



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Gladson de Oliveira

GEOECOLOGIA E GEODIVERSIDADE:
UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DA PAISAGEM INTEGRADA NO
MUSEU DE HISTORIA NATURAL E JARDIM BOTÂNICO DA UFMG

Belo Horizonte

2018

GLADSON DE OLIVEIRA

GEOECOLOGIA E GEODIVERSIDADE:
UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DA PAISAGEM INTEGRADA NO
MUSEU DE HISTORIA NATURAL E JARDIM BOTÂNICO DA UFMG

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

Linhas de Pesquisa: Geografia Física, Geografia Aplicada e Geotecnologias

Orientador: Fábio Soares de Oliveira

Belo Horizonte

2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, fruto de três anos de investimento de tempo e atenção, às minhas filhas Helena e Catarina. Que, no futuro, isto possa lhes servir de incentivo para que trilhem seu próprio caminho de estudos e de desenvolvimento pessoal e profissional, como cidadãs de um mundo que precisa, cada vez mais, de pessoas melhores.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Um autor e pesquisador talvez seja como o Capitão de uma embarcação, que é o responsável pelas decisões, mas ficaria perdido sem uma tripulação que o ajudasse a operá-la. Portanto, eu devo meus agradecimentos à minha insubstituível “tripulação”, às pessoas especiais que ajudaram a tornar este trabalho possível.

Primeiramente, ao Prof. Dr. Fábio Soares de Oliveira, meu Orientador com “O” maiúsculo, pela orientação formidável durante todo meu processo de desenvolvimento acadêmico, me guiando por entre minhas dúvidas e mostrando as melhores escolhas.

Agradeço a todos meus colegas do GEODIVERSO. E em especial a Me. Mariana Machado, por me ensinar técnicas de campo em pedologia. Ao Dr. Henrique Machado, por transformar meu rascunho de perfil geocológico em uma peça de design gráfico fantástica. E a graduanda, fiel escudeira, Alexa Testi, que me ajudou extremamente em diversos momentos deste percurso.

A equipe do MHNJB-UFMG pelo apoio, especialmente a Vice-Diretora Flávia Faria, pelo material bibliográfico disponibilizado e revisão dos resultados sobre a vegetação, e ao Luiz Carlos Vianna, pelo auxílio na escavação dos perfis de solos.

Quero agradecer, ainda, aos professores de Climatologia, Dr. Carlos Jardim e Dr. Wellington Lopes, assim como a graduanda Bruna Loiola, pelo importante auxílio para aquisição e tratamento dos dados climáticos.

Aos meus amigos, Me. Vladimir Diniz, pelas lições de Geoprocessamento, e Dr. Luciano Moreira, pela revisão do texto.

Aos meus colegas de trabalho no Instituto Estadual de Florestas (IEF), Thiago Gelape e Fábio Fonseca, pelas orientações no tema vegetação, e Kyle Felipe, pelas aulas de QGIS.

A minha amada família, minha esposa Elaine Bessa, além de tudo, também pela normalização e formatação de texto. E as minhas filhas, Helena e Catarina, que me ajudaram motivando, e atrapalharam tomando meu pouco tempo, durante estes 2 anos. E obrigado, simplesmente, por vocês existirem. Acima de tudo, obrigado a Deus, pela minha vida, minha família e por me permitir esta oportunidade. Amém.

“(...) o termo paisagem envolve aqui a apropriação do meio físico pelo homem, em seu conceito geográfico (...), nesse sentido, o homem deixa de ser visto apenas como uma ação antrópica sem identidade para, ao contrário, ser visto em suas dinâmicas diferenciadas construtoras de paisagens específicas, desencadeando modificações, de acordo com a manifestação de sua territorialização”

(Marcelo Motta de Freitas; 2007, p. 91)

RESUMO

Este estudo realizou uma análise integrada da paisagem da área ocupada pelo Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MHNJB), através da compartimentação de unidades geoecológicas (ou geoambientais), como subsídio ao desenvolvimento de atividades educacionais voltadas para o debate sobre a geodiversidade em áreas verdes urbanas. O estudo foi realizado através do levantamento e/ou compilação de diversos mapas temáticos, incluindo elementos topográficos, da cobertura vegetal, clima, relevo, solos, histórico de uso e sua integração para a proposição das unidades geoecológicas. Após, um transecto foi demarcado entre tais unidades e as relações ambientais foram discutidas, de maneira a propor pontos de estudo e observação da paisagem (PIG's - Pontos de Interesse da Geodiversidade). Os resultados apontaram a existência de 5 unidades, representativas das condições físicas naturais e da apropriação do espaço ocupado pelo Museu. Essas unidades refletem a paisagem típica da área do município de Belo Horizonte e, por isso, representam desde já um instrumento importante para demonstrar relações entre elementos do meio físico alteradas pelo crescimento da cidade. De maneira geral, o solo e a cobertura vegetal foram os elementos principais na compartimentação das unidades, motivo pelo qual as relações edáficas entre ambos se destacam. Além disso, observou-se que variações muito sutis na geologia e solos são importantes para o condicionamento de distintas formas de relevo, sobretudo na escala da vertente, o que torna o espaço, aparentemente homogêneo, ainda mais geodiverso.

Palavras Chave: Geoturismo. Geoecologia. Paisagem. Geodiversidade. Museu de História Natural e Jardim Botânico.

ABSTRACT

This study conducted an integrated analysis of the landscape of the area occupied by the Museum of Natural History and Botanical Garden of UFMG (MHNJB), through the compartmentalization of geoecological units, as a support to the development of educational activities focused on geodiversity in urban vegetated green areas. The study was carried out through the survey and compilation of several thematic maps, including topographical elements, vegetation cover, climate, morphology, use and occupation, soils, and its integration to the proposition of geoecological units. Later, a transect was demarcated between such units and the environmental relations that represent the landscape were discussed, in order to propose points of study and observation of the landscape (PIG's - Points of Geodiversity Interest). The results indicated to the existence of at least 4 units, representative of the natural physical conditions and the appropriation of the space occupied by the museum. These units reflect the typical landscape of the area of the municipality of Belo Horizonte and therefore represent an important resource to demonstrate relationships between elements of the physical environment altered by the growth of the city. In general, soil and vegetation cover were the main elements in the division of the units, which is why edaphic relationships between the two stand out. Moreover, it was observed that very subtle variations in geology and soils are important for the conditioning of different forms of relief, especially in the scale of the slope, which makes the space, seemingly homogeneous, even more geodiversity.

Key Words: Geotourism. Geoecology. Landscape. Geodiversity. Natural History Museum and Botanical Garden.

RESUMEN

Este estudio realizó un análisis integrado del paisaje del área ocupada por el Museo de Historia Natural y Jardín Botánico de la UFMG (MHNJB), a través de la compartimentación de unidades geoecológicas (o geoambientales), como subsidio al desarrollo de actividades educativas dirigidas al debate sobre la geodiversidad en áreas verdes urbanas. El estudio fue realizado a través del levantamiento y/o compilación de diversos mapas temáticos, incluyendo elementos topográficos, de la cobertura vegetal, clima, relieve, suelos e histórico de uso, y su integración para la proposición de las unidades geoecológicas. Después, un transecto fue demarcado entre tales unidades y las relaciones ambientales fueron discutidas, de manera a proponer puntos de estudio y observación del paisaje (PIG's - Puntos de Interés de la Geodiversidad). Los resultados apuntaron la existencia de 5 unidades, representativas de las condiciones físicas naturales y de la apropiación del espacio ocupado por el Museo. Estas unidades reflejan el paisaje típico del área del municipio de Belo Horizonte y, por ello, representan desde ahora un instrumento importante para demostrar relaciones entre elementos del medio físico alteradas por el crecimiento de la ciudad. En general, el suelo y la cobertura vegetal fueron los elementos principales en la compartimentación de las unidades, por lo que las relaciones edáficas entre ambos se destacan. Además, se observó que variaciones muy sutiles en la geología y los suelos son importantes para el condicionamiento de distintas formas de relieve, sobre todo en la escala de la vertiente, lo que hace que el espacio, aparentemente homogéneo, aún más geodiverso.

Palabras clave: Geoturismo. Geoecología. Paisaje. Geodiversidad. Museo de Historia Natural y Jardín Botánico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo de paisagem no contexto ecológico. _____	20
Figura 1.2 Possíveis relações entre temas e funções ocorrentes em um território. _	22
Figura 1.3 Modelo teórico de Geoecologia. _____	25
Figura 1.4 Esboço de uma definição teórica de Geossistema _____	29
Figura 1.5 Conceito de Geoturismo ampliado. _____	37
Figura 2.1 Localização do MHNJB na cidade de Belo Horizonte, MG. _____	40
Figura 2.2 Estação automática e abrigo meteorológico. _____	43
Figura 2.3 Modelo cartográfico. _____	46
Figura 2.4 Fluxograma dos procedimentos metodológicos. _____	47
Figura 3.1 Horto Florestal em 1936 _____	49
Figura 3.2 Casa Vermelha - Sede do MHNJB. _____	50
Figura 3.3 Casa Azul, Amarela e Branca. _____	50
Figura 3.4 Palacinho, (atual Centro de Referência em Cartografia Histórica). _____	51
Figura 3.5 Linha do tempo do MHNJB _____	52
Figura 3.6 Presépio Pípiripau. _____	53
Figura 3.7 Dados de visitação entre 2006 e 2016. _____	54
Figura 3.8 Geologia do MHNJB. _____	56
Figura 3.9 Rocha presente na zona de alteração hidrotermal. _____	57
Figura 3.10 MDE da área do MHNJB. _____	58
Figura 3.11 Mapa topográfico do MHNJB. _____	60
Figura 3.12 Mapa Hipsométrico do MHNJB. _____	61
Figura 3.13 Mapa de declividade do MHNJB. _____	62
Figura 3.14 Bacia hidrográfica do Córrego Santa Inês. _____	63
Figura 3.15 MHNJB visto da Estação Santa Inês. _____	64
Figura 3.16 As nove pedoformas básicas e suas combinações. _____	65
Figura 3.17 Mapa de solos do MHNJB. _____	66
Figura 3.18 Aspectos morfológicos dos solos do MHNJB. _____	67
Figura 3.19 Evolução da cobertura vegetal do MHNJB entre 2002 e 2017. _____	73
Figura 3.20 Mapa dos estágios sucessionais da vegetação no MHNJB. _____	78
Figura 3.21 Climograma de Belo Horizonte. _____	80
Figura 3.22 Dinâmica sazonal da vegetação do MHNJB. _____	80
Figura 3.23 Análise sinótica das condições atmosféricas. _____	81

Figura 3.24 Gráfico de temperaturas registradas no Datalogger.	83
Figura 3.25 Mapa das unidades microclimáticas e conforto térmico do MHNJB.	85
Figura 4.1 Etapas da modelagem, indicando a sobreposição dos geofatores.	86
Figura 4.2 Mapa das unidades geoecológicas do MHNJB.	88
Figura 4.3 Área em recuperação próximo à nascente na Unidade Geo 1.	89
Figura 4.4 Trilha principal na Geo 2, próximo ao afloramento do veio de quartzo.	90
Figura 4.5 Trilha e vegetação da Unidade Geo 3, próximo a Casa da Arqueologia.	91
Figura 4.6 Área no entorno do campo de futebol, na unidade Geo 4.	92
Figura 4.7 Área na unidade Geo 5, na trilha em direção a Estação Meteorológica.	92
Figura 5.1 Mapa da Geotrilha.	95
Figura 5.2 Perfil geoecológico do percurso proposto para a Geotrilha.	96
Figura 5.3 Centro de Visitantes do MHNJB.	97
Figura 5.4 Observatório Astronômico.	98
Figura 5.5 Painéis de rochas ornamentais expostos na trilha.	99
Figura 5.6 Lagoa da Paineira.	100
Figura 5.7 Bosque e Teatro da Mata.	100
Figura 5.8 Web Map clicável do MHNJB.	106
Figura 5.9 Mapa Geoturístico do MHNJB.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 A escala deste projeto em relação aos modelos apresentados. _____	33
Tabela 3.1 Atributos físicos dos solos do MHNJB _____	68
Tabela 3.2 Atributos químicos dos solos do MHNJB. _____	69
Tabela 3.3 Comparativo dos dados coletados nos pontos de campo. _____	82
Tabela 3.4 Comparativo da variação de temperatura entre os pontos de campo. __	83
Tabela 4.1 Descrição dos geofatores típicos de cada unidade geocológica. _____	87

LISTA DE SIGLAS

CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais
CRPG - Centro de Referência em Patrimônio Geológico – (Geodiverso – MHNJB)
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
DAP – Diâmetro a altura do peito
EFCB – Estrada de Ferro Central do Brasil
FEBEM - Fundação Estadual para o Bem-Estar do Menor
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEF – Instituto Estadual de Florestas - MG
MDE – Modelo Digital de Elevação
MHNJB – Museu de História Natural e Jardim Botânico
MMA – Ministério do Meio Ambiente
PIG – Ponto de Interesse da Geodiversidade
PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
QGIS – Q Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation
SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados
SIG – Sistema de Informação Geográfica
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UTM – Universal Transversa de Mercator (projeção cartográfica)

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
RESUMEN	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE SIGLAS	XII
SUMÁRIO	XIII
INTRODUÇÃO GERAL	15
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: UM QUINTETO DE CONCEITOS	20
1.1 A GEOECOLOGIA DE TROLL (OU ECOLOGIA DA PAISAGEM)	22
1.2 A PAISAGEM GEOGRÁFICA É INTEGRADA	26
1.3 GEOSISTEMAS, PAISAGENS E/OU SISTEMAS AMBIENTAIS	29
1.4 A GEODIVERSIDADE E O GEOTURISMO	34
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
2.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
2.3 OS PROCEDIMENTOS E OS MATERIAIS	39
3. ESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM: OS GEOFACTORES	48
3.1 A HISTÓRIA	48
3.2 AS ROCHAS	54
3.3 O RELEVO E OS RIOS	58
3.4 OS SOLOS	64
3.5 A COBERTURA VEGETAL	72
3.6 O CLIMA	79
4. AS UNIDADES GEOECOLÓGICAS: FUNCIONAMENTO E DINÂMICA DA PAISAGEM	86
4.1 UNIDADE GEO 1	89
4.2 UNIDADE GEO 2	90
4.3 UNIDADE GEO 3	90
4.4 UNIDADE GEO 4	91
4.5 UNIDADE GEO 5	92

5.	A EXPRESSÃO HORIZONTAL E VERTICAL DA GEODIVERSIDADE	93
5.1	O PERFIL GEOECOLÓGICO E A TRILHA DA GEODIVERSIDADE (GEOTRILHA)	94
5.2	PONTOS DE INTERESSE DA GEODIVERSIDADE (PIG's)	101
5.3	UNIDADES GEOECOLÓGICAS, GEOTRILHA E PIG'S ASSOCIADOS: ENSAIOS PARA UM MAPA GEOTURÍSTICO E A MONTAGEM DE UMA AÇÃO EDUCATIVA DO MHNJB	104
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

INTRODUÇÃO GERAL

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 pode ter início com o insumo energético da radiação solar, que impulsiona a dinâmica da atmosfera configurando o clima em distintas escalas. 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. Com a diversificação da flora, ocorre também a diversificação da fauna, com espécies melhor adaptadas a determinados tipos de ambientes, sofrendo as pressões do meio e nele apreendendo a sobreviver, ou sucumbindo às modificações (DARWIN, 1975 *apud* BRANCO, 1994. p. 26).

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, e que a compreendem como exposto acima, está a Geoecologia. Esta disciplina se caracteriza por incorporar a multidisciplinariedade como um componente fundamental, revelando, através de uma abordagem que se pretende integrada, a complexidade de fenômenos e processos de interesse ambiental (RODRIGUEZ; SILVA, 2002. p. 97). Segundo Rodriguez e Silva (2002), trata-se de uma das “ciências da paisagem”, que, diante da sociedade contemporânea, se vê desafiada a promover a articulação conceitual e metodológica entre a Geografia e a Ecologia, a paisagem nas suas manifestações natural, social, cultural e as diversas concepções de sistemas ambientais.

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”, por exemplo.

Diante disso, surge o questionamento se a Geoecologia e sua apreensão da paisagem pode contribuir na ampliação da abordagem conceitual da Geodiversidade e do Geoturismo, sobretudo de maneira a aproximá-los da Geografia. 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 geoconservação, 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” (grifo nosso), com tratamento equilibrado entre suas componentes bióticas e abióticas, ou seja, em uma abordagem mais holística da natureza (MACHADO; RUCHKYS, 2010, p. 53 e 54).

Na investigação pela ampliação dos conceitos de Geodiversidade e Geoturismo, áreas verdes e 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 (ou sejam passíveis de incluir) ações educativas voltadas para a disseminação, construção e geração de conhecimento, essas condições tornam-se ainda mais propícias à promoção da geoconservação.

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, no bairro Horto Florestal, o Museu está em uma área de reserva de mata atlântica, de aproximadamente 60 ha (ou 600.000 m²) que começou a ser instituído em 1968 e foi concretizado em 1979, sendo um dos berços da história de Belo Horizonte. Como Jardim Botânico, a legislação exige a elaboração de um “*planejamento global*”, de acordo com as determinações contidas na Resolução Conama n° 339/2003, contendo “*proposta de funcionamento, projetos de pesquisa científica e de educação ambiental*” (CONAMA 339, 2003, Art. 4º). Com os fatores ambientais integrados no planejamento global, as ações de educação e interpretação ambiental podem ser mais efetivas e a paisagem mais valorizada.

Há uma lacuna na legislação nacional para as *áreas verdes urbanas*. Uma das poucas normas é a Resolução CONAMA N° 369/2006, que as considera como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, com função ecológica, estética e de lazer, e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades (Art. 8º, § 1º, CONAMA N° 369/2006). São exemplos de áreas verdes urbanas: praças, parques urbanos, parques fluviais, parque balneário e esportivo, jardim botânico, jardim zoológico, alguns tipos de cemitérios, e faixas de ligação entre áreas verdes (MMA, 2017).

O Museu de História Natural abriga um grande acervo de peças contextualizadas nas seções de Arqueologia, Paleontologia, Geologia, Botânica, Zoologia, Cartografia Histórica, Etnografia e Arte Popular, incluindo o famoso e centenário Presépio do Pípiripau. No Jardim Botânico há uma coleção científica de plantas e reserva vegetal catalogada com espécimes científicos preservados e vivos. A documentação, composta por livros e periódicos, nacionais e estrangeiros, se encontra na biblioteca, assim como um expressivo conjunto de fotos e documentos do Museu.

Ainda que de grande interesse, o MHNJB 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 Museu seria um espaço considerado. O que se problematiza neste estudo é que isso ocorre justamente pela apreensão limitada da Geodiversidade, negligenciando espaços em que sua prática poderia ser motivada caso esta fosse concebida de outra maneira. Para abordar a Geodiversidade na sua forma mais ampla, e pensar nas contribuições da Geoecologia para esse fim, o MHNJB foi escolhido como área de estudo.

O interesse pelo tema surgiu a partir de leituras realizadas pelo autor sobre ecologia da paisagem, teoria geral dos sistemas e sistemas complexos, geossistemas, modelagem de sistemas ambientais, análise integrada da paisagem e Geoturismo (AB'SABER, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1999; GUERRA e MARÇAL, 2006; MOREIRA, 2010; SANTOS, 2004; FREITAS, 2007; RUCHKYS e MACHADO, 2013; TROLL, 1997; TROPMAIR, 2004; NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2017), e por ser este um praticante do geoturismo. Esse interesse também é reforçado pelo surgimento de documentários e programas que abordam a temática, como o apresentado pelo professor Marcelo Motta de Freitas, intitulado Sobre Rochas que, a despeito do nome, traz um universo muito amplo sobre as paisagens que apresenta com destaque, inclusive, para a geografia cultural.

Sobre a escolha do *lócus* para aplicação do estudo, a proposta coincide com a criação do Grupo de pesquisa Geodiverso no Centro de Referência em Patrimônio Geológico e Geodiversidade do MHNJB, do qual o autor participa. Mas principalmente, a escolha por este local justifica-se pela necessidade de avaliar a área do Museu com um diagnóstico geoecológico que forneça informações sobre sua geodiversidade e que o auxilie no seu *planejamento global*. 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 fatores ambientais. O MHNJB é uma opção de lazer muito interessante na cidade de Belo Horizonte, tanto pelos aspectos visuais e

cênicos como pelo aspecto cultural e, além disso, o cidadão urbano demanda contato com áreas verdes para uma melhor qualidade de vida.

Face ao exposto, o objetivo geral do trabalho é avaliar e demonstrar como a Geoecologia pode subsidiar o planejamento turístico e de atividades recreativas e educacionais ligadas à Geodiversidade. Para isso, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- I. Realizar o diagnóstico e cartografia da paisagem dos geofatores (clima, rochas, relevo, solo, vegetação e sociocultural) e estruturação da paisagem no MHNJB;
- II. Produzir o mapa de zoneamento das unidades geoecológicas, através da avaliação do funcionamento e dinâmica da paisagem, e da sobreposição dos mapas dos geofatores;
- III. Propor um percurso na forma de uma trilha para interpretação e educação ambiental, que retrate a diversidade vertical e horizontal dos geofatores;

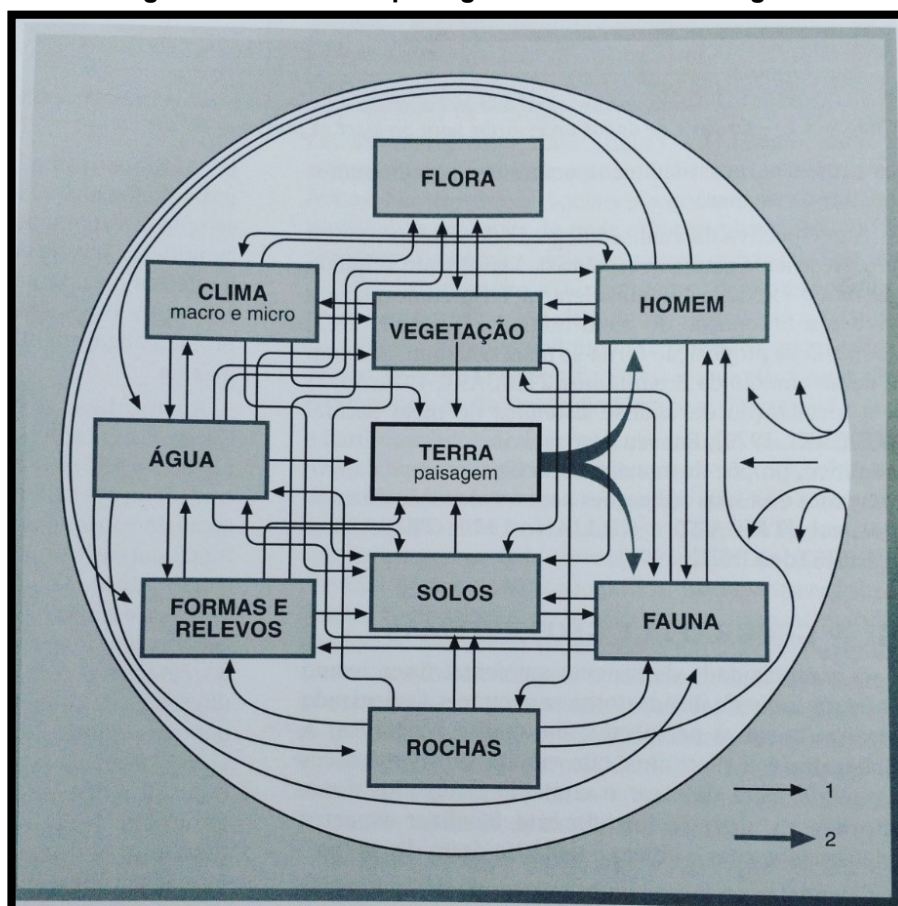
Ressaltamos que o projeto em tela foi desenhado para ser executado em qualquer unidade de paisagem que se pretenda estudar. O MHNJB foi escolhido justamente pela carência de estudos sobre seus fatores ambientais.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: UM QUINTETO DE CONCEITOS

Nas questões sobre planejamento ambiental, a análise do processo de transformação da paisagem pela ação do homem é um dos temas de maior interesse da Geografia. Nesta linha, o ambiente é interpretado a partir das relações entre os sistemas ambiental e socioeconômico, entre a paisagem natural e cultural que, juntas, compõem a paisagem integrada (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 96 e 102), contexto em que se incluem as áreas verdes urbanas. A Geografia, como uma ciência que tem uma tradição de análise ecológica em estudos ambientais, assume caráter quase imprescindível no planejamento ambiental (AUGUSTIN, 1985. p. 142).

O estudo integrado da paisagem implica a adoção do método da análise sistêmica e abordagem holística, resultando em modelos de sistemas ambientais. A Figura 1.1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir apresenta o modelo de paisagem no contexto ecológico, seus fatores formadores, atributos e relacionamentos (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 39).

Figura 1.1 Modelo de paisagem no contexto ecológico.

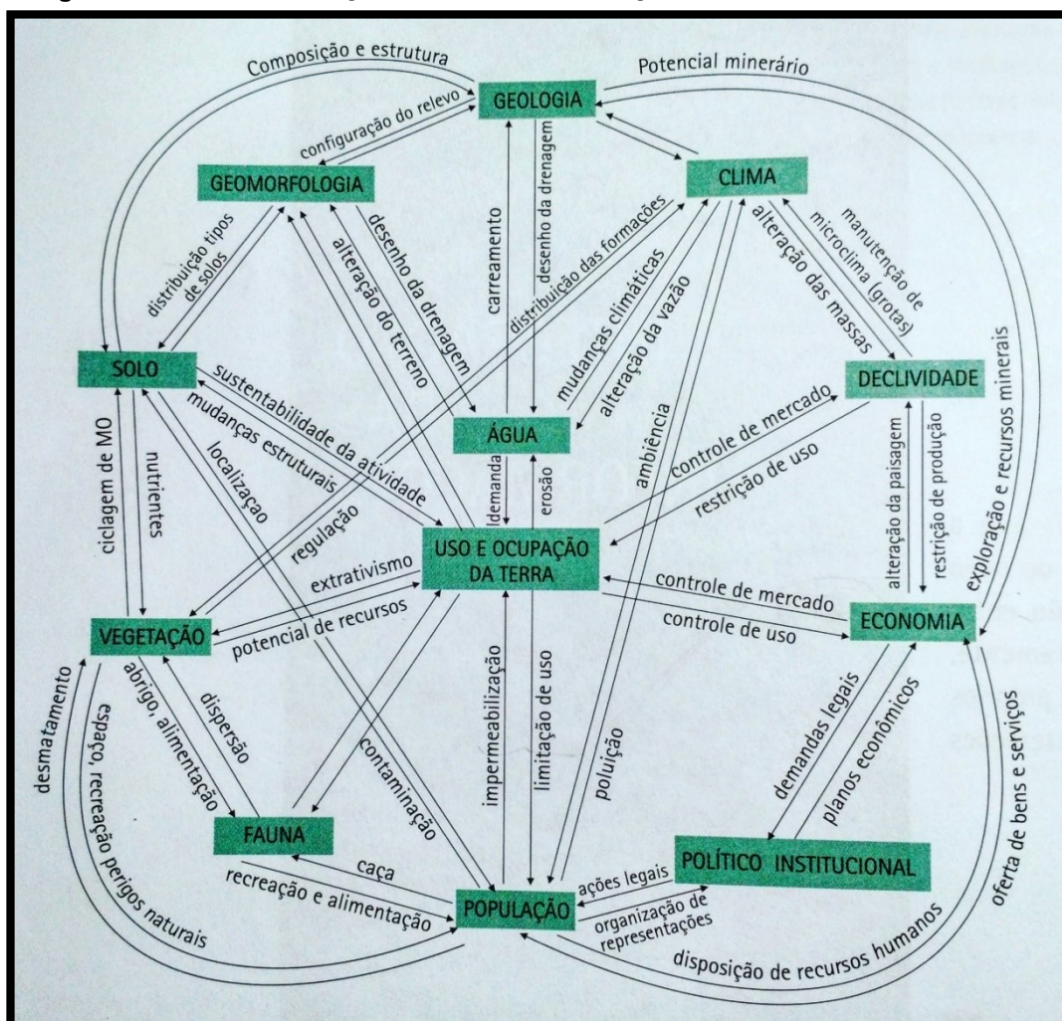


A análise sistêmica surgiu com a Teoria Geral dos Sistemas e a afirmativa de que o todo é mais que a soma de suas partes, significando que o estudo dos fatores ambientais não pode se dar de forma isolada e sem prevalecer a visão integrada e sistêmica (TROPMAIR, 2004. p. 102). Nessa perspectiva, o desafio é avaliar a complexidade dos sistemas dinâmicos que compõem a paisagem, com seu ritmo de evolução e transformação, inclusive a imposta pela sociedade ao longo do tempo. A paisagem corresponde ao todo ambiental e sua compreensão depende de estudos ambientais cuja abordagem seja de forma integrada (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 100 e 101). O conceito de geossistema deriva da aplicação da teoria geral dos sistemas à ciência geográfica, sendo uma proposta de leitura da paisagem integrada.

De acordo com Rozely Santos (2004. p. 128), para a realização da análise integrada da qualidade ambiental 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 o planejamento ambiental, 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 é um trabalho interdisciplinar predominantemente qualitativo, com enfoque analítico, quanto aos critérios de análise do diagnóstico dos temas (geofatores), e sistêmico, quanto a estrutura de integração, que pode ser analógica, digital ou estatística. A Figura 1.2 mostra que a integração é possível com uma estrutura representativa das interações entre temas e funções em um território.

Um dos métodos indicados por SANTOS (2004. p. 142) para a integração das informações é o da ecologia da paisagem, no qual a paisagem é observada como um conjunto de unidades naturais. 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 à gestão da atividade turística.

Figura 1.2 Possíveis relações entre temas e funções ocorrentes em um território.



Fonte: SANTOS, 2004. p. 128.

Será apresentada a seguir, uma breve discussão sobre alguns conceitos adotados e que foram essenciais para o desenvolvimento da pesquisa. Não se trata, pois, de uma exaustiva e completa revisão bibliográfica, mas sim da apresentação do referencial teórico que subsidiou a proposta de pesquisa.

1.1 A Geocologia de Troll (ou Ecologia da Paisagem)

Historicamente a Geografia e a Ecologia foram as ciências mais relevantes para a formação de um referencial holístico no estudo da paisagem, uma vez que foram as perspectivas norteadoras, tanto no campo conceitual quanto analítico, para o estudo das características e complexidade dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 35). Mesmo partindo de referenciais distintos, ecossistemas e geossistemas, ambas destacaram os aspectos estruturais, funcionais e dinâmicos para o estudo e compreensão da complexidade dos sistemas, na

avaliação de potencialidades dos recursos paisagísticos e no planejamento e gestão ambiental (CHRISTOFOLETTI, *Op. Cit.*). De tal modo, Guerra e Marçal (2006. p. 97) afirmam que a Ciência da Paisagem corresponde a esse encontro da Ecologia com a Geografia, sendo o Geossistema a projeção do ecossistema no espaço sobre o substrato do sistema ambiental físico.

A Ecologia, a partir dos anos 70, redirecionou sua análise de investigação, fundamentos teóricos, de planejamento e de gestão ambiental à necessidade de integrar as correntes espacial-geográfica e funcional-ecológica ao estudar a paisagem (RODRIGUEZ; SILVA, 2002. p. 96; GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 110). A abordagem sistêmica permitiu uma postura dialética entre a necessidade de análise e a visão de conjunto, tornando-se um importante instrumento lógico disponível para o estudo dos problemas ambientais (GUERRA e MARÇAL, 2006. p. 108).

Foi o alemão Carl Troll que, em 1950, definiu a união entre estas duas ciências através do conceito de Ecologia da Paisagem ou Geoecologia, assinalando o enfoque funcional como resultado da observação que todos os geofatores estão em interação, incluindo os socioeconômicos e culturais (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 111). Naquele momento ele ainda não usava o termo Geossistema na explicação da metodologia, mas dava ao conceito de ecossistema uma dimensão espacial ao chamar sua subunidade de ecótopo, ou "*células de paisagem*", que são divisões mínimas da paisagem geográfica (TROLL, 1997. p. 4 e 5). Assim, Troll delineou os elementos para a sistematização do conceito de '*geoecossistema*', através da proposta de hierarquização da paisagem (GUERRA; MARÇAL, *op. cit.*). A Geoecologia da paisagem é, portanto, uma proposta transdisciplinar, holística, espacial e funcional de estudo dos sistemas natural e cultural, integrando a biosfera e a geosfera com os artefatos tecnológicos.

Bertrand em 1968 (2004. p. 144), ao propor seu sistema taxonômico de classificação das paisagens, afirma que a definição das unidades de paisagem é função da escala. E que a delimitação entre as unidades, seja geossistemas, geofácies ou geótopos, não deve ser um fim em si, mas um meio de aproximação com a realidade geográfica, e que se trata de pesquisar as discontinuidades objetivas da paisagem. Sendo assim, o fator escala se destaca como fundamental para aplicação deste método ao planejamento ambiental.

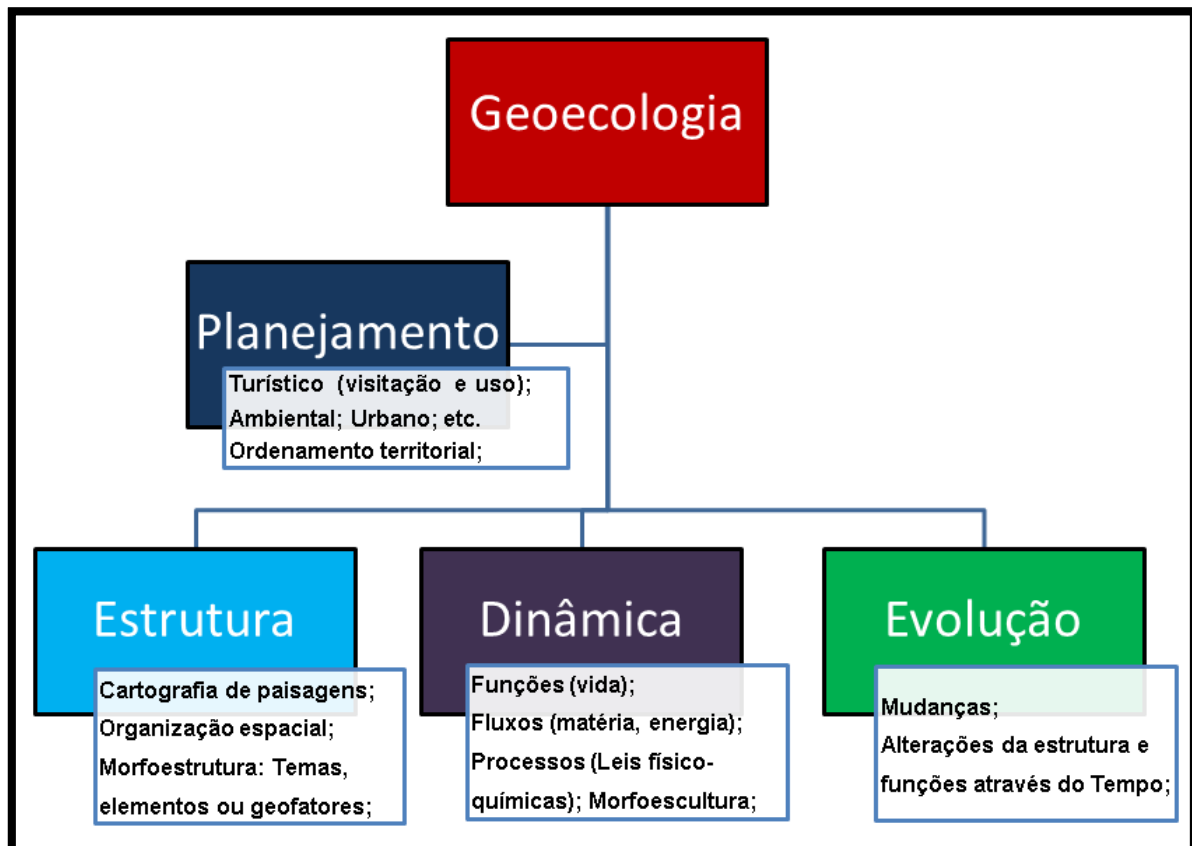
A unidade da paisagem é incontestável (BERTRAND, 2004. p. 146), resultante da interação local e única de todos os fatores ambientais e de uma dinâmica comum, uma unidade ecológica e biológica e por um mesmo tipo de evolução. A paisagem pode ser considerada uma entidade global onde os elementos constituintes participam de uma mesma dinâmica, e que não necessariamente corresponde à evolução de cada elemento em separado. O autor propõe também um sistema geral de evolução da paisagem que reúne as formas de energia do sistema geomorfológico, da dinâmica biológica e do sistema de exploração antrópica. Este se define por agentes naturais que determinam processos naturais, e agentes antrópicos dos quais dependem os processos antrópicos (BERTRAND, 2004. p. 148).

Bertrand (2004. p. 151) destaca os procedimentos metodológicos da “*cartografia das paisagens*”, através de um inventário geográfico completo e relativamente detalhado, o que consiste essencialmente de trabalho de campo, levantamentos temáticos, consulta bibliográfica, inquéritos, imagens/fotos aéreas e ensaios (modelagem) cartográficos. Bertrand não usa os termos “ecologia da paisagem” ou “geoecologia”, mas chama esta ciência da paisagem de ‘*geografia física global*’, cuja metodologia é descrever, explicar e classificar cientificamente as paisagens, avaliando os problemas de organização do espaço, ou seja, de planejamento, com o apoio das ciências biológicas e humanas (Bertrand, 2004. p. 152). Outro termo que também aparece na literatura é ‘*Ecogeografia*’, cunhado por Tricart na obra *Ecodinâmica*, e usado por Ross mais recentemente (TRICART, 1977; ROSS, 2009. p. 39).

Já Metzger (2001. p. 3 e 4) definiu a ecologia de paisagens como “*um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação*”. Ele destacou a existência de duas abordagens: uma geográfica (Geoecológica), que enfatiza o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território, como um espaço “vivenciado”; e uma ecológica (Ecologia da Paisagem), que ressalta a importância do aspecto espacial sobre os processos ecológicos, bem como a importância destas relações em termos de conservação biológica. Mas, ao concluir, o autor propõe que deveria haver uma nova perspectiva, de união entre as abordagens (METZGER, 2001. p. 5).

A Figura 1.3 exibe o esboço teórico da Geoecologia adotado neste trabalho:

Figura 1.3 Modelo teórico de Geoecologia.



Modificado de CAVALCANTI, 2014. p. 22 e SANTOS, 2004 p. 142.

O método da geoecologia da paisagem envolve três aspectos: **Estrutura** que diz respeito à morfologia e relações espaciais entre os geofatores, temas ou elementos formadores e seus atributos; **Dinâmica** ou funcionamento, referindo-se a processos, relacionamentos e funções como fluxos de espécies, energia e matéria; e, por fim, **Evolução** que é resultado das interações entre estrutura e processos 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.

Apenas para mencionar, não há unanimidade na adoção da terminologia por parte dos autores. Enquanto Christofletti (1999) e Metzger (2001) utilizam Estrutura, Função e Dinâmica, Santos (2004) usa Estrutura, Função e Mudança e, por fim, Bertrand (2004), Cavalcanti (2014) e Troll (1997) empregam Estrutura, Dinâmica e Evolução.

1.2 A Paisagem Geográfica é Integrada

Quando pensamos no conceito de paisagem talvez a primeira imagem que construímos seja a definição pitoresca que relaciona o observador ao espaço que ele abrange com um lance de olhar em um dado instante, assim algo próximo às palavras de Milton Santos (2008, p. 67): “(...) *o que a nossa visão alcança, é a paisagem*”. A partir dessa primeira construção, pode-se relacioná-la à origem alemã do termo (*landschaft*) e pensar as paisagens como espaços que se diferenciam pelo conjunto de suas características, apresentando-se como entidades geocológicas e culturais.

Portanto, paisagens são *indivíduos geográficos* (paisagens específicas e individuais) que integram elementos e processos de natureza e dimensões diferentes, interagindo em porções da superfície e configurando unidades geocológicas visíveis (CAVALCANTI, 2014. p. 18 e 87). Então, do ponto de vista do paisagismo, da pintura ou da fotografia, paisagem é estética, mas, em termos ambientais, paisagem não é só estética, é essência das necessidades e bem-estar humano.

Troll (1997. p. 2) já assinalava estes dois vieses, distinguindo um conceito **fisionômico** e formal de um conceito **fisiológico**, funcional e ecológico da paisagem. Para este autor o termo “*paisagem geográfica*” diz respeito a um:

Setor da superfície terrestre definido por uma configuração espacial determinada, resultante de um aspecto exterior, do conjunto de seus elementos e de suas relações externas e internas, que estão enquadrados pelos limites naturais das outras paisagens de caráter distinto (TROLL, 1997. p. 4).

Mas que, esta definição, não se confunde com os termos área ou região (TROLL, *Op.Cit.*) Segundo Casseti (1991), esta definição de Troll sintetiza o conceito como uma “*combinação dinâmica dos elementos físicos e humanos, conferindo ao território uma fisionomia própria, com habitual repetição de determinados traços*”. E ainda que a definição do conceito proporcionou avanços metodológicos que possibilitaram a análise integrada dos fatores biofísicos e socioeconômicos.

Quanto à *fisionomia*, esta se refere à morfologia, organização espacial e estruturação da paisagem. Troll (1997. p. 4) diz que detectar e delimitar as diferentes paisagens, observar seu conteúdo, forma e limites, é o passo inicial para se compreender sua estrutura. A partir da análise da distribuição espacial destas, é possível fazer a classificação de unidades de paisagens em diferentes escalas,

podendo haver uma hierarquia de paisagens de diferentes dimensões. Quanto ao viés funcional, a “*fisiologia da paisagem*” é resgatada por Conti (2001. p. 61) mencionando o importante papel de Ab’Saber (1969), segundo o qual esta seria a compreensão da “dinâmica em processo”, da organização do funcionamento e da dinâmica das paisagens, e cuja análise dos elementos constituintes deve ser integrada e considerando a influência das ações antrópicas.

Bertrand (2004. p. 141) apurou o conceito considerando a paisagem como uma determinada porção do espaço resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, bióticos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da mesma um conjunto único e indissociável em constante evolução. É importante destacar que o conceito geográfico de paisagem inclui uma apropriação do meio físico pelo homem, que não é visto apenas como uma “*ação antrópica sem identidade*”, mas sim em suas “*dinâmicas diferenciadas construtoras de paisagens específicas*” (FREITAS, 2007. p. 91). Conforme a importância da intervenção do homem distingue-se “paisagens naturais e paisagens culturais”. A paisagem cultural, além de incluir os fenômenos naturais, abrange os pertencentes à economia, ao tráfego, à população, língua, tradições, nacionalismos, estrutura social, artes e religiões (TROLL, 1997. p. 3), ou seja, os simbolismos (COSGROVE, 2004).

Uma paisagem natural pode ser modelada por um grupo cultural, conformando uma paisagem cultural (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 107). Assim sendo, “natural” ou “cultural” são expressões que poderiam refletir o grau de alteração das paisagens em função da atividade humana (SAUER, 2006 *apud* CAVALCANTI, 2014. p. 15). Uma paisagem é considerada natural quando a atividade humana é incipiente ou inexistente, predominando o “ritmo natural ou ecológico”, ou cultural quando está mais fortemente transformada, predominando elementos culturais (CAVALCANTI, 2014. p. 15). Não obstante, Cavalcanti faz a observação que nem a paisagem natural é intocada, pois apresenta elementos culturais, e nem a paisagem cultural é isenta da natureza, porque seu funcionamento é geoecológico, sujeito às leis da natureza e aos condicionantes ambientais.

Independente de que tipo sejam, todas as paisagens apresentam registros da evolução temporal. Porém, as paisagens naturais variam no tempo geológico, ou pelo menos secular, enquanto as paisagens culturais podem se transformar relativamente

depressa, de geração em geração (TROLL, 1997. p. 3). Neste trabalho, a perspectiva de compreender os sistemas dinâmicos que compõem a paisagem, em seu processo de evolução ao longo do tempo, direciona-nos para a abordagem integrada da Geocologia. Tem-se como pressuposto que a paisagem não é só natural, nem só cultural, mas sim uma paisagem integrada, refletindo em unidades ambientais, ou unidades de paisagem (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 101). A delimitação destas unidades de paisagem utiliza aspectos como: a) energia, matéria, vida, espaço e tempo, que são reflexo da sua estrutura e composição, e b) leis físico-químicas, atividades da flora, fauna e antrópicas, que retratam seu funcionamento (CASSETI, 1991. Cap. 6).

O modelo de análise integrada criado por Bertrand em 1968 (2004. p. 146; cf. Figura 1.4 na página 29) é citado por diversos autores e descreve três conjuntos de fatores que compõem o Geossistema (fatores estes que são análogos aos de TROLL, 1997), expressando a síntese da paisagem integrada: potencial natural (clima, hidrologia, geomorfologia), atividade biológica (solo, vegetação, fauna) e apropriação cultural (ação antrópica) (CAVALCANTI, 2014. p. 20; CASSETI, 1991; GUERRA e MARÇAL. 2006. p. 97).

Esse modelo pode ser aplicado amplamente, considerando que as paisagens são espaços geográficos que podem ser organizados em diferentes escalas (TROLL, 1997. p. 2). Segundo Troll, os geofatores que integram uma unidade de paisagem são: clima, geologia, relevo, solo, biota (fauna e vegetação), antrópico (sociocultural) e o Tempo. Assim, reforça-se mais uma vez que, o conceito de paisagem está vinculado a sua escala de análise (BOAS; MARÇAL, 2014. p. 95), e é isto que possibilita sua compartimentação em unidades de paisagem.

Percebe-se que, na abordagem geocológica da *Teoria Geral dos Sistemas*, diversos autores consideram a **Paisagem** sinônimo de **Geossistema**, formada por “cinco atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação” (RODRIGUEZ; SILVA, 2002, p. 96; GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 110). No item seguinte passaremos ao trato do conceito de Geossistema que, contudo, não consideramos ser exatamente o mesmo de Paisagem. Entendemos a paisagem como algo concreto, perceptível, palpável e “vivenciável”, enquanto “o

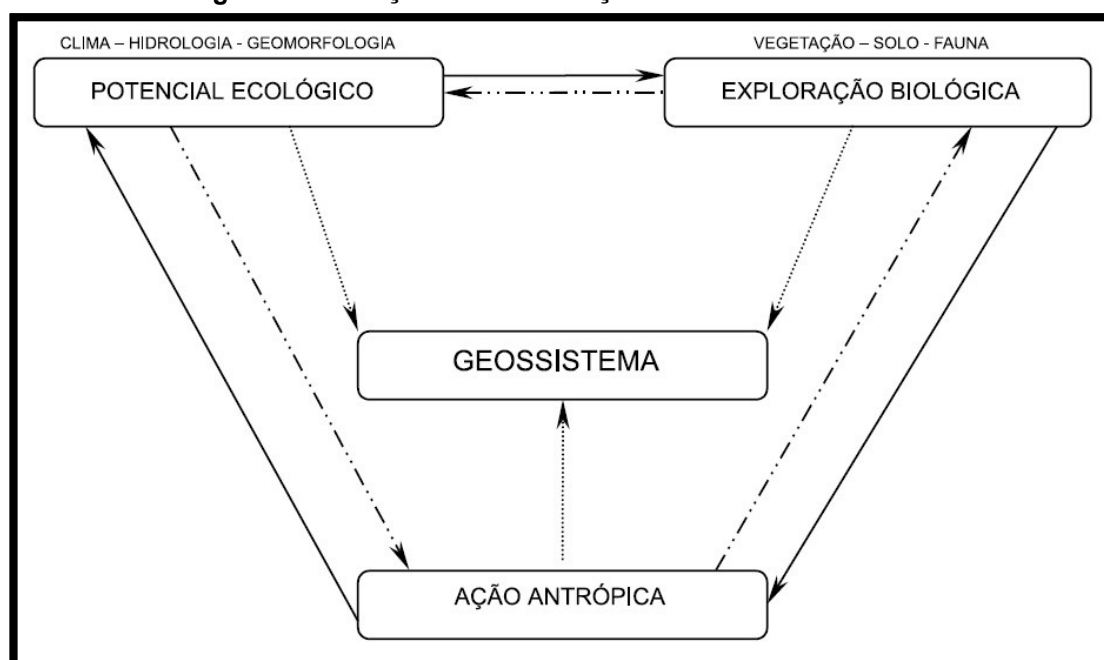
Geossistema, como o Ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da paisagem” que foi adotado pela Ciência da Paisagem (PASSOS, 1998, p. 67 e 68).

1.3 Geossistemas, Paisagens e/ou Sistemas Ambientais

O Geossistema trata-se de uma teoria sobre as paisagens, utilizando como base a ideia de sistemas complexos de Bertalanffy, que foi desenvolvida pelo russo Viktor Borisovich Sotchava em 1962. Nesta teoria, as paisagens são consideradas por Sotchava como sistemas abertos (que trocam matéria e energia com o entorno), dinâmicos (que mudam com o tempo) e hierarquicamente organizados. Para Christofolletti, o Geossistema é o campo de investigação da Geografia, pois nele, o espaço é estudado como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, e com a estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos que constituem a organização espacial da paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 37).

Na definição de Bertrand (BERTRAND, 2004. p. 146), o Geossistema surge da interação entre Potencial Ecológico (clima, hidrologia e geomorfologia), Exploração Biológica (vegetação, solo e fauna) e a Ação Antrópica. A Figura 1.4 mostra o esboço de uma definição teórica de Geossistema proposto por Bertrand.

Figura 1.4 Esboço de uma definição teórica de Geossistema



Fonte: BERTRAND, 2004. p. 146.

O Potencial ecológico ou Natural refere-se aos processos tectônicos e climáticos, e à conseqüente diversidade de formas de relevo derivados, e aos regimes de drenagem superficial e subterrânea. A exploração biológica diz respeito à atividade e arranjo ecológico da fauna e flora, e sua interação com o potencial ecológico para formação dos solos. E a Ação Antrópica, na forma de apropriação cultural, faz referência à história humana, representações sociais, interesses políticos, demandas econômicas e intervenções, obras e atividade diversas (CAVALCANTI, 2014. p. 20).

O geossistema compõe o embasamento paisagístico (paisagem integrada), o quadro referencial para se inserirem os programas de desenvolvimento nas escalas local, regional e nacional. As transformações ocorridas nos geossistemas, com um Potencial Ecológico constante, constituem a sua Dinâmica, enquanto a mudança no referido potencial implica a Evolução dos geossistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 42).

Na construção do conceito de paisagem houve um período, pós 1960, em que a Teoria Geral dos Sistemas se fez presente e as duas coisas juntas influenciaram a construção do conceito de geossistema na Geografia, adotando-se a perspectiva sistêmica e dinâmica entre os geofatores. E foi nessa perspectiva de conjunto de componentes, processos e relações dos sistemas que integram o ambiente, que Sotchava erigiu sua proposta, apresentando o Geossistema como uma análise da paisagem onde a natureza é estudada não só pelos aspectos fisionômicos da morfologia e estrutura, mas, principalmente, pelas interrelações, dinâmica e estrutura funcional e suas conexões (BOAS; MARÇAL, 2014. p. 98), o que implica a ideia de mudança. A conexão é geral, *“sendo impossível compreender um aspecto isoladamente sem referência a sua função como parte do conjunto”* (DREW, 1989. p. 19).

Os geossistemas e os ecossistemas são entidades representativas de sistemas ambientais. Os ecossistemas são sistemas ambientais biológicos analisados sob a perspectiva da Ecologia, enquanto que os geossistemas são os sistemas ambientais para as sociedades humanas, constituídos por fatores físicos e bióticos, e estudados sob a perspectiva espacial da Geografia (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 35). Portanto, o sistema ambiental é parte de um sistema global mais complexo e se apresenta como um todo composto de elementos relacionados, interagindo entre si, e

que deve ser visto como uma realidade integrada. Dessa maneira é possível considerar conjuntos integrados como modelos de sistemas ambientais, o que possibilita apontar diagnósticos e prognósticos baseados nos estudos da estrutura e dos processos, que é a base do planejamento ambiental (BOAS; MARÇAL, 2014. p. 99).

Segundo Troppmair (2004, p. 102) o geossistema se caracteriza por certa homogeneidade de seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações, em um dado espaço, e que integrados formam o sistema ambiental físico onde pode ocorrer exploração biológica, e considerando os fatores socioeconômicos e culturais que influenciam o sistema. Christofolletti (1999. p. 37) resume bem, geossistemas como complexos naturais que “(...) *compreendem áreas naturais resultantes da interação entre os componentes da natureza, influenciados em maior ou menor grau pela sociedade e pelos ciclos astronômicos da Terra*”.

O autor destaca ainda que a aplicação da teoria dos sistemas foi um avanço, pois, inseriu o conceito de equilíbrio como sendo o ajustamento completo das variáveis internas às condições externas. A fisionomia de uma paisagem é o reflexo das influências exercidas pelos aspectos fisiológicos do ambiente, que controla a qualidade e quantidade de matéria e energia a fluir pelo sistema. Podemos considerar a alteração em um sistema ambiental como decorrência de diferentes *inputs* (entrada ou insumo) de energia, que podem ser de origem tectônica, climática, biológica ou antropogênica (GUERRA; MARÇAL, 2006. p. 115).

Segundo Guerra e Marçal (2006. p. 96 e 97), o Geossistema expressa a influência mútua entre Natureza e Sociedade que corresponde ao resultado da interação entre fatores físicos e bióticos, sem desconsiderar os fatores sociais e econômicos. Dessa relação podem ser identificadas unidades homogêneas internamente, o que associa a ideia de organização do espaço com a evolução da natureza. Guerra e Marçal demonstram ainda que, em função disso, a visão geossistêmica se configurou como a abordagem metodológica própria da Geografia Física e seu objetivo fundamental, e citam que esta opinião foi compartilhada por diversos outros autores como Bertrand (1971), Tricart (1977), Bolós (1981), Christofolletti (1999) e Rougerie e Beroutchachvili (1991). Ainda segundo Guerra e Marçal (2006. p. 113), citando Bolós (1981), a Geografia aderiu à tendência da análise

sistêmica no exame da paisagem, que é algo concreto, adotando o Geossistema como seu modelo teórico, uma construção mental e subjetiva da realidade, não existindo na prática, assim como o ecossistema.

Considerando esse caráter teórico e subjetivo da delimitação do geossistema, diversos autores discutem a importância do dimensionamento territorial de unidades de paisagem visando ao planejamento e a classificação de paisagens de diferentes dimensões e em qualquer escala. Bertrand afirmou que estudar a paisagem implica delimitá-la e dividi-la em unidades homogêneas e hierarquizadas chegando-se a uma classificação em função da escala (BERTRAND, 2004. p. 144). Guerra e Marçal (2006. p. 124) afirmam que o dimensionamento da paisagem pode variar conforme os objetivos de cada trabalho e, portanto, há inúmeras possibilidades de dimensionamento em função das diferentes perspectivas de análise, não existindo um modelo. Ao contrário, os autores advogam uma “*libertação dos dimensionamentos preestabelecidos*”

Segundo Bertrand (2004. p. 146), que classifica as unidades inferiores na hierarquia das paisagens em geossistemas, geofácies e geótopos, o **Geossistema** resulta de uma “*paisagem nítida e bem circunscrita*” que se consegue instantaneamente identificar em fotografias aéreas, por exemplo. Ou seja, possui certa homogeneidade fisionômica, além de ser compatível com a escala humana, na qual se situa a maioria dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que envolvem as combinações dialéticas. O **Geofácies** é um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema, como uma *família geográfica*, como por exemplo, áreas verdes urbanas, incluindo a área do MHNJB, no interior da mancha urbana de Belo Horizonte. O **Geótopo** é a menor unidade geográfica discernível no terreno, cujas condições ecológicas são muitas vezes muito diferentes das do geossistema e do geofácies dentro das quais se acham, é refúgio de biocenoses originais e retrato do complexo biótopo mais biocenose (*Ibid.*, p. 147 e 148).

Estas três unidades evocam, cada uma, um traço característico: o *geo* “*sistema*” evoca o complexo geográfico, bem como a dinâmica de conjunto; o *geo* “*fácies*” acentua o aspecto fisionômico; e o *geo* “*topo*” situa a menor unidade no último nível da escala espacial (*Ibid.*, p. 145). No interior de um mesmo Geossistema existe

um certo “contínuo” ecológico, havendo uma descontinuidade na passagem para um outro geossistema vizinho (BERTRAND, 2004. p. 147).

O quadro seguinte, apresenta diferentes sistemas de classificação da paisagem em unidades, segundo Guerra e Marçal (2006. p. 117 adaptado de Bertrand, 2004. p. 145), representando o dimensionamento e atribuições escalares ao conceito de paisagem. 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 do MHNJB e ajustá-la aos modelos escalares propostos. Foi adotada como parâmetro principal a Escala de Bertrand, a qual se considerou a mais adequada ao projeto, e ajustando as demais escalas para cima ou para baixo, buscando a correspondência mais apropriada. Abaixo apresenta-se o resultado deste exercício:

Tabela 1.1 A escala deste projeto em relação aos modelos apresentados.

Escala Cailleux-Tricart	Unidades da Paisagem - Bertrand	Unidade Climática	Unidade de relevo ou geomorfológica	Escala Ross	Escala Cartográfica	Escala deste 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	Central Metropolitana - Metalúrgica
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 verdes urbanas, incluindo-se o MHNJB. (mesma “família geográfica”)
VII	Geótopo	Microclima	Mesoformas	Unidade de forma linear de relevo	1:5.000 ou inferior	Unidades geológicas do MHNJB

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

A seguir, apresentamos os conceitos de geodiversidade e geoturismo, reforçando a ideia da análise integrada da paisagem.

1.4 A geodiversidade e o geoturismo

A geodiversidade, enquanto definição conceitual, envolve a diversidade de conjunto abióticos que compõem a paisagem, num sentido amplo, ou à diversidade de aspectos geológicos, num sentido restrito. Serrano e Ruiz-Flaño (2007. p. 145) chamam para a reflexão sobre a ampliação do conceito específico de geodiversidade, tanto teórico quanto aplicado. Os autores afirmam que sua avaliação deve trabalhar diligentemente toda a gama de elementos abióticos do sistema natural, seus processos físicos relacionados e sua relação com a atividade humana, em escala apropriada e não apenas no nível de geosítios ou geótopos, muito menos apenas certos fatores, como a geologia (nos geoparques, por exemplo). A despeito dos diferentes entendimentos sobre o conceito, os autores afirmam ainda que ele é aplicado, reconhecidamente, de maneira muito útil na avaliação da diversidade geográfica, na geoconservação e na educação ambiental (SERRANO; RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 141).

Para destacar o papel da diversidade no conceito de geodiversidade, Serrano e Ruiz-Flaño (*Ibid.*, p. 140) lembram que originalmente o termo “*geodiversidade*” 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***”. Rematando, os autores afirmam que essa visão conceitual mais ampla tem amparo em diversos outros autores (ALEXANDROWICZ e KOZLOWSKI, 1999; DUFF, 1994; GRAY, 2004; KOZLOWSKY, 2004; SERRANO, 2002; SHARPLES, 2002; ZWOLINSKI, 2004) que concordam sobre a “*variedade da natureza abiótica*”, e que formularam definições mais integrativas que levam em conta todos os elementos ambientais aonde “*a paisagem é considerada uma síntese da geodiversidade*” (SERRANO; RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 141, tradução nossa).

Segundo Machado e Ruchkys (2010), citando Alexandrowicz e Kozlowski (1999), uma abordagem holística da natureza ainda não foi praticada, o que resulta em tratamento desigual entre suas componentes abióticas e bióticas. Para o estudo da geodiversidade, a abordagem científica deve estar amparada em uma perspectiva integrada, articulando ensino, pesquisa e extensão, e proporcionando à população em

geral informação que possibilite a percepção da complexidade natural na construção das paisagens atuais (MACHADO; RUCHKYS, 2010, p. 53).

Os elementos que constituem uma paisagem devem ser identificados, em uma dada escala, e avaliados de acordo com seus atributos. A abordagem geoecológica para a avaliação tem sido incentivada como ideal para este propósito porque permite que parâmetros espaciais e dinâmicos sejam considerados e chama a atenção para os processos naturais e suas relações dinâmicas (SERRANO; RUIZ-FLAÑO, 2007, p. 143).

Por fim, chegamos ao conceito que é a representação de uma das formas de apropriação da paisagem. O Geoturismo é uma modalidade de turismo que pode ser praticado em áreas urbanas ou em áreas naturais. Seu conceito não é consensual, havendo duas linhas de pesquisa que adotam definições diferentes. Uma primeira aceção, segundo Moreira (2010. p. 6), foi cunhada por Thomas Hose em 1995, e modificada por ele mesmo em 2000, e trata da *“provisão de facilidades interpretativas e serviços para promover o valor e os benefícios sociais de lugares e materiais geológicos e geomorfológicos (...)”* (esta definição também aparece em BRILHA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2007; RUCHKYS, MACHADO, 2013; MOREIRA, 2010 e LOPES *et al.*, 2011). A outra possibilidade de definição foi publicada por STUEVE *et al.* (2002), e trata o Geoturismo 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).

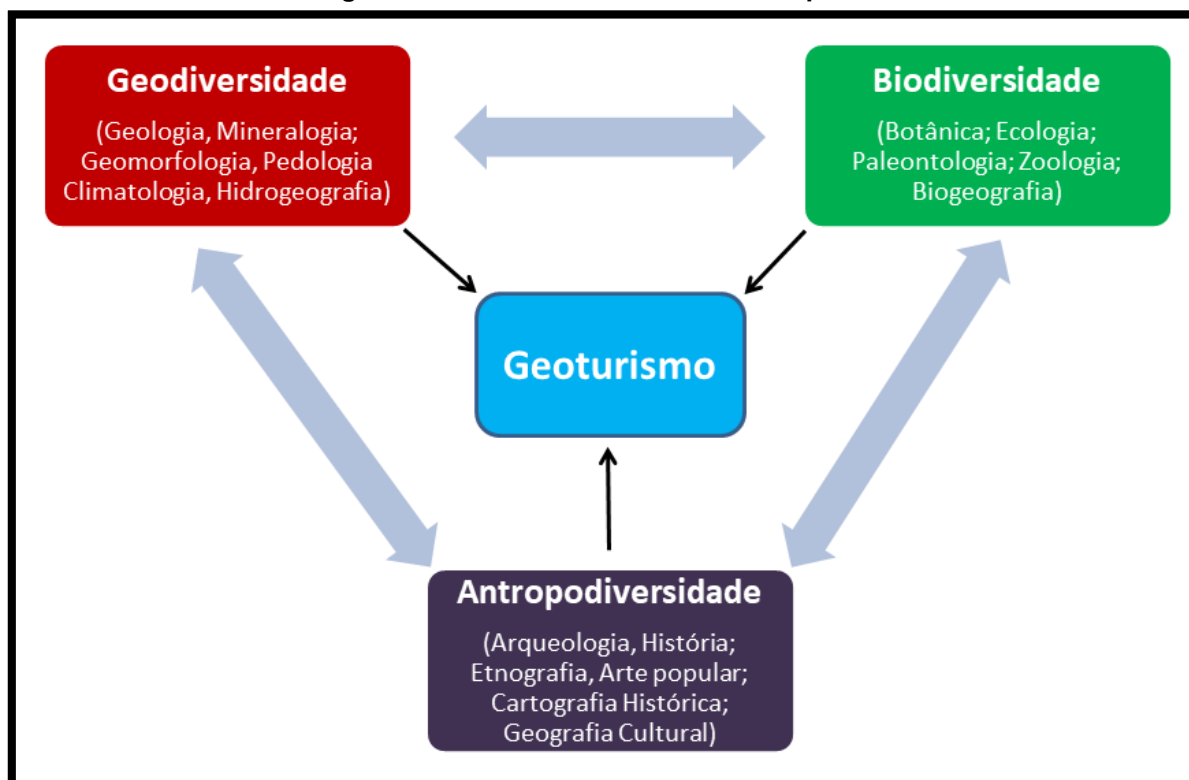
O conceito adotado pelo autor neste trabalho foi o elaborado em 2001 por Stueve *et al.*, em um trabalho publicado pela National Geographic Society (NGS), em conjunto com a Travel Industry Association of America, intitulado *“The Geotourism Study”* que definiu Geoturismo como *“o turismo que mantém ou reforça as principais características geográficas de um lugar – seu ambiente, cultura, estética, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes”* (grifo nosso) (STUEVE, *et al.*, 2002; NASCIMENTO, *et al.*, 2007; LOPES *et al.*, 2011). De acordo com Brilha (2005), apud Moreira (2010. p. 7), esta definição *“apresenta o sentido do desenvolvimento turístico, envolvendo as características geográficas de um lugar, onde estariam incluídos os aspectos ligados ao meio ambiente, cultura, patrimônio arquitetônico e bem-estar de seus habitantes”*.

Se considerarmos que o termo “*ambiente*” pode incluir os fatores geológicos e geomorfológicos, e que “*patrimônio*” inclui, da mesma maneira, o patrimônio geológico, este conceito sugere ser mais rico e amplo que o conceito estritamente geológico de Hose, apresentado acima. Todavia, o conceito de Geoturismo de Hose traz um fator importante que está sendo agregado ao adotado aqui, que é a “*provisão de facilidades interpretativas*” para promover a sensibilização do turista por meio da “*interpretação ambiental*” (RUCHKYS, MACHADO, 2013. p. 122), e que permitam aquisição do conhecimento e entendimento além da mera apreciação estética. Como já mencionado anteriormente, existe a necessidade de desenvolvimento de propostas educacionais vinculadas à geoconservação reconhecendo as ligações entre os fatores ambientais, e que o conhecimento e compreensão do valor da geodiversidade “*em ambientes não formais de ensino pode promover a conscientização do cidadão da necessidade de sua proteção*” (MACHADO; RUCHKYS, 2010, p. 54).

Como podemos perceber nas definições apresentadas, o Geoturismo possui alguns pontos semelhantes com o Ecoturismo, apesar de distintos, uma vez que ambos são modalidades do turismo de natureza e que buscam a proteção do patrimônio natural por meio da *sensibilização e educação ambiental* (NASCIMENTO *et al.*, 2007. p. 2). No Ecoturismo o objeto de interesse é a biodiversidade, fauna e flora, embora aspectos abióticos possam, também, ser contemplados (MOREIRA, 2010. p. 6). Nele, a geodiversidade, cultura e patrimônio ficam apenas como “*pano de fundo para a biodiversidade*” (LOPES *et al.*, 2011. p. 3).

Porém, as duas variedades de turismo podem trabalhar em conjunto em função dos serviços e facilidades interpretativas adotadas. Na sua origem o Ecoturismo se diferenciou do turismo convencional por ser uma atividade turística responsável, seguindo os princípios da sustentabilidade (MOREIRA, 2010. p. 6). O Geoturismo, aqui proposto e apresentado na Figura 1.5, também segue esses princípios contemplando aspectos naturais (biodiversidade e geodiversidade), culturais e patrimoniais (antropodiversidade).

Figura 1.5 Conceito de Geoturismo ampliado.



E para aproveitar essa amplitude do conceito, o praticante do Geoturismo torna-se um turista “*geoconsciente*”, que passeia ou viaja de maneira responsável, contribui para a conservação da natureza e do patrimônio histórico, assim como obtém um enriquecimento cultural dos lugares que visita. O respeito à cultura e às tradições locais, valorizando o patrimônio natural e cultural do destino visitado e o reconhecimento de que sua presença tem um impacto nos lugares que visita são características fundamentais de um **geoturista** (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2017), ou seja, é uma atitude de quem viaja, criando uma demanda e uma oferta direcionada.

No Geoturismo vale, também, o princípio da qualidade, e não quantidade, ou seja, medir o sucesso de um destino turístico não significa apenas contar o número de visitantes, mas pela duração da visita, como gastam seu tempo e dinheiro, bem como a qualidade de sua experiência. A abordagem do Geoturismo é integral, focando não apenas no meio ambiente, mas também na diversidade cultural, histórica e aspectos cênicos do lugar, o que inclui a geodiversidade (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2017).

Por fim, uma vez apresentada a fundamentação teórica e os conceitos que foram basilares para a concepção da pesquisa, passaremos a descrição dos procedimentos metodológicos que darão corpo ao trabalho.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.2 Localização da área de estudo

O Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG está localizado na Regional Leste de Belo Horizonte (Figura 2.1), entre os bairros Horto Florestal e Santa Inês. Belo Horizonte tem sua posição geográfica numa zona de contatos, tanto do plano físico quanto sociocultural. A Serra do Curral divide litologias, biomas, climas, padrões sociais e, portanto, paisagens. 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 contatos.

2.3 Os procedimentos e os materiais

Este trabalho tem como referência os métodos da análise de sistemas em Geografia e da Ecologia da Paisagem. Na Geoecologia, a abordagem sistêmica se dá através da abstração da paisagem, sendo essa o objeto central da análise. Este método envolve três dimensões: i) a morfologia e relações entre os elementos ou geofatores; ii) os processos, mecanismos e funcionamentos entre eles; e iii) as dinâmicas, dadas pela interação entre estrutura e processos (BERTRAND, 2004; CHRISTOFOLETTI, 1999; TROLL, 1997). Assim, os procedimentos metodológicos deste estudo envolveram a estruturação e compartimentação da paisagem através da sobreposição dos diferentes temas (geofatores) e busca pelo entendimento da interação entre eles.

A aquisição desses temas e de sua distribuição no espaço foi feita através de pesquisas bibliográficas e levantamentos próprios. 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 o Tempo. 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.

Figura 2.1 Localização do MHNJB na cidade de Belo Horizonte, MG.

Localização do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG



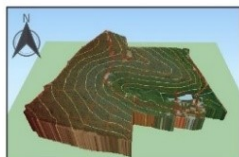
Legenda

- Trilhas e acessos
- Vias e ruas
- Córrego
- Edificações do MHNJB
- Limites do MHNJB

Bing Satellite



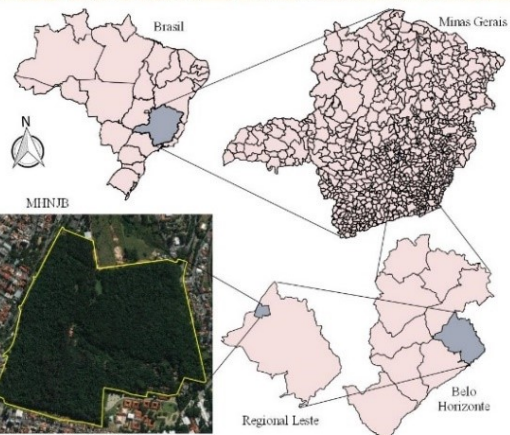
Sub-bacia hidrográfica



Modelo Digital de Elevação



50 0 50 100 150 m



Projeção: Universal Transversa de Mercator UTM Fuso 23S
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000
 Fonte: FOGLI, M.; Relatório do Levantamento Topográfico MHNJB da UFMG. Terraminas Engenharia Ltda – Epp. 2015.
 Elaboração: Gladson de Oliveira, 2018.



O levantamento bibliográfico subsidiou o referencial teórico e conceitual com as definições de geocologia, geodiversidade, geoturismo, paisagem e geossistema. 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 IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) folha Belo Horizonte na escala 1:50.000; b) Geologia, através 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 seja contemplada pela escala dos mapas disponíveis, foram realizados: i) mapeamento de solos; ii) medições climáticas; e iii) atualização do estágio sucessional da vegetação.

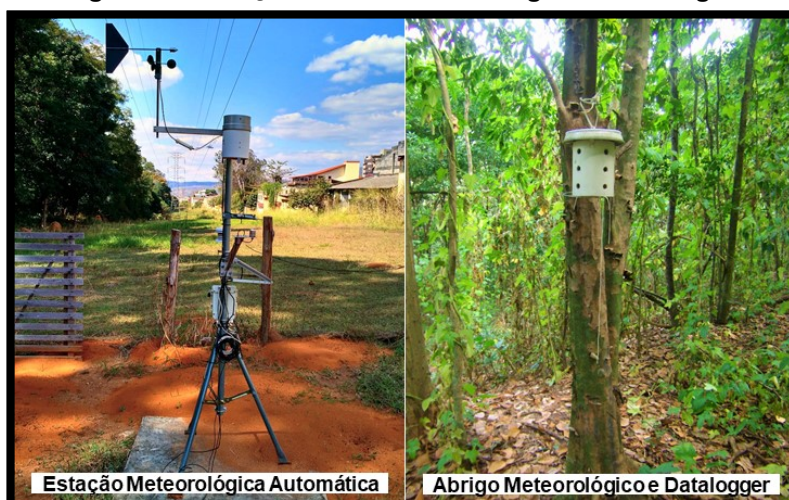
O mapeamento de solos consistiu na abertura de trincheiras em diferentes posições da paisagem, tendo como guia o levantamento topográfico, a litologia, as faixas de declividade e as diferenças da cobertura vegetal. Nessas trincheiras foram descritos cinco (5) perfis conforme Santos *et al.* (2015) e 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.

As análises físicas dos solos compreendem a quantificação das frações granulométricas areia, silte e argila e consequente obtenção da classe textural. As amostras foram dispersas quimicamente com 10 mL de NaOH 1 mol L⁻¹ e agitadas lentamente por 16 horas. A fração areia foi separada por peneiramento (areia fina < 0,053 mm e areia grossa >0,2 mm). As frações silte e argila foram separadas através do método da pipeta. Os resultados em porcentagem (%) foram plotados no diagrama ternário areia-silte-argila para obtenção da classe textural (EMBRAPA, 1997; 2013).

Nas análises químicas dos solos, foi determinado o pH em água em solução de KCl 1 mol/L com medição pelo método potenciométrico em suspensão solo:solução igual a 1:2,5. O Cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol/L em pH 7,0, e dosados através do espectrofotômetro de absorção atômica. Potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol/L e H₂SO₄ 0,025 mol/L (Mehlich 1), sendo dosados pelo espectrofotômetro de emissão de chama. O Alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol/L, determinado por titulação com NaOH 0,025 mol/L. Acidez extraível (H⁺ + AL³⁺) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol/L ajustada a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,06 mol/L. O fósforo foi extraído com Mehlich -1 e determinado pelo espectrofotômetro de absorção molecular (Colorimetria). O carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley-Black e a matéria orgânica estimada pela equação: Carbono Orgânico x 1,724. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos de Viçosa-MG.

Os dados climáticos foram coletados e analisados conforme Jardim e Monteiro (2014), utilizando um abrigo meteorológico em um ponto fixo (Figura 2.2), dotado de um termo-higrômetro digital (*data logger*), 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 e psicrômetro de funda, sendo todos os sete pontos de coleta georreferenciados com GPS. Para avaliação das condições atmosféricas dinâmicas, foram utilizadas imagens de satélite e cartas sinóticas da Marinha do Brasil e do CPTEC-INPE (Centro de Previsão do Tempo e Clima do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). E para a análise rítmica, foi utilizado o Gerador de Gráficos para Análise Rítmica de Borsonato e Borsonato (2014).

Figura 2.2 Estação automática e abrigo meteorológico.



Os dados coletados em campo, no dia 18/07/2017, foram temperatura do ar, temperatura do solo, umidade relativa, direção e intensidade do vento, nebulosidade e tipo de nuvens, altitude do ponto e coordenadas GPS. Para aferição, foram utilizados os dados da Estação Meteorológica Automática existente dentro da área do MHNJB (Figura 2.2), cujos dados disponíveis são de 2012 a 2017, e que também dispõe de registros de Precipitação e de Pressão atmosférica.

Os dados de Massas de ar foram obtidos por análise das imagens e cartas sinóticas do CPTEC e da Marinha, no período avaliado de junho a agosto de 2017 (JARDIM; MONTEIRO, 2014, p. 88). Para diferenciação entre as unidades microclimáticas será realizada uma triangulação entre os pontos amostrados com os termômetros manuais e as duas bases fixas para verificar as diferenças de temperatura e umidade relativa registradas no mesmo horário que os 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 (CONAMA 392/2007 e COPAM DN 73/2004), nos procedimentos técnicos de Cavalcanti (2014), Furlan (2009, p. 113) e Santos (2004), e em trabalhos de campo com observação e registro de dados sobre os seguintes parâmetros:

- a) **Estratificação:** são quatro os tipos de estratos identificados como piso florestal, sub-bosque, dossel e emergente, com indicação da altura média do dossel;
- b) **Forma de crescimento ou hábito:** refere-se à lenhosidade, sustentação e ramificação, além da presença de cipós, trepadeiras e/ou epífitas;
- c) **Porte:** se herbáceo, arbustivo ou arbóreo;
- d) **Cobertura vegetal:** é a projeção da copa das árvores, se fechada ou aberta; mas também pode se referir à área ocupada por uma espécie;
- e) **Composição florística:** são as espécies, gêneros e/ou famílias das plantas ocorrentes na área avaliada;
- f) **Dominância:** quantidade de indivíduos de determinada espécie na composição florística de uma dada área;
- g) **Uso da terra:** histórico de uso e ocorrências como desmate, queimadas, cultivos agrícolas, silvicultura, etc.;
- h) **Espécies indicadoras:** lista de espécies cuja ocorrência serve de parâmetro para indicar o estágio sucessional da fitofisionomia.

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 ou imagens, e em conversas com funcionários e pesquisadores do Museu.

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 baseadas 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, subsidiando a regionalização e diferenciação das unidades geoecológicas.

Ainda segundo Cavalcanti, os dados registrados em campo foram tabulados e importados por um SIG (QGIS, 2018), 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, 44 e 49). 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, p. 49). 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 metros quadrados);
- 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.

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:

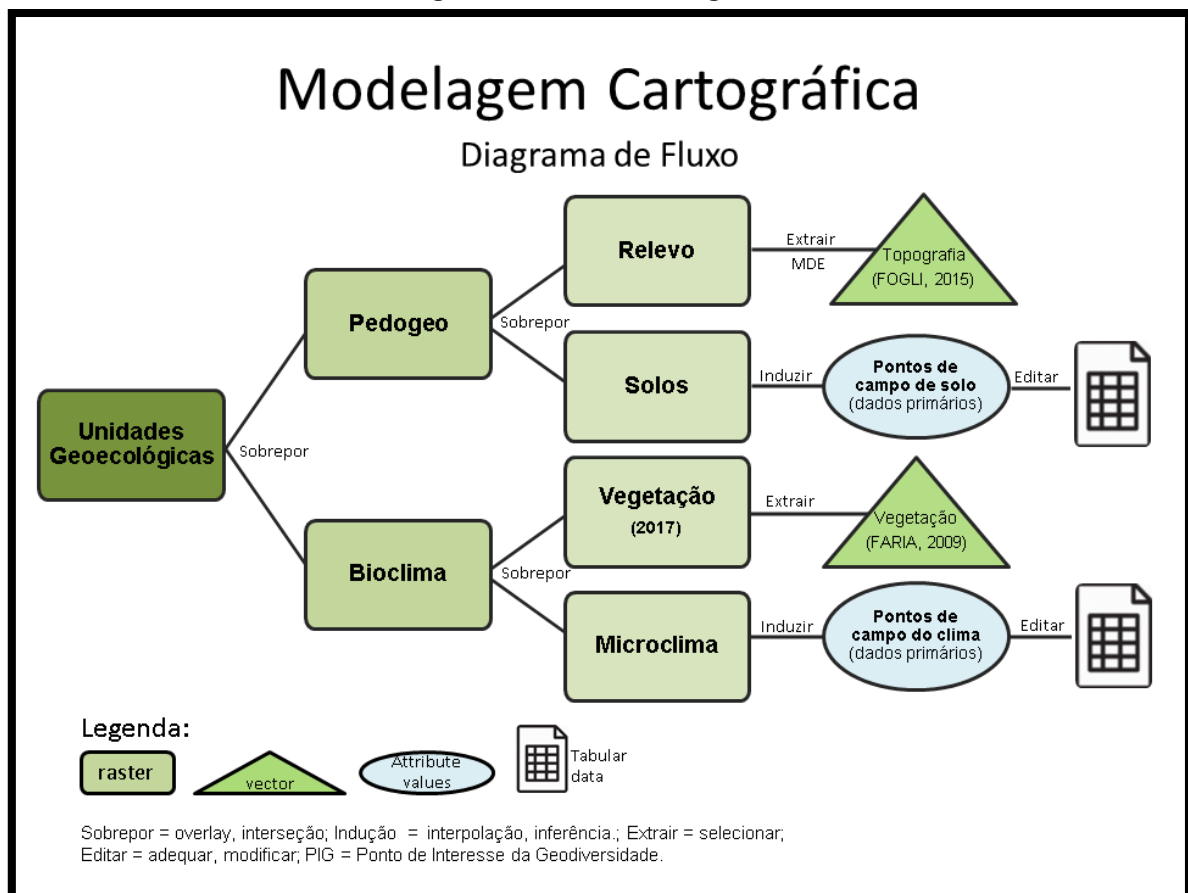
1. Modelo Digital de Elevação
2. Hipsometria escala 1:6.000
3. Declividade escala 1:6.000
4. Vegetação escala 1:6.000 (revisado e atualizado)

Mapas temáticos elaborados a partir de dados primários:

1. Microclima
2. Solos
3. Unidades Geoecológicas, escala 1:6.000
4. Geotrilha e Pontos de Interesse da Geodiversidade.

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 2.3.

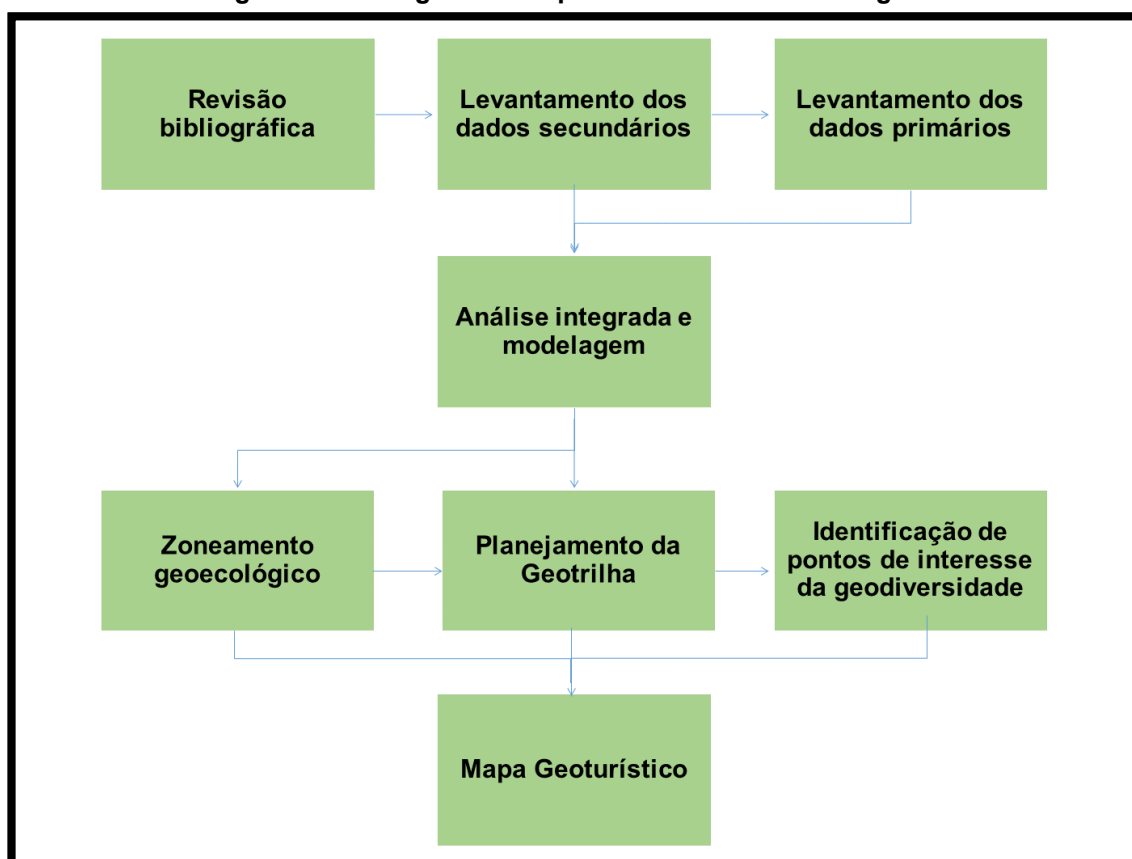
Figura 2.3 Modelo cartográfico.



A partir da representação das unidades num mapa, isto é, numa lógica zonal, foram discutidos caminhos para que essas unidades pudessem ser utilizadas como instrumentos para demonstrar as contribuições da Geoecologia para a abordagem da Geodiversidade no MHNJB. Esses investimentos consistiram em escolhas de novas formas de representação e de sua utilização em atividades educativas.

De forma sistemática, os procedimentos metodológicos estão resumidamente representados no fluxograma a seguir (Figura 2.4).

Figura 2.4 Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



O capítulo seguinte apresentará um diagnóstico dos fatores ambientais e a cartografia da paisagem da área escolhida para aplicação da metodologia.

3. ESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM: OS GEOFACTORES

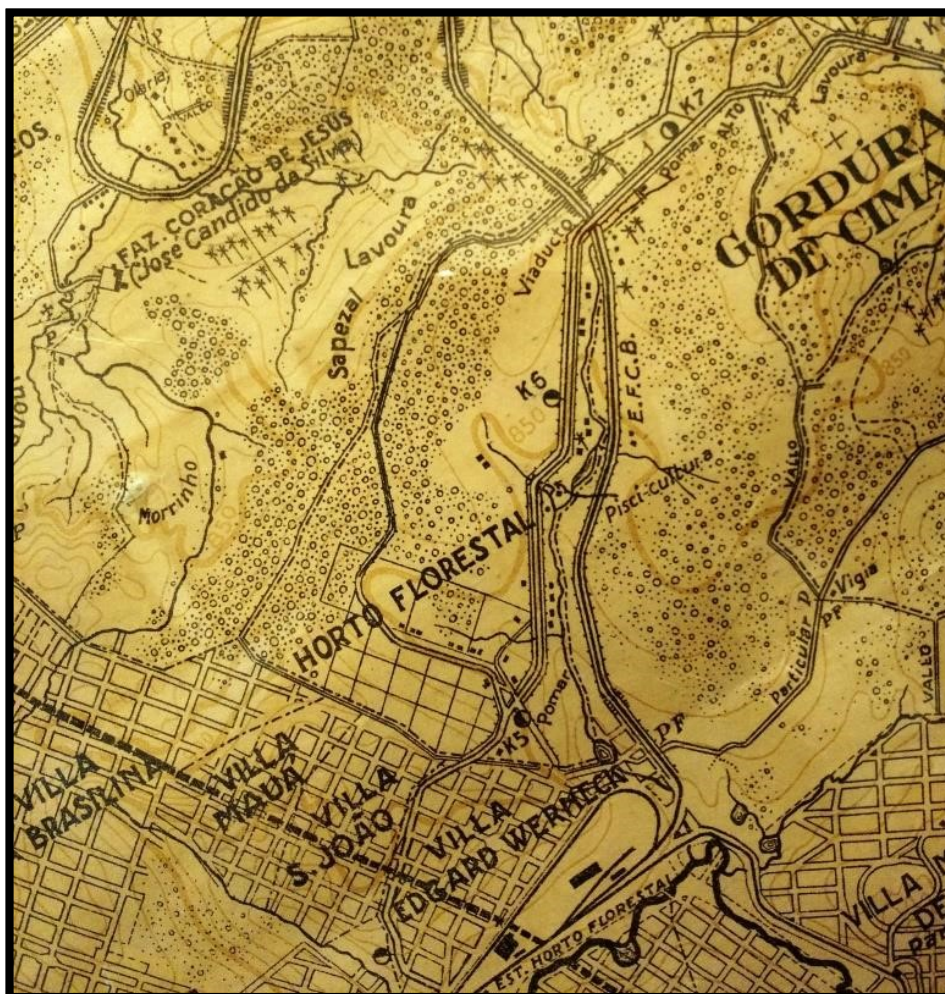
A cartografia da paisagem será apresentada nos itens seguintes, composta pela descrição e diagnóstico dos geofatores da área de estudo, e resultando na estruturação da paisagem. Estes fatores são história e intervenções, litologia, relevo, drenagens, clima, solos e flora.

3.1 A História

A área onde atualmente se localiza o MHNJB passou por diferentes usos sendo, até o início do século XX, ocupada por fazendas: Fazenda Cercado, Fazenda Guimarães, Fazenda Boa Vista, etc. O imóvel foi então adquirido pelo Governo do Estado de Minas Gerais quando da implantação da nova capital em 1897, a Cidade de Minas. A sua ocupação iniciou-se com a criação da Colônia Agrícola Córrego da Mata em 1898, depois chamada Colônia Américo Werneck. Neste período é que se tornou conhecido como Horto Florestal.

Por volta de 1912 funcionou como uma Estação Experimental de Agricultura (MHNJB, 2017). A história do bairro também tem ligação com a ocupação urbana, com os ferroviários, que trabalharam nas Oficinas da Estrada de Ferro Central do Brasil e na Estação Horto Florestal a partir da década de 1920 (PBH, 2017). A Figura 3.1 mostra um trecho do mapa do Município de Belo Horizonte de 1936, elaborado pela Secretaria de Agricultura e que está em exposição no Centro de Referência em Cartografia Histórica, no Palacinho. Nela podemos perceber que naquele período já existiam as parcelas de plantios experimentais na porção sul da área e que havia uma faixa de vegetação nativa preservada ao longo do interflúvio onde está a atual av. José Candido da Silveira. O córrego do Museu ainda não tinha a lagoa artificial. Bem como o córrego Santa Inês estava em seu leito natural, sem a canalização, entre a Av. Gustavo da Silveira e a linha férrea da EFCB, até a Estação Horto Florestal na margem do Ribeirão Arrudas. Podemos perceber, também, a área coberta por vegetação natural a oeste da EFCB, onde veio a ser loteado o bairro Santa Inês.

Figura 3.1 Horto Florestal em 1936



Fonte: adaptado do mapa do Município de Belo Horizonte de 1936, escala 1:20.000.

Entre 1938 e 1947, pesquisadores da Secretaria de Agricultura encontraram material arqueológico nessa região, que por conta disso foi conhecido como Estação Arqueológica do Horto. Em 1947 a estação mudou de nome para Instituto de Experimentação e Pesquisa Agropecuárias. E, a partir de 1953, passou a funcionar o Instituto Agrônomo, levando à construção de um prédio de 530 m², com dois pavimentos, onde seriam localizados os laboratórios de Botânica, Citologia, Fisiologia, Silvicultura e Plantas Ornamentais. Esse prédio, a atual Casa Vermelha (Figura 3.2), é ocupado hoje pela Secretaria Administrativa do Museu, um auditório e pela Biblioteca, todos no segundo pavimento, e pela sala de exposição Ciências da Vida no primeiro.

Figura 3.2 Casa Vermelha - Sede do MHNJB.



Também foram construídas casas para os técnicos do Instituto que, mantidos pelo Estado, ali passaram a residir com suas respectivas famílias. Atualmente, essas casas encontram-se ocupadas pelos Centros de Pesquisa do MHNJB como, por exemplo, as casas Azul, Amarela e Branca (Figura 3.3) ocupadas respectivamente pelos centros de Paleontologia, Arqueologia Histórica e Patrimônio Geológico.

Figura 3.3 Casa Azul, Amarela e Branca.



A casa do diretor do Instituto ficou sendo o antigo Palacinho (Figura 3.4) 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).

Figura 3.4 Palacinho, (atual Centro de Referência em Cartografia Histórica).



Com a extinção do Instituto Agrônomo em 1968, a área foi dividida em várias partes com diferentes entidades, que foram FEBEM, SERPRO, SENAI, CETEC e UFMG. O Museu de História Natural foi criado pelo Decreto-Lei N.º 62.317 de 28 de fevereiro de 1968, em comodato entre o Estado de Minas e a Universidade Federal de Minas Gerais, tendo sido aberto ao público em 1969. Em 1973, ocorre nova adição de terreno com 150.000 m² de mata nativa para a composição do Jardim Botânico, que não existia no projeto inicial. E em 1978 houve o fim do comodato com a doação do imóvel com cerca de 60 hectares para a UFMG.

O último registro histórico foi o reconhecimento oficial como Jardim Botânico, cumprindo as determinações contidas na Resolução Conama nº 339 de 25/09/2003, pelo Ministério do Meio Ambiente, que ocorreu em 2010. Além do MHNJB/UFMG, a área, onde originalmente funcionou o Instituto Agrônomo, foi repartida e no local encontram-se atualmente o SENAI Horto, SERPRO, duas escolas públicas, um centro socioeducativo e o Plug Minas (PBH, 2017; MHNJB, 2017). A Figura 3.5 resume esse histórico em uma linha do tempo com as principais datas.

Figura 3.5 Linha do tempo do MHNJB



O espaço abriga ainda o famoso e centenário Presépio do Pípiripau (Figura 3.6 Presépio Pípiripau.Figura 3.6), considerada uma das obras de arte popular mais importantes de Minas Gerais, transferido para o Museu em 1976 (PRATA, 2015. p. 62).

Figura 3.6 Presépio Pipiripau.

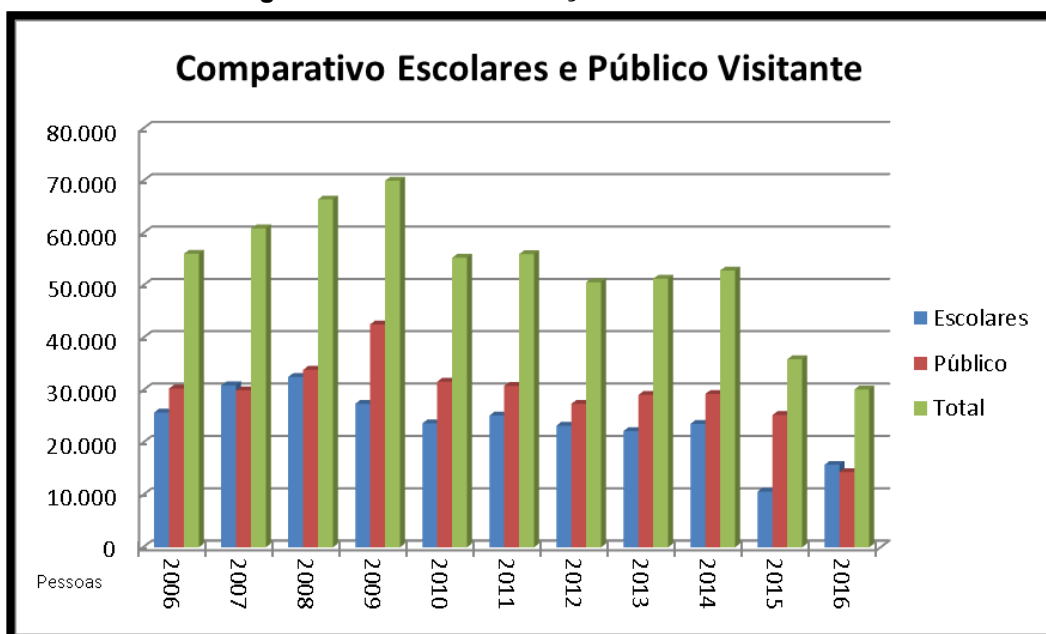


O MHNJB possui atualmente uma função sociocultural e de apresentação científica para o público com atividades de interpretação e educação ambiental. O público principal de visitação são escolas, especialmente do ensino fundamental (municipais e particulares), além de universidades e público espontâneo.

De forma a compreender o perfil do público visitante e obter dados de controle, o Centro de Apoio e Extensão (Cenex) e o Centro de Visitantes do Museu realizam contagem mensal do público presente (Figura 3.7), revelando um número expressivo de visitantes, mas que vem caindo ao longo dos anos. Havia um crescimento no número de visitantes até 2009. Porém, nos anos seguintes, o público foi diminuindo e 2016 apresentou menos da metade do público de 2009. Talvez pelo fechamento do Presépio para reformas, ou pelas mudanças de diretoria e/ou outros aspectos operacionais como bolsas de monitoria, contenção de despesas, etc.

Além desses dados quantitativos, o Cenex, que coordena os monitores, alunos de graduação da UFMG, que orientam o público nas atividades, realiza o preenchimento de pesquisas qualitativas para avaliar os roteiros apresentados e a qualidade e eficiência profissional dos monitores.

Figura 3.7 Dados de visitação entre 2006 e 2016.



Fonte: CENEX, MHNJB-UFMG, 2017.

A visitação mesclando atrativos naturais e culturais é muito interessante. Segundo Caldeira (2014. p. 133), o turismo se enriquece ao permitir que o visitante tenha contato com manifestações artísticas e culturais nos locais que visita, e que ele sente prazer em conhecer as paisagens naturais, mas também em ter acesso a informações sobre patrimônio cultural destes destinos. E que isso é fundamental para que o turismo se realize de modo completo.

3.2 As rochas

Segundo Silva *et al.* (1995. p. 27), a região do MHNJB abrange o domínio litoestratigráfico do Complexo Belo Horizonte, incluindo também as formações superficiais sobrepostas. Além desses, rochas intrusivas ocorrem como diques e veios de quartzo.

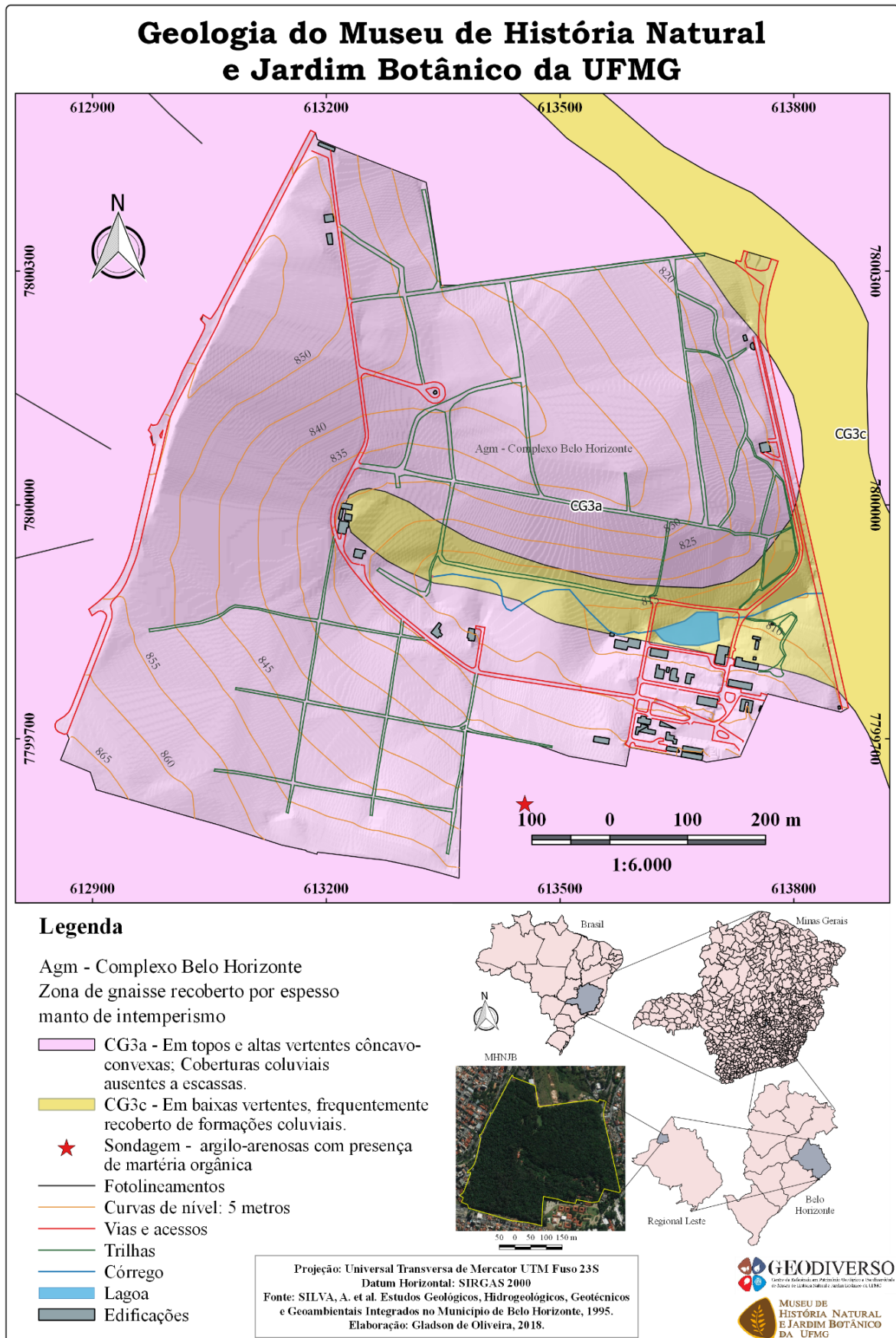
O Complexo Belo Horizonte compreende um grupamento litológico típico do embasamento cristalino, ou Complexo Granito-gnáissico, de idade arqueana entre 3200 e 2600 Ma (milhões de anos). Suas rochas mais características são os gnaisses cinzentos com bandamento composicional, com cristais milimétricos a centimétricos, organizados em bandas, constituindo a foliação gnáissica. Essas rochas são conhecidas como Gnaisse Belo Horizonte (SILVA *et al.* 1995. p. 21) e perfazem cerca

de 70% do município homônimo. Podem ainda ocorrer variações locais com termos mais específicos, como gnaisses migmatíticos, biotita gnaisses e migmatitos (CARVALHO, 2001. p. 41). As rochas intrusivas, máficas e ultramáficas, de várias idades, podem ocorrer na forma de diques e *sills* (soleiras), intrudidas nestes gnaisses. Também podem ocorrer veios de quartzo e domos graníticos (*plug*).

Recobrando descontinuamente o Complexo Belo Horizonte, ocorrem os depósitos cenozóicos, por vezes tratados como Domínio das Formações Superficiais, com sedimentos terciários e quaternários, representados por colúvios, alúvios e depósitos torrenciais. Estas coberturas ocorrem de forma residual e de espessura variada, sendo mais espessas e silto-argilosas nas áreas de relevo mais suave, e mais delgadas nas áreas de topo, declivosas ou de afloramentos (SILVA *et al.* 1995. p. 26 e 27).

Inserido no contexto regional, a área do Museu contém majoritariamente a presença do Gnaiss Belo Horizonte como litótipo mais característico, bem como coberturas aluvio-coluvionares nas bordas do canal fluvial central (Figura 3.8). Seguindo os lineamentos de fraturas indicadas no mapa do relatório Estudos Geológicos de SILVA *et al.* (1995), o córrego do Museu parece alojar-se em uma fratura que não foi identificada, mas que apresenta indícios de ser a continuidade de lineamentos que estão a oeste da área de estudo.

Figura 3.8 Geologia do MHNJB.



O reconhecimento de campo revelou a presença de poucos afloramentos de gnaisses, considerando que esse se encontra profundamente intemperizado e transformado em solo. Ainda assim, existe uma área em que alguns blocos se encontram aparentes, motivado pela presença de feições erosivas, como ravinas. Uma investigação mais detalhada dessa área permitiu também a identificação de veios de quartzo intrudidos no gnaisse, bem como zonas de alteração hidrotermal no contato entre estes veios e a rocha encaixante. Essas áreas exibem um material esbranquiçado, com bandamento ainda discernível, mas com textura siltosa (Figura 3.9), composto basicamente por minerais micáceos, como a sericita.

Figura 3.9 Rocha presente na zona de alteração hidrotermal.



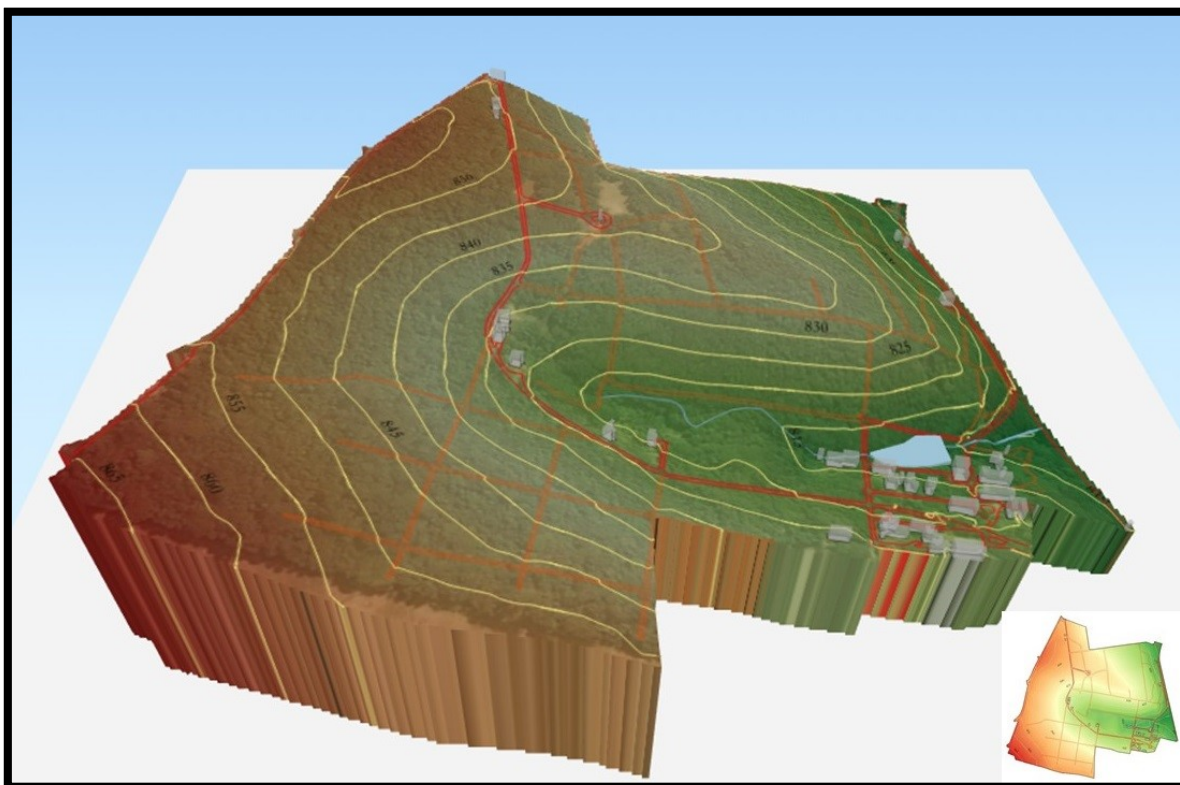
Tal como já observado no Complexo Belo Horizonte (SILVA *et al.* 1995), os materiais descritos acima, na sequência em que se apresentam, indicam zonas de cisalhamento onde a penetração de fluidos hidrotermais foi capaz de alterar o gnaisse preexistente. Esse tipo de transformação demarca com clareza o sistema de contato (MEUNIER, 1980), isto é, processos de transformação mineral que ocorrem em níveis profundos, onde domina a rocha sã, compacta, sem rede fissural. Nesse caso os minerais primários da rocha encaixante, o gnaisse, estão unidos e os planos de sutura fechados. Há, por fenômenos de ordem geológica, o contato local com H₂O em redes de discontinuidades por meio de difusão lenta. Como essas condições envolvem a dissociação da água, muitos minerais são alterados numa condição que é adjetivada como “metamórfica”. Por tais motivos, a presença de micas tão finas indica uma alteração prévia de feldspatos existentes, sobretudo dos plagioclásios, caracterizando a ocorrência do processo de sericitização.

3.3 O relevo e os rios

A área do MHNJB está inserida na unidade morfoescultural da Depressão Belo Horizonte, que é uma depressão com contato do tipo periférico (BARBOSA e RODRIGUES, 1965), totalmente esculpida sobre os gnaisses do Complexo Belo Horizonte. Há um contato abrupto entre o complexo gnáissico e as rochas metassedimentares do Quadrilátero Ferrífero a sul, e com as rochas carbonáticas e metassedimentares do Grupo Bambuí, a norte.

Nesta depressão sobressaem colinas de topo plano a arqueado com encostas côncavo-convexas, formadas pela dissecação fluvial, com altitude média variando entre 800 e 900 metros. Depósitos coluviais alojam-se nas partes baixas das vertentes e conectando-se com os sedimentos aluviais. Isto faz com que as drenagens formem vales amplos e de fundo chato. Sistemas de juntas e fraturas seccionam a Depressão e suas colinas, segundo direções variadas (SILVA *et al.* 1995. p. 26). Geomorfologicamente, o Museu é um retrato fiel deste contexto, alojando-se numa encosta côncavo-convexa orientada para leste (Figura 3.10).

Figura 3.10 MDE da área do MHNJB.



Fonte: FOGLI (2015) e QGIS (2018).

O topo da encosta está entre as cotas 868 e 858 metros de altitude, ao longo da Rua Conselheiro Lafaiete e da Avenida José Cândido da Silveira. Estas ruas estão exatamente no interflúvio entre o Córrego da Cachoeirinha, a oeste, e o Córrego Santa Inês, a leste, canalizado em 1974 sob a Rua Conceição do Pará. Esses canais são afluentes do Ribeirão Arrudas.

Com base no levantamento topográfico (Figura 3.11), foi elaborado o Mapa Hipsométrico (Figura 3.12) e de Declividade (Figura 3.13). A análise destes permite verificar uma amplitude altimétrica de 70 m na área do Museu, bem como sua inserção no intervalo de cotas (805-868 m) típicas da Depressão de Belo Horizonte. Além disso, a classe de declividade predominante na área do Museu é de 3-8%, indicando relevo suave ondulado, característica do contexto colinoso em que se insere. Em apenas um segmento de vertente, localizado na margem esquerda do canal fluvial, ocorrem um relevo ondulado a forte ondulado, com declividades que chegam a 45%. Essa área coincide com os afloramentos de veios de quartzo e demais produtos da alteração hidrotermal dos gnaisses, demarcando mais um traço característico do contexto regional. Trata-se de um controle litoestrutural das vertentes no interior da Depressão de Belo Horizonte, já assinalada por Barbosa e Rodrigues (1965), e que explica as anomalias de declividade em muitas áreas desta unidade geomorfológica.

É comum que em áreas relativamente homogêneas do ponto de vista litológico, as condições de circulação da água e, conseqüentemente, pedogênese e morfogênese, sejam alteradas pela influência de corpos intrusivos e zonas falhadas ou fraturadas. Essas influências ocorrem principalmente na criação de gradientes hidráulicos, que ora podem evitar o aprofundamento do manto de alteração, ora podem facilitar o escoamento superficial. Além disso, os veios de quartzo são bastante resistentes às alterações geoquímicas, criando, no interior da cobertura pedológica, zonas de descontinuidade física. Todo esse conjunto de aspectos pode ter como resultado o condicionamento geomorfológico das vertentes, com rampas mais longas e suaves em áreas de maior aprofundamento do manto de alteração, sob gnaisses, e rampas mais declivosas em áreas com influências de veios de quartzo.

Figura 3.11 Mapa topográfico do MHNJB.

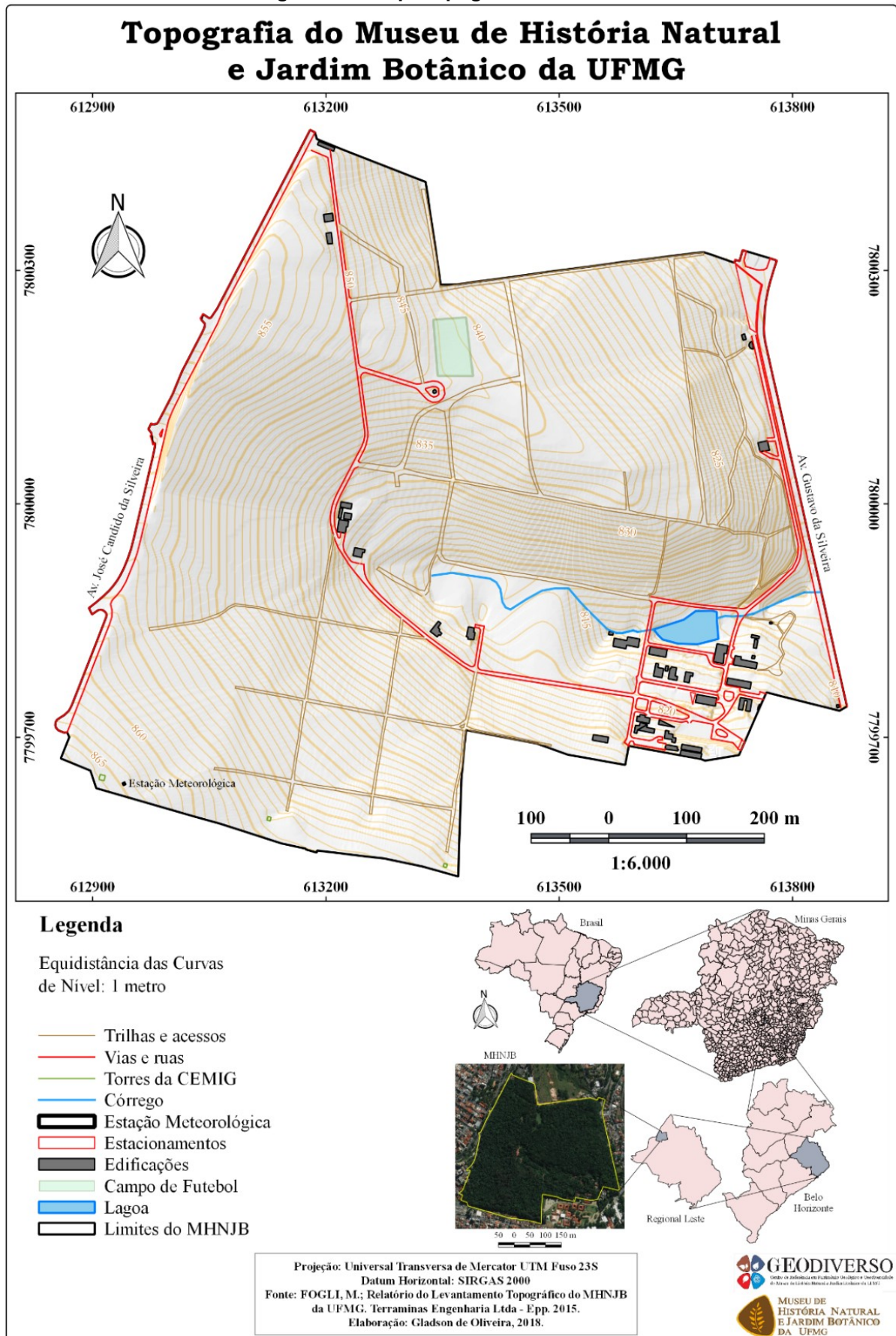


Figura 3.12 Mapa Hipsométrico do MHNJB.

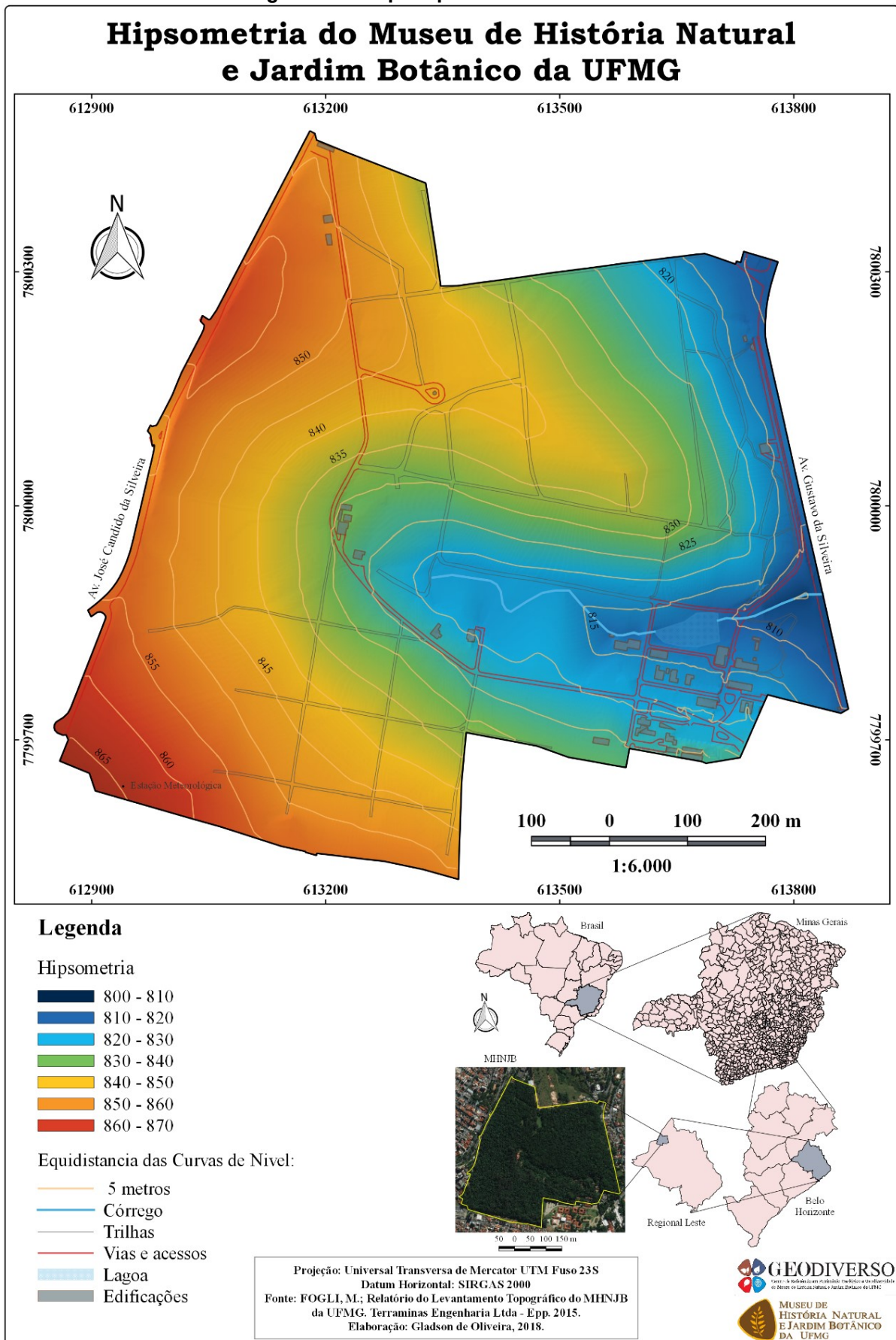
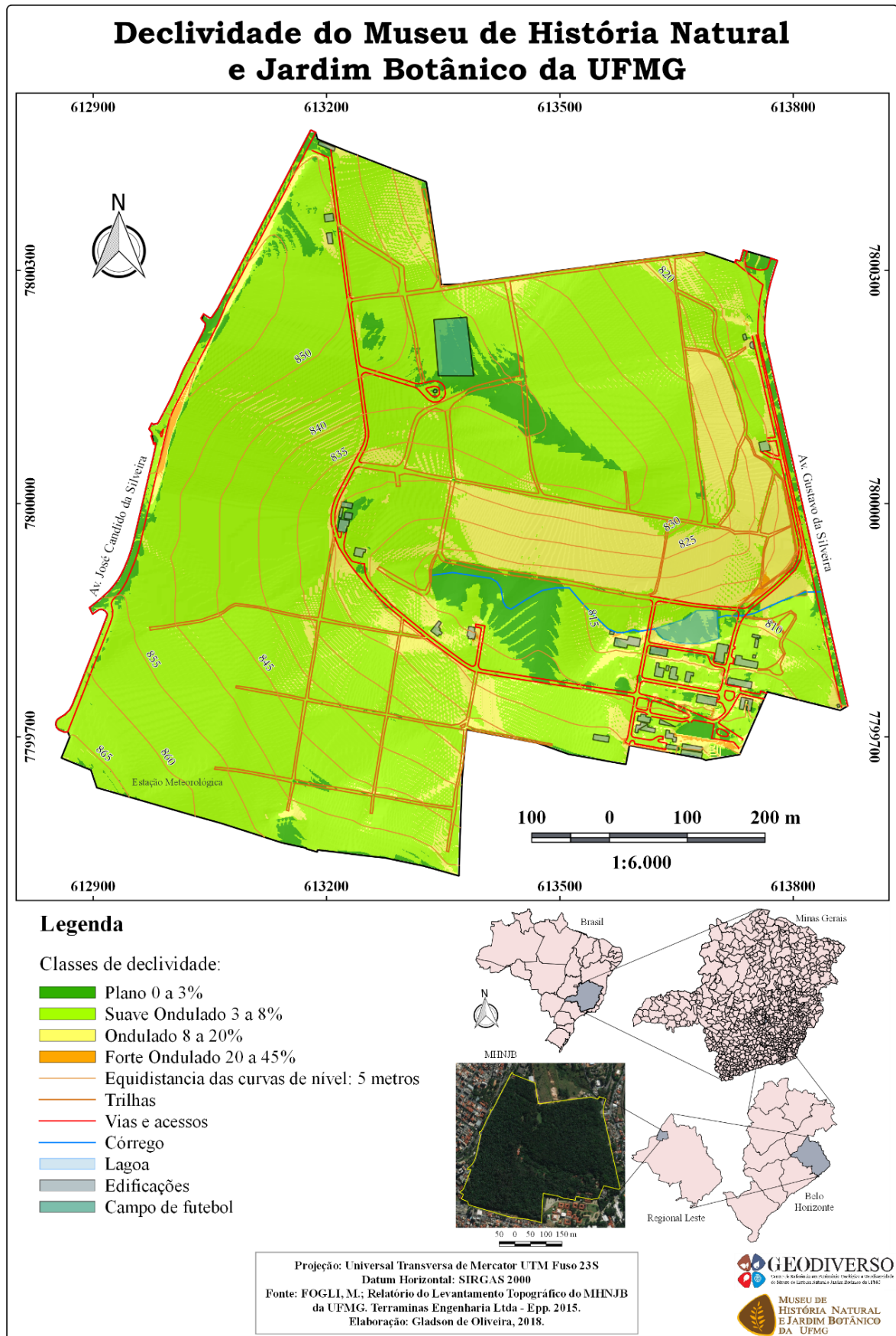


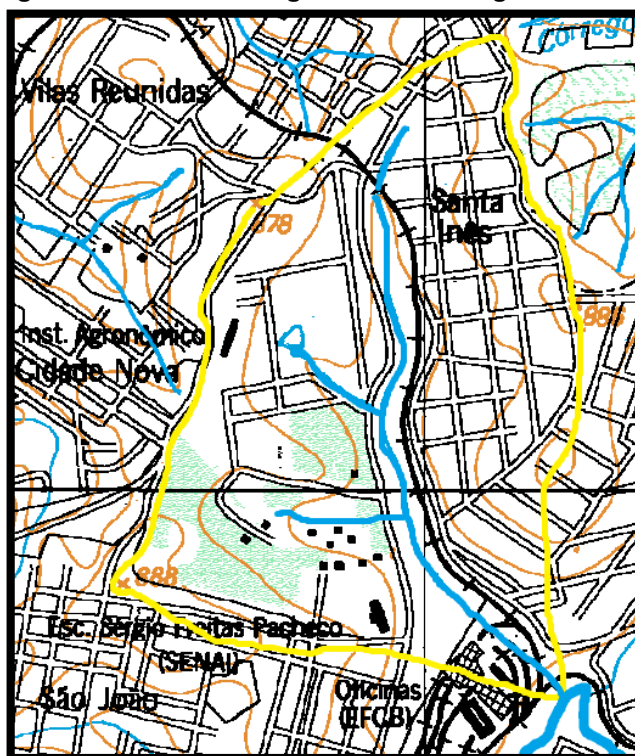
Figura 3.13 Mapa de declividade do MHNJB.



Considerando a hidrografia, o único curso de água dentro dos limites do Museu, um canal de primeira ordem sem nome na cartografia oficial, tem a nascente na cota 818 m, ao norte do Palacinho. Seu fluxo corre na direção oeste-leste, alimenta a lagoa do Museu, chamada Lagoa da Paineira, e sai da propriedade por um bueiro sob a Rua Gustavo da Silveira, na cota 805 m, desaguando no Córrego Santa Inês.

A única representação disponível para o Córrego Santa Inês data de 1979, confeccionada cinco anos após sua canalização. A bacia deste curso d'água, assinalada em amarelo na carta (Figura 3.14), mostra seu formato assimétrico, com interflúvios bastante descaracterizados na atualidade pelas estruturas urbanas. O padrão de drenagem da bacia é do tipo dendrítico, sendo o canal do tipo retilíneo e de fundo chato. A expansão das redes de circulação imprimiu forte transformação dos cursos d'água, agora constituindo canais fluviais retificados, sendo dificilmente discerníveis na paisagem atual.

Figura 3.14 Bacia hidrográfica do Córrego Santa Inês.



Fonte: Carta Topográfica IBGE, Folha Belo Horizonte de 1979, escala 1:50.000.

A Figura 3.15 apresenta a área da bacia fora do MHNJB, reiterando a dificuldade de visualização da existência de um curso d'água no local. Isso demonstra que a preservação do canal no interior do Museu não representa apenas a manutenção das condições de circulação da água, mas também a preservação de

uma “memória fluvial” da paisagem, hoje tão ameaçada nas cidades, em que os rios são cada vez mais invisíveis (BAPTISTA e CARDOSO, 2013).

Figura 3.15 MHNJB visto da Estação Santa Inês.



3.4 Os solos

A gênese do solo está relacionada à interação entre os fatores clima, material de origem, organismos e relevo, cujo desenvolvimento é expresso em uma escala temporal e pela intervenção das ações socioeconômicas e culturais. Os processos pedogenéticos envolvem transferências de matéria e energia, tanto na interface solo-atmosfera quanto no interior de seu próprio corpo e são fortemente condicionados pelo relevo (MANFREDINI et al. p. 86). Para enfatizar esse aspecto tridimensional, a forma externa do solo foi chamada de Pedoforma (solo+topografia) e é uma das características mais visíveis do solo, junto com a cor, constituindo a “*pedopaisagem*” (RESENDE et al. 2014. p. 66). O fator tempo tem estreita relação com a evolução do relevo quanto ao período de exposição aos agentes bioclimáticos, pois geralmente as áreas elevadas e suaves têm os solos mais antigos, enquanto que os mais jovens estão “*nas partes rejuvenescidas da paisagem*”, onde o relevo é mais acidentado (RESENDE et al., 2014. p. 152).

A pedoforma típica da área de estudo é convexo-convexa (**XX**) (conforme Figura 3.16), ou seja, a curvatura da curva de nível é convexa e a inclinação do perfil, perpendicular à curva, também, sendo esta uma feição favorável a formação dos Latossolos.

Figura 3.16 As nove pedoformas básicas e suas combinações.

Curvatura (Nível)	Perfil (Inclinação)		
	X	L	C
C			
L			
X			

(a)
Convexo-Convexa (XX)

(b)
Cõncavo-cõncava (CC)

Fonte: RESENDE et al., 2014. p. 68.

Uma laranja cortada ao meio apresenta do lado de fora uma forma convexo-convexa (RESENDE *et al.*, 2014. p. 67 e 192), que remete ao domínio morfoclimático dos “mares de morros” florestados de Ab’Saber (2003. p. 16 e 29). O processo erosivo, que é a busca por um ponto de equilíbrio, desconstrói a forma convexo-convexa através do processo de ravinamento, como o que ocorre no Museu na área de influência do canal fluvial. Isso permite a formação de um anfiteatro com o fundo preenchido por sedimentos erodidos das bordas.

De acordo com o levantamento pedológico realizado, existem cinco classes de solos na área do MHNJB. Nas figuras e tabelas que se seguem são apresentados sua distribuição (Figura 3.17 Mapa de solos do MHNJB.), aspectos morfológicos (Figura 3.18), atributos físicos (Tabela 3.1 Atributos físicos dos solos do MHNJB) e químicos (Tabela 3.2 Atributos químicos dos solos do MHNJB.).

a) LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico - LV

Ocupando 41,4% da área, é um solo mineral com horizonte Bw profundo, com mais de 150 cm, cor Vermelho 2.5 YR 5/6, estrutura em blocos subangulares grandes e muito grandes que se desfazem em grânulos, poros muitos e muito pequenos. É um solo bem drenado, que ocorre nas áreas de topo de colina em relevo majoritariamente suave ondulado (3 a 8%), sobre material intemperizado do gnaiss.

Figura 3.17 Mapa de solos do MHNJB.

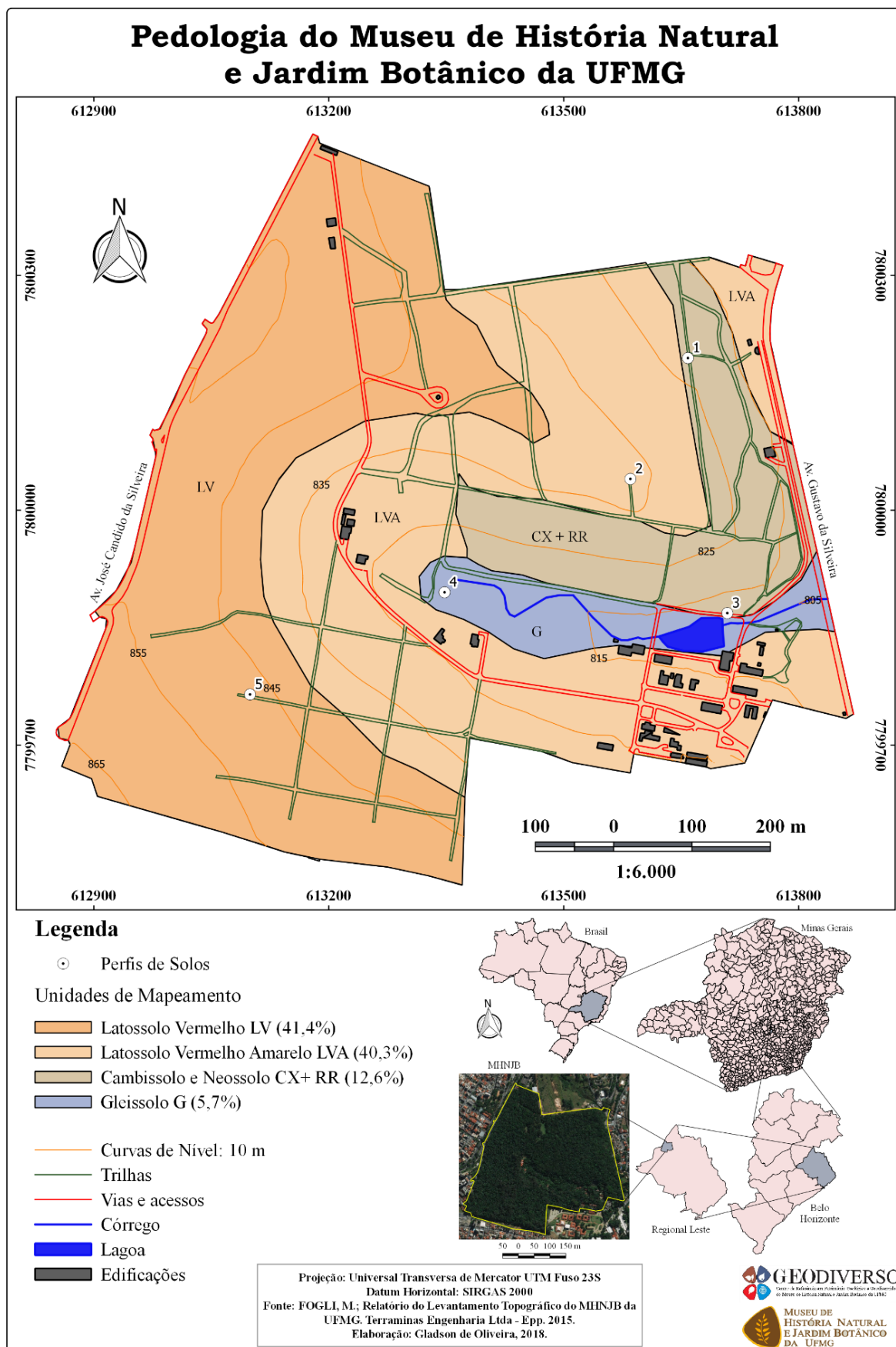


Figura 3.18 Aspectos morfológicos dos solos do MHNJB.



Tabela 3.1 Atributos físicos dos solos do MHNJB

Perfil	Horiz.	Prof. (Cm)	< 2mm					Silte/Argila	Classe Textural
			Areia Grossa	Areia fina	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	

b) LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico – LVA

Abrange 40,3% da área, apresenta horizonte Bw profundo, com mais de 160 cm, cor vermelho-amarelado 5YR 5/8, estrutura em blocos angulares grandes e muito grandes que se desfazem em granulos, poros comuns. Solo bem drenado a moderadamente drenado, que ocorre nas áreas de meia encosta em relevo plano (0 a 3%) a suave ondulado (3 a 8%), sobre material intemperizado de gnaiss.

c) CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico – CX

Ocupa 12,6% da área, em associação com Neossolo. É solo mineral com horizonte B incipiente, com 50 cm de espessura, cor vermelho 2.5 YR 5/8, estrutura em blocos angulares médios a grandes, poros muitos e muito pequenos e pequenos, transição entre horizontes abrupta e ondulada. É um solo bem a moderadamente

Tabela 3.2 Atributos químicos dos solos do MHNJB.

Perfil	Hor.	Prof.	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO
		(Cm)	(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³					(%)	dag/kg				
P1 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico	A	0-24	4,12	1,6	42	0,37	0,10	1,65	6,6	0,58	2,23	7,18	8,1	74,0	2,86
	AC	24-31	4,25	0,0	14	0,09	0,03	1,27	2,9	0,16	1,43	3,06	5,2	88,8	1,24
	C	31-120+	4,25	0,1	32	0,42	0,09	0,97	2,2	0,59	1,56	2,79	21,1	62,2	1,49
P2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	A	0-33	3,83	1,6	25	0,38	0,09	2,24	6,9	0,53	2,77	7,43	7,1	80,9	3,48
	Bw	33-160+	4,02	0,0	4	0,17	0,03	1,36	3,2	0,21	1,57	3,41	6,2	86,6	1,24
P3 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	A	0-46	3,90	0,5	17	0,42	0,06	1,65	5,1	0,52	2,17	5,62	9,3	76,0	2,24
	Bi	46-97	4,06	0,0	10	0,19	0,04	1,56	3,5	0,26	1,82	3,76	6,9	85,7	1,24
	C1	97-167	4,06	0,1	13	0,55	0,05	1,27	2,9	0,63	1,90	3,53	17,8	66,8	1,12
	2C2	167-220+	4,08	0,6	21	1,37	0,09	0,88	4,2	1,51	2,39	5,71	26,4	36,8	2,49
P4 – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	Ap	0-17	4,72	16,4	52	3,79	0,40	0,10	5,1	4,32	4,42	9,42	45,9	2,3	3,73
	Acg	17-20	4,77	14,3	52	3,15	0,23	0,10	5,8	3,51	3,61	9,31	37,7	2,8	3,23
	Cg1	20-34	4,67	4,8	63	2,19	0,13	0,19	3,7	2,48	2,67	6,18	40,1	7,1	2,11
	Cg2	34-47	4,57	11,0	43	2,65	0,21	0,58	8,8	2,97	3,55	11,77	25,2	16,3	3,73
	Cg3	47-90+	4,38	11,6	37	2,16	0,24	0,78	6,7	2,49	3,27	9,19	27,1	23,9	3,48
P5 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico	A	0-28	4,17	1,6	31	0,18	0,07	1,36	5,9	0,33	1,69	6,23	5,3	80,5	2,86
	AB	28-40	4,16	0,3	21	0,16	0,06	1,07	3,9	0,27	1,34	4,17	6,5	79,9	1,87
	Bw	40-150+	4,04	0,0	10	0,14	0,04	0,78	2,9	0,21	0,99	3,11	6,8	78,8	1,24

drenado, ocorrendo nas áreas de baixa vertente, em relevo ondulado (8 a 20%), diretamente sobre gnaiss ou sobre material de colúvio na base da vertente. O horizonte C é profundo, entre 97 e 220+ cm, não pedregoso e não rochoso; C1 com cores variegadas, matriz amarela com mosqueado vermelho e marrom; e 2C2 matriz marrom com poucos mosqueados vermelhos e amarelos; variando de Amarelo-brunado 10 YR 6/8 a Bruno-avermelhado 5 YR 5/3. Os aspectos morfológicos do horizonte 2C2 sugerem um horizonte enterrado, o que reforça a natureza alóctone do material de origem.

d) NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico – RR

É um solo mineral sem horizonte B (A-AC-C). O Horizonte A tem profundidade entre 0–24 cm, cor Bruno 7.5 YR 4/4, textura franco-argilosa, cascalhento e com calhau angular. O horizonte C é espesso 31-120+ cm, cor vermelho-amarelado 5 YR 5/8 na matriz, mas com saprolito da rocha alterada resultante da presença de veios de quartzo, de cor 2 YR 8/3; estrutura em blocos angulares pequenos e médios; poros comuns e muito pequenos. Solo bem drenado, que ocorre nas áreas de media a baixa vertente, relevo ondulado (8 a 20%). Horizonte A Pedregoso, AC e C ligeiramente rochoso.

e) GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico – GX

Cobrindo 5,7% da área, o Gleissolo é um solo mineral hidromórfico com horizonte A, entre 0 a 20 cm, Bruno muito escuro 10YR 2/2, sobrejacente a horizonte C glei com espessura de mais de 70 cm, entre 20-90+ cm, de cor cinzento muito escuro, 10 YR 3/1, presença de cascalho com seixos angulosos de quartzo, estrutura maciça, poros comuns e muito pequenos e transição gradual e irregular. É um solo muito mal drenado, que ocorre nas áreas de fundo de vale, em relevo plano (0 a 3%), em cobertura aluvio-coluvionar. Não pedregoso, mas ligeiramente pedregoso no C2, e com presença de pequenos fragmentos de carvão, o cascalho no C2 com seixos angulosos de quartzo; C1 com mosqueado e carvão. O horizonte C1, entre 20-34 cm, de transição tem cor Bruno forte 7.5 YR 4/6, e mosqueado cor 2.5 YR 4/6 com pontos de carvão, transição abrupta e plana.

Fisicamente, predomina a textura argilosa nos solos estudados, principalmente naqueles mais desenvolvidos, como no horizonte Bw dos Latossolos.

Os Neossolos e Cambissolos apresentam a influência da areia em sua composição, consequência da presença dos veios de quartzo entremeados no material de origem, bem como do menor grau de alteração dos minerais primários. A jovialidade destes solos é corroborada pelos mais altos valores da relação silte/argila, principalmente no horizonte C do P1. A maior variação granulométrica foi identificada no Gleissolo, que inclui desde horizontes argilosos, com quase 50% de argila, até horizontes com textura franco-argilo-arenosa, com valores próximos de 33% de argila. Esse fato corrobora com a natureza alóctone do material de origem dos solos hidromórficos, incluindo o soterramento do horizonte A.

Quimicamente, os solos são majoritariamente distróficos, apresentando alta saturação por alumínio e baixa CTC. O pH foi quase sempre ácido, com valores muito baixos para alguns horizontes, como o horizonte superficial de P2 e P3. Além do alto grau de intemperismo, capaz de produzir acidez a partir da hidrólise do alumínio, a matéria orgânica também tem um papel na acidificação dos solos. Nenhum solo apresentou caráter eutrófico. Porém, em três situações foi observado um pequeno aumento na saturação por bases. O primeiro caso refere-se ao horizonte menos alterado, saprolítico, das rochas afetadas pela alteração hidrotermal. A mineralogia deste horizonte deve conter aluminossilicatos na forma de minerais micáceos, como a sericita, cuja alteração é capaz de liberar cátions para o sistema de troca. A segunda situação refere-se a alguns horizontes superficiais enriquecidos em matéria orgânica, igualmente capaz de adsorver cátions no seu complexo de troca. Por fim, a terceira situação, e mais expressiva, refere-se ao Gleissolo.

Em todos os horizontes o maior conteúdo de bases se deve à posição deste solo na paisagem, que propicia à acumulação absoluta de bases lixiviadas das partes mais altas do relevo. É comum que o transporte geoquímico ao longo da vertente faça com que os solos de várzea sejam quimicamente mais ricos que os solos das partes altas. A mesma interpretação pode ser feita com os teores de P, acrescido do fato de que o maior conteúdo nos horizontes superiores é um indicador do uso destes solos para a agricultura, certamente influenciada pela adição de fertilizantes fosfatados. O conteúdo de matéria orgânica é mais alto nos horizontes superficiais e ao longo de todo o perfil do Gleissolo. No Cambissolo uma anomalia de matéria orgânica em profundidade confirma a presença de um horizonte enterrado, reiterando a origem coluvionar para o material de origem deste solo.

3.5 A cobertura vegetal

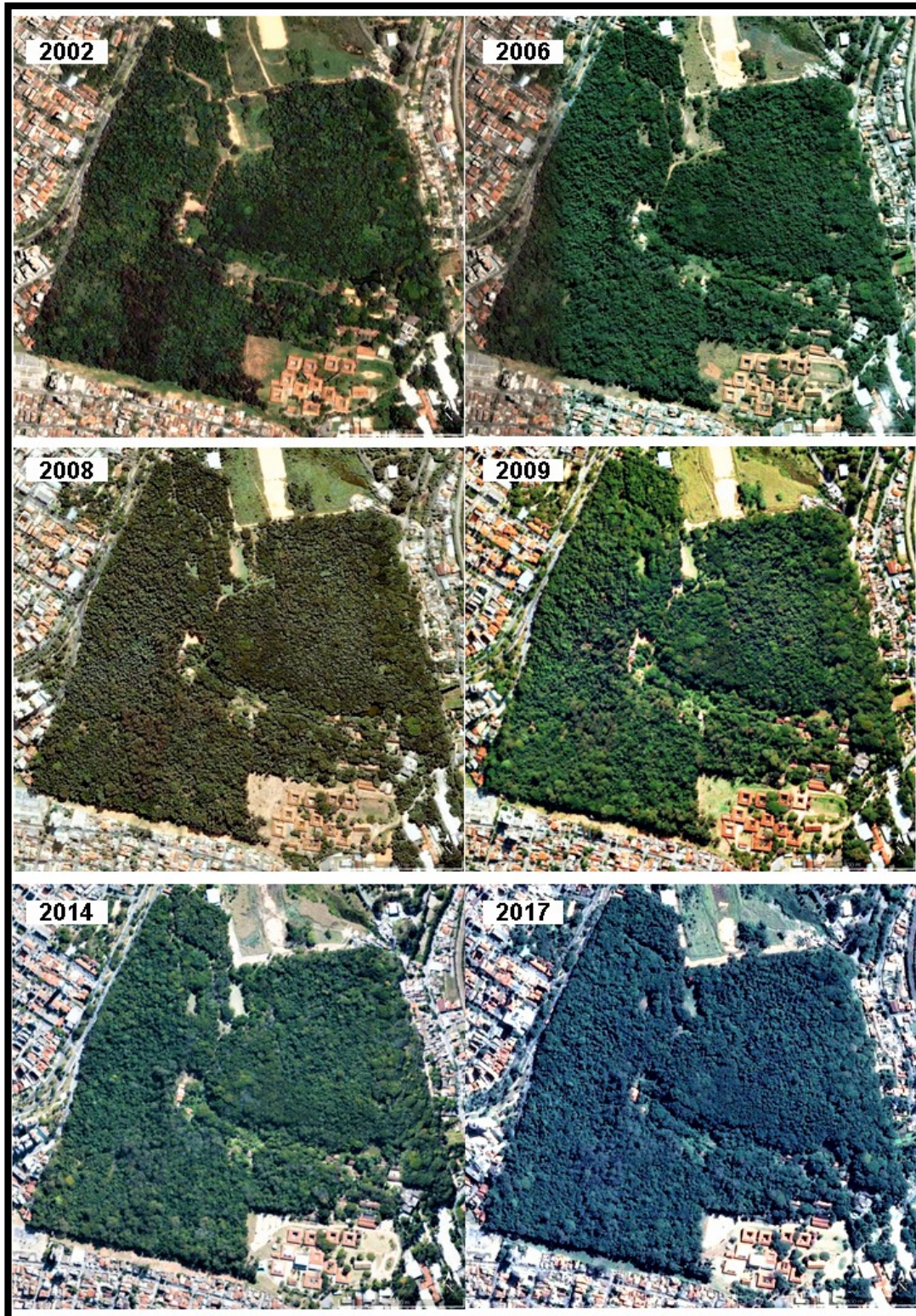
Segundo Santos (2004, p. 90), mapear a vegetação é importante para mostrar a distribuição, fragmentação, forma e heterogeneidade espacial dos remanescentes florestais. O MHNJB representa a terceira maior área verde urbana do município de Belo Horizonte, com 60 ha de Floresta Estacional Semidecidual (antiga Floresta Tropical Subcaducifolia), nas formações submontana a montana, na faixa entre 800 m e 900 m de altitude (IBGE, 1997, p. 113). Localizado na porção ocupada originalmente pelo bioma Mata Atlântica, mas em uma zona de transição com o Cerrado, a área tem papel fundamental na manutenção da qualidade ambiental no meio urbano (FARIA et al, 2009; MAGALHAES, 2013, p. 57).

No levantamento florístico de Felix (2009, p. 16), cobrindo toda a área do MHNJB, foram registradas 399 espécies da flora, das quais 43% são autóctones, ou seja, nativas da flora local remanescente, outros 40% são alóctones, ou seja, exóticas de outros biomas do Brasil ou do mundo, e restaram 17% cujo local de origem não pode ser determinado pelo autor. As nativas mais frequentes foram jacarandás, copaibas, unha-de-gato, *Psychotrias* e Angicos, e as famílias Fabaceae e Rubiaceae. As alóctones foram *Araucaria angustifolia*, *Araucaria excelsa*, *Agathis australis* e *Taxodium distichum*. Duas das espécies nativas encontradas estão da lista vermelha, consideradas ameaçadas de extinção, o Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) e a Braúna-preta (*Melanoxylon brauna*). O porte predominante é arbóreo com 60% das espécies, o arbustivo abrange 18%, o herbáceo 15%, as trepadeiras 5% e epífitas 2% das espécies (FELIX, 2009, p. 22; MAGALHAES, 2013, p. 57).

Ainda conforme FELIX (2009), devido aos diferentes tipos de usos que a área do Museu teve no passado, algumas zonas foram sendo preservadas enquanto outras utilizadas para culturas diversas como café, uva, eucalipto e plantio de diversas espécies arbóreas exóticas (FELIX, 2009, p. 15, 22). A área constitui um mosaico florestal com diferentes fitofisionomias em função destes diferentes usos, e com áreas em diferentes estágios sucessionais (CONAMA 392/2007, Art. 2º, Inciso II). A evolução ao longo do tempo e a dinâmica sazonal são dois aspectos que conjugam o que é chamado de “*estrutura temporal de uma paisagem*” e formam um aspecto fundamental para a compreensão do fenômeno paisagístico (CAVALCANTI, 2014, p. 21). Uma série temporal de imagens mostra a evolução da cobertura vegetal do Museu

retratando as mudanças no intervalo de 15 anos (Figura 3.19 Evolução da cobertura vegetal do MHNJB entre 2002 e 2017.), destacando que todas são do período úmido para possibilitar a comparação.

Figura 3.19 Evolução da cobertura vegetal do MHNJB entre 2002 e 2017.



Fonte: Google Earth Pro, 2017.

Segundo Magalhães (2013, p. 111), a forma desse fragmento florestal possibilita a formação de uma grande área núcleo, o que permite relações ecológicas bem preservadas, já que esta pode influenciar na sua condição de uso e conservação e que, mesmo este não sendo o maior fragmento da área urbana de BH, ele possui relevância ecológica pela densidade e coesão de sua massa vegetal. Além disso, junto com a estação ecológica da UFMG, o Museu está entre as principais áreas de preservação de toda mancha urbana conurbada, sobretudo por possibilitar o acesso da população e pelas ações de educação ambiental (MAGALHAES, 2013, p. 112).

A fragmentação de paisagens é causa da perda de biodiversidade e quebra das relações ecológicas, pois interrompem os fluxos gênicos, de materiais e de energia. É preciso conservar fragmentos de vegetação remanescente dentro da mancha urbana para se evitar a completa ruptura dos fluxos citados (MAGALHAES, 2013, p. 58). A valorização de áreas verdes urbanas possibilita uma melhoria da qualidade de vida em áreas densamente urbanizadas, e no caso do Museu, a conservação e restauração da vegetação e a educação ambiental tornam possível a convivência harmônica com o visitante, cumprindo suas “funções ecológicas, estéticas, recreativas, entre outras ligadas às necessidades psico-sócio-fisiológicas dos indivíduos” e por ser o suporte físico de atividades culturais e lazer ao ar livre, além de preservar a vegetação nativa (FARIA, et al, 2009).

De acordo com a Deliberação Normativa COPAM 73/2004, os parâmetros (Estratificação, Forma de crescimento ou hábito, Porte, Cobertura vegetal, Composição florística, Dominância, Uso da terra e Espécies indicadoras), que definem o estágio de regeneração da floresta secundária, 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 com a respectiva descrição do significado de cada um conforme a DN 73/2004 e, principalmente, com a Resolução CONAMA 392/2007 (Art. 2º, Inciso II, Alíneas a, b e c).

1) Estágio Inicial

Ausência de estratificação definida; serapilheira, quando existente, forma uma fina camada, pouco decomposta; hábito de espécies lenhosas com DAP médio de até 10 (dez) centímetros; epífitas, se existentes, são representadas principalmente por

líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade; trepadeiras, se presentes, geralmente herbáceas; predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós, formando um adensamento (paliteiro) com altura média de até 5 (cinco) metros; composição por espécies pioneiras abundantes; dominância de poucas espécies indicadoras, sendo as de ocorrência na área de estudo listadas a seguir: *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Vismia parviflora* (ruão), *Solanum granuloso-leprosum* (fumo-bravo), *Piptadenia gonoacantha* (jacaré), *Schinus terebinthifolius*, *Miconia ibaguensis*, *Miconia macrothyrsa*, *Miconia cinnamomifolia*, *Acrocomia aculeata*, *Senna multijuga*, *Senna macranthera*, *Senna neglecta*, *Lantana brasiliensis*, *Lantana câmara*, *Lantana fucata*, *Banisteriopsis* sp., *Bauhinia longifolia*, *Cissus* spp., *Serjania* sp., *Pyrostegia venusta*, *Luehea* cf. *Divaricata*, *Luehea* cf. *grandiflora*, *Tibouchina* spp., *Acacia* spp., e *Cassia grandis*.

2) Estágio Médio

Estratificação incipiente com formação de dois estratos, dossel e sub-bosque; serapilheira presente variando de espessura de acordo com as estações do ano e a localização; predominância de espécies arbóreas formando um dossel definido entre 5 (cinco) e 12 (doze) metros de altura, com redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas; maior riqueza e abundância de epífitas em relação ao estágio inicial; presença marcante de cipós; trepadeiras, quando presentes, podem ser herbáceas ou lenhosas; espécies lenhosas com DAP médio entre 10 e 20 centímetros; e mesmas espécies indicadoras do estágio inicial, porém com redução de arbustos.

3) Estágio Avançado:

Estratificação definida com a formação de três estratos: dossel, subdossel e sub-bosque; dossel superior a 12 (doze) metros de altura e com ocorrência frequente de árvores emergentes; sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio; serapilheira presente variando em função da localização; menor densidade de cipós e arbustos em relação ao estágio médio; riqueza e abundância de epífitas; trepadeiras geralmente lenhosas; espécies lenhosas com DAP médio superior a 18 (dezoito) centímetros; espécies indicadoras que ocorrem de fato na área de estudo: *Anadenanthera peregrina* (angicos), *Cariniana estrellensis* (jequitibás), *Copaifera langsdorfii* (pau-d'óleo), *Dalbergia nigra* (jacarandá), *Dalbergia* spp., *Lecythis pisonis* (sapucaia), *Piptadenia gonoacantha* (jacaré), *Trichillia clausenii*,

Trichilia pallida (catinguás), *Apuleia leiocarpa*, *Carpotroche brasiliensis*, *Casearia arborea*, *Cordia trichotoma*, *Croton urucurana*, *Ceiba* sp. (paineira), *Ceiba speciosa*, *Cedrela fissilis*, *Cecropia pachystachya*, *Cupania vernalis*, *Ficus enormis*, *Guarea kunthiana*, *Guarea macrophylla*, *Himatanthus lancifolius*, *Hymenaea courbaril*, *Joannesia princeps* (cotieira), *Luehea* cf. *divaricata* (Açoita-cavalo), *Luehea* cf. *grandiflora*, *Myrcia amazonica*, *Myrcia guianensis*, *Maytenus salicifolia*, *Miconia ibaguensis*, *Miconia macrothyrsa*, *Miconia cinnamomifolia*, *Nectandra oppositifolia* (canela), *Nectandra membranacea*, *Nectandra nitidula*, *Nectandra* sp., *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Ocotea spixiana*, *Ormosia arborea*, *Pera glabrata*, *Persea americana*, *Plathymentia reticulata*, *Platypodium elegans*, *Sebastiania brasiliensis*, *Senna multijuga*, *Sorocea bonplandii*, *Sparattosperma leucanthum* (caroba-branca), *Vochysia tucanorum* (pau tucano), *Zanthoxylum rhoifolium*, *Zeyheria tuberculosa*, *Ixora brevifolia*, *Piper* cf. *arborescens*, *Siparuna guianensis*, *Cyathea* cf. *delgadii* (samambaiaçu), *Psychotria anceps*, *Psychotria barbiflora*, *Psychotria carthagenensis*, *Psychotria cephalantha*, *Psychotria deflexa*, *Psychotria hastisepala*, *Psychotria vellosiana*, *Psychotria warmingii*, *Psychotria* spp., *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma* sp., *Eugenia* sp., *Guapira* sp., *Matayba* spp., *Justicia* spp., *Myrcia rufipes*, e *Piper amalago*.

Além dos estágios sucessionais, FARIA *et al* (2009) identificou também três outras formas de cobertura vegetal:

1. Áreas em restauração: que é a restituição de uma área degradada a uma condição não degradada, buscando reestabelecer a qualidade ambiental mais próxima à condição original, principalmente através do plantio de espécies nativas.
2. Áreas recuperadas: é a restituição de uma área degradada a uma condição não degradada, mas que pode ser diferente de sua condição original, portanto, podemos encontrar nestas áreas espécies frutíferas como jamelão, abacate, amora, manga, etc.; e
3. Jardins: são as áreas de paisagismo que ficam próximas às edificações administrativas e às exposições, e possuem plantas ornamentais e arbóreas, nativas e exóticas.

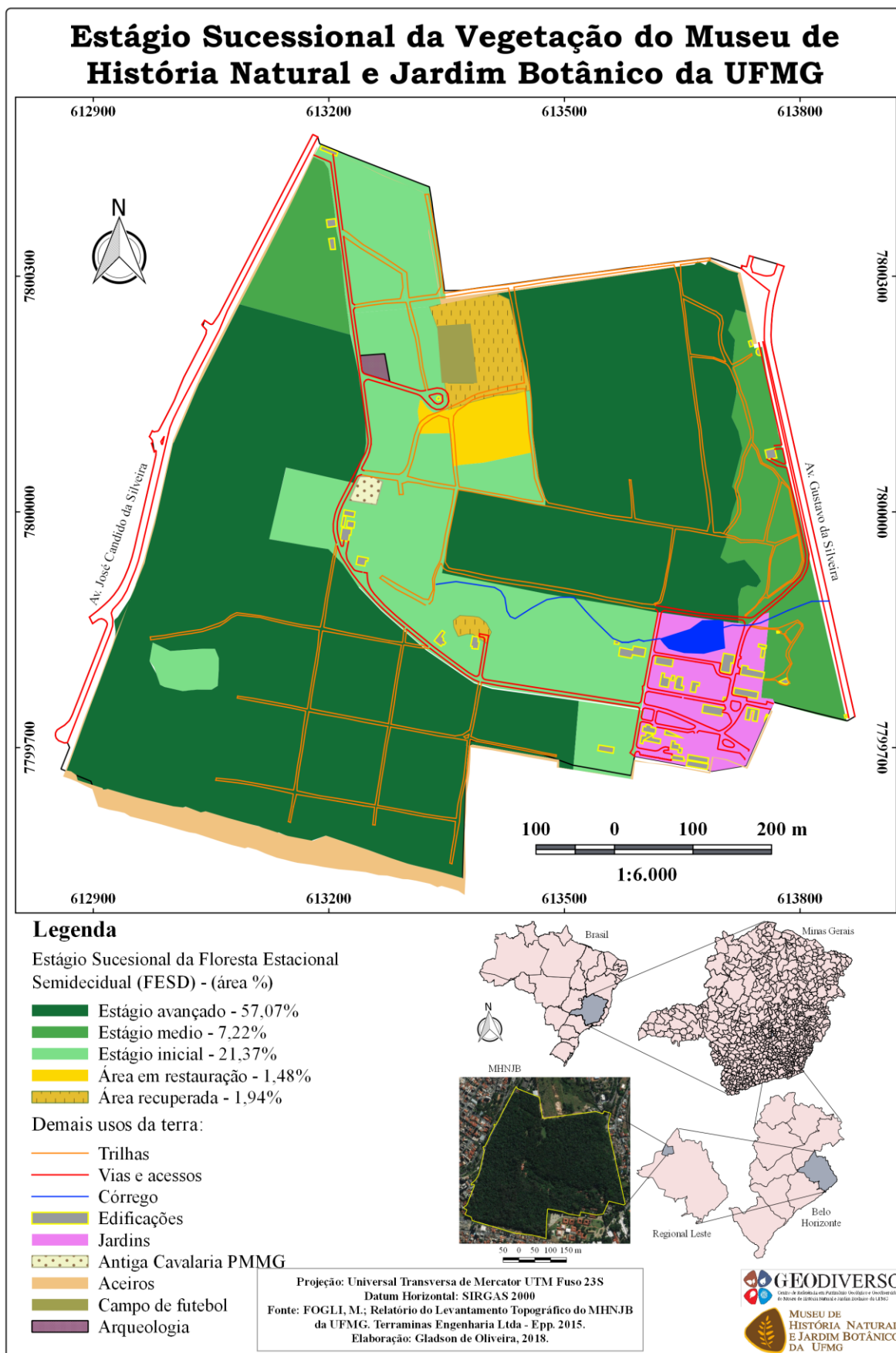
De acordo com FARIA *et al.* (2009), o que se busca neste tipo de mapeamento é confrontar aspectos da paisagem e estabelecer as relações dos seus diversos

elementos a partir de suas características espaciais para contribuir com a visão integrada do ambiente. Portanto, baseado na espacialização dos estágios sucessionais de Faria *et al* (2009), no levantamento de espécies de Felix (2009), na legislação nacional (CONAMA 392/2007 e COPAM DN 73/2004), e nos trabalhos de campo abalizados nos procedimentos técnicos de Cavalcanti (2014) e Santos (2004), promovemos uma revisão e atualização do mapa de classificação dos estágios de regeneração da vegetação do MHNJB, apresentado na Figura 3.20. Mas é importante estarmos cientes que, conforme afirma Santos, *“os limites dos polígonos mapeados são arbitrários, ou seja, resultaram da decisão previa sobre o que é homogêneo ou não, o que tem ou não a mesma estrutura, fisionomia, comportamento ou dinâmica”* (SANTOS, 2004, p. 93).

Além disso, baseado em Metzger (2001, p. 6), também foi possível identificar o *“mosaico”* da cobertura vegetal da área como sendo: uma matriz florestal, com manchas (fragmentos) de áreas de uso antrópico e em recuperação, e corredores artificiais das trilhas e vias. Sendo a ocorrência de pelo menos dois destes suficientes para caracterizar um mosaico.

Neste estudo não foi possível avaliar a condição da fauna local, mesmo em função da nossa lacuna de conhecimentos na área de zoologia e zoogeografia, mas principalmente pela ausência de estudos prévios e referências que abordassem a área do MHNJB. Isso já foi destacado por Santos (2004, p. 97) que citou como problemas para realização dos estudos faunísticos a dificuldade de coleta de informações sobre a fauna, o elevado custo e tempo necessários para os estudos e a raridade dos mapeamentos da distribuição das espécies. Todavia, a autora pondera que em planejamento ambiental, as decisões relacionadas à conservação da fauna são tomadas muito mais baseadas na qualidade da vegetação do que em levantamentos específicos propriamente (SANTOS, 2004, p. 95).

Figura 3.20 Mapa dos estágios sucessionais da vegetação no MHNJB.



3.6 O clima

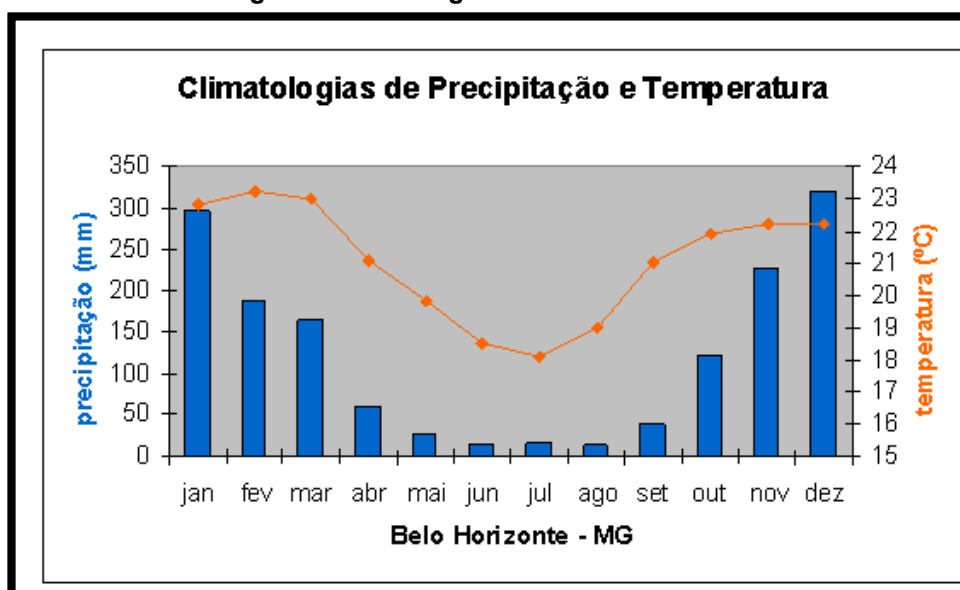
Em termos gerais, conforme Santos (2004, p. 76), os planejamentos ambientais só trabalham em nível de macroclima e mesoclima, utilizando dados de grandes áreas ou descrevendo o clima geral e as “*alterações resultantes dos aspectos da paisagem como relevo e altitude*”, sendo raros os trabalhos que tratam do microclima. Consequentemente as informações são generalizadas e pouco úteis para o ordenamento territorial, apesar de este geofator ser reconhecidamente importante para a tomada de decisão, principalmente no que se refere ao uso da terra (SANTOS, 2004, p. 76).

Além disso, as condições de tempo e clima são importantes para o planejamento turístico na maioria dos casos, sendo fator de estímulo para viagens e passeios e para a prática de esportes. Conhecer as características climáticas da localidade a ser visitada e as previsões meteorológicas é de grande valor no planejamento da atividade turística e para melhor explorar as potencialidades do destino escolhido (ARANHA; FESTA; 2014. p. 24).

Considerando as classificações climáticas tradicionais, o MHNJB está inserido numa área regionalmente caracterizada, conforme a classificação de Köppen, pelo clima mesotérmico CWa, com inverno seco e verão quente e chuvoso (ARANHA; FESTA; 2014. p. 19). Se considerada a classificação do IBGE, o clima regional é do tipo Tropical Semiúmido, com temperatura média entre 15° e 18° C e 4 a 5 meses secos, (IBGE, 1997, p. 192). O climograma do município de Belo Horizonte, com dados de médias mensais, confirma tais características (Figura 3.21), onde se é possível observar o período de abril a setembro como sendo o mais seco e com menores temperaturas, e o período de outubro a março concentrando as maiores temperaturas e precipitação.

O clima é um fator limitante, sendo que temperatura e umidade relativa são os parâmetros que condicionam a maior parte da distribuição espacial dos organismos, seja em função do ciclo diurno, com a amplitude térmica diária, ou do ciclo sazonal (FURLAN, 2009, p. 106). O clima também representa a dinâmica da paisagem pois pequenas mudanças, seja na temperatura ou na umidade do ambiente, são suficientes para provocar transformações importantes, por alternância climática (sazonalidade) ou ação antrópica (FURLAN, 2009, p. 104).

Figura 3.21 Climograma de Belo Horizonte.



Fonte: CPTEC-INPE, 2017. <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>

Assim, um reflexo direto da influência de duas estações bem definidas pode ser visualizado no comportamento da vegetação, sobretudo no desenvolvimento da folhagem (Figura 3.22). Podemos perceber na porção norte da área, próximo ao campo de futebol, a caducifoliedade das arvores nas áreas em estágio inicial de regeneração e em recuperação. Bem como a mudança de coloração em indivíduos espalhados pela porção central e oeste.

Figura 3.22 Dinâmica sazonal da vegetação do MHNJB.



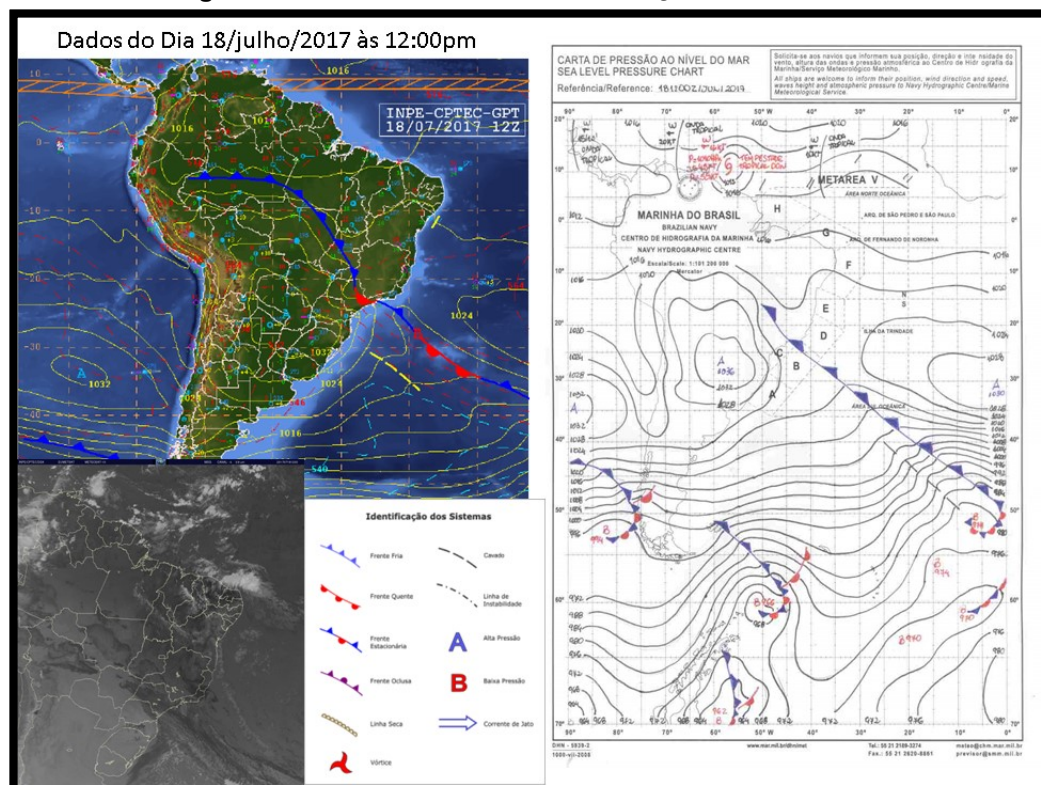
Fonte: Google Earth, 2017.

O clima se relaciona com a vegetação de várias formas. O vento influencia a transpiração das plantas, a dispersão de sementes e de pólen. Bem como a umidade relativa que também controla a evapotranspiração das plantas e a precipitação. A

temperatura do meio controla a taxa de evaporação e, indiretamente, a fotossíntese por meio da abertura e fechamento dos estômatos. A temperatura do solo pode variar aquecendo muito, como na praia ou áreas de solo exposto, ou resfriar mais que o ar causando geada (FURLAN, 2009, p. 124). Nestes termos, a cobertura vegetal pode ser utilizada como um componente importante para a abordagem do comportamento climático.

Para o estudo do microclima local foram verificadas previamente as condições sinóticas, em dados do CPTEC e da Marinha do Brasil, para identificar os sistemas atmosféricos, centros de alta e baixa pressão, frentes, massas de ar e cobertura de nuvens. Isso porque, conforme Jardim e Monteiro (2014, p. 92), a atuação de sistemas de mesoescala pode neutralizar a organização dos sistemas climáticos em microescala. O período de monitoramento com o registrador *data logger* foi de 20/06/2017 a 20/08/2017. Na data das amostragens em campo, dia 18/07/2017, atuava um sistema frontal frio, Frente Polar Atlântica (FPA), seguido da Massa Polar Atlântica (MPA), com centro de alta pressão entre 1020 e 1024 hPa (hectopascal) em Minas Gerais (Figura 3.23). Vale destacar que no ano de 2017 prevaleceram condições de neutralidade, ou seja, sem atuação de El Niño ou La Niña (INPE, 2017).

Figura 3.23 Análise sinótica das condições atmosféricas.



Fonte: INPE e Marinha, 2017.

As medições em campo foram tomadas no inverno, estação que favorece os contrastes climáticos, em condições de bom tempo, com pouca nebulosidade e dias ensolarados, circunstâncias que favorecem a estruturação de espaços microclimáticos. Ao contrário, em condições de verão, com forte advecção de ar quente, alta nebulosidade e chuvas, há uma imposição das características dos sistemas de mesoescala atenuando as diferenças de temperatura e umidade na microescala.

De acordo com Jardim e Monteiro (2014, p. 91), deve-se considerar que os dados de temperatura do ar (T°_{ar}) e umidade relativa (UR) são representativos dos espaços em que as características ambientais são similares. Portanto, em cada unidade, as feições que caracterizam o microclima são o produto da interação da superfície (topografia e cobertura do solo) com os elementos climáticos (T°_{ar} e UR), sob influência das condições sinóticas. Os resultados da análise rítmica das variáveis climáticas mostraram que a configuração do relevo e a cobertura vegetal influenciam o comportamento de T°_{ar} e UR, gerando espaços microclimáticos diferenciados.

Quanto à análise dos dados de campo, foi feita uma triangulação entre os pontos amostrados com equipamento manual e as duas bases fixas, a Estação Automática (EA) e o *datalogger*, para verificar as diferenças de temperatura e umidade tomadas na mesma hora nos sete pontos amostrados. Como exemplo, as tabelas a seguir apresentam os resultados da análise comparativa dos dados de temperatura.

Tabela 3.3 Comparativo dos dados coletados nos pontos de campo.

Análise comparativa dos dados dos pontos de campo de 18/07/2017 (Datum WGS84)										
Ponto			1	2	3	4	5	6	7	8
Pontos no Mapa			Ponto 7	Ponto 3	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 4	EA	Ponto 5	Ponto 6
Horário (h)			9:00	9:50	10:20	11:35	12:19	12:40	14:00	14:40
Localização	Latitude	Sul	19°53'39"	19°53'34,5"	19°53'28"	19°53'23,3"	19°53'42"	19°53'46"	19°53'42"	19°53'35"
	Longitude	Oeste	43°54'55,3"	43°55'02,2"	43°55'00"	43°55'07,5"	43°55'09"	43°55'15"	43°54'49"	43°54'47"
	Altitude (m)	Topografia	825	827	840	845	848	864	818	818
		Altimetro	817	837	851	853	878	868	823	815
Pressão			1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1024,0	1022,0	1021,0
Temperatura (°C)	Ar	Seco	17,0	19,0	20,1	22,0	20,0	21,0	21,8	21,1
		Úmido	16,8	16,0	19,8	15,0	14,2	15,0	15,0	14,9
	Superfície	Solo	17,0	18,8	19,9	21,7	19,3	20,1	21,9	20,3
UR (%)			98	74	97	47	53	53	48	52
Referência do ponto			mata APP córrego seco, serrapilheira	mata com subbosque ralo/aberto	ao lado do campo futebol, area recuperação com muitos arbustos espinhentos	Trilha do Cedro, Portaria 3, entre duas areas em regeneração	Mata fechada final da trilha	ponto na Estação Automática do Museu	praça rotatoria em frente a Paleontologia, plantas ornamentais	Trilha da Corticeira c Principal, arboreto, mata com subbosque
Vento	Intesidade	Beaufort	Calmaria	Calmaria	Calmaria	Bafagem	Bafagem	Bafagem	Aragem	Aragem
		Km/h	<2	<2	<2	2 a 6	2 a 6	2 a 6	7 a 12	7 a 12
	Direção		ESE	NE	SE	SE	SE	SW	ESE	E
Nuvens	Cobertura		Nublado 5/8	Nublado 5/8	Nublado 4/8	Nublado 4/8	3/8	3/8	3/8	3/8
	Tipo		Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumulus (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumulus (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)	Stratocumul us (Sc) e Altocumulus (Ac)

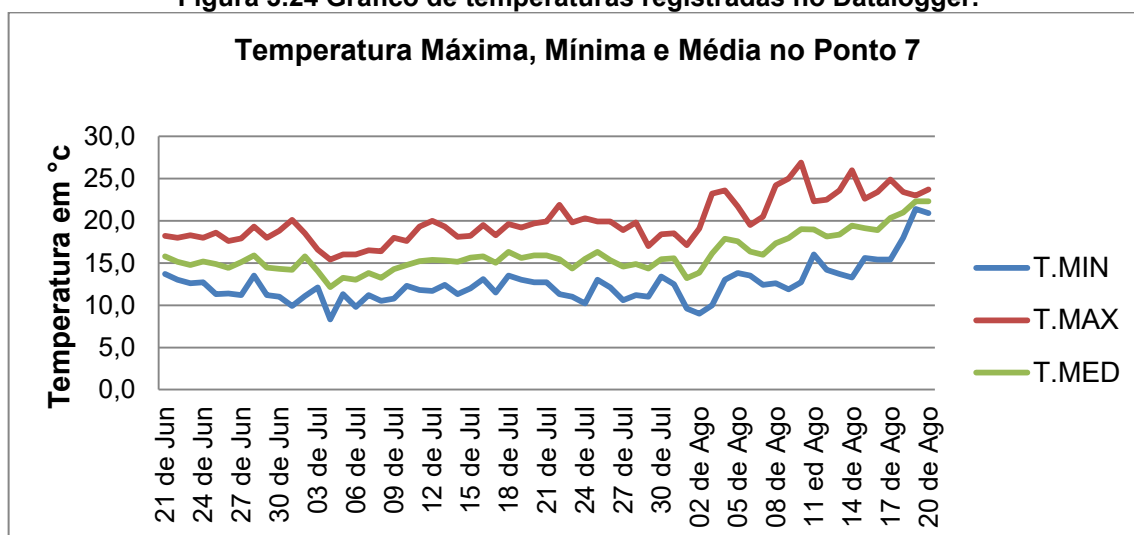
Nos pontos 3 e 4, em vermelho, foram verificadas as maiores temperaturas, enquanto que nos pontos 1 e 5, em verde claro, as menores. A UR foi maior nos pontos 1 e 3 e menor nos pontos 4 e 7. A Tabela 3.4 apresenta a análise comparativa da variação de temperatura entre os pontos de campo.

Tabela 3.4 Comparativo da variação de temperatura entre os pontos de campo.

Ponto no mapa	Relação	Base	Ponto	Relação	Base
1	0,2>	EA	1	2,8>	DLogger P 7
2	0,4<	EA	2	2,3>	DLogger P 7
3	1,5<	EA	3	1,2>	DLogger P 7
4	1,8<	EA	4	0,8>	DLogger P 7
5	0,6<	EA	5	2,2>	DLogger P 7
6	1,6<	EA	6	1,9>	DLogger P 7
7	1,9>	EA	7	=	DLogger P 7

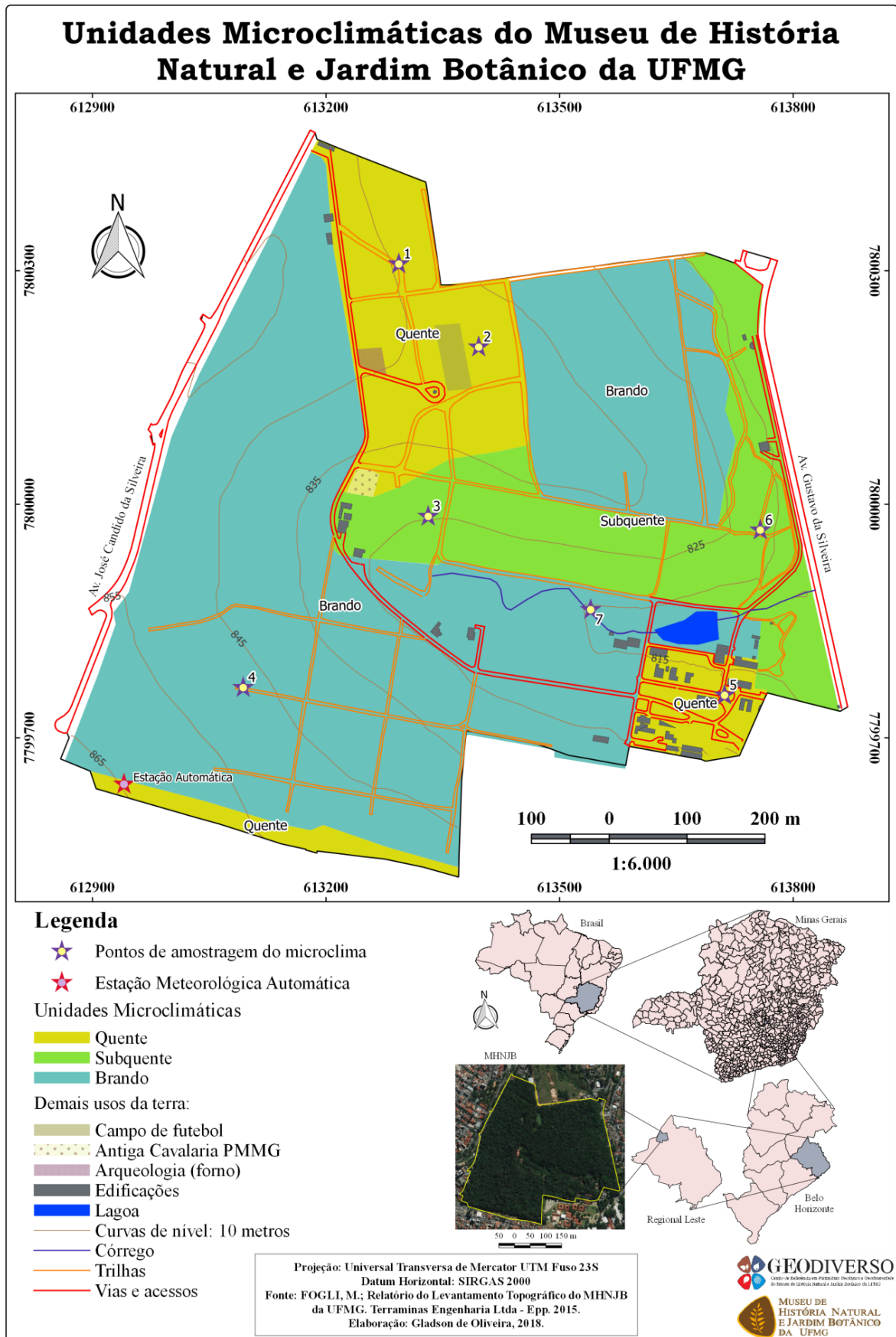
A maior diferença de temperatura entre dois pontos foi de 2,8°. Para chegar a um valor de corte para diferenciar ou não os pontos amostrados em uma mesma unidade microclimática, adotamos a metade deste valor, ou seja, 1,4° graus de diferença, sempre levando em consideração as condições de cobertura vegetal, uso do solo e posição no relevo. Como resultado, foi obtido o seguinte agrupamento: pontos P4 e P7 – unidade de microclima Brando; pontos P1, P2, P5 e EA – unidade de microclima Quente; e pontos P3 e P6 – unidade Subquente, adaptando a nomenclatura do IBGE (1997, p. 192). A Figura 3.24 mostra um gráfico com o comportamento das temperaturas registradas no Ponto 7 (*Datalogger*), no período amostrado entre 21/06 e 20/08/2017.

Figura 3.24 Gráfico de temperaturas registradas no Datalogger.



Correlacionando os fatores climáticos, edáficos e geomorfológicos supracitados por Furlan (2009, p. 123), e avaliando o comportamento da temperatura, umidade relativa, orientação de vertente, solos e vegetação, foi proposto o mapa de espacialização das unidades microclimáticas (Figura 3.25). Este mapa não intenciona definir o topoclima em áreas verdes urbanas, mas sim verificar a diferenciação de unidades baseadas nas características microclimáticas, ou seja, o microclima perceptível pelo visitante ao percorrer as trilhas por entre diferentes coberturas vegetais e em diferentes posições do relevo. Essa percepção microclimática está estritamente relacionada ao conforto térmico, na medida em que a sensação de um ambiente mais quente ou mais brando impacta diretamente na sensação de agradabilidade do ambiente.

Figura 3.25 Mapa das unidades microclimáticas e conforto térmico do MHNJB.

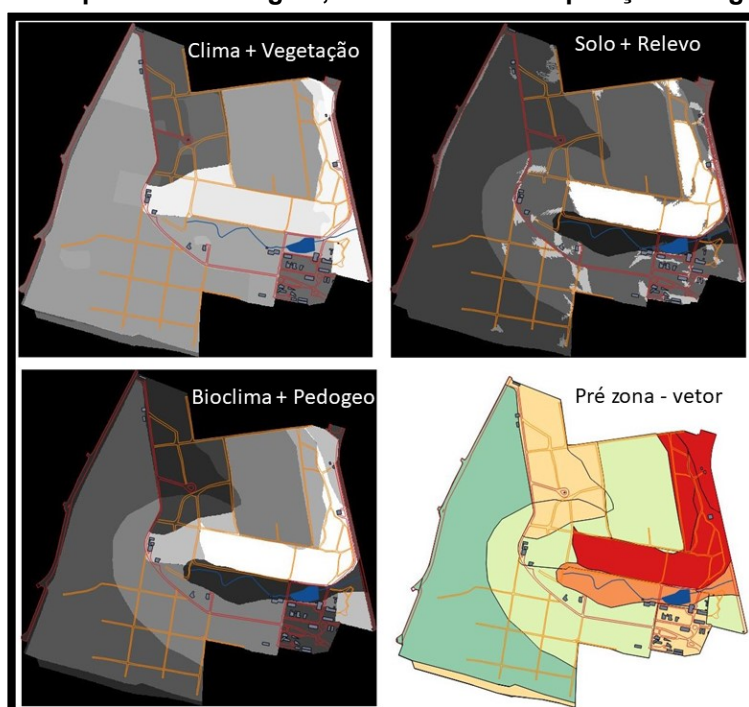


4. AS UNIDADES GEOECOLÓGICAS: FUNCIONAMENTO E DINÂMICA DA PAISAGEM

As unidades geoecológicas traduzem, em primeiro plano, uma experiência de zoneamento, que é a compartimentação de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e de suas dinâmicas. Cada compartimento é apresentado como uma “área homogênea”, uma unidade de zoneamento, delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. Cada unidade tem alto grau de associação entre si, com variáveis solidamente ligadas, mas significativa diferença entre ela e as outras unidades (SANTOS, 2004. p. 132 e 133). 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, como descrito na Figura 1.2.

O processo descrito no Capítulo 2.2 e na Figura 2.3 (Modelo Cartográfico), representou a sobreposição das camadas de mapas básicos, gerando produtos intermediários e um pré-zoneamento, que em seguida foi trabalhado com a abordagem integrada da geoeecologia para chegarmos a delimitação das unidades aqui proposta (Figura 4.1):

Figura 4.1 Etapas da modelagem, indicando a sobreposição dos geofatores.



Na Tabela 4.1, os campos destacados pela cor cinza indicam os geofatores mais relevantes para a delimitação de cada unidade. 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 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.

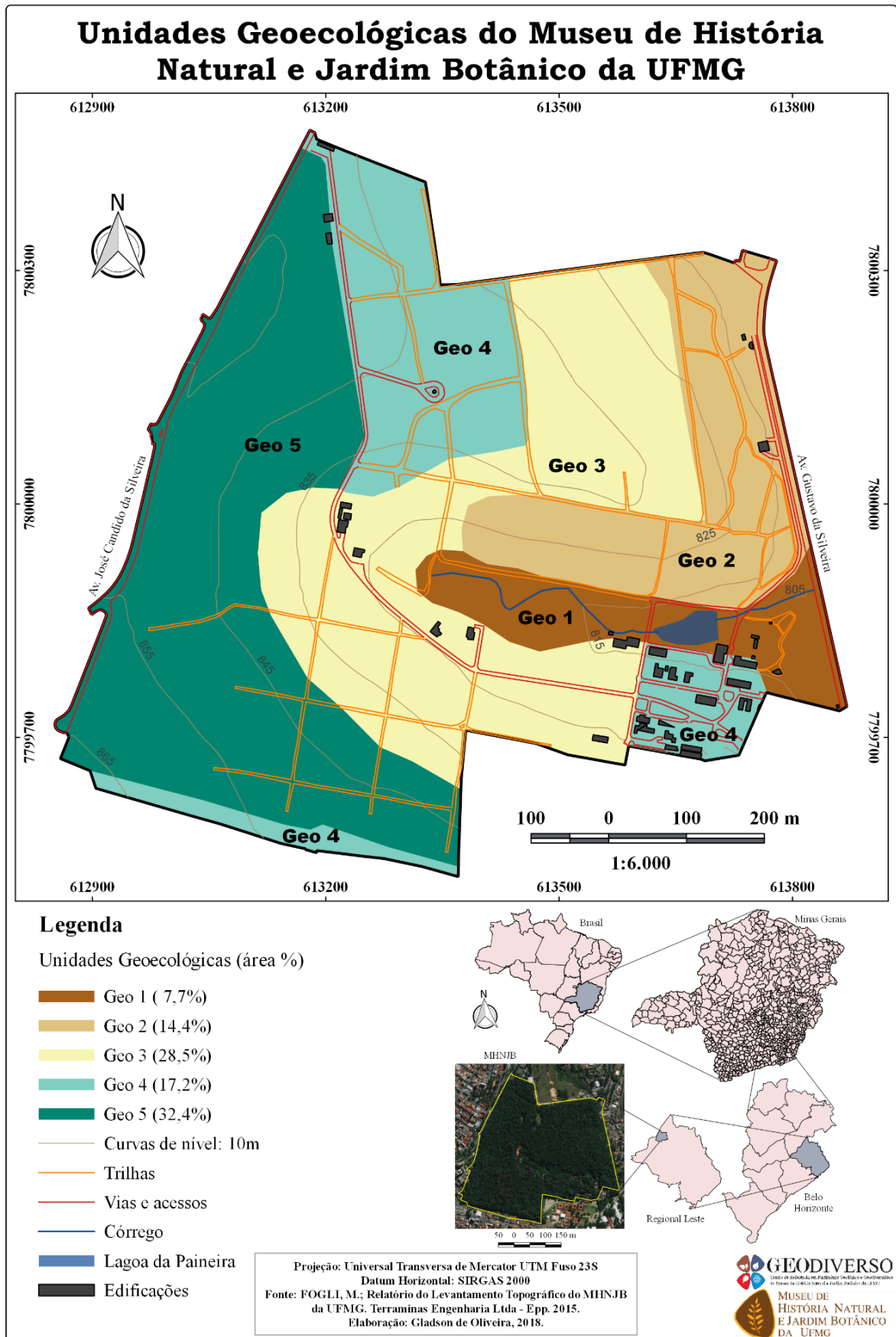
Tabela 4.1 Descrição dos geofatores típicos de cada unidade geocológica.

Geofator Zonas	Topografia	Relevo	Litologia	Solos	Vegetação	Microclima
Geo 1	800 - 820 m	plano a suave ondulado	colúvios e sedimentos em fundo de vale	gleissolos	estágio inicial e médio	brando
Geo 2	810 - 830 m	ondulado	veios de quartzo e zonas filonitizadas no regolito de gnaisses, e colúvios nas bases.	cambissolos e neossolos	estágio médio e avançado	subquente e brando
Geo 3	820 - 840 m	suave ondulado a ondulado	gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	latossolo vermelho-amarelo	estágio inicial e avançado	brando e subquente
Geo 4	820 - 845 m	suave ondulado	gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	latossolo vermelho e vermelho-amarelo	jardins e áreas em recuperação	quente
Geo 5	840 - 870 m	suave ondulado a plano	gnaisses e cobertura elúvio-coluvionar	latossolo vermelho	estágio avançado	brando

As unidades geocológicas, resultado da análise integrada dos geofatores descritos no Capítulo anterior, são apresentadas no Mapa da Figura 4.2.

Como a apresentação de cada um dos geofatores característicos de cada unidade foi sintetizada na Tabela 4.1, o texto que se segue procurou enfatizar os processos, mecanismos e dinâmicas entre eles.

Figura 4.2 Mapa das unidades geológicas do MHNJB.



4.1 Unidade Geo 1

De expressão territorial mais restrita (7,7% da área do MHNJB), a unidade Geo1 é representativa do ambiente hidromórfico do Museu, 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 de 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, a 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, maior acúmulo de matéria orgânica e feições redoximórficas (que é um padrão de cores gerado pela perda ou concentração de elementos como ferro ou manganês no solo). A vegetação típica das áreas brejosas foi profundamente impactada, e encontra-se em estágio de recuperação (Figura 4.3).

Figura 4.3 Área em recuperação próxima à nascente na Unidade Geo 1.



4.2 Unidade Geo 2

A unidade Geo2 ocupa aproximadamente 15% da área do MHNJB. Os processos atuantes nesta unidade marcam o predomínio da morfogênese sobre a pedogênese. Os solos são rasos, em detrimento 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 4.4).

Figura 4.4 Trilha principal na Geo 2, próximo ao afloramento do veio de quartzo.



4.3 Unidade Geo 3

A unidade Geo3 possui a segunda maior expressão espacial na área de estudo, ocupando 28,5% desta. 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 4.5). A erosão, quando ocorre, é principalmente laminar. Não se observam afloramentos rochosos, o que corrobora com a existência de um saprolito profundo. A presença de muitos cupinzeiros e formigueiros nesta unidade atestam forte atuação da fauna endopedônica.

Figura 4.5 Trilha e vegetação da Unidade Geo 3, próximo a Casa da Arqueologia.



4.4 Unidade Geo 4

Semelhante em termos pedológicos e geomorfológicos à unidade Geo3, a unidade Geo4 se destaca pelo maior nível de antropização (Figura 4.6). Com expressão espacial de 17,2% da área, essa unidade apresenta níveis diferenciados de intervenção. Os processos mais característicos estão associados à retirada da cobertura vegetal, ou substituição por cobertura 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, como ravinas.

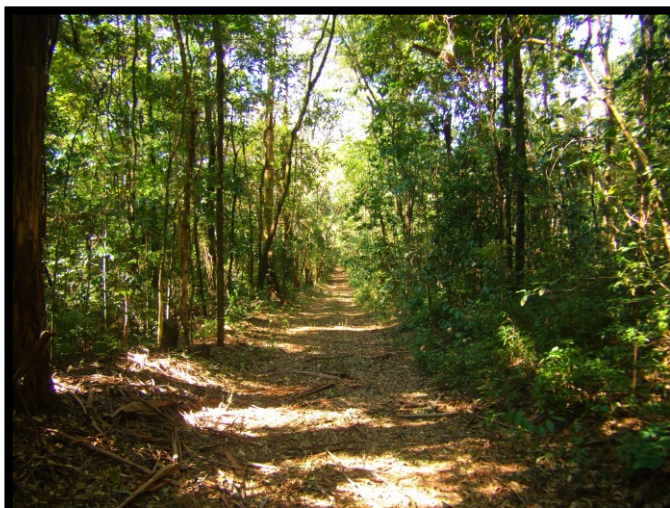
Figura 4.6 Área no entorno do campo de futebol, na unidade Geo 4.



4.5 Unidade Geo 5

A unidade Geo5 é a mais expressiva em termos espaciais (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, bem como uma zona de recarga importante para o aquífero local (Figura 4.7). 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. Existem entremeados nas matas pés de café e outras espécies exóticas. A área possui também forte ocorrência de formigas e cupins.

Figura 4.7 Área na unidade Geo 5, na trilha em direção a Estação Meteorológica.



5. A EXPRESSÃO HORIZONTAL E VERTICAL DA GEODIVERSIDADE

A Geoecologia, enfatiza 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 (SANTOS, 2004; CAVALCANTI, 2014 e CHRISTOFOLETTI, 1999). Neste estudo em específico, os investimentos na compartimentação têm como interesse demonstrar como as unidades de paisagem podem traduzir a riqueza abiótica e biótica do ambiente. Para tanto, existe um caminho que perpassa pela educação e interpretação ambiental.

A interpretação ambiental, enquanto a apropriação dos sujeitos dos processos e fatores da paisagem, promove o conhecimento e a apreciação da natureza, sendo mediada pela tradução da linguagem da natureza para a linguagem comum das pessoas. Ela traduz a linguagem técnica para termos e ideias do público geral, que não são científicos. Abordada desta maneira, pode influenciar a satisfação do visitante e na sua conscientização, harmonizando a recreação com a educação. Para melhor resultado, é importante conhecer o tipo de público a que se destina a interpretação, para então definir a mensagem e os meios interpretativos mais convenientes àquele público (PROJETO DOCES MATAS, 2002, p. 52). De tal modo, com a interpretação apropriada, a geodiversidade pode ser tão impressionante quanto a biodiversidade. (MOREIRA, 2012, p. 88)

Um programa de interpretação e educação ambiental, item obrigatório dos planos de manejo de unidades de conservação, deve abordar a organização de serviços que comuniquem ao visitante conhecimentos e valores do patrimônio natural e cultural da área protegida, interpretando seus recursos e “*transformando a visita numa experiência enriquecedora e agradável*”. Existem meios interpretativos personalizados, que englobam a interação entre o público e um intérprete, como guia, monitor ou condutor. E meios não-personalizados, que não utilizam diretamente pessoas, apenas objetos ou aparatos. (MOREIRA, 2012, p. 89).

Considerando o interesse de associar a Geoecologia à Geodiversidade através da interpretação ambiental, optou-se pelo uso de distintas formas de representação das unidades geológicas como suporte para a montagem de uma atividade prática. Trata-se de transpor a representação em planta (zonal) para representações em linhas e pontos, configurando três dimensões topológicas (FERNANDES e GRAÇA, 2014. p. 36 e 43). No primeiro caso, utilizou-se do perfil geológico para a proposição de uma geotrilha, e no segundo caso foram selecionados alguns pontos nesta como pontos de interesse local da geodiversidade. Os resultados destes investimentos são apresentados a seguir.

5.1 O perfil geológico e a trilha da geodiversidade (Geotrilha)

As trilhas guiadas são um dos meios interpretativos mais eficientes, com o objetivo de enriquecer as experiências dos visitantes, favorecendo a conscientização ambiental. O guia ou condutor, capacitado para esta função, cumpre o papel de intérprete, que é fazer o visitante observar, sentir, experimentar, questionar e descobrir os fatos relacionados ao tema interpretativo estabelecido (PROJETO DOCES MATAS, 2002, p. 28).

De acordo com Santos (2004), o olhar sobre a paisagem deve ser efetivado nos dois eixos, horizontal e vertical, para que se definam os padrões mutuamente relacionados entre as unidades e também os atributos de cada estrato. Até aqui, o destaque foi para a análise horizontal, o que nos permitiu identificar e diferenciar as unidades de paisagem apresentadas em planta. Agora será dado destaque para a análise vertical, que permite identificar os diferentes estratos em sua posição topográfica. Nesta tarefa, procuramos considerar a heterogeneidade do espaço formado por todos os atributos (geofatores) como um único objeto de estudo, como sistema integrado dos dois eixos do espaço, englobando o conhecimento científico de cada estrato, conforme a abordagem geográfica da Geoecologia (SANTOS. 2004. p. 143). Portanto, a análise integrada da paisagem, com a sobreposição dos temas, subsidiou a construção e planejamento do percurso, que se mostrou mais rico em geodiversidade para a trilha.

Segundo Moreira (2012, p. 90), as trilhas que abordam grande geodiversidade podem ser chamadas de “geotrilhas”. Na proposta que ora se apresenta, a geotrilha

foi delimitada considerando a interpolação entre as unidades geológicas delimitadas, e as trilhas e acessos já existentes no MHNJB. Como a trilha foi plotada sobre o mapa das unidades geológicas, o perfil geológico típico (BERTRAND, 2004), transforma-se numa geotrilha, sustentando a relação entre Geocologia e Geodiversidade. O percurso da trilha, com 2,4 Km de extensão, é apresentado na Figura 5.1 e o perfil geológico na Figura 5.2.

Figura 5.1 Mapa da Geotrilha.

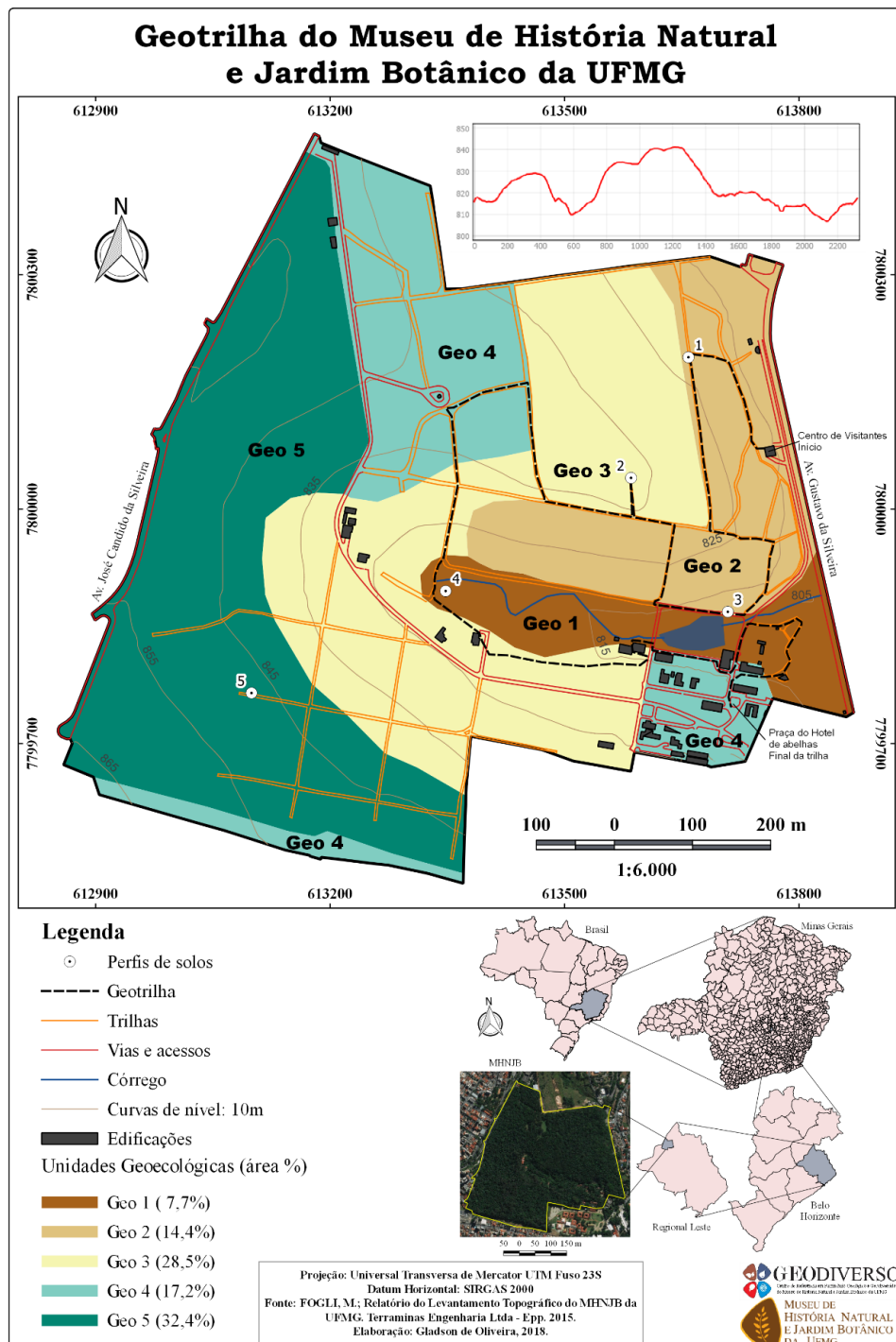
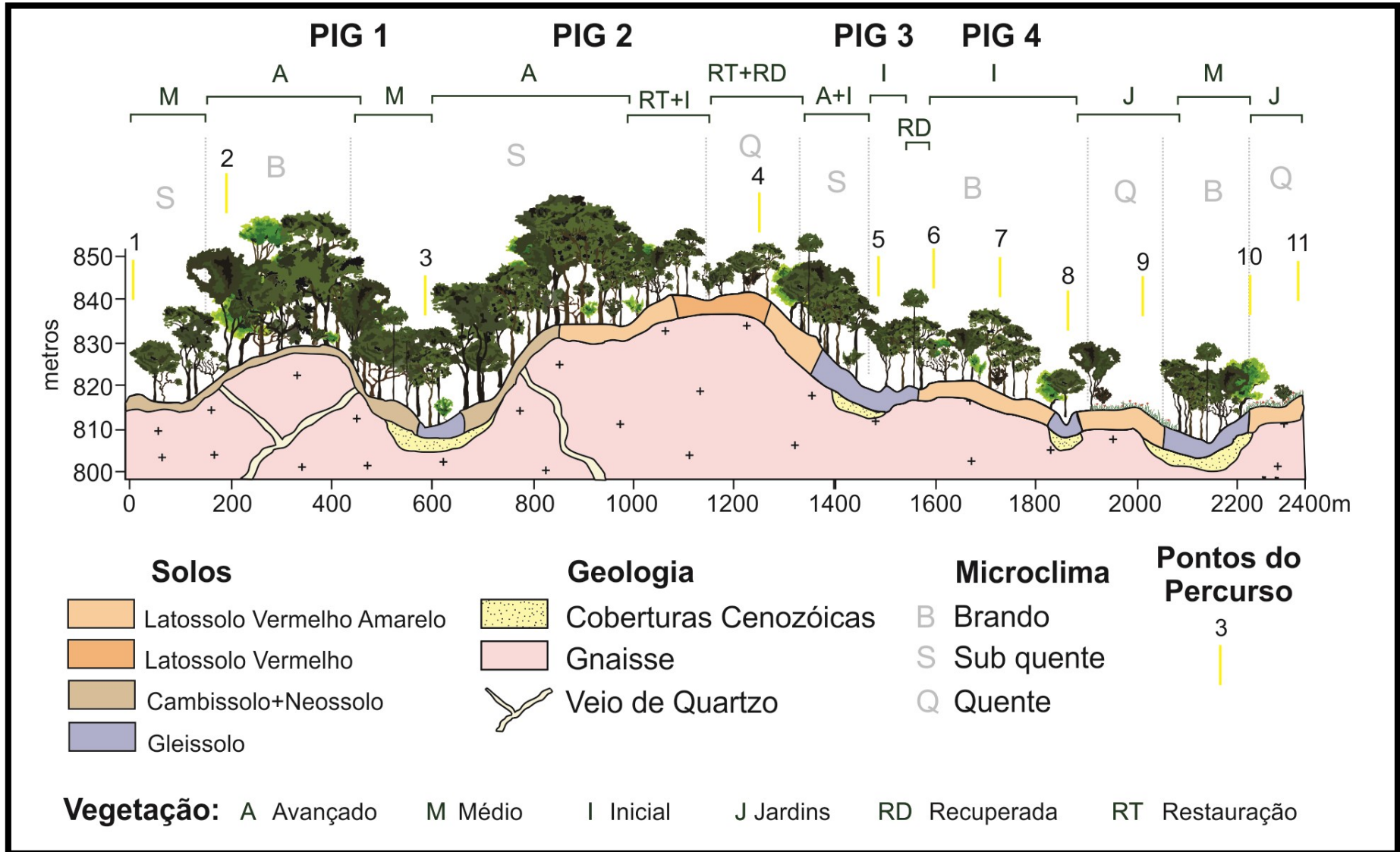


Figura 5.2 Perfil geocológico do percurso proposto para a Geotrilha.



Uma descrição geral da trilha, a partir dos onze (11) **pontos do percurso**, que são pontos de referência do traçado da trilha, assinalados na Figura 5.2, é apresentada a seguir:

- 1) Centro de Visitantes;
- 2) PIG 1 e perfil de neossolo (1);
- 3) Caixa d'Água e perfil de latossolo LVA (2);
- 4) Observatório Astronômico;
- 5) Nascente e perfil de gleissolo (4);
- 6) Palacinho;
- 7) Trilha Caminho das Pedras e Anfiteatro 2;
- 8) Restaurante, lanchonete e banheiros;
- 9) Presépio Pipiripau;
- 10) Trilha do Bosque e Anfiteatro da Mata (1);
- 11) Fim da Geotrilha na praça do Hotel de Abelhas Solitárias.

O Centro de Visitantes (Figura 5.3) é o ponto de encontro para início do percurso **(1)**, com a reunião dos visitantes e apresentação do MHNJB. A saída começa caminhando pela Trilha Principal (ou da Caratinga), na direção norte.

Figura 5.3 Centro de Visitantes do MHNJB.



A primeira parte da trilha passa pela unidade geológica Geo2 **(2)**, onde ocorrem Neossolos e Cambissolos em relevo ondulado; afloramento de veio de quartzo; vegetação mata atlântica em estágio avançado de regeneração e microclima brando.

Seguindo a trilha, ocorre a transição para a unidade Geo1, próximo ao leito do canal fluvial **(3)**. A descida é um pouco íngreme e demonstra o controle estrutural dos veios de quartzo na declividade. Na descida é possível visualizar um afloramento de gnaiss do Complexo Belo Horizonte próximo ao Cambissolo, em relevo forte ondulado e vegetação alterada por plantios do antigo Instituto Agrônomo. Feições erosivas marcam a vertente e podem ser observadas com facilidade. Após caminhar na beira do canal, a trilha volta a subir a vertente, chegando numa área de relevo plano, típica da unidade Geo3, com Latossolo Vermelho-amarelo (LVA) em meio à mata em estágio avançado, próximo à caixa d'água.

A trilha começa a subir para a parte mais alta da vertente, mais suave, acompanhando a transição do Latossolo Vermelho Amarelo para Latossolo Vermelho **(4)**, até chegar próximo ao Observatório Astronômico (Figura 5.4). Neste intervalo é possível observar o contraste entre a vegetação em estágio avançado e as áreas em recuperação (com espécies frutíferas e exóticas) e restauração (com nativas); microclima quente; relevo plano a suave em área de topo; e uso antrópico para lazer no campo de futebol e científico no Observatório (inaugurado em jan-2009, Ano da Astronomia, mas depois abandonado).

Figura 5.4 Observatório Astronômico.



Após a passagem pelo Observatório, a trilha volta a descer, novamente saindo do Latossolo Vermelho para o Vermelho-Amarelo até chegar no eixo do canal fluvial. Esta área **(5)** representa a nascente do córrego do Museu, com a presença de solo hidromórfico tipo Gleissolo (GX); relevo plano de várzea, coberturas sedimentares

colúvio-aluviais; mata atlântica em estágio inicial na APP, área de manancial; microclima brando; uso antrópico com pastagem antiga na várzea e pomar atrás do Palacinho.

A construção do Palacinho **(6)** é um ponto de interesse histórico-cultural, construído na década de 1920, foi Casa de veraneio dos Governadores do Estado de Minas Gerais nas décadas seguintes. A exposição de cartografia histórica inclui mapa de BH de 1936 mostrando a área do antigo Horto Florestal. Após o Palacinho, a trilha continua por uma área conhecida como “caminho das pedras” **(7)**, por conter uma coleção de painéis de rochas ornamentais (Figura 5.5) expostos num ambiente típico da unidade Geo3.

Passando por este ambiente, a trilha chega próximo ao canal novamente, numa área que conta também com restaurante, lanchonete e banheiros **(8)**, e pode ser utilizada como intervalo para descanso e lanche, sobretudo quando a trilha estiver sendo executada por grupos de estudantes.

Após o descanso, a trilha continua pela unidade Geo1, passando pela lagoa da Paineira **(9/10)** (Figura 5.6). Nessa parte, as modificações do canal fluvial podem ser abordadas, pois se trata de um represamento, mas que cumpre uma função ecológica atual importante. Uma vez passando pela lagoa, a trilha continua num bosque típico da unidade Geo3 (Figura 5.7), predominante na área do Museu, mas que contém espécies exóticas que mostram que a recuperação da área se deu mediante intervenções pretéritas. Dentre elas podem ser observados pés de café entre as espécies da mata atlântica, sinalizando usos distintos e historicamente situados.

Figura 5.5 Painéis de rochas ornamentais expostos na trilha.



Figura 5.6 Lagoa da Paineira.



Figura 5.7 Bosque e Teatro da Mata.



O final da trilha é na área central do Museu (11) no Hotel de Abelhas Solitárias, onde estão concentradas as salas de exposições e administrativas. A área é representativa da unidade Geo4, e contém um jardim, com vegetação exótica e plantas ornamentais; microclima quente; uso antrópico histórico-cultural. Dentre as exposições existentes e que podem ser incluídas na atividade, estão: Mineralogia, Paleontologia e Arqueologia, entre outras.

Quanto ao tópico e temas interpretativos, fazemos a seguinte explanação. O **tema interpretativo** é uma mensagem, que está relacionada a um **tópico**, que é uma ideia mais geral sobre a qual se deseja falar, ou seja, um mesmo “tópico” pode dar origem a diferentes “temas” (PROJETO DOCES MATAS, 2002, p. 44-49). Como exemplo, para a trilha apresentada podem ser sugeridos os seguintes:

- Tópicos: Geodiversidade; Geoturismo; Áreas verdes urbanas; etc.
- Temas interpretativos para o Tópico Geodiversidade:
 1. *“A relação entre a paisagem natural e cultural no MHNJB”;*
 2. *“Trilha pedológica: os solos e a paisagem original de Belo Horizonte”;*
 3. *“O Geoturismo é muito mais do que falar apenas sobre rochas”;* etc.

Por fim, esta proposta de trilha pode ser classificada, segundo Rosana dos Santos (2014, p. 123), quanto aos seguintes parâmetros: extensão curta (< 2,5 Km), condução guiada, forma mista entre oito e circular, grau de dificuldade regular e nível técnico leve. A mesma autora afirma ainda que o turismo em áreas verdes urbanas é um campo em que o profissional de turismo deve investir pois é de suma importância para a população a existência destes locais onde os visitantes possam se exercitar, promover relaxamento mental e recreação em contato com a natureza (SANTOS, 2014, p. 128).

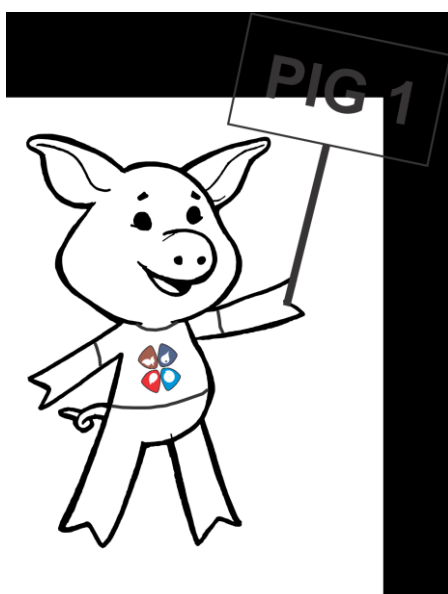
5.2 Pontos de Interesse da Geodiversidade (PIG's)

A partir do zoneamento das unidades apresentado no Cap. 4, e da proposição do percurso da geotrilha, foram avaliadas em campo a seleção de locais, ou pontos, em que os distintos geoambientes estivessem bem representados e que pudessem servir como pontos de parada para apresentação da geodiversidade deste. Estes pontos foram chamados de PIG's, ou Pontos de Interesse da Geodiversidade (PIG's), e representam, acima de tudo, pontos de interpretação ambiental e de interação com a paisagem visitada. Foram investigados como tal os elementos ou feições, seja de caráter natural ou cultural, que se destacassem ao longo das trilhas, com potencial para despertar o interesse e motivar a prática da interpretação ambiental.

A materialização dos PIG's se constitui da instalação de abrigos com placa informativa contendo uma análise integrada da paisagem naquele ponto, mapas, perfil

geoecológico da trilha, monólito do perfil de solo, além de informações resumidas dos geofatores, porém escritas em linguagem não técnica. Se o enfoque for uma feição da paisagem natural, pode ser localizado próximo ao afloramento ou ao perfil de solo que deu origem ao monólito, também pode incluir um banco para repouso dos visitantes caminhantes e que propicie a apreciação das informações apresentadas.

Considerando a geotrilha, são propostos quatro PIG'S, conforme apresentado abaixo:



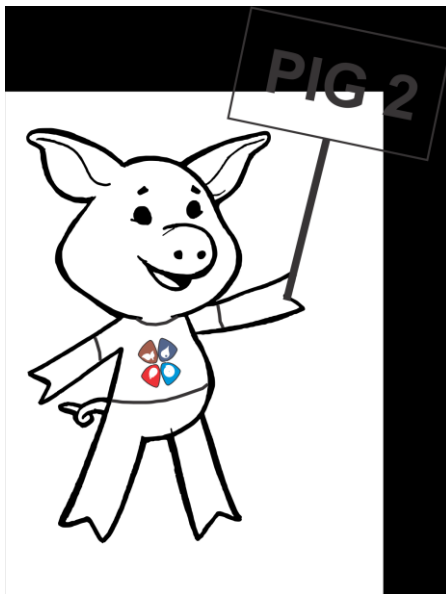
Localizado na unidade Geo2, próximo à área onde foi descrito e coletado o perfil (1) de Neossolo. Essa área permite a visualização de um solo raso, de um afloramento de rocha, com veio de quartzo, de uma vertente sob forte declividade, com ravinas, e de um estágio avançado de recuperação da vegetação.

Temas de interesse que podem ser tratados no PIG

1: rocha característica da região onde está situada a cidade de Belo Horizonte; as transformações metamórficas que uma rocha pode sofrer; a resistência dos veios de quartzo frente ao

intemperismo; o controle estrutural da vertente em áreas de rochas mais resistentes ao intemperismo, a erosão dos solos, os solos rasos e pouco evoluídos, a fertilidade dos solos mais jovens, o crescimento da vegetação e a importância da matéria orgânica para as plantas, etc.

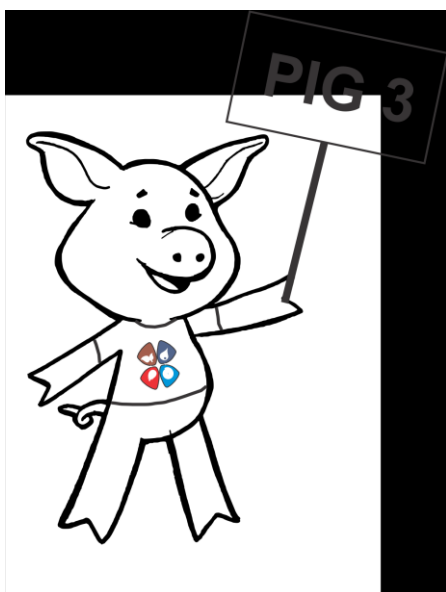
Estruturação do PIG 1: Placa com informações, exposição da rocha no perfil devidamente limpa, dois monólitos de solos, sendo um Neossolo e um Cambissolo, banco para sentar e estrutura de cobertura tipo cabana.



Localizado na unidade Geo3, próximo à caixa d'água e ao perfil (2) de Latossolo Vermelho-Amarelo. Essa área exibe um relevo plano a suave ondulado, solo profundo, sem afloramento de rochas, sob vegetação de porte alto, clima brando, com cupinzeiros e formigueiros.

Temas de interesse que podem ser tratados no PIG 2: o intemperismo avançado das rochas e a formação dos solos, a cor dos solos, o aumento do porte da vegetação em solos profundos, a atividade biológica nos solos, o efeito da mata sobre o conforto térmico, etc.

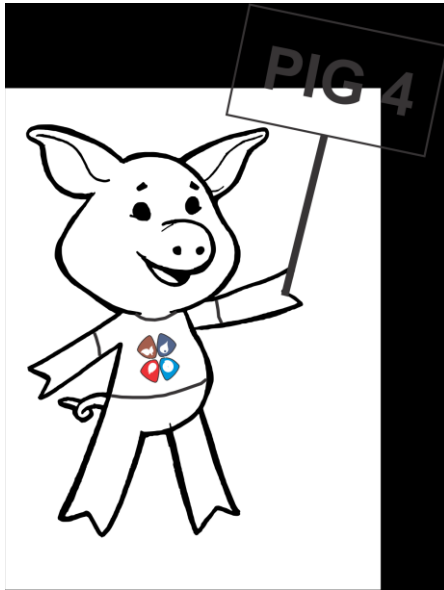
Estruturação do PIG 2: Placa com informações, área de cupinzeiro e formigueiro sinalizadas, dois monólitos de solos, sendo um Latossolo Vermelho e outro Latossolo Vermelho-Amarelo, banco para sentar e estrutura de cobertura tipo cabana.



Localizado na unidade Geo4, ao Observatório Astronômico, sobre Latossolo Vermelho, e com uso antrópico mais intenso, vegetação exótica, clima quente.

Temas de interesse que podem ser tratados no PIG 3: as transformações da paisagem associadas às atividades antrópicas, a conservação e degradação dos solos, o comportamento do microclima diante da alteração da vegetação, a ocupação dos solos para fins agrícolas e seus impactos, etc.

Estruturação do PIG 3: Placa com informações, painel de fotos antigas e atuais da área, banco para sentar e estrutura de cobertura tipo cabana.



Localizado na unidade Geo1, próximo a nascente do canal fluvial e ao perfil (4) de Gleissolo, em área hidromórfica, parcialmente alagada, com vegetação característica, mas próximo de um pomar na várzea, com vegetação em estágio inicial a intermediário de recuperação.

Temas de interesse que podem ser tratados no PIG 4: a deposição de sedimentos nos fundos de vales, o trabalho geomorfológico dos canais fluviais, a formação de solos hidromórficos, a cor dos solos, a concentração de argilas nas várzeas, a degradação dos rios e nascentes, o uso das

áreas de várzea pela fertilidade dos solos e disponibilidade de água, etc.

Estruturação do PIG 4: Placa com informações, área do canal sinalizada, monólito do Gleissolo, banco para sentar e estrutura de cobertura tipo cabana.

Como a geotrilha não passa na Geo5, não há um PIG nesta unidade, e também por ser o setor mais bem preservado da área.

5.3 Unidades geocológicas, geotrilha e PIG's associados: ensaios para um mapa geoturístico e a montagem de uma ação educativa do MHNJB

Diversos investimentos podem ser pensados para apoiar a visita à geotrilha, transformando-a ora numa ação educativa do MHNJB, ora numa atividade de lazer do público geral. Ações foram pensadas para os dois fins, conforme apresentado a seguir.

Considerando que uma das atividades desenvolvidas pelo MHNJB é o apoio às escolhas públicas e privadas no desenvolvimento de atividades extracurriculares, a geotrilha se insere como uma ação educativa para estudantes dos ensinos fundamental e médio, em apoio a programas curriculares das disciplinas de Geografia e Ciências.

Para esse fim, os investimentos pensados, incluem:

- 1) Inclusão da geotrilha como uma atividade específica no catálogo de atividades do Museu, com divulgação na página da web e nas escolas;
- 2) Montagem de um vídeo de apresentação, incluindo instruções para a trilha e uma introdução ao tema da geodiversidade, a ser apresentada no Centro de Visitantes antes do início da trilha;
- 3) Criação de um guia de campo (trail guide), que funciona como uma cartilha ou folheto, com muitas ilustrações, figuras, bloco diagrama, mapas e fotos, com textos curtos e vocabulário ameno de fácil compreensão para os distintos níveis de ensino; esta cartilha orienta o visitante em sua caminhada, identificando os pontos a serem interpretados (PROJETO DOCES MATAS, 2002, p. 55);
- 4) Oficinas temáticas de encerramento da geotrilha, como arte com argilas e tinta com solos;

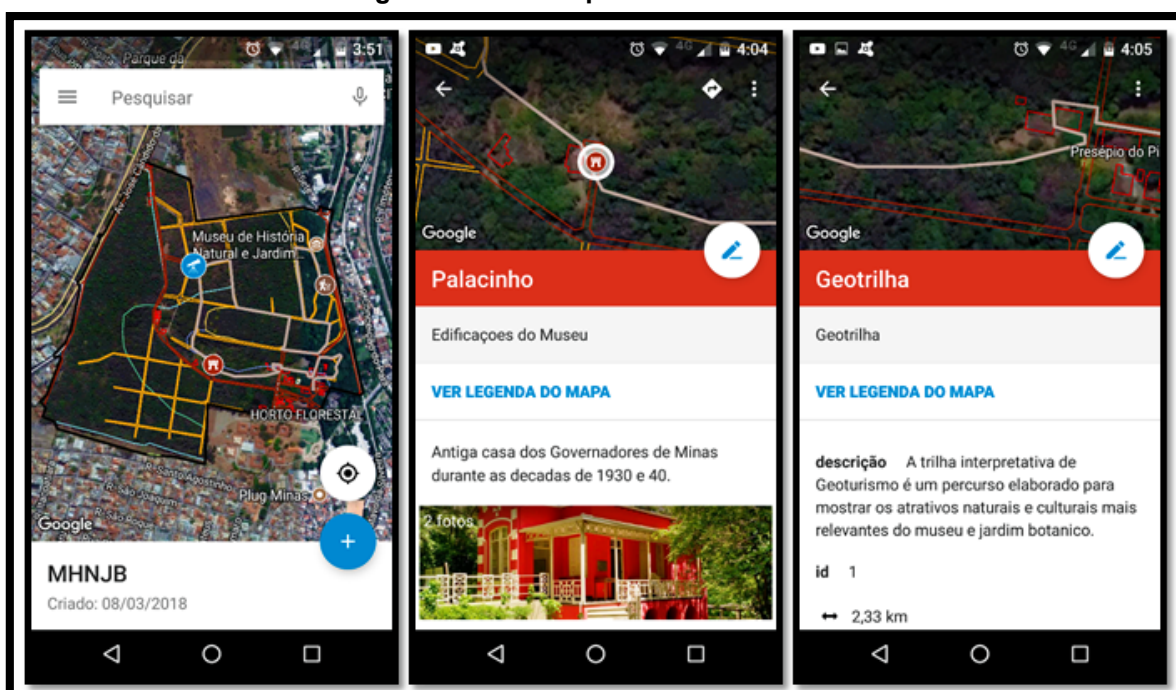
Além das escolas, o público geral também pode percorrer a geotrilha e os PIG's de forma autoguiada, configurando uma atividade de visitação educativa. Neste caso, além das informações contidas em cada PIG, um guia de campo contendo um mapa síntese será de grande relevância. Esse foi o principal motivador para a elaboração do mapa apresentado na Figura 5.9. Este mapa geoturístico conjuga todas as informações relevantes para uma visitação educativa. Além dos dados básicos, como edificações, vias e trilhas, estão também representadas as unidades geoecológicas, a geotrilha e os pontos de interesse.

Além do mapa, o uso da geotrilha para o geoturismo poderá incluir:

- 1) Montagem de um vídeo de apresentação, incluindo instruções para a trilha e uma introdução ao tema da geodiversidade, a ser apresentada no Centro de Visitantes antes do início da trilha;
- 2) Criação de um áudio-guia (PROJETO DOCES MATAS, 2002, p. 68) a ser entregue para visitantes com sinalização, pontos de parada do percurso pré-determinados e informações extras àquelas existentes nos painéis;

- 3) Uso de redes sociais (Facebook, Instagram, Trip Advisor), mapas web clicáveis (por exemplo Google My Maps) das trilhas e acessos internos com o qual o visitante pode ligar a localização de seu telefone celular e percorrer as trilhas (Figura 5.8);
- 4) Distribuição de jogos e atividades lúdicas como quebra-cabeças e jogo da memória que podem ser levados para casa pelos estudantes;
- 5) Aplicativo para smartphones (apps).

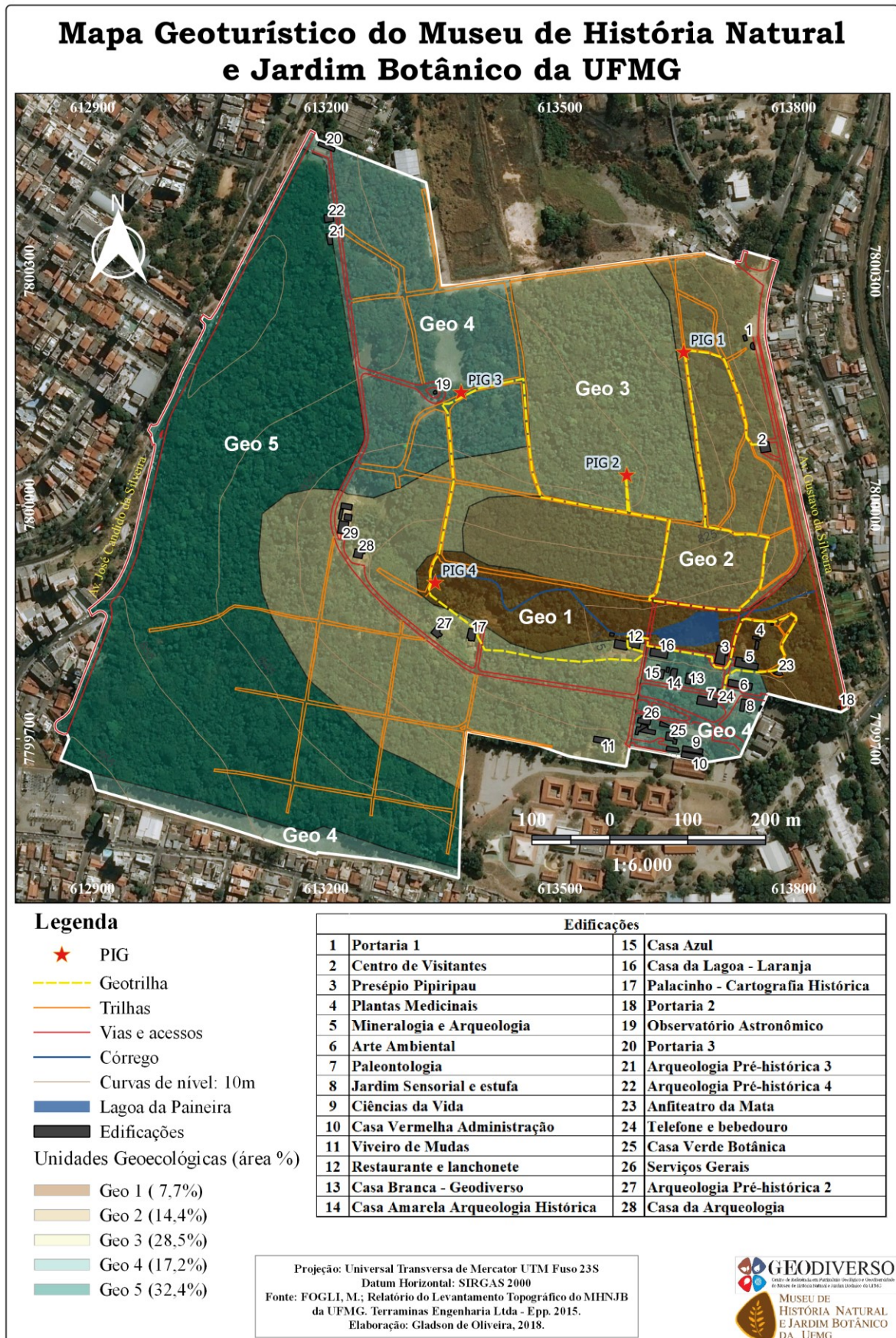
Figura 5.8 Web Map clicável do MHNJB.



Fonte: Mapa Geoturístico MHNJB. Google My Maps (<https://www.google.com/maps/d/u/0/?hl=pt-BR>).

Além disso, como outros museus e parques já adotam, poderia ser implementada uma lojinha com souvenirs com a marca da instituição como canecas, canetas, marcador de livro, bonés, colete de campo, camiseta, bolsa de lápis, miniaturas/replicas, etc. Afinal, a divulgação da marca e reforço da identidade visual é importante para o reconhecimento e respeito às atividades desenvolvidas.

Figura 5.9 Mapa Geoturístico do MHNJB.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando alcançar os objetivos propostos, o percurso desta pesquisa começou assumindo o Geoturismo e a Geodiversidade nas suas expressões mais amplas. Para isso, a Geoecologia, seus métodos, conceitos e abordagens, foi evocada. A escolha metodológica foi a compartimentação da paisagem em unidades geoecológicas. O uso de inteligência geográfica e sistemas de informação (SIG) foi o meio adotado para produzir a cartografia da paisagem e a análise espacial necessária para o zoneamento. Por fim, tudo se juntou na montagem da aplicação prática geoturística, buscando promover uma outra oportunidade de vivências culturais aos visitantes do Museu.

É possível utilizar vários recursos para a análise integrada da paisagem. Para a elaboração deste mapeamento detalhado foi necessário seguir um roteiro bem planejado, até concluir com a construção da carta geoecológica e o seu uso através de distintas representações.

Cinco unidades geoecológicas foram identificadas através da superposição dos geofatores: clima, geologia, relevo, solos, vegetação (biota), ação antrópica e uso histórico-cultural (tempo). Para que as unidades fossem colocadas a serviço de práticas educativas e geoturísticas, a linha e o ponto foram selecionados, culminando na proposição de uma geotrilha e de pontos de interesse da geodiversidade.

No fim, os resultados dos investimentos deste trabalho mostraram que a Geoecologia e todo o seu escopo tem muito a contribuir com a Geodiversidade. As unidades identificadas no MHNJB nada mais são que um retrato fiel da paisagem de Belo Horizonte. Ali estão as rochas, solos e relevo sobre o qual a cidade foi edificada. Também há diversos níveis da vegetação, com traços marcantes do uso, e da ocupação histórica da cidade, retratado pelas construções relictas da arquitetura do início do século XX. Assim, mesmo que as estruturas urbanas tenham mascarado os atributos físicos da região, o Museu 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 a existência de áreas verdes em ambiente urbano. Os hábitos e as atividades associam-se de alguma maneira às questões da ambiência e produzem características de comportamento que

lhes são afins (SANTOS, 2014, p. 132). A floresta não está contra a cidade, ela ajudou na sua construção. E hoje o que sobrou da mata dentro da metrópole, tornou-se uma ilha de cultura e lazer para os cidadãos, que encontram aqui 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.

Lembramos que o projeto em tela foi desenhado para ser executado em qualquer unidade de paisagem que se pretenda estudar de maneira integrada. E que o MHNJB foi escolhido justamente pela carência de estudos sobre seus fatores ambientais. No levantamento inicial foi verificada a existência de estudos apenas quanto ao geofator vegetação. Com isso havia a possibilidade de realização de todo o percurso metodológico da Geoecologia, com a estruturação da paisagem, dinâmica e evolução, concluindo com o planejamento de uma atividade de visitação.

Os produtos gerados incluem a cartografia da paisagem, gerando um Atlas do Museu; o zoneamento geoecológico; a proposta de uma ação educativa com o percurso e perfil da Geotrilha interpretativa; e, em acréscimo, um mapa clicável interativo (*web map*). Concluindo, constatou-se que, com esta abordagem ampliada do Geoturismo e Geodiversidade, ampliou-se também as possibilidades de diversificação das atividades de educação e interpretação ambiental, áreas nas quais a Geografia tem papel essencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SABER, Aziz N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- ABRAS, Maria Eugênia O. **Memória do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**. Publicação de circulação interna. Belo Horizonte: MHNJB, 2000.
- ARANHA, Raphael C.; FESTA, Mario. Tempo, Clima e Turismo. In ARANHA, Raphael C.; GUERRA, Antônio J. T.: **Geografia Aplicada ao Turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 7 – 27.
- AUGUSTIN, Cristina H. R. R. **A Geografia Física: O Levantamento Integrado e Avaliação de Recursos Naturais**. Boletim de Geografia Teorética, 15 (29-30): 141-153, 1985.
- BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. **Rios e Cidades: Uma Longa e Sinuosa História...** Revista UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 124-153, JUL./DEZ. 2013.
- BARBOSA, G.V. e RODRIGUES, D.M.S.; **O Quadrilátero Ferrífero e Seus Problemas Geomorfológicos**. Boletim Mineiro de Geografia, Belo Horizonte, v.6, n.10-11, p.3-35, 1965.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. R RA E GA, Curitiba, Editora UFPR, nº 8, p. 141-152, 2004.
- BOAS, Guilherme H. V.; MARÇAL, Mônica dos S. Geologia e Estudo da Paisagem Aplicados ao Turismo. In ARANHA, Raphael C.; GUERRA, Antônio J.T.: **Geografia Aplicada ao Turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 81 – 116.
- BORSATO, Victor A.; BORSATO, Frank H.; **A Elaboração dos Gráficos da Análise Rítmica Por Meio do Software Livre Gnuplot**. In: XI SBCGA - Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica Aplicada e - V SPEC - Simpósio Paranaense de Climatologia. Curitiba. Anais - Contribuições Científicas, 2014.
- BRANCO, Samuel M.; **Evolução das Espécies: O pensamento científico, religioso e filosófico**. 5ª ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1994. 72 p.
- BRILHA, José B. R.; **Património Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Viseu Palimage. 2005. 190 p.
- CALDEIRA, Altino B.; Cultura e Turismo. In ARANHA, Raphael C.; GUERRA, Antônio J.T.: **Geografia Aplicada ao Turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 131 – 156.
- CARVALHO, Edézio T. de. **Geologia Urbana para Todos: Uma Visão de Belo Horizonte**. 2ª ed. Belo Horizonte, 2001. 175 p.

CASSETI, Valter. Geomorfologia e Paisagem. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: 2005. Cap. 6. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/> Acesso em: 26 set. 2016.

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.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

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.

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.

CONTI, José B. **Resgatando a “Fisiologia da Paisagem”**. Revista do Departamento de Geografia, USP, São Paulo, n. 14, p. 59-68. 2001. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_14/RDG14_Conti.pdf Acesso em: 26 set. 2016.

COSGROVE, Denis. A Geografia Está em Toda Parte: Cultura e Simbolismo nas Paisagens Humanas. In: CORREA, Roberto L.; ROSENDAHL, Z.; **Paisagem, Tempo e Cultura**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2004. cap. 5, p. 92-123.

DREW, David. O Homem e a Ação do Meio Físico. In **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 2. Ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1989. Cap. 2. 192 p.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **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”**. Anais do 12º Encontro de Geógrafos de América Latina, del 3 al 7 de abril de 2009. Montevideo, Uruguay. Disponível em:

http://egal2009.easyplanners.info/programaExtendido.php?sala_=D%20-%2016&dia_=LUNES_AREAS_1_2_3_4#. p. 9.

FELIX, Demian F.; **Composição florística do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG** Belo Horizonte, Minas Gerais. 2009. Dissertação de Mestrado – Departamento de Botânica, UFMG, Belo Horizonte, 2009.

FERNANDES, M. C.; GRAÇA, A. J. S. Conceitos e Aplicações Cartográficas Diante das Necessidades da Cartografia Turística. In: ARANHA, Raphael C.; GUERRA, Antônio J. T. **Geografia Aplicada ao Turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 28-55 p.

FOGLI, Marcelo; **Relatório do Levantamento Topográfico Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**. Terraminas Engenharia Ltda. – Epp. 2015. 279 p.

FREITAS, Marcelo M. de. Evolução da Paisagem Geomorfológica. In: RUA, João. (Org.). **Paisagem, Espaço e Sustentabilidades: uma perspectiva multidimensional da Geografia**. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2007, p. 91-122.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma Visão do Brasil**. 2ª ed. IBGE, 1997. 208 p.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2017. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>

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, N° 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>

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: http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/2.02_Machado%26Ruchkys_53_56.pdf

MAGALHAES, Danilo M. de. **Análise Dos Espaços Verdes Remanescentes Na Mancha Urbana Conurbada De Belo Horizonte - MG Apoiada Por Métricas De Paisagem**. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2013. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, UFMG, Belo Horizonte, 2013.

MANFREDINI, Sidneide; DIAS, Sônia M. F.; NETO, José P. Q.; FERREIRA, Rosely P. D.; Técnicas em Pedologia. In: VENTURI, Luis A. B. (Org.) **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

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.

MEUNIER, Stanislas. **Dictionnaire de Géologie**. Paris: Ed. Vuibert; 1980.

MHNJB - MUSEU DE HISTORIA NATURAL E JARDIM BOTÂNICO DA UFMG. **História do MHNJB**. Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnjb/museu/historico/historia-do-mhnjb/> Acesso em: 26 jun. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; Parques e Áreas Verdes. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/parques-e-%C3%A1reas-verdes>. Acesso em: 8 ago. 2017.

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.

MOREIRA, Jasmine C. **Interpretação Ambiental, Aspectos Geológicos e Geomorfológicos**. Boletim de Geografia, Maringa, v.30, n.2, p. 87-98, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/13694>. Acesso em: 07 mar. 2018.

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.periodicodeturismo.com.br>

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. **Geotourism**. Disponível em: <http://www.nationalgeographic.com/travel/geotourism/>. Acesso em: 10 mar. 2017.

PASSOS, Messias M. dos; **Biogeografia e Paisagem**. Presidente Prudente: UNESP, 1998, 278 p.

PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Coleção Histórias de Bairros de Belo Horizonte**. Disponível em: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=arquivopúblico&tax=16818&lang=pt_BR&pg=6742&taxp=0&Acesso em: 26 jun. 2017.

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.

PROJETO DOCES MATAS / Grupo Temático de Interpretação Ambiental. **Manual de Introdução à Interpretação Ambiental**. Belo Horizonte: IEF – IBAMA – Fundação Biodiversitas – GTZ, 2002. 108 p.

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

RESENDE, Mauro; CURI, Nilton; REZENDE, Sérvulo B.; CORRÊA, Gilberto F.; KER, João C. **Pedologia: Base para distinção de Ambientes**. 6ª ed., Lavras: UFLA, 2014. 378 p.

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.

ROSS, Jurandyr L. S.; **Ecogeografia do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208 p.

RUCHKYS, Úrsula A.; MACHADO, Maria M. M. **Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Caracterização e iniciativas de uso para educação e Geoturismo**. Boletim Paranaense de Geociências. Volume 70, (2013) 120 – 136. 2013.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teórico e Metodológico da Geografia**. EdUSP. São Paulo, 2008. 136 p.

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, Rosana. Biogeografia Aplicada ao Turismo. In: ARANHA, Raphael C.; GUERRA, Antônio J. T. **Geografia Aplicada ao Turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 117- 130 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/>)

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>

STUEVE, Andrea M.; COOK, Suzanne D.; DREW, Dawn; **The Geotourism Study: Phase I Executive Summary**. Washington: Travel Industry Association of America, National Geographic Society, 2002. 22 p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. FIBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 1977. 97 p.

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.

TROPMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 6ª ed. Rio Claro: Divisa, 2004. 205 p.

UFMG - **Manual de Normalização para o NITEG e o PPGCI da ECI-UFMG**. Núcleo de Informação Tecnológica e Gerencial (NITEG) e pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Escola de Ciência da Informação (ECI). Disponível em: <http://normalizacao.eci.ufmg.br/?&sitemap> Acesso em: 26 jun. 2017.