

## GEOECOLOGIA E GEODIVERSIDADE: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS

Gladson de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[gladson.oliveira@meioambiente.mg.gov.br](mailto:gladson.oliveira@meioambiente.mg.gov.br)

### RESUMO

Este estudo tem como objetivo demonstrar como o levantamento e avaliação da paisagem, na perspectiva integrada da geoecologia, pode subsidiar o planejamento do uso e zoneamento de uma área, bem como contribuir para a preservação da geodiversidade. O trabalho foi realizado, na área do Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais, através do levantamento e/ou compilação de diversos mapas temáticos como topografia, cobertura vegetal, microclima, geologia, solos e histórico de uso, concluindo com a análise espacial e integração dos temas para a proposição das unidades geoecológicas. A análise dos resultados permitiu distinguir a existência de cinco unidades, representativas das condições naturais e do histórico de apropriação daquele espaço. A aplicação da geoecologia proporcionou como resultado a cartografia da paisagem da área de estudo e seu zoneamento.

**Palavras-chave:** Ecologia da Paisagem. Diversidade Geográfica. Geoturismo. Unidades de paisagem.

### GEOECOLOGY AND GEODIVERSITY: AN APPLICATION OF INTEGRATED LANDSCAPE ANALYSIS AS A SUBSIDY FOR THE MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS

### ABSTRACT

The objective of this study is to demonstrate how the survey and evaluation of the landscape, in the integrated perspective of geoecology, can support the use planning and zoning of an area, as well as contribute to the preservation of geodiversity. This work studied the area of the Museum of Natural History and Botanical Garden of Federal University of Minas Gerais, throughout the collection or compilation of several thematic maps, such as topography, vegetation cover, microclimate, geology, soils and occupation history, ending with spatial analysis and integration of the themes to the proposition of the geoecological units. This analysis of the results allowed distinguishing the existence of five units, representative of natural conditions and the history of appropriation of that space. The application of geoecology resulted in the mapping of the landscape of the studied area and its zoning in which, in general, soil and vegetation cover were the most significant environmental factors.

**Keywords:** Landscape Ecology. Geographical Diversity. Geotourism. Landscape units.

### INTRODUÇÃO

A paisagem, tal qual a percebemos num lance de olhar, é resultado da interação entre todos os fatores ambientais, ou geofatores (TROLL, 1997. p. 1), sendo estes: geológicos, pedológicos, geomorfológicos, climáticos, bióticos, socioculturais e temporais. A forma como uma paisagem se estrutura, e seu funcionamento, pode ter início com o insumo energético da radiação solar, que impulsiona a dinâmica da atmosfera configurando o clima em distintas escalas (CAVALCANTI, 2014). Esses, por sua vez, atuam sobre a crosta terrestre modificando e vencendo a resistência das rochas e materiais da superfície, criando um modelado de relevo com diferentes condições de iluminação solar e de circulação e conservação de umidade. O relevo tem reflexo na evolução dos solos que, por sua vez, influencia na cobertura vegetal.

Além dos aspectos físicos e bióticos da paisagem, a atividade sociocultural (antrópica) também sofre as pressões do meio. No entanto, a espécie humana aprendeu a criar ferramentas e tecnologias que nos auxiliam a vencer alguns limites da natureza, dando ao Homem a capacidade de interferir em todos os ambientes terrestres. A humanidade atua modificando a estrutura e função dos elementos da paisagem, ocupando e configurando diferentes usos da superfície da Terra.

Dentre as áreas do conhecimento que possuem a paisagem como categoria de análise estão a Geografia e a Geoecologia, sendo o conceito de paisagem o principal objeto de estudo desta segunda. A Geoecologia é um ramo da ciência, inserido na ciência da paisagem, que fundamenta métodos e procedimentos que se caracterizam por incorporar a multidisciplinariedade, analisando de forma integrada, a complexidade de fenômenos e processos relacionados às paisagens (RODRIGUEZ e SILVA, 2002).

Uma análise geoecológica pode ser alcançada através de uma visão sistêmica. Isso significa uma mescla entre a abordagem holística e o conceito de geossistema para contribuir na compreensão da relação entre o sistema ambiental (paisagem natural) e o sistema socioeconômico (paisagem cultural), o que pode ser útil em diversas aplicações do planejamento ambiental (SANTOS, 2004. p. 142). A avaliação de como os geofatores se relacionam para produzir uma paisagem e quais destes fatores são os mais marcantes na estruturação desta, representam os passos iniciais para a análise integrada. Como afirma Augustin (1985, p. 152) "(...) os levantamentos integrados constituem uma etapa, de avaliação inicial, no planejamento do uso e ocupação de uma área".

Diante disso, surge o questionamento se a Geoecologia e sua apreensão da paisagem podem contribuir na ampliação da abordagem conceitual da Geodiversidade, sobretudo de maneira a aproximá-lo da Geografia (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 145). Essa questão deriva da observação de que, tradicionalmente, alguns autores fazem uma associação direta da Geodiversidade ao patrimônio geológico/geomorfológico (BRILHA, 2005; NASCIMENTO et al., 2007; MOREIRA, 2010; LOPES et al., 2011), qualificando o geoturismo, por exemplo, como uma espécie de "turismo geológico".

Em contrapartida, outros autores ressaltam a necessidade de que em projetos educativos ligados a conservação da geodiversidade, seja garantida a oportunidade de "reconhecer as ligações entre geologia, solos, habitats, paisagens e processos naturais", e que o conhecimento e compreensão do valor da geodiversidade deve ser amparado "numa perspectiva integrada de abordagem científica, extensionista e pedagógica", com tratamento equilibrado entre suas componentes bióticas e abióticas, ou seja, em uma abordagem mais holística da natureza (MACHADO e RUCHKYS, 2010, p. 53 e 54). Desta forma, o Geoturismo é visto como uma "combinação entre os atributos naturais e culturais que fazem com que um determinado local seja distinto do outro, enfocando as características geográficas do destino" (MOREIRA, 2010. p. 6 e 7).

Para destacar o papel da diversidade no conceito de "geodiversidade", Serrano e Ruiz-Flaño (*Ibid.*, p. 140) lembram que originalmente o termo foi cunhado na década de 1940 pelo autor argentino Federico A. Daus, que o utilizou no contexto da Geografia Cultural, referindo-se ao mosaico de paisagens e diversidades culturais do espaço geográfico e às complexidades territoriais em diferentes escalas, portanto, na raiz o termo referia-se à "diversidade geográfica". Concluindo, os autores afirmam que essa visão conceitual mais ampla tem amparo em diversos outros autores (DUFF, 1994; ALEXANDROWICZ e KOZLOWSKI, 1999; SERRANO, 2002; SHARPLES, 2002; GRAY, 2004; KOZLOWSKY, 2004; ZWOLINSKI, 2004 apud SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007) que concordam sobre a "variedade da natureza abiótica", e que formularam definições mais integrativas que levam em conta todos os elementos ambientais.

Na investigação pela ampliação dos conceitos de Geodiversidade e Geoturismo, áreas protegidas sinalizam espaços interessantes para o empreendimento de ações de uso público. Como representam espaços em que se busca a manutenção do patrimônio ambiental, em seu sentido amplo, a depender da maneira como suas paisagens são retratadas, as áreas protegidas passam a desempenhar um papel importante por oferecer condições para que os visitantes possam vivenciar o contato com elementos da interpretação ambiental e refletir sobre a complexidade dos sistemas naturais e antrópicos, transpondo a apreciação das belezas cênicas. Caso essas áreas protegidas incluam ações educativas voltadas para a disseminação, construção e geração de conhecimento, essas condições tornam-se ainda mais propícias à promoção da geoconservação.

Este é um conceito que se refere à conservação de elementos abióticos da paisagem, bem como, à proteção de lugares cuja geodiversidade é relevante (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 142).

Uma área protegida que pode ser abarcada no escopo acima apresentado é o Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Localizado em contexto urbano, o Museu está em uma área de reserva de mata atlântica, de aproximadamente 60 ha (600.000 m<sup>2</sup>) que começou a ser instituído em 1968, sendo um dos berços da história de Belo Horizonte. Como Jardim Botânico, a legislação exige a elaboração de um planejamento contendo “proposta de funcionamento, projetos de pesquisa científica e de educação ambiental” (CONAMA 339, 2003, Art. 4º). Com os fatores ambientais integrados no planejamento, as ações de educação e interpretação ambiental podem ser mais efetivas e a paisagem mais valorizada.

Ainda que de grande interesse científico, o local não é concebido ainda como um espaço para a prática de ações relacionadas à geodiversidade, principalmente se for considerada a concepção tradicional desta. Como não existem afloramentos rochosos de interesse, nem tampouco atrativos cênicos ligados à geologia, é permissível ponderar que em nenhum contexto em que a atividade geoturística fosse requerida, a área do jardim botânico do museu seria um espaço considerado. Por isso, justamente para abordar a geodiversidade na sua forma mais ampla (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 14), e pensar nas contribuições da geoecologia para esse fim, o MHNJB foi escolhido como área de estudo.

A pesquisa justifica-se por apresentar certa relevância para a Geografia quanto à proposta de aplicação do método, por ajudar a aproximar a discussão dos conceitos de geodiversidade e geoturismo para o âmbito da ciência geográfica e por poder contribuir para a conservação da geodiversidade da área de estudo. O recorte espacial também reflete a necessidade de avaliar a área do museu com um diagnóstico geoecológico que forneça informações sobre sua geodiversidade e que o auxilie no seu planejamento ambiental (CONAMA 339, 2003).

Conforme Machado e Ruchkys (2010. p. 54), o Museu desempenha o importante papel como uma ponte entre “(...) a produção científica especializada e a comunidade, transcendendo as práticas tradicionais de ensino”, e a já mencionada necessidade de desenvolvimento de projetos educativos que reconheçam interrelação entre os geofatores.

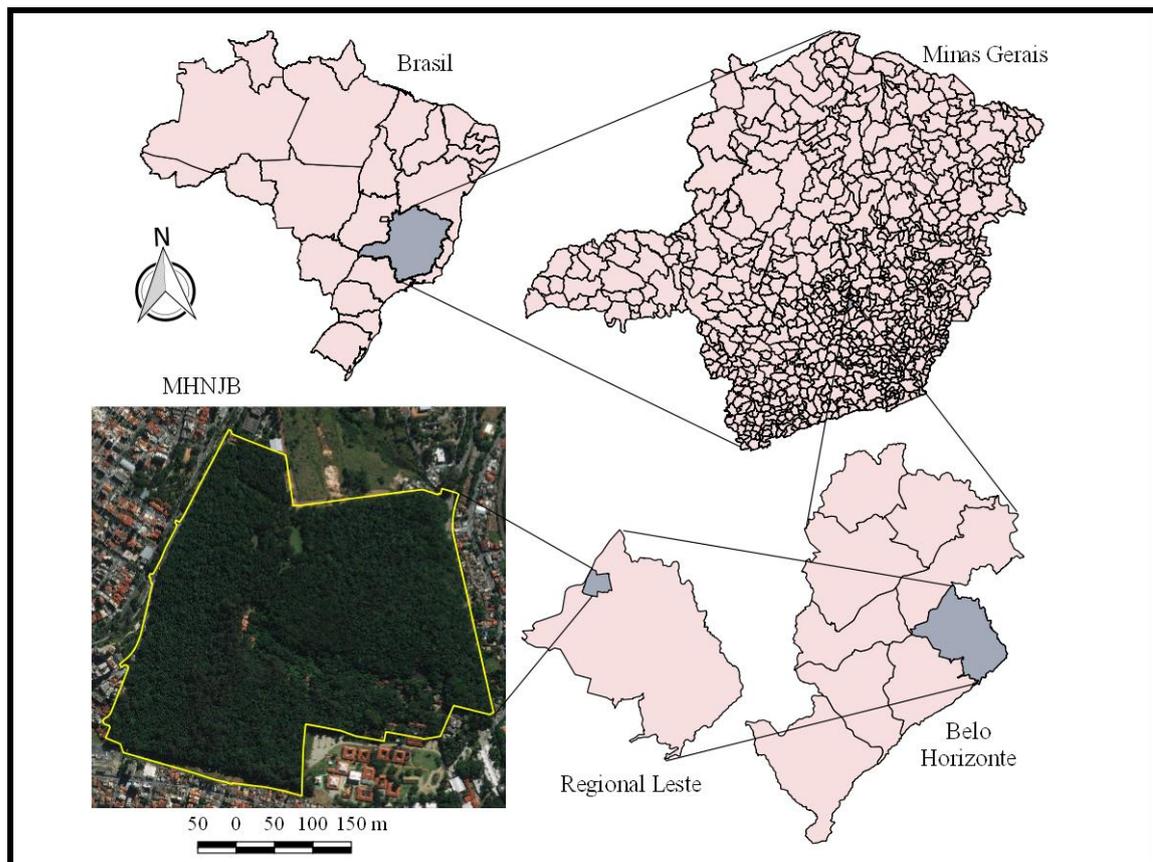
Face ao exposto, principalmente por Augustin (1985) e Machado e Ruchkys (2010), o objetivo do trabalho foi demonstrar como o levantamento e avaliação da paisagem, na perspectiva integrada da geoecologia, pode subsidiar o zoneamento, como base para o planejamento dos usos de uma área, ampliando a abordagem e compreensão da geodiversidade.

Um outro objetivo do projeto de pesquisa foi subsidiar o planejamento de atividades turísticas ou educacionais ligadas à geodiversidade. Contudo, por uma questão de escopo deste artigo, este item não será abordado neste momento.

#### **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O MHNJB está localizado entre os bairros Horto Florestal e Santa Inês, na regional Leste do município de Belo Horizonte (Figura 1). Este município tem sua posição geográfica numa zona de contatos, tanto do plano físico quanto sociocultural. A Serra do Curral, borda norte do Quadrilátero Ferrífero, divide litologias, biomas, climas, padrões sociais e, portanto, paisagens. Na região de Belo Horizonte há contatos entre distintos domínios fisiográficos e botânicos, entre províncias geológicas e, mesmo, uma zona de contato de culturas. Nas palavras de Silva et al. (1995. p. 18), “(...) a metrópole dos mineiros é um pouco das Minas e um pouco dos Gerais”, e a área de estudo apresenta reflexos desses diversos contatos.

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo integrado da paisagem implica a adoção do método da análise sistêmica e abordagem holística, resultando em modelos de sistemas ambientais. De acordo com Santos (2004, p. 128), para a realização da análise integrada da paisagem é preciso uma rede de interações, padrões de distribuição e processos que são mais bem entendidos usando-se a dimensão territorial como base para a integração dos temas. Esta análise é fundamental para diversos tipos de planejamento, cujo caminho para representar a integração é discretização, segmentação e estratificação do espaço em unidades territoriais homogêneas construídas por meio da análise espacial. Este zoneamento, que é a definição de setores em uma paisagem com objetivos de planejamento ou manejo (BRASIL, 2000), também é um trabalho interdisciplinar predominantemente qualitativo, com enfoque analítico, quanto aos critérios de análise do diagnóstico dos geofatores, e sistêmico, quanto à estrutura de integração, que pode ser analógica ou digital, e amparadas em recursos estatísticos.

A importância do zoneamento, principalmente baseado na abordagem da geocologia, é permitir o reconhecimento da diversidade paisagística e desempenha papel fundamental para o planejamento do território, pois subsidia decisões pautadas no conhecimento da diversidade de ambientes, propiciando o estabelecimento de usos diferenciados para cada zona (CAVALCANTI, 2014).

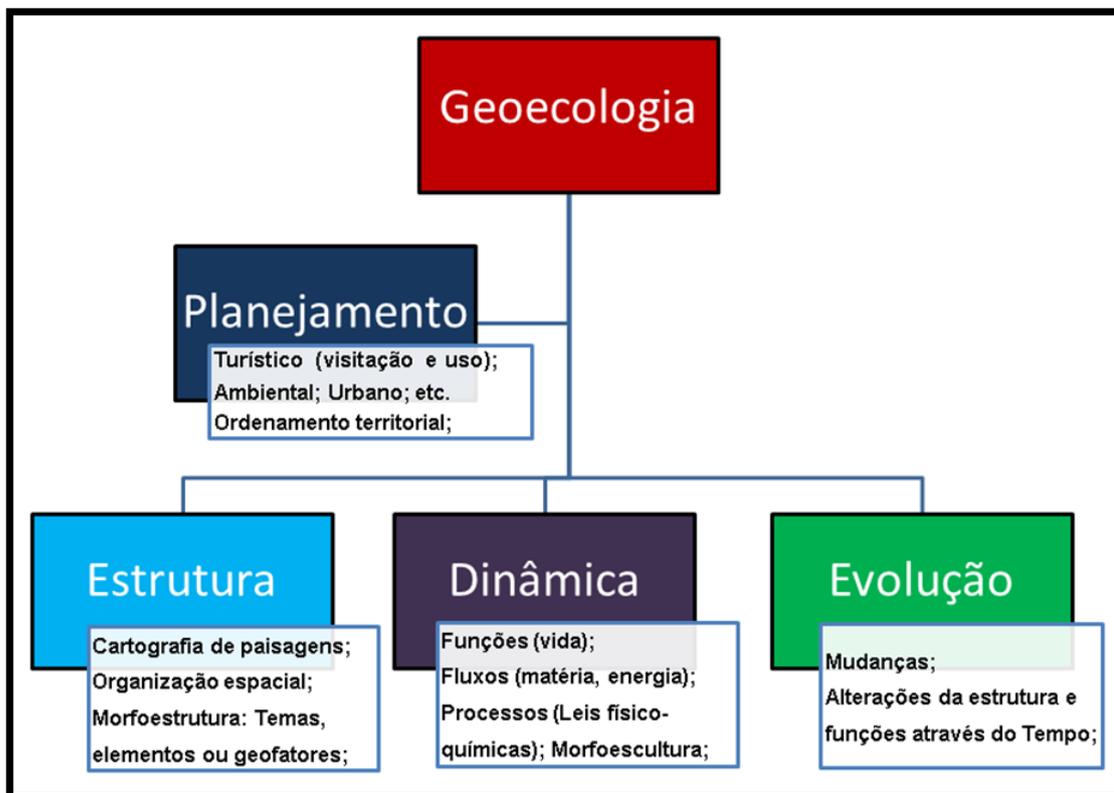
Um dos métodos indicados por Santos (2004, p. 142) para a integração das informações é o da geocologia, no qual a paisagem é observada como um conjunto de unidades naturais e, além disso, foram considerados também os aspectos socioculturais. O caráter interdisciplinar e a “fundamentação geocológica do terreno”, e seus recursos naturais, são as feições essenciais dos levantamentos integrados característicos desta metodologia (AUGUSTIN, 1985, p. 145). Neste sentido, o planejamento ambiental baseado na análise integrada da paisagem pode ser aplicado a diversos fins, incluindo-se a gestão de áreas protegidas que, além de unidades de conservação, abrangem diversas outras categorias como jardins botânicos, áreas de proteção especial, terras indígenas e áreas de preservação permanente.

Os conceitos e metodologias fundamentais para desenvolvimento da pesquisa são os adotados pela geoecologia, e enfatizam as relações do homem no espaço, natural e construído (cultural), apresentando aplicações práticas para a solução de problemas ambientais e trabalhando em macroescalas temporais e espaciais, dependentes da dimensão do território estudado e dos objetivos do estudo (SANTOS, 2004, p. 144). O planejamento é citado por alguns autores como uma etapa fundamental para se alcançar estas aplicações práticas (CHRISTOFOLETTI, 1999; SANTOS, 2004; CAVALCANTI, 2014). Neste estudo em específico, os investimentos na cartografia da paisagem têm como interesse demonstrar como as unidades de paisagem podem traduzir a riqueza abiótica e biótica do ambiente. Estas unidades são como “indivíduos geográficos”, ou seja, paisagens que partilham características semelhantes, cujo principal critério para definição é a dimensionalidade, a escala de análise (CAVALCANTI, 2014, p. 87).

A cartografia da paisagem proposta é definida por Cavalcanti (2014) como o estudo, classificação e a representação de paisagens, permitindo uma visão integrada dos elementos e processos do ambiente. Por isso, apresenta-se como de fundamental importância para a gestão ambiental e o planejamento territorial, tendo como principais produtos uma carta síntese e o zoneamento (CAVALCANTI, 2014).

Além disso, há autores que diferem Ecologia da Paisagem e Geoecologia, como Metzger (2001) que indicou a existência de uma abordagem geográfica (geoecológica) e outra ecológica (da ecologia da paisagem). A geoecológica, escolhida para a pesquisa, enfatiza o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território, como um espaço “vivenciado”. A Figura 2 exibe um esboço teórico desta abordagem.

Figura 2 - Modelo teórico de Geoecologia.



Fonte: Modificado de CAVALCANTI (2014, p. 22) e SANTOS (2004 p. 142).

Este método envolve três dimensões: a) a morfologia e relações entre os elementos ou geofatores; b) os processos, mecanismos e funcionamento entre eles; e c) as dinâmicas, dadas pela interação entre estrutura e processos (TROLL, 1997; CHRISTOFOLETTI, 1999; BERTRAND, 2004). E estas dimensões se traduzem em três aspectos: Estrutura que diz respeito à morfologia e relações espaciais entre os geofatores e seus atributos; Dinâmica ou funcionamento, referindo-se a processos, relacionamentos e

funções; e, por fim, Evolução que é resultado das interações entre estrutura e dinâmica através do tempo, assim como das mudanças, evolução ou alterações da estrutura e função. Mas isso deve sempre ter um foco aplicado à organização do espaço, por exemplo, no planejamento ambiental ou turístico.

Avaliando as possibilidades de classificação da paisagem, o Quadro 1, extraído de Guerra e Marçal (2006, p. 117, adaptado de Bertrand, 2004, p. 145), apresenta o dimensionamento e atribuições escalares ao conceito de paisagem.

**Quadro 1** - A escala adotada no projeto em tela, em relação aos modelos apresentados.

Escala Cailleux-Tricart	Unidades da Paisagem - Bertrand	Unidade Climática	Unidade de relevo ou geomorfológica	Escala Ross	Escala Cartográfica	Escala do projeto
II	Zona	Clima zonal	Sistema morfogênético	-	1:1.000.000	Intertropical
III	Domínio	Domínio Climático	Domínio estrutural	Unidade morfo estrutural	1:500.000 1:100.000	Tropical Atlântico Florestado (Mares de Morros)
IV	Região Natural	Clima regional	Grande bacia fluvial	Unidade morfo escultural	1:500.000 1:100.000	Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
V	Geossistema	Clima local	Bacia fluvial de segunda ordem	Unidade conjunto de formas	1:25.000 1:10.000	Zona urbana de Belo Horizonte, (malha urbanizada)
VI	Geofácies	Topoclima	Vertente	Unidade de dimensão e forma	1:10.000 1:5.000	Áreas protegidas (incluindo-se o MHNJB).
VII	Geótopo	Microclima	Mesoformas	Unidade de forma linear de relevo	1:5.000 ou inferior	Unidades geoecológicas do MHNJB

**Fonte:** adaptado de GUERRA e MARÇAL (2006, p. 117) e BERTRAND (2004, p. 145).

Os níveis de representação indicam a espacialização dos dados mais gerais para os mais detalhados. Observando-o, foi feito um exercício analítico de situar as unidades escalares na qual se encaixa a área escolhida para aplicação do estudo e ajustá-la ao modelo proposto. Foi adotada como parâmetro principal a taxonomia de Bertrand (2004), a qual se considerou a mais adequada ao projeto, e ajustando as demais escalas para cima ou para baixo, buscando a correspondência mais apropriada, e o quadro acima apresenta o resultado deste exercício.

### **Os PROCEDIMENTOS E OS MATERIAIS**

Este trabalho tem como referência os métodos da análise de sistemas em Geografia e da geoecologia. Nessa ótica, a abordagem sistêmica se dá através da abstração da paisagem, sendo essa o objeto central da análise. Assim, os procedimentos metodológicos deste estudo envolveram a estruturação e compartimentação da paisagem por meio da sobreposição dos diferentes geofatores e a busca pelo entendimento da interação entre eles para identificação das unidades geoecológicas.

A aquisição desses temas e de sua distribuição no espaço foi feita através de pesquisas bibliográficas e levantamentos de dados primários como, por exemplo, solos e microclima. Baseado em Troll (1997), identificou-se sete geofatores que integram uma unidade de paisagem: clima, geologia, relevo, solo, biota (fauna e vegetação), antrópico (sociocultural) e a dinâmica temporal. Estes também são identificados de forma semelhante em Bertrand (2004, p. 146), cujos fatores ambientais do esboço do geossistema são clima, hidrologia, geomorfologia, solo, vegetação, fauna e ação antrópica.

O levantamento bibliográfico subsidiou o referencial teórico e conceitual com os conceitos de geoecologia, geodiversidade, geoturismo e paisagem geográfica. O levantamento documental incluiu a constituição institucional e legal, levantamento de dados históricos e turísticos, bases cartográficas e levantamentos temáticos já existentes. Desses levantamentos foram obtidos dados sobre os geofatores: a) Topografia, com o levantamento topográfico de curvas de nível de 0,5 em 0,5 metro por estação total, contratado pela

administração do MHNJB (FOGLI, 2015) e a Carta Topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) folha Belo Horizonte na escala 1:50.000; b) Geologia, por meio do mapeamento geológico realizado em convenio entre a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) e a UFMG na escala 1:25.000 (SILVA et al., 1995); e c) Vegetação, com um mapeamento do estágio sucessional da vegetação do MHNJB (FARIA, et al., 2009), e composição florística (FELIX, 2009).

Em se tratando dos levantamentos inexistentes ou cuja variabilidade espacial não foi contemplada pela escala dos mapas disponíveis, foram realizados: a) mapeamento de solos; b) medições climáticas; e c) atualização do estágio sucessional da vegetação, todos na escala 1:6.000.

O mapeamento de solos consistiu na abertura de trincheiras em diferentes posições da paisagem, tendo como guia o levantamento topográfico, a litologia, as faixas de declividade e as diferenças da cobertura vegetal. Nessas trincheiras foram descritos cinco (5) perfis conforme Santos et al. (2015) e coletadas amostras para análises físicas e químicas. A partir delas, os solos foram classificados até o quarto nível conforme Embrapa (2013) e os limites entre as classes taxonômicas foram cartografados.

Os dados climáticos foram coletados e analisados conforme Jardim e Monteiro (2014), utilizando um abrigo meteorológico em um ponto fixo, dotado de um termo-higrômetro digital (*datalogger* modelo Instrutherm HT-500), equipamento que registra temperatura, umidade relativa do ar e ponto de orvalho, em intervalos de uma (1) hora, ininterruptamente. O período da coleta de dados foi o inverno de 2017 no contraste entre a estação mais seca e a mais úmida, entre 20/06/2017 a 20/08/2017. E as amostragens em campo realizadas no dia 18/07/2017, através de equipamentos manuais como termômetro digital (IncoTerm modelo com haste tipo espeto) e psicrômetro de funda (analógico), sendo todos os sete pontos de coleta georreferenciados com GPS. Os dados coletados em campo foram temperatura do ar, temperatura do solo, umidade relativa, direção e intensidade do vento, nebulosidade e tipo de nuvens, altitude do ponto e coordenadas geográficas (JARDIM e MONTEIRO, 2014).

Para aferição, foram utilizados os dados da Estação Meteorológica Automática existente dentro da área do MHNJB, cujos dados disponíveis são de 2012 a 2017, e que também dispõe de registros de Precipitação e de Pressão atmosférica. Para diferenciação entre as unidades microclimáticas foi realizada uma triangulação entre os pontos amostrados com os termômetros manuais e as duas bases fixas, a Estação Automática (EA) e o *datalogger*, para verificar as diferenças de temperatura e umidade relativa registradas no mesmo horário nos sete pontos amostrados.

Quanto à vegetação, foi realizada uma revisão e atualização do mapa de classificação dos estágios de regeneração e conservação da vegetação do MHNJB baseado no estudo prévio de Faria et al. (2009), no levantamento de espécies de Felix (2009), na legislação nacional (COPAM, 2004; CONAMA, 2007), nos procedimentos técnicos de Cavalcanti (2014), Furlan (2009) e Santos (2004), e em trabalhos de campo com observação e registro de dados sobre os seguintes parâmetros: estratificação, forma de crescimento (ou hábito), porte, cobertura vegetal, composição florística, dominância, uso da terra e espécies indicadoras.

Quanto ao geofator sociocultural, a necessidade de entender as ações antrópicas ao longo do tempo, responsáveis por imprimir distintas transformações na paisagem, motivou a investigação do histórico dos usos e intervenções na área do Museu. Esse entendimento foi buscado nos documentos existentes, estudos prévios disponíveis, cartografia histórica, fotos e imagens.

Para a construção da análise integrada foi utilizada uma mescla de técnicas apresentadas por Cavalcanti (2014, p. 37 a 51) para a representação das paisagens, que podem ser seções-tipo, quadros de correlação e três tipos de cartas de paisagens. Estas últimas, podem ser construídas abalizadas em dados de campo, por interpretação de outros mapas temáticos e imagens de satélite, e/ou por modelagem cartográfica, que é baseada em inteligência geográfica e ferramentas de geoprocessamento. Sendo assim, foram utilizados os dados coletados em campo e os mapas temáticos previamente elaborados na escala de 1:6.000 dos geofatores mencionados, auxiliando a regionalização e diferenciação das unidades geocológicas.

Ainda segundo Cavalcanti (2014), os dados registrados em campo foram tabulados e importados pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS (versão 2.18 LTR), sobrepostos a imagens de satélite e curvas de nível, criando um dos suportes para a interpretação dos limites entre as unidades de paisagem. Porém, algumas diferenças entre as unidades são mais facilmente visualizadas a partir “de uma boa base de dados temáticos”, como as cartas geológica, topografia e drenagens, solos, e elementos climáticos (CAVALCANTI, 2014, p. 41). Como afirma Santos (2004, p. 143), a estrutura da paisagem é como um retrato da distribuição de matéria e energia pelos processos ecológicos em um determinado tempo, e a análise em extensos períodos permite inferir, ao menos parcialmente, a dinâmica do espaço.

A implementação do modelo cartográfico, utilizando álgebra de mapas, foi construído conforme Soares Filho (2000), Trodd (2005) e Cavalcanti (2014). Os dados básicos do modelo e identificação das camadas de informação e demais dados espaciais necessários para o estudo estão apresentados nos subitens abaixo:

- Área total do MHNJB - 60 ha (ou 600.000 m<sup>2</sup>);
- Escala de trabalho - 1: 6.000 no formato de saída de impressão A4;
- Projeção UTM Fuso 23S e Datum SIRGAS 2000;
- Software para implementação - QGIS 2.18 LTR (QGIS, 2018).

#### **Mapas e dados de fontes secundárias:**

1. Topografia com curvas de nível de 0,5 metro, (FOGLI, 2015);
2. Trilhas de visitação (FOGLI, 2015);
3. Imagem Google Earth Pro, resolução 1 metro (GOOGLE, 2017);
4. Geologia e Zoneamento Geotécnico, escala 1:25.000 (SILVA et al., 1995);
5. Vegetação, escala aproximada 1:8.700 (FARIA, et al., 2009);

#### **Mapas temáticos derivados das fontes secundárias:**

1. Modelo Digital de Elevação
2. Hipsometria escala 1:6.000
3. Declividade escala 1:6.000
4. Vegetação escala 1:6.000 (revisado e atualizado)

#### **Mapas temáticos elaborados a partir de dados primários:**

1. Microclima
2. Solos
3. Unidades Geoecológicas, escala 1:6.000

Para a integração dos temas foi necessário elaborar uma estrutura que represente os critérios e procedimentos para os cruzamentos entre as informações. Estas estruturas, ou modelos, devem representar a entrada dos dados, a sequência, e os procedimentos dos métodos adotados, a sequência do cruzamento (sobreposição) das informações, os produtos intermediários, o produto síntese e a determinação dos indicadores para o planejamento futuro (SANTOS, 2004. p. 128). Estes dados foram analisados e compilados montando o modelo cartográfico para análise integrada e o fluxograma utilizado, como mostrado na Figura 3.

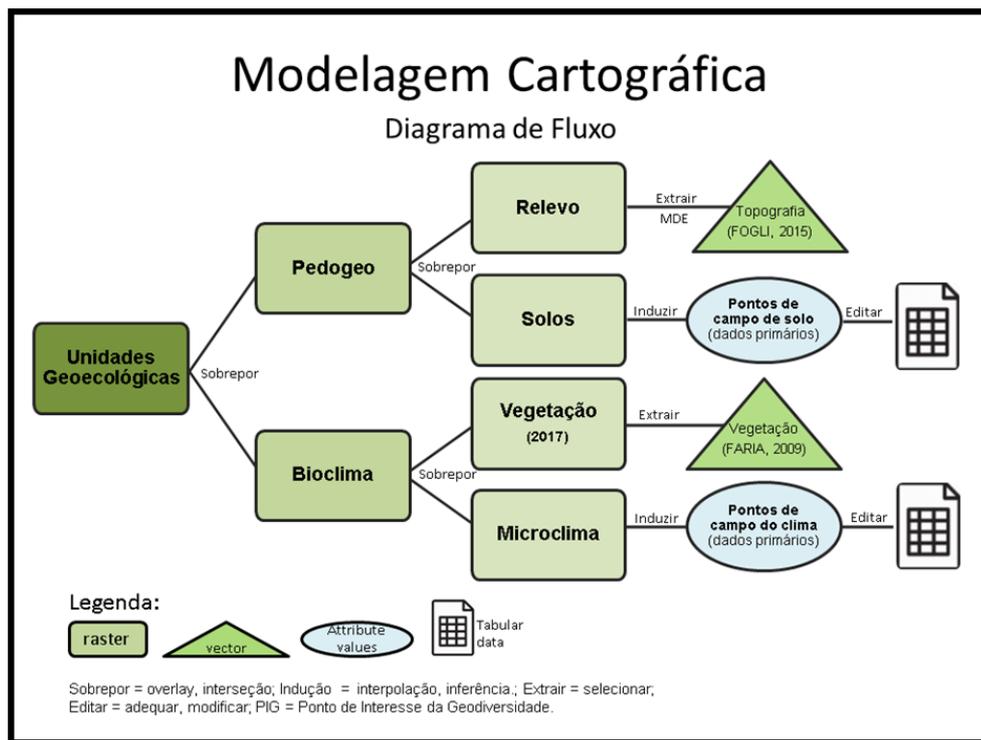
Como resultado, a cartografia da paisagem será apresentada abaixo, composta pela descrição e diagnóstico dos fatores ambientais da área de estudo.

### **ESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM: OS GEOFACTORES**

Neste tópico serão apresentados brevemente os resultados do diagnóstico dos geofatores, que procedeu na estruturação e cartografia da paisagem. Os fatores estudados foram história e intervenções antrópicas, litologia, relevo, drenagens, microclima, solos e vegetação.

Quanto ao fator sociocultural, a área onde atualmente se localiza o MHNJB passou por diferentes usos, tendo sido ocupada por fazendas particulares até o final do século XIX, e por fazendas experimentais e centros de pesquisa agropecuária na primeira metade do século XX. A partir de 1953, passou a funcionar o Instituto Agrônomo, levando à construção de um prédio de 530 m<sup>2</sup>, com dois pavimentos, onde seriam localizados os laboratórios de Botânica. Esse prédio, a atual Casa Vermelha, é ocupado hoje pela Secretaria Administrativa do Museu. A casa do diretor do Instituto ficou sendo o antigo Palacinho, construído na década de 1920, localizava-se em meio à mata do Horto Florestal, (PRATA, 2015. p. 50). Este, após a instalação da nova Capital em Belo Horizonte, foi residência de veraneio de governadores do Estado de Minas Gerais, na primeira metade do século XX (ABRAS, 2000). Enfim, o museu de história natural foi criado em 1969 e, em seguida, o jardim botânico em 1973.

Figura 3 - Modelo cartográfico.



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Com relação às características fisiográficas, em síntese, prevalecem na área, rochas do embasamento granito-gnássico, principalmente gnaisses cinzentos com bandamento composicional, com intrusões na forma de veios de quartzo. O relevo está inserido no intervalo de cotas 805 a 868 metros, típicas da Depressão de Belo Horizonte, e com uma amplitude altimétrica de 70 m. Além disso, a classe de declividade predominante é de 3-8%, indicando relevo suave ondulado, característica do contexto colinoso em que ocorre.

A vegetação, nativa do bioma mata atlântica, configura a terceira maior área de cobertura vegetal florestal da cidade de Belo Horizonte, com 60 ha de Floresta Estacional Semidecidual (antiga Floresta Tropical Subcaducifólia), mas fortemente alterada pelos usos históricos pelos quais a área passou (FARIA et al., 2009). De acordo com a Deliberação Normativa COPAM 73/2004, os parâmetros que definem o estágio de regeneração da floresta secundária (estratificação, forma de crescimento ou hábito, porte, cobertura vegetal, composição florística, dominância, uso da terra e espécies indicadoras), podem apresentar diferenciações em função das condições topográficas, climáticas e edáficas do local, além do histórico do uso da terra. A partir disso, foi avaliado o estágio sucessional de regeneração da mata atlântica, conforme podem ser encontradas na supracitada norma e também na Resolução CONAMA 392/2007 (Art. 2º, Inciso II, Alíneas A, B e C).

Quanto à rede hidrográfica, existe um único curso de água dentro dos limites do Museu, um canal de primeira ordem sem nome na cartografia oficial, que tem a nascente na cota 818 m, afluente direto do Ribeirão Arrudas, principal curso d'água a cruzar a área central de Belo Horizonte, e localizado na bacia do Rio das Velhas e do Rio São Francisco.

A região caracteriza-se pelo clima Tropical Semiúmido, com temperatura média entre 15º e 18º C e 4 a 5 meses secos, de acordo com a classificação do IBGE, e do tipo mesotérmico CWa, com inverno seco e verão quente e chuvoso, conforme a classificação de Köppen (IBGE, 1997, p. 192). Como exemplo, a Tabela 1 apresenta os resultados da análise comparativa dos dados de temperatura.

A análise dos dados permitiu a distinção de três classes de microclima: brando, subquente e quente, cuja nomenclatura segue a classificação do IBGE (1997, p. 192). As faixas de correspondência numérica da temperatura foram resultado do agrupamento ou separação dos pontos amostrados em campo, sendo: brando (14º- 17º), subquente (18º- 20º) e quente (21º- 23º), como apresentados na tabela 1.

**Tabela 1 - Análise comparativa dos dados dos pontos de campo.**

Ponto		1	2	3	4	5	6	7	
Pontos no Mapa		Ponto 7	Ponto 3	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 4	EA	Ponto 5	
Horário (h)		9:00	9:50	10:20	11:35	12:19	12:40	14:00	
	Latitude <b>S</b>	19°53'39"	19°53'34"	19°53'28"	19°53'23"	19°53'42"	19°53'46"	19°53'42"	
	Longitude <b>O</b>	43°54'55"	43°55'02"	43°55'00"	43°55'07"	43°55'09"	43°55'15"	43°54'49"	
	Altitude (m)	825	827	840	845	848	864	818	
Pressão (mbar)		1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1022,0	
Temp. (°C)	Ar	Seco	17,0	19,0	20,1	22,0	20,0	21,0	21,8
		Úmido	16,8	16,0	19,8	15,0	14,2	15,0	15,0
	Superfície	Solo	17,0	18,8	19,9	21,7	19,3	20,1	21,9
UR (%)		98	74	97	47	53	53	48	
Vento	Intesidade	Beaufort	Calmaria	Calmaria	Calmaria	Bafagem	Bafagem	Bafagem	Aragem
		Km/h	<2	<2	<2	2 a 6	2 a 6	2 a 6	7 a 12
	Direção	ESE	NE	SE	SE	SE	SW	ESE	

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Quanto aos solos, de acordo com o levantamento pedológico realizado, existem cinco classes na área do MHNJB. Os latossolos ocorrem em mais de 80% da área, com manchas de cambissolos e solos hidromórficos. Na Tabela 2 são apresentados, como exemplo, os atributos físicos dos solos.

**Tabela 2 - Atributos físicos dos solos do MHNJB.**

Perfil	Horiz.	Prof. (Cm)	< 2mm					Classe Textural
			Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	Silte/Argila	
(%)								
P1 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico	A	0-24	0,221	0,107	0,278	0,393	0,71	Franco-Argilosa
	AC	24-31	0,099	0,059	0,346	0,473	0,73	Argila
	C	31-120+	0,143	0,061	0,421	0,002	210,5	Franco-Arenosa
P2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	A	0-33	0,308	0,132	0,116	0,443	0,26	Argila
	Bw	33-160+	0,204	0,142	0,157	0,497	0,32	Argila
P3 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	A	0-46	0,415	0,130	0,117	0,338	0,35	Franco-Argilo-Arenosa
	Bi	46-97	0,263	0,100	0,111	0,526	0,21	Argila
	C1	97-167	0,254	0,111	0,129	0,506	0,25	Argila
	2C2	167-220+	0,435	0,095	0,095	0,374	0,25	Argilo-Arenosa
P4 – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	Ap	0-17	0,521	0,076	0,069	0,333	0,21	Franco-Argilo-Arenosa
	Acg	17-20	0,451	0,070	0,120	0,359	0,33	Argilo-Arenosa
	Cg1	20-34	0,287	0,115	0,169	0,429	0,39	Argila
	Cg2	34-47	0,436	0,069	0,129	0,365	0,35	Argilo-Arenosa
	Cg3	47-90+	0,347	0,039	0,127	0,486	0,26	Argila
P5 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico	A	0-28	0,375	0,147	0,061	0,417	0,15	Argilo-Arenosa
	AB	28-40	0,321	0,152	0,068	0,459	0,15	Argilo-Arenosa
	Bw	40-150+	0,246	0,125	0,102	0,527	0,19	Argila

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

O processo de diagnóstico e caracterização da área gerou uma coletânea cartográfica, configurando um tipo de Atlas do Museu, com mais de vinte mapas elaborados. As Figuras de 4 a 7 mostram, respectivamente, os geofatores que foram mais importantes na análise integrada e construção do modelo cartográfico: solos, clima, vegetação e relevo

Figura 4. Mapa de solos.

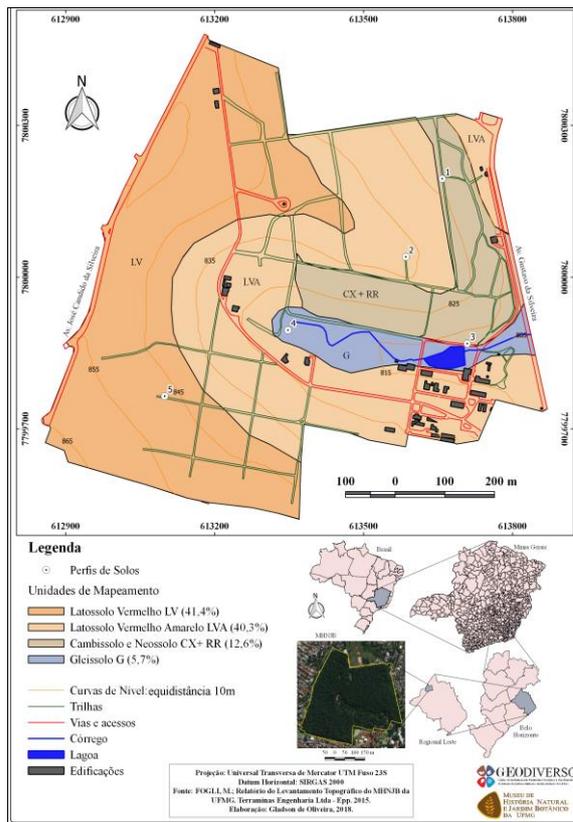


Figura 5. Mapa de microclimas.

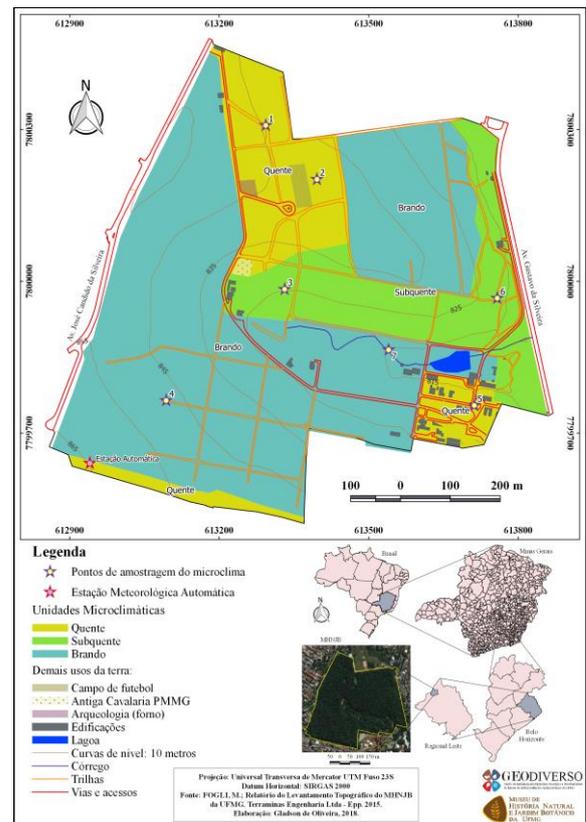


Figura 6. Mapa de vegetação.

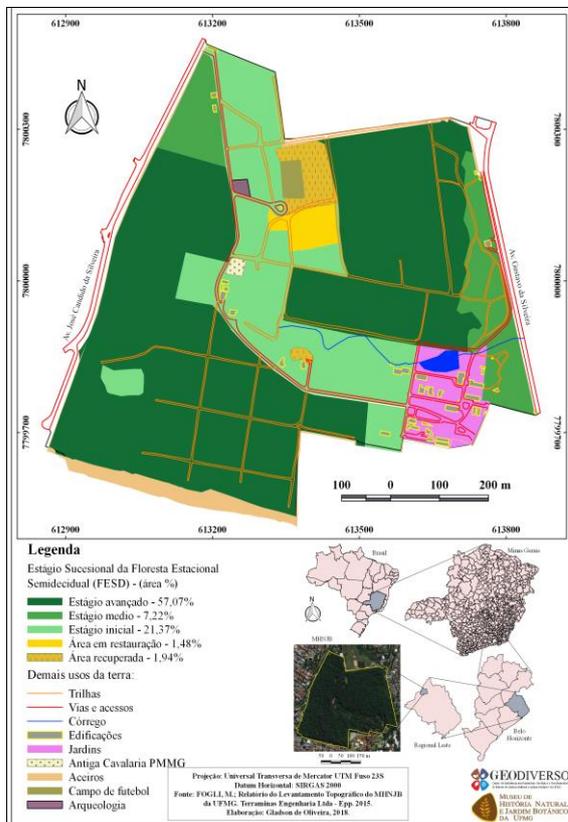
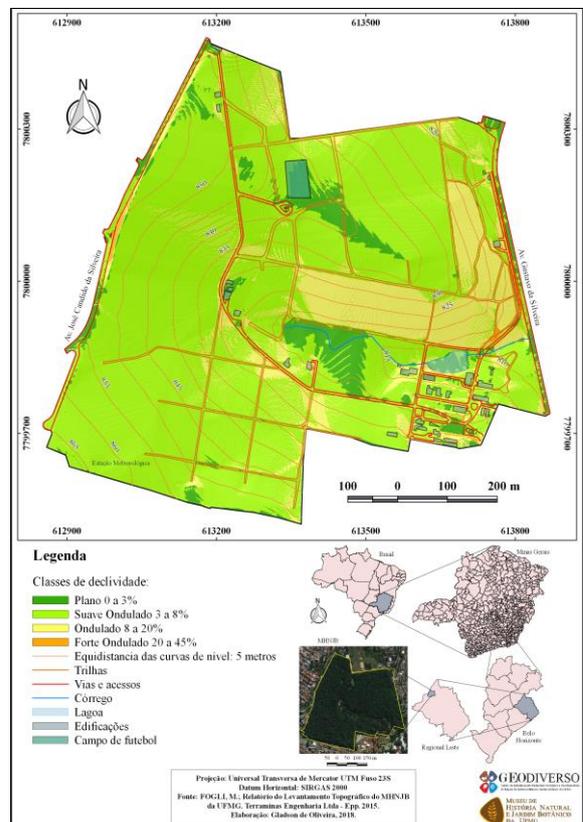


Figura 7. Mapa de declividade.



Após esta etapa da estruturação da paisagem, foi realizada a análise integrada e zoneamento, que está apresentado no item a seguir.

### AS UNIDADES GEOECOLÓGICAS: FUNCIONAMENTO E DINÂMICA DA PAISAGEM

As unidades geoeológicas traduzem, em primeiro plano, uma experiência de zoneamento obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e de suas dinâmicas. Cada zona é apresentada como uma “área homogênea”, uma unidade de zoneamento, espacialmente identificável, com estrutura e funcionamento semelhantes. Cada unidade tem alto grau de associação entre si, com variáveis solidamente ligadas, mas uma relativa diferença entre ela e as outras unidades (SANTOS, 2004). Uma vez identificadas, essas unidades devem ser analisadas a partir das características dos geofatores que as compõem e, principalmente, dos processos associados às interações entre eles e que motivam a existência da organização estrutural da unidade.

O processo descrito anteriormente, no item dos procedimentos metodológicos e na Figura 3 (Modelo Cartográfico), representou a sobreposição das camadas de mapas básicos, gerando produtos intermediários (Figura 8), que em seguida foram trabalhados com a abordagem integrada da geoeologia para chegar-se à delimitação das unidades aqui proposta, e que está apresentado na Quadro 2 e na Figura 9. O resultado da sobreposição automatizada em ambiente SIG foi chamado de pré-zoneamento, pois apresentava delineamentos brutos, e passou depois pelo crivo da análise do pesquisador, gerando então o zoneamento final. Segundo Cavalcanti (2014), a identificação das unidades de paisagens pressupõe a utilização de um raciocínio sintético, no qual os diferentes geofatores devem ser avaliados conjuntamente e com amparo nas observações em campo.

**Quadro 2 - Descrição dos geofatores típicos de cada unidade geoeológica.**

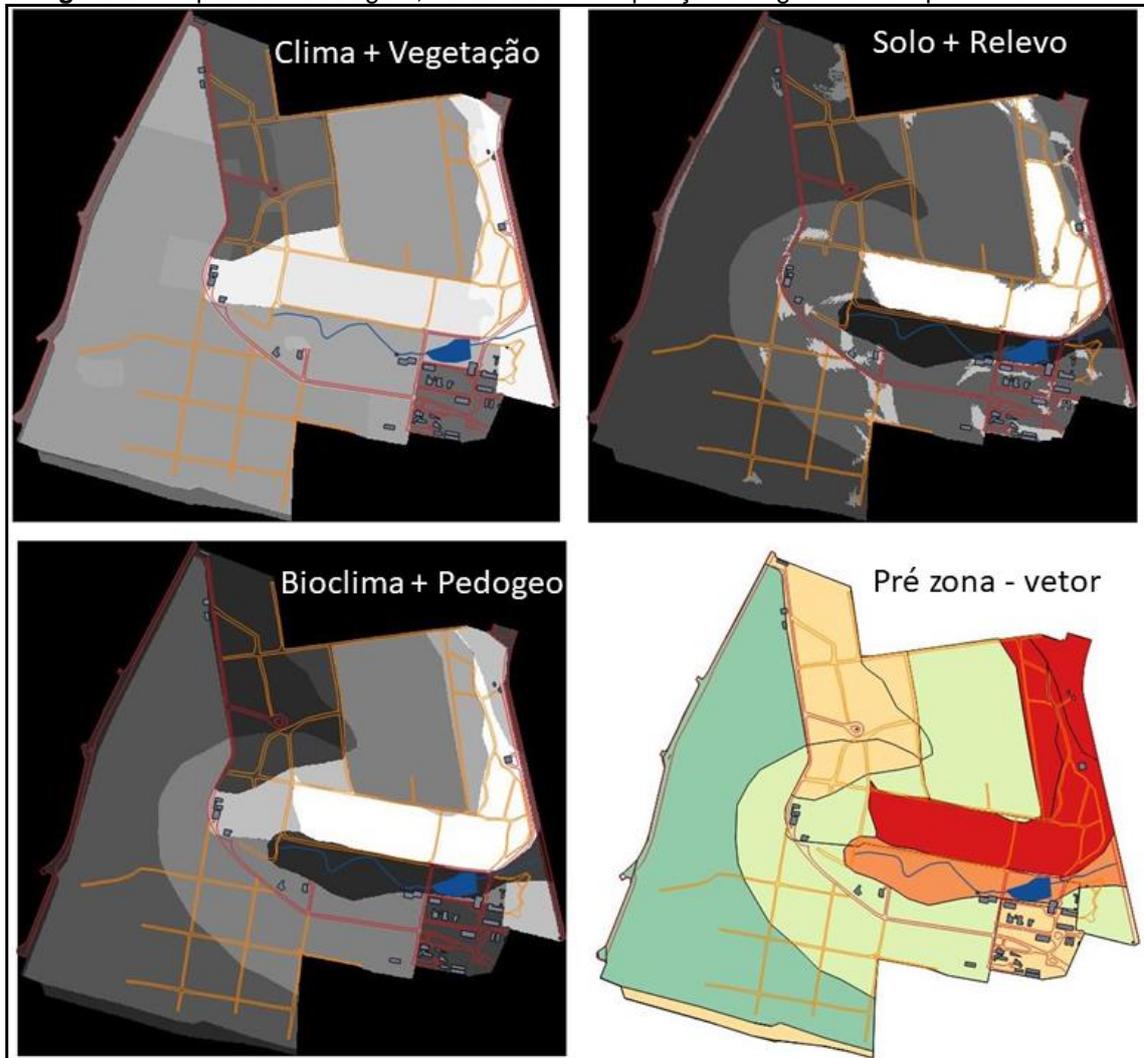
<b>Geofator</b> → ----- <b>Zonas</b> ↓	<b>Topografia</b>	<b>Relevo</b>	<b>Litologia</b>	<b>Solos</b>	<b>Vegetação</b>	<b>Microclima</b>
<b>Geo 1</b>	800 - 820 m	Plano a suave ondulado	Colúvios e sedimentos em fundo de vale	Gleissolos	Estágio inicial e médio	Brando
<b>Geo 2</b>	810 - 830 m	Ondulado	Veios de quartzo e zonas filonitizadas no regolito de gnaiss, e colúvios nas bases.	Cambissolos e neossolos	Estágio médio e avançado	Subquente e brando
<b>Geo 3</b>	820 - 840 m	Suave ondulado a ondulado	Gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	Latossolo vermelho-amarelo	Estágio inicial e avançado	Brando e subquente
<b>Geo 4</b>	820 - 845 m	Suave ondulado	Gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	Latossolo vermelho e vermelho-amarelo	Jardins e áreas em recuperação	Quente
<b>Geo 5</b>	840 - 870 m	Suave ondulado a plano	Gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	Latossolo vermelho	Estágio avançado	Brando

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

No quadro acima, os campos destacados pela cor cinza indicam os geofatores que se mostraram mais relevantes, de acordo com a análise dos resultados e percepção do autor, para a delimitação de cada unidade. O critério para a delimitação segue as orientações de Cavalcanti (2014) e Metzger (2001), que indicam que a diferenciação das unidades pode se dar mesmo que seja por apenas um geofator. Na zona Geo 1, a posição topográfica no fundo de vale em conjugação com o solo hidromórfico é o aspecto que a diferencia das demais. Na Geo 2, os afloramentos e veios de quartzo sustentam segmentos de vertente

com maior declividade, onde ocorre Cambissolo em associação com Neossolo, e isto é o que diferencia esta unidade. Nas zonas Geo 3 e Geo 4 é a conjugação da cobertura vegetal com o microclima que as torna distintas das demais. Por fim, na Geo 5, a posição no topo da colina e a vegetação frondosa do estágio avançado se traduz como sua maior particularidade.

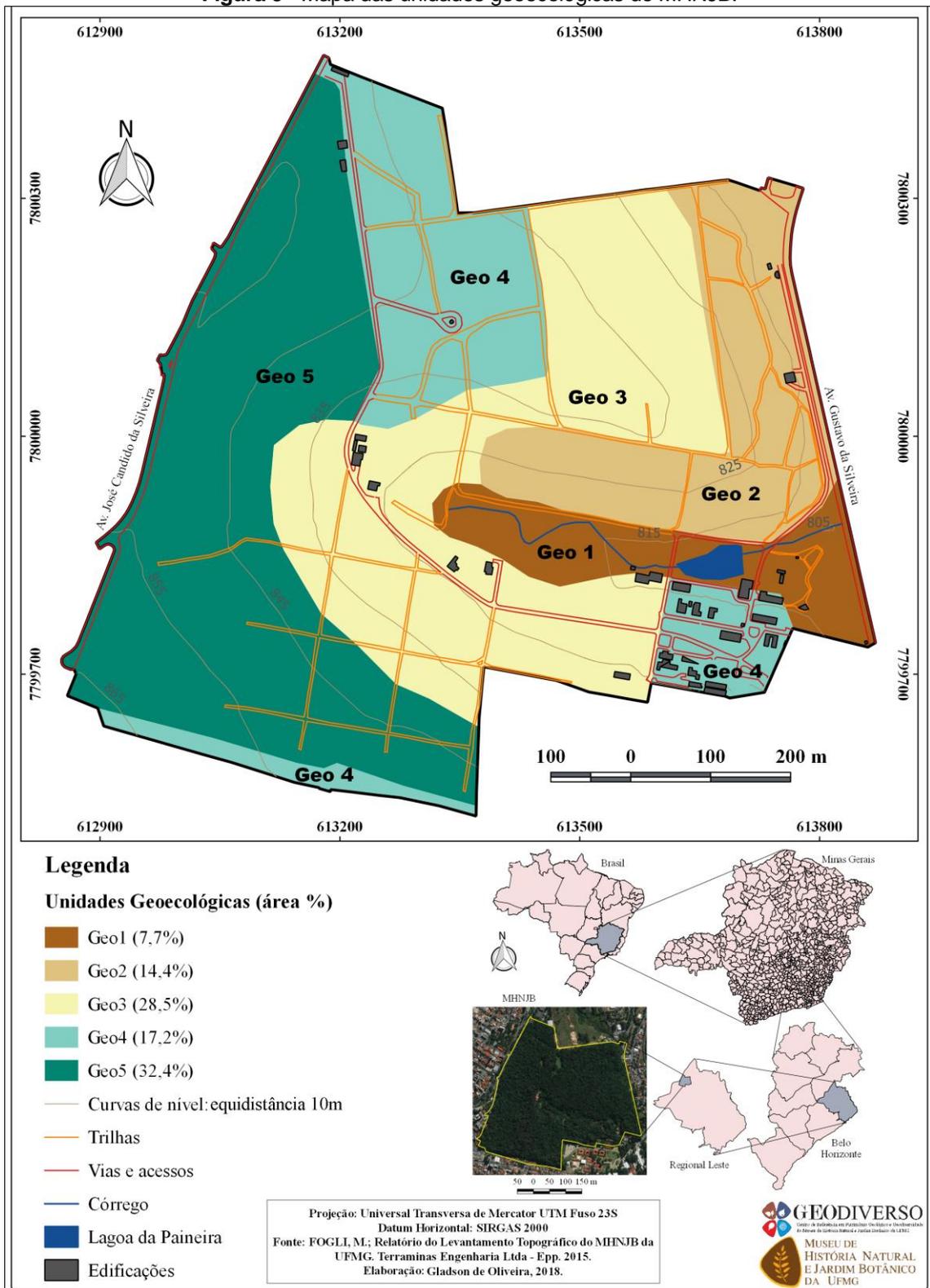
**Figura 8 -** Etapas da modelagem, indicando a sobreposição dos geofatores e pré-zoneamento.



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

As unidades, resultado da análise integrada dos geofatores, estão espacializadas na Figura 9.

Figura 9 - Mapa das unidades geológicas do MHNJB.



### **UNIDADE GEOECOLÓGICA 1**

De expressão territorial restrita, com 4,64 ha representando 7,7% da área do MHNJB, a unidade Geo1 é representativa do ambiente hidromórfico, onde todos os geofatores convergem para mecanismos associados à dinâmica fluvial e hidro-sedimentar. Trata-se da área marcada pela deposição de sedimentos em uma unidade de relevo previamente esculpida pela incisão fluvial. Após a erosão remontante do canal, rompendo a vertente convexada, a área passou a receber os sedimentos do entorno, principalmente na forma de rampas de colúvio e entulhamento do canal. Dificilmente, dada a expressão espacial do curso fluvial, esse entulhamento se deu pelo seu transbordamento. É comum que vales de fundo chato em canais de primeira ordem estejam mais associadas à dinâmica de movimentação de material das vertentes que da deposição pela atividade da planície de inundação.

As intervenções antrópicas também podem ter contribuído sobremaneira para esse entulhamento, incluindo desde a planificação direta de algumas áreas de borda para a construção de edificações, até o próprio represamento do canal, formando uma lagoa. Ainda assim, mesmo que tais intervenções tenham impactado diretamente na exudação do nível freático, com água correndo pela superfície apenas nos períodos de chuva, os solos permanecem com suas propriedades gleicas, com cores acinzentadas e maior acúmulo de matéria orgânica. A vegetação típica das áreas brejosas foi profundamente impactada pelas atividades desenvolvidas pelos centros de pesquisa, anteriores à criação do museu, e encontra-se em estágio inicial de recuperação, como pode ser percebido na foto da Figura 10.

**Figura 10** - Área em recuperação próxima à nascente na Unidade Geocológica 1.



### **UNIDADE GEOECOLÓGICA 2**

A unidade Geo2 ocupa 8,70 ha, aproximadamente 15% da área do MHNJB. Os processos atuantes nesta unidade marcam o predomínio da morfogênese sobre a pedogênese. Os solos são rasos, em função da existência de materiais de origem mais resistentes ao intemperismo. Quando um pouco mais profundos, como os Cambissolos, evidenciam a presença de horizontes enterrados, motivo pelo qual o material de origem foi interpretado como tendo origem alóctone, ou seja, coluvionar. Descontinuidades hidráulicas favorecem maior escoamento superficial, aumentando a erosão e, conseqüentemente, a declividade da vertente. A presença de ravinas corrobora com esse fato. Embora os solos sejam mais rasos, a vegetação se estabelece, criando as condições para a fixação das raízes e espessamento da serapilheira (Figura 11).

**Figura 11** - Trilha do jardim botânico na Geoecológica 2, próximo ao afloramento do veio de quartzo.



### **UNIDADE GEOECOLÓGICA 3**

A unidade Geo3 possui a segunda maior expressão espacial na área de estudo com 17,28 ha, ocupando 28,5%. Trata-se de uma unidade típica da meia encosta, onde a vertente se caracteriza por rampas longas, com o manto de alteração mais profundo. Predomina nesta unidade o intemperismo da rocha, com solos desenvolvidos sobre o saprolito dos gnaisses. Em termos pedológicos, a latossolização é o processo mais característico. A porosidade dos solos, espessura e estruturas bem desenvolvidas favorecem sua estabilidade, bem como a ocupação por uma vegetação de maior porte, característica de toda a área (Figura 12). A erosão, quando ocorre, é principalmente laminar. Não se observam afloramentos rochosos, o que condiz com a existência de um saprolito profundo. A presença de muitos cupinzeiros e formigueiros atestam forte atuação da fauna endopedônica.

**Figura 12** - Trilha e vegetação da Unidade Geoecológica 3, próximo a Casa da Arqueologia.



#### **UNIDADE GEOECOLÓGICA 4**

A unidade Geo4, semelhante em termos pedológicos e geomorfológicos à unidade Geo3, se destaca pelo maior nível de antropização (Figura 13). Com expressão espacial de 10,42 ha e 17,2% da área, essa unidade apresenta níveis diferenciados de intervenção. Os processos mais característicos estão associados à retirada da cobertura vegetal, e/ou substituição por exóticas, com pouca regeneração da vegetação original. Em decorrência, as condições microclimáticas são mais quentes, impactando diretamente nos solos, que passam a sofrer maior evapotranspiração e acumular menos água. Além disso, diferente do que foi observado na unidade Geo3, ocorrem feições erosivas, do tipo ravinas.

**Figura 13** - Área no entorno do campo de futebol, na unidade Geoecológica 4.



#### **UNIDADE GEOECOLÓGICA 5**

A unidade Geo5 é a mais expressiva em termos espaciais com 19,6 ha (32,4%). Trata-se da unidade de maior desenvolvimento pedogenético, com solos profundos e muito bem drenados. A cor vermelha atesta este fato, corroborado pela condição morfológica, qual seja, a parte superior da vertente e topo dos morros. Tal como na unidade Geo3, os solos profundos sustentam uma vegetação de maior porte (Figura 14), bem como uma zona de recarga importante para o aquífero local. A erosão não é aparente, nem os afloramentos rochosos. Os usos desta área para experimentos agrícolas devem ter sido mais intensos no passado, considerando que o relevo favorece a mecanização. Permanecem, entremeados nas matas, pés de café, eucalipto e outras espécies exóticas. A área possui também forte ocorrência de formigas e cupins.

**Figura 14** - Trilha em direção a Estação Meteorológica na unidade Geoecológica 5.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando alcançar o objetivo proposto, de demonstrar como o levantamento e avaliação integrada da paisagem na perspectiva da geoeologia pode subsidiar o zoneamento de uma área protegida, o percurso da pesquisa começou assumindo o geoturismo e a geodiversidade nas suas expressões mais amplas. Estes conceitos, assim percebidos, foram de fundamental relevância para que a pesquisa obtivesse resultados suficientes para subsidiar o planejamento do uso da área. A análise integrada proporcionada pela geoeologia mostrou-se como uma abordagem apropriada para o estudo da geodiversidade, de acordo com esta definição mais integrativa que leva em conta os diversos fatores ambientais.

Em síntese, a partir da análise dos resultados, foi possível distinguir a existência de cinco unidades geoeológicas representativas das condições naturais e do histórico de apropriação daquele espaço. A aplicação da geoeologia proporcionou como saldo os mapas da cartografia da paisagem e o zoneamento, produtos frequentemente reconhecidos como fundamentais para estudos dessa temática e que podem ser aplicados na organização do espaço, como o planejamento ambiental ou turístico.

Espera-se que o trabalho seja relevante, tanto para o meio acadêmico quanto para o meio técnico, sobretudo quanto aos aspectos metodológicos e, também, por ajudar a aproximar a discussão acerca dos conceitos de geodiversidade e geoturismo para o âmbito da ciência geográfica. Não obstante, o percurso metodológico esboçado pode ser reproduzido em outras áreas protegidas que se pretenda avaliar de maneira integrada.

As unidades geoeológicas refletem, de certa forma, a paisagem da Depressão de Belo Horizonte uma vez que, ali estão as rochas, solos e relevo sobre o qual a cidade foi edificada. Também há diversas condições da vegetação, com traços marcantes do uso e da ocupação histórica local, o que também é retratado pelas construções relictas da arquitetura do início do século XX presentes na área. Assim, mesmo que as estruturas urbanas tenham mascarado os atributos físicos da região, o MHNJB se apresenta como uma alternativa para não deixar essa memória ser perdida, conjugando atrativos naturais e culturais.

Além disso, é de suma importância para a população urbana a existência de áreas protegidas, como parques naturais e jardins botânicos, pois a visitação em ambientes naturais pode gerar benefícios tanto para saúde quanto para a conservação da geodiversidade. Hoje o que sobrou da floresta dentro da metrópole, tornou-se uma ilha de cultura e lazer para os cidadãos, que encontram ali um refúgio do barulho e calor do asfalto, com exposições científicas e trilhas em meio a natureza humanizada, caminhando “sobre” a história de Belo Horizonte.

No projeto da pesquisa havia também o objetivo de elaboração de uma proposta de aplicação prática geoturística, mas que, por razões de escopo do artigo e limite da publicação, não foi abordado neste momento. Isto permite que o trabalho prossiga para futuras pesquisas, por exemplo, estudar possibilidades de atividades educacionais, como trilhas e temas de interpretação ambiental com o tópico geodiversidade, buscando promover outras oportunidades de vivências culturais aos visitantes, e que retrate a diversidade dos fatores ambientais da área de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABRAS, Maria Eugênia O. **Memória do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**. Publicação de circulação interna. Belo Horizonte: MHNJB, 2000.
- AUGUSTIN, Cristina H. R. R. A Geografia Física: O Levantamento Integrado e Avaliação de Recursos Naturais. **Boletim de Geografia Teórica**, 15 (29-30): 141-153, 1985.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. R RA E GA, Curitiba, Editora UFPR, nº 8, p. 141-152, 2004. <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 13/08/2019.
- BRILHA, José B. R.; **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Viseu Palimage. 2005. 190 p.
- CAVALCANTI, Lucas C. S. **Cartografia de paisagens**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 96 p.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1999. 256 p.

- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 339, de 25 de setembro de 2003.** Dispõe sobre a criação, normatização e o funcionamento dos jardins botânicos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>. Acesso em: 13/08/2019.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 392, de 25 de junho de 2007.** Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>. Acesso em: 13/08/2019.
- COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 73, de 8 de setembro de 2004.** Dispõe sobre a caracterização da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, as normas de utilização da vegetação nos seus domínios e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>. Acesso em: 13/08/2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FARIA, Thaisa S.; FARIA, Flávia S.; FARIA, Sérgio D. Contribuições de Geotecnologias para Manejo e Conservação de Reserva Ambiental: Estudo de Caso do Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais. In: ANAIS DO 12º ENCUESTRO DE GEOGRAFOS DE AMÉRICA LATINA. 2009, Montevideo. **Anais eletrônicos.** 2009. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastechnologias/Sig/34.pdf>> Acesso em: 13/08/2019.
- FELIX, Demian F.; **Composição florística do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, 2009.
- FOGLI, Marcelo; **Relatório do Levantamento Topográfico Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.** Terraminas Engenharia Ltda. – Epp. 2015. 279 p.
- FURLAN, Sueli Â. Técnicas de Biogeografia. In: VENTURI, Luis A. B. (Org.) **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- GOOGLE. **Google Earth Pro.** Version 7.3.0.3832. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 06/09/2017.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma Visão do Brasil.** 2ª ed. IBGE, 1997. 208 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica de Belo Horizonte,** escala 1:50.000. 1980.
- JARDIM, Carlos H.; MONTEIRO, Heli C.; Microclimatic Units in the UFMG Ecological Station in Belo Horizonte, Brazil: Methodological Aspects and the Role of Vegetation in Thermal Impacts. **Geografias,** Vol. 10, Nº 1, 86-102, Junho, 2014.
- LOPES, Laryssa S. O.; ARAÚJO, José L.; CASTRO, Alberto J. F. Geoturismo: Estratégia de Geoconservação e de Desenvolvimento Local. PUC Minas, **Caderno de Geografia,** v. 21, n. 35, 2011. p. 1-11. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/2069> Acesso em: 20/08/2019.
- MACHADO, Maria M. M.; RUCHKYS, Úrsula A. Valorizar e Divulgar a Geodiversidade: Estratégias do Centro de Referência em Patrimônio Geológico CRPG - MHNJB/UFMG. **Geonomos** 18 (2): 53 - 56. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11588/8326>>. Acesso em: 13/08/2019.
- METZGER, Jean P. **O Que é Ecologia de Paisagens?** Biota Neotropica v1 (n1). Biota Fapesp; São Paulo, 2001. p. 1-9. Disponível em: [www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematicreview+BN00701122001](http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematicreview+BN00701122001). Acesso em: 20/08/2019. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>
- MOREIRA, Jasmine C. Geoturismo: Uma Abordagem Histórico-Conceitual. **Turismo e Paisagens Cársticas,** Campinas, v.3, n.1, p. 5 -10, jun. 2010. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/turismo.asp>. Acesso em: 26 set. 2016.

NASCIMENTO, Marcos A. L. do; RUCHKYS, Úrsula A.; MANTESSO-NETO, V. Geoturismo: Um Novo Segmento do Turismo no Brasil. **Global Tourism**. Vol.3, nº. 2 nov. 2007. Disponível em: [http://www.geoturismobrasil.com/artigos/Geoturismo\\_um%20novo%20segmento%20do%20turismo%20no%20Brasil.pdf](http://www.geoturismobrasil.com/artigos/Geoturismo_um%20novo%20segmento%20do%20turismo%20no%20Brasil.pdf). Acesso em: 20/08/2019.

PRATA, Guilherme H. V.; **A Evolução dos Conceitos que Regem os Jardins Botânicos e a sua Relação com a Criação do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**. Monografia de conclusão de curso. IGC-UFMG, Belo Horizonte, 2015. 86 p.

QGIS; Development Team (2018). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 20/08/2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. Mercator - **Revista de Geografia da UFC**, ano 01, n. 1, 2002. p. 95-112.

SANTOS, Raphael D. dos; SANTOS, Humberto G. dos; KER, João C.; ANJOS, Lúcia H. C. dos; SHIMIZU, Sérgio H.; **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 2015. 102 p.

SANTOS, Rozely. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo, Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SERRANO, Enrique.; RUIZ-FLAÑO, Purificacion. Geodiversity. A Theoretical and Applied Concept. **Geographica Helvetica**, Jg. 62, 2007. p. 140-147. Disponível em: <http://www.geogr-helv.net/62/140/2007/> Acesso em: 20/08/2019. <https://doi.org/10.5194/gh-62-140-2007>

SILVA, Adelbani B. da; CARVALHO, Edézio T. de; FANTINEL, Lúcia M.; ROMANO, Antônio W.; VIANA, Cláudia de S. **Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, UFMG, 1995. 363 p.

SOARES FILHO, Britaldo S.; **Modelagem de Dados Espaciais**. Apostila do curso de especialização em Geoprocessamento, UFMG, 2000. 15p. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/modelagemdedadosespaciais.pdf> Acesso em: 20/08/2019.

TRODD, Nigel; **Cartographic Modelling**. 2005. 17 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/57134569/Trodd-Cartographic-Modelling>. Acesso em: 7 ago. 2017.

TROLL, Carl. A Paisagem Geográfica e sua Investigação. **Espaço e Cultura**, Rio de Janeiro, n.4, p. 1-7, jun. 1997. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/espacoecultura/article/view/6770/4823>. Acesso em: 26 ago. 2016.

---

Recebido em: 28/12/2018

Aceito para publicação em: 22/08/2019