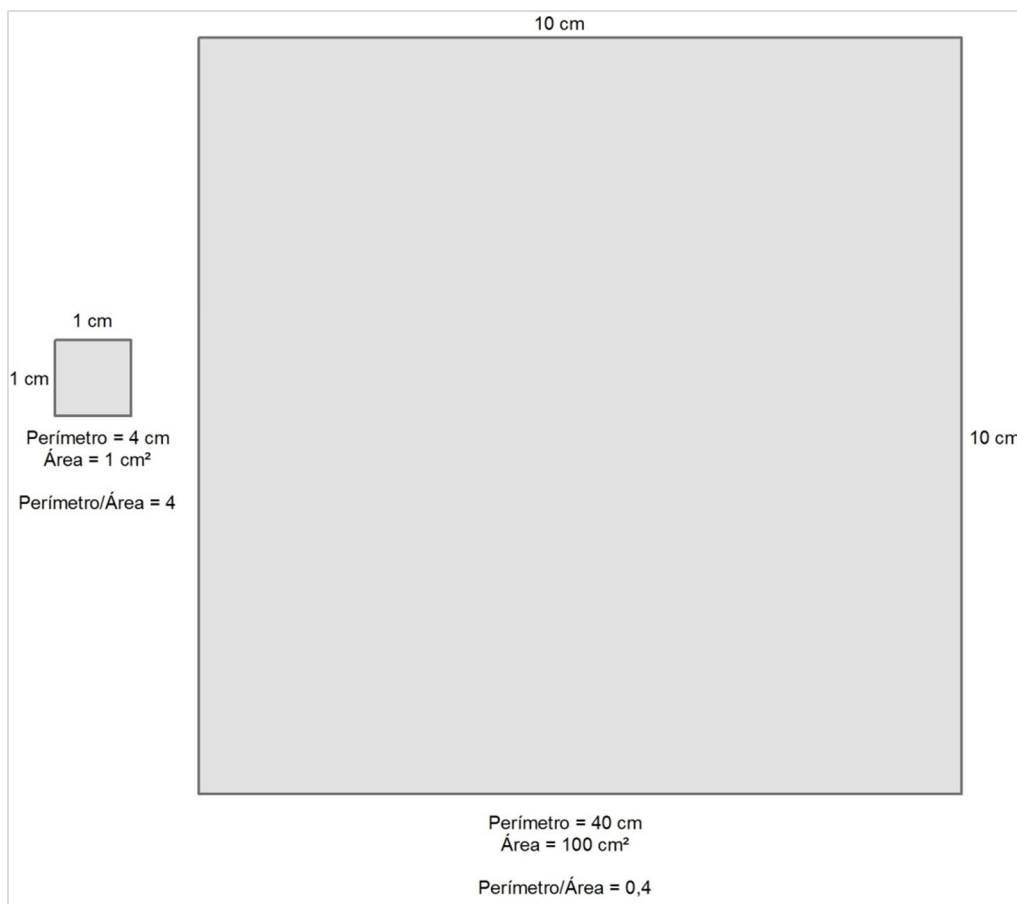


Figura 24: Comparação de valores para o cálculo de complexidade da forma

Elaborado pelo autor

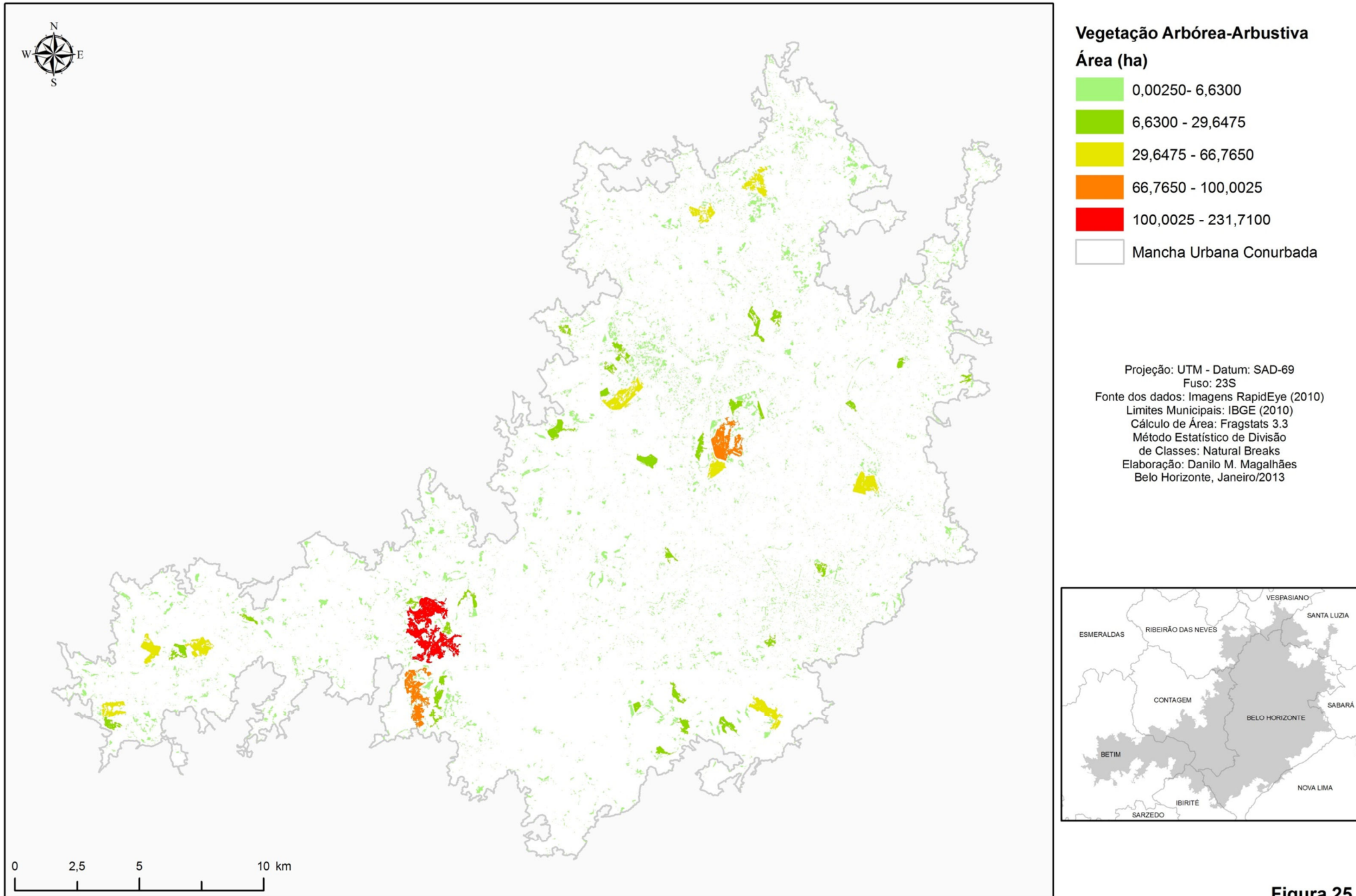
Como se pode perceber, os dois fragmentos comparados na Figura 24 possuem formas idênticas, mas possuem valores distintos para o cálculo de perímetro/área, sendo que quanto maior a área menor é a relação perímetro/área. Isso pode gerar uma interpretação equivocada acerca da morfologia dos fragmentos caso todos sejam analisados em conjunto, pois os menores possuem, fatalmente, valores mais elevados para o cálculo de perímetro/área. Esses resultados são utilizados para discutir sobre a complexidade da forma dos fragmentos e, por isso, é necessário analisar separadamente pequenos fragmentos dos grandes fragmentos.

### **5.1.1. Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva**

Foram identificados 23.280 fragmentos de vegetação de porte arbóreo-arbustivo. Esses possuem, ao total, uma área de 3.009,3269 ha, o que representa

apenas 6,11 % de toda a área de estudo (MUC). A grande maioria dos fragmentos (22.017) possuem áreas inferiores a 0,25 ha, que corresponde à média global. O restante (1.263) possuem valores superiores a 0,25 ha, entretanto a maioria deles apresenta área inferior a 6,63ha, conforme pode ser observado na Figura 25.

Os resultados para o cálculo de área foram agrupados em cinco faixas de valores e representados em uma escala de cores variando do verde ao vermelho para representar das menores às maiores áreas. As classes numéricas foram agrupadas segundo o método estatístico *Natural Breaks*. Tal método identifica o comportamento natural da variável e promove a criação de classes homogêneas, separando-as nos pontos em que são encontradas as maiores oscilações dos valores da variável.



**Figura 25**

**Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva**

A hierarquização dos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva por meio da área dos mesmos pode nos indicar os espaços prioritários para conservação da biodiversidade. Isso se considerarmos que as áreas maiores podem abrigar maiores quantidades de espécies vegetais e, possivelmente, melhores condições de conservação da biodiversidade do que os pequenos fragmentos. Além disso, o resultado nos alerta para a existência de poucas grandes áreas de vegetação de porte arbóreo-arbustivo dentro da MUC, sobretudo na região centro e centro-oeste da área de estudo. Tal configuração já indica a baixa conectividade entre os fragmentos de vegetação nessa região, o que leva a graves implicações ambientais que podem afetar a qualidade de vida para o homem e a manutenção de espécies remanescentes de fauna, mesmo as mais resistentes.

Analisando esses fragmentos percebe-se que há uma grande variação na morfologia dos mesmos. E, de acordo com os estudos ecológicos, a forma de um fragmento vegetal pode condicionar as relações ecológicas desenvolvidas em seu interior e de sua relação com o entorno. Neste caso, é utilizado o cálculo da área núcleo para aferir a potencialidade dos fragmentos para conservação da biodiversidade. Além disso, é utilizada a relação Perímetro/Área para averiguar as áreas que possuem maior efeito de borda e, a partir disso, identificar os usos existentes nesses locais.

## ***5.2. Métrica de Área Núcleo sobre Vegetação Arbórea-Arbustiva: Áreas Prioritárias para Conservação***

Área Núcleo representa os espaços internos de unidades espaciais, ou seja, se baseia na identificação do maior núcleo possível a partir de uma distância da borda conforme demonstra a Figura 26. O distanciamento da borda deverá ser indicado pelo pesquisador e, para a biologia da conservação, é embasado no comportamento de animais ou vegetais sensíveis ao efeito de borda. A utilização dessa métrica pressupõe que os setores da borda são influenciados por determinados efeitos de áreas exteriores e que, conseqüentemente, no setor interno predominam condições ecológicas mais bem preservadas. Na ecologia é interessante para o trabalho com espécies sensíveis às bordas. A análise das áreas-

núcleo deve operacionalizar a preferência por determinados espaços, considerando uma determinada distancia da borda (LANG; BLASCHKE, 2009).

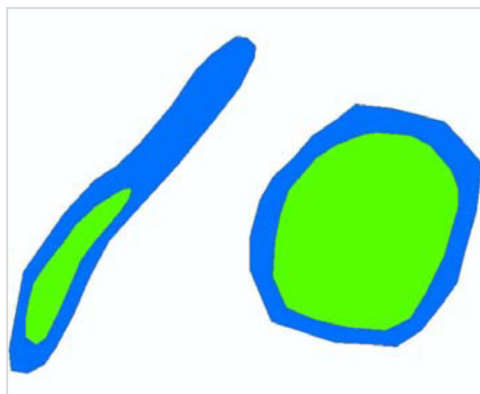


Figura 26: Área Núcleo

Fonte: Moura (2010)

Para ambientes urbanos essa lógica pode ser aplicada para áreas de preservação específicas, como hortos florestais. Entretanto, deve-se destacar que esse tipo de interpretação está focado na capacidade de suporte à fauna e flora, na visão preservacionista e não na busca por espaços com multiplicidade de uso.

O resultado dessa métrica indica o nível de coesão dos fragmentos de vegetação e, nesse sentido, seu grau de estabilidade. Fragmentos com maior área núcleo indicam maiores áreas onde existem relações ecológicas mais bem preservadas. Essas áreas podem ser interpretadas como zonas com alto potencial de influenciar seu entorno e podem ser consideradas como o “coração” do sistema de espaços verdes por ser a maior fonte gênica.

Esse resultado reforça a noção da hierarquização dos fragmentos de vegetação, destacando aqueles que devem ser preservados focando a manutenção da biodiversidade remanescente. Assim, merecem destaque os fragmentos de vegetação de porte arbóreo-arbustivo, composto por remanescentes de Cerrado e de Mata Atlântica encontradas na região, uma vez que as áreas dotadas de vegetação rasteira são, na maioria dos casos, de vegetação exótica e favorecem uma maior acessibilidade e usos múltiplos. Entretanto, na região da Serra do Curral existem áreas de campos rupestres que possuem, também, extrema relevância para preservação ambiental.

Para o cômputo dessa métrica o usuário deve informar o valor de distanciamento da borda para que um fragmento disponha de área núcleo. Utilizou-se o valor de 70m, pois corresponde, aproximadamente, à metade da diagonal de um quarteirão do município de Belo Horizonte, que possui, em média, 10.000 m<sup>2</sup> (Figura 27).

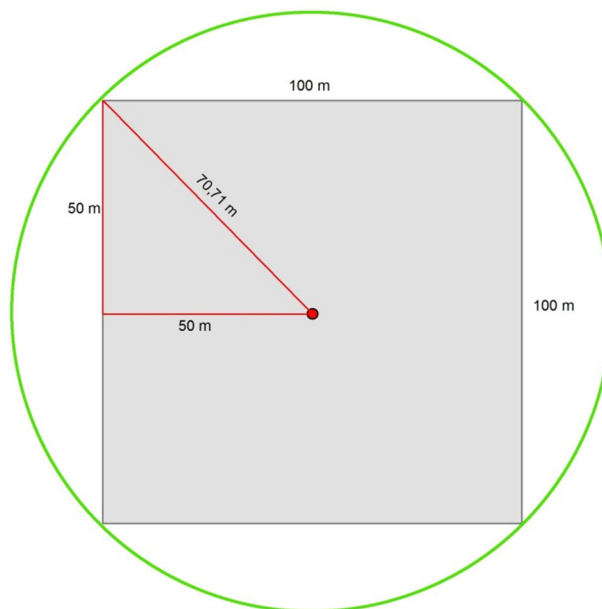
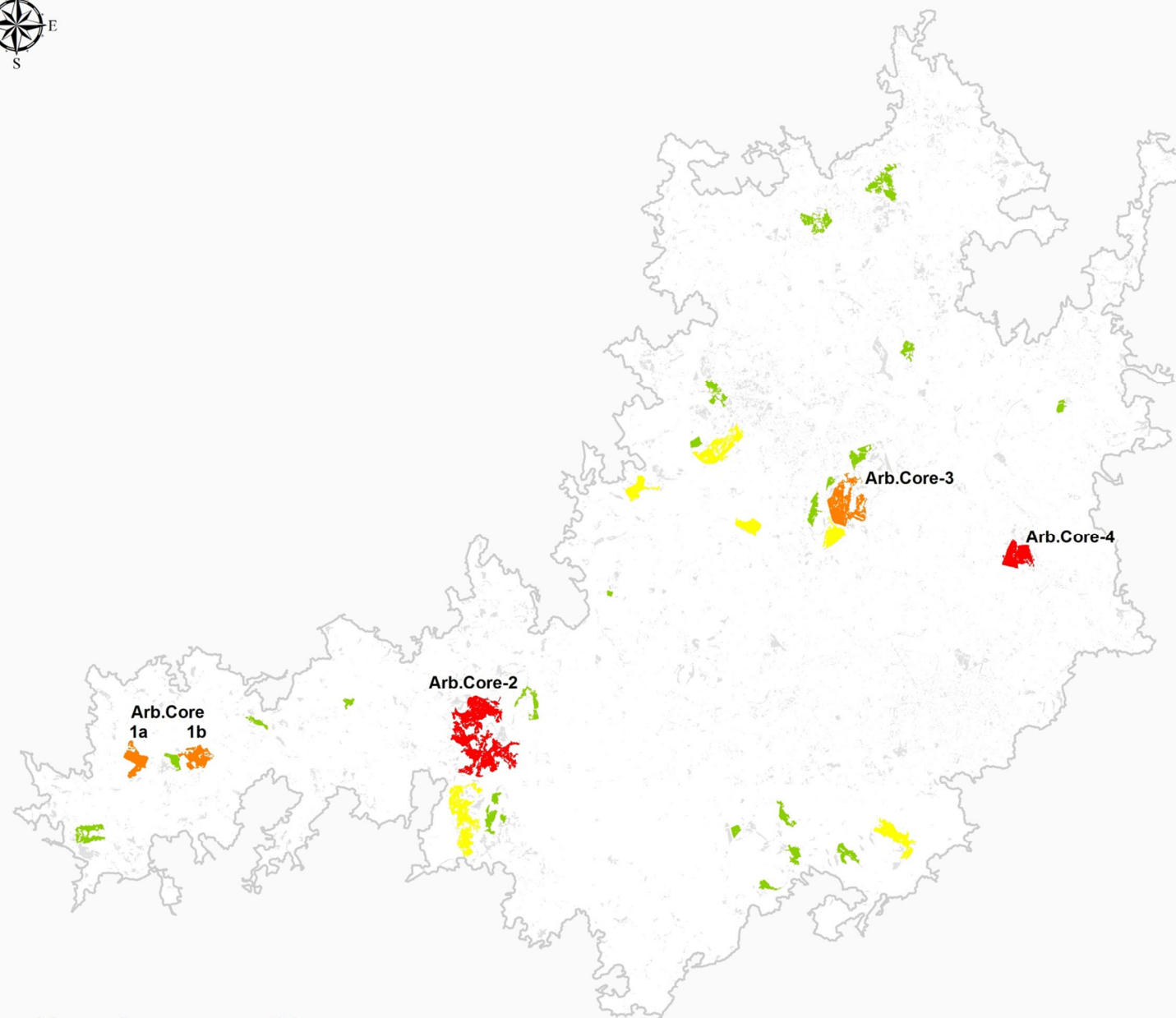


Figura 27: Parâmetros para cálculo da área núcleo

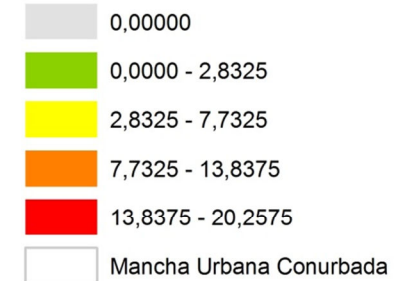
Elaborado pelo autor

A figura demonstra que para que um fragmento de vegetação tenha alguma área núcleo é necessário que exista alguma região de seu interior distante pelo menos 70m da borda. Pode-se considerar que esse valor estipulado é elevado para análise dos fragmentos de vegetação em áreas urbanas, pois para que um fragmento possua área núcleo ele deve ter área semelhante à de um quarteirão. Dessa maneira, são destacados os principais fragmentos de vegetação arborea-arbustiva, aqueles que apresentam significativa capacidade de suporte à fauna e flora local, como pode ser observado na Figura 28. A apresentação dos resultados do cálculo da área núcleo segue a mesma divisão das classes adotada para as métricas de área (cinco classes divididas através do método *Natural Breaks*), porém foram isolados os fragmentos que não possuem área núcleo (área núcleo = 0,00ha).



### Vegetação Arbórea-Arbustiva

#### Área Núcleo (ha)



Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S

Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)

Limites Municipais: IBGE (2010)

Cálculo de Área Núcleo: Fragstats 3.3

Método Estatístico de Divisão  
de Classes: Natural Breaks

Elaboração: Danilo M. Magalhães

Belo Horizonte, Janeiro/2013



Figura 28

Área Núcleo dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva

Como se pode perceber, o resultado difere da simples análise das áreas, pois nessa métrica é considerada, também, a forma do mesmo para conformar a área núcleo, que é a área interna distante pelo menos 70 metros da borda do fragmento. A existência de um núcleo coeso onde existam baixas interferências dos fatores externos caracterizam essas áreas como prioritárias para conservação ambiental. A fim de verificar essa afirmação, foram selecionados quatro exemplos destacados na Figura 28 e que são apresentados a seguir:

- **Arb.Core-1a e Arb.Core-1b:** Grandes fragmentos de vegetação de porte arbóreo em áreas onde se percebe a abertura de novos loteamentos e construção de novas edificações, ambos localizados no município de Betim. Os fragmentos de vegetação estão em propriedades particulares e em áreas de preservação ambiental, como parque ecológico, além de serem entrecortados por alguns cursos d'água que conformam APP. Nessa região existem algumas chácaras e sítios, mas essas vêm sendo substituídos por um padrão de ocupação mais adensado, sobretudo por populações de baixa renda em edificações com infraestruturas precárias. Nas áreas são observadas obras em andamento, obras recém-finalizadas e anúncio de novos empreendimentos imobiliários para construção de novas moradias e de um Shopping Center, localizado na Avenida Marco Túlio Isaac. Por conta disso, uma parte significativa da massa vegetal dessas áreas já foi suprimida e outras já possuem placas anunciando a construção de novas edificações que promoverão a remoção da cobertura vegetal. As figuras a seguir ilustram essa situação.



Figura 29: Vista aérea das áreas Arb.Core-1a e Arb.Core-1b

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 30: Vista da Rua da área Arb.Core-1a em abril de 2011

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011



Figura 31: Construção de Shopping Center na área Arb.Core-1a em janeiro de 2013

Foto do autor, jan. 2013



Figura 32: Placa indicando terreno à venda por imobiliária na área Arb.Core-1a

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011<sup>13</sup>



Figura 33: Prédios recém-construídos na área Arb.Core-1b

Foto do autor, jan. 2013

---

<sup>13</sup> Placa de vende-se continua afixada no local em janeiro de 2013.



Figura 34: Detalhe da vegetação que será suprimida por empreendimento imobiliário na área Arb.Core-1b

Foto do autor, jan. 2013

É possível perceber, portanto, que grande parte da massa vegetal dessa região já foi suprimida ou está condenada pelo surgimento de novas edificações, o que reforça a importância da preservação de outros espaços uma vez que esses ficarão cada vez mais restritos em função da constante demanda de novos espaços para edificar. Destaca-se que essas áreas apresentam vegetações de porte arbóreo em estágio médio (talvez algumas espécies em estágio avançado) de regeneração, o que reforça a importância desses fragmentos para manutenção de habitats para a fauna e da biodiversidade florística em meio à malha urbana. A área e forma dos fragmentos, que conformam grandes áreas nucleares, traduzem essa situação que pode ser observada em campo. Há uma significativa presença de pássaros de espécies variadas que são facilmente observáveis a olho nu e, de acordo com moradores do local, micos e outros pequenos mamíferos também são encontrados nessas matas. Importante destacar que essas informações sobre a fauna e flora local são apenas rápidas observações feitas visualmente e por relatos de moradores vizinhos feitas em visita a campo. Informações precisas sobre esses assuntos devem ser realizadas por especialistas da área.

- **Arb.Core-2:** Maior massa vegetal encontrada na área de estudo é formada, de acordo com a moradores vizinhos ao local, por áreas de preservação da REGAP (Refinaria Gabriel Passos), da Petrobrás, e outros terrenos particulares – chácaras e fazendas. Na área também são encontrados alguns cursos d’água que conformam APP. Assim com as áreas Arb.Core1 (a e b), a área Arb.Core-2 apresenta uma relativa riqueza da fauna de aves, sendo facilmente observada uma significativa variedade de espécies. Além disso, alguns exemplares de flora nativa indicam para um elevado estágio de regeneração natural, com árvores que possuem, aparentemente, mais de 20 anos de crescimento. Essas informações merecem ser checadas em campo por especialistas, mas seguramente as áreas apresentam boas condições ecológicas para o meio urbano e promovem refúgios para fauna, além de guardar espécies nativas da flora regional. Também são encontrados na área alguns anúncios de terrenos à venda, o que nos indica que a total preservação desse local não está assegurada. Por ser a maior massa vegetal da área de estudo, essa merece ser avaliada pelos gestores públicos para formação de reservas de conservação ambiental. As figuras a seguir ilustram essas informações. Essa área encontra-se no município de Betim, praticamente na divisa desse com o município de Contagem.



Figura 35: Vista aérea da área Arb.Core-2

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 36: Vista da rua da área Arb.Core-2

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011



Figura 37: Cursos d'água localizados em propriedades particulares na área Arb.Core-2

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011



Figura 38: Detalhe de vegetação de porte arbóreo na área Arb.Core-2  
Foto do autor, jan. 2013



Figura 39: Terreno à venda na área Arb.Core-2  
Foto do autor, jan. 2013

- **Arb.Core-3:** Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais (E-Eco-UFMG) é uma unidade de conservação urbana com aproximadamente cento e quatorze hectares de área formada por vegetação típica de matas semidecíduas e de cerrado. De acordo com o portal da UFMG, a área possui grande diversidade de flora e fauna, com espécies de mamíferos (Capivaras, Mico-estrela, Gambá, etc.), de anfíbios e répteis (Teiú, Falsa-coral, etc.) além de aproximadamente 150 espécies de aves (Alma-de-gato, Tucanuaçu, Jacú, Saíra, Bico-de-veludo, etc.). Apresenta também uma variedade de espécies vegetais nativas como a Mutamba, Cedro, Ipê, Cotieira e espécies exóticas como o Eucalipto, a Mangueira, o Baobá, etc. O local era uma antiga fazenda onde, durante a administração de Juscelino Kubitschek, foi construído o Lar dos Meninos Dom Orione. Posteriormente o terreno foi abandonado e transformou-se numa região de depósitos de entulho da universidade. Apenas em 1988 foi criado um convênio entre a UFMG e a prefeitura de Belo Horizonte para recuperação e conservação da área que passou a receber projetos de pesquisa, ensino e extensão, incluindo um curso de mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, s/d). As figuras a seguir apresentam a relevância da cobertura vegetal preservada pela E-Eco.



Figura 40: Vista Aérea da Estação Ecológica da UFMG

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 41: Vista da rua da Estação Ecológica

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011



Figura 42: Educação Ambiental na E-Eco-UFMG

Disponível em <https://www3.ufmg.br/proex/mostraNoticias.php?codigo=1743>. Acesso em 23 dez. 2013

A E-Eco-UFMG é um bom exemplo de como as áreas verdes podem ser aproveitadas no ambiente urbano, pois há a mescla de conservação ambiental com o uso da população. Assim, além de possibilitar o acesso e uso das pessoas a gestão do local também investe em ações de educação socioambiental que podem gerar mudanças positivas na sociedade.

- **Arb.Core-4:** Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG, antiga fazenda que guarda resquícios da flora da Mata Atlântica e do Cerrado. Esse fragmento de vegetação merece destaque, pois a forma do mesmo possibilita a formação de uma grande área núcleo o que o coloca como área com grande potencial para abrigar relações ecológicas bem preservadas. A comparação entre as Figuras 25 e 28, que apresentam o cálculo de área e de área núcleo dos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva, respectivamente, nos mostra como a forma do fragmento pode influenciar na condição de uso e conservação do mesmo. Mesmo apresentando uma área inferior a vários outros fragmentos, o MHNJB-UFMG possui relevância ecológica pela densidade e coesão de sua massa vegetal que é representada por uma grande área nuclear. As figuras a seguir ilustram essas informações.



Figura 43: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 44: Flora do MHNJB-UFMG

Disponível em: <http://www.mhnjb.ufmg.br/omuseu.html>. Acesso em 23 dez. 2012

Como se pode perceber, os espaços verdes com presença de grandes áreas núcleo são interessantes para conservação da biodiversidade e para promoção de benefícios ambientais para a malha urbana, a exemplo da E-Eco-UFMG e do MHNJB-UFMG. Essas duas últimas estão, sem dúvidas, dentre as principais áreas de conservação do município e, também, de toda a MUC analisada, sobretudo por possibilitarem o acesso da população e por estarem ligadas a ações de educação ambiental.

Destaca-se que dentro da MUC de Belo Horizonte existem apenas 36 fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva que apresentam Área Núcleo, totalizando uma área de 1.138,9766 ha, o que corresponde a 2,31% de toda a área de estudo. Dessa maneira, indica-se que fragmentos com essas características devem ser preservados a fim de garantir a conservação dos remanescentes da flora e da fauna nativa.

Sugere-se que sejam criadas unidades de conservação, como parques, nas áreas ainda não preservadas, ou mesmo que sejam instituídas políticas que tornem a preservação atrativa para os particulares que são proprietários dessas áreas que apresentam grande potencial para manutenção da biodiversidade.

### **5.3. Relação Perímetro/Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva: Áreas Multifuncionais (Conservação/Usos Populacionais)**

A relação perímetro/área, de um modo geral, pode ser utilizada como índice de complexidade da forma. Quanto maior for o perímetro de um fragmento em relação à sua área mais a forma desse fragmento se distancia de uma forma estável, como um círculo. Ou seja, fragmentos alongados ou com muitas ramificações possuem grande perímetro e pequena área, o que torna a forma mais complexa<sup>14</sup>.

Para os estudos ecológicos essa métrica é utilizada para analisar o grau de fragmentação de paisagens, buscando identificar áreas mais degradadas e mais susceptíveis aos efeitos de borda que é indesejável para determinadas espécies. Entretanto, em se tratando de ambiente urbano, um elevado índice de perímetro/área pode ser tido como benéfico, uma vez que representa uma maior “permeabilidade” do fragmento o que gera maior potencial de trocas com o entorno. A forma complexa e entrecortada desses fragmentos possibilita maior acessibilidade por haver mais espaços disponíveis em meio aos mesmos para que sejam transpostos. Tal configuração pode representar espaços verdes dotados de infraestrutura para uso das pessoas (seja público ou privado), como parques temáticos, parques urbanos, clubes, entre outros que, de modo geral, poderão associar benefícios ambientais com fins sociais.

Para a análise da complexidade da forma é necessário selecionar fragmentos com tamanhos aproximados, pois o cálculo se dá a partir do valor da área e o valor do perímetro dos fragmentos. Assim, a análise de todo o conjunto é inviável, pois a área e o perímetro de um grande fragmento podem ser milhares de vezes maiores que a de um pequeno fragmento. A fim de se identificar grandes áreas de vegetação arbórea, que apresentam relevância ambiental, mas que tenham formas fluidas que permitam o acesso da população, foram selecionados os fragmentos com Área Núcleo maior que 0 (zero) e foi aplicado o cálculo de Perímetro/Área. Espera-se que o resultado aponte os principais parques urbanos do município, bem como as áreas com potencial para tal. O resultado é apresentado na Figura 45.

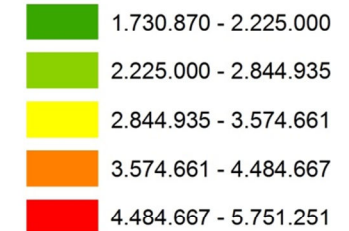
---

<sup>14</sup> Ver Figura 9: Grau de Complexidade de Formas, localizada na página 45.



### Vegetação Arbórea-Arbustiva

#### Perímetro / Área (m)



Mancha Urbana Conurbada

Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S

Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)

Limites Municipais: IBGE (2010)

Cálculo do Perímetro/Área: Fragstats 3.3

Método Estatístico de Divisão

de Classes: Natural Breaks

Elaboração: Danilo M. Magalhães

Belo Horizonte, Janeiro/2013



Arb.P/Area-3

Arb.P/Area-2

Arb.P/Area-1

0 2,5 5 10 km

**Figura 45**

**Relação Perímetro / Área dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva com Área Núcleo > 0**

Os resultados mostram, portanto, os fragmentos que possuem alguma área núcleo. Dentre eles é destacado nas cores vermelha e laranja aqueles que possuem formas mais complexas, e que segundo as análises realizadas são consideradas áreas com potencial para usos multifuncionais, onde há maior acesso da população.

Assim, como esperado, os resultados evidenciam alguns parques urbanos e a fundação Zoo-Botânica. Foram selecionadas três áreas no mapa anterior (Figura 45) para nos auxiliar na demonstração dos usos relacionados a esses espaços.

- **Arb.P/Area-1:** Parque Municipal Jacques Cousteau (Parque do Bethânia), criado em 1971 e implantado em 1999 sobre antigo depósito de lixo, sua cobertura vegetal é predominantemente de porte arbóreo e com “avançado grau de regeneração natural”. Possui nascentes, cursos d’água perenes, fauna e flora diversificada e, como opções de lazer, trilhas, brinquedos e espaços de convivência (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, s/ data-a).



Figura 46: Vista aérea do Parque do Bethânia

Disponível em: <[http://www.parquesbh.com.br/?attachment\\_id=1577](http://www.parquesbh.com.br/?attachment_id=1577)>. Acesso em 23 dez. 2012

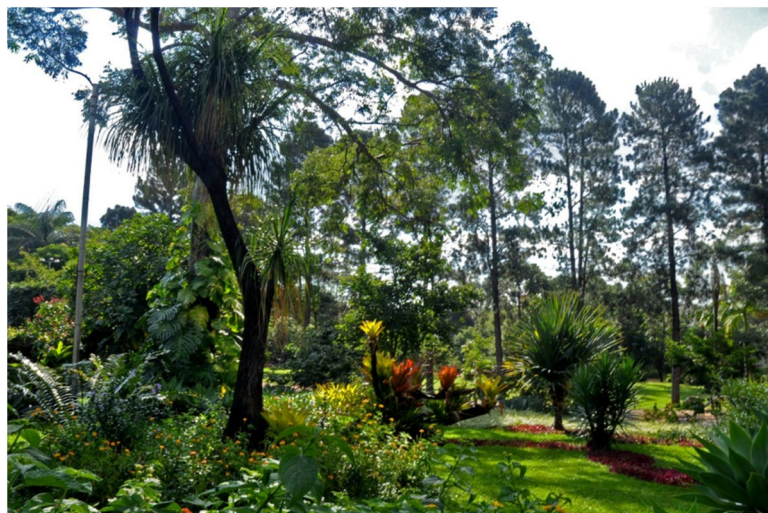


Figura 47: Parque Municipal Jacques Cousteau (Parque do Bethânia)

Disponível em: <[http://www.parquesbh.com.br/?attachment\\_id=1588](http://www.parquesbh.com.br/?attachment_id=1588)>. Acesso em 23 dez. 2012

- **Arb.P/Area-2:** Fundação Zoo-Botânica, criada em 1991 para administrar o Zoológico (existente desde 1959) e o Jardim Botânico de Belo Horizonte. É considerada a segunda maior área verde do município e recebe, anualmente, 1,2 milhão de pessoas, além de manter projetos educativos, científicos e culturais (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, s/ data-b).



Figura 48: Vista aérea da Fundação Zoo-Botânica

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 49: Jardim Japonês – Fundação Zoo-Botânica de BH (2010)

Disponível em: <http://www.procurandoviagens.com/2012/08/viagem-turismo-belo-horizonte-minas-gerais.html>. Acesso em 23 dez. 2012

- **Arb.P/Area-3:** Sesc Venda Nova é uma área destinada ao lazer e ao descanso. Possui hospedagem e diversas opções para o lazer, para a prática de esportes, um parque aquático, áreas verdes e trilhas nas matas (SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO, s/ data).



Figura 50: Vista Aérea do Sesc Venda Nova

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 51: Sesc Venda Nova

Disponível em: < <http://www.geolocation.ws/v/P/67634759/sesc-venda-nova-belo-horizonte-mg/-en>>.

Acesso em 23 dez. 2012

Como se percebe, os fragmentos analisados possuem formas mais complexas por ter, predominantemente, maior acessibilidade e apresentam fins mistos, como parques e áreas de lazer. Nota-se a mescla de arborização densa com trilhas, caminhos e infraestruturas em meio às matas, o que comprova que há uma relação intrínseca entre a forma do fragmento e seu uso predominante. Destaca-se que diversas áreas analisadas não possuem esse tipo de utilização, como parques, sendo sua forma configurada apenas pela topografia, disponibilidade de vegetação e áreas urbanizadas. Assim, sugere-se que essas áreas sejam aproveitadas para criação de parques urbanos, pois possuem significativa massa vegetal, presença de áreas nucleares (o que favorece à manutenção da biodiversidade) associada a uma forma “permeável”, o que favorece o acesso da população. Vale destacar que essas alterações não são impossíveis em meio urbano, a exemplo de parques como o Jacques Cousteau, E-Eco da UFMG, MHNJB, Fundação Zoobotânica, dentre outros. Essas áreas, outrora desqualificadas para uso público ou conservação ambiental, em algum momento foram requalificadas e transformadas em parques ou áreas de preservação e, a partir dessas iniciativas, passaram a abrigar funções importantes do ponto de vista socioambiental.

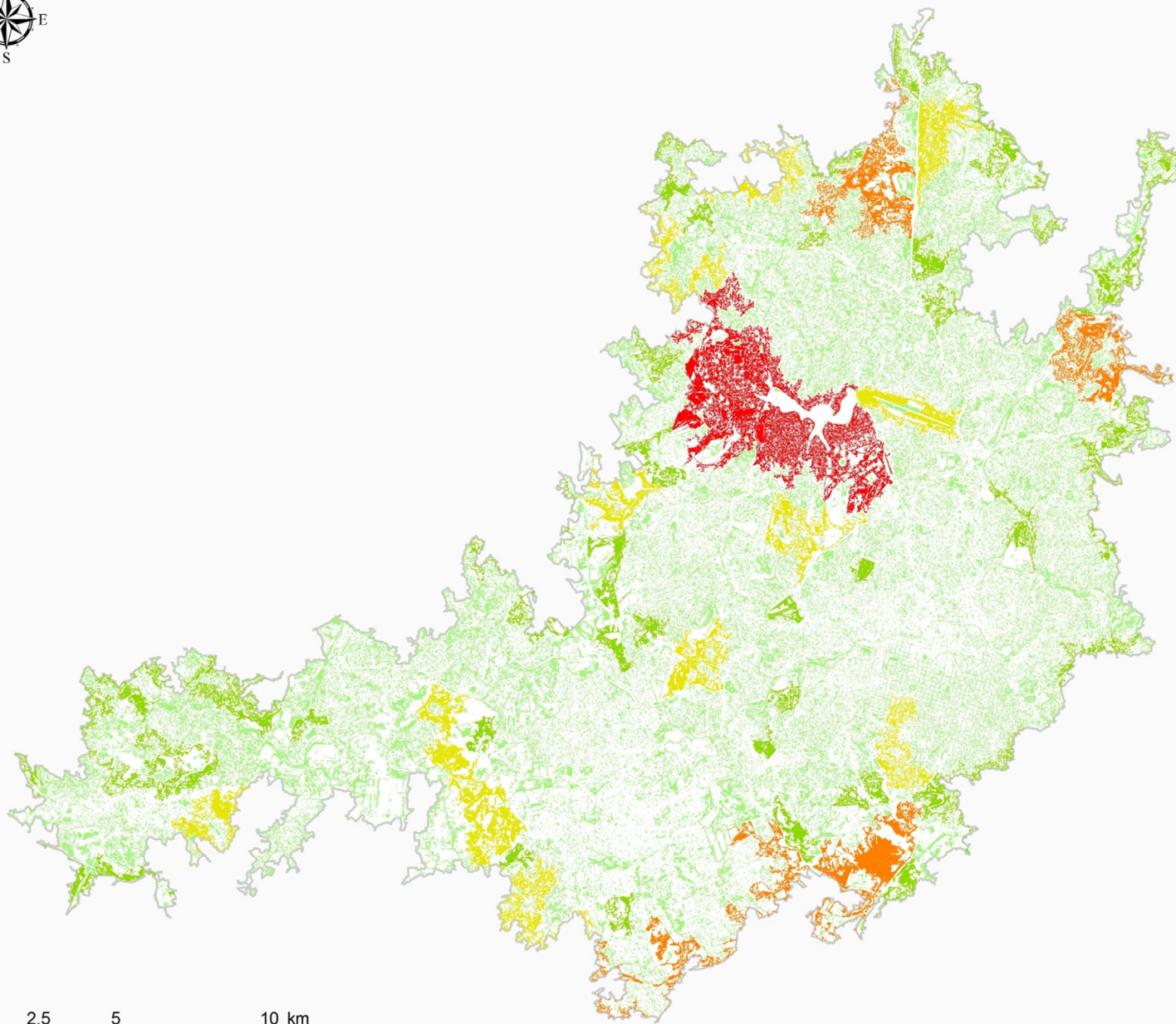
Destinar algum tipo de uso social aos espaços verdes, como nos exemplos apresentados, é interessante, pois assegura a permanência desses espaços na

malha urbana. Assim, nota-se que além da morfologia desses espaços estarem traduzindo o uso que lhes é destinado, o uso desse tipo de métrica nos auxilia, também, para indicar outras áreas que possuem potencial para receberem esse tipo de uso. Essas áreas são de suma importância para a formação de um sistema de espaços verdes, pois em áreas urbanas o planejamento dos espaços verdes deve conciliar fins ambientais com sociais e paisagísticos, conforme preconiza Falcón (2007). Além disso, é importante destacar a escassez dessas áreas na MUC: foram encontradas apenas 24 áreas com os pré-requisitos utilizados (Área Núcleo > 0 e com formas complexas), totalizando 574,7741 ha, o que corresponde a apenas 1,17% da área de estudo.

Em se tratando de espaços multifuncionais, a vegetação rasteira merece destaque, pois além da maior disponibilidade na área de estudo, são mais facilmente acessadas pelo homem, e por não abrigarem grande biodiversidade são indicadas para intervenções no sentido da criação de espaços para fins sociais.

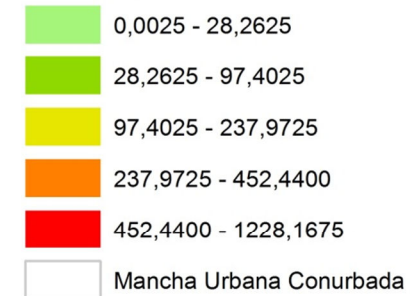
#### ***5.4. Métrica de Área sobre os Fragmentos de Vegetação Rasteira: Hierarquização dos Espaços***

Assim como para os fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva, o cálculo da área dos fragmentos de vegetação rasteira nos serve como base para trabalhar com outros cálculos que analisam a morfologia dos mesmos. Foram identificados 72.215 fragmentos de vegetação de porte rasteiro, totalizando uma área de 16.424,0293 ha, o que corresponde a 33,33% da área de estudo. É importante destacar que a grande disponibilidade de áreas dotadas de vegetação rasteira permite que sejam realizadas intervenções a fim de compor um sistema regional de espaços verdes. Cabe salientar, também, que a grande maioria dos espaços (65.641) possui áreas inferiores a 0,2274 ha que é o valor médio da área dos fragmentos, sendo que essas áreas totalizam apenas 2.742,1510 ha, ou seja, a maior parte da vegetação rasteira disponível é composta por grandes fragmentos. Os resultados podem ser apreciados na Figura 52 e serão utilizados como balizadores das análises da morfologia dos mesmos.



### Vegetação Rasteira

#### Área (ha)



Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S

Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)

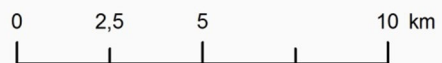
Limites Municipais: IBGE (2010)

Cálculo de Área: Fragstats 3.3

Método Estatístico de Divisão

de Classes: Natural Breaks

Elaboração: Danilo M. Magalhães  
Belo Horizonte, Janeiro/2013



**Figura 52**

**Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira**

Como se percebe, os grandes fragmentos destacados nas cores que vão do amarelo ao vermelho ocupam grande parte da área de estudo. Esses fragmentos com áreas superiores a 97 ha foram selecionados para avaliação da morfologia dos mesmos, a fim de compor um sistema regional de espaços verdes, pois embora sejam de vegetação rasteira têm potencial para recuperação e recomposição da cobertura vegetal. Sobretudo, são grandes áreas que permitem fácil acesso da população e podem se configurar em grandes espaços livres de edificações com fins sociais, mesclando áreas de lazer, descanso e prática de esportes.

#### ***5.5. Relação Perímetro/Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira: Espaços Livres de Uso Comum***

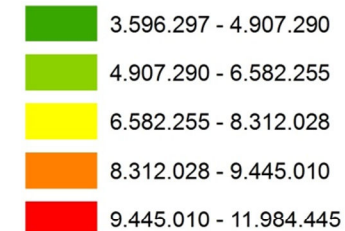
Conforme mencionado para as áreas de vegetação arbórea-arbustiva, áreas mais complexas, representadas por elevada relação perímetro/área possuem maior acessibilidade, maior fluidez e favorecem as trocas com o entorno. Ou seja, são áreas que, pela forma, indicam a possibilidade de uso comum, pois facilitam o acesso das pessoas e podem estar distribuídas ao longo da malha viária, das praças e em locais de mais fácil acesso pela população. Para checar essas suposições, foram selecionados os fragmentos com área superior a 97 ha e analisada a relação Perímetro/Área que demonstra o grau de complexidade da forma, ou seja, o nível de ramificação (ou fragmentação) da mesma, o que indica maior “permeabilidade” que pode ser entendida como uma maior acessibilidade da mesma.

A Figura 53 destaca os principais fragmentos com essas características. A partir desses são apresentados exemplos que demonstram essa situação.



### Vegetação Rasteira

#### Perímetro / Área



Mancha Urbana Conurbada

Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S

Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)

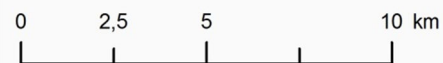
Limites Municipais: IBGE (2010)

Cálculo de Perímetro / Área: Fragstats 3.3

Método Estatístico de Divisão  
de Classes: Natural Breaks

Elaboração: Danilo M. Magalhães

Belo Horizonte, Janeiro/2013



**Figura 53**

**Relação Perímetro / Área dos Fragmentos de Vegetação Rasteira Maiores que 97 ha**

Ao todo foram identificados 12 fragmentos de vegetação rasteira com áreas superiores a 97 ha. Esses totalizam uma área de 3.215,2431 ha, o que corresponde a 6,52 % da área de estudo, ou seja, o investimento nessas áreas pode ampliar significativamente os espaços livres de uso comum dotados de vegetação.

A Figura 53 apresenta três grandes áreas com elevada relação perímetro/área, ou seja, com formas complexas que merecem destaque. Além delas, destaca-se uma área com baixa relação perímetro/área que, naturalmente, apresenta elevada área nuclear. As primeiras correspondem a regiões do bairro São Bento, da Pampulha e do Palmital. A segunda corresponde à área de preservação de mananciais de abastecimento, onde há captação de água pela COPASA.

- **Rast.P/Area-1:** Região do Bairro São Bento e da Cidade Jardim. A elevada disponibilidade de vegetação rasteira se dá pelo conjunto de edificações de alto padrão de luxo, com lotes grandes que dispõem de quintais; vegetação viária, como canteiros centrais gramados e arborizados; e disponibilidade de espaços livres de uso público, como praças. Essa composição pode ser observada nas figuras a seguir.

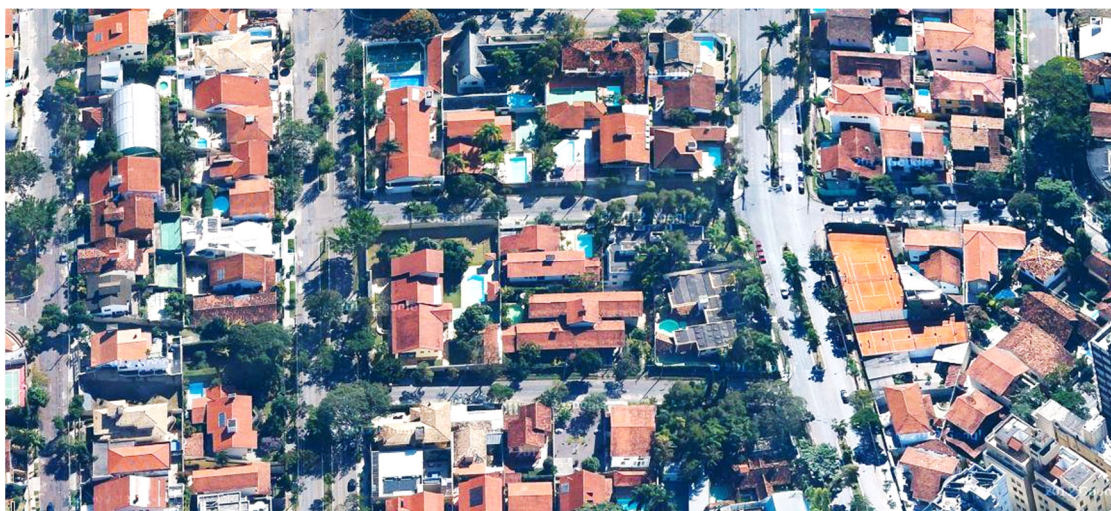


Figura 54: Vista aérea do bairro São Bento

Fonte: Google Maps (2011)



Figura 55: Vista da rua do Bairro São Bento

Fonte: Street View Google Maps – abr. 2011

- **Rast.P/Area-2:** Corresponde à região da Pampulha que, assim como a região do São Bento e Cidade Jardim, possui padrão de edificação de alto luxo e, também, grande presença de chácaras e sítios. Além disso, na orla da Lagoa da Pampulha estão instalados diversos equipamentos para uso público, como praças, parques, ciclovia e pista de *cooper* e áreas privadas de uso coletivo (clubes). Essa somatória de fatores é o que determina a forma do grande e complexo fragmento de vegetação localizado na região da Pampulha, que pôde ser observado na Figura 53. As figuras a seguir ilustram essa situação.

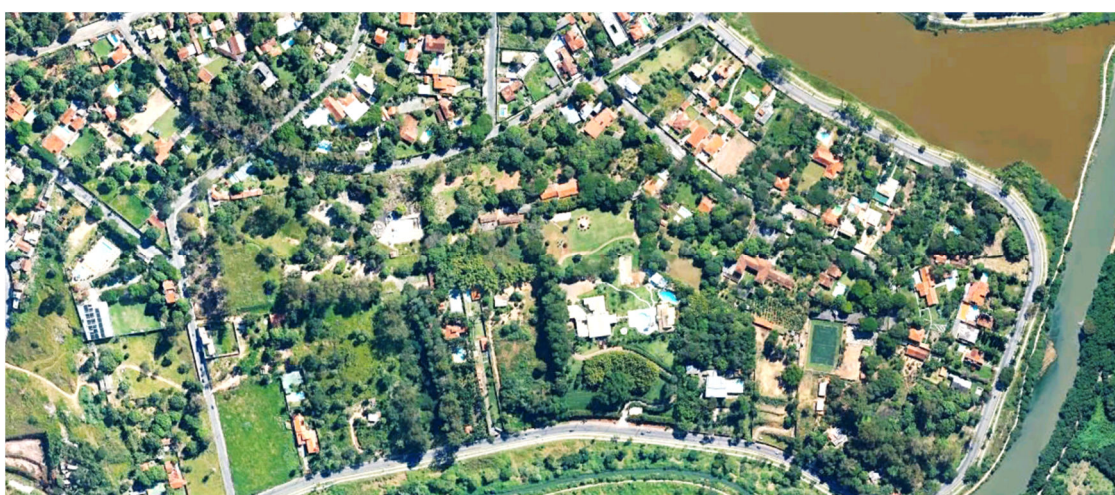


Figura 56: Vista aérea de trecho do bairro Pampulha

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 57: Vista da rua do Parque Ecológico da Pampulha

Fonte: Street View Google Maps – ago. 2011

- **Rast.P/Area-3:** Importante destacar que não apenas as regiões mais nobres apresentam esse tipo de morfologia dos fragmentos de vegetação rasteira. Em áreas periféricas onde se percebe a abertura de novos loteamentos, como na região norte e nordeste da MUC, nas divisas entre o município de Belo Horizonte com os municípios de Vespasiano e Santa Luzia, respectivamente, também são encontrados grandes fragmentos de vegetação rasteira que apresentam formas complexas. Esses, representados na Figura 53 na cor amarela, não são fruto de um planejamento e de intervenções no espaço urbano, como se percebe na região da Pampulha e do São Bento, mas sim uma composição de lotes vagos e falta de infraestrutura urbana básica, como pavimentação, que favorece o crescimento da vegetação. Essa situação que remete a um descaso dos gestores públicos para com a população de baixa renda pode ser revertida caso sejam tomadas medidas que foquem no aproveitamento desses espaços abertos e vegetados. Esses terrenos que muitas das vezes estão sem usos específicos, bem como os córregos em leito aberto que podem ser encontrados nesses locais, podem se tornar em espaços livres de uso comum – dentre outros usos possíveis –, aliando benefícios ambientais com sociais. A carência de espaços é um dos argumentos mais recorrentes para explicar a falta de áreas verdes em regiões adensadas. Assim, nesses locais existe a possibilidade de se trabalhar o espaço urbano no sentido de promover uma quantidade satisfatória de áreas verdes para a população. Entretanto, mesmo tendo-se consciência de que essas medidas são

possíveis e desejáveis, o histórico do planejamento e gestão do espaço urbano na RMBH, sobretudo nas periferias, nos indica de que esses ideais são utópicos. A Figura 58 apresenta a região do bairro Palmital e ilustra essa situação.



Figura 58: Região do bairro Palmital em Santa Luzia-MG

Fonte: Street View Google Maps – jul. 2011

Vale destacar, ainda, que as áreas que apresentam baixa relação Perímetro/Área possuem, naturalmente, elevadas Áreas Núcleo. Dentre elas destaca-se o fragmento **Rast.P/Área-4** que é uma região composta por vegetação rupestre, localizada em topo de morro. Esse fragmento está em uma área de proteção ambiental, para conservação dos mananciais de abastecimento onde a COPASA realiza captação de água.

Assim, os fragmentos de vegetação rasteira com grandes áreas e baixa relação perímetro/área (ou elevada área núcleo) devem ser interpretados como áreas para preservação ambiental ou áreas onde pode haver intervenções para criação de unidades conservação. Nesse sentido, a qualificação da cobertura vegetal – como rupestre ou não – é determinante para a prioridade de uso. Além dessa, os demais fragmentos de vegetação rasteira com baixa relação perímetro/área também não possuem as características típicas de áreas potenciais para uso público, sendo mais relevante sua preservação ambiental.



Figura 59: Vegetação Rasteira de Topo de Morro

Fonte: Street View Google Maps – ago. 2011

Reforça-se aqui a noção de que os fragmentos de vegetação rasteira possuem potencial para receberem intervenções e conformarem grandes espaços verdes de uso comum. Podem receber infraestruturas destinadas ao lazer, por exemplo, e serem utilizados para fins recreativos. Ou mesmo, receber o plantio de mudas e, futuramente, conformarem novas áreas verdes compostas por vegetação arbórea que promoverá benefícios ambientais. Vale destacar que as áreas periféricas devem ser olhadas nesse sentido, pois nelas encontra-se maior disponibilidade de espaços livres de edificações que podem ser trabalhados para requalificação e, conseqüentemente, melhoria da qualidade urbana. Caso sejam planejadas com a premissa da criação e manutenção de uma quantidade satisfatória de espaços livres de edificações e de espaços verdes poderão conformar áreas com boa qualidade ambiental urbana.

#### **5.6. Métrica de Círculo Circunscrito: Identificação de Corredores Verdes**

Círculo Circunscrito é uma medida de compactação simples. Corresponde ao maior círculo circunscrito em torno da forma que é obtido pelo giro da mesma em torno do seu próprio eixo de gravidade. Valores mais elevados são para as formas alongadas que possuem elevado círculo circunscrito, porém com baixa compactação do fragmento (Figura 60). Fragmentos mais compactos, com formas mais próximas do quadrado (ou do círculo) possuem baixo valor de Círculo Circunscrito (LANG e

BLASCHKE, 2009; McGARIGAL et. al., 2002). O cálculo é realizado a partir da subtração da área do círculo circunscrito pela área do fragmento. Assim, fragmentos com elevado valor de Círculo Circunscrito serão aqueles com menor área e maior círculo envolvente. A figura a seguir demonstra como é calculada essa métrica e a diferenciação entre resultados elevados e baixos.

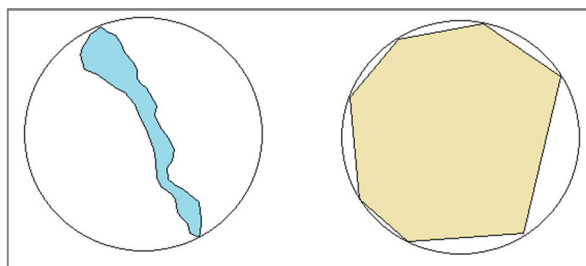


Figura 60: Cálculo do Círculo Circunscrito

Elaborado pelo autor

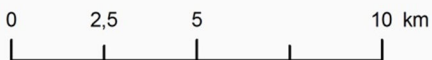
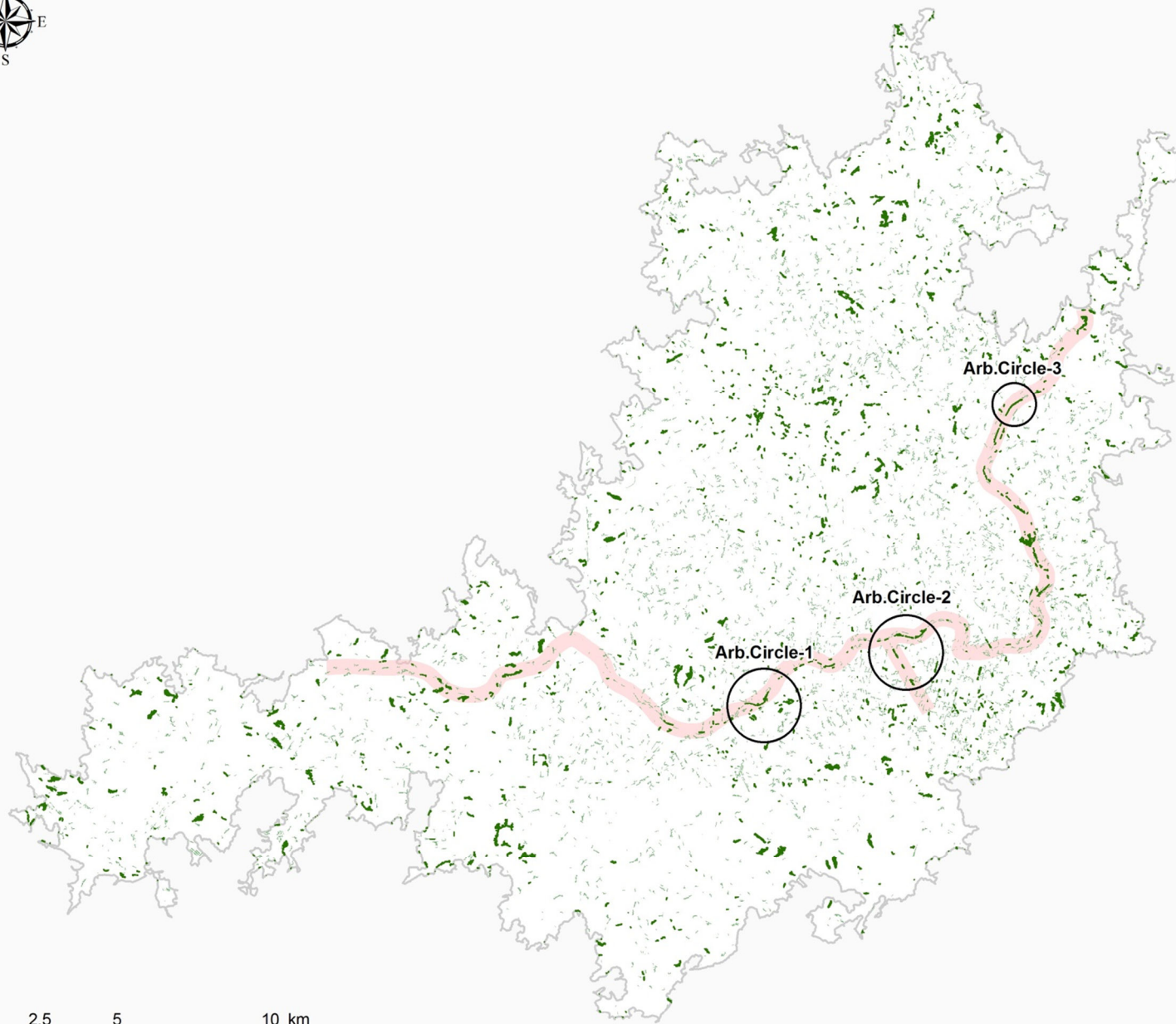
Nessa figura nota-se que a área do círculo que circunscribe os fragmentos é a mesma, porém a área do fragmento azul, à esquerda, é menor que a área do fragmento marrom, à direita. Assim, a subtração da área do círculo circunscrito com a área do fragmento terá maior valor para o fragmento com forma mais alongada e fina. Ou seja, quanto maior o fragmento e quanto mais estreito for o mesmo, maior será o valor de círculo circunscrito, o que nos dá a identificação da linearidade dos fragmentos analisados.

O resultado pode ser considerado, portanto, como um índice de linearidade dos fragmentos, o que contribui para visualização das áreas com potencial para formação de corredores verdes, bem como possíveis corredores verdes já existentes. Assim como a relação Perímetro/Área, por se constituir em uma análise acerca da morfologia dos fragmentos, é necessário definir o tamanho médio das áreas para que possam ser identificados os fragmentos com maior valor de Círculo Circunscrito.

A partir de diversos testes realizados identificou-se que para encontrar fragmentos com formas lineares devem-se considerar as pequenas áreas, pois grandes áreas com formas complexas possuem naturalmente elevado valor de Círculo Circunscrito. Assim, empiricamente, identificou-se que a linearidade é nítida nos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva com área inferior a 5 ha e Círculo Circunscrito superior a 0,7499. Destaca-se que esse valor é adimensional, ou seja, é um índice sem unidade de medida definida. Para os fragmentos de vegetação

rasteira identificou-se que aqueles com características de corredores possuem área inferior a 1 ha e círculo circunscrito superior a 0,75261.

A partir desses resultados propõe-se um macro corredor verde que corta a área de estudo de oeste a nordeste, onde se percebe uma sequência de fragmentos com característica de linearidade. Essa proposta, ainda generalista, foi elaborada a partir da sequência de fragmentos lineares existentes, do traçado das vias urbanas de grande circulação e do leito dos cursos d'água. Assim, deve ser considerada apenas como um direcionamento das áreas mais favoráveis para estudos e planejamento de futuros corredores verdes, pois considera o potencial existente e as estruturas urbanas. Não foram consideradas nas análises diversas outras variáveis que condicionariam a criação do corredor. Essas indicações estão registradas na Figura 61.



-  Vegetação Arbórea-Arbustiva
-  Vegetação Rasteira
-  Macro-Corredor Proposto
-  Mancha Urbana Conurbada

Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S  
Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)  
Limites Municipais: IBGE (2010)  
Cálculo de Círculo Circunscrito: Fragstats 3.3  
Macro-Corredor: Inspeção Visual, Cursos d'água e Vias Urbanas.  
Elaboração: Danilo M. Magalhães  
Belo Horizonte, Janeiro/2013



**Figura 61**

**Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva e Fragmentos de Vegetação Rasteira com Formas Lineares**

Como se percebe, existem vários fragmentos de vegetação com formas lineares que poderiam ser analisados para a criação de corredores verdes. A forma linear desses fragmentos é condicionada pelas vias urbanas, ou seja, a vegetação é plantada sob a condição de acompanhar as vias e seu conjunto recebe o formato retilíneo. Entretanto são tratados apenas como verde de acompanhamento de vias, principalmente no sentido estético, como debatido acerca do Boulevard Arrudas em BH. Essas áreas poderiam ser mais bem aproveitadas a partir da instalação de infraestrutura que favoreça aos pedestres e aos ciclistas, pois praticamente todo o traçado é feito sobre áreas planas e que já dispõem, de certa forma, de grandes trechos arborizados. Assim, a proposta desse macro corredor é feita no sentido de iluminar uma grande área que pode ser olhada para criação desse mecanismo de mobilidade urbana e de melhoria das condições ambientais da metrópole. O traçado proposto constitui-se em um croqui inicial que percorre grandes avenidas dos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Betim, como Via Expressa, Tereza Cristina, Contorno, Andradas, dentre outras. Para melhor compreensão alguns trechos destacados no mapa são apresentados a seguir:

- **Arb.Circle-1:** Vegetação lindeira ao trilho de metrô, próxima à estação Calafate, utilizada como cortina verde para dificultar o acesso aos trilhos, além de contribuir para retenção de poeiras, de ruídos, minimização da poluição visual, dentre outras aplicações. Poderia estar associada a outras funções ou mesmo ser ampliada para promover a conexão entre outras áreas de maior relevância ambiental. As figuras a seguir detalham essas informações (Figuras 62 e 63).



Figura 62: Vista aérea da vegetação lindeira ao trilho do metrô – Estação Calafate

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 63: Vegetação lindeira ao metrô vista da rua

Fonte: Street View Google Maps – ago. 2011

- **Arb.Circle-2:** Vegetação lindeira ao trilho de metrô próximo à estação Carlos Prates e Avenida Barbacena. Localizada próxima à área central de Belo Horizonte, região altamente adensada, a arborização viária, como da Av. Barbacena, é uma das principais alternativas para ampliação dos espaços verdes (Figura 64 e 65).



Figura 64: Vegetação Lindeira ao trilho do Metrô – Estação Carlos Prates – e Avenida Barbacena

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 65: Avenida Barbacena vista da rua

Fonte: Street View Google Maps – ago. 2011

- **Arb.Circle-3:** Vegetação ciliar ao longo do Córrego do Onça, localizado, neste exemplo, no bairro São Gabriel (Figura 66). A região possui potencial para se transformar em parque um parque linear, pois já existem algumas infraestruturas que favorecem o uso da população, com bancos e ciclovia (Figura 67). Porém é vedado o acesso às áreas com presença de vegetação mais densa que estão nas margens do córrego.



Figura 66: Vista aérea do Córrego do Onça, bairro São Gabriel

Fonte: Google Earth (2011)



Figura 67: Ciclovía localizada na Avenida Risoleta Neves, Córrego do Onça, bairro São Gabriel

Fonte: Street View Google Maps – ago. 2011

Percebe-se que a importância de fragmentos lineares está na possibilidade de dispersão pelas áreas urbanas. São fragmentos que atendem a grandes extensões do espaço ao mesmo tempo em que não interrompem os fluxos. Nesse sentido são importantes para se criar conexões entre os demais fragmentos, possibilitando refúgios para a fauna, melhoria na qualidade ambiental urbana e favorecimento da circulação de pedestres e ciclistas.

Nota-se que na MUC já existem vários fragmentos lineares que acompanham as vias urbanas e que podem ser considerados como potenciais para formação de corredores verdes. Assim, a conexão entre esses pequenos fragmentos pode

promover grandes melhorias quanto à disponibilidade de espaços verdes na malha urbana. Entretanto não foram identificadas ações concretas voltadas para a conexão entre as áreas verdes da região.

Em Belo Horizonte foram identificados dois parques lineares: o Parque Linear do Vale do Arrudas, também conhecido como Parque de Centenário, que foi implantado em meados dos anos 2000, em uma área aproximada de 41.000 metros quadrados, ao longo do Ribeirão Arrudas, na região Leste da capital (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, s/ data-c). Mesmo sem muita expressão e com pouca arborização, possui opções de lazer como brinquedos, campo de futebol e equipamentos de ginástica (Figura 68).



Figura 68: Parque Linear Vale do Arrudas

Disponível em

[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21341&lang=pt\\_BR&pg=5521&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21341&lang=pt_BR&pg=5521&taxp=0&). Acesso em 11 jan. 2013.

E o Parque Linear Avenida José Cândido da Silveira que foi criado com o intuito de preservar uma área verde considerada de grande importância para a comunidade da regional Nordeste (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, s/ data-d). O parque possui uma área aproximada de 51.500 metros quadrados e, além da arborização viária localizada no canteiro central da avenida que lhe dá o nome, possui pista de *cooper* e outros equipamentos para o lazer e prática de esportes (Figura 69).



Figura 69: Parque Linear Avenida José Cândido da Silveira

Disponível em < [http://www.tribunadacidade.xpg.com.br/parque\\_linear.html](http://www.tribunadacidade.xpg.com.br/parque_linear.html)>. Acesso em 11 jan. 2013.

Esses parques, bem como os demais parques urbanos e outras unidades de conservação do município e da região metropolitana, não possuem conexão entre si, sendo apenas pequenas peças espalhadas pelo território. Assim como preconizam Falcón (2007), Ahern (1995), Leitão et. al. (2006), Jim e Chen (2003), dentre outros autores apresentados neste estudo, o planejamento dos espaços verdes de modo integrado pode promover grandes benefícios para o ambiente urbano. Nesse sentido, os corredores verdes estão dentre as principais alternativas para ampliação dos espaços verdes e melhoria do ambiente urbano. Propostas de corredores verdes para BH foram elaboradas, também, por Oliveira (2010), mas ao que se percebe as intervenções na paisagem de BH ainda não consideram a importância da conexão das áreas verdes existentes, sendo observada a supressão da arborização para obras de reestruturação da malha viária.

Assim, de posse dos resultados das métricas de paisagem sobre os fragmentos de vegetação identificados na MUC de Belo Horizonte, são apresentadas duas proposta de sistemas integrados de espaços verdes para a área de estudo, sendo uma em macro escala e a outra em micro escala. As propostas são sínteses dos resultados apresentados neste capítulo e levam em consideração os critérios utilizados na interpretação dos mesmos. Além disso, têm por objetivo exemplificar como a metodologia empregada neste estudo pode ser utilizada para o planejamento dos espaços verdes.

## ***6. Proposta de Sistema Integrado de Espaços Verdes***

---

### ***Aproveitamento das Áreas Potenciais e Conectividade***

#### **6.1. Macro Sistema de Espaços Verdes**

A partir dos procedimentos empregados neste estudo, cujos resultados foram apresentados no Capítulo 5, e da calibração desses procedimentos mediante a conferência da relação entre Uso e Forma dos fragmentos de vegetação, é elaborada uma proposta para um macro sistema de espaços verdes para a área de estudo. Essa proposta é uma síntese dos resultados apresentados e, dessa maneira, é elaborada a partir dos critérios que foram utilizados nas análises dos resultados.

Conforme discutido anteriormente, os critérios foram estabelecidos a partir de um processo heurístico, por meio de testes e da investigação acerca da relação entre a forma do fragmento e o tipo de uso relacionado. A síntese apresentada é, portanto, um resultado específico da presente pesquisa, que leva em consideração a base de dados utilizada e os métodos empregados para se chegar aos resultados e, também, as premissas utilizadas nas análises dos mesmos.

Assim, a proposta para o macro sistema de espaços verdes apenas sintetiza aquilo que foi identificado durante as análises realizadas neste trabalho. Ou seja, reúne num só mapa os principais fragmentos de vegetação que foram trabalhados no capítulo anterior e que podem ser entendidos como as principais peças que podem integrar o planejamento regional dos espaços verdes dentro da MUC de Belo Horizonte. Não se tem como objetivo esgotar as categorias de uso possíveis para os espaços verdes em áreas urbanas, mas sim apresentar um exemplo de como as métricas de paisagem podem ser utilizadas para embasar a discussão acerca do uso e planejamento desses espaços também em áreas urbanas. Vale destacar que essa proposta tem como premissas o interesse na ampliação dos espaços verdes na metrópole, a preservação dos fragmentos de vegetação remanescentes, a promoção do acesso da população a esses locais e a conectividade entre os fragmentos existentes.

Essa proposta não deve ser usada indiscriminadamente para qualquer situação, pois parte de uma análise realizada sobre os valores de métricas de

paisagem para os fragmentos identificados dentro da MUC de Belo Horizonte. Ou seja, os valores numéricos apresentados neste estudo estão relacionados ao contexto de Belo Horizonte e região e, certamente, não fazem sentido para outras realidades.

Contudo, embora as métricas sejam específicas para um determinado contexto, a metodologia se sustenta para outras realidades, uma vez que verificou-se que, para o estudo em questão, as métricas de área, área-núcleo (compactação e proteção de um espaço interno), relação perímetro/área (fragmentação da forma) e círculo circunscrito (linearidade da forma) respondem pela análise de condições de criação de um sistema em escala metropolitana ou regional.

A partir dos resultados obtidos com as análises da morfologia dos fragmentos de vegetação, foram nomeadas cinco tipologias de espaços verdes que compõem macro sistema proposto. Essas tipologias estão organizadas no Quadro 3.

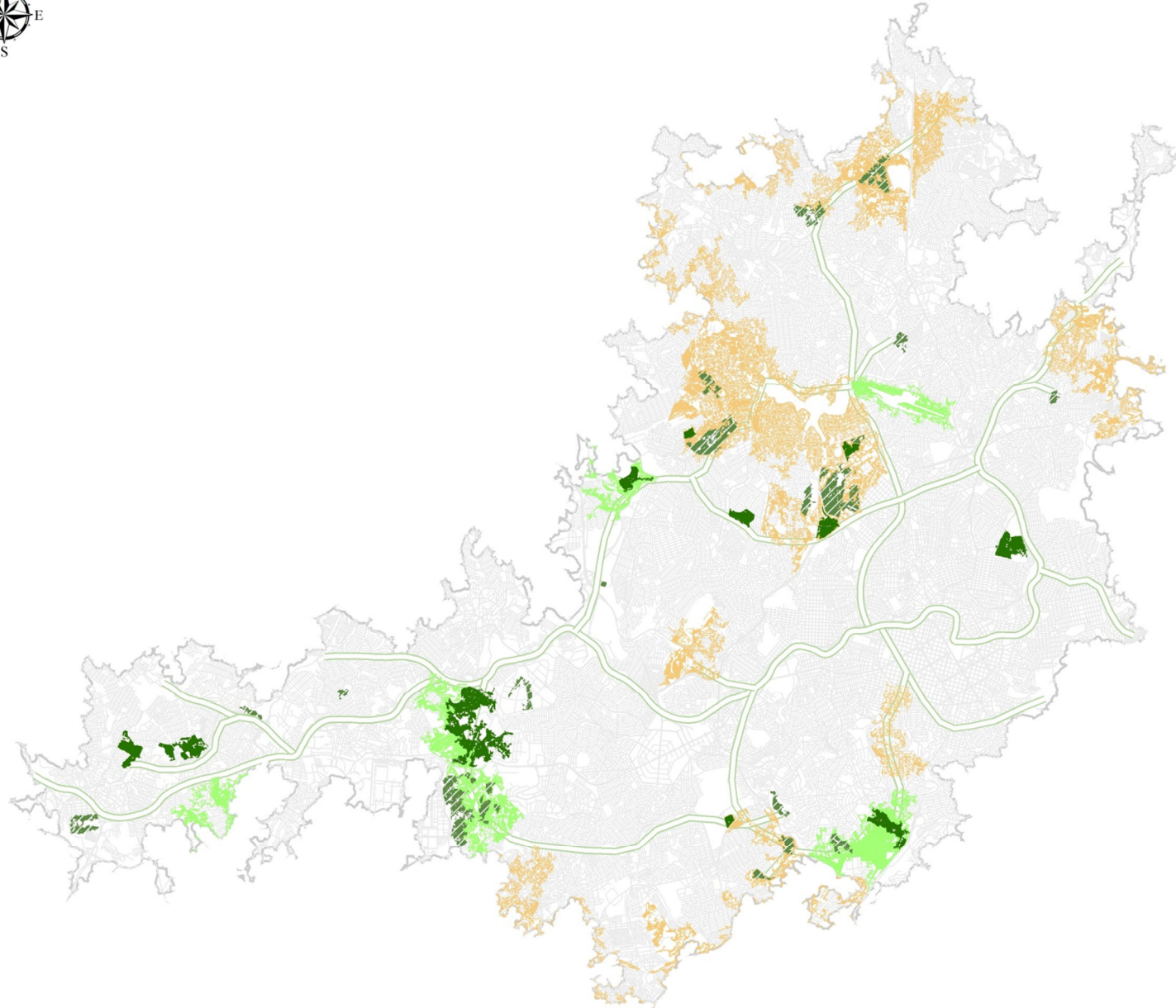
Quadro 3: Tipologias de Espaços Verdes e Critérios Adotados para o Macro Sistema








Tipologia de Espaço Verde	Tipo de Vegetação	Tipo de Métrica	Quantidade de Espaços	Área (ha)	% de Cobertura da MUC
Espaços Prioritários Para Conservação	Arbórea-Arbustiva	Área Núcleo > 0 ha	36	1.138,9766	2,31
Espaços Multifuncionais - Conservação / Uso Público	Arbórea-Arbustiva	Área Núcleo > 0 ha & Perímetro/Área > 2.844.935 m	24	574,7741	1,17
Espaços Destinados para Investimento em Conservação	Rasteira	Área > 97ha & Perímetro/Área < 6.582.255 m	6	1.102,3369	2,24
Espaços Livres de Edificações para Uso Comum	Rasteira	Área > 97 ha & Perímetro/Área > 6.582.255 m	12	3.215,2431	6,52
Corredores Verdes	Arbórea-Arbustiva	Área < 5.045 ha & Círculo Circunscrito > 0.7499	1.344	419,9846	0,85
Investimento para formação de corredores verdes	Rasteira	Área < 1ha & Círculo Circunscrito > 0.75261	4.257	1.088,8903	2,21
<b>Total</b>			<b>5.679</b>	<b>7.540,2057</b>	<b>15,30</b>

Elaborado pelo autor

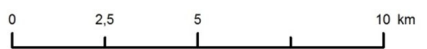
Essas tipologias foram organizadas de acordo com a morfologia dos fragmentos de vegetação, com o uso existente identificados nos fragmentos tomados como exemplo e, sobretudo, com o uso desejado para os demais fragmentos que possuem forma e tamanho semelhante aos fragmentos utilizados

como exemplos. Todos os fragmentos apresentados na proposta estão discriminados nos resultados apresentados no Capítulo 5. A exceção dos corredores verdes que são apenas direções principais onde existem vias urbanas, cursos d'água e concentração de vegetação que favorece a criação de corredores. Esses não devem ser considerados como traçados rígidos, apenas como direcionamento de possibilidades. A Figura 70 apresenta a síntese desse processo.



-  Arbórea-Arbustiva - Multifuncionais
-  Arbórea-Arbustiva - Prioridade Conservação
-  Rasteira - Investimentos em Conservação
-  Rasteira - Espaços Livres de Edificações
-  Áreas Prioritárias para Formação de Corredores Verdes
-  Vias Urbanas
-  Mancha Urbana Conurbada

Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S  
Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)  
Limites Municipais: IBGE (2010)  
Métricas de Paisagem: Fragstats 3.3  
Elaboração: Danilo M. Magalhães  
Belo Horizonte, Janeiro/2013



**Figura 70**

**Macro Sistema de Espaços Verdes**

O Macro Sistema de Espaços Verdes proposto apresenta o conjunto dos principais fragmentos que foram selecionados com o objetivo de: conservação da biodiversidade e das cabeceiras de drenagem; uso multifuncional (conservação da biodiversidade e uso público); formação de espaços livres para uso comum; e promoção de conectividade por meio de corredores verdes. Importante destacar que a proposta de Corredores Verdes apresentada nesse macro sistema é apenas um direcionamento de áreas onde existem pequenos fragmentos de vegetação lineares, que respeita o traçado das vias existentes e que busca conciliar com os cursos d'água da região.

As tipologias de Espaços Verdes apresentadas não encerram as possibilidades de usos nesses espaços e devem ser interpretadas como uma indicação do potencial que os mesmos possuem, dado a partir de sua morfologia. Sobretudo é importante considerar que é uma proposta elaborada a partir dos processos desenvolvidos nesta pesquisa a título de exemplificação das possibilidades de análise proporcionadas pelas métricas de paisagem. Para um planejamento efetivo devem ser realizados outros estudos que avaliem a viabilidade de implantação dessas propostas, a propriedade da terra, levantamentos em campo para identificar as infraestruturas disponíveis nesses locais, dentre outras questões.

De acordo com Falcón (2007) um planejamento ideal dos espaços verde é muito difícil de alcançar. Entretanto, o que se deve buscar é um aporte máximo de benefícios ambientais e sociais com a utilização mínima de recursos financeiros, humanos, naturais, etc. Ou seja, deve ser aproveitado ao máximo o potencial existente para promover intervenções e, sobretudo, aproveitar os espaços verdes existentes não preservados para serem incorporados ao sistema regional.

A proposta apresentada tem como uma das premissas a condição de centro metropolitano de Belo Horizonte, levando em conta que qualquer tipo de plano ou ação deve considerar as implicações que repercutirão para além dos limites do município. Assim, essa análise se baseia nos princípios do PDDI-RMBH, no sentido em que busca constituir bases para construção de um planejamento integrado em escala metropolitana.

Entretanto, é importante que, paralelamente, sejam realizadas análises voltadas para escalas de maior detalhe que tenham por o objetivo atender à demanda da população local pelo uso cotidiano dos espaços verdes. Nesse sentido,

destaca-se que as bases elaboradas neste estudo também possibilitam esse tipo de análise, em escala de bairro ou regional, pois a resolução das imagens de satélite utilizadas (5m) permite detalhar porções do espaço com pouco mais de 25m<sup>2</sup>, conforme apresentado nas metodologias. Assim, a fim de exemplificar como pode ser realizada a interpretação das métricas de paisagem em escala local, é elaborada uma proposta para um Micro Sistema de Espaços Verdes, utilizando a Regional Noroeste como área de estudo.

## **6.2. *Micro Sistema de Espaços Verdes – Regional NO***

A escolha da Regional Noroeste de Belo Horizonte para elaboração de um breve estudo de caso, que busca identificar os fragmentos de vegetação que têm potencial para integrar um micro sistema de espaços verdes, se deu pelo fato de ser essa uma das regionais com maior carência de vegetação. Essa informação foi obtida a partir da classificação de imagens de satélite RapidEye utilizadas neste estudo e está de acordo com os resultados da pesquisa de Guimarães (2010), o qual afirma, também, que essa regional apresenta um dos mais baixos índices de áreas protegidas do município de Belo Horizonte. Assim, caso ocorra um maior aproveitamento dos fragmentos de vegetação para formação de espaços verdes, conforme é apresentado na proposta de micro sistema de espaços verdes, esse quadro poderá ser revertido gerando uma melhoria da condição ambiental da regional.

Para a análise foram utilizados critérios semelhantes aos do estudo realizado em macro escala. Foram respeitadas as formas dos fragmentos de vegetação, ou seja, foram selecionados todos os fragmentos de vegetação que se encontram integralmente ou parcialmente inseridos dentro da regional. Além disso, a análise da morfologia dos fragmentos é, também, realizada entre fragmentos com áreas semelhantes, da mesma forma que foi feito para a análise regional. Tal associação orienta a definição das tipologias de espaços verdes desejadas nessa regional, conforme apresenta o Quadro 4.

Quadro 4: Critérios para elaboração do Micro Sistema de Espaços Verdes

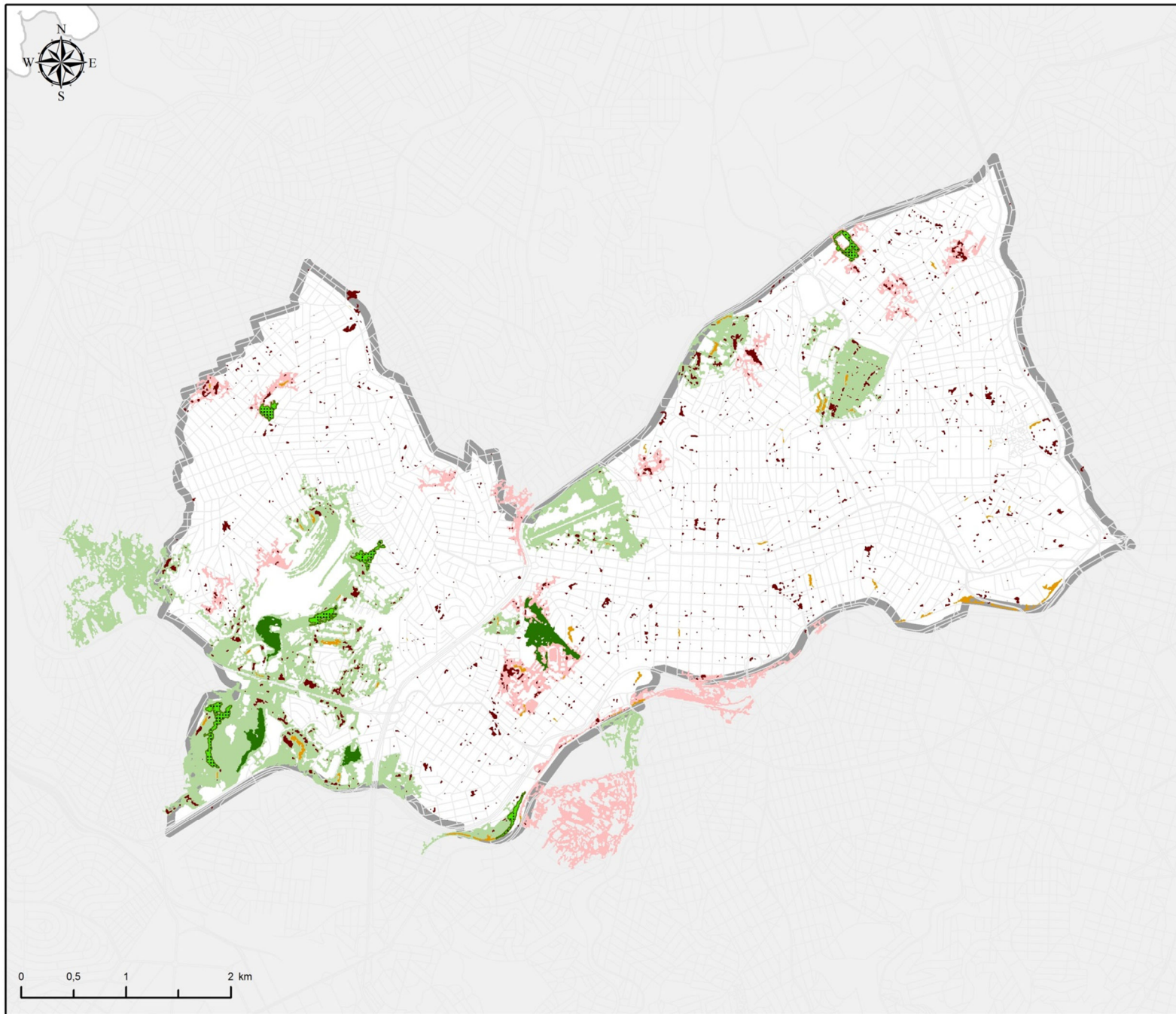
Tipo de Vegetação	Tipologia de Espaço Verde	Tipo de Métrica	Quantidade de Espaços	Área (ha)	% de Cobertura da Regional
Arbórea-Arbustiva	Espaços Prioritários Para Conservação	Área > 1 ha & Perímetro/Área < 5.501.235	10	34,9775	1,16
Arbórea-Arbustiva	Espaços Multifuncionais - Conservação / Uso Público	Área > 1 ha & Perímetro/Área > 5.501.235	7	13,4400	0,45
Arbórea-Arbustiva	Pequenos Espaços para Conservação	Área < 1,005 ha	1.577	56,8950	1,89
Rasteira	Espaços Destinados para Investimento em Conservação	Área > 2.425 ha & Perímetro/Área < 10.462.259	10	333,0625	11,07
Rasteira	Espaços Livres de Edificações para o Uso Comum	Área > 2,425 ha & Perímetro/Área > 10.462.259	16	124,3175	4,13
Arbórea-Arbustiva	Corredores Verdes	Área < 1.005 & Círculo Circunscrito > 0,759	1.344	419,9846	13,96
<b>Total</b>			<b>2.964</b>	<b>982,6771</b>	<b>32,67</b>

Elaborado pelo autor

Essas tipologias são propostas criadas a partir da experiência obtida com a análise macro e consistem em um exercício para demonstrar como a metodologia também pode ser utilizada em escala local.

A partir dos dados organizados no quadro, destaca-se a importância do investimento na conservação dos pequenos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva que, de acordo com o observado nas imagens de satélite, estão localizados, basicamente, em quintais ou em praças públicas. Percebe-se que na Regional Noroeste existem mais de mil e quinhentos espaços com essas características que totalizam pouco mais de 56 ha, o que lhes conferem área superior à somatória dos “Espaços Prioritários para Conservação” com os “Espaços Multifuncionais”. Além disso, destaca-se o potencial de transformação que os fragmentos de vegetação rasteira oferecem, pois são áreas que podem receber investimentos para o plantio de árvores, construção de equipamentos, conservação, dentre outras ações. Os espaços indicados para o “Investimento em Conservação” são grandes fragmentos de vegetação rasteira que, caso sejam aproveitados para o plantio de mudas ou mesmo para a criação de áreas comuns, podem reverter

completamente a situação crítica de ausência de vegetação na regional. Os resultados desse teste estão expressos na Figura 71.



- Vias Urbanas
- Arbórea - Indução de Corredores Verdes
- Arbórea - Pequenos Espaços para Conservação
- Arbórea - Espaços Multifuncionais
- Arbórea - Prioridade para Conservação
- Rasteira - Investimento em Conservação
- Rasteira - Espaços Livres para Uso Comum
- Regional - NO
- Mancha Urbana Conurbada

Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
 Fuso: 23S  
 Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)  
 Limites Municipais: IBGE (2010)  
 Métricas de Paisagem: Fragstats 3.3

Elaboração: Danilo M. Magalhães  
 Belo Horizonte, Janeiro/2013



**Figura 71**

**Micro Sistema de Espaços Verdes - Regional Noroeste**

A análise do mapa nos indica que a utilização de métricas de paisagem para escala local é também plausível, uma vez que foi possível distinguir diferentes composições do espaço a partir da morfologia dos mesmos. Entretanto, essa análise merece ser realizada com maior cautela, sobretudo pelo nível de detalhamento que o trabalho em escala local pode promover. Assim, é necessário realizar uma visita a campo para identificar previamente como são as formas dos fragmentos que se deseja mapear, como, por exemplo, identificar dentro de um bairro a morfologia de pequenas áreas de proteção, ou de pequenos parques, ou de quintais, etc.

De posse de informações que indiquem quais morfologias de espaços verdes são interessantes em pequenas escalas é possível realizar um diagnóstico dos espaços existentes que possuem potencial para integrar um sistema local. Destaca-se, nesse sentido, que os quintais e jardins particulares podem ter grande relevância na composição de um micro planejamento de espaços verdes que, por sua vez, poderá compor um sistema regional. Esses espaços podem ser identificados, por exemplo, por pequenas áreas com vegetação de porte arbóreo-arbustivo, conforme apresentado na Figura 71, e sobre os mesmos podem ser realizados cálculos de métricas específicas que mensuram a proximidade ou o isolamento desses fragmentos em relação aos demais. Tal informação nos daria a noção das áreas mais carentes de vegetação ou mesmo daquelas onde há maior potencial para promoção da conectividade entre os fragmentos.

O software Fragstats disponibiliza outras métricas que podem ser utilizadas para esse tipo de análise, como: cálculo da **Distância Euclidiana** entre os fragmentos (*Euclidean Nearest Neighbor Distance – ENN*), que mensura a menor distância em linha reta entre fragmentos de mesma classe; e o cálculo do **Índice de Proximidade** (*Proximity Index*), que é uma medida adimensional que integra informações sobre o tamanho e a distância dos fragmentos vizinhos, ou seja, considera a proximidade e também a área do(s) fragmento(s) vizinho(s) para indicar a condição que os fragmentos têm de se conectar com e de ser influenciado pelos demais dentro da paisagem analisada (LEITÃO *et. al.*, 2006).

A fim de elucidar mais claramente essas possibilidades, realizou-se o cálculo da proximidade entre os fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva com áreas inferiores a 1 ha, considerando que esses podem representar vegetação incluída em

lotes particulares ou em pequenas praças públicas. A Figura 72 ilustra como é calculada essa métrica.

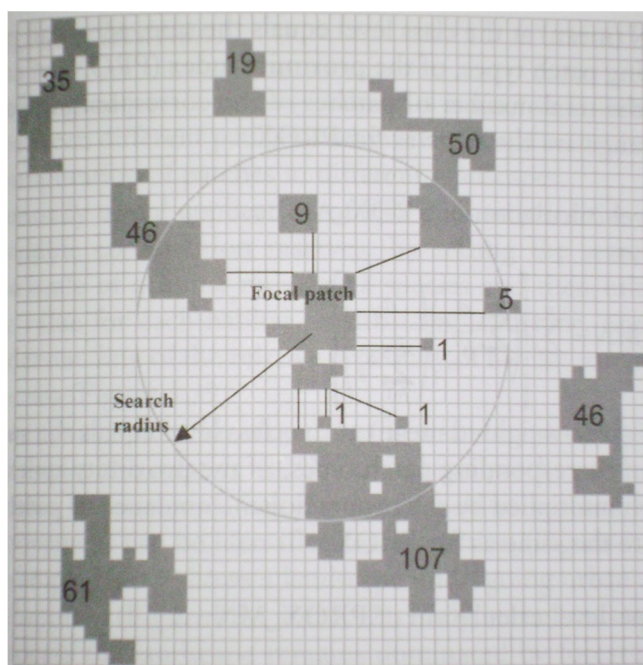


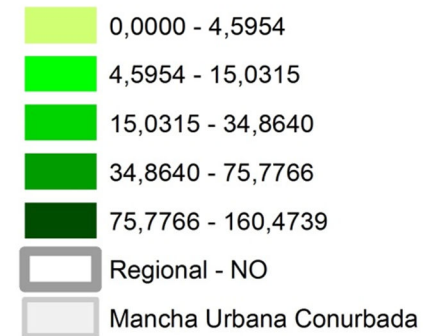
Figura 72: Cálculo do Índice de Proximidade

Fonte: Leitão et. al. (2006, p. 151)

Para o cálculo do Índice de Proximidade o usuário deve indicar um raio de busca que terá como base o fragmento focal e, a partir desse fragmento, o software analisará quantos fragmentos existem, qual a área e qual a distância dos mesmos. O resultado dessa métrica pode indicar quais fragmentos de vegetação têm maior potencial para realizar conexões ou realizar trocas com os vizinhos ou, de maneira oposta, pode indicar quais os fragmentos de vegetação estão mais isolados, ou seja, em piores condições de conectividade com os demais. A Figura 73 apresenta o resultado obtido para o cálculo desse índice realizado sobre os fragmentos de vegetação de porte arbóreo-arbustivo com áreas inferiores a 1 ha. Os valores mais elevados, nas cores mais escuras, representam os fragmentos que possuem maior índice de proximidade.



### Índice de Proximidade



Projeção: UTM - Datum: SAD-69  
Fuso: 23S  
Fonte dos dados: Imagens RapidEye (2010)  
Limites Municipais: IBGE (2010)  
Índice de Proximidade: Fragstats 3.3

Elaboração: Danilo M. Magalhães  
Belo Horizonte, Janeiro/2013

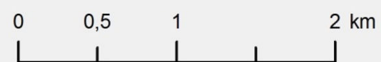


Figura 73

Índice de Proximidade dos Fragmentos de Vegetação Arbórea-Arbustiva menores que 1,005 ha

O resultado desse tipo de métrica nos dá diversas possibilidades de análise, como: a identificação de áreas com prioridade para conservação, que devem receber algum tipo de incentivo do governo caso estejam em terrenos particulares, uma vez que possuem alto potencial de trocas com o entorno; identificação de áreas com potencial para formação de corredores verdes, uma vez que a proximidade entre os fragmentos de vegetação indicam menores custos de investimento para formação de corredores; identificação dos fragmentos de vegetação mais frágeis, ou seja, aqueles mais isolados que não realizam trocas com o entorno e, dessa maneira, sofrem demasiada pressão do entorno; dentre outras.

A proposta de avaliar a conectividade entre pequenos fragmentos de vegetação parte da noção da importância desses espaços como mantenedores da biodiversidade local, bem como da relação dos mesmos com a população. Pequenos espaços vegetados identificados nas imagens de satélite podem representar quintais, hortas, pomares, praças, ou seja, áreas de uso constante e cotidiano das pessoas. São áreas em que são consideradas as relações afetivas das pessoas, onde há um sentimento de pertencimento, o que favorece ao cuidado, à manutenção e ao uso efetivo dos espaços. Tais relações promovem benefícios de ordem social e ambiental, uma vez que há um aproveitamento e manutenção dos espaços e difusão dos benefícios.

Vale destacar que esse exemplo apenas demonstra mais uma das possibilidades de análises fornecidas pelas métricas de paisagem. A escolha dos pequenos fragmentos de vegetação de porte arbóreo-arbustivo como exemplo para análise se deu devido à relevância dessas áreas para um planejamento em micro escala. Percebe-se que o fomento à preservação das pequenas áreas, como os quintais, pode contribuir significativamente para a ampliação da quantidade de áreas verdes em uma escala local, o que surtirá efeito, também, em escala regional. Isso é comprovado pela área total desses fragmentos, conforme apresentado do Quadro 4. Além disso, essas áreas possuem a vantagem de estarem pulverizadas pelo território, contribuindo para uma ampliação dos benefícios ambientais, tanto no sentido da melhoria da qualidade do ar, quanto na promoção de refúgios para fauna, sobretudo de pássaros.

Reforça-se que essa breve análise é apenas uma primeira investida nessa direção da pesquisa e que diversas outras análises são possíveis mediante

associação de diferentes métricas, como, por exemplo, o cálculo de proximidade entre os fragmentos de vegetação que apresentam formas lineares e possuem área inferior a 1 ha.

Busca-se com isso evidenciar que caso o pesquisador elabore critérios para sua análise, como, por exemplo, área e forma do fragmento, o mesmo poderá utilizar as métricas de paisagem para encontrar os resultados desejados dentro da paisagem analisada. Além disso, como mostra este estudo, também podem ser estudados os padrões de forma a partir da comparação dos resultados obtidos na análise da paisagem.

## ***7. Considerações Finais***

---

Todos os resultados apresentados neste trabalho são, de alguma forma, produtos de um processo heurístico que é intrínseco à pesquisa acadêmica. O ineditismo do estudo e algumas incertezas que surgiram durante o processo geraram desafios que foram superados pelo esforço investigativo, que implica a realização de diversos testes, a pesquisa, o improviso, a criação, dentre outras ações ligadas ao aprendizado. Nesse sentido, talvez o principal produto deste trabalho seja a sintetização do roteiro metodológico apresentado, que envolve a escolha das imagens RapidEye como base de dados, a definição dos métodos de realce, contraste, classificação e pós-classificação utilizados, a escolha da mancha urbana conurbada como recorte de análise, a escolha das métricas e a associação das mesmas e a interpretação dos resultados.

Assim, boa parte da base teórica e conceitual que deu suporte à proposta metodológica apresentada foi sendo consolidada no decorrer do processo, pois o desenvolvimento do trabalho foi sempre condicionado aos resultados obtidos nas etapas anteriores da metodologia.

Como conclusão a esse processo é preciso destacar diversos outros aspectos. Os estudos realizados demonstram que os princípios da Ecologia da Paisagem são relevantes, também, para o planejamento dos espaços verdes urbanos. Considera-se que esses espaços devem ser pensados como um sistema interconectado e que a supressão de um ou outro fragmento irá interferir em toda a dinâmica da paisagem. Nesse sentido, o cálculo da estrutura da paisagem, realizado pelas Métricas de Paisagem, se mostrou um método relevante para o diagnóstico dos espaços verdes urbanos, pois permite discutir a relação entre a função que os fragmentos desempenham dentro da malha urbana a partir da forma dos mesmos. Assim, é interessante que futuramente sejam realizados outros estudos nessa linha buscando identificar as transformações que ocorreram no período nessa mesma paisagem e discutir quais as implicações desse processo na qualidade de vida urbana. Por exemplo, pode ser investigado se as áreas prioritárias para preservação identificadas neste estudo foram de fato preservadas e com isso discutir quais os ganhos ou prejuízos ocorreram com a manutenção ou supressão das mesmas.

Contudo, há de se destacar que a análise a partir dos conceitos da Ecologia da Paisagem consiste em um recorte teórico de uma questão repleta de uma gama imensa de variáveis complexas que é o uso, planejamento e manutenção de espaços verdes em ambientes urbanos. Os princípios da EP preconizam uma ótica ambiental da situação, na qual as relações de troca são fundamentais para a manutenção da qualidade ambiental. Porém, variáveis políticas, econômicas e de propriedade da terra, por exemplo, que também interferem na criação e manutenção dos espaços verdes, não foram contempladas neste trabalho. Além disso, há de se considerar que outros olhares aplicados ao planejamento da paisagem também são relevantes, como, por exemplo, o uso de vegetações como atributos estéticos bastante empregados em ações de paisagismo.

É importante destacar o potencial de análise fornecido pelos recursos de geoprocessamento, que são os esteios deste estudo. Conforme demonstrado no trabalho, foram, ao todo, 3.125 km<sup>2</sup> de informação sobre o uso do solo, a identificação da mancha urbana conurbada de Belo Horizonte que ocupa 49.280,0478 ha e o processamento de 13 diferentes métricas de paisagem sobre mais de 95 mil fragmentos de vegetação. É, sem dúvidas, um grande volume de dados georreferenciados sendo processados em ambiente computacional com o intuito de gerar novas informações que embasam diversas discussões sobre a ocupação do espaço.

Todo esse volume de informações permitiu comprovar, dentre outras coisas, que o processo de remoção da cobertura vegetal causou grandes prejuízos para a região, sendo que atualmente apenas 6,11% da área de estudo é coberta por vegetação de porte arbóreo ou arbustivo. Essa situação se torna ainda mais preocupante se considerarmos que a área de estudo está inserida na zona de transição dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, o que lhe confere algumas peculiaridades e fragilidades. Nesse sentido, é importante lembrar que a cobertura vegetal rasteira representa uma possibilidade de reversão desse quadro, uma vez que ela recobre 33,33 % da mancha urbana conurbada. Deve ser incentivado o plantio de mudas de espécies nativas nessas áreas para aumentar o volume da massa vegetal de porte arbóreo na região, bem como o aproveitamento desses espaços para criação de áreas livres de edificações para práticas de esporte, para o lazer, para criação de espaços de convivência, etc.

Vale lembrar que importantes áreas verdes e unidades de conservação municipal e estadual ficaram fora das análises, como a Mata do Isidoro (APA Capitão Eduardo), o Parque Municipal das Mangabeiras, o Parque Estadual da Baleia, dentre outras, por não estarem inseridas dentro da mancha urbana. Caso essas áreas sejam inseridas nas amostras haverá uma significativa alteração dos resultados, pois visualmente percebe-se que possuem maior massa vegetal que os fragmentos inseridos dentro da mancha urbana. Com isso, os fragmentos periurbanos aparecerão como os mais significativos para conservação ambiental. É importante considerar essas informações no âmbito do planejamento urbano, na aprovação de novos parcelamentos bem como na implantação de novas infraestruturas. Pois são áreas que, em virtude do tamanho, do estágio de conservação, da proximidade com as áreas urbanas e da sua morfologia deverão ser preservadas para promoção da qualidade ambiental futura na região.

Sugere-se que sejam realizados investimentos na conservação dos espaços verdes compostos por vegetação de porte arbóreo ainda remanescente, sejam eles públicos ou privados, e, também, na recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas. Grande parte dos fragmentos de vegetação rasteira pode ser utilizada como áreas para replantio de árvores para a criação, também, de corredores verdes. Importante destacar que, a exemplo das principais áreas de preservação existentes na região atualmente, o espaço urbano é fluido e passível de alterações ao longo do tempo. É possível que sejam adotadas medidas para criação de novos espaços verdes onde atualmente existem outros tipos de uso ou de ocupação do solo, como foi observado nos casos do Parque do Betânia, da E-Eco da UFMG, dentre outros.

Nessa direção, constata-se que as leis e planos existentes na capital abrangem bem a preocupação para com a conservação dos espaços verdes e com a qualidade ambiental do município e região. Entretanto, não há considerações a respeito da localização e das características morfológicas dos fragmentos de vegetação, o que deveria ser avaliado, pois os resultados deste estudo mostram a importância dessas análises como base para ações de planejamento e conservação de espaços verdes. Além disso, o estudo constatou que a identificação das pequenas áreas verdes e a avaliação da relação de proximidade e isolamento das mesmas pode gerar um importante subsídio para o planejamento dos espaços

verdes urbanos, na escala de bairro ou regional. Esses pequenos fragmentos compõem grande parte da massa vegetal dispersa pela cidade e são excelentes alternativas para manutenção do verde urbano. Sobretudo por se constituírem em espaço de uso cotidiano, por abrigarem diversos tipos de uso e diversas espécies vegetais, podendo abrigar hortas ou pomares localizadas em quintais ou praças, o que representa benefícios sociais aliados à manutenção da qualidade ambiental.

Já para o planejamento em escala regional, destaca-se que o aproveitamento das áreas dotadas de vegetação rasteira como zonas para recomposição da flora nativa, a conservação dos fragmentos de vegetação arbórea-arbustiva com grandes áreas nucleares, a busca pela conectividade entre as principais áreas verdes e a promoção do acesso da população a essas áreas, são importantes elementos para criação de um macro sistema de espaços verdes. Mas para que esse sistema seja consolidado, serão necessárias criação de leis, planos ou outras medidas voltadas para a conservação desses espaços (públicos e privados). Assim, este trabalho pode ser utilizado como subsídio para interpretação da relação espacial entre os fragmentos de vegetação remanescentes dentro da MUC de BH.

Além disso, é preciso reforçar os resultados obtidos na análise dos fragmentos de vegetação localizados na periferia e sua contraposição com as áreas centrais da metrópole. A existência de espaços livres de edificações nas periferias favorece que sejam realizadas ações de planejamento da paisagem, que infraestruturas possam ser planejadas em harmonia com a manutenção de espaços verdes, algo que seria mais complicado nas áreas centrais dado ao adensamento de edificações. Essa dinâmica reflete de alguma forma a carência dessas regiões, mas que pode ser entendida como um grande potencial de transformação e promoção da melhoria de qualidade de vida mediante ações coerentes de planejamento e gestão.

É importante lembrar que não apenas o plantio de árvores indiscriminadamente poderá promover benefícios duradouros para a região, como se observa atualmente na capital. São necessários investimentos em infraestrutura que favoreça o uso da população. Outras ações, como investimento em projetos de agricultura urbana ou de plantio de árvores frutíferas também são interessantes para atrair a população, garantindo assim sua permanência e multiplicação dos benefícios.

Os resultados obtidos neste estudo podem servir de base para diversos outros estudos futuros, como: a informação de uso do solo em escala regional pode

servir como base para planejamentos urbanos ou ambientais; a metodologia utilizada, como a associação entre métricas para análise da forma, pode servir como referência para estudos semelhantes; os resultados das métricas de paisagem sintetizados nos macro e micro sistemas apresentados podem servir como bases para formulação de políticas públicas.

Além disso, para a evolução dos resultados aqui alcançados, sugere-se que seja realizada uma avaliação com arquitetos projetistas e urbanistas sobre quais formas são desejadas no ambiente urbano. A partir da definição de um padrão de forma e de tamanho da área desejada para cada local específico é possível realizar um diagnóstico consistente com apoio das métricas de paisagem. Outra possibilidade para evolução deste estudo é a ampliação da escala de análise, considerando as intervenções previstas para a RMBH como o Rodoanel, para propor uma análise dos espaços prioritários para conservação e, dessa maneira, discutir o traçado dessas intervenções. Esse estudo poderia, também, avaliar a conectividade dos fragmentos de vegetação internos e externos à mancha urbana com as unidades de conservação do entorno, como o Parque Nacional da Serra do Cipó, o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, APA Sul, APA Carste, diversas RPPN, dentre outras.

De um modo geral, considera-se que os resultados obtidos foram satisfatórios e que esse estudo abre possibilidades para outras análises que podem ser realizadas tanto no sentido da conservação biológica quanto do planejamento urbano. Acredita-se que o material elaborado seja uma boa base para embasar tomadas de decisões. Espera-se que este estudo motive ações de planejamento que considerem a paisagem como um mosaico estruturado por elementos interativos, tendo a consciência de que as intervenções locais têm repercussões, também, na escala regional. Além disso, espera-se que o planejamento dos espaços verdes seja considerado como peça chave para o planejamento da paisagem urbana, considerando o potencial que esses espaços têm para melhoria a qualidade de vida nas grandes cidades.

## 8. Referências Bibliográficas

---

AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil**: Potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 156 p.

AHERN, Jack. Greenways as a planning strategy. **Landscape and Urban Planning**. Science Direct, v. 33, p. 131-155, 1995.

ALVES, Cristiana Guimarães. A nova capital entre o urbano e o rural: dualidade da cidade moderna. In.: XII Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 2011. Belo Horizonte. **Anais do XII SIMPURB**. Belo Horizonte, 2011.

ANDRADE, Carlos Drummond. **Sem título**. 1964. Disponível em <<http://www.descubraminas.com.br/>> Acesso em 12 abr. 2012

ASSIS, Wellington Lopes. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial**. 2010, 299 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências da UFMG. Belo Horizonte, 2010.

BELO HORIZONTE. Lei n. 0232 de 8 de Setembro de 1951. Cria o serviço do Plano Diretor e dá outras providências. . **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 8 de set. 1951. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/>>. Acesso 25 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 4.253, de 4 de dez. 1985 e retificada em 15 de fev. de 1986. Dispõe sobre a política de proteção do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no Município de Belo Horizonte. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 6 dez. 1985. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/>>. Acesso 10 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 2662 de 29 de Novembro de 1976. Dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo no município de Belo Horizonte, e dá outras providências. **Diário oficial do Município**. Belo Horizonte, 29 out. 1976. Disponível em <<http://bhz5.pbh.gov.br/legislacao>>. Acesso em 29 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte, de 21 de março de 1990. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 12 out. 2012. Disponível em: <<http://www.cmbh.mg.gov.br/leis/legislacao>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 7165, de 27 de agosto de 1996. Institui o Plano Diretor Municipal de Belo Horizonte. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 27 ago. 1997a. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/>>. Acesso 26 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para o parcelamento, ocupação e uso do solo no município. Legislação urbanística do município de Belo Horizonte. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 27 ago. 1997b. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/>>. Acesso 26 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei. 8.137 de 21 de dezembro de 2000. Altera as leis n. 7.165 e 7.166, ambas de 27 de agosto de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial do**

**Município.** Belo Horizonte, 21 dez. 2000. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br/mapas/leiuso/lei-8137.htm>>. Acesso em 09 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9959 de 20 de Julho de 2010. Altera as leis n. 7.165/96 - que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte - e n. 7.166/96 - que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município -, estabelece normas e condições para a urbanização e a regularização fundiária das Zonas de Especial Interesse Social, dispõe sobre parcelamento, ocupação e uso do solo nas Áreas de Especial Interesse Social, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 20 jul. 2010. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso 27 out. 2012.

BESSA, Altamiro Mol. **Os espaços livres e a esfera da vida pública**. Oficina da Biodiversidade Urbana, Universidade Federal de Minas Gerais. Slides de aula. 2012, 71 p.

BOMTEMPO, Valdete lima et. al. Gestão de águas urbanas em Belo Horizonte: avanços e retrocessos. **REGA**, 2012. Vol. 9, n. 1, p. 5-16, jan./jun. 2012. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1>>. Acesso em 01 de nov. 2012.

BRANDÃO, Mitzi. Caracterização geomorfológica, climática, florística e faunística da Serra do Curral em Belo Horizonte, MG. **Daphne**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.13-38, jan. 1992.

BRANDÃO, Mitzi.; ARAÚJO, Marcelo G. Cobertura vegetal do Município de Belo Horizonte, MG. **Daphne**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.5-12, jan. 1992.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1979.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil**. DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 750 de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 fev. 1993.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA n. 9 de 24 de outubro de 1996. Define “corredores remanescentes” citado no artigo 7º do Decreto nº 750/93; Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna. **Diário Oficial da União**. Brasília, 7 nov. 1996. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/legislacao/biomas/category/27-mata-atlantica>>. Acesso em 17 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 jan. 1997. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)> Acesso em 27 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.985, de 13 de jul. 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2000.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 maio 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 30 out. 2012.

BRITO, Fausto; SOUZA, Joseane de. Expansão urbana nas grandes metrópoles o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**. vol.19 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2005. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000400003>>. Acesso em 19 Dez. 2012.

CARVALHO, Grazielle Anjos. **Análise espacial urbano – sócio – ambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Sabará – MG**. 2010, 133 p. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COSTA, Claudia Maria Rocha. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998, 92 p.

COSTA, Stael Alvarenga Pereira et. al. Os espaços livres na paisagem de Belo Horizonte. **Paisagem e Ambiente**, n.26. São Paulo, 2009.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.

DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p. 2ed.

FALCÓN, Antoni. **Espacios verdes para una ciudad sostenible**. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Editora Pili, 2007, 175 p.

FÉLIX, Demian Ferreira. **Composição florística do Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais**. 2009, 107 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Belo Horizonte, 2009.

FORMAN, Richard. T. T.; GODRON, Michael. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

FONSECA, Lúcia Protá. **Áreas verdes públicas de Belo Horizonte – 1987 a 1997**. 1997, 129 p. Monografia (Especialização em Urbanismo) – Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte, 1997.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Saneamento básico em Belo Horizonte**: trajetória em 100 anos - os serviços de água e esgoto. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estudos Históricos e Culturais, 1997, 314p.

GONTIJO, Bernardo Monteiro. **A Ilusão do Eco-Turismo na Serra do Cipó**: O Caso de Lapinha. Tese (Doutorado em Geografia), Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2003, 192 p.

GUIMARÃES, Cyleno R. **Evolução e índice de proteção das áreas vegetadas de Belo Horizonte**. 2010. 42 p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências, UFMG. Belo Horizonte, 2010.

HAINES-YOUNG, Roy; GREEN, David R.; COUSIN, Steven H. (Ed). **Landscape Ecology and GIS**. London: Taylor & Francis, 1993. 288 p.

HIJIOKA, Akemi. et. al; Espaços livres e espacialidades da esfera pública: Uma proposição conceitual para o estudo de sistemas de espaços livres urbanos no país. **Paisagem Ambiente**: ensaios. n. 23, São Paulo, 2007, p. 116 – 123.

HOWARD, Ebenezer. **Garden cities of to-morrow**. Cambridge: 1945. 169p.

GUZZO, Perci. **Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto-SP**. 1999. 106 p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1999.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS (IGA). **Mapeamento da cobertura vegetal do estado**. 2012. Disponível em <<http://www.mg.gov.br/>>. Acesso em 26 nov. 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (2005)**. Disponível em <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em 24 nov. 2012.

JACOBI, Cláudia Maria; CARMO, Flávio Fonseca do. Diversidade de Campos Rupestres Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**. Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, dez. 2008. p. 25-33. Disponível em <[http://www.conservation.org.br/publicacoes/files\\_mega4/03\\_diversidade\\_dos\\_campos\\_rupestres\\_ferruginosos\\_no\\_quadrilatero\\_ferrifero\\_mg.pdf](http://www.conservation.org.br/publicacoes/files_mega4/03_diversidade_dos_campos_rupestres_ferruginosos_no_quadrilatero_ferrifero_mg.pdf)>. Acesso em 04 dez. 2012.

JIM, C.Y. & CHEN, Sophia S. Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. **Landscape and Urban Planning**. Science Direct, v. 998, p. 1 – 23. 2003.

KAMINO, Luciana H. Yoshino. **Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais**: flora vascular e estudo comparativo de sua estrutura arbórea com as de outros fragmentos florestais da Apa-Sul, MG. 2002, 86 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Belo Horizonte, 2002.

LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PROJETOS EM MANEJO FLORESTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (LEMAF-UFLA). **Inventário de Árvores de**

**Belo Horizonte.** 2012. Disponível em <<http://www.ti.lemaf.ufla.br/inventariobh.html>> Acesso em 24 nov. 2012.

LANG, Stefan; BLASCHKE, Thomas. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

LANSKY, Samy. **Praça Jerimum: Cultura infantil no espaço público.** 2006, 203 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

LEITÃO, André Botequilha et al. (2006). **Measuring Landscapes: A Planner's Handbook.** Washington: IslandPress, 245 p.

LEITE, Júlia Rodrigues; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. Ecologia da Paisagem e Planejamento em Bacias Hidrográficas Urbanas. In.: I ENCONTRO IALE-BR. **Anais do I ENCONTRO IALE-BR.** São Paulo, 2007. p. 33-35.

LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência,** Guarapuava, v.1, n.1, 2005. p. 125-139.

MACEDO, Silvio Soares. **Quadro do Paisagismo no Brasil.** São Paulo: Quapá, 1999, 144 p.

MACHADO et. al. Levantamento Florístico da Reserva da Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. In: 59º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. 2008, Natal. **Anais....** 2008.

MADRID, Ayuntamiento. **Potal del Ayuntamiento de Madrid.** 2011. Disponível em <<http://www.madrid.es/>>. Acesso em 27 dez. 2012.

MAGALHÃES, Danilo Marques; MOURA, Ana Clara Mourão. Landscape morphology metrics for urban areas: analysis of the role of vegetation in the management of the quality of urban environment. **DesignareCon,** Bologna, v. 6, p. 81-92, 2013.

MAN AND BIOSPHERE (MAB). **Man and the Biosphere Programme,** d/ data. Disponível em <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>>. Acesso em 27 set. 2012.

McGARIGAL, Kevin; CUSHMAN, Sam A.; NEEL, Maile C.; ENE, Eduard. **FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps.** Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 2002. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em agosto de 2011.

McHARG, Ian. **Design with nature.** Doubleday, Natural History Press, 1969. 197 p.

MENESES, Paulo Roberto. ALMEIDA, Tati de. (organizadores). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: CNPQ, 2012.

266 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em 12 set. 2012.

MESQUITA, Yuri Mello. Os rios e a cidade: espaço, sociedade e as políticas públicas em relação ao saneamento básico em Belo Horizonte, 1964 – 1973. **Espacialidades**, Natal, 2010, vol. 3, n. 2. Disponível em <<http://www.cchla.ufrn.br/ppgh/espacialidades/>>. Acesso em 29 out. 2012.

MESSIAS, Maria Cristina Teixeira Braga et al. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica**. vol.26 no.1. Feira de Santana Jan./Mar. 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000100022>>. Acesso em 04 dez. 2012.

METZGER, Jean Paul. O que é Ecologia de Paisagens? **Biota Neotrópica**. v.1, n. 1, p. 1-9. 2001.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 55 de 13 de junho de 2002. Estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da Biodiversidade de Minas Gerais, com base no documento: "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação". **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, 14 jun. 2002. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/>>. Acesso em 07 out. 2012.

MINAS GERAIS, SEGEM – Secretaria Extraordinária de Gestão Metropolitana. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, PDDI-RMBH - **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: SEGEM. 2011, 281 p., v.5. Disponível em: <<http://www.rmbh.org.br/>>

MONTEIRO, Ana. A Climatologia como componente essencial no diagnóstico e na avaliação dos impactos ambientais em espaços urbanizados – o caso da cidade do Porto. **Territorium**, nº 1, Coimbra, 1994. p. 17-22.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005. 294p.

\_\_\_\_\_. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 21-26. Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Estudo exploratório de aplicação de métricas de paisagem na caracterização da dinâmica de transformação regional potenciais de transformação das manchas urbanas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS (ENABER), 8, 2010, Juiz de Fora. **Anais....** São Paulo (USP): Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), 2010. p. 1-22.

MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL E JARDIM BOTÂNICO DA UFMG, s/data. **Histórico**. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.mhnjb.ufmg.br/historico.html>>. Acesso em 08 jul. 2013.

OLIVEIRA, Ana Mourão. **O verde na cidade: uma aproximação ao planejamento da rede de espaços verdes de Belo Horizonte, Brasil**. 2010, 84 p. Dissertação (Master de Planificació Territorial i Gestió Ambiental). Facultat de Geografia i Història. Universitat de Barcelona. Barcelona, Catalunya, Espanha, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Arborização Urbana**. Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Cadernos de Meio Ambiente – 7. 1992, 82 p.

\_\_\_\_\_. **Parque Municipal Jacques Cousteau**. Fundação de Parques Municipais. Portal PBH. s/data-a. Disponível em <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21278&lang=pt\\_BR&pg=5521&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21278&lang=pt_BR&pg=5521&taxp=0&)>. Acesso em 24 dez. 2012.

\_\_\_\_\_. **Fundação Zoo-Botânica é centro de educação, pesquisa e lazer**. Fundação Zoo-Botânica. Portal PBH. s/data-a. Disponível em <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaobotanica&tax=6770&lang=pt\\_BR&pg=5522&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaobotanica&tax=6770&lang=pt_BR&pg=5522&taxp=0&)>. Acesso em 24 dez. 2012.

\_\_\_\_\_. **Parque Linear Vale do Arrudas**. Fundação de Parques Municipais. Portal PBH. s/data-c. Disponível em <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21341&lang=pt\\_BR&pg=5521&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21341&lang=pt_BR&pg=5521&taxp=0&)>. Acesso em 11 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. **Parque Linear Avenida José Cândido da Silveira**. Fundação de Parques Municipais. Portal PBH. s/data-d. Disponível em <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21353&lang=pt\\_BR&pg=5521&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=fundacaoparque&tax=21353&lang=pt_BR&pg=5521&taxp=0&)>. Acesso em 11 jan. 2013.

RAPIDEYE. **Delivering the world**. 2012. Disponível em <<http://www.rapideye.com/>>. Acesso em 14 nov. 2012.

SALVADOR PALOMO, Pedro J. **La planificación verde en las ciudades**. Barcelona: GG, 2003. 326 p.

SANTOS, Alexandre Rosa; PELUZIO, Telma Machado de Oliveira; SAITO, Nathália Suemi, **SPRING 5.2.1 Passo a passo: Aplicações práticas**. Alegre: CAUFES, 2010.

SCHIMIDT, Ana Maria. **Curso d'água e fundo de vale: uma costura possível da linha ambiental no tecido urbano?** A reconfiguração da paisagem urbana e o DRENURBS em Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Geografia). UFMG, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2007, 151p.

SEARNS, Robert M. The evolution of greenways as an adaptive urban landscape form. **Landscape and Urban Planning**. Science Direct, v. 33, p. 65-80, 1995.

SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO. **Sesc Venda Nova**. s/ data. Disponível em <<http://www.sescmg.com.br/index.php/unidades/capital/venda-nova>>. Acesso 24 dez. 2012.

SIMÃO, Karina Machado de Castro. **Fringe Belts como elementos estruturados da ecologia da paisagem: o caso de Belo Horizonte/MG**. 2012. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Trabalho não publicado.

SIRKIS, Alfredo. 2008. O Desafio Ecológico das Cidades. In: Mendes, A.T. **Meio Ambiente no Século XXI**. 5ª ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados).

SPRING 5.2.1. **Processamento Digital de Imagem e suas Técnicas**. Tópicos de Ajuda do Software. Instituto Nacional de Pesquisas espaciais, São José dos Campos, SP, 2011.

SOARES, Márcia Maria. **Da barragem ao Parque Santa Lúcia: um estudo da transformação da paisagem urbana**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001, 108 p.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos; São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005. 378 p.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA (PLAMBEL). **O processo de desenvolvimento de Belo Horizonte: 1897-1970**. Belo Horizonte: PLAMBEL, 1979.

TAYLOR, James; PAINE, Cecelia; FITZ-GIBBON, John. From Greenbelt to greenways: four Canadian case studies. **Landscape and Urban Planning**. Science Direct, v. 33, p. 47-64, 1995.

TURNER, Monica Goigel; GARDNER, Robert H. (Ed). **Quantitative Methods in Landscape Ecology**. New York: Springer, 1991. 536 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Estação Ecológica**. Portal da UFMG, s/ data. Disponível em <[https://www.ufmg.br/estacaoecologica/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=43](https://www.ufmg.br/estacaoecologica/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=43)>. Acesso em 09 jan. 2013.