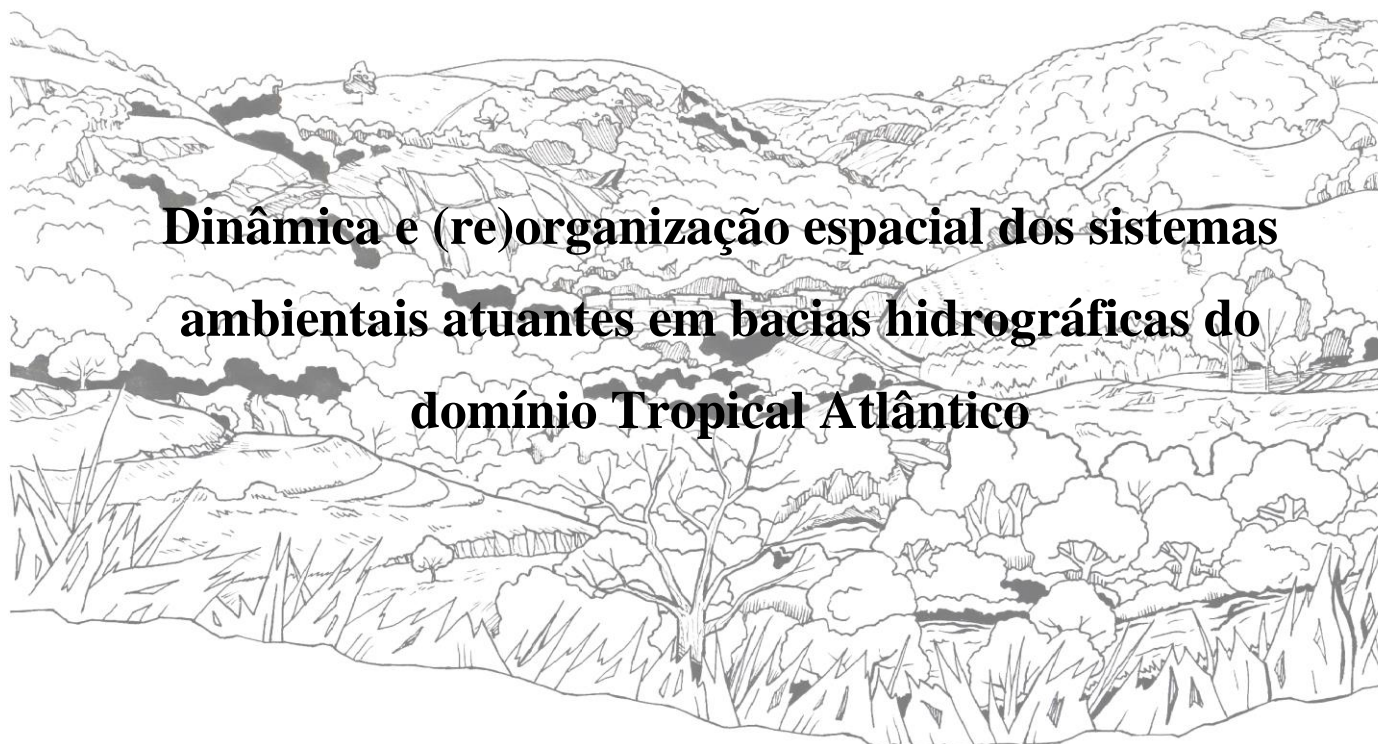




**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

UNESP FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT CÂMPUS DE
PRESIDENTE PRUDENTE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CRISTINA SILVA DE OLIVEIRA



**Dinâmica e (re)organização espacial dos sistemas
ambientais atuantes em bacias hidrográficas do
domínio Tropical Atlântico**

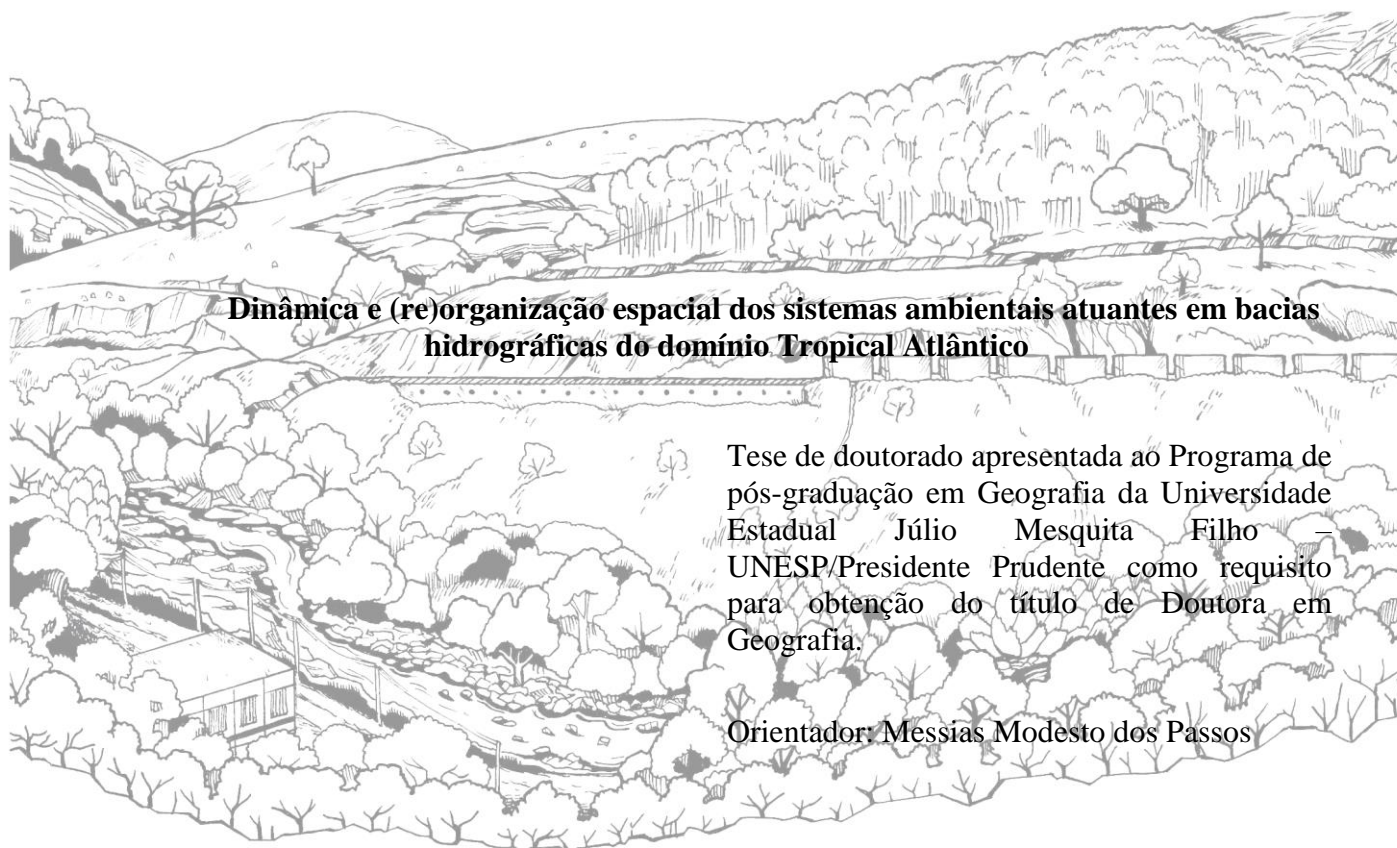
Messias Modesto dos Passos
Orientador

Presidente Prudente
2019



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**Programa de Pós-Graduação em Geografia
Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico
Linha de Pesquisa: Dinâmicas da Natureza**



Dinâmica e (re)organização espacial dos sistemas ambientais atuantes em bacias hidrográficas do domínio Tropical Atlântico

Tese de doutorado apresentada ao Programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho – UNESP/Presidente Prudente como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientador: Messias Modesto dos Passos

Cristina Silva de Oliveira
Presidente Prudente,

2019.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Dinâmica e (re) organização espacial dos sistemas ambientais atuantes em bacias hidrográficas do domínio Tropical Atlântico

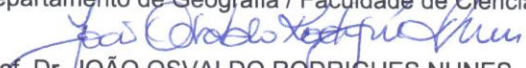
AUTORA: CRISTINA SILVA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: MESSIAS MODESTO DOS PASSOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MESSIAS MODESTO DOS PASSOS
Campus de Pres Prudente-Fct / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente


Profª. Drª. MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente


Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES
Departamento de Geografia / Unesp/ Câmpus de Presidente Prudente


Prof. Dr. ROBERTO MARQUES NETO
ICH/UFJF/Juiz de Fora (MG)


Prof. Dr. MAURO HENRIQUE SOARES DA SILVA
Geografia / Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Campus Três Lagoas

Presidente Prudente, 25 de setembro de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

O48d

Oliveira, Cristina Silva de

Dinâmica e (re)organização espacial dos sistemas ambientais
atuantes em bacias hidrográficas do domínio Tropical Atlântico /
Cristina Silva de Oliveira. -- Presidente Prudente, 2019

271 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientador: Messias Modesto dos Passos

1. Geografia Física. 2. Geossistemas. 3. Processos geoecológicos. 4.
Uso da terra. 5. Políticas Ambientais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu esposo Luiz Claudio Massensini Lellis pela paciência, companhia, apoio e pelo amor dedicado aos nossos filhos em minha ausência. Pela ajuda nos trabalhos de campo e pela sua contribuição na confecção dos perfis, gráficos e diagramas.

Agradeço aos meus orientadores, professor Messias Modesto dos Passos e professor Roberto Marques Neto por compartilharem aprendizados e conhecimento e pela leitura minuciosa do trabalho.

À minha mãe e minha sogra pela ajuda com as crianças.

À minha irmã Dayana pela leitura e contribuições.

À amiga Lucia Iaciara, pela companhia, pelo apoio e carinho comigo e com a Nicole. Desconfio que Deus envie anjos disfarçados de amigos.

À amiga Cleonice pela significativa ajuda com as crianças, especialmente com Benjamin.

Aos colegas da UNESP, corpo discente, docentes e técnicos pelas vivências e aprendizados. Especialmente à Larissa Coutinho e Rita de Cássia por ter me auxiliado, por ter sido apoio nos dias letivos do doutorado.

Aos amigos Carlos Eduardo, Liriane, Ana Paula, Diogo, André, Taíssa e Francisco por compartilharem momentos de discussão e aprendizado. Especialmente ao Carlos Eduardo pela leitura cuidadosa, pelas críticas construtivas e contribuições imensuráveis para qualidade do trabalho.

Ao amigo Higor Mozart pela leitura dos trabalhos, e por compartilhar vivências de vida. Sempre aprendo muito.

Ao amigo Waltencir Menon por ter sido apoio importante na confecção dos mapas e gráficos.

Ao amigo Alexsander Oliveira e Marcel Fumiya pela ajuda com as descrições e análises morfológicas dos perfis de solo.

Ao colega Adalto Braz por ter compartilhado importante material bibliográfico, conhecimento e experiências em cartografia de paisagens e pela ajuda no processamento dos dados.

Ao professor Eduardo Salinas e ao professor Antônio Cesar Leal por aceitarem compor a banca de qualificação de doutorado e trazerem contribuições para melhoria do trabalho e reflexão.

Aos professores Mauro Henrique Soares da Silva, Roberto Marques Neto, João Osvaldo e Margarete Trindade por aceitarem compor a banca de defesa de doutorado e trazerem contribuições para melhoria do trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho pela oportunidade em desenvolver esse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pela bolsa de estudos.

E por fim, a todos aqueles que contribuíram com discussões em seminários, colóquios, congressos e em disciplinas onde pude obter respostas a questões importantes que orientaram este trabalho.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à Nicole, Benjamin e Luiz Claudio e aos estudantes e pesquisadores com filhos e empregos em tempo integral.

*"Sobre a terra e nela o homem historial funda a sua morada
no mundo." Martin Heidegger*

RESUMO

A variedade de escalas espaciais e temporais ligadas aos problemas geocológicos está gradativamente se expandindo nos últimos anos, exigindo dos pesquisadores uma compreensão multiescalar nas pesquisas ambientais. Apesar da crescente demanda por estudos que considerem mais de um nível de organização espacial e suas variações, constata-se uma escassez bibliográfica sobre o assunto e poucos autores e trabalhos que se preocupam em articular propostas de classificação com políticas públicas orientadas ao planejamento do uso e ocupação da terra. Nesse sentido, o conhecimento da estrutura e função dos sistemas ambientais são os pilares para formulação e implementação de políticas pautadas no planejamento e organização espacial. Diante disso, o planejamento ambiental baseado nos princípios científicos instrumentalizados pela teoria geossistêmica, deve considerar a complexidade inerente à articulação entre os campos naturais, tecnológicos e culturais, ou seja, compreender as inter-relações que se estabelecem entre processos históricos, econômicos, ecológicos e culturais no desenvolvimento do dinamismo produtivo da sociedade e considerá-las na efetivação das políticas. Em decorrência disso, a tese objetiva contribuir para o entendimento da dimensão geocológica dos processos responsáveis pelas estruturas dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos (municípios de Juiz de Fora e Chácara) a partir das alterações ocasionadas pelos processos de urbanização e sua influência na dinâmica e re-organização espacial da área. Parte-se da hipótese de que os processos relacionados à consolidação da ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos datam do período histórico relacionado às conquistas portuguesas em Minas Gerais e expansão territorial para a Zona da Mata Mineira nos séculos XVII e XVIII. Em resposta à intensificação dos usos e ocupação da terra na área, alterações sistêmicas desencadearam uma re-organização espacial dos arranjos espaciais dos geossistemas. Este processo se acentua a partir da difusão da urbanização no município e modificações das morfologias e elementos constituintes da estrutura do geossistema. A partir do referencial teórico-metodológico utilizado, busca-se depreender como estrutura e processos geocológicos orquestram a organização espaço-temporal no nível de mapeamento das fácies e grupos de fácies, segundo proposta de Sochava (1977, 1978). A delimitação temporal proposta para tese compreende o período de construção da estrada União e Indústria (1861) até os dias atuais, significativo para a história da expansão urbana e econômica local. O processamento das informações e a interpretação dos resultados levaram em conta os dados dos levantamentos de campo (levantamentos fitossociológicos), análise morfológica dos solos, dados oriundos de imagens de satélite (Landsat 8) para obtenção da temperatura de superfície e ferramentas de análise integrada de dados espaciais, disponíveis nos sistemas de informação geográfica (SIG). Foram confeccionados mapas, pirâmides de vegetação, perfis geocológicos e quadros síntese da área e diagramas de relacionamento. Todos esses procedimentos foram analisados sob o prisma teórico-metodológico geossistêmico, especialmente referente à sua base estrutural, funcional e dinâmica, num viés multitemporal e multiescalar, confrontando os pressupostos teóricos da linha francesa, cujo maior expoente é Georges Bertrand (1968, 1971, 2007, 2008) e os subsídios advindos da linha russo-soviética através de Viktor Sochava (1970, 1977, 1978). Os resultados obtidos através da proposta de classificação possibilitou a segmentação da área em cinco grupos de fácies que totalizaram 31 fácies distribuídas nos alto, médio e baixo curso da bacia para a escala utilizada. Os cinco grupos foram classificados segundo sua dinâmica atual em geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica; áreas de pastagens artificiais extensivas com dinâmica regressiva; áreas de vegetação residual em biostasia subclimática e paraclimática; áreas de usos intensivos em pequenas propriedades rurais em resistasia antrópica; geossistemas regressivos com geomorfogênese

ligada à ação antrópica. A proposta conceitual e metodológica da teoria geossistêmica apresentada por Sochava e Bertrand forneceram bases lógicas importantes para a compreensão das ligações multiescalares entre a estrutura, a função e dinâmica do geossistema. Mais do que isso, construíram um sistema de classificação e cartografia de paisagens e geossistemas que possibilitam a síntese dos elementos sem perder de vista a complexidade das relações e a dinâmica espacial, interessante para a gestão e ordenamento territorial que podem ser adaptadas à intervenção política e à participação pública em nível regional e/ou local.

Palavras-chave: estrutura; dinâmica; políticas ambientais; processos geocológicos; geossistemas; uso da terra.

ABSTRACT

The range of spatial and temporal scales linked to geocological problems are gradually expanding in recent years, requiring researchers to have a multiscale understanding in environmental research. Despite the growing demand for studies that consider more than one level of spatial organization and its variations, there is a bibliographic shortage on the subject and few authors and works that are concerned with articulating classification proposals with public policies oriented to the use and planning land occupation. In this sense, knowledge of the structure and function of environmental systems are the pillars for the formulation and implementation of policies based on spatial planning and organization. Therefore, environmental planning based on scientific principles instrumentalized by geosystemic theory must consider the complexity inherent in the articulation between the natural, technological and cultural fields, that is, to understand the interrelationships established between historical, economic, ecological and social processes on development of the productive dynamism of society and consider them in the implementation of policies. As a result, the thesis aims to contribute to the understanding of the geocological dimension of the processes responsible for the geosystem structures of the Marmelos river basin (municipalities of Juiz de Fora and Chácara) from the changes caused by the urbanization processes and their influence on the dynamics and re-organization of spatial area. Begin from the hypothesized that the processes related to the consolidation of land occupation in the Marmelos river watershed date from the historical period related to the Portuguese conquests in Minas Gerais and territorial expansion to the Zona da Mata Mineira in the 17th and 18th centuries. In response to the intensification of land use and occupation in the area, systemic changes triggered a spatial re-organization of spatial arrangements of geosystems. This process is accentuated by the diffusion of urbanization in the municipality and modifications of the morphologies and constituent elements of the geosystem structure. From the theoretical-methodological framework used, we seek to understand how geocological structure and processes orchestrate the spatiotemporal organization at the mapping level of facies and groups of facies, according to Sochava's proposal (1977, 1978). The temporal delimitation proposed for this thesis comprises the period of construction of the Union and Industry road (1861) to the present day, significant for the history of local urban and economic expansion. Information processing and interpretation of results took into account field survey data (phytosociological surveys), soil morphological analysis, satellite imagery data (Landsat 8) to obtain surface temperature and integrated soil analysis tools, spatial data, available in geographic information systems (GIS). Maps, vegetation pyramids, geocological profiles and area synthesis charts and relationship diagrams were made. All these procedures were analyzed under the geosystemic theoretical-methodological perspective, especially regarding their structural, functional and dynamic basis, in a multitemporal and multiscale bias, confronting the theoretical assumptions of the French line, whose greatest exponent is Georges Bertrand (1968, 1971, 2007, 2008) and subsidies coming from the Russian-Soviet line through Viktor Sochava (1970, 1977, 1978). The results obtained through the proposed classification allowed the segmentation of the area into five facies groups that totaled 31 facies distributed in the upper, middle and lower course of the basin for the scale used. The five groups were classified according to their current dynamics in regressive geosystems with geomorphogenesis linked to anthropic action; extensive artificial pasture areas with regressive dynamics; residual vegetation areas in subclimatic and paraclimatic biostasis; areas of intensive use on small farms in anthropic resists; regressive geosystems with geomorphogenesis linked to anthropic action. The conceptual and methodological proposal of the geosystemic theory presented by Sochava and Bertrand provided important logical bases for understanding the multiscale links between

structure, function and dynamics of geosystem. More than that, they built a system of classification and cartography of landscapes and geosystems that allow the synthesis of the elements without losing sight of the complexity of relations and spatial dynamics, interesting for the management and territorial planning that can be adapted to political intervention and public participation at regional and/or local level.

Keywords: structure; dynamics; land use; environmental policies; geoecological processes; geosystems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----|
| Figura 1 – Hierarquia dos geossistemas e subdivisões da paisagem..... | 47 |
| Figura 2 – As etapas da formação de geossistemas complexos | 48 |
| Figura 3 – Fluxo lateral de matéria e energia nos geossistemas..... | 49 |
| Figura 4 – Modelo geossistêmico proposto por Bertrand (ação antrópica com a mesma dimensão na organização do geossistema). | 59 |
| Figura 5 – Representação do modelo GTP adaptado da proposta de Georges Bertrand (Bertrand, Bertrand, 2009)..... | 62 |
| Figura 6 – Sistema GTP ilustrado através das entradas sistêmicas. | 62 |
| Figura 7 – Representação do Modelo geossistêmico proposto pela escola francesa (I) e escola russa (II)..... | 71 |
| Figura 8 – Dimensões de tempo curto, médio e longo. Adaptado de Schum et Lithcy (1973). | 75 |
| Figura 9 – Organograma com as etapas sintetizadas de trabalho da pesquisa. | 78 |
| Figura 10 – Sequência de operações para elaboração da carta de declividade. | 88 |
| Figura 11 – Fluxograma para a elaboração do Mapa de Temperatura da Superfície terrestre (LST), adaptado de Advan & Jovanovska (2016). | 91 |
| Figura 12 – Orientações metodológicas para estudo da vegetação. | 93 |
| Figura 13 – Árvore de relacionamentos operacinalizados pelo SIG. | 97 |
| Figura 14 – Organização do trabalho: materiais e métodos. | 99 |
| Figura 15 – Critérios de relacionamento definidos para composição da legenda do mapa de geossistemas. | 100 |
| Figura 16 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. | 103 |
| Figura 17 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Litotipos..... | 106 |
| Figura 18 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Hipsometria | 109 |
| Figura 19 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Declividade..... | 110 |
| Figura 20 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Padrões de relevo..... | 113 |
| Figura 21 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Orientação do Relevo | 114 |
| Figura 22 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Unidades de mapeamento de solos. | 117 |
| Figura 23 – A- Bairro Floresta; B- baixo curso da bacia | 122 |
| Figura 24 –Tipologias de uso urbano na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 123 |
| Figura 25 – Imagem aerofotogramétrica dos bairros localizados no baixo curso da bacia com suas respectivas morfologias de relevo. | 124 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26 – Mapa da população residente na bacia..... | 125 |
| Figura 27 – Museu da usina hidrelétrica de Marmelos. | 130 |
| Figura 28 – Vila operária - patrimônio tombado pelo decreto nº 8445 de 30 de dezembro de 2004. | 133 |
| Figura 29 – Histórico de construção e operação da usina de Marmelos | 134 |
| Figura 30 – Evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. | 136 |
| Figura 31 – Mapa de uso da terra 1991. | 139 |
| Figura 32 – Mapa de uso da terra 1999. | 141 |
| Figura 33 – Relação entre pastagem e formações florestais em área. | 142 |
| Figura 34 – Mapa de uso da terra 2010. | 143 |
| Figura 35 – Mapa de uso da terra 2018. | 145 |
| Figura 36 – Imagem ilustrativa da silvicultura de eucalipto do médio curso da bacia. | 146 |
| Figura 37 – Relação entre áreas agriculturáveis e silvicultura em Km ² | 147 |
| Figura 38 – Fotografia tirada da BR 267..... | 147 |
| Figura 39 - Localização da Estrada União e Indústria no baixo curso da bacia hidrográfica. | 149 |
| Figura 40 – Usina hidrelétrica de Marmelos Zero..... | 150 |
| Figura 41 – Ocupação irregular no baixo curso do ribeirão Marmelos..... | 152 |
| Figura 42 – Mapa de geossistemas..... | 158 |
| Figura 43 – Legenda expandida do mapa de Grupos de Fácies da Bacia Hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 159 |
| Figura 44 – Plantios de eucalipto no médio curso da bacia | 161 |
| Figura 45 – Ficha biogeográfica do lote de número 4..... | 163 |
| Figura 46 – Pirâmide de vegetação do lote 4. | 164 |
| Figura 47 – Perfil esquemático de um reflorestamento com eucaliptos consorciados com espécies nativas..... | 164 |
| Figura 48 – Fisionomia vegetal do lote 4 - A – Eucaliptos; B – Dossel do reflorestamento de eucalipto em setor declivoso; C – Eucaliptos; D – Angico; E - Jacarandá de espinho; F – entorno do lote 4. | 165 |
| Figura 49 – Croqui esquemático com a localização de pontos de amostragem. | 167 |
| Figura 50 – Contexto Geoecológico de ocorrência dos Neossolos na bacia hidrográfica em área de ocorrência de Charnokitos..... | 168 |
| Figura 51 – Localização do Neossolo na área em estudo..... | 169 |

| | |
|--|-----|
| Figura 52 – Gleissolo em área de ocorrência de pastagem. | 169 |
| Figura 53 – Exposição de perfil de solo evidenciando uma stoneline no setor da média encosta. | 170 |
| Figura 54 – Localização do Latossolo Bruno Argiloso em relevo ondulado. | 170 |
| Figura 55 – Vista para as pastagens e árvores esparsas da Fazenda Floresta. No canto superior direito Fragmentos florestais conservados da mata Atlântica constituintes do grupo IV. | 171 |
| Figura 56 – Vista da BR267 – Paisagens com predomínio do uso antrópico para pastagem e fragmentos florestais esparsos nos topos e nas fronteiras com as estradas. | 172 |
| Figura 57 – Relevo dissecado em morros com presença de processos erosivos laminares. . | 173 |
| Figura 58 – Processos erosivos concentrados na vertente convexa do morro com avanços para os segmentos retilíneos localizado no médio curso da bacia. | 173 |
| Figura 59 – Baixo curso do ribeirão Marmelos com presença de pastagem em solos pouco desenvolvidos nas áreas de preservação permanente. | 174 |
| Figura 60 – Relação entre as características do relevo, uso da terra e manejo na área em estudo. Setor convexo da vertente com a presença de pastagem queimada decorrente do manejo da cobertura forrageira no período seco. | 175 |
| Figura 61 – Áreas queimadas nas áreas de vale do ribeirão Marmelos. | 175 |
| Figura 62 – Grupo de fácies III – A: Áreas urbanizadas em planícies de inundação. B: Assentamentos urbanos nas encostas íngremes do baixo curso da bacia. | 176 |
| Figura 63 – Exemplos de organização espacial dos Grupos de fácies III. Predomínio de estruturas antropizadas, com impermeabilização das superfícies e adensamento urbano. | 178 |
| Figura 64 – Médias Termiais dos usos da Terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. | 179 |
| Figura 65 – Precipitação Total mensal para o ano de 2018 em Juiz de Fora. | 180 |
| Figura 66 – Mapa termal da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos em 22/12/2018. | 181 |
| Figura 67 – Mapa termal da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos em 15/07/2018. | 182 |
| Figura 68 – Morfologia e padrão de ocupação urbana no baixo curso da bacia. | 184 |
| Figura 69 – Imagem aerofogramétrica do baixo curso da bacia. | 185 |
| Figura 70 – Uso e cobertura da terra no baixo curso da bacia. | 186 |
| Figura 71 – Perfil topográfico A-A’ do baixo curso da bacia – Bairro Retiro. | 187 |
| Figura 72 – Urbanização nas áreas de topo de morro e encostas. | 187 |

| | |
|---|-----|
| Figura 73 – Pequeno trecho com matas ciliares na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. | 190 |
| Figura 74 – Entorno do ponto 2..... | 190 |
| Figura 75 – Ficha biogeográfica ponto 2..... | 192 |
| Figura 76 – Pirâmide de vegetação lote 2. | 193 |
| Figura 77 – A - Bambus; 2 – B - Pau d’álho; C – Pau jacaré; D – Ramificação da Figueira branca; E – Embaúba; F – Herbáceas; G – Pau jacaré e Embaúba. | 194 |
| Figura 78 – Localização do Grupo IV-B..... | 195 |
| Figura 79 – Localização do grupo IV-B: Modelo digital de elevação com sobreposição do fragmento florestal em rampa de colúvio/alúvio..... | 196 |
| Figura 80 – Relevo de colina convexa, com topo arredondado no alto curso da bacia..... | 197 |
| Figura 81 – Localização do grupo IV-D..... | 198 |
| Figura 82 – Ficha biogeográfica ponto 5..... | 200 |
| Figura 83 – Pirâmide de vegetação do lote 5. | 201 |
| Figura 84 – A – Bico de pato; B – Embaúba; C – Eucaliptos; D – Eucaliptos; E – Figueira branca; F- Ingá, guamirim-da-folha-fina; G - Melastomataceae (rasteira); H - Visão geral do fragmento..... | 202 |
| Figura 85 – Localização do grupo IV-E..... | 203 |
| Figura 86 – Área de entorno do lote 1..... | 204 |
| Figura 87 – Área de borda do lote 1..... | 204 |
| Figura 88 – Ficha biogeográfica lote 1..... | 205 |
| Figura 89 – Pirâmide de vegetação e desenho esquemática do lote 1..... | 207 |
| Figura 90 – A – Angico e Embaúba; B – Folhas de cinzeiro; C – Embaúba; D – Ingá; E – Leiteiro, F – Capote; G – Vista do fragmento florestal. | 208 |
| Figura 91 – Localização do Grupo IV-F..... | 209 |
| Figura 92 – Localização do Grupo de Fácies IVLva2 e do Grupo IIELva2..... | 211 |
| Figura 93 – Cobertura florestal nas encostas do baixo curso. | 211 |
| Figura 94 – Vista para os afloramentos rochosos recobertos por formações florestais remanescentes de mata Atlântica presentes no médio curso da bacia. | 212 |
| Figura 95 –Matações sobre as vertentes dos morros no baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Meteorização dos afloramentos rochosos sob ação de processos físicos, químicos e biológicos. | 213 |
| Figura 96 – Afloramentos rochosos e blocos rolados no baixo curso da bacia hidrográfica | 213 |

| | |
|---|-----|
| Figura 97 – Pastagens antropogênicas e fragmentos florestais desenvolvidos em degraus estruturais (Vertentes íngremes e paredões rochosos) na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 214 |
| Figura 98 – Ficha biogeográfica lote 3..... | 216 |
| Figura 99 – Pirâmide de vegetação do lote 3. | 217 |
| Figura 100 – A e B – Herbáceas; C – Sangra d água; D – Angico; E – Cabreúva e Canela de viado; F – Aroeira-pimenteira; G - Camboatã; H – Canafistula..... | 218 |
| Figura 101 – Localização dos grupos IV-G; IV-H e IV-I..... | 219 |
| Figura 102 – Localização do grupo IV-G..... | 222 |
| Figura 103 – Fotografia do núcleo urbano assentado nas áreas de planície sendo irradiados para as vertentes dos morros..... | 222 |
| Figura 104 – Localização dos perfis geocológicos na bacia..... | 226 |
| Figura 105 – Perfil 1: Gradientes altitudinais e uso e ocupação da Terra no baixo curso da bacia..... | 228 |
| Figura 106 – Grupos de Fácies mapeados próximo à foz do ribeirão Marmelos – setor de construção da Usina Marmelos Zero no Rio Paraibuna. | 228 |
| Figura 107 – Perfil 2: Distribuição dos grupos de fácies nos gradientes altitudinais no médio curso da bacia. | 230 |
| Figura 108 – Perfil 3: Associações entre relevo, rocha e o uso e ocupação da terra na estrutura do geossistema..... | 232 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Divisão Taxonômica dos Geossistemas. | 52 |
| Tabela 2 – Documentos cartográficos utilizados para contextualização regional da área em estudo..... | 79 |
| Tabela 3 – Bases cartográficas utilizadas para mapeamento topológico do geossistema. | 80 |
| Tabela 4 – Informações referentes às imagens utilizadas..... | 81 |
| Tabela 5 – Data e resolução das imagens utilizadas no mapeamento termal. | 89 |
| Tabela 6 - Síntese dos objetivos e metodologia empregados no trabalho e resultados obtidos | 101 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Comparação terminológica das obras de Bertrand. | 58 |
| Quadro 2 – Adaptado IPT (1981): Critérios morfométricos aplicados para a definição de categorias de relevo. | 85 |
| Quadro 3 – Critérios utilizados para confecção do mapa de morfologias de relevo..... | 85 |
| Quadro 4 – Critérios utilizados para classificação da dimensão interfluvial e entalhamento conforme Cunha (2011)..... | 87 |
| Quadro 5 - Dinâmica atual dos grupos de fácies: interações dos fatores físicos, biológicos e socioeconômicos. Tendência evolutiva dos principais fatores ambientais..... | 235 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------------|---|
| AIA | Avaliação de Impactos Ambientais |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| SIG | Sistema de Informação Geográfica |

SUMÁRIO

| | | |
|--|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 24 |
| 2 | Contexto teórico e espacial da pesquisa | 29 |
| 2.1 | Objetivo geral e objetivos específicos..... | 35 |
| 2.2 | Hipótese..... | 36 |
| 3 | Organização da Tese..... | 36 |
| CAPÍTULO I: O GEOSSISTEMA E O SEU CAMPO EPISTEMOLÓGICO..... | | 38 |
| 1.1 | Contextualização do desenvolvimento do conceito de geossistema na Rússia..... | 40 |
| 1.2 | A ciência da paisagem na Rússia: histórico e influências para construção do conceito de geossistemas | 40 |
| 1.3 | Constructo teórico de Viktor Borisovich Sochava: a teoria geossistêmica | 46 |
| 1.4 | Sistema bilateral de classificação dos geossistemas | 51 |
| 1.5 | A Proposição francesa de geossistemas: histórico e influências para construção do conceito..... | 52 |
| 1.6 | A obra de Georges Bertrand no contexto filosófico científico geral | 54 |
| 1.7 | O Geossistema de Georges Bertrand: continuidades e rupturas | 57 |
| 1.8 | O modelo tripolar GTP: fundamentos conceituais..... | 60 |
| 1.9 | Uma análise comparativa da escola Russo-Soviética e da escola Francesa..... | 67 |
| CAPÍTULO II: MÉTODO E MATERIAIS..... | | 78 |
| 2.1 | Inventário de fontes bibliográficas e cartográficas | 79 |
| 2.2 | Mapas multitemporais do uso e cobertura da terra | 81 |
| 2.3 | Mapa de geologia e pedologia..... | 83 |
| 2.4 | Mapeamento das unidades de relevo..... | 84 |
| 2.5 | Mapeamento das classes de dissecação e entalhamento do relevo | 86 |
| 2.6 | Modelo digital de elevação e declividade do terreno..... | 87 |
| 2.7 | Dados climatológicos | 88 |
| 2.8 | Mapa de temperatura de Superfície..... | 89 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.9 | Mapeamento populacional da bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos | 91 |
| 2.10 | Levantamento fitossociológico e pirâmides de vegetação | 92 |
| 2.11 | Perfis geoecológicos..... | 94 |
| 2.12 | Metodologia de agrupamento e síntese dos elementos dos geossistemas..... | 96 |
| 2.13 | Técnicas utilizadas | 97 |
| 2.14 | Organização da legenda | 100 |

CAPÍTULO III: ÁREA DE ESTUDO..... 103

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.1 | Contexto espacial | 103 |
| 3.2 | Enquadramento físico-geográfico: contexto geológico, geomorfológico e biogeográfico regional/local | 104 |

CAPÍTULO IV: PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARMELOS E SUA RELAÇÃO COM A (RE)ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DOS SISTEMAS AMBIENTAIS ATUANTES NO DOMÍNIO TROPICAL ATLÂNTICO..... 121

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1 | Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 121 |
| 4.2 | Aspectos culturais e históricos de Juiz de Fora – MG | 126 |
| 4.2.1 | A usina hidrelétrica de Marmelos | 130 |
| 4.3 | Dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão marmelos | 135 |
| 4.3.1 | Evolução e espacialização dos usos e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos no período de 1991 a 2018 | 137 |
| 4.4 | Uso e ocupação da terra, legislação ambiental e impactos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 148 |

CAPÍTULO V: PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO E SÍNTESES DOS MAPEAMENTOS DOS GEOSSISTEMAS..... 154

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1 | Organização espacial dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos | 154 |
| 5.1.2 | Grupos de fácies I..... | 160 |
| 5.1.3 | Grupos de fácies II..... | 166 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.4 Grupos de fácies III | 176 |
| 5.1.5 Grupos de fácies IV | 188 |
| 5.1.6 Grupo de fácies V | 223 |
| 5.2 Síntese dos grupos de fácies: interpretação a partir dos perfis geocológicos e da dinâmica atual..... | 224 |
| 5.3 Dinâmica atual dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos..... | 233 |
| | |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 237 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 242 |
| | |
| APÊNDICE | 257 |
| | |
| APÊNDICE: Descrições morfológicas dos perfis de solos | 258 |
| Descrição Morfológica Perfil 1 | 259 |
| Descrição Morfológica Perfil 2 | 261 |
| Descrição Morfológica Perfil 3 | 263 |
| Descrição Morfológica Perfil 4 | 265 |
| | |
| ANEXO I – Lista de Famílias e Espécies Vegetacionais amostradas pelo Inventário Florístico do Estado de Minas Gerais, na Reserva Biológica Poço D’Anta. | 266 |
| | |
| ANEXO II – Mapas de localização e classes de dissecação do relevo..... | 270 |
| | |
| MAPA 1 – Mapa de localização dos pontos escolhidos para levantamento fitossociológico..... | 270 |
| | |
| MAPA 2 – Classes de dissecação do relevo da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. ... | 271 |

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas ambientais atuantes em bacias hidrográficas do domínio Tropical Atlântico refletem heterogeneidades espaço-temporais delineados pelo histórico de uso e ocupação das terras associado às características dos complexos naturais (abióticos e bióticos) e antrópicos (socioculturais, econômicos). Em países como o Brasil, a ausência de uma preocupação política e direcionamento orientado para o planejamento do uso e ocupação da terra em uma perspectiva multiescalar e multitemporal desencadeou mudanças significativas nos sistemas ambientais com impactos que ultrapassam a escala de manifestação local. Essa dinâmica conflitiva social é ainda mais intensa em áreas urbanizadas e de transição.

Nesse rol de interações, aquelas materializadas em bacias hidrográficas urbanas e em áreas de transição dos usos urbanos para o rural justificam uma necessidade crescente de estudos em decorrência de sua complexidade intrínseca e da velocidade com que os sistemas ambientais são alterados para fins sociais e políticos. No entanto, nos últimos anos vem despertando atenção dos pesquisadores em virtude do alto potencial transformador dos agentes sociais, da natureza das modificações e alterações e do grau de importância atribuído aos impactos (social, econômico e ambiental). A reprodução social e produções espaciais nos espaços urbanos constantemente causam mudanças irreversíveis em muitos dos sistemas naturais dificultando a manutenção geocológica e a capacidade de resiliência dos geossistemas, tornando-os altamente degradados. Nesse sentido, a urbanização como um processo que combina densificação e disseminação de pessoas em áreas construídas, atua na transformação das paisagens principalmente através do aumento e expansão dessas estruturas e modificação dos espaços adjacentes.

Embora a pesquisa geossistêmica conserve originalidade e aplicações em vastas áreas com predomínio de estruturas naturais, atualmente fica pungente a necessidade de considerarmos as populações e os sistemas econômicos como produtores e modificadores de fluxos de matéria, energia e informação, principalmente em geossistemas modificados pela urbanização em escalas cartográficas de detalhe (MONTEIRO, 1978). Portanto, embora as investigações em áreas fortemente urbanizadas não tenham sido substancialmente incorporadas nas pesquisas em Geografia Física que utilizam a abordagem geossistêmica (FROLOVA, 2018), os processos geocológicos em paisagens transformadas através de escalas não podem ser negligenciados. Em outras palavras, há a necessidade de se considerar

os processos de urbanização e seus impactos em contextos mais amplos, elaborando diagnósticos críticos em escalas espaciais que englobam estruturas e processos locais, regionais e globais. Para que sejam colocadas em evidência as relações complexas estabelecidas entre os diferentes subsistemas que compõem o geossistema e suas relações com os contextos espaciais locais e regionais. Diante disso, a teoria geossistêmica¹, ao articular questões geológicas e sociais em seu processo de análise e modelagem de sistemas ambientais complexos oferece possibilidades interpretativas para problemáticas antigas da História do Pensamento Geográfico, aquelas condizentes ao entrecruzamento dos campos sociais e físicos.

Nessa medida, salienta-se que os problemas que atualmente desafiam os estudos dos geossistemas incluem, além de outros fatores, pesquisas geológicas em nível local, precisamente em escalas cartográficas de detalhe, onde possam ser pormenorizadas as modificações dos componentes naturais induzidas pelas práticas sociais realizadas sem preocupação com a gestão destes espaços e planejamento do uso da terra em médio e longo prazo. Por outro lado, as modificações induzidas pelas atividades sociais requerem um gerenciamento regional que equacione as demandas socioeconômicas e as condições geológicas. Nesse sentido algumas propostas de articulação entre as políticas de planejamento ambiental e planejamento do uso da terra com o uso de princípios sistêmicos, tanto na ecologia da paisagem, quanto nos estudos que utilizam a abordagem geossistêmica foram criados com o escopo de orientar o poder público sobre a aplicabilidade dos princípios científicos geológicos nos mais variados contextos espaciais, principalmente na Europa (HAWKINS; SELMAN, 2002; ATIK *et al.*, 2014; JACKSON *et al.*, 2012).

No Brasil, embora a base legal ambiental oriente e restrinja o uso da terra, os órgãos gestores municipais ainda são pouco receptivos à utilização da abordagem geossistêmica/geológica em suas políticas de planejamento. Em síntese, falta aos agentes normativos e executivos do poder público nas suas mais variadas esferas de atuação um esforço direcionado à aplicação dos princípios geológicos ao planejamento e ordenamento do território (NUCCI, 2007). Pode o poder público não só complementar as normas existentes com base nos preceitos científicos, como também, em caso de interesse público inovar no campo normativo e executivo na elaboração do zoneamento ecológico-econômico, no zoneamento municipal, dentre outros (MACHADO, 2012). Em outras palavras, seria significativo se os Municípios, Estados e a União dispusessem de um corpo técnico

¹ Outras áreas do conhecimento são referência em estudos com proposta de articulação entre o campo

especializado para orientar a Administração Pública em práticas profícuas de planejamento ambiental, que considere as fragilidades e potencialidades do território, e proponha um sistema de classificação dos geossistemas e ecossistemas condizente com o histórico, padrões de uso e ocupação da terra e os padrões de estrutura, dinâmica e evolução dos sistemas naturais.

É neste contexto que esta Tese se insere: uma vez que objetiva compreender os processos e estruturas que aparecem em escalas de detalhe, mas que possuem repercussão regional. Neste sentido, busca-se através de uma contextualização do objeto de estudo e da formulação da problemática, contribuir para o entendimento da dimensão geocológica dos processos responsáveis pelas estruturas dos geossistemas na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Alinhando metodologias aplicadas aos estudos de paisagens pouco alteradas com metodologias pensadas para espaços urbanos, através da confecção de um banco de dados geográficos condizente com a dimensão de bacias hidrográficas localizadas em espaços de transição entre os usos urbano e rural. Assim, a partir do escopo teórico-metodológico do geossistema, e da discussão e mapeamentos de sua base estrutural, funcional e dinâmica, é possível compreender as espacialidades dos sistemas naturais e transformados a partir de um viés multitemporal e multiescalar de análise. Tal esforço analítico permite e é permitido através do confronto dos pressupostos teóricos da linha francesa, cujo maior expoente é Bertrand (1968, 1975, 1978, 1982, 1989, 2009) e os subsídios advindos da linha russo-soviética através de Sochava (1970, 1977, 1978) e seus contemporâneos.

Ao delimitar a problemática da Tese, considera-se que o uso do conceito de geossistema na Geografia brasileira possui diferentes interpretações, avista-se um amplo debate sobre suas finalidades, quase sempre em um cenário discordante. Todavia, o que é recorrente, apesar de pouco investigado, é a sua caracterização pela dinâmica e complexidade da sua estrutura, funcionamento e processos dominantes. Por exemplo, nos espaços de interface entre o urbano e o rural estes sistemas assumem configurações delineadas pela intensidade dos distúrbios geradas pelas atividades socioeconômicas e a capacidade de suporte e resiliência intrínsecas a tais sistemas.

A esse respeito, no município de Juiz de Fora, localizado na Zona da Mata Mineira², estado de Minas Gerais, especificamente na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, o

² A Zona da Mata Mineira está localizada na área de abrangência do domínio morfoclimático dos “Mares de Morros” (áreas mamelonares tropical-atlânticas florestadas da porção oriental do território brasileiro - Planalto Atlântico). Essas áreas são caracterizadas pelo clima tropical úmido associado ao intemperismo químico significativo sobre as rochas cristalinas (AB’SÁBER, 2003).

crescimento urbano impôs desafios não apenas ao sistema administrativo/gestor da cidade, mas, sobretudo às paisagens e áreas rurais de entorno. Devido aos processos de expansão relacionados à adição de estruturas artificiais, montante de resíduos produzidos e mudanças dadas pela introdução de diferentes habitats e usos da terra, os problemas relacionados à gestão aumentaram significativamente. Isso porque a distribuição, abundância e comportamento dos organismos e suas interações com o ambiente, bem como os serviços ecossistêmicos, foram significativamente alterados pela influência dos impactos ambientais e dos processos de urbanização ao longo do espaço/tempo.

Como podem ser detectadas em áreas fortemente urbanizadas e industrializadas, como Juiz de Fora e em muitas cidades médias e grandes dos contextos tropicais, as demandas sociais sobrecarregam a capacidade de suporte dos ecossistemas. Nas áreas de transição do uso urbano para o rural, o manejo da terra, muitas vezes efetuado de forma inadequada ao funcionamento do potencial ecológico dos sistemas ambientais, potencializa a atuação dos processos morfogenéticos (OLIVEIRA, 2016; EDUARDO, 2018). Significa dizer que nestes contextos as práticas utilizadas para o uso e ocupação das terras, realizados sem a preocupação de aplicar métodos de recuperação de áreas degradadas e um sistema de manejo e gestão eficientes, catalisaram a deterioração das características originais dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, característicos destes geossistemas. Nesse sentido, devido à intensificação de todos os processos, a consideração da dinâmica da paisagem pelo escopo teórico-metodológico do geossistema é de importância crescente em práticas de planejamento.

Uma das mudanças mais generalizadas nas áreas urbanas é a substituição de áreas “naturais” por infraestrutura construída, como estradas, trilhas, adensamento de edifícios e indústrias. Estradas, córregos canalizados e os “cânions urbanos”, maior fluxo de pessoas e veículos, somados à difusão de estruturas impermeáveis, modificam consideravelmente os fluxos de matéria, energia e informação nos diferentes subsistemas que compõem o geossistema, modificando sua configuração espacial, afetando, por consequência, a qualidade de vida da população.

Como foi demonstrado, o processo de urbanização tem múltiplos impactos nas paisagens e nos geossistemas, tais como alterações nas condições abióticas (por exemplo, microclima, iluminação, hidrologia, disponibilidade de nutrientes, exposição a contaminantes e a introdução de estruturas artificiais) e mudanças no ambiente biótico (devido aos efeitos da

urbanização na ocorrência e abundância de espécies³), a perda de habitat e o subsequente declínio na qualidade do habitat para as espécies da flora e fauna.

Nesse sentido, em bacias hidrográficas urbanizadas, os fluxos e movimentos através dos subsistemas reconfiguram os arranjos e processos entre os sistemas naturais e artificiais, ocasionando mudanças profundas, notadamente quando há expansão das atividades humanas e degradação dos sistemas naturais sem a preocupação com medidas de controle. Por outro lado, a presença de áreas florestadas, como por exemplo, a Reserva biológica do Poço D'antas e a Reserva Fazenda da Floresta são importantes como espaços de regulação de fluxos hídricos, sobretudo de proteção à biota e ao patrimônio natural, proporcionando sombra e controle da poluição e evapotranspiração.

Nesse contexto, a teoria geossistêmica como o estudo das interações espaço-temporais entre a estrutura e a função dos componentes físicos, biológicos e culturais dos geocomplexos - tem um papel central no mapeamento e análise do meio ambiente urbano e em contextos de transição. Não só porque já foi comprovado que os processos de urbanização são um dos maiores responsáveis pelas transformações globais da biosfera (VITOUSEK, 1997), mas porque independentemente da distância desses locais (áreas urbanas) de outras áreas, as ações e produções espaciais do homem afetam praticamente todos os geossistemas em múltiplas escalas de análise.

Embora seja importante desenvolver métodos de análise espacial que tenham o objetivo de fornecer informações referentes à configuração da estrutura do geossistema, é essencial produzir um significado geocológico a estas espacialidades, ou seja, analisar como as descrições estruturais estão ligadas aos processos como a movimentação de espécies, a dinâmica das populações, fluxos físico-químicos, problemas emergentes e já consolidados do processo de urbanização associados aos diferentes níveis de poluição. Portanto, o estudo dos sistemas geocológicos em áreas urbanizadas e limítrofes através da perspectiva geográfica, baseado na teoria geossistêmica e nos fundamentos da geocologia de paisagens podem trazer respostas aos problemas ambientais supramencionados agravados pela carência de políticas e implementação de práticas de planejamento do uso da terra.

³ Nem todas as espécies respondem de forma semelhante aos mesmos tipos de alterações, e a direção e a magnitude das respostas das espécies são específicas do táxon. Além disso, nem todos os impactos da urbanização ocorrem isoladamente, e as interações entre as variáveis podem direcionar respostas bióticas diferenciadas para contextos espaciais diversos (SANCHES, 2013).

2 Contexto teórico e espacial da pesquisa

Os debates acerca da importância dos estudos sistêmicos na Geografia Física contribuíram para o surgimento de várias escolas de pensamento, todas baseadas em um conjunto consistente de princípios científicos, mas exibindo diferentes ênfases e propósitos de acordo com o contexto geográfico em que foram desenvolvidas. Uma revisão da literatura russo-soviética e francesa mostrou uma diversidade de práticas metodológicas para o estudo de unidades locais e regionais através da articulação dos diferentes componentes dos sistemas naturais e socioeconômicos.

Nesta perspectiva, Sochava (1970, 1975, 1977, 1978) propôs a abordagem geossistêmica para Geografia Física buscando construir um conceito de base que conseguisse trabalhar de forma integrada as subdisciplinas da Geografia. Nos estudos elaborados por Sochava na antiga União Soviética e por Bertrand na França, há uma série de pesquisas de natureza colaborativa realizados entre institutos de Geografia para a interpretação sistêmica dos componentes da natureza e humanos dos geossistemas.

Diante disso, a compreensão do arcabouço conceitual sobre o qual foram desenvolvidos os conceitos e ideias relativos ao método de análise geossistêmico deve ser analisada em um quadro mais amplo da produção histórico-científica. Sem essa consideração, o conceito, bem como o método de pesquisa a ele inerente, seria entendido como mero vocábulo, verbete, sem contemplar o saber construído pelos autores. Nesse sentido, duas questões principais norteiam as reflexões dessa tese: como os principais proponentes da teoria geossistêmica definem o geossistema e o método de análise? Do ponto de vista teórico-prático, podem ser estabelecidos pontos de concordância entre as abordagens, que são tecnicamente viáveis para análise e classificação das paisagens do contexto tropical atlântico brasileiro?

Na tentativa de responder a estas questões busca-se, através do método comparativo, compreender a construção do conceito de geossistema em um contexto mais amplo de produção científica na Geografia Física através de uma ampla revisão bibliográfica produzida pelos principais teóricos destas escolas. A escolha do método comparativo tem relação com o objeto de estudo, com a perspectiva analítica adotada e com o objetivo do trabalho, ou seja, debater questões do plano epistemológico e empírico da geografia física acerca dos fundamentos de construção da teoria geossistêmica e sua aplicabilidade no contexto geográfico brasileiro.

Através de um estudo comparativo é possível extrair de cada escola de pensamento (Russa e Francesa) contribuições teóricas e metodológicas, elementos divergentes e convergentes, intensificar o diálogo entre ambas e propor adaptações para o contexto brasileiro, uma vez que tais escolas, sobretudo a russa, tem no geossistema um grande fulcro direcionador de suas pesquisas. Além disso, através do “raciocínio comparativo torna-se possível descobrir regularidades, perceber deslocamentos e transformações, construir modelos e tipologias, identificando continuidades e descontinuidades, semelhanças e diferenças” (SCHNEIDER; SCHIMITT, 1998, p. 1), interessantes para o aprofundamento dos debates epistemológicos e práticos no âmbito da Geografia Física.

Estudar o geossistema, seu estado atual (estrutura) e suas alterações futuras (dinâmica), substancia a compreensão dos mecanismos e processos ecológicos que provocam mudanças nas paisagens, como percebido no local de análise. Ademais, todos os processos e mecanismos que operam nos geossistemas têm uma dimensão espacial específica. O conhecimento das fontes físicas, biológicas e ecológicas do presente e a variação dos padrões espaciais resultantes são essenciais para compreensão e análise espaço-temporal das paisagens. Tal apreensão possibilita entender, como expressa Ab’Sáber (2003), a paisagem como herança de processos naturais e sociais que se encontram historicamente materializados, não só no ambiente físico, mas também na identidade da população local.

Embora tenham sido desenvolvidas inúmeras teorias e tecnologias que aprofundaram e intensificaram o conhecimento sobre o funcionamento dos sistemas naturais e sociais, principalmente nas áreas das geociências e ciências biológicas, estudos realizados por Ab’Sáber (1954, 2003) e Ross (2006) mostram uma crescente deterioração e perda de biodiversidade e geodiversidade acompanhadas de uma diminuição da qualidade de vida das populações em todo mundo, dadas pelo uso intensivo dos bens naturais. Isso porque ainda há predomínio e concentração de políticas de proteção e conservação ambiental em áreas excepcionais (paisagens de exceção)⁴ enquanto as demais áreas são administradas segundo uma lógica voltada para o desenvolvimento econômico⁵. Diversos instrumentos jurídico-

⁴ As paisagens de exceção foram definidas por Ab’Sáber (2003) como aquelas que apresentam configurações espaciais diferenciadas em relação ao seu entorno resultantes de uma dinâmica própria, oriunda de fatores naturais, sobretudo biogeográficos, ao longo do tempo geológico.

⁵ Embora a legislação brasileira possibilite maior proteção às áreas de interesse especial, com a implementação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza por exemplo, deve-se salientar que não deixou desprotegidas as áreas comuns. Como exemplos pode-se citar a Lei do Bioma Mata Atlântica (11.428/2006) que define regras especiais para este bioma quanto a supressão de vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração. Outro exemplo é a Lei 6.766/1979 que estabeleceu exigências quanto a saúde pública e poluição em caso de loteamentos urbanos; e há ainda os instrumentos da Política Nacional do Meio

legais foram implementados em variadas escalas de poder com o escopo de orientar práticas e minimizar a pressão exercida pelas diferentes atividades humanas no meio ambiente.

No que diz respeito ao domínio morfoclimático dos Mares de Morros florestados (AB’SÁBER, 2003), cuja fitofisionomia representativa é a Floresta Estacional Semidecidual⁶ originária da Mata Atlântica, embora a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a tenha definido como patrimônio nacional, restringindo inclusive a sua utilização na forma da lei, ratificando a importância de se obedecer às condições que assegurem a sua preservação, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais, o histórico de impactos da ocupação humana e o ritmo de destruição desse bioma acentuaram-se nas últimas três décadas (MMA, 2008), resultando em alterações desses geossistemas e ecossistemas, causadas pela alta fragmentação dos habitats e pela perda de geodiversidade e biodiversidade⁷ (MORELLATO; HADDAD, 2000).

Apesar de ter obtido uma significativa diminuição nas taxas de desmatamento em áreas de abrangência da Mata Atlântica, conforme atestam os mapeamentos realizados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite do Ministério do Meio Ambiente no período de 2008-2009, quando comparado com períodos anteriores, muitas ações estratégicas no âmbito das políticas ambientais e sociais ainda precisam ser implementadas para que o Brasil avance efetivamente nas pautas de conservação, principalmente no que diz respeito às ações orientadas a proteção da biodiversidade neotropical (RIBEIRO, *et al.* 2009).

É nesse contexto de usos e ocupação da terra em diferentes porções do espaço geográfico que a teoria geossistêmica pode contribuir como uma concepção que engloba diferentes disciplinas da Geografia Física. Essa abordagem oferece ao geógrafo, a possibilidade de trabalhar com “modelos e gráficos de geossistemas que refletem parâmetros econômicos e sociais influenciando as mais importantes conexões dentro do geossistema, sobretudo no que se refere às paisagens grandemente modificadas pelo homem” (SOCHAVA, 1977, p.7).

Ambiente, como os zoneamentos ambientais, zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, os estudos de impactos, auditorias e outros.

⁶ Apresenta maior ocorrência na área em estudo.

⁷ A dizimação da Mata Atlântica brasileira é um dos problemas de conservação mais alarmantes do mundo (MORI *et al.* 1981, TERBORGH 1992, VIANA *et al.* 1997). A destruição das florestas resultou na eliminação de muitas populações e, potencialmente, na erosão da diversidade genética de várias espécies (BROWN; BROWN, 1992). Uma questão implícita que emerge a partir do histórico de destruição desse bioma e do elevado número de espécies endêmicas especializadas no ambiente florestal, é o estabelecimento da hipótese de que muitas espécies já foram extintas antes de serem descritas e que muitas outras desaparecerão em breve (MORELLATO; HADDAD, 2000).

Nesse sentido, a bacia hidrográfica⁸ enquanto unidade espacial utilizada para gestão territorial ambiental⁹ (especialmente dos recursos hídricos, mas não se restringindo a eles), unidade geomórfica fundamental (CHORLEY, 1969), que permite delimitação clara e objetiva e onde pode ser mapeada a relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003) é uma unidade espacial interessante do ponto de vista geossistêmico e do planejamento e gestão ambiental. Envolve a participação de diferentes instâncias de poder político-administrativo (federal, estadual, municipal), setorial (energia, transporte, educação, agricultura), dos recursos naturais (água, solo, ar, fauna, flora, etc.), e espaciais (das grandes unidades de intervenção – bacias as microbacias) (ALMEIDA, et al, 2006). Portanto compreende a ação simultânea de diferentes níveis de governo (local, micro e meso regional, nacional etc), múltiplas institucionalidades e multiescalaridades espaciais tanto do ponto de vista geocológico, tecnológico e de poder público e social.

Soma-se ao gerenciamento de bacia hidrográfica enquanto instrumento que orienta o poder público e a sociedade em longo prazo, na utilização, monitoramento dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais –, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, as diretrizes metodológicas da Cartografia de Paisagens e da incorporação de conhecimentos e bases atualizadas sobre a espacialização dos diferentes componentes dos geossistemas e de metodologias recentes para planejamento e tratamento das informações, principalmente através dos Sistemas de Informação Geográfica (LANG; BLASCHKE, 2009; CAVALCANTI, 2015).

Nessa perspectiva, comprovada através de inúmeras publicações (CHRISTOFOLETTI, 1999; MONTEIRO, 2000; MARQUES NETO, 2012; OLIVEIRA, 2013; CAVALCANTI, 2013; PASSOS, 2016; NEVES, 2019) a teoria geossistêmica possui uma importância crescente em processos decisórios que envolvem questões ambientais e territoriais devido ao seu viés aplicado. Além disso, a teoria geossistêmica auxilia na formulação e resolução de problemas práticos de ordem espacial, ou seja, aqueles relacionados a estrutura, funcionamento, processos, dinâmica e mudanças geocológicas que afetam a vida humana. Portanto, trata-se de uma perspectiva espacial e uma abordagem holística que considera estrutura e processos dos componentes ambientais de um recorte

⁸ “Dada a grande importância da água como via de circulação para transporte, geração de energia elétrica, fonte de abastecimento urbano e industrial e caminho para diluição de efluentes domésticos e industriais, a bacia hidrográfica tem se transformado em uma unidade básica para planejamento e gestão ambiental” (ROSS; DEL PRETE, 1998, p. 102).

⁹ Não se deve, assim, levar em consideração apenas a água, de forma isolada, mas como um elemento do sistema bacia hidrográfica, onde se processam interações e inter-relações “dos recursos hídricos entre si e com outros ambientes naturais.

espacial específico. Através desse edifício de conceitos, métodos e aplicações é possível atuar no planejamento do desenvolvimento socioeconômico de uma região ou do país em variadas escalas espaciais, e sugerir medidas para o desenvolvimento e reconstrução de seus territórios e de suas paisagens sob um prisma ambiental articulado ao uso responsável dos bens naturais.

No âmbito local, a multiescalaridade geossistêmica se presta a orientar políticas de planejamento e gestão nas regulamentações dos usos e ocupação da terra, ou seja, sua organização hierárquica dos níveis regionais e locais oferece a possibilidade de relacionar os níveis de tomada de decisão do uso da terra e de gestão multidimensional com os níveis locais das unidades espacializadas e classificadas como fácies/geofácies e geótopos. É adequada, portanto às agendas ambientais e territoriais contemporâneas e é sensível às demandas sociais estruturadas em termos de paisagem e suas unidades espaciais, pois permite a participação dos residentes e usuários através dos comitês de bacias hidrográficas.

Em Juiz de Fora, historicamente o sistema municipal de planejamento territorial priorizou o desenvolvimento socioeconômico em detrimento da conservação da natureza e preservação das funções dos sistemas ambientais complexos. Essa prática pode ser observada na história mineira desde os períodos exploratórios para extração de ouro "nas Gerais", passando pelos ciclos de desenvolvimento orientados para produção de café, pelo desenvolvimento industrial, até o uso para agricultura e pecuária leiteira. Em todos esses ciclos houve significativas taxas de desmatamento e substituição das áreas originalmente florestadas por pastagens, plantios e construção de infraestrutura urbana, com destaque hoje para as plantações de eucalipto e pinus destinados à indústria metalúrgica e hidrometalúrgica da cidade e região de entorno.

Como se vê a partir do histórico de uso e ocupação estas paisagens da zona da Mata Mineira foram e estão sujeitas a uma forte pressão territorial (VALENTE *et al.* 2006), orientada pelos processos de urbanização, desenvolvimento de infraestrutura, agropecuária e ocorrência de incêndios florestais, ao mesmo tempo em que conservam a Mata da Fazenda Floresta (propriedade particular), a Reserva Biológica do Poço D'antas (municipal) e reservas legais em pequenas propriedades rurais. De igual importância, o tombamento dos prédios das Usinas I e II localizados no Complexo de Marmelos, próximo à foz do Ribeirão Marmelos associado à variedade de elementos geocológicos e culturais torna essa bacia interessante para um estudo aplicado. Nesse sentido, a Tese tem um caráter teórico-metodológico maior, tendo a área do ribeirão Marmelos como uma possibilidade de articular a teoria e o método proposto.

Diante deste contexto espacial (“mares de morro” originalmente florestados do Planalto Atlântico), a presente Tese de doutorado, através do método comparativo utilizado para discussão do conceito e aplicação da proposta de classificação taxonômica proposta por Sochava (1977) e contribuições epistemológicas e metodológicas construídas para estudo e mapeamento de unidades locais criadas por Bertrand (estudos fitossociológicos) pretende fazer um estudo aplicado dos sistemas ambientais atuantes na dinâmica e (re) organização espacial no contexto da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos localizada no domínio Tropical Atlântico brasileiro.

Embora o repertório de propostas de classificação e tipologia de paisagens e geossistemas sejam relativamente extensos, com numerosas metodologias de zoneamento e repartição de unidades aplicadas em todo o mundo, optou-se pela adaptação da proposta empreendida por Sochava (1970, 1975, 1977 e 1978) devido ao papel significativo desempenhado juntamente às políticas de planejamento e mapeamento na Rússia e sua ênfase em propostas voltadas para mitigar os impactos decorrentes das atividades industriais e da agricultura intensiva. As metodologias e práticas francesas trazem contribuições para o estudo de unidades locais principalmente no que condiz aos sistemas de planejamento do uso da terra para conservação das paisagens culturais.

A partir do exposto pode-se, entre outras questões, indagar: Como o impacto de mudanças na estrutura da paisagem (especialmente no uso da terra) afetam os fluxos de água, materiais (geomórficos e antrópicos), de energia e de informação (horizontal e vertical) em diferentes escalas? Essas alterações produzem diferenciação espacial em nível local que podem ser reescaladas para o nível regional? Qual é a relação estabelecida entre as áreas urbanas e áreas rurais como geossistemas modificados para atender às necessidades humanas e os efeitos sobre o clima local? Como a estrutura vegetacional dos fragmentos remanescentes da área responde às modificações induzidas pela dinâmica espacial urbana e rural? Existe variabilidade entre estes geossistemas nos diferentes setores da bacia?

Orientado por essas questões e pelo do entendimento de que os padrões espaciais em Geografia representam um registro da estrutura e funcionalidade das unidades geossistêmicas através da “memória genética (significado do conteúdo e estado) e social” desenvolve-se as reflexões apresentadas nesta pesquisa, que almejam alcançar os objetivos dispostos adiante.

2.1 Objetivo geral e objetivos específicos

O objetivo geral da Tese é contribuir para o entendimento da dimensão geocológica dos processos responsáveis pelas estruturas dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos a partir das alterações ocasionadas pelos processos de urbanização e sua influência na dinâmica e re-organização espacial da área.

Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes **objetivos específicos**:

- 1) Debater a base teórica e conceitual da abordagem geossistêmica nos estudos ambientais contemporâneos, buscando entender sua gênese e seu método.
- 2) Identificar as convergências e divergências conceituais entre os dois autores representativos da escola russo-soviética e francesa de geossistemas.
- 3) Comparar o sistema de classificação e hierarquias espaciais (relações e padrões entre os diferentes níveis de unidades geossistêmicas) propostos pelos autores para o estudo dos geossistemas em Geografia Física.
- 4) Verificar a variação dos diferentes usos da terra ao longo do período histórico compreendido entre a construção da estrada União & Indústria (década de 1850) até o ano de 2018 na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos.
- 5) Categorizar a distribuição dos padrões espaciais dos geossistemas na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos e correlaciona-la a dinâmica e (re)organização espacial dos sistemas ambientais atuantes no domínio Tropical Atlântico.
- 6) Entender as inter-relações entre os sistemas urbano e rural na escala do município e sua correlação com a organização espacial dos geossistemas na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos;
- 7) Apresentar as áreas críticas ou potenciais para a conservação da biodiversidade, entre as propriedades rurais e núcleos urbanos, visando o melhor ordenamento territorial.

2.2 Hipótese

Os processos relacionados à consolidação da ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos datam do período histórico relacionado às conquistas portuguesas em Minas Gerais e expansão territorial para a Zona da Mata Mineira nos séculos XVII e XVIII. Em resposta à intensificação dos usos e ocupação da terra na área, alterações sistêmicas desencadearam uma re-organização espacial dos arranjos espaciais dos geossistemas. Este processo se acentua a partir da difusão da urbanização no município e modificações das morfologias e elementos constituintes da estrutura do geossistema.

3 Organização da Tese

A introdução deste trabalho apresenta em termos gerais quais são os aspectos que orientaram a elaboração da tese, ou seja: a problemática da pesquisa, objeto de estudo e sua correlação com o contexto espacial local e regional; os objetivos do trabalho; as premissas e a hipótese norteadora.

No capítulo I, “O Geossistema e o seu campo epistemológico” foram discutidas questões referentes ao método e metodologias desenvolvidas em estudos geossistêmicos. Além disso, procurou-se efetuar uma contextualização histórica, contemplando os fatores e descobertas no âmbito científico geral e específico da geografia que subsidiaram o desenvolvimento da teoria; discute-se a gênese da escola Russo-soviética e da escola Francesa de geossistemas; discorre sobre as características distintivas da escola Russa, relacionando-as às tradições científicas que são autóctones deste país; e por fim foi feita uma discussão comparativa sobre as raízes históricas, influências teóricas, com especial atenção à atitude de cada uma frente a questões que são fundamentais no estudo dos geossistemas.

Por sua vez, o capítulo II, “Métodos e materiais”, foram discutidos e apresentados quais foram às bases de dados utilizados para elaboração dos mapas, as técnicas utilizadas nos trabalhos de campo e as metodologias empregadas para levantamento das características biofísicas e antrópicas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Foram explicitados quais foram os procedimentos que fundamentaram a individualização de unidades geossistêmicas de nível local e os critérios adotados para construção e codificação da legenda do mapa.

O capítulo III discorrerá sobre uma contextualização da área de estudo quanto aos seus aspectos geográficos, além de apresentar características dos limites e entorno espacial. Recorrerá-se à uma descrição dos aspectos físico-geográficos e humanos no que tange a sua organização sistêmica da área.

A partir deste ponto (capítulo IV), toma-se como prioridade a discussão e análise da dimensão espaço-temporal dos geossistemas através do mapeamento multitemporal do uso e ocupação da terra e da gradativa expansão dos usos recorrendo-se a uma contextualização histórica desde os primórdios da ocupação da área até os dias atuais. Como não existem imagens de satélite da bacia que abarque o período temporal estudado (período compreendido pela construção da estrada União e Indústria até os dias atuais) optou-se por fazer um tratamento temático para análise do capítulo dividindo-o em quatro eixos de discussão: o primeiro a ser investigado diz respeito ao uso atual da área, com ênfase na discussão das classes de uso urbano; o segundo trata dos aspectos históricos e culturais da bacia, com uma contextualização das intervenções antrópicas mais significativas para dinâmica ambiental da bacia, dentre elas, a construção da Usina hidrelétrica em localização próxima à foz do ribeirão Marmelos; o terceiro tópico interpreta a evolução dos usos a partir de um mapeamento multitemporal do uso da terra e análise da dinâmica subjacente aos usos e políticas relacionadas. O quarto eixo, subsidiou a análise da estrutura espacial da área, através da interpretação/integração do histórico, estrutura atual, legislação ambiental e impactos na bacia.

A partir deste ponto (capítulo V) foram discutidos os resultados obtidos através da individualização e espacialização das fácies e grupos de fácies na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos a partir da análise das interconexões entre os elementos que configuram a estrutura dos geossistemas e relações com a esfera socioeconômica (políticas e conflitos de uso). Por fim, foram tecidas algumas considerações a respeito das teses desenvolvidas, da materialização das fácies em campo e sua importância para definição de políticas públicas orientadas para o planejamento ambiental da área.

Partindo do contexto supramencionado e das questões norteadoras, busca-se entender e interpretar quais foram as mudanças geoecológicas ocasionadas pela urbanização e como estas mudanças reduziram a geodiversidade e a biodiversidade local na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.

CAPÍTULO I:

O geossistema e o seu campo epistemológico

O vocábulo geossistema aparece nos textos do russo Viktor Sochava, buscando designar uma dimensão do espaço terrestre onde os diversos componentes da natureza encontram-se em conexões sistêmicas uns com os outros, apresentando uma integridade definida e interação com a esfera cósmica e com a sociedade humana. Essa construção foi inspirada na concepção geosférica de Vernadski¹⁰, na teoria da zonalidade de Dokuchayev¹¹ e na teoria dos sistemas de Bertalanfly. Resultado de uma construção intelectual que emerge a partir das leituras do trabalho filosófico e científico de Bertalanfly e da tradição geográfica russa acerca da paisagem e do estudo de áreas naturais, essa teoria propõe uma nova forma de compreensão e explicação da realidade geográfica.

No conceito de geossistemas formulado por Sochava durante os anos iniciais da década de 1960, as categorias estrutura, processo e dinâmica foram fundamentais tanto para o mapeamento quanto para a interpretação dos geocomplexos. Nesse contexto embrionário de estudos e de formulação das ideias que viriam a compor a teoria geossistêmica, a Teoria Geral dos Sistemas com seus postulados e leis forneceram os alicerces para a edificação do conceito e das práticas de mapeamento e modelagem desenvolvidas no âmbito geral da Geografia Física¹² e estudos da paisagem. Caracterizada por compor um conjunto sistemático de ideias sobre o funcionamento da paisagem, essa teoria propôs uma classificação minuciosa das paisagens terrestres em variadas escalas de análise espaço-temporal.

O esforço argumentativo do autor busca, através da proposição do entendimento da paisagem enquanto sistema, contribuir para o seu entendimento científico por meio de uma uniformização de um termo (a paisagem) que foi usado de forma vaga no decorrer do seu processo histórico de constituição (SOCHAVA, 1975). Conforme destacado pelo autor, o conceito de paisagem evoluiu de forma independente e distinta em vários países, com o foco em diferentes aspectos e nem sempre com a mesma concepção epistemológica. A partir disso

¹⁰ Sochava (1978) argumenta que o ambiente geográfico ou o geossistema divide-se em inúmeros domínios, tal como proposto pela teoria de VERNADSKI das geosferas.

¹¹ A ciência do solo de Dokuchayev foi a verdadeira fonte de ideias da geografia da paisagem. Berg e Dokuchayev as usaram como um ponto de partida para o desenvolvimento da Teoria dos complexos geográficos naturais segundo o qual as paisagens, são a expressão espacial da interligação dos fenômenos naturais e sociais.

¹² Nesse contexto a discussão teórica de Chorley e Haggett no livro Modelos físicos e de informação em Geografia, como um dos pioneiros da área, assume relevância ao apresentar uma discussão aprofundada do assunto.

Sochava (1975) chama atenção para unificação dos conceitos e termos utilizados nas pesquisas integradas da paisagem, mesmo diante de interpretações distintas, acerca do uso do termo, Bertrand e Bertrand (2002) apresentam a imprecisão desse conceito, que para eles é uma noção, que apresenta o “espelho que as sociedades erguem para si mesmas e que as reflete”, sendo assim, uma construção natural, histórica, cultural e econômica coadunada.

Nesse sentido, o reconhecimento implícito da existência de alguns problemas e pressupostos orienta a demarcação desse campo científico. Dentre esses, o problema da escala é uma das questões centrais ligadas ao debate dos geossistemas no âmbito mais geral da epistemologia da Geografia Física, isso porque um dos fundamentos da teoria são a classificação e mapeamento dos geossistemas. Em outras palavras, as investigações de base geossistêmica procuram representar cartograficamente a diferenciação, integração, dinâmica e evolução dos espaços naturais e modificados pela ação do homem em múltiplas escalas espaciais (LYSANOVA; SEMENOV, SOROKOVOI, 2011).

Nos trabalhos publicados por Sochava (1970; 1975; 1977; 1978) a preocupação com o aspecto crítico e metodológico é central nas suas propostas de classificação. Isso porque, para o autor sistematizar o parcelamento do meio natural é um requisito para solução dos problemas geográficos associados aos mapeamentos da paisagem e às sínteses dos meios naturais e transformados. Outro problema fortemente vinculado à teoria diz respeito àquelas modificações sistemáticas nos usos e ocupação da terra, que implicam em modificações e problemas ambientais decorrentes desses usos.

Nesse contexto, a identificação de geossistemas em todos os níveis, com a devida consideração pelo seu conteúdo ecológico, é essencial para o planejamento do uso da terra. Para Sochava (1970) é significativo considerar as áreas homogêneas (geômeros) e as áreas heterogêneas (geócoros) dos geossistemas. De modo abrangente e contundente, o autor destacou o caráter aplicado da teoria geossistêmica, embora tenha como marca fundamental a reflexão de caráter teórico, principalmente associada aos aspectos organizacionais do geossistema, que suscitam o estudo da estrutura, ou seja, das relações estabelecidas entre as partes e o todo na organização sistêmica dos elementos.

Com a proliferação de novas propostas e reinterpretações do conceito de geossistema, as questões de escala e relação sociedade/natureza ganharam contornos muito diferenciados nos diferentes países em que a teoria foi aplicada e ressignificada. Atualmente, outros autores, como Cavalcanti (2013), Neves (2017, 2019) e Neves e Machado (2017), pretendendo reimaginar e ressignificar o campo epistemológico para o estudo dos geossistemas na

geografia física brasileira, reintroduziram nos debates questões teóricas e práticas para o mapeamento e interpretação das unidades geossistêmicas, inclusive trazendo contribuições de outros teóricos russos que trabalham com outros sistemas de classificação das paisagens e dos sistemas naturais. Os importantíssimos aportes da linha de argumentação estabelecida pelos autores, o primeiro adotando para tal a mesma linha teórica de Sochava e o segundo a linha teórica de Bertrand, estão representados pelo estudo da trajetória epistêmica e pelas diferentes propostas classificatórias de base para os diferentes contextos geográficos.

1.1 Contextualização do desenvolvimento do conceito de geossistema na Rússia

Nesta seção do texto busca-se realizar uma contextualização histórica, contemplando os fatores e descobertas no âmbito científico geral e específico da Geografia que subsidiaram o desenvolvimento da teoria e que dão suporte teórico para as pesquisas na atualidade. Através de uma análise histórica, busca-se entender qual foi a gênese do conceito na Rússia; explicar as suas características distintivas, relacionando-as não só às tradições científicas que são autóctones da Rússia, mas também do cenário europeu. Além disso, busca-se compreender como o estudo das paisagens através de uma abordagem que enfatiza as suas características biofísicas e seu potencial para utilização ou transformação pela sociedade influenciaram na construção do conceito de geossistema. Por fim, este capítulo tem como escopo trazer uma contribuição para o debate geográfico em curso sobre os conceitos de paisagem e geossistemas.

1.2 A ciência da paisagem na Rússia: histórico e influências para construção do conceito de geossistemas

Pesquisadores das ciências humanas detectam que estudos integrados do meio ambiente, com conotação geográfica se verificam desde a Antiguidade Clássica, no entanto, como área científica, com objetivo, unidade e método próprios, tenha sido proposto somente no final do século XIX com o advento do curso de Geografia na Alemanha. Em período anterior a essa época, pensadores naturalistas examinaram e discutiram os mais variados temas ligados à superfície terrestre. Eles reconheceram, diagnosticaram, formularam e tentaram resolver um número grande de problemas de ordem filosófica e prática no campo

das ciências naturais. Além disso, desenvolveram métodos sistemáticos para abordar os principais problemas e propor soluções às diferentes demandas relacionadas aos usos e produtividade das terras. Foram estes os responsáveis pela instituição da ciência geográfica (CLAVAL, 2002; 2014).

Nesse contexto histórico, Frolova (2007) identifica que os surgimentos dos primeiros trabalhos científicos com viés geográfico na Rússia datam do final do século XIX, principalmente sob influência das escolas geográficas de Anoutchine e de Dokoutchaev¹³. As inovações trazidas pelos trabalhos de Dokoutchaev, principalmente nos estudos dos solos, chamaram atenção para uma abordagem global no estudo das paisagens, uma vez que apresentavam uma conceitualização integrada para o entendimento dos mecanismos genéticos e de formação dos solos. Em seus estudos, o russo fica sensibilizado com a uniformidade, com a escala do país e das paisagens vegetais e com as formas de agricultura com as quais estão ligadas (CLAVAL, 2006). Dokoutchaev acentua o caráter integral¹⁴ das associações entre os solos, vegetação e as condições climáticas, e que foi o mote para sua proposição acerca dos fatores de formação do solo, forjando na crônica científica uma Pedologia fortemente apoiada na ciência da paisagem (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2019).

Este processo de desenvolvimento de uma abordagem holística desenvolvido por Dokuchaev relacionava-se aos problemas vivenciados na Rússia com a seca de 1877-1878 e com a forte regressão florestal e exaustão do solo, que afetou 29 províncias da Rússia Europeia (FROLOVA, 2018 apud DOKUCHAEV 1948; VALEBNY 1998). O vínculo entre sua cognição científica com a problemática produção agrícola (consequências da seca) neste contexto histórico fez com que o pesquisador refletisse sobre as melhores maneiras de evitar os danos às colheitas causadas por catástrofes naturais. Suas pesquisas orientaram o desenvolvimento do conhecimento pautado no estudo das interações entre vegetação, relevo, geologia, clima e atividade humana, conduzindo as ciências geográficas russas para a análise sintética do ambiente geográfico (FROLOVA, 2018 apud DRONIN, 1999).

¹³ Dokuchaev iniciou os seus estudos como geólogo, porém, em seguida, interessou-se gradualmente por geologia quaternária, geomorfologia, hidrologia e no estudo de solos. Em 1952, através de sua monografia clássica “The Russian Black Earth” (1883; Dokuchaev 1952), obteve doutorado em mineralogia e geologia. Em sucessivas participações em expedições científicas as províncias Nizhnii Novgorod (1882/1886) e Poltava (1888/1896) pode orientar seu trabalho ao estudo dos complexos naturais no qual todos os componentes da natureza terrestre (geologia, clima, solos locais, hidrologia, flora, e fauna) foram analisados de forma interligada, como base para a avaliação das características dos solos e recomendações para o desenvolvimento agrário. Na década de 1890, em conexão com o contexto de fome vivenciado na Rússia em 1891, Dokuchaev chefiou a expedição especial de Florestas do Departamento do governo, que envolveu uma complexa investigação de métodos de combate à seca e erosão do solo na zona de estepe e para melhorar e regular a agricultura, silvicultura e uso da água (SHAW, OLDFIELD, 2007).

Uma das obras de maior ressonância publicadas pelo autor no final do século XIX é o conjunto de artigos nos quais formaliza sua interpretação diante da temática acerca do espaço terrestre a partir da configuração geográfica derivada das interações entre a natureza viva e não viva. O conjunto destes artigos recebeu o nome de Teoria das Zonas Naturais, e refletia a preocupação em explicar padrões geográficos resultantes do controle latitudinal (zonas horizontais) e atitudinal (zonas verticais) sobre os climas, formas de relevo, drenagem, solos, seres vivos, determinando assim potenciais de uso da terra (CAVALCANTI, 2013).

A importância da obra de Dokuchaev para tradição geográfica russa na ciência da paisagem está relacionada a cinco características presentes em sua produção teórica (SHAW, OLDFIELD, 2007): em primeiro lugar, Dokuchaev enfatiza que o solo é um componente chave que interliga a natureza inorgânica e orgânica; em segundo lugar, Dokuchaev argumentou que a natureza terrestre deve ser entendida como um produto dinâmico resultado de processos pretéritos e atuais que atuaram para modificar seus componentes de forma interligada e que deve ser esperado que continue a fazê-lo no futuro; em terceiro lugar, a sua abordagem enfatiza a importância de investigações de campo, muitas vezes exigindo que se façam observações e coleta de diversos tipos de dados em longo prazo. Em quarto lugar, destaca-se o caráter aplicado dos estudos de Dokuchaev, com foco em soluções para problemas ambientais. Finalmente, o seu sistema de classificação do solo tinha uma manifestação espacial ou zonal, de acordo com o que foi reconhecido como principais tipos de solo. Além disso, a compreensão da gênese, ou seja, como os componentes do sistema solo tendem a variar de acordo com processos climáticos passados e presentes.

A partir de sua trajetória teórica foi construída uma tradição para o estudo das paisagens na Rússia. É importante acentuar as contribuições de um dos seus correligionários, Lev Semenovich Berg, na produção de uma nova escola da morfologia da paisagem, chefiada por Solncev, desenvolvida em Moscou. Berg é reconhecido como fundador da ciência russa da paisagem por focar em seus estudos que a paisagem geográfica constitui a unidade básica, o objeto de estudo da geografia (SHAW; OLDFIELD, 2007). Ele via a paisagem como o objeto integrador da Geografia, que dotava a disciplina de uma natureza específica distinta de outras e que era o escopo de seus estudos. Além disso, Berg (1947) apud Shaw e Oldfield (2007) defende uma definição mais ampla para as paisagens, ou seja, compreendê-la como agrupamentos repetitivos não só de formas de relevo, mas também de outros objetos e fenômenos na superfície da terra. “A paisagem geográfica é a combinação ou agrupamento de objetos e fenômenos em que as peculiaridades do relevo, clima, água, solo, vegetação, e

fauna, e até certo grau as atividades humanas, se misturam em um único conjunto” (BERG, 1947 apud SHAW, OLDFIELD, 2007, pag. 3). Esta abordagem, concentrando-se principalmente no mapeamento em grande escala de unidades tipológicas de paisagem e em uma taxonomia rigorosa dessas unidades, tornou-se um conceito de liderança na Geografia Física da União Soviética (ROOSAARE, 1994).

Ainda neste contexto, na Rússia, país sede do desenvolvimento do conceito de geossistema, um dos patrimônios teóricos “herdados” pela geografia clássica russa do período pré-revolucionário¹⁵, que influenciou a edificação da teoria foi o conceito de complexo geográfico como sistema territorial natural, objeto específico do estudo geográfico. Isachenko (1976) destaca que embora essa noção logo tenha despertado o interesse de muitos geógrafos, teve que percorrer uma longa estrada antes de se tornar uma verdadeira teoria científica. Quatro questões principais orientam esta posição do autor: em primeiro lugar, foi necessário um conjunto de dados empíricos, uma vez que para construção de uma teoria são necessárias informações que sirvam de base para posterior generalização. Além disso, o processo de coleta e sistematização de dados em qualquer ciência¹⁶ é, por sua vez, sujeito a rigorosas regras e técnicas metodológicas; em outras palavras, o que era necessário era um método distintivo de pesquisa científica. Em terceiro lugar, com a incorporação do método materialista¹⁷ dialético aos estudos da paisagem foi possível delinear um quadro teórico para o material acumulado que permitisse aos estudiosos derivar suas leis. Por último, qualquer teoria científica deve ser testada em campo. No contexto histórico-geográfico russo, todas estas condições só puderam ser concretizadas na ciência paisagística no período soviético. Nesse contexto histórico, emergem os contornos de uma teoria da paisagem fundamentada em

¹⁵ Período anterior a revolução de 1917.

¹⁶ A revolução socialista de 1917 trouxe mudanças significativas no desenvolvimento da geografia russa e soviética, devido às mudanças que ocorreram em um nível econômico e ideológico. A implementação de uma economia planificada, controlada pelo estado, a coletivização da agricultura e o desaparecimento do setor privado criaram demandas por uma ciência orientada para as metas nacionais (OLDFIELD; SHAW, 2015). A natureza aplicada da pesquisa russa sobre o meio ambiente e a paisagem foi reforçada durante este período, em que os recursos da ciência soviética foram orientados aos grandes projetos do estado nacional Russo (SHAW; OLDFIELD 2007, p. 118). Foi a partir deste período que os geógrafos da paisagem soviética começaram a rejeitar progressivamente as análises sociais e denunciaram a abordagem clássica e descritiva da geografia, que era especialmente preeminente na tradição regional da geografia francesa. Foi nesse novo contexto ideológico e econômico que o estudo da natureza veio à tona na ciência da paisagem, colocando novas exigências sobre essa disciplina, a fim de fornecer ferramentas analíticas para criar as condições para garantir a autossuficiência da URSS em termos de recursos.

¹⁷ A partir dos anos 30, surgiu uma concepção materialista da ciência, segundo a qual a base do conhecimento reside na matéria - a realidade objetiva percebida pelos nossos sentidos. Essa doutrina, que considera nossos sentidos meios eficazes de descobrir a objetividade do mundo material, teve que ser aceita pelos geógrafos soviéticos como uma verdade absoluta (Frolova, 2018).

expedições interdisciplinares de campo, no acúmulo de dados geográficos para sínteses em Geografia Física, na compilação de mapas de paisagem e na regionalização físico-geográfica¹⁸. Além disso, nesse período foram testadas metodologias para estudo das paisagens em trabalhos de campo, para proposição de soluções relacionadas aos problemas práticos do desenvolvimento territorial (avaliação dos recursos naturais disponíveis, potencial agrícola, projetos de recuperação de áreas, dentre outros) (ISACHENKO, 1976). Portanto, foi durante este período que os princípios da pesquisa paisagística foram estabelecidos na Rússia, envolvendo principalmente métodos e técnicas para o mapeamento da paisagem.

A partir de então ganha relevo nas pesquisas geográficas russas o estabelecimento da rede físico-geográfico de estações permanentes na Sibéria. Seu principal escopo foi estudar os ritmos de fenômenos naturais para posteriormente fornecer uma justificativa para a tipologia de fácies, em outras palavras, identificar regularidades intrínsecas à estrutura e dinâmica dos geossistemas, com intuito de obter uma perspectiva profunda sobre as leis que regem os processos naturais (BAZHENOVA, PLYUSNIN, SNYTKO, 2014). Além disso, buscava-se desenvolver técnicas quantitativas para avaliação dos processos de formação das paisagens, análise das conexões espaciais sistêmicas dessas paisagens, compreensão das regularidades espaços-temporais e análise dos estados de geossistemas, modelagem e previsão com destaque para o estudo da dinâmica e pelos regimes e tendências de funcionamento/desenvolvimento (SOCHAVA, 1977).

O estágio atual das pesquisas realizadas através das estações permanentes foi analisado por Plyusnin e Korytny (2012) na ocasião do 55º aniversário do Instituto V.B. Sochava. Neste trabalho os autores enumeram uma série de acontecimentos históricos pelos quais o instituto passou que formaram as bases para construção de sua identidade. O marco fundamental no processo de formação do instituto ocorreu em 1960, período que foram constatados esforços conjuntos para continuação de trabalhos iniciados por geógrafos na Rússia. Com o desenvolvimento e implementação das estações permanentes na década de 1970, o instituto evoluiu em direção a sua consagração nos campos de pesquisas em Geografia.

18 A reconfiguração da ciência paisagística na Rússia a partir deste contexto histórico fez com que os estudos da paisagem enfatizassem cada vez mais a geografia física, de modo que a ciência da paisagem, outrora apresentada como o centro da geografia, não era mais capaz de unir geógrafos dos diferentes campos especialistas e passou a ser vista como uma disciplina dentro da geografia física (FROLOVA, 2018). Nesta perspectiva de importância dos aspectos físicos, a concepção humana/cultural foi transferida a segundo plano ou mesmo excluída das descrições da paisagem. A negligência das dimensões humanas da paisagem em favor de uma abordagem aplicada, essencialmente tecnocrática, tem sido considerada uma das lacunas mais significativas na ciência da paisagem russa / soviética (DRONIN, 1999; SHAW; OLDFIELD, 2007).

A década de 1980 marcou um período de grandes projetos socialmente significativos associados às Zonas BAM e KATEK (PLYUSNIN; KORYTNY, 2012). Os anos 1990, devido ao contexto histórico-geográfico marcado pela dissociação da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas em uma série de países independentes, com inúmeras repercussões socioeconômicas, demarcou o período mais difícil do Instituto, que sobreviveu em grande parte devido ao seu trabalho em áreas da geoecologia e acompanhamento de projetos econômicos de larga escala. No início dos anos 2000 o Instituto conseguiu um "segundo fôlego" em decorrência das inovações tecnológicas no campo do sensoriamento remoto e técnicas cartográficas que levaram a um desenvolvimento metodológico da ciência geográfica. Atualmente, o principal objetivo do instituto é realizar pesquisas básicas em áreas como: ciência da paisagem, desenvolvimento das bases geográficas da organização territorial da produção e a formação da população no território, mapeamento de sistemas, construção das bases teóricas de previsão, controle e regulação da dinâmica dos geossistemas.

Dessa forma, como elemento fundamental para a construção teórica dos geossistemas, os estudos baseados em estações permanentes foram cruciais para o “amadurecimento” da ideia de paisagem como uma unidade poliestructural dos geossistemas. Conduzido em diferentes regiões da Sibéria, os estudos serviram para melhorar o conhecimento da dinâmica das paisagens e seu funcionamento, e promoveu um maior desenvolvimento da teoria dos geossistemas na pesquisa feita pelos alunos de V.B. Sochava.

Fora do contexto universitário, a pesquisa de paisagem foi desenvolvida por instituições de pesquisa acadêmica, incluindo o Instituto de Geografia Acadêmica de Ciências URSS em Moscou. O Instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente, estabelecido em 1957 em Irkutsk¹⁹ sob a academia. A Divisão da Sibéria também se tornou um importante centro de pesquisa paisagística. Na atualidade, as discussões e trocas de experiência sobre pesquisas da paisagem (controvérsias teóricas e problemas empírico-práticos) são realizadas por meio de conferências e congressos científicos (ISACHENKO, 1976).

¹⁹ Estações de campo especiais foram implantadas com escopo de aprofundar estudos da estrutura e dinâmica das paisagens. Várias dessas estações foram estabelecidas pelo Instituto de Geografia de Irkutsk (nas Estepes de Transbaykal; nas áreas de taiga do vale de Angara e na Sibéria ocidental).

1.3 Constructo teórico de Viktor Borisovich Sochava: a teoria geossistêmica

Em 1963, a literatura geográfica russa presenciou uma inovação no campo teórico-metodológico através da formulação do conceito de geossistema por V.B. Sochava²⁰. No sentido denotativo, o conceito é definido como “um todo único composto por componentes interconectados da natureza que obedecem às regularidades operadas na superfície da terra”. Com o advento da teoria dos geossistemas, foi possível rever os fundamentos lógicos da teoria da geosfera da paisagem, e estabelecer uma linha estrita de demarcação entre os problemas na geografia física e as preocupações de disciplinas geográficas setoriais (PLYUSNIN; KORYTNY, 2012).

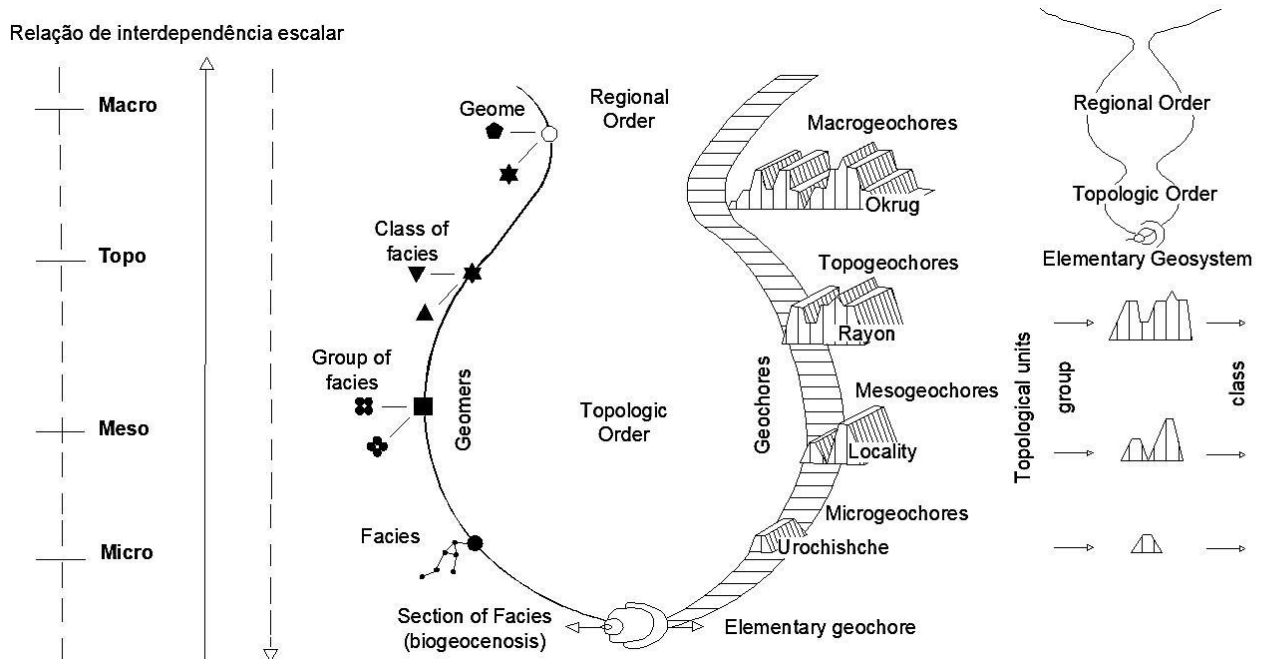
A teoria dos geossistemas de Sochava baseia-se no princípio de duas fileiras de classificação dos geossistemas. Os principais fundamentos teóricos são:

- 1) Os complexos naturais são organizados em hierarquias subordinadas (Figura 1);
- 2) Cada ordem de um geossistema tem seus próprios parâmetros que, quando generalizados, configuram as ordens dimensionais planetárias, regionais e tipológicas;
- 3) Os geossistemas são representados simultaneamente por estruturas primárias e estados variáveis subordinados a um invariante²¹. Transformação de geossistemas com um invariante constante significa sua dinâmica, enquanto uma mudança no próprio invariante implica a evolução;
- 4) O ambiente natural é caracterizado por uma combinação de dois princípios – homogeneidade (geômeros) e diferença de qualidade (geócoros).

²⁰ Geógrafo e botânico, Sochava foi o fundador da escola geográfica siberiana. Sua formação científica interdisciplinar e sua participação em inúmeras expedições científicas multidisciplinares por toda a Rússia nas décadas de 1920 e 1930 levaram-no a concentrar sua pesquisa na análise integrada do meio ambiente (FROLOVA, 2018).

²¹ Uma totalidade de propriedades do geossistema que permanecem inalteradas, uma vez que são transformadas sob a influência de fatores externos (SOCHAVA, 1977).

Figura 1 – Hierarquia dos geossistemas e subdivisões da paisagem.



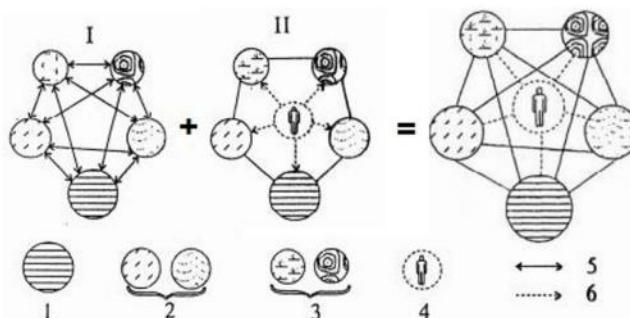
Legenda: Diagrama representativo da interface entre geômeros e geócoros e a multiescalaridade de relações dos níveis de organização do geossistema. Nesse diagrama estão explicitados os seguintes princípios: 1. Escalas espaciais e temporais são fundamentalmente interligadas (quanto maior a dimensão espacial, maior é a dimensão temporal envolvida na gênese do fenômeno espacial analisado); 2. A estrutura dos geossistemas abrange uma ampla gama de escalas de observação e envolvem processos que operam em múltiplas escalas. 3. Os níveis de organização superior dos sistemas ambientais complexos incluem fenômenos em níveis inferiores, reafirmando que não se pode entender totalmente os níveis superiores sem um entendimento dos fenômenos neles incluídos. 4. Em cada nível hierárquico dos geossistemas operam leis próprias, que não necessariamente se manifestam em outros níveis. Tratando-se de escalas diferentes, têm-se também estruturas diferentes, com propriedades distintas que não se comparam à soma das propriedades dos elementos na escala inferior. Pode-se, portanto, afirmar que existem propriedades emergentes em cada nível hierárquico de análise proposto. Significa dizer que embora as descobertas e mapeamentos sobre um determinado nível ajudem no estudo do nível seguinte, elas não explicam a totalidade dos fenômenos que ocorrem a cada integração de subconjuntos em determinada escala de análise. Termos: Okrug – Distrito; Rayon – área; Urochiche – pequenas unidades de paisagem, como são conhecidas em Russo. Fonte: Organizado pela autora. Adaptado de Sochava (1971).

Cada dimensão dos geossistemas (topológica, regional, planetária e intermediária) tem sua própria escala e características quali-quantitativas de organização geográfica (SOCHAVA, 1977). Na proposta teórica desenvolvida por Sochava, o geossistema é estruturado hierarquicamente, ou seja, abrange uma hierarquia de sistemas e subsistemas, onde cada nível superior é formado por sistemas de nível inferior. Apresentam alto grau de complexidade; diferenciação espaço-temporal; existência de conexões entre os diferentes níveis (Figura 2); e multiplicidade de processos espaciais.

Em outras palavras, os geossistemas são sistemas naturais complexos (que trocam matéria e energia com o entorno), dinâmicos (que mudam com o tempo) e hierarquicamente

organizados. A estrutura do geossistema reflete a organização sistêmica de seus elementos funcionais e as regulações que determinam sua essência, sua morfologia e sua integridade.

Figura 2 – As etapas da formação de geossistemas complexos

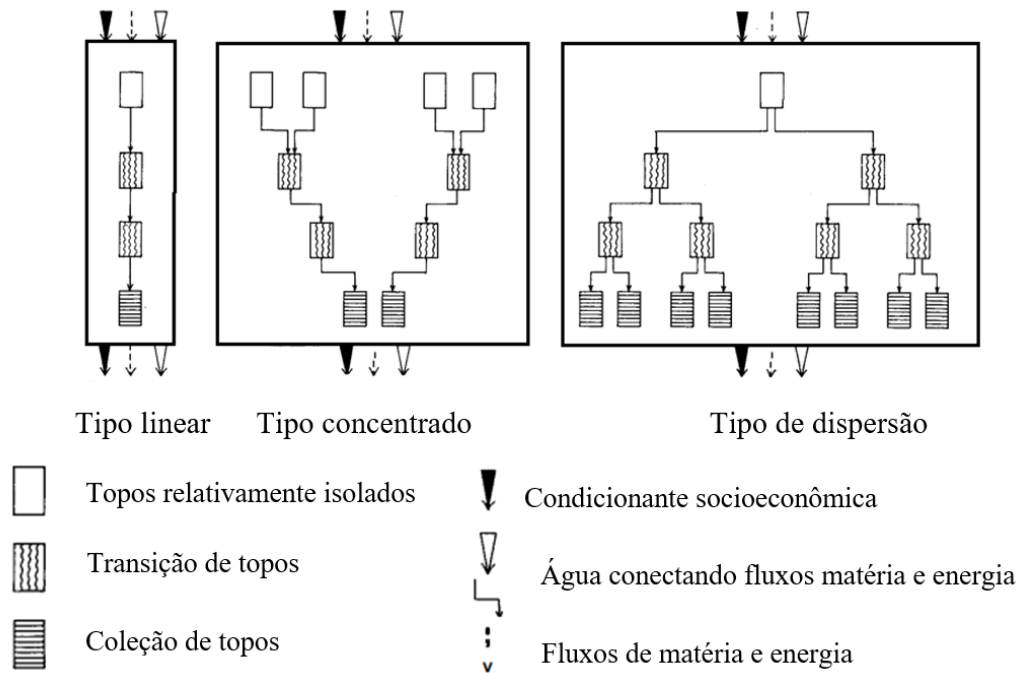


Legenda: As etapas: I - Investigação das propriedades e elementos geossistêmicos sob a perspectiva dos sistemas físicos ambientais; II - Influência humana na paisagem e a ação sobre o geossistema, tornando-o mais complexo – Resultando nas alterações antrópicas da paisagem, interagindo componentes e fatores na formação do complexo geossistêmico atual. Entradas: 1 - Geologia e Geomorfologia; 2 – Hidrografia e Clima; 3 – Fatores bióticos; 4 – Antrópica; 5 – Troca de matéria e energia da natureza na formação da paisagem, 6 – Ação antrópica com o meio. Fonte: Neves *et al.* 2014.

Uma das principais aplicações dos estudos dos geossistemas consiste na pesquisa dos processos²² verticais e laterais que ocorrem em paisagens (ou em suas partes) e as influências antrópicas (Figura 3) e consequências para estrutura e processos dos geohorizontes. Do ponto de vista conceitual, os processos que formam a estrutura vertical dos geossistemas são aqueles relacionados à pedogênese, biogênese, migração de elementos químicos, infiltração, dentre outros; e os processos que formam a estrutura morfológico-espacial os relacionados ao escoamento, denudação, acumulação, erosão, deslizamentos, etc (RODRIGUEZ *et al.*, 2010). Esses processos sobrepõem-se uns aos outros, não sendo puramente físicos, químicos ou biológicos, conforme destacado nos trabalhos de Makunina (2011; 2014) e nos trabalhos de Beroutchachvili e Clopes (1977).

²² “Os processos químicos e físicos responsáveis pela transformação dos materiais sob uma forma para outra são essenciais em todos os fenômenos ambientais, quer sejam bióticos ou abióticos” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.78).

Figura 3 – Fluxo lateral de matéria e energia nos geossistemas.



Fonte: Adaptado Haase, 1989.

Um geossistema envolve um conjunto de regimes naturais que são interligados e, em certa medida, são autônomos. Estes regimes podem ser investigados por equipes interdisciplinares de estudos baseados em estações geográficas de campo. A observação de regimes específicos muitas vezes requer treinamento especial e um equipamento complexo. Os padrões de precisão e confiabilidade são testados através de técnicas estatísticas (MONTEIRO, 2000). Os vários regimes naturais dentro de um geossistema operam em conjunto, dando origem a um efeito de agregação que é a força motriz do autodesenvolvimento do sistema natural. Esse efeito pode servir como base para a construção de uma teoria da regulação dos processos naturais, que passaria então a servir de base para uma utilização sustentável dos recursos do ambiente.

A proposta epistemológica e metodológica de Sochava foi organizada e publicada em uma monografia intitulada “Introdução à Teoria dos Geossistemas” (SOCHAVA, 1978). Neste trabalho o autor delinea os postulados e fundamentos mais importantes da teoria. Enquanto base conceitual explicita que o geossistema (independente da sua dimensão) é uma entidade composta por componentes inter-relacionados da natureza. Do ponto de vista da organização sistêmica destaca a especificidade dos arranjos hierárquicos da estrutura, como propriedade fundamental para espacialização dos complexos naturais, porque, devido a ela, tanto uma área elementar da superfície terrestre quanto o geossistema planetário constitui uma

entidade dinâmica com uma organização geográfica que lhes são inerentes (SOCHAVA, 1977).

Neste contexto, os geossistemas se manifestam em níveis planetários, controlados por fatores hidrotérmicos, regionais, influenciados por condicionantes geológico-geomorfológicos, e locais, onde se diferenciam segundo as formas de relevo, sistemas de transformação pedológica, unidades de vegetação e cobertura, entre outros (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2015). Além disso, uma das características da proposta empreendida por Sochava (1977; 1978) se refere a uma inovação no campo científico da Geografia Física é a proposição classificatória baseada no princípio bilateral de fileiras, que reconhece a composição dos geossistemas a partir de integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros).

A partir dessas bases teóricas e metodológicas Sochava (1978) destaca que entre os objetivos da teoria geossistêmica estão: o estudo e a modelagem de geossistemas (regimes naturais e gênese antropodinâmica); a busca de técnicas racionais de avaliação quantitativa do geossistemas e formadoras de processos da paisagem; análise do sistema de ligações espaciais na superfície geográfica no nível planetário e regional; compreensão das regularidades espaço-temporais e análise dos estados de geossistemas; criação de modelos gráficos de geossistemas, principalmente mapas do habitat em conexão com os problemas relacionados à sua proteção e otimização; estudo da influência de fatores socioeconômicos no ambiente natural, previsão de geossistemas futuros, estudo das transformações antrópicas dos geossistemas, de acordo com as tendências de evolução que lhes são inerentes (SOCHAVA, 1978).

Pode-se sintetizar a Teoria Geossistêmica formulada por Sochava enumerando-se os seguintes itens (Isachenko, 1981):

- 1) O geossistema é um conceito que faz referência aos complexos naturais territoriais;
- 2) O geossistema é um sistema espaço-temporal dinâmico constituído por componentes geográficos interligados e interdependentes em seu desenvolvimento e distribuição espacial.
- 3) O geossistema é um sistema material (real) e também um conceito trabalho de uma reflexão teórica.
- 4) O geossistema é um sistema natural, portanto, mesmo quando exposto a intensa atividade humana, resguarda suas características e leis naturais.

- 5) O geossistema é um sistema geográfico natural “completo”, que engloba todos os componentes geográficos, abióticos, bióticos e inter-relações com a esfera socioeconômica.

1.4 Sistema bilateral de classificação dos geossistemas

Uma das características fundamentais da teoria geossistêmica, proposta através do princípio bilateral de classificação é a ideia de que a dimensão espacial do geossistema reflete o nível hierárquico que ocupa. Nessa proposta metodológica, cada categoria dimensional materializa diferentes integrações. As fileiras hierárquicas dos geômeros e geócoros possibilitam uma classificação das paisagens sobre uma base sistêmica a partir da interpretação simultânea de integridades homogêneas e heterogêneas (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2015).

Esse processo de interpretação/classificação dos geômeros baseia-se na ideia de área natural homogênea, ou seja, um espaço no qual se distribuem todos os componentes do geossistema (SOCHAVA, 1977, 1978). De acordo com a proposição de Sochava, as áreas homogêneas mais simples configuram “geossistemas elementares” que se agrupam em “fácies”, e estas se agrupam em “grupos de fácies”. As fácies e os grupos de fácies não ocupam grandes espaços, mas se distribuem em mosaicos com determinados limites (SOCHAVA, 1978). No que se refere à classificação/interpretação dos geócoros, o autor os define como outra categoria dos geossistemas, conformando os sistemas espaciais heterogêneos. Eles se originam dos geômeros que se interpenetram territorialmente. A integridade dos geócoros é determinada pela interação dos geômeros que os formam (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2015).

A proposta trazida por Sochava perpassa pelo reconhecimento da integração dual dos geossistemas: as estruturas homogêneas (geômeros) e as estruturas/processos heterogêneos (geócoros) (Tabela 1), como um pré-requisito necessário para sua sistematização e classificação. Os geômeros e geócoros são integridades, que caracterizam a estrutura das paisagens da Terra. O menor componente dessa estrutura (a área elementar dos complexo naturais) é o geômero elementar (SOCHAVA, 1978). Ele configura-se em uma pequena área e é combinado no espaço com geômeros elementares de outro tipo, que juntos formam um geócoro elementar. O geócoro elementar não representa apenas um conceito morfológico, pois representa os fluxos de matéria e energia da geosfera, tanto nos níveis inferiores, quanto nos superiores, afetando e sendo afetado nas múltiplas escalas de tempo-espaço. Essas

características determinam a hierarquia da estrutura das paisagens, conceito primordial para a classificação das unidades geossistêmicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Divisão Taxonômica dos Geossistemas.

| Fileira de Geômeros | Ordem Dimensional | Fileira dos Geócoros | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Perspectivas dos Tipos de Meio Natural | Planetária | Zona Físico-geográfica | |
| Tipos de Meio Natural | | Grupo de Regiões Físico Geográficas | |
| Classe dos Geomas | | Subcontinentes | |
| Grupo dos Geomas | Regional | Regiões Físico-Geográficas | |
| Subgrupos dos Geomas | | Com Latitudes Zonais | Com Zoneamento Vertical |
| Geomas | | Subzona Natural | Província |
| Classe dos Fácies | | Província | |
| Grupo dos Fácies | Topológica (local) | Macrogeócoro (Distrito) | |
| Fácies | | Topogeócoro | |
| Áreas Homogêneas elementares (Biogeocenoses) | | Mesogeócoro | |
| | | Microgeócoro | |
| | | Áreas Elementares Diversificadas | |

Fonte: Sochava, 1978.

Nesse sentido, pela proposta do autor, a classificação bilateral dos geossistemas deve refletir a hierarquia existente na natureza, além de expressar a integridade natural das áreas homogêneas de diferentes categorias e ao mesmo tempo as diferenças constituintes das áreas de qualidade subordinadas umas às outras, como categoria integral. Além disso, a classificação deve refletir a dinâmica, ou seja, as variáveis de estado dos geossistemas e tratá-los como derivados de uma ou outra estrutura.

1.5 A Proposição francesa de geossistemas: histórico e influências para construção do conceito

O conceito de geossistema foi trabalhado na Geografia francesa principalmente através das obras de Georges Bertrand. É com este autor que o conceito ganha relevo nas pautas de estudos da Geografia Física na França, Espanha e países da América Latina. Embora contenha pontos de tensão, como também avistados para a discussão advinda de Sochava, a proposta de Bertrand ganhou grande repercussão no Brasil, influenciando eminentes geógrafos brasileiros,

como Ab'Sáber (1974, 2003); Monteiro (1982, 1987, 2000); Troppmair (1983, 2000, 2004) e Passos (1988, 2006), em campos teórico-práticos da Geografia Física que vão de aplicações na geomorfologia, biogeografia e estudos da paisagem até estudos socioeconômicos e sobre arqueologia da paisagem.

Entre estudiosos da obra de Bertrand, Neves (2017), juntamente à Reis Júnior (2007), destaca-se como um dos que mais contribuíram para o entendimento teórico do pensamento de Georges Bertrand. Ao periodizar a obra, Neves (2017) destaca as rupturas conceituais na obra do autor francês, objetivando contribuir para discussões mais profundas do geossistema no Brasil delimitando quais foram as mudanças conceituais visualizadas através dos textos do autor e associando-as ao debate sociedade e natureza.

Conforme dados publicados pelo aludido autor através de um levantamento bibliométrico, o geossistema enquanto proposta teórica e metodológica foi/é amplamente utilizado nas pesquisas desenvolvidas no âmbito da graduação e pós-graduação no Brasil, principalmente a partir da tradução do artigo do geógrafo francês Georges Bertrand intitulado originalmente “Paysage et géographie physique globale: esquisse methodologique” (publicado no ano de 1968) e traduzido para o português pela Profa. Dra. Olga Cruz, do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP), em 1971.

O uso disseminado do conceito relaciona-se a uma busca da Geografia Física de superar sua tradição fragmentada e setorial. Além disso, destaca-se como uma construção conceitual que privilegia em suas análises e classificações a integração dos diferentes elementos dos sistemas ambientais em um momento de emergência da crise ambiental, da degradação das águas, desmatamentos e poluição generalizada, principalmente em áreas industrializadas.

A crise geral que acometeu a humanidade fez emergir uma “consciência ecológica global” para tratar dos aprofundamentos e debates de ordem física, química, biológica, histórica e geográfica dos problemas ambientais. É nesse contexto que Bertrand manifesta uma insatisfação concernente à disciplina geográfica no que diz respeito ao que estava sendo produzido e reproduzido pelos geógrafos: a dicotomização e ruptura entre a Geografia Física e Geografia Humana, a compartimentação das sub-áreas da geografia física com a “hipertrofia” da geomorfologia; ausência de uma dimensão biológica nos estudos geográficos e por fim, pela carência de um paradigma estruturante para esse campo do conhecimento que trabalhasse a relação natureza/sociedade (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

No entanto, como pode ser detectado em sua obra e vida, o autor francês durante sua trajetória tenta compreender e adaptar conceitualmente e metodologicamente suas propostas conforme contribuições de outros autores. Um exemplo disso é a mudança de perspectiva teórica (reformulação) do conceito de geossistema a partir do contato e intercâmbio das experiências em pesquisa geossistêmica entre a escola francesa e escolas de pensamento da geografia alemã e russa, americana, australiana e canadense. Nessa ocasião, Bertrand deixa de compreender o geossistema enquanto uma unidade mesorregional da paisagem, de 4ª ou 5ª ordem de grandeza na escala de Cailleux e Tricart e passa a entender o geossistema enquanto uma teoria explicativa das relações entre os diversos elementos da natureza (CAVALCANTI, CORRÊA, 2016). As contribuições construídas pelo autor no campo da Geografia Física, torna-se primordial para o exercício teórico e aplicado de geógrafos que trabalham com análises integradas. Embora estas trajetórias já tenham sido explicadas por outros autores, é importante para esta Tese delimitar quais são as diferenças teóricas e metodológicas entre a obra de Bertrand e Sochava. Para tanto, busca-se fazer uma análise interpretativa das principais contribuições do autor francês no que tange ao campo epistemológico da Geografia Física e as práticas de campo.

1.6 A obra de Georges Bertrand no contexto filosófico científico geral

É significativo na obra de Bertrand discutir a natureza na Geografia, a dialética da natureza e a ecologia enquanto fundamento filosófico para discussão dos conjuntos geográficos ou sistemas ambientais físicos. Em um quadro geral, pode-se observar que os textos buscavam traçar uma reflexão de ordem epistemológica dos postulados da Geografia através de uma análise dos três paradigmas que mais influenciaram este campo do conhecimento. Os paradigmas destacados pelo autor são: descritivo classificatório (século XIX); o paradigma genético e setorial e o paradigma sistêmico (século XX).

Nesse momento é interessante estender a crítica do autor à filosofia da ciência como um todo, visto que o processo de externalização da natureza começa com Descartes e Bacon, sendo a Geografia, um campo do conhecimento caracterizado como “instrumento de legitimação do sistema vigente, no qual o positivismo e suas derivações respondem pela reprodução do processo de alienação, e que tem-se a dicotomização entre as ciências naturais e sociais (CASSETI, 2002)”. Nesse aspecto, salienta-se que a influência da física clássica e do conceito cartesiano de natureza externalizada, promoveu na Geografia o enfoque reducionista

e fragmentário. Assim, o espaço, objeto de estudo da Geografia, é compreendido de forma objetiva, fragmentada, real e absoluto, fruto de um agregado de formas e de uma mera generalização garantida pela aplicação das categorias e de uma razão totalizante regulados por fundamentos mecânicos e causais.

Essas referências no campo da epistemologia têm uma influência central nas argumentações provocativas do autor que destaca que o conceito de natureza é fundamental à natureza da geografia física. “Não há geografia sem paradigma da natureza” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.119). Na obra “A natureza na geografia: um paradigma de interface” a centralidade é dada ao contexto e práticas dos geógrafos que historicamente tiveram (BERTRAND, BETRAND, 2009, p.117):

- más escolhas: ruptura de fato com a Geografia Humana e Regional, setorização (climatologia, biogeografia etc.) e invasão da geomorfologia;
- atrasos acumulados: em particular na reflexão epistemológica e metodológica que é praticamente inexistente no conjunto da Geografia Física.

O esquema e a lógica de argumentação do autor para a epistemologia da ciência na Geografia Física produzem uma reflexão que convida o geógrafo físico a pensar sobre os postulados fundadores do seu campo de atuação:

- “*não há território sem terra*” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.119). A Geografia enquanto uma ciência social não pode esquecer que existe na análise geográfica uma dimensão natural – não há território sem “terra”, ou seja, sem espaço, sem solo, sem ar, sem água, sem vida. É através da terra e do território que *está problemática da natureza torna-se problemática social* (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.119), interna na Geografia, portanto submetida a escolhas e a hierarquias que a limitam e a transcendem ao mesmo tempo.

- “*a geografia não é toda a natureza*” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.120). A Geografia não pode pretender, como ela o fez ao longo dos séculos passados e ainda na maior parte de nossos manuais de ensino, transmitir a totalidade do fato natural, sob todos os aspectos e em todas as escalas de tempo e espaço. Por exemplo, em todos os níveis de ensino, é preciso, por um cuidado com a eficácia como com a deontologia, diferenciar bem aquilo que é produto direto e efetivo da pesquisa em geografia e o que revela uma simples compilação e vulgarização (por exemplo, a tectônica das placas ou o “buraco” na camada de ozônio).

- *não há natureza sem geografia* (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.120). As contribuições passadas e atuais da Geografia para o conhecimento da natureza são bem conhecidas: domínio inigualável, teórico e, sobretudo, prático, do espaço, apoiado pela representação cartográfica e a familiaridade com o jogo das escalas espaciais; contribuição para um tipo de abordagem antropológica da natureza e, acima de tudo, apropriação por muito tempo exclusiva da análise das formas do terreno por meio da geomorfologia. A geografia continua como uma “boa carta no jogo”.

Uma tradição na filosofia e na história da ciência sustenta que a investigação objetiva e politicamente neutra maximiza o poder de alcançar resultados científicos, tais como conceber teorias que são boas predictoras de fenômenos naturais durante longos períodos de tempo para o tipo de fenômeno que elas estão projetadas a descrever. No entanto, nas conceituações de Bertrand, o autor reforça a necessidade de concebermos a paisagem a partir das representações do vivido, das identidades, enfim, acentua o caráter subjetivo nos estudos da paisagem geográfica, que atualmente é para ele uma noção e não um conceito (BERTRAND; BERTRAND, 2009; 2014).

A partir dessa proposição conceitual tem-se uma renovação no campo da Geografia Física francesa porque passa-se a entender a paisagem além das aplicações pragmáticas de ordem científica para abarcar as sensibilidades individuais e coletivas. No que toca à produção ocidental sobre a temática, é neste contexto em que o conceito ganha relevo nas questões socioeconômicas, culturais, ambientais e legislativas. A esse respeito,

Toda paisagem exprime, pela sucessão ordenada de seus estados, em particular no ritmo das estações, um funcionamento que a faz evoluir tanto nos seus aspectos materiais quanto em suas múltiplas dimensões sociais e culturais. Não há sempre sincronia entre estes dois aspectos da paisagem e a defasagem entre a materialidade territorial e a imaterialidade das representações é um fator essencial do que se convencionou chamar de “crise da paisagem” contemporânea. Aquele que produz uma paisagem (o agricultor) não é aquele que a olha (o turista); aquele que a constrói (o arquiteto) não é aquele que habita (morador do subúrbio). De onde a urgência de introduzir uma dimensão paisagística multidimensional nos estudos de transformação do território (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 228).

Especificamente, é neste momento em que o autor chama atenção para o que denominou de “a natureza conceitualizada e a renovação da pesquisa naturalista: ecossistema e geossistema na Geografia Física e a dimensão cultural da paisagem” (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 227).

1.7 O Geossistema de Georges Bertrand: continuidades e rupturas

Até recentemente, a atenção dos geógrafos físicos brasileiros estava bastante inclinada às aplicações do conceito de geossistema formulado por Georges Bertrand (1968) em seu artigo “*Paysage et géographie physique globale: esquisse methodologique*”, sem a consideração da trajetória teórica do autor, nas palavras de Reis Junior (2012, p. 34) de “ciclicamente rever seus arranjos conceituais”. Porém, com a publicação de estudos recentes sobre as mudanças conceituais do autor essa tendência vem sendo modificada. De fato, a análise de trabalhos confeccionados por geógrafos brasileiros demonstra o que Cavalcanti (2013; 2016) e Neves (2017) apontaram: desconhecimento do artigo de Beroutchachvili e Bertrand (1978), em francês, nacionalmente divulgado pela tradução em português do livro de Bertrand e Bertrand (2002), no qual o primeiro autor muda sua concepção do termo geossistema, passando a compreendê-lo como um conceito sem a rigidez escalar estabelecida em seu trabalho de 1968 (Quadro 1).

Todavia, esclarecendo a proposta inicial do autor francês, indica que a classificação e enquadramento escalar proposto por Bertrand (1968) para os geossistemas representam uma subdivisão de uma Região Natural com dimensões da ordem das dezenas a centenas de quilômetros quadrados, o que torna a aplicação da proposta no Brasil difícil devido à grande variabilidade ascendente e descendente dos geossistemas visualizados em território nacional (CAVALCANTI, 2013).

O Quadro 1 sintetiza as mudanças de concepções do autor durante sua trajetória enquanto pesquisador. As mais relevantes estão demarcadas entre o período de 1968 e 1978 conforme o quadro, com uma mudança expressiva com repercussão teórica e metodológica para o conceito.

Quadro 1 - Comparação terminológica das obras de Bertrand.

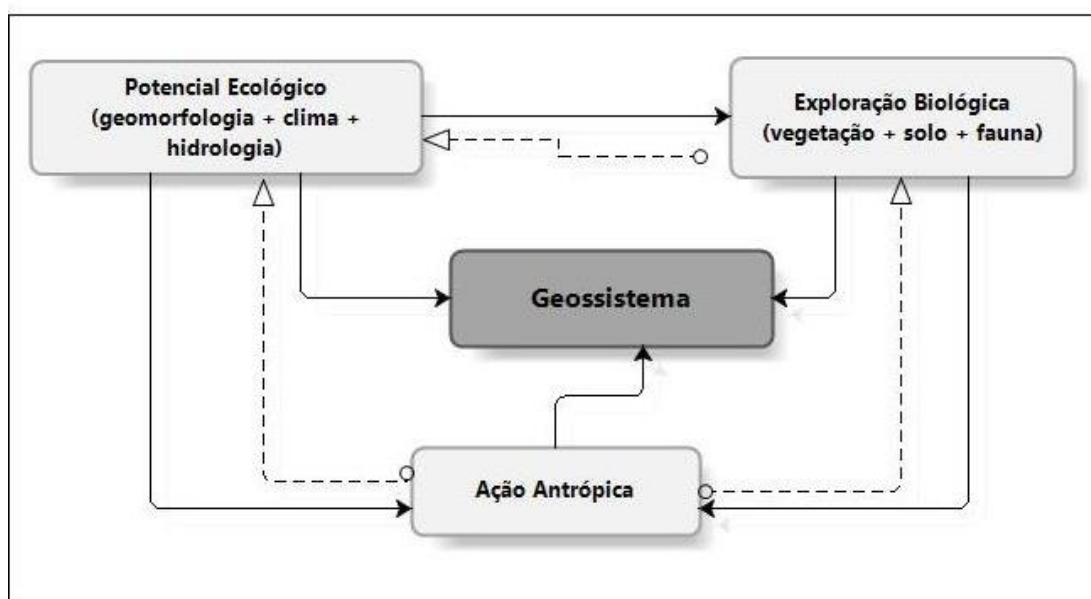
| Autor | Bertrand (1968) | Bertrand -1972 | Bertrand e Dolfuss (1973) | Beroutchachvili e Bertrand (1978) | C. Bertrand e G. Bertrand (1986) |
|-----------------------|---|--|--|---|--|
| Domínio | Unidade da paisagem global que encontra-se entre a 2º escala tempo-espacial de análise | Não utiliza | Unidade delimitada entre 1º e 3º ordem de grandeza da estrutura corológica do “modelo ecológico montanhês” | Não utilizada | Unidade hierárquica de referência do segundo nível |
| Pays | Não utilizado | Não utilizado | Não utilizado | Não utilizado | Unidade hierárquica de referência do terceiro nível |
| Região Natural | Unidade da paisagem global que encontra-se entre a 3º e 4º escala tempo-espacial de análise | Conjuntos geográficos de associações de geossistemas | Não utilizada, apesar de indicar unidade da paisagem que encontra-se entre a 3º e 4º ordem de grandeza, aqui nomeada de “regime ecológico” | Não utilizada | Unidade hierárquica de referência do quarto maior nível |
| Geossistema | Unidade da paisagem global que encontra-se entre a 4º e 5º escala tempo-espacial de análise | Conjuntos geográficos de combinação espacial de geofácies e geótopos | Unidade delimitada entre a 4º e 6º ordem de grandeza da estrutura corológica do “modelo ecológico montanhês” | Sistema geográfico natural homogêneo associado a um território de qualquer tipo de ordem de grandeza. | Unidade hierárquica de geocomplexo que entre no lugar do geossistema, entendido como conceito aplicável em todas as escalas, contida no quinto nível |
| Geofácies | Subdivisão da paisagem global na 6º ordem de grandeza | Utilizado como referência para unidades vistas em campo, conjuntos menores que os geossistemas | 7º escala de grandeza associada a estrutura corológica do “modelo ecológico montanhês” | Estrutura horizontal interna de um geossistema | Unidade hierárquica de referência do sexto nível |
| Geohorizonte | Não utilizado | Não utilizado | Não utilizado | Estrutura vertical interna de um geossistema determinada por estratificação | Não utilizado |
| Geótopo | Subdivisão da paisagem global na 7º ordem de grandeza | Utilizado como referência para unidades vistas em campo, conjuntos menores que as geofácies | 7º escala de grandeza associada a estrutura corológica do “modelo ecológico montanhês” | Não utilizado | Unidade hierárquica de referência do sétimo nível |

Fonte: Neves, 2019.

Explicitado estes pontos, sem os quais a análise dessa Tese ficaria limitada e, portanto, incompleta, explana-se quais são as concepções mais atuais de geossistema para o autor francês, dando ênfase aos seus principais aspectos teóricos e metodológicos.

Na proposta teórica de Bertrand o geossistema é um conceito naturalista que apresenta uma dimensão antrópica, ou seja, “*um conceito naturalista que põe em evidência a interação entre seus três componentes; biótico, abiótico, antrópico*” (Figura 4) (BERTRAND, BERTRAND, 2009, p. 41).

Figura 4 – Modelo geossistêmico proposto por Bertrand (ação antrópica com a mesma dimensão na organização do geossistema).



Legenda: Arquitetura de relações formadas entre o potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica para formação do geossistema. Fonte: Adaptado de Bertrand (1968).

Como característica inerente a um objeto geográfico, possui espacialidade bem definida com duas entradas taxocorológicas: uma entrada horizontal (geótopo, geofácies, geocomplexo etc.), e uma entrada vertical (geohorizontes). A propriedade temporal e histórica do conceito caracteriza tanto a evolução (memória do geossistema) quanto a fenologia (“estados” do geossistema)

Duas alegações básicas são subjacentes à teoria do autor. Em primeiro lugar, o potencial ecológico e a exploração biológica polarizam o que se pode chamar de aspectos naturais do geossistema e, em segundo lugar, a ação antrópica no outro vértice designa todo o conjunto de ações de ordem social, econômica e política no espaço geográfico.

Através dessa proposição do geossistema enquanto um sistema global, complexo e socializado equaciona-se o antigo problema da Geografia, aquele sobre a relação/integração sociedade-natureza. Em todos estes aspectos, fica bem explicitado uma perspectiva integrativa para o estudo do meio em que são delimitados os estudos da estrutura, funcionalidade e dinâmica dos geossistemas.

1.8 O modelo tripolar GTP: fundamentos conceituais

Um ponto essencialmente marcante da proposta teórica de Georges Bertrand é a ideia de que não é possível abordar o meio ambiente – complexo e com diversidade -, a partir de um conceito unívoco, (ecossistema e/ou geossistema), o que levou o autor a combinar diferentes propostas conceituais no modelo denominado GTP (Geossistema-Território-Paisagem). O agrupamento conceitual em uma base de raciocínio fundamentada nos estudos dos sistemas ambientais faz com que diferentes prismas da faceta ambiental sejam codificados nos processos interpretativos.

Portanto, de interesse histórico para a epistemologia da Geografia Física, os estudos teóricos e empíricos do autor se esforçaram para dar novo fôlego às propostas de articulação e resolução de questões que ainda permanecem emblemáticas na Geografia, como aquelas relativas ao entrecruzamento sociedade/natureza. Nesse sentido, o modelo tripolar GTP (Geossistema-Território-Paisagem) proposto por Bertrand no início dos anos 1990 circunscreve o ideário do autor de formular uma abordagem da complexidade/diversidade para os estudos do ambiente no âmbito conceitual da Geografia. Enquanto construção intelectual com forte viés prático objetivo visa demonstrar a complexidade do meio ambiente respeitando, tanto quanto possível, a sua diversidade e sua interatividade.

Nesta visão de estudos da Geografia, o conhecimento do complexo geográfico relaciona-se à compreensão de conceitos-chave, essenciais para o entendimento do espaço geográfico, são eles: geossistema, paisagem e território. O que caracteriza os conceitos como primordiais no sistema são a sua articulação com as questões ambientais, planejamento e ordenamento do território.

Nestas condições, o modelo GTP opta por enfatizar uma concepção geográfica transversal, em que o ambiente é estudado seguindo uma lógica de espaços e tempos simultâneos (BERTRAND; BERTRAND, 2009). Diante disto, vislumbra-se através do sistema, o tempo da natureza antropizada (geossistema), das propriedades bio-físico-químicas

de seus elementos; o tempo do homem (território) e de seus sistemas de ações; e o tempo das ações e emoções culturais (paisagem). No GTP a paisagem reverbera o conhecimento e construções que se desenvolvem em um processo de representações simbólicas do homem em relação ao território (BERTRAND; BERTRAND, 2009). Trata-se de uma perspectiva qualitativa e complexa do aspecto social e identitário das paisagens culturais sem desconsiderar as variáveis contextuais físicas.

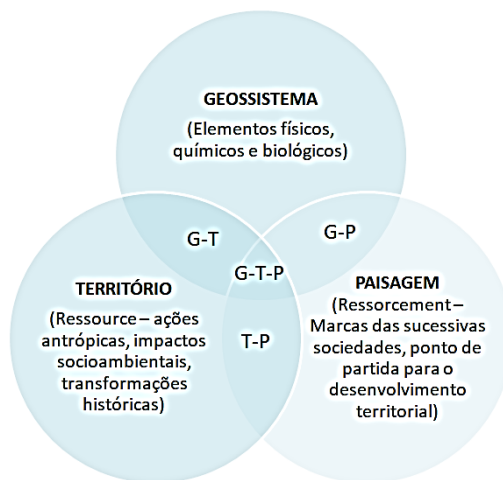
A originalidade da proposta do autor é resultado de suas reflexões a respeito da relação sociedade/natureza, dos problemas teóricos e práticos no campo de estudos da Geografia Física e de seu empenho para construir um legado teórico-epistemológico que fosse capaz de abarcar a complexidade dos sistemas ambientais. É importante destacar que a emergência de uma perspectiva sobre a complexidade nos estudos aplicados à geografia introduziu no cerne dessa ciência uma nova possibilidade teórica e metodológica para compreensão da organização, estrutura, dinâmica e gênese dos processos socioespaciais. Em Geografia Física, mais precisamente nos estudos da complexidade da paisagem, permitiu o estabelecimento de uma nova concepção sobre a organização dos sistemas naturais concebendo a complexidade funcional e estrutural, inerentes ao funcionamento ecossistêmico e geossistêmico da paisagem.

Portanto, o termo complexidade abrange todo o conjunto múltiplo de elementos e ligações entre os elementos, mas não só isso, a complexidade compreende também as incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios (MORIN, 2011). É nesse sentido a proposição teórica do autor: abranger todo o conjunto múltiplo de elementos através de três conceitos geográficos – geossistema-paisagem-território.

O método de análise proposto através do GTP (Figura 5) considera:

1. O Geossistema com finalidade naturalista toma em consideração a “natureza” antropizada.
2. O Território com finalidade socioeconômica corresponde à abordagem clássica da geografia humana.
3. A Paisagem com finalidade cultural introduz a dimensão das imagens e das representações.

Figura 5 – Representação do modelo GTP adaptado da proposta de Georges Bertrand (Bertrand, Bertrand, 2009).



Legenda: O diagrama representa três níveis conceituais sobrepostos formando o GTP. Fonte: Organizado pela autora.

Estas três coordenadas abertas em um mesmo sistema geográfico traçam três caminhos autônomos que correspondem a três categorias espaço-temporal diferentes, mas complementares: o geossistema-fonte, o território-recurso, a paisagem-identidade (Figura 6).

Figura 6 – Sistema GTP ilustrado através das entradas sistêmicas.



Legenda: Organização conceitual das camadas de relações para configuração do espaço geográfico. Fonte: Bertrand, Bertrand, (2009).

Não há hierarquia entre os três pólos, mas complementaridades, isto que dá a flexibilidade ao funcionamento científico.

Além da materialidade das ambiências, com seus elementos (potenciais fontes para sobrevivência) previstos em G, o universo humano (material, tanto quanto imaterial) ficava claramente contemplado por duas frentes, ou “acessos” (entrées), como as denomina Bertrand. Estas frentes seriam T e P; a primeira ressaltando as e fontes que se convertem em recurso (source ressource) – e isto traria aos argumentos a relevância das instâncias social e política nas decisões quanto ao uso econômico do

meio ambiente –; e a segunda finalmente dando relevo à representação cultural do espaço ... que é um espaço, ainda assim, ocupado e explorado (REIS JUNIOR, 2012, p. 36).

Portanto, na proposta paradigmática de Bertrand a união dos três conceitos (geossistema-território-paisagem) permite a interpretação transversal do meio ambiente. Embora a proposição do autor perpassa pela associação de conceitos, a princípio estranhos e indiferentes um ao outro como geossistema e território/ território e paisagem, o autor explica que a problemática ambiental, como um dos escopos do modelo, visa acima de tudo contemplar a complexidade dos sistemas, em outras palavras, “fugir” da simplificação excessiva que caracterizou os estudos científicos nos últimos anos.

Neste sentido, a lógica de pensamento do autor estabelece o geossistema enquanto um modelo teórico do terreno, que coloca em evidência “a dimensão antrópica de um conceito naturalista” (BERTRAND, BERTRAND, 2009, p.124), ou seja, expressa ao mesmo tempo um sistema de relações entre o quadro natural e o antrópico. É a dimensão naturalista do sistema. Permite que seja efetuada a interpretação do quadro natural do meio ambiente materializada sobre o terreno através de um arranjo geográfico formado a partir da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos (potencial ecológico), fatores biogeográficos (fauna e flora) e pedológicos (exploração biológica) e fatores antropogênicos (ação antrópica) (BERTRAND, 1968).

Para Bertrand, a ideia é pensar o espaço a partir de sua geocomplexidade. Esta abarcada a partir do ponto de vista da dinâmica atual e pretérita das relações que se estabelecem, e, sobretudo das multitemporalidades dos processos que condicionam seu arranjo unitário, e isso inclui a ação antrópica. Nesta proposta se articulam a dimensão natural (quadro natural do meio ambiente) e a dimensão antropossocial (papel desempenhado pelos agentes definidores de políticas públicas e pelos produtores do espaço geográfico), objetivando compreender as interconexões estabelecidas principalmente nos espaços significativamente modificados pela ação da sociedade.

Um ponto importante na teoria proposta pelo autor, a análise estrutural e a classificação/taxonomia do geossistema desempenham papel basilar em seu esquema metodológico. Dessa maneira, o estudo do espaço geográfico é efetuado segundo a lógica de espacialização horizontal e vertical. A apreciação vertical é realizada a partir do geohorizonte litológico até os estratos (arbóreo, arborescente, arbustivo, subarbustivo e herbáceo) da vegetação e o estudo da estrutura horizontal das unidades taxonômicas, são constituídas pelo

próprio geocomplexo (área delimitada para estudo), geofácies e geótopo (BERTRAND, 1968; BARBOSA, 2015).

Da mesma maneira, a individualização fisiográfica dos geofácies ocorre vinculada a quatro fatores ambientais fundamentais: o relevo, o solo, a vegetação e a ação antrópica. A atuação desses fatores reflete a fisionomia e a dinâmica ambiental dos geofácies em uma unidade espacial (BERTRAND; BERTRAND, 2009). Nesta proposta classificatório-hierárquica a menor unidade geossistêmica é o geótopo, cuja grandeza escalar não ultrapassa o metro quadrado, podendo atingir até mesmo o centímetro quadrado. Correspondem aos “biótopos, cujas condições ecológicas são por vezes muito diferentes das condições dos geossistemas e geofácies dentro das quais eles se acham” (BERTRAND, 2004, p.148).

A articulação sistêmica que se estabelece entre as unidades (geocomplexo, geofácies e geótopo), se configura no próprio complexo geográfico e sua dinâmica de conjunto. Essa proposta teórico-metodológica, de forma explícita, busca debruçar-se sobre as ligações, articulações e interdependências existentes em um dado espaço que é responsável pela conformação do geossistema: sua estrutura, processos organizações, funções e dinâmica.

Na proposta organizacional do modelo GTP, o segundo conceito-chave é o território. A concepção de território utilizada por Bertrand, em termos teórico-metodológicos corresponde àquele da organização política, jurídica, administrativa e da exploração econômica (PASSOS; 2006, 2008, p. 63). Através do sistema e do conceito eleito o autor busca revelar a dimensão sociocultural do ambiente. Segundo sua argumentação, o importante é a reconstituição da base histórica do território, deixando submergir questões fundamentais da relação sociedade-natureza. Ou seja, o conceito de território fundamenta as discussões de cunho teórico-prático ao mesmo tempo em que permite análises das repercussões da organização e do funcionamento social e econômico sobre o espaço considerado em estudo.

É, portanto, uma proposta de alcance metodológico, que busca, sobretudo, romper com as barreiras de diálogo existentes entre o campo ambiental e a geografia que estuda a organização do território. Bertrand e Bertrand (2009) argumentam que o meio ambiente e a organização do território estão em grande parte separados e são considerados, na melhor das hipóteses, como duas concepções diferentes da análise do espaço, irreduzíveis para alguns: uma seria positiva, a outra negativa; uma economicista, a outra ecologizante; uma progressista, a outra conservadora.

Por outro lado, Bertrand e Bertrand (2009, p. 192), assinalam que:

É a partir de uma política ampla do meio ambiente, baseada essencialmente sobre a qualidade de vida, que se deve hoje abordar as questões de organização do território. A organização se torna, de certo modo, um procedimento conceitual, metodológico e prático, correspondendo à aplicação de uma política do meio ambiente. A organização do território é então concebida como a ciência de gestão territorial do meio ambiente.

Em seu raciocínio, cada lugar tem sua história social e econômica vinculada a um sistema político de poder que os submete e os subordina mesmo que resguardem características predominantemente naturais. Para o autor, todo sistema de organização social e econômica, constituído de coletividade e relações de produção, não existe sem uma base material/física, sem uma fonte de matéria-prima que lhe sirva de alimentação e sustentação social e cultural.

A ênfase da proposta conceitual do autor é expressa em termos de organização do território, considerando os contextos físicos e materiais e aqueles institucionais e históricos, inclusive no que diz respeito à cultura. Nesse sentido, o autor discute sua proposição enquanto uma construção que abarca tanto a dimensão naturalista, ou seja, o território como base material e base física, sobre a qual estão assentadas as atividades antropogênicas (BERTRAND; BERTRAND; 2009), e social por que é um conceito criado socialmente e essencialmente pela Geografia. A ideia é ir além da discussão puramente naturalista, mas, sobretudo, compreender a natureza e a dinâmica dos processos de transformações multidimensionais promovidos pela sociedade e instituições. Procura-se então, compreender conflitos sociais, políticas públicas que orientam as formas de uso e ocupação da terra e os diferentes efeitos das atividades e propostas sobre o ambiente (BERTRAND; BERTRAND, 2009). O escopo é deixar evidente que, apesar de ser historicamente uma ciência de base empírica/ física, a Geografia Física continua a ser uma ciência atrelada, em um nível fundamental, à escala humana. Porém, para que esse caminho seja desenvolvido de fato é necessário construir uma perspectiva diferenciada de análise, a qual edifique um método que converse com o sistemismo clássico, indo além dele, o que reafirmaria a análise de Monteiro (1984) que ao indicar a importância da unicidade sociedade-natureza, aqui apresentada como articulação, deve basear-se em um fio condutor que emane de uma concepção filosófica própria, que não desconsidere, mesmo sendo perspectivas de análise distintas, o potencial do social aos estudos das dinâmicas da natureza e o potencial do físico ao entendimento da dinâmica da sociedades e suas culturas (NEVES, 2019).

O último conceito congregador do modelo GTP é a paisagem. Por esta entrada do modelo GTP extraem-se noções relativas ao patrimônio e a identidade do sujeito, ao valor

simbólico²³ atribuído ao território e seus contextos. Agora, o autor pretende superar “a tradição paisagística da geografia, essencialmente descritiva e problematizante” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 259) por considerar que ela não corresponde mais aos desafios contemporâneos ligados ao ambiente e ao desenvolvimento dos territórios.

O fundamento que sustenta a proposição do autor perpassa pela ideia de que “a paisagem é parte de um todo; este todo sendo o território em amplo sentido... não é apenas a aparência das coisas, cenário ou vitrine. Construção cultural e construção econômica misturadas” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 261).

Diante dessa consideração, o autor entende a paisagem enquanto uma abstração sentimental e individual do sujeito em relação ao ambiente, imagens do lugar, mentalmente construídas. Com essas características, a paisagem encerra o sistema como um dado e como uma dimensão do espaço geográfico no âmbito do paradigma GTP (Geossistema-Território-Paisagem). Diante disso cabe destacar que neste esquema do autor, não há um conceito soberano, mais importante que os demais, ao contrário, busca-se a compreensão da complexidade do ambiente respeitando a sua diversidade e sua interatividade através de três coordenadas no sistema: geossistema, território e paisagem.

A conceituação geográfica do autor vai ganhando contornos mais complexos à medida que se articulam os conceitos e que são deslocados os focos de análise. Como exemplo, pode-se pensar em um dos temas principais da geografia, aquele que se interessa pelo papel desempenhado pelos seres humanos na transformação das paisagens terrestres e/ou alterações no ambiente (THOMAS 1956; GOUDIE 1990). Tradicionalmente, para os geógrafos físicos a atenção é dirigida para os sistemas terrestres alterados. No entanto, o que Bertrand propõe é um estudo da dimensão psicológica e sociocultural do ser humano, ou seja, o estudo da

²³ É importante destacar a mudança conceitual do autor em relação ao termo paisagem. Inicialmente, o autor construiu a sua concepção de paisagem abordando o conceito a partir de unidades taxonômicas e hierárquicas, durante os anos da década de 1960. No entanto, com a evolução dos seus estudos e pesquisas questões referentes a problemática ambiental multidimensional trouxeram a tona a necessidade de incluir e articular aos estudos geográficos a representatividade cultural, os efeitos e interações experienciais e de vivência dos sujeitos. Neste quadro, Bertrand empreendeu uma nova concepção em que seu debate deixa de centrar-se em uma abordagem naturalista com enfoque objetivo, na qual a interpretação das unidades taxonômicas da paisagem se fundamentava no modelo teórico metodológico construído a partir de dimensões espaciais pré-estabelecidas (BARBOSA, 2015). Daí por diante, Bertrand adota uma concepção em que a interpretação da complexidade da paisagem é realizada a partir da influência da memória, sentimento e discursos do sujeito em relação a paisagem, há, portanto uma mudança de foco, metodologia nos estudos. A paisagem para Bertrand passou a ser uma abstração, uma noção, a identidade do sujeito em relação ao seu meio ambiente. Para Reis Junior (2012, p.36) “do ponto de vista do controle conceitual do fenômeno (ou de seu “cercamento científico”), a paisagem não estava em pé de igualdade com Território, e muito menos com Geossistema”. Isso porque na trindade sistêmica proposta, a dimensão paisagística não passava de uma noção.

natureza transformada torna-se então uma das rotas em direção a uma melhor compreensão das pessoas e da sua organização em sociedade como produtoras espaciais.

O autor ratifica ainda que a tríade sistêmica GTP não esgota a totalidade da paisagem. O mesmo ocorre com o geossistema e o território que encontram em algum ponto seu pleno desenvolvimento. Diferentemente de análises setoriais e estanques, o que importa é dialogar dialeticamente e dialogicamente os três conceitos, para então compreender o funcionamento do meio ambiente em sua globalidade. Trata-se, portanto, de apreender as interações entre elementos constitutivos diferentes e, muito especialmente, de ver como interagem a paisagem, o território e o geossistema. De forma explícita, a proposta de Bertrand busca principalmente incorporar “uma visão da geografia” no contexto mais amplo possível no âmbito dos estudos ambientais para que ela possa ser de interesse não só para geógrafos, mas também para os estudiosos de outras disciplinas preocupados com a problemática ambiental emergente.

É, portanto, um exercício intelectual, abstrato e ao mesmo tempo concreto, que deve ser pensado e aplicado sobre o terreno, como propõe Bertrand (2008). A esse respeito, as considerações do autor, em sua trajetória, se aproximam e se diferenciam da escola russo-soviética, por este motivo é necessário entender as aproximações e distanciamentos. Em outras palavras, as bases que configuram as referências teóricas e práticas de cada escola em um contexto maior de produção/construção da ciência geográfica pensada através dos fundamentos do geossistema.

A partir dessa perspectiva o próximo tópico enfocará questões estruturantes destas duas escolas de pensamento, os seja, os mecanismos conceituais e metodológicos (categorias operativas) que organizam e formam as bases epistemológicas para construção teórica em cada contexto analisado.

1.9 Uma análise comparativa da escola Russo-Soviética e da escola Francesa

O objetivo desta seção é discutir as controvérsias e pontos de embate das escolas Russo-soviética e Francesa de geossistema, abordando posicionamentos divergentes e concorrentes quando houver. Embora essas abordagens sejam potencialmente transferíveis entre países, porque derivam da teoria dos sistemas e fundamentalmente de leis geológicas, elas diferem em sua aplicabilidade em virtude de sua transparência metodológica (ou seja, se podem ser fielmente aplicadas por pesquisadores fora do círculo de origem) ou aceitabilidade cultural (relativo à escala geográfica e à dependência de políticas públicas ambientais e de planejamento da terra).

Pretende-se discutir, em que medida, os diferentes conceitos de geossistema trabalhados por estas escolas podem trazer contribuições teóricas e metodológicas à problemática ambiental. Argumenta-se que, apesar das ênfases variadas colocadas no conceito de geossistema na Rússia e na França e dos diferentes pesos atribuídos ao fator antrópico, é fundamental para evolução da teoria um intercâmbio conceitual e metodológico entre as escolas.

Como foi demonstrado anteriormente, a abordagem sistêmica teve entrada na Geografia por meio de diferentes matrizes teórico-metodológicas, construídas em diferentes bases empíricas e contextos históricos e ideológicos distintos, ainda que a formulação do conceito tenha se dado na antiga União Soviética. Dessa forma, constata-se o surgimento de duas escolas pioneiras no estudo dos geossistemas: a russa e a francesa. Estas escolas de pensamento consolidaram-se no contexto internacional através um conjunto de bases e de princípios científicos consistentes, mas por outro lado, exibindo diferentes ênfases e propósitos de acordo com o contexto geográfico local/regional. A partir destas escolas e do aparente crescimento pelo interesse na aplicação da teoria geossistêmica e por abordagens integradas, outras correntes foram surgindo, como por exemplo, na Alemanha e Espanha, na Europa e Cuba e Brasil e na América Latina.

A partir desta lauda serão discutidas comparativamente as distintas características das escolas fundadoras, os processos histórico-culturais e empíricos que diferenciam as duas abordagens desenvolvidas nos dois países. A breve contextualização histórica traçada nas seções anteriores ajuda a compreender os vários traços diferenciais das concepções de Sochava e Bertrand. Primeiramente, a concepção de Sochava acerca dos geossistemas é diferente daquela que Bertrand propôs em 1968 para o seu modelo de Geografia Física Global, poucos anos depois do geógrafo soviético.

A primeira dissonância ocorre na origem, conforme destacado por Cavalcanti (2013). O autor esclarece que, enquanto Viktor Sochava concebe o geossistema como um conceito, Bertrand (1968) o interpreta como uma categoria taxo-corológica posicionada entre algumas dezenas e algumas centenas de quilômetros quadrados, isto é, uma unidade com posição hierárquica definida entre o topo das unidades inferiores e a base das unidades superiores, de acordo com a hierarquização proposta pelo autor. O conceito construído por Sochava é mais complexo, a partir dele compreende-se que os geossistemas se manifestam em qualquer grandeza escalar (de alguns metros até toda superfície terrestre): “toda categoria dimensional

de geossistemas (topológica, regional, planetária) possui suas próprias escalas e peculiaridades qualitativas da organização geográfica” (SOCHAVA, 1977, p.10).

Como pode ser constatado, existem diferenças entre as teorias, no que tange aos métodos utilizados, aos conceitos e práticas de pesquisa, sendo necessário de antemão ter a clareza de que as propostas foram desenvolvidas em diferentes contextos históricos. No tocante ao pensamento bertrandiano ter sido significativamente aplicado entre os geógrafos brasileiros nas décadas iniciais do desenvolvimento da abordagem geossistêmica no país, a tentativa de Bertrand em enquadrar taxativamente um sistema em uma grandeza estabelecida a priori não passou sem críticas por parte de alguns autores (PENTEADO-ORELLANA, 1986; MONTEIRO, 2000), que criticaram esta concepção defendendo que a delimitação de um sistema é, antes de tudo, um ato de abstração que, em grande medida, está ligado ao conhecimento e percepção ambiental do pesquisador (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2019). Argumento similar aparece emoldurado nas palavras de Ab’Sáber ao abordar a difícil classificação proposta por Bertrand em diálogo com Monteiro²⁴ (1976, p. 108):

As unidades observadas nos Pireneus podem ser encontradas no Brasil em unidades espaciais consideravelmente maiores, ultrapassando de muito as ordens de grandeza da escala taxonômica a que são referenciadas. Assim, elas podem configurar-se com grande margem de variação tanto ascendente quanto descendente.

Dessa forma, como apontou corretamente Ab’Sáber, uma classificação taxonômica de geossistemas depende de muitos fatores, mais do que uma circunscrição de ordens de grandeza observadas em um determinado espaço, mas, sobretudo de análises de relacionamento estabelecidas entre processos históricos naturais, morfologias e ações de diferentes agentes.

Além disso, Sochava frisava que o geossistema deve ser concebido como um sistema natural, e que interage com a esfera socioeconômica por meio de conexões (CHRISTOFOLETTI, 1999), o que difere da organização feita por Bertrand, conjugando o meio físico no *potencial ecológico*, a esfera biótica no que chamou de “exploração biológica”, além da ação antrópica²⁵. Outra discordância importante se refere à classificação linear de

²⁴ Ao examinar a proposta taxonômica produzida por Bertrand (1968), Monteiro (2000, p.32) destaca que “como unidade inferior, o geossistema e suas subdivisões geofácia e geótopo, na sua pretensão de enquadrar-se nas ordens de grandeza segundo a taxonomia de Cailleux & Tricart (1965) não poderia ter sustentação. É algo que não pode ser universalizado. Habitado ao escalanamento vertical da cadeia dos Pirineus, horizontalmente projetado em espaços restritos, o seu conceito não poderia persistir se transportado para outras regiões e continentes”.

²⁵ O autor francês introduz o subsistema “ação antrópica” ao seu modelo teórico buscando adaptar sua proposta às características histórico-geográficas das paisagens antropizadas da Europa ocidental.

Bertrand das zonas aos geótopos, diferente da lógica bilateral de Sochava, que discerne as integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros), respectivamente as tipologias e os objetos ou indivíduos geográficos, conforme apontado em comunicações diversas (SOCHAVA, 1971, 1978, 1978a).

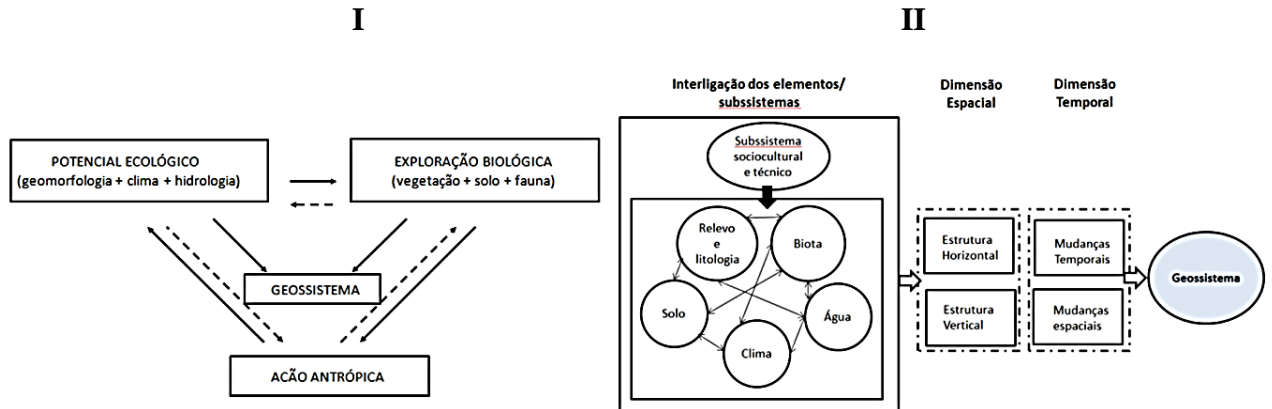
A partir de 1978, chama atenção a aproximação de Georges Bertrand dos geógrafos soviéticos, circunstância determinante para uma reflexão sobre a sua concepção de geossistema. O marco bibliográfico desta confluência de ideias é o artigo intitulado “*Géosystème ou Système territorial naturel*” (BEROUTCHACHVILI; BERTRAND, 1978), publicado na *Revue Géographique des Pyrénées et du sud-ouest*, onde o geógrafo francês passa a entender o geossistema como um conceito, como já vinha sendo trabalhado pelos geógrafos soviéticos. Esse novo posicionamento do autor francês traz em seu bojo o potencial não somente de mudar a forma de compreensão teórica do objeto geográfico, neste caso o geossistema, mas, sobretudo de considerar em um contexto internacional, a sua influência e convergência com autores russos na natureza do trabalho teórico em geografia física. Nesse sentido, torna-se relevante uma discussão mais explícita dos padrões históricos e relacionais (desenvolvidos em cada país) que fundamentaram o que hoje compreende-se como geossistema em territórios fora do contexto europeu.

Neste âmbito, conforme salienta Cavalcanti (2013), a influência da obra de Bertrand através do trabalho “Paisagem e Geografia Física Global” é identificada na produção bibliográfica dos geógrafos brasileiros, em muitos casos, usado como sinônimo da concepção de Sochava. Dessa forma, marcada produção bibliográfica é produzida no Brasil sobre o conceito de geossistema comungando com a concepção bertrandiana que foi corrigida pelo autor no final da década de 1970. No entanto, mesmo diante da relativa confluência que se estabelece, a abordagem geossistêmica prossegue caminhos próprios na União Soviética e sua esfera de influência em relação ao pensamento francês, sempre influente na Geografia ocidental.

Além dos aspectos mencionados, as concepções francesa e russo-soviética se diferenciam quanto ao papel desempenhado pela ação antrópica na estrutura e dinâmica dos geossistemas. A escola Russo-soviética, de caráter naturalista, conceitua o geossistema como bio-físico-químico e energético; em outras palavras, um sistema natural que troca matéria e energia com o ambiente. Sob essa perspectiva, Sochava (1977, p.6) salienta que “embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais são tomados em consideração durante o seu estudo”.

A Figura 7 (II) esquematiza a relação entre o geossistema (interação dos componentes internos) e as influências externas na sua estrutura, ressaltando a ideia de *conexão* supramencionada.

Figura 7 – Representação do Modelo geossistêmico proposto pela escola francesa (I) e escola russa (II).



Legenda: Processos e canais de comunicação entre os elementos geossistêmicos. I – Modelo geossistêmico proposto por Bertrand (ação antrópica com a mesma dimensão na organização do geossistema). II – Modelo geossistêmico proposto por Sochava (1963, 1978) (atividades humanas influenciam a estrutura do geossistema, ou seja, os fatores econômicos estabelecem conexão com o geossistema, sobretudo no que se refere as paisagens transformadas pelo homem). Fonte: Adaptado de Bertrand, 1971; Frolova, 2018.

Por outro lado, a Escola Francesa, avistada em Bertrand (1968) interpreta a atividade humana como um dos três componentes geossistêmicos: potencial ecológico + exploração biológica + ação antrópica (REIS JUNIOR, 2006). Significa dizer que os geossistemas, para a Escola Francesa, além de representarem uma “abstração teórica de fenômenos naturalistas de troca, ligam-se profundamente a um território” (REIS JUNIOR, 2007, p. 253). Por essa orientação, o modelo geossistêmico de Bertrand atribuiu espaço igualmente significativo às atividades humanas na estrutura e dinâmica do geossistema, assumindo uma dimensão mais culturalista que não tem lugar de mais destaque no canal de comunicação eslavo (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2019). O esforço do autor busca superar as restrições de cunho setorial (disciplinar) na Geografia e abarcar toda complexidade ambiental inerente aos campos físicos e humanos. Neste esquema, a dimensão cultural e territorial estabelece um diálogo igualmente importante na construção das complexidades do sistema e relações ambientais.

Além das confluências e divergências de cunho teórico e epistemológico apontadas até agora entre os autores, outras diferenças conceituais e metodológicas entre as duas escolas merecem ser destacadas. Em primeiro lugar, ratifica-se as distinções entre a proposta escalar (escala de manifestação do geossistema), dimensão e na hierarquização das classes. Em segundo lugar, a partir de uma interpretação do ponto de vista pragmático/metodológico,

outro ponto de discordância é o critério utilizado para classificação e mapeamento. Na prática, o geógrafo russo prioriza como componente espacial para a individualização e mapeamento dos geossistemas as formações biogeográficas²⁶ como critério, com grande ênfase ao papel desempenhado pela cobertura vegetal na discretização de unidades nas vastas planícies siberianas. Para o geógrafo francês²⁷, por sua vez, a base de mapeamento para a individualização de unidades homogêneas é o relevo, embora em muitos estudos a biogeografia e os levantamentos fitossociológicos tenham assumido papel de destaque, inclusive na classificação dos sistemas em biostasia e resistasia. O empenho central do autor vincula-se em propor uma classificação taxonômica das unidades de paisagem inspirado nas escalas tempo-espaciais desenvolvidas e aplicadas por A. Cailleux e J. Tricart nos estudos geomorfológicos (BERTRAND, 1968). A escolha do critério adotado por cada pesquisador está intrinsecamente associada às características físico-geográficas de cada um dos países e a base de formação dos pesquisadores.

No contexto de base metodológica e operacional, a escola russo-soviética introduziu a ideia dos mapas regionais-tipológicos (ABALAKOV; SEYKH, 2010; KUZMENKO, 2011; KUZNETSOVA *et al.* 2011), que representam, em um mesmo documento cartográfico e pelo princípio da hierarquização, as integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros) (OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2019). A abordagem regional-tipológica constitui uma importante ferramenta da teoria geossistêmica de Sochava. Sua aplicabilidade e aceitação entre os pesquisadores russos vinculam-se ao processamento de uma grande quantidade de informações tanto das condições naturais e socioeconômicas quanto no aspecto relacionado às escalas de representação espaciais, locais e regionais, as características individuais típicas dos geossistemas, as propriedades de homogeneidade e heterogeneidade (ABALAKOV; SEYKH, 2010; KUZMENKO, 2011; KUZNETSOVA *et al.* 2011).

No entanto, é importante assinalar que as relações estabelecidas nos diversos níveis escalares do geossistema não são lineares (em sentido ascendente ou descendente), mas complexas; e para alguns sistemas ambientais caóticas e diacrônicas. Toda tentativa de enquadrar e classificar um sistema é um esforço arbitrário já que a realidade se comporta mais

²⁶ Embora Sochava tenha sido professor da Universidade Estatal de Leningrado, na cátedra de Geobotânica, professor da Faculdade de Geografia do Instituto Pedagógico e diretor do Instituto de Geografia da Sibéria (o atual Instituto Viktor Sochava de Geografia da Sibéria), sua formação inicial é como biólogo ligado à agricultura, em Leningrado (atual São Petesburgo). Aos 30 anos obteve o título de doutor em Ciências Biológicas e aos 38 o de doutor em Ciências (RODRÍGUEZ; SILVA; VICENS, 2015).

²⁷ Em entrevista publicada pela revista de Geografia de Rio Claro (2007), Bertrand explica a Dante Reis Junior, que é um geógrafo de formação física, um geomorfólogo que possuía boa formação em botânica e biogeografia, mas que era preciso associar estes campos do conhecimento ao componente humano visto que todos os lugares foram modificados pela história social.

como uma rede, cujos centros de organização são constantemente modificados (MORIN, 1997) do que como recortes espaciais estanques.

Diferentemente das abordagens lineares e a-sistêmicas, a proposição de Sochava e de Bertrand, cujo epicentro é o paradigma sistêmico, busca, sobretudo, o entendimento das inter-relações estabelecidas entre as subdisciplinas geográficas, tanto físicas quanto humanas; o entendimento e estudo não só dos componentes da natureza, mas a conexão entre eles, não se limitando à morfologia da paisagem e suas subdivisões; o estudo da sua dinâmica, estrutura funcional (mecanismos de funcionamento), ordem de conexões, entre outros.

Embora estas diferenças possam ser enumeradas do ponto de vista cartográfico, ambas as escolas concordam que o conhecimento das propriedades, inter-relações, dinâmicas e padrões de desenvolvimento das unidades geossistêmicas estão intimamente relacionados com as características locais do sistema natural e, portanto, os métodos de campo (expedicionários e estacionários) desempenham um papel importante na pesquisa e interpretação do geossistema. Neste sentido, a abordagem empírica orientada ao objeto de estudo, com forte acento no trabalho de campo e na medição de variáveis geológicas *in locu* atrelada a variados métodos de observação e aquisição de dados, são fundamentais para a compreensão das relações estabelecidas entre os sistemas e subsistemas.

Neste contexto, para ambos os autores o critério espacial e hierárquico tem um significado importante tanto na teoria geossistêmica de Sochava quanto na classificação taxonômica das unidades de paisagem efetuada por Bertrand. Nas propostas efetuadas por estes dois autores, cada categoria dimensional dos geossistemas (topológica, regional, planetária e intermediária) tem sua própria escala e características quali-quantitativas de organização geográfica.

No que diz respeito ao componente temporal pode-se observar que para ambos os autores a escala temporal refere-se ao tempo da natureza e ao tempo histórico. Nesse sentido, como destacam Perez Filho e Quaresma (2011, p. 84) “os elementos naturais estão inter-relacionados, sendo que seus processos e formas se manifestam em uma escala de tempo que lhe é própria”. Na concepção metodológica sintetizada por Bertrand, em artigo originalmente publicado em português em 1971, enfatiza-se que o problema mais delicado é considerar a parte das heranças:

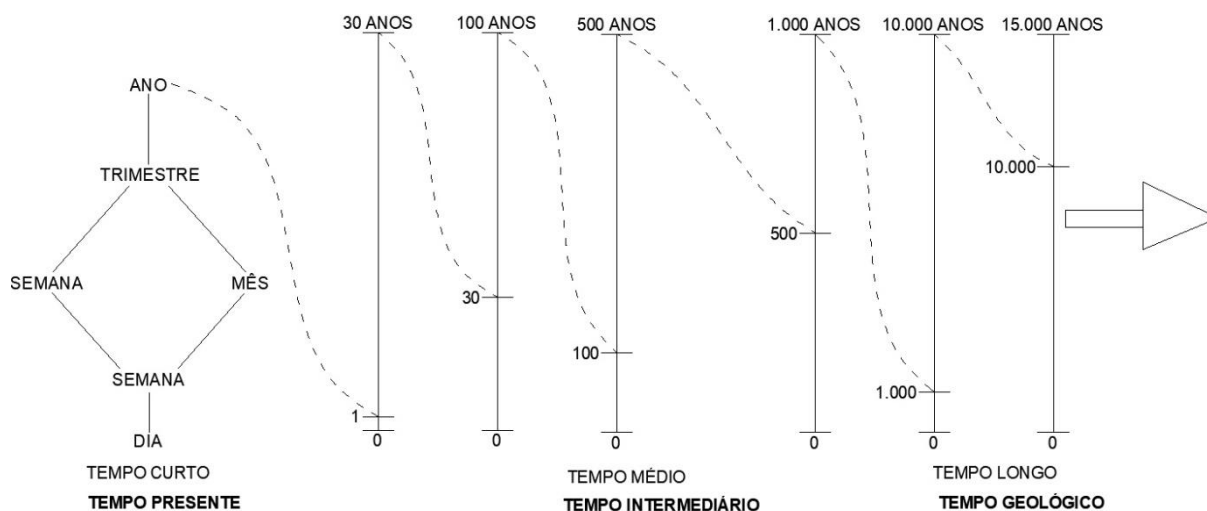
Com efeito, essas não são somente geomorfológicas e pedológicas, mas também florísticas e antrópicas. Seria preciso reconstituir a cadeia histórica dos geossistemas, sobretudo levando em conta a alternância e a duração respectiva das fases de equilíbrio biológico e das fases de atividade geomorfofogenética. Os

resultados combinados da análise de pólen, do exame dos depósitos superficiais e dos paleosolos, do estudo da ação humana, desde os inícios da vida pastoril e da agricultura, permitem às vezes obter-se uma ideia precisa da dinâmica recente das paisagens (BERTRAND, 2004 [1971], p. 151).

No modelo proposto pela escola russa, o estudo da componente temporal dos geossistemas é multitemporal, ou seja, o tempo é estimado pela idade, considerando-se os tempos curto e tempo longo, principalmente através de métodos quantitativos construídos por meio dos dados obtidos de estações de campo experimentais onde são registradas e armazenadas informações sobre acumulação e degradação de biomassa, ciclo biogeoquímico dos elementos, erosão e dados climáticos (OLIVEIRA, 2016). Estas medições nas estações de campo do Instituto de Geografia da Sibéria e do Extremo Oriente foram essenciais para a realização das observações e interpretação da estrutura interna dos geossistemas e dos regimes naturais, tanto do ponto de vista espacial quanto do aspecto temporal (SNYTKO, 2018). Portanto, a teoria geossistêmica, principalmente em aplicações na Rússia, permitiu que o tempo e a dinâmica fossem integrados nas pesquisas e na ciência da paisagem, ao oferecer melhores ferramentas operacionais para a avaliação, para os estudos de escalas, classificação e gênese da paisagem (BASTIAN *et al.* 2015). Contudo, em países que não possuem uma rede de estações de campo para medição das variáveis ambientais em longo prazo, a perspectiva temporal não é efetivamente considerada na delimitação dos sistemas ambientais.

Embora Sales (2004) argumente que na análise sistêmica, todo elemento de cunho evolutivo a médio e longo prazo é desconsiderado, com evidente prejuízo para a análise dos processos, formas e evolução das paisagens, a autora apresenta a proposta de adoção de escalas espaciotemporais proposta por Schum et Lithcy (1973) que teve por objetivo minimizar alguns dos problemas decorrentes da identificação das variáveis a serem utilizadas na definição dos sistemas. Dessa maneira, na proposta destacam-se as concepções de um tempo geológico; dimensão temporal moderna, intermediária, tomada a partir dos últimos mil anos e para áreas de porte médio - por exemplo, bacias fluviais; e uma dimensão de tempo presente (Figura 8), definida como não superior a um ano, a ser adotada para pequenas áreas (SALES, 2004).

Figura 8 – Dimensões de tempo curto, médio e longo. Adaptado de Schum et Lithey (1973).



Fonte: Organizado pela autora.

As implicações epistemológicas das diferentes concepções geossistêmicas vão além do mapeamento e individualização de unidades, pois cada nível escalar corresponde a uma abordagem específica (inerente ao problema estudado), coerente com sua extensão espacial, duração do fenômeno analisado, e metodologias e técnicas utilizadas. Essas várias diferenças conceituais e metodológicas, unidas ao problema e objetivo do investigador, influenciam na individualização das unidades de mapeamento e na interpretação dos tipos e intensidade de interações que se formam em uma determinada área.

Contudo, no decurso de suas trajetórias teóricas, embora tenham divergido bastante quanto as suas proposições e encaminhamentos (escola russa e escola francesa), os diálogos estabelecidos entre Bertrand e Beruchachvili favorecem debates enriquecidos pelas trocas de experiências entre os dois países. O fato é que a proposta de Bertrand foi consideravelmente modificada com o passar dos anos, fruto do seu amadurecimento teórico. Por exemplo, na Escola Russo-soviética, embora o conceito de geossistema considere a influência da ação antrópica (para alguns autores de forma secundária), nos estudos realizados pelo geógrafo francês, o homem é considerado como princípio organizador do geossistema. Todavia sua contribuição teórica se difundiu pelo Brasil principalmente através do Sistema GTP. Nesse sistema os aspectos subjetivos, simbólico, cultural e a dimensão histórica são compreendidos pela ótica da paisagem, numa perspectiva dialética entre as leis físicas e sociais. Portanto, os aportes dessa teoria estão representados pelo estudo do contexto cultural/territorial e pela constituição da base e processos físico-naturais. Para esse autor, devido ao seu conteúdo social e subjetivo, a paisagem é uma leitura sociocultural do geossistema (BERTRAND; BERTRAND, 2009). Sintetizando, Bertand sustenta que a teoria geossistêmica deve ser usada

em combinação com outros quadros conceituais (território, paisagem e meio ambiente) que abordam as complexas interações históricas entre sociedade e natureza (FROLOVA, 2018).

Por outro lado, para Sochava, o estudo dos geossistemas tem relação direta com o interesse da sociedade nos impactos das atividades antrópicas, na utilização racional dos recursos naturais e preservação, conservação de paisagens naturais e culturais. Em outras palavras, o autor destaca que os conceitos e métodos desenvolvidos para avaliação e classificação dos geossistemas, são de interesse social, ou seja, servem para orientar o uso e ocupação da terra e o planejamento territorial (SOCHAVA, 1977). Nesse sentido, aspecto importante assume o geógrafo, como o profissional capaz de entender a manifestação dos fatores antropogênicos nos complexos naturais, buscando o melhor planejamento territorial para que as atividades humanas não desencadeiem crises ecológicas e conflitos de uso da terra. Trata-se de uma abordagem predominantemente aplicada como resposta às demandas da geografia soviética por uma abordagem pragmática.

A matriz de pensamento geossistêmica russo-soviética recebeu críticas principalmente porque as abordagens de estudo de campo foram concebidas para regiões com populações muito baixas e foi assumido a priori que as paisagens estudadas eram naturais (FROLOVA, 2018). Em outras palavras, o foco dos estudos eram as paisagens cuja interferência antrópica era ínfima, e só raramente e com grande dificuldade era aplicadas a teoria geossistêmica ao estudo de ambientes antrópicos, como as cidades (PREOBRAZHENSKI, 1983). Quaisquer elementos de origem humana, mesmo que estivessem fisicamente presentes na paisagem, não foram incluídos em mapas paisagísticos ou geossistêmicos. Os mapeamentos apresentavam as paisagens como se não houvesse interferência humana (ANGELSTAM *et al.*, 2013). Os impactos dos sistemas socioeconômicos nos sistemas naturais foram normalmente estudados como uma questão separada. Ao mesmo tempo, os métodos geossistêmicos excluíram todos os fenômenos socioculturais e os fenômenos subjetivos envolvidos na percepção da paisagem, apesar do desenvolvimento da atividade antrópica (FROLOVA, 2018).

A partir da contribuição teórica e metodológica de Sochava e de Bertrand, a Geografia Física baseada em princípios sistêmicos, com o desenvolvimento/aprimoramento da teoria geossistêmica e evolução dos métodos e técnicas de análise de campo e gabinete consolidaram-se como base para o planejamento e ambiental e reorganização dos territórios. Isto porque esta teoria permite que sejam estudados a um só tempo as interações entre os elementos bióticos, abióticos e antrópicos da paisagem e sua evolução. Além disso, trata-se de uma abordagem holística que abrange a complexidade dos componentes biofísicos e humanos

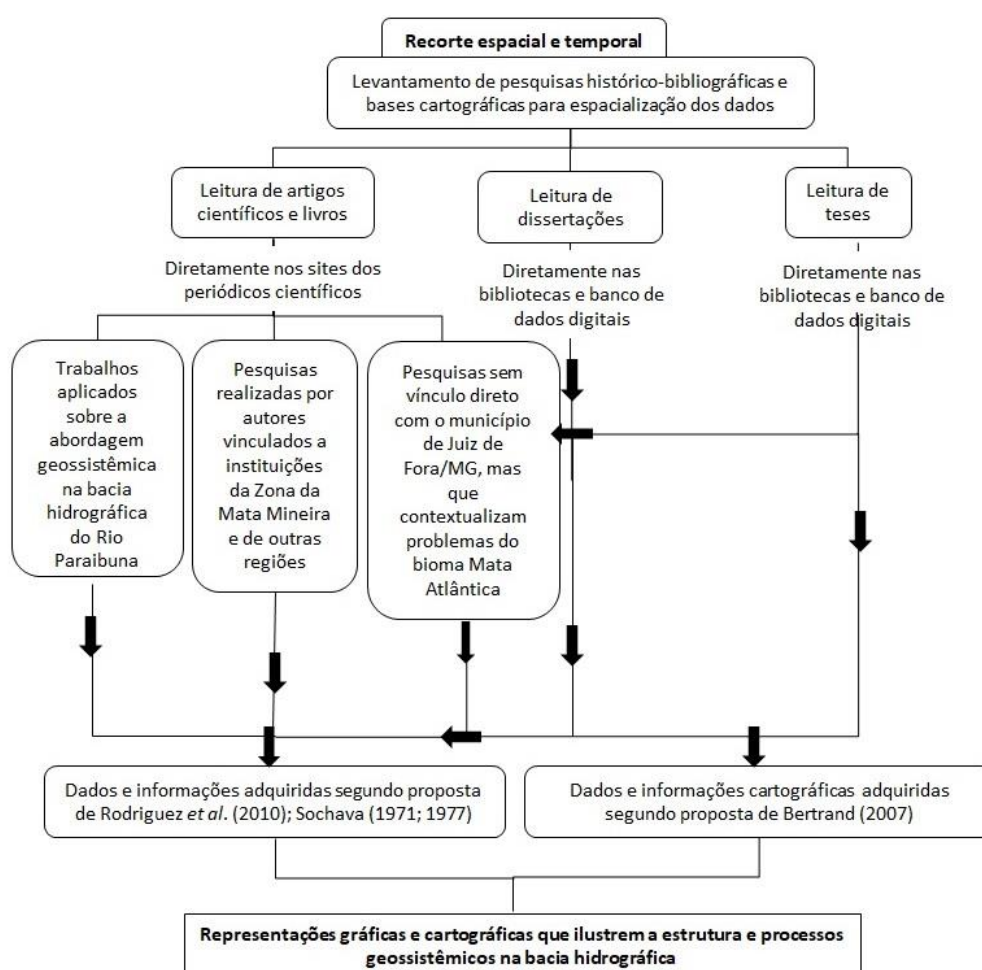
das paisagens e uma ampla gama de suas diferentes características. Todas essas características significam que essa concepção pode ser associada a outras abordagens integrativas, como por exemplo, a ecologia da paisagem e os serviços ecossistêmicos (FROLOVA, 2018).

Partindo desse contexto e de sua proposta de método o próximo capítulo abordará as fontes de dados primários e secundários utilizados para produção dos mapeamentos que subsidiaram a análise da área em estudo. Além disso, foram pormenorizadas as metodologias que auxiliaram na articulação das bases temáticas, e as técnicas utilizadas para os levantamentos em campo dos aspectos morfológicos dos solos, estado atual da vegetação e uso na bacia hidrográfica.

CAPÍTULO II: Método e materiais

Os recursos metodológicos adotados como condutores da presente Tese foram pautados no método sistêmico, cuja disseminação na Geografia Física serviu de aporte teórico e metodológico para inúmeros trabalhos que almejam fazer uma análise integrada dos sistemas ambientais a partir da conjunção de metodologias, como o desta presente pesquisa. O organograma a seguir (Figura 9) delimita as principais etapas de trabalho da pesquisa. Em seguida, foram descritas individualmente as etapas referentes à pesquisa bibliográfica, escolha das imagens e materiais cartográficos, escala de trabalho, e metodologias de mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal; relevo; pedologia e das unidades geossistêmicas trabalhadas.

Figura 9 – Organograma com as etapas sintetizadas de trabalho da pesquisa.



Ao longo da execução do trabalho foram utilizados diferentes procedimentos metodológicos, de acordo com os objetivos a alcançar em cada uma das diferentes fases de execução, os quais são descritos pormenorizadamente nos respectivos capítulos. Em termos gerais, a metodologia seguida implicou na conciliação de trabalhos em gabinete e trabalhos de campo.

2.1 Inventário de fontes bibliográficas e cartográficas

A inventariação das fontes cartográficas (Tabela 2 e Tabela 3) e bibliográficas foi inicialmente concebida através de levantamento e pesquisa das características e particularidades geográficas do município de Juiz de Fora, adotando-se, para sua execução, critérios técnicos objetivos fundamentados no planejamento cartográfico (descrição do conjunto de elementos necessários para caracterizar e construir o Mapa) e na coleta de dados em campo sobre a natureza histórico-geográfica e paisagística da área. Os documentos a serem utilizados estão discriminados na Tabela 2.

Tabela 2 – Documentos cartográficos utilizados para contextualização regional da área em estudo.

| DOCUMENTO | ESCALA | DATA | FONTE |
|--|--------------------------------------|----------|---|
| Cartas Topográficas | 1:250.000; 1:100.000; 1:50.000 | Variadas | - IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); DSG - |
| Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo | 1:1.000.000 | 2004 | CPRM (Serviço Geológico do Brasil) |
| Mapa de Vegetação; Geologia; Geomorfologia; Pedologia | 1:1.000.000 | Variadas | Projeto RADAM Brasil |
| Remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas associados | 1:250.000 | 1992 | Fundação SOS Mata Atlântica |
| Inventário da Flora e dos reflorestamentos de Minas Gerais | 1:100.000 | 2006 | IEF/UFLA |
| | | | |
| Mapa de Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro | 1:100.000 | 2003 | COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ - Folha Andrelândia SF-23-X-C-V |
| Mapa solos do Estado de Minas Gerais | 1:650.000 | 2007 | Universidade Federal de Viçosa-UFV |

Tabela 3 – Bases cartográficas utilizadas para mapeamento topológico do geossistema.

| DOCUMENTO | ESCALA | DATA | FONTE |
|---|---|---------------------------------|--|
| Mapa Geológico de Juiz de Fora | 1:100.000 | 2003 | Projeto Sul de Minas – Etapa I - Folha SF-23-X-D-IV |
| Mapa de Solos da bacia do Rio Paraíba do Sul | 1: 250.000 | 2007 | Sondotécnica |
| Mapa de Solos da Reserva Biológica do Poço D'antas | 1:10.000 | 2008 | ArcelorMittal Juiz de Fora Instituto Estadual de Florestas - IEF Prefeitura Municipal de Juiz de Fora/ Secretaria de Saúde, Saneamento e Desenvolvimento Ambiental Agência de Gestão Ambiental de Juiz de Fora - AGENDA-JF Universidade Federal de Juiz de Fora |
| Imagem georreferenciada e ortorretificada RapidEye | 5 metros | 2010, 2012 | IEF Minas Gerais |
| Imagem georreferenciada e ortorretificada Sentinel | 10 metros | 2017 | USGS |
| Imagens Landsat | 1:30.000 | 1990, 2000, 2010, 2018 | USGS |
| Levantamento aerofotogramétrico do município de Juiz de Fora - ortofotocartas | 1:10.000 1:8.000 1:2.000 | 2007 | Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE) – Juiz de Fora/MG |
| Modelo digital de terreno do município de Juiz de Fora | 1:8.000 1:2.000 | 2007 | Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE) – Juiz de Fora/MG |
| Mapa de classes de declividade do município de Juiz de Fora | 1:5.000 | 2007 | Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE) – Juiz de Fora/MG |
| Curvas de Nível da Área Urbana; Curvas de Nível da Área Rural | Equidistância 1 metro e 5 metros. | 2007 | Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE) – Juiz de Fora/MG |

O banco de dados geográfico georreferenciado foi criado a partir da digitalização e vetorização de mapas e cartas topográficas acessíveis via internet. As informações relativas à natureza e distribuição espacial das diferentes variáveis geoecológicas (litologia, relevo, solos, vegetação, temperatura de superfície e uso e ocupação da terra) foram organizadas utilizando-se como critério a topologia das feições, escala e características dimensionais dos objetos cartografados.

2.2 Mapas multitemporais do uso e cobertura da terra

Os mapas multitemporais do uso e cobertura da terra foram elaborados para o período de 1991 a 2018 devido a disponibilidade de imagens de satélite. Para o período anterior, datado do século XIX (início da construção da estrada União e Indústria) até a década de 1990 foram efetuadas leituras documentais nas bases de dados de Juiz de Fora.

A elaboração das cartas de uso e cobertura da terra para os anos de 1991, 1999 e 2010 foram feitas a partir de classificações supervisionada da composição das bandas R(5) G(4) B(3) do Landsat 5, e no caso do ano de 2018, foram utilizadas as bandas R(6) G(5) B(4) do Landsat 8. As Imagens utilizadas correspondem à órbita 217/75, a qual compreende a área de estudo, todas foram adquiridas no site *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), disponibilizado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Levando em consideração que não foi necessária a utilização da cena completa (a qual possui aproximadamente 170x170km), recortou-se o quadrante compreendido pelas coordenadas planas 673000/683000E e 7588000/7604000N, georreferenciado em SIRGAS 2000/23S.

Na Tabela 4 estão sintetizadas algumas informações sobre a base de cada uma das imagens utilizadas para o presente estudo.

Tabela 4 – Informações referentes às imagens utilizadas

| Data de aquisição da Imagem | Tipo de Levantamento | Satélite Utilizado | Resolução do Raster (pixel em m) |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|
| 06/08/1991 | Imageamento via Satélite | Landsat 5 | 30 m |
| 12/08/1999 | Imageamento via Satélite | Landsat 5 | 30 m |
| 26/08/2010 | Imageamento via Satélite | Landsat 5 | 30 m |
| 01/09/2018 | Imageamento via Satélite | Landsat 8 | 30 m |

Para a classificação foram definidas as seguintes classes de uso e cobertura da terra adaptadas do Plano diretor Diretor Participativo da cidade de Juiz de Fora (2014): Áreas Edificadas, que representam os locais com consolidação da ocupação urbana; Agricultura, que constituem pequenas plantações de cultivo familiar; Solo exposto, áreas de corte de encostas e/ou remoção da parte mais superficial do solo; Pastagem, áreas que compuseram cobertura vegetal arbórea pretérita, mas, que devido ao uso extensivo, deram lugar à agricultura e pecuária; Silvicultura composta pelo plantio de eucaliptos voltados a produção de celulose; Florestal Estacional Semidecidual, a qual é vegetação presente na Mata Atlântica;

Para o processo de classificação das imagens, foram criadas as imagens de bandas compostas. Para isso foi necessário utilizar a ferramenta “Bandas Compostas” do ArcMAP 10.2.2, nas seguintes opções: ArcToolbox > Ferramentas de Gerenciamento de Dados>Raster > Processamento do Raster > Bandas Compostas.

Para a criação das classes espectrais de assinatura para a geração do raster de classificação de uso e ocupação da terra, foi necessário criar um *shapefile* de “Assinaturas” para cada ano de cada imagem utilizada (1991, 1999, 2010 e 2018). No *shape de Assinaturas*, foi criado o campo “Classe” na tabela de atributos para serem identificadas as respectivas classes espectrais de uso do solo.

Ao serem criadas as assinaturas foram desenhados polígonos que recobrissem áreas com tons de cor semelhantes (tons de: verde, azul, rosa, roxo, entre outras). Para cada polígono criado (de cor semelhante), foi inserido o nome de classe na tabela de atributos.

Após a criação dos polígonos e a estruturação da tabela de atributos, foram geradas as assinaturas dos espectros de cor referente a cada tipo de Uso e Ocupação da Terra presente na imagem. Para esta etapa, foi utilizada a ferramenta do *ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Multivariada > Criar Assinaturas* para transformar o vetor em estatística para a classificação. Depois da geração da Assinatura, foi executada a ferramenta no *ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Multivariada > Classificação de Máxima Verossimilhança*. Entrou-se com a imagem a ser classificada juntamente com o arquivo de assinatura criado referente a cada ano, ou seja, assinatura do ano “X” com a imagens de banda composta do ano “X”. Depois de gerado o arquivo Raster, as imagens (1991, 1999, 2010 e 2018) apresentaram muitos “ruídos” (muito pixels soltos na imagem), para melhorar a qualidade da visualização e da classificação da imagem, foi utilizado um filtro para suavizar esses excessos. Tal filtro se encontra no *ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Generalização > Filtro Majoritário*. A última etapa foi transformar a imagem de *Raster* para *Shape*, para isso foi utilizada a ferramenta no *ArcToolbox > Ferramentas de Conversão > Para Raster > Raster para Polígono*.

Para aferição das classes de mapeamento foi utilizada a composição RGB da imagem *Sentinel* do ano 2018 com resolução espacial de 10 metros, as ortocartas do levantamento aerofotogramétrico de Juiz de Fora com resolução em todas as bandas espectrais de 20 cm na área urbana e de 50 cm na área rural, disponibilizado pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SPDE) da prefeitura de Juiz de Fora. Também foram utilizadas imagens georreferenciadas e ortorretificadas, com resolução espacial de 5 metros do sensor

RapidEye, correspondente aos anos 2010 e 2012, fornecido pelo Instituto Estadual Florestal (IEF) de Minas Gerais (MG).

Concomitantemente ao procedimento de interpretação e mapeamento, foram realizados trabalhos de campo *in locu* para aferição de parte das informações visualizadas nas imagens, bem como para analisar o estado de conservação das formações florestais, existência de plantios com espécies exóticas do gênero *Eucalyptus* nas proximidades das unidades de conservação para posteriormente relacioná-las com aspectos perceptíveis na imagem Sentinel 2; nessa etapa foi utilizado um GPS de navegação Garmim (Sistema de Posicionamento Global) para a coleta de pontos²⁸ de controle no terreno, que posteriormente foram sobrepostos à imagem de satélite, procedimento este complementado por registros fotográficos.

A estrutura geral formulada para os trabalhos de campo (coleta de informações espaciais) realizados foi baseada na segmentação da bacia em baixo curso, médio, e alto curso. O esforço de seleção e aquisição de pontos envolveu a coleta de pelo menos uma amostra de controle para cada segmento da área. O critério adotado para a definição de pontos de controle para a verificação das amostras foi a acessibilidade e a disponibilidade de meios/recursos humanos e técnicos para a realização e otimização dos trabalhos de campo.

2.3 Mapa de geologia e pedologia

As interpretações dos dados geológicos da área tiveram como base os mapas dos levantamentos geológicos básicos do Brasil, realizado pela CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais) para o município de Juiz de Fora - mapa de Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas, escala 1:100.000.

A caracterização dos solos da área foi realizada através da compilação do Mapa de solos do Estado de Minas Gerais, em escala 1: 650.000 e produzido pela Universidade Federal de Viçosa–UFV, pelo Mapa de Solos da bacia do Rio Paraíba do Sul, em escala 1: 250.000 e pelo estudo de perfis de solo distribuídos na área de estudo. Além desses materiais, foi utilizado o Mapa de Solos da Reserva Biológica do Poço D’antas em escala 1:10.000 do ano de 2008 que abrange parte da área em estudo.

²⁸ Esses pontos irão servir como referência para interpretação e classificação das outras áreas da imagem. O relevo, a vegetação, a ocupação da terra, a presença de corpo d’água, estradas e afloramentos rochosos atuarão como parâmetros chave observados durante o roteiro.

Com o escopo de refinar os dados oriundos dos mapeamentos descritos acima foi efetuado estudos de perfis de solo em campo objetivando análise das características e propriedades morfológicas como: cor, textura²⁹, estrutura, porosidade, atividade biológica, horizontes. As análises dos solos da bacia foram baseadas em descrições morfológicas e ambientais segundo a proposta metodológica e técnica de Lemos; Santos (1996) e MUNSELL (1992), tendo sido avaliados 5 perfis.

2.4 Mapeamento das unidades de relevo

Na primeira fase do trabalho foi efetuado um levantamento da cartografia geológica e geomorfológica a fim de caracterizar o quadro geotectônico e morfológico regional no qual está inserida a área de estudo. Para tanto foi adotado como base o mapeamento efetuado por Gatto et al (1983). Além disso, foram analisadas as imagens de satélite Sentinel; imagens *RapidEye* e informação altimétrica da Missão Espacial da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), informações altimétricas disponibilizadas pelas cartas topográficas do IBGE e pelo banco de dados da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora como apoio na identificação das diferentes morfologias presentes na área.

Para o tratamento dos dados foi construído um projeto cartográfico baseado no Sistema de Informação Geográfica (SIG). Na cartografia dos elementos do relevo da área foi utilizado como critério a amplitude local das formas e a declividade das encostas conforme preconizados pela metodologia do Ponçano *et al.* (1981) (Quadro 2) para o mapeamento dos sistemas de relevo para o estado de São Paulo (SP). Além desses critérios, foram analisados, na caracterização das unidades de relevo, as formas dos topos, perfil das vertentes, padrão de drenagem, presença de vales e a litologia.

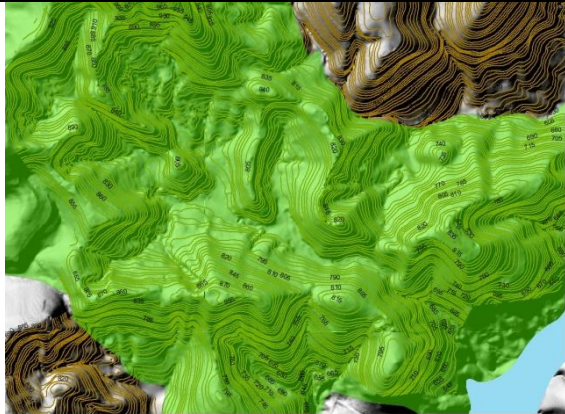

²⁹ A textura constitui-se numa das características físicas do solo mais estáveis, em razão disso apresenta grande importância tanto na identificação e classificação dos solos, quanto na predição de seu comportamento. A determinação da textura do solo foi efetuada em campo através do exame do perfil do solo. No teste foi correlacionado a sensibilidade ao tato com o tamanho e distribuição das partículas conforme orientação de Lemos; Santos (1996). Não foi efetuado análise granulométrica em laboratório.

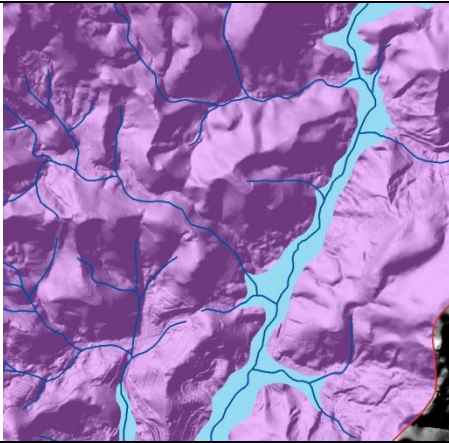
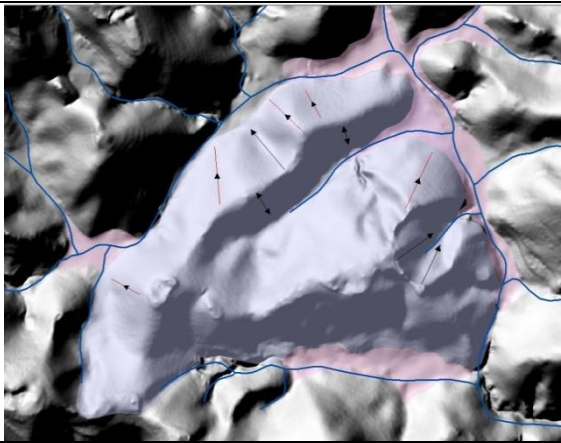
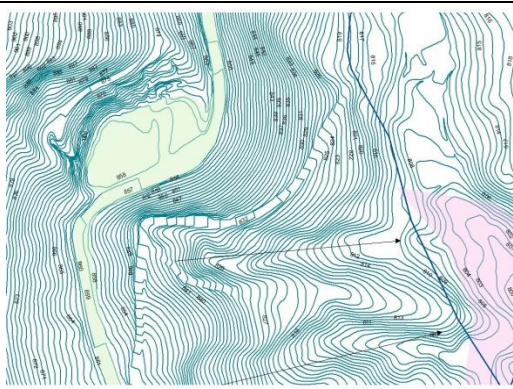
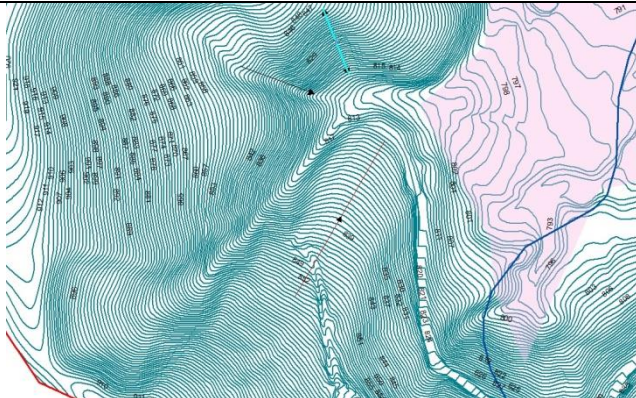
Quadro 2 – Adaptado IPT (1981): Critérios morfométricos aplicados para a definição de categorias de relevo.

| Sistemas de Relevo | Declives predominantes | Amplitude do Relevo |
|--|------------------------|---------------------|
| Relevo plano/ planícies fluviais | 0% a 5% | < 50m |
| Colinoso | 0% a 15% | < 100m |
| Relevo de morros com encostas suavizadas | 0% a 15% | 100m a 300m |
| Relevo de Morrotes | > 15% | < 100m |
| Relevo de Morros | > 15% | 100m a 300m |
| Relevo Montanhoso | > 15% | > 300m |

As diferentes classes morfológicas foram delineadas utilizando-se a metodologia proposta por Dantas (2016). Onde os diferentes aspectos geomorfológicos que diferenciam as unidades foram definidos a partir da declividade e hipsometria utilizando-se para tanto o modelo digital de elevação da área conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Critérios utilizados para confecção do mapa de morfologias de relevo

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Morros Dissecados: Relevo de morros de geometria convexo-côncava, francamente dissecados e com topos arredondados ou aguçados, apresentando sedimentação de colúvios, alúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus. Caracteriza-se por um relevo movimentado com vertentes de gradientes médios a elevados e topos arredondados a aguçados (DANTAS, 2016). Relevo de morros dissecados com vertentes íngremes (em cor verde-claro). Escala: 1:12:500. Equidistância das curvas de nível: 10 metros.</p> | <p>Rampas de colúvio-alúvio - Relevo de agradação. Superfícies deposicionais inclinadas constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies fluviais. Ocorrem, de forma disseminada, em meio ao domínio de mar-de-morros com relevo de colinas e de morros ou nas fraldas dos alinhamentos serranos. Rampas de alúvio-colúvio (assinaladas em bege) que entulham fundos de vales de pequenos tributários que entalham um alinhamento de morros dissecados, entre os vales do córrego Floresta, afluente do ribeirão Marmelos. As curvas de nível demonstram uma superfície deposicional suavemente inclinada que converge em direção à planície de inundação do ribeirão Marmelos. Mapeamento escala: 1:10.000. Equidistância das curvas de nível: 10 metros.</p> |

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Planícies de Inundação - Relevo de agradação. Zona de acumulação atual. Superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos, bem selecionados, situados nos fundos de vales. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Estreita planície de inundação do ribeirão Marmelos (assinalada em cor azul claro) que se espalha em meio a um relevo acidentado de morros e serras baixas.</p> | <p>Vale encaixado: Relevo de degradação - Relevo acidentado, com predomínio de vertentes de gradientes elevados com ocorrência esporádica de paredões rochosos. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Exemplo: As setas pretas indicam setores côncavos da vertente; as vermelhas, setores convexos; e as pretas com duas duas direções retilíneos. Córrego Mato Virgem. Escala mapeamento - 1:10.000</p> |
|  |  |
| <p>Feições tecnogênicas: Relevo produzido pela ação antrópica. Superfícies planas, resultantes de aterramento (cor verde claro) em áreas urbanas valorizadas pela intervenção do Estado e pelo capital imobiliário. Equidistância das curvas de nível: 1 metro.</p> | <p>Anfiteatro: pequeno vale cuja bacia de drenagem é sensivelmente alargada na encosta, assumindo, conseqüentemente, forma semicircular. Equidistância das curvas de nível: 1 metro.</p> |

2.5 Mapeamento das classes de dissecação e entalhamento do relevo

Os transectos referentes ao cálculo da dimensão interfluvial foram traçados sobre as cartas topográficas tendo-se como base a extensão dos interflúvios medidas entre dois canais paralelos a semi-paralelos. O entalhamento foi calculado através da mensuração do desnível

altimétrico entre topo e fundo de vale sobre as cartas topográficas. Para tanto, foram considerados os pontos cotados existentes para cotação das altitudes máximas enquanto as altitudes mínimas (fundo de vale) foram estimadas a partir das curvas de nível. Foram traçados 44 transectos sobre as cartas topográficas para a mensuração da distância interfluvial e do desnível altimétrico entre topo e fundo de vale (entalhamento). Posteriormente, os resultados obtidos foram classificados (Quadro 4) conforme os critérios estabelecidos por Cunha (2011) para classificação da dimensão interfluvial e entalhamento. A partir dos resultados obtidos por meio dessa mensuração (transectos), elaborou-se o mapa de dissecação do relevo com base no estimador de densidade de Kernel. Esta ferramenta foi utilizada para se obter a espacialização areal e contínua em toda a área de estudo. Este mapa foi apresentado em anexo.

Quadro 4 – Critérios utilizados para classificação da dimensão interfluvial e entalhamento conforme Cunha (2011).

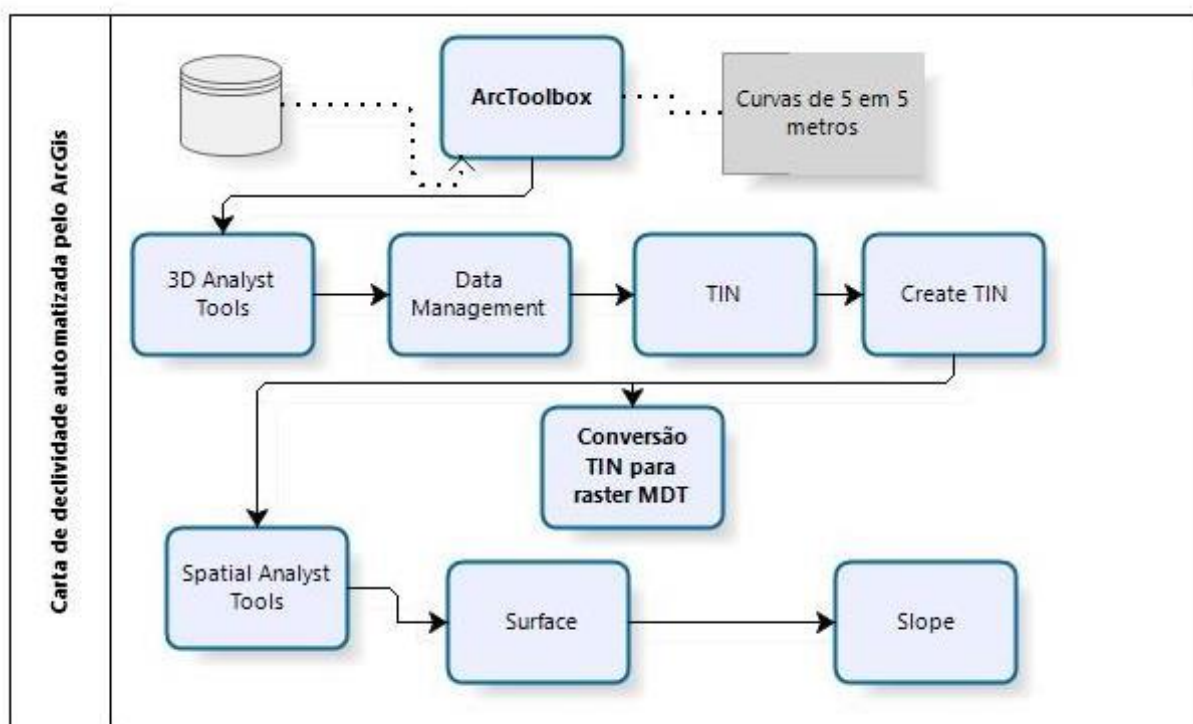
| Intensidade de aprofundamento da drenagem | Dimensão interfluvial média | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|
| | Muito fina (≤ 400 m) | Fina (401 a 600m) | Média (601 a 800m) | Grosseira (801 a 1000m) | Muito grosseira (≥ 1000 m) |
| Muito fraca (≤ 100m) | 5.1 | 4.1 | 3.1 | 2.1 | 1.1 |
| Fraca (101 a 200m) | 5.2 | 4.2 | 3.2 | 2.2 | 1.2 |
| Mediana (201 a 500m) | 5.3 | 4.3 | 3.3 | 2.3 | 1.3 |
| Forte (501 a 1000m) | 5.4 | 4.4 | 3.4 | 2.4 | 1.4 |
| Muito forte (≥ 1001 m) | 5.5 | 4.5 | 3.5 | 2.5 | 1.5 |

Fonte: Eduardo, 2018.

2.6 Modelo digital de elevação e declividade do terreno

Na elaboração da carta de declividade foram utilizadas curvas de nível no intervalo de 5 em 5 metros para confecção do *Triangulated Irregular Network* (TIN) no software Arcgis. Após elaboração do arquivo foi feita a conversão para o arquivo raster - Modelo Digital de Terreno. Terminada esta etapa foi confeccionada a carta de declividade (Figura 10). As etapas estão sintetizadas a seguir.

Figura 10 – Sequência de operações para elaboração da carta de declividade.



Legenda: Esquema simplificado para obtenção da carta de declividade. Fonte: Organizado pela autora.

2.7 Dados climatológicos

Para o desenvolvimento desta tese optou-se por fazer um estudo do quadro climático considerando mapeamentos que foram elaborados em escala regional e local de elementos e fatores do clima com repercussão direta na dinâmica dos geossistemas, principalmente no que diz respeito à sua organização morfológica (relevo e vegetação). Nesse sentido, utilizou-se bibliografia e mapeamentos existentes Oliveira (2016); Assis (2016); Ferreira (2014); e análise de dados climatológicos obtidos junto ao Instituto Nacional de meteorologia (INMET) que possui uma estação automática e uma estação tradicional localizada na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Os dados históricos referentes ao período de 1991 a 2018 foram obtidos através do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET. Foram analisados dados mensais e diários da estação convencional e automática.

Para espacialização dos dados de temperatura de superfície utilizou-se dados provenientes da imagem Landsat 8. Os procedimentos técnicos foram descritos a seguir.

2.8 Mapa de temperatura de Superfície

A elaboração das cartas de temperatura da superfície terrestre (LST – *Land Surface Temperature*) para os meses de julho e dezembro de 2018 foram realizadas a partir da utilização das bandas 4, 5 e 10 do satélite Landsat 8. As Imagens utilizadas correspondem à órbita 217/75, a qual compreende a área de estudo, todas foram adquiridas no site *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), disponibilizado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Haja visto que não foi necessária a utilização da cena completa (a qual possui aproximadamente 170x170km), recortou-se o quadrante compreendido pelas coordenadas planas 673000/683000E e 7588000/7604000N, georreferenciado em SIRGAS 2000/23S.

Na Tabela 5 estão sintetizadas algumas informações sobre a base de cada uma das imagens utilizadas para o presente estudo.

Tabela 5 – Data e resolução das imagens utilizadas no mapeamento termal.

| Data de aquisição da Imagem: | Tipo de Levantamento: | Satélite Utilizado: | Resolução do Raster (pixel em m): |
|-------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--|
| 15/07/2018 | Imageamento via Satélite | Landsat 8 | 30 m |
| 22/12/2018 | Imageamento via Satélite | Landsat 8 | 30 m |

Para a elaboração das cartas de temperatura da superfície (LST), foi utilizado a metodologia desenvolvida por Avdan & Jovanovska (2016)³⁰, essa metodologia consiste em um algoritmo automatizado para mapeamento da superfície terrestre utilizando dados do satélite LANDSAT 8. A metodologia de tal algoritmo possui seis fórmulas, as quais são:

1. Cálculo da radiância espectral TOA (Topo da Atmosfera – Top of Atmospheric).

- $TOA(L) = M_L * Q_{cal} + A_L$
- a. M_L = fator de reescalonamento multiplicativo da banda específica dos Metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda).
- b. Q_{cal} = corresponde à banda 10.

³⁰ AVDAN, U; JOVANOVSKA, G. Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, v. 2016, 2016.

- c. A_L = fator de redimensionamento aditivo específico da banda dos metadados (RADIANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda).

2. TOA para Conversão de Temperatura de Brilho (Brightness Temperature Conversion - BT)

- $BT = (k_2 / (\ln(k_1 / L) + 1)) - 273,15$

- a. K_1 = constante de conversão térmica da banda específica dos metadados (K1_CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda térmica).
- b. K_2 = constante de conversão térmica específica da banda dos metadados (K2_CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda térmica).
- c. $L = TOA$

Portanto, para obter os resultados em Celsius, a temperatura radiante é ajustada pela adição do zero absoluto (aprox.-273,15 °C).

3. Cálculo do NDVI

- $NDVI = (\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4})$

Note-se que o cálculo do NDVI é importante porque, subsequentemente, a proporção de vegetação (P_v), que é altamente relacionada com o NDVI, e emissividade (ϵ), que está relacionada com a p_v , deverão ser calculados.

4. Cálculo da proporção de vegetação P_v

- $P_v = \text{quadrado} ((NDVI - ndvi_{\min}) / (ndvi_{\max} - ndvi_{\min}))$

5. Cálculo da emissividade (ϵ)

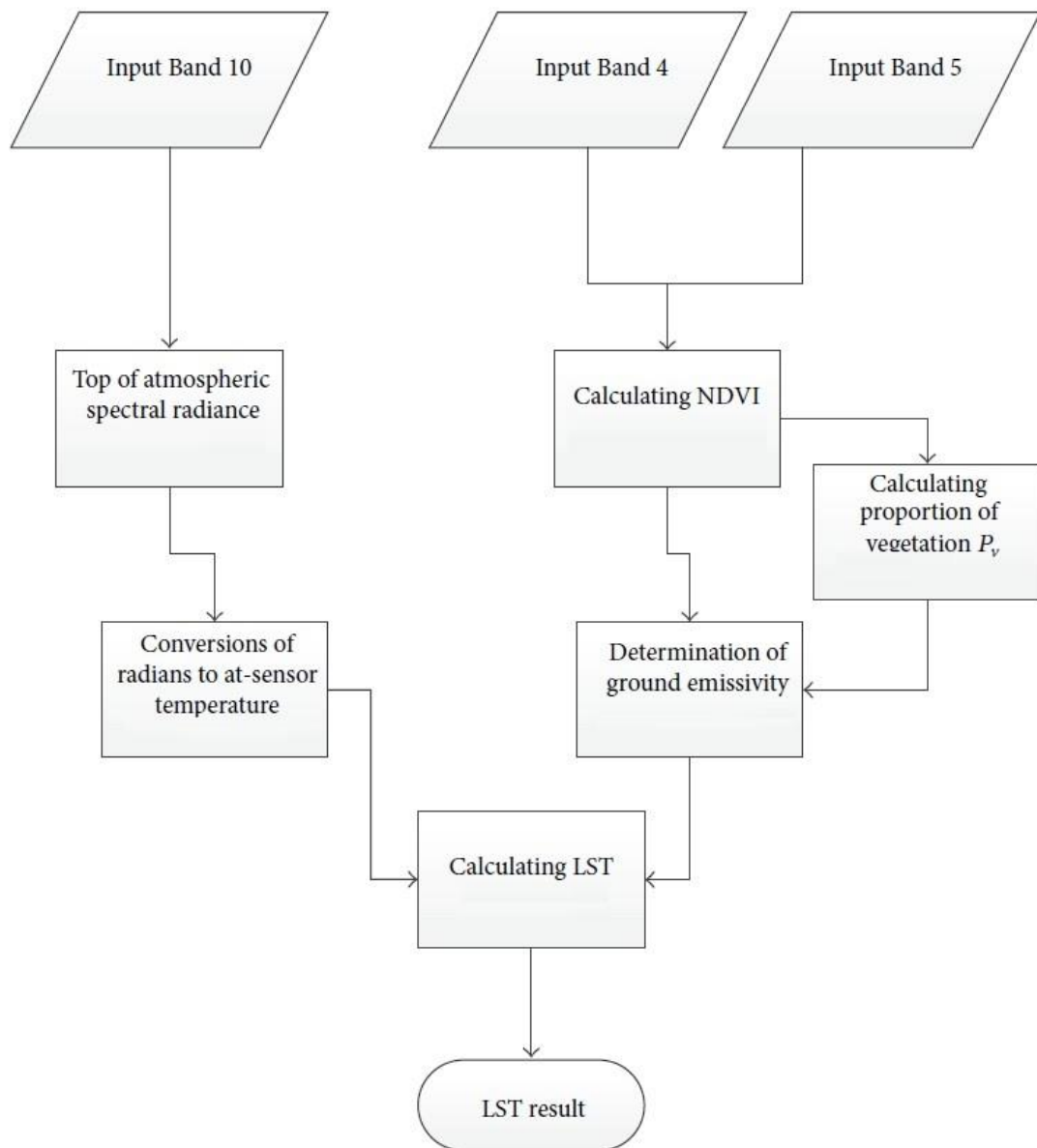
- $\epsilon = 0,4 * P_v + 0,986$

6. Cálculo da Temperatura da Superfície da Terra

- $LST = (BT / (1 + (0,115 * BT / 1,4388) * \ln(\epsilon)))$

Para aplicar as fórmulas acima do algoritmo citado foi necessária a utilização da ferramenta “**Calculadora Raster**” do software ArcMAP 10.2.2, nas seguintes opções: **ArcToolbox > Ferramentas do Spatial Analyst > Álgebra de Mapas > Calculadora Raster**. Posteriormente é apresentado na Figura 11 um fluxograma onde são mostradas as etapas realizadas pelo algoritmo, os números (1, 2, 3, 4, 5 e 6) são referentes às equações utilizadas pelo mesmo.

Figura 11 – Fluxograma para a elaboração do Mapa de Temperatura da Superfície terrestre (LST), adaptado de Advan & Jovanovska (2016).



2.9 Mapeamento populacional da bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos

O mapa temático referente a densidade demográfica foi consultado em publicações disponibilizadas pelo Plano Diretor Participativo da cidade de Juiz de Fora elaborado no ano de 2014. Posteriormente foi sobreposto os setores censitários localizados na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos a partir de dados do recenseamento realizado pelo IBGE em 2010. Foram utilizados os limites das regiões urbanas e dos bairros disponibilizados pela Prefeitura de Juiz de Fora.

2.10 Levantamento fitossociológico e pirâmides de vegetação

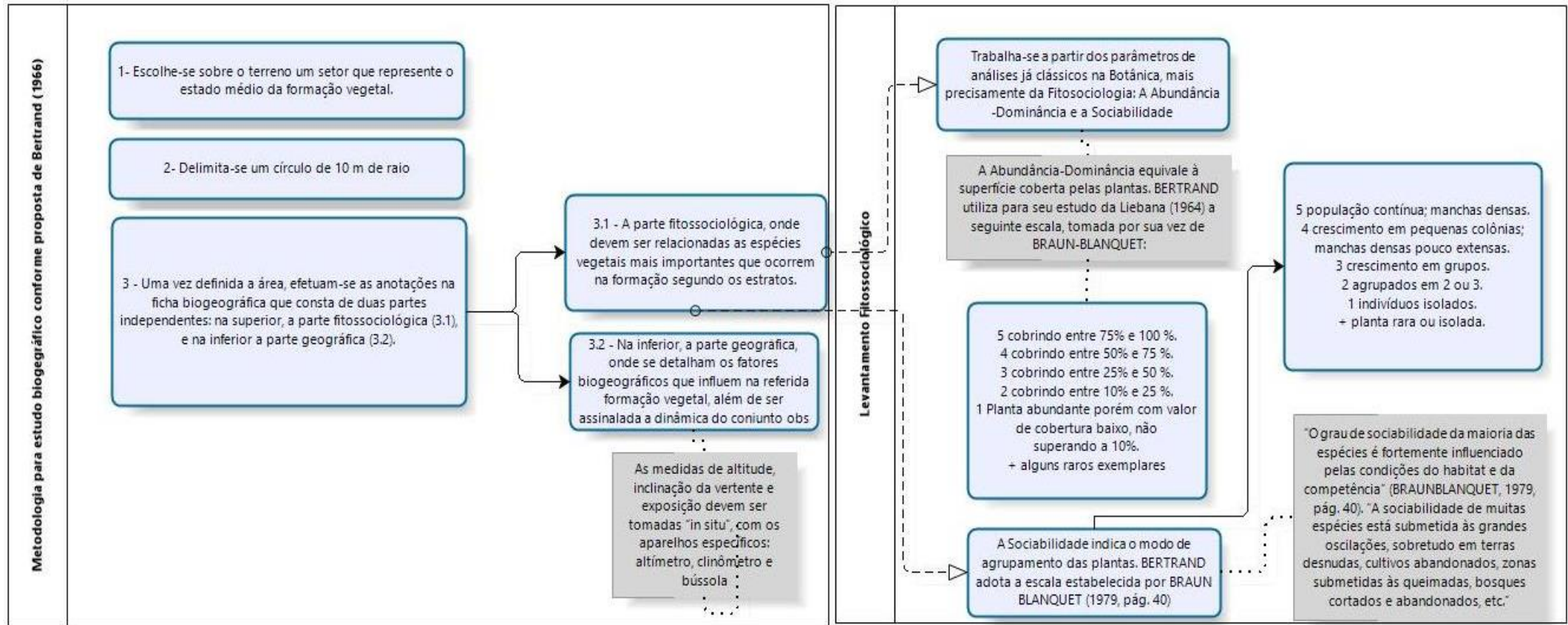
Os levantamentos fitossociológicos foram realizados conforme orientação metodológica apresentada por Passos (2003) onde está explicitado o método geográfico para o estudo da vegetação criado por Bertrand (1966) e Braun-Blanquet (1964). Este método permite o estudo das formações vegetais a partir de uma análise florística, estrutural e dinâmica e sua correspondente expressão gráfica.

Este método segue orientações e os instrumentos desenvolvidos pela metodologia fitossociológica adaptados à investigação geográfica desenvolvido por Braun-Blanquet em 1964 (Figura 12).

Inicialmente, a orientação é escolher sobre o terreno uma área que represente um estágio médio da formação vegetal, delimitar um raio de 10 metros e efetuar as anotações das informações das espécies de plantas e do conjunto dinâmico em uma ficha de campo. A escolha das áreas de estudo devem levar em conta os aspectos fisionômicos da paisagem, tais como: o relevo do terreno (topo, vertente, fundo de vale, etc.), as características do solo, as atividades antrópicas e, principalmente as discontinuidades fisionômicas da vegetação (PASSOS, 2003).

A ficha de campo é constituída de três partes: a primeira é o “cabeçalho” que deve conter identificação e situação geográfica do sítio escolhido. Logo em seguida vem a parte das informações fitossociológicas, subdividida em cinco subpartes, as quais correspondem aos cinco estratos da vegetação: arbóreo, arborescente, arbustivo, subarbustivo e herbáceo/rasteiro. Na parte inferior da ficha, devem ser detalhados os fatores biogeográficos como clima, micro clima, pedologia etc.

Figura 12 – Orientações metodológicas para estudo da vegetação.



Legenda: Esquema simplificado das etapas básicas para o levantamento fitossociológico.

A ficha biogeográfica é constituída pelas seguintes informações:

1. Data, indicação da localidade contendo informações geográficas sobre a altitude, exposição, inclinação do terreno e substrato geológico, pluviometria, ventos e períodos de estiagem.
2. Caracterização do habitat, tamanho da superfície estudada, perfil do solo, humidade, presença de cursos d'água nas proximidades, disposição das raízes. Amostras de solos para análise física e química dos solos.
3. Influência humana, duração e efeitos. Condições de plantio, fertilização, roçada, irrigação, pastagem, fogo, abate, expansão urbana, etc.
4. Grau de cobertura e altura das diferentes camadas de vegetação nas comunidades florestais, altura das árvores, altura do ramo, diâmetro médio do tronco, presença e distribuição de comunidades dependentes (epífitas).
5. Lista de espécies separadas por estratos. Quantidade e cobertura (combinados), sociabilidade, estado de desenvolvimento temporário (germinado, sem flores, floração, frutificação, estéril).

Concomitantemente a este processo efetua-se a análise da vegetação com base em dois parâmetros fitossociológicos, a Abundância/Dominância (A/D) e a Sociabilidade (S). Para tanto, são atribuídos valores que variam de + a 5. Cada valor corresponde a um percentual de superfície do terreno coberto por uma espécie ou um estrato e ao mesmo tempo à forma, segundo a qual as espécies e estratos estão organizados. Por exemplo, o valor + corresponde a espécies ou estratos raros e o valor 5 ao percentual de cobertura abundante e manchas densas de indivíduos de uma mesma espécie e estratos (PASSOS, 2003).

Por fim, após preenchimento da ficha biogeográfica constrói-se a pirâmide de vegetação - uma representação gráfica da estruturação vertical da formação vegetal. Mediante representação gráfica é possível visualizar de forma rápida a estrutura da formação (aspecto fisionômico, altura, densidade, estratificação) e sua dinâmica interna (estado atual de equilíbrio e sua evolução), bem como facilita que sejam feitas comparações entre formações distintas, tanto no tempo quanto espaço (PASSOS, 2003).

2.11 Perfis geocológicos

Para complementar as análises foram confeccionados perfis geocológicos (seção transversal) correspondentes à diferentes transectos na área de estudo. O critério utilizado para

escolha dos locais onde foram efetuados os perfis seguiu dois princípios: representar o maior número de feições geológicas, morfológicas, altimétricas e vegetacionais possíveis; e caracterizar as variações paisagísticas ao longo dos gradientes altitudinais da área em estudo.

Não foi objetivo representar a direção do mergulho das camadas e a geologia em profundidade (geometria das subsuperfícies da crosta terrestre e os elementos geológicos estruturais da área), mas representar espacialmente mudanças progressivas na geologia e correlacioná-las com outras variáveis ambientais. As seções transversais foram escolhidas como recurso complementar (ferramenta) nas análises devido ao seu potencial em ilustrar a estrutura dos geossistemas e sua correlação com os demais elementos dos sistemas ambientais físicos.

Para construção da seção ou perfil topográfico sobre o qual foram plotados os demais elementos e informações geossistêmicas foi utilizado a base topográfica em escala 1:10.000; 1:5.000 e 1:1.000 disponibilizadas pela Prefeitura de Juiz de Fora (MG).

2.12 Metodologia de agrupamento e síntese dos elementos dos geossistemas

Para elaboração do mapa de geossistemas no nível topológico (grupos de fácies e fácies) foi utilizado a perspectiva metodológica e técnica desenvolvida pela Cartografia e Geoecologia de Paisagens em ambiente digital através dos Sistemas de Informação Geográfica descrita por Cavalcanti (2014) Mateo (2008), Salinas (2013).

A abordagem topológica para mapeamentos em escala de detalhe consiste na diferenciação de geossistemas de nível local (interpretação de homogeneidades espaciais para a escala em estudo) formados pela inter-relação dos elementos naturais e ações humanas em uma determinada unidade espacial de análise, sendo que sua diferenciação espaço-temporal é definida pelas conexões estabelecidas entre as estruturas e processos geocológicos e antrópicos em nível local (MATEO, 2008). Neste sistema, os geossistemas são representados por um grande número de diferentes características e propriedades estruturais e funcionais. Quanto maior a escala de detalhamento (escala do mapa base), mais informações agregadas à tabela de atributos e ao contorno são obtidos após a delimitação das unidades. A Tabela de atributos expressa o conjunto de relações estabelecidas entre as linhas e colunas da tabela, ou seja, entre os atributos analisados. Através do processamento e análise semi-automática obtém-se padrões combinatórios entre os elementos geossistêmicos.

No nível topológico as unidades locais se repetem em uma grande quantidade de contornos influenciadas pelos aspectos zonais, azonais e locais (Rodriguez, 2008, p.71). Na cartografia de paisagens a composição do banco de dados da área constitui a etapa mais importante para integração dos mapas básicos compilados e produzidos para delimitação das unidades geossistêmicas. Nesta etapa do trabalho são elaboradas:

- Organização da extensão e do conteúdo dos mapas básicos, integrando propriedades especificadas;
- Identificação dos grupos e dos relacionamentos entre os grupos;
- Codificação de dados empíricos e mapas oficiais para composição da legenda;
- Elaboração de diagramas de relacionamento entre os grupos de fácies e unidades mapeadas.

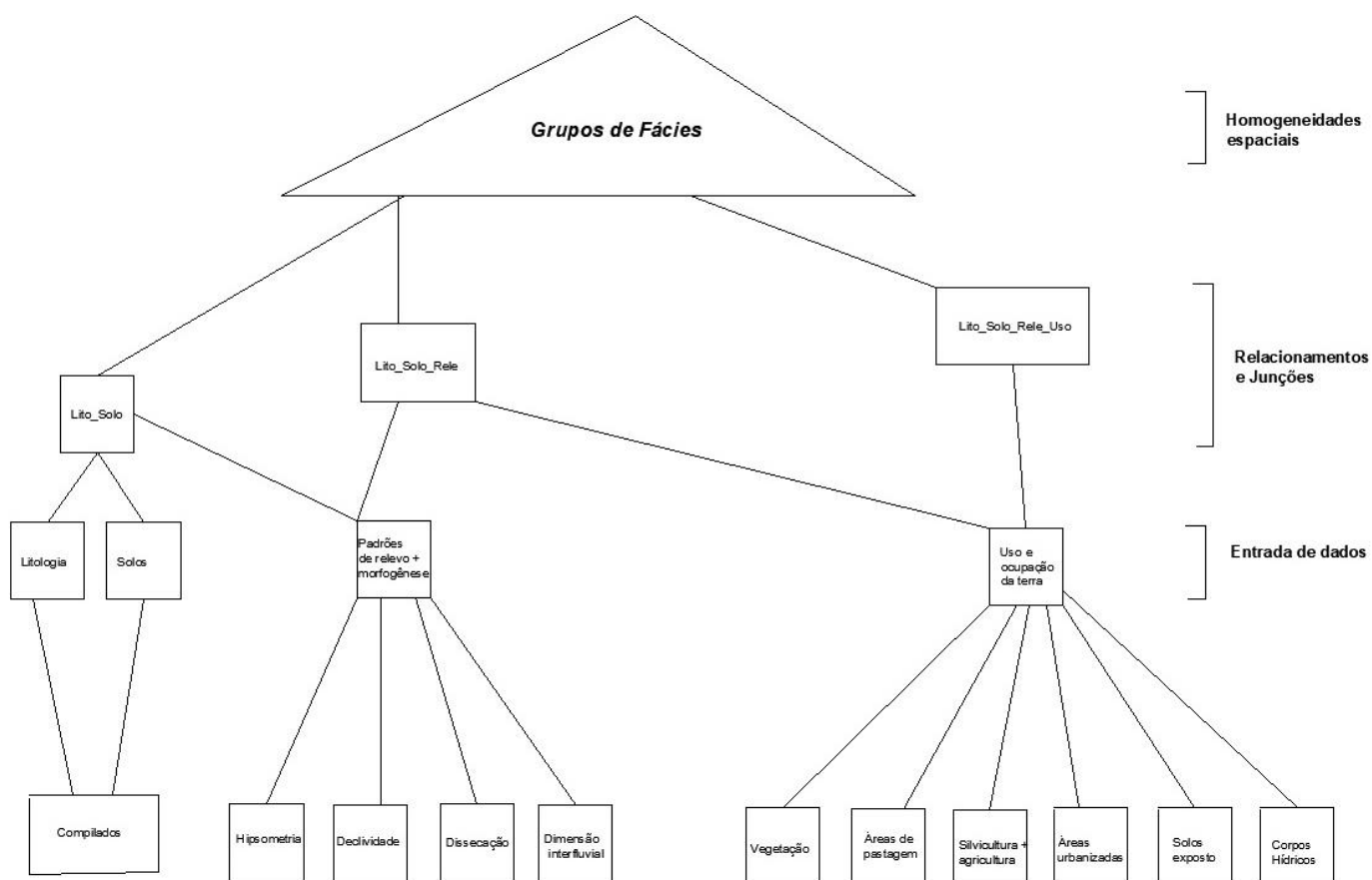
Com base nesses pressupostos, a metodologia adotada no processo de delimitação das *Fácies* e agrupamentos em *Grupos de Fácies* incorporou os conceitos e instrumentos definidos pela cartografia e geoecologia de paisagens para classificação de unidades

geossistêmicas. Dessa forma, as unidades espaciais complexas foram delineadas a partir da sobreposição (junção³¹) de camadas (elementos constituintes do geossistema). O resultado da sobreposição representa diferentes características geocológicas de cada unidade mapeada.

2.13 Técnicas utilizadas

A delimitação das *Fácies* e posteriormente agrupamento em *Grupos de fácies* e *Classes de Fácies* foi realizada no software *ArcGis 10.2.2*. Para tanto foram sobrepostos mapas dois a dois (Figura 13) utilizando a ferramenta Interseção, presente no *Arctobox*.

Figura 13 – Árvore de relacionamentos operacinalizados pelo SIG.



As tabelas de atributos foram previamente tratadas para conter apenas as informações referentes ao número do polígono, descrição, classe, coordenadas geográficas e área. No procedimento de individualização das unidades espaciais, as informações das características

³¹ A operação *junção* é uma das operações da álgebra relacional comumente usada para combinar informações de duas ou mais relações.

presentes na tabela de atributos foram determinantes para a divisão e descrição de cada unidade obtida.

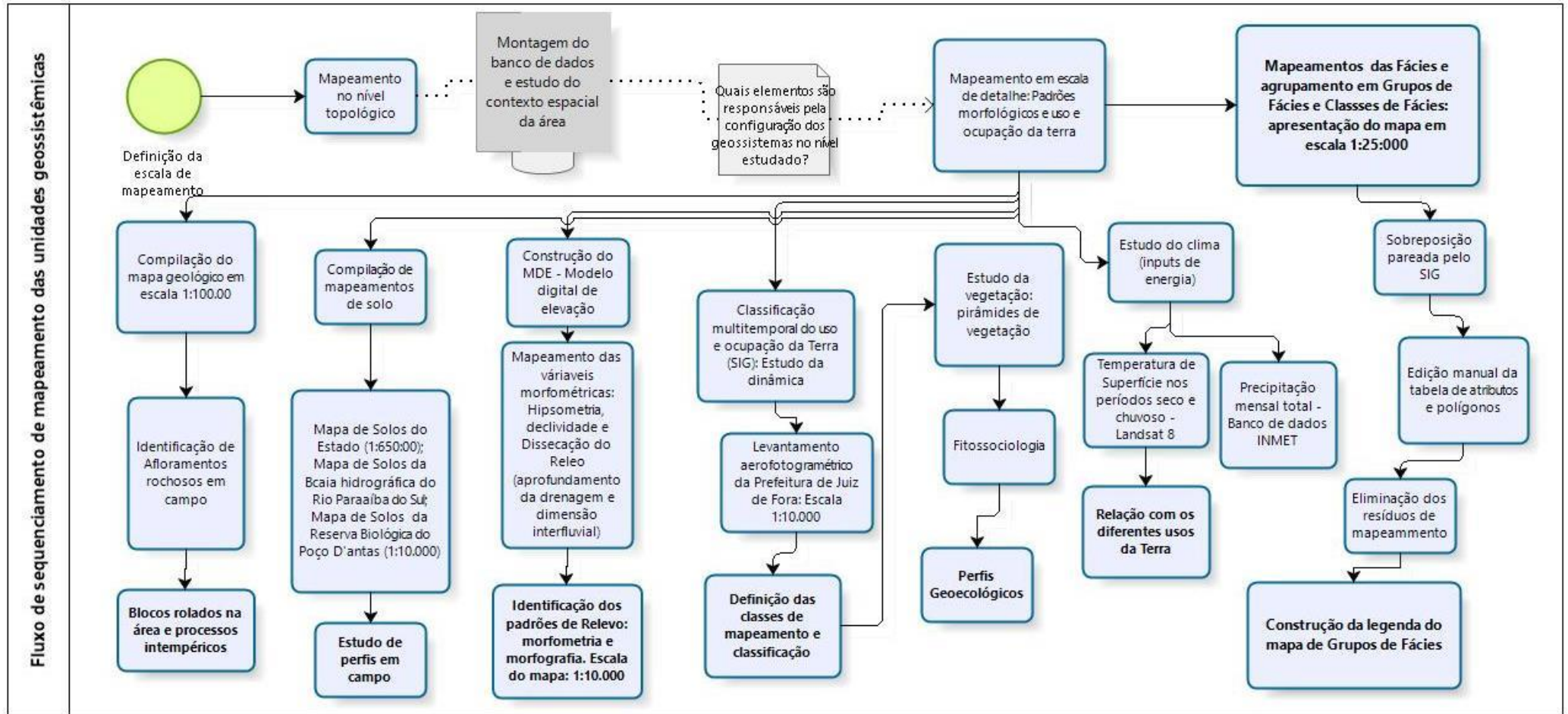
Após esta etapa, todos os polígonos com área inferior a 10.000 m² foram incorporados ao polígono vizinho de maior tamanho e com maior área de borda em comum, através da ferramenta *Eliminate*, do programa ArcGis (SALINAS, 2013). Posteriormente, a etapa foi complementada com edição manual dos polígonos com o escopo de eliminar resíduos da etapa de cruzamento e generalização. Em seguida, as unidades foram divididas e sistematizadas em grupos. A escala de apresentação final do mapa foi 1:25.000.

Os contornos obtidos posteriormente ao tratamento dos resíduos caracterizam a diversidade de condições e atributos geocológicos de uma área. São, portanto uma síntese dos geossistemas localizadas na área, sendo que:

- Morfologia é definida por estruturas verticais, caracterizadas por fisionomia, massa e energia; e horizontais, vislumbradas através de combinações espaciais de estruturas verticais, variáveis no tempo),
- (Funcionamento é identificado como o conjunto de transformações devidas à intervenção de variados fatores) (BEROUTCHACHVILLI; BERTRAND, 1978).

A metodologia adotada através da sobreposição de camadas em ambiente digital através dos Sistemas de Informação Geográfica possibilita a interpretação dos complexos naturais e antrópicos de um recorte espacial e sua classificação. Os mapas temáticos básicos para este estudo foram compilados (mapa de Geologia e Pedologia) e os demais foram produzidos a partir da classificação de imagens e identificação de morfologias de relevo através de cartas topográficas e modelos digitais de informação (Figura 14).

Figura 14 – Organização do trabalho: materiais e métodos.



Legenda: Conjunto de relacionamentos entre os elementos e camadas utilizadas no mapeamento. Fonte: Organizado pela autora.

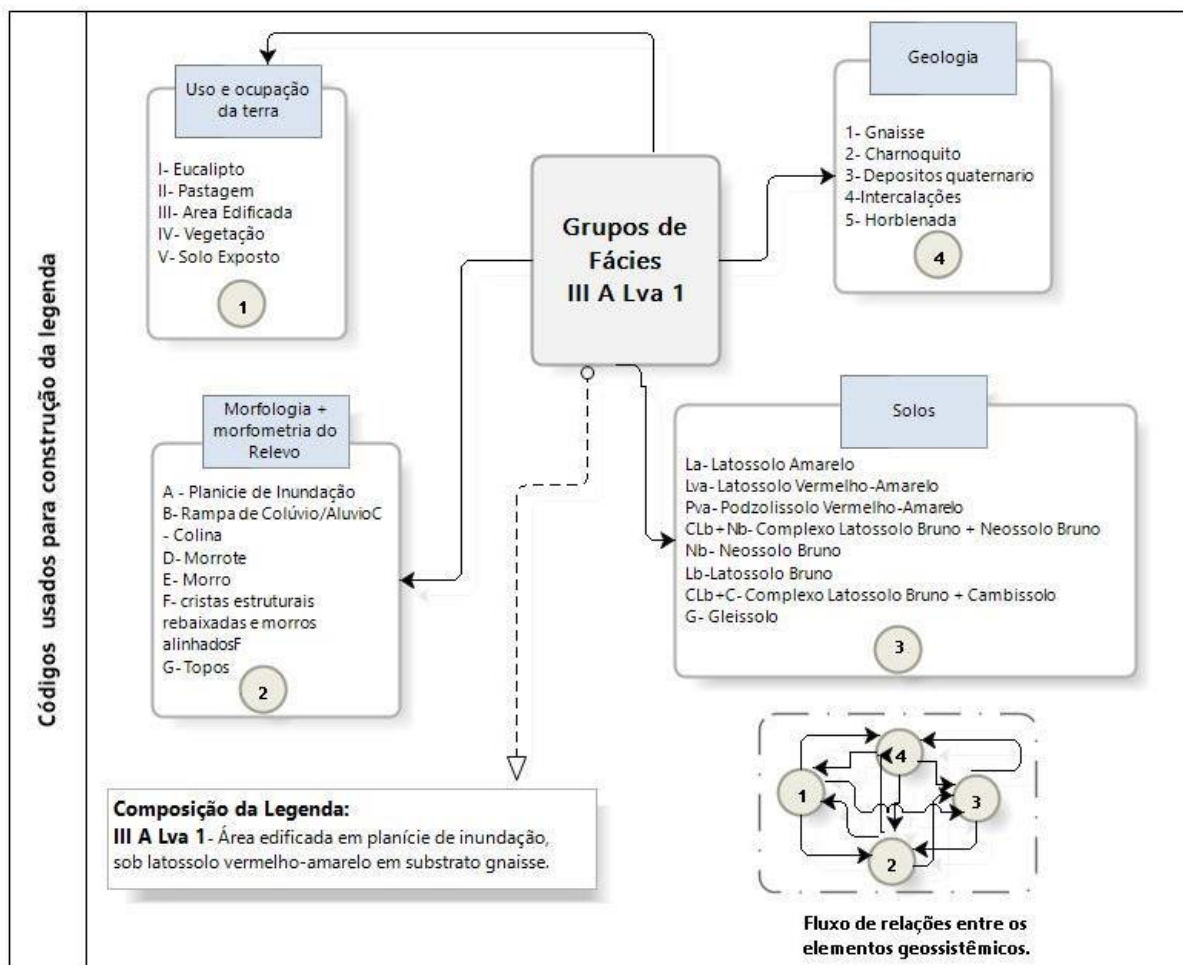
2.14 Organização da legenda

Para composição da legenda optou-se pela codificação dos temas segundo o critério de importância para delimitação das fácies em nível local. Dessa forma, na escala 1:10.000 os aspectos referentes ao uso e cobertura da terra são os elementos principais na distinção das unidades, seguindo dos atributos do relevo, solos e geologia.

A lógica adotada para construção da legenda consiste na identificação, interpretação e associação entre os elementos constituintes do geossistema. Dessa forma, cada código da legenda indica uma associação única entre os elementos e o conjunto mapeados.

O fluxograma da Figura 15 apresenta o sistema de codificação adotado para a constituição da legenda do mapa.

Figura 15 – Critérios de relacionamento definidos para composição da legenda do mapa de geossistemas.



Fonte: Organizado pela autora adaptado de ATIK *et al.*, (2014).

Para finalizar este capítulo foi elaborada uma tabela (Tabela 6) que apresenta de forma sintetizada os objetivos, materiais, metodologias e a forma de apresentação dos resultados alcançados nessa tese de doutorado.

Tabela 6 - Síntese dos objetivos e metodologia empregados no trabalho e resultados obtidos

| Objetivo | Dados | Metodologia | Resultado |
|---|---|--|---|
| Analisar a base conceitual e filosófica da abordagem geossistêmica nos estudos ambientais contemporâneos. | Textos e artigos publicados no Brasil e exterior. | Fichamento e análise comparativa. | Texto síntese relacionando problemática filosófica do geossistema ao objeto de estudo e tese de trabalho. |
| Identificar as convergências e divergências conceituais entre os dois autores representativos da escola russo-soviética e francesa de geossistemas. | Textos e artigos publicados no Brasil e exterior. | Fichamento e análise comparativa. | Texto síntese. |
| Comparar o sistema de classificação (relações e padrões entre os diferentes tipos de unidades geossistêmicas) proposto pelos autores para o estudo dos geossistemas em Geografia Física. | Textos e artigos publicados no Brasil e exterior. | Fichamento e análise comparativa. | Texto síntese. |
| Verificar a variação dos diferentes usos da terra ao longo do período compreendido entre a construção da estrada União & Indústria até o ano de 2018 na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos. | Documentos históricos e imagens de satélite | Análise de documentos e Técnicas de sensoriamento remoto | Fluxogramas e mapas |
| Descrever e quantificar os padrões e configurações espaciais das diferentes unidades geossistêmicas mapeadas. | Dados da estrutura do geossistema. | Levantamento de campo e método da sobreposição cartográfica em ambiente GIS. | Produtos cartográficos nas escalas dos grupos de fácies e fácies. |
| Realizar o levantamento e caracterização do estado de conservação das formações florestais, destacando a importância do planejamento da paisagem. | Levantamento fitossociológico. | Ficha biogeográfica - pelo método Bertrand. | Pirâmides de vegetação. |
| Analisar as áreas críticas ou potencias para a conservação da biodiversidade, entre as propriedades rurais e núcleos urbanos a partir da interpretação da dinâmica atual, visando o melhor ordenamento territorial. | Uso e ocupação da terra. Bioindicadores. | Análise espacial do uso e ocupação da terra. | Gráficos, mapas e textos explicativo. |

Observação: Os fundamentos e procedimentos metodológicos para elaboração dos mapas e levantamentos foram explicitados nas seções anteriores.

Após ter discutido quais são os pilares do pensamento geossistêmico e especificado quais foram os materiais e as bases metodológicas utilizadas para a produção dos mapeamentos e levantamentos de campo e gabinete da pesquisa, foram discutidos no capítulo subsequente o arranjo espacial dos elementos que configuram o geossistema (subsistemas ambientais) e o papel desempenhado na estrutura e dinâmica, importantes para delimitação e mapeamento do geossistema e níveis de organização (grupos de fácies e fácies).

O enfoque elegido para interpretação e análise dos elementos estruturantes do geossistema da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos se baseia nas diferenças de distribuição e padrões espaciais resultantes da organização e re-organização pretérita e atual da área em estudo sob influência do uso e ocupação da terra pelos agentes sociais.

CAPÍTULO III:

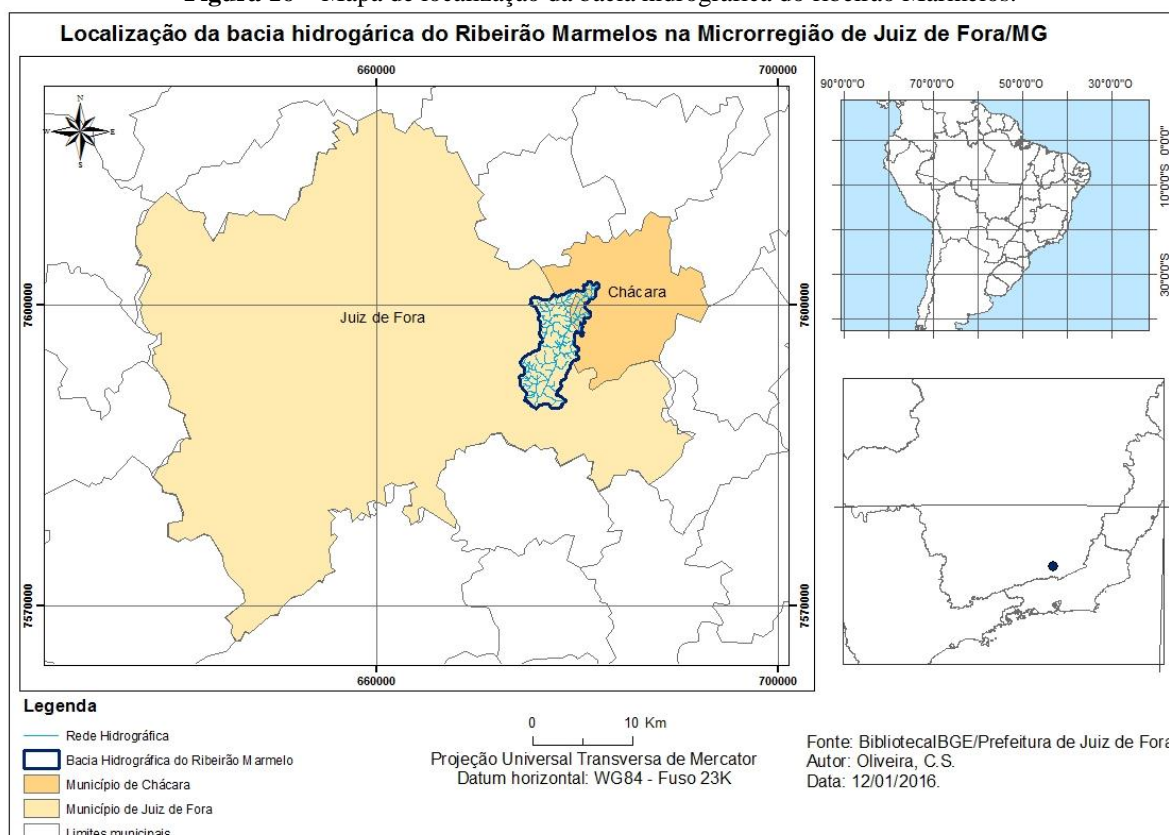
Área de estudo

A partir deste ponto foram interpretadas as características geográficas e históricas da área em estudo que subsidiaram a análise e entendimento das condicionantes estruturais (organização espacial dos sistemas ambientais) e processos atuantes na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.

3.1 Contexto espacial

A bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos está localizada territorialmente nos municípios de Juiz de Fora e Chácara na região fitogeográfica da Zona da Mata, em Minas Gerais (Figura 16). Possui uma área de 49,8 km². O ribeirão Marmelos pertence à rede hidrográfica do Rio Paraibuna, sub-bacia do Rio Paraíba do Sul, importante área de captação para região sudeste do Brasil por abastecer municípios dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Figura 16 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



O município de Juiz de Fora e Chácara localizam-se no sudeste da Zona da Mata Mineira, na Microrregião de Juiz de Fora.

Parte do núcleo urbano do município de Juiz de Fora está localizada no gráben do Rio Paraibuna. Segundo IBGE, a população estimada para o ano de 2018 é de 564.310 pessoas com uma densidade demográfica de 359,59 hab/km². O ribeirão Marmelos é afluente do rio Paraibuna. A área abrangida pela bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos é caracterizada pela heterogeneidade nas formas de uso e ocupação da terra, pela diversidade de atividades associadas ao setor de serviços e comércio no baixo curso e nos médios e altos cursos pelo predomínio de atividades associados à produção rural.

Por outro lado, o setor que abrange parte do município de Chácara ocupado pela bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos (alto curso da bacia), tem uso e ocupação destinados à produção rural. A atividade predominante é relacionada à pecuária leiteira, com extensas áreas destinadas ao pastoreio do gado. O centro urbano do município de Chácara está localizado em um vale recortado pelo córrego São Sebastião³². O município é um dos integrantes da Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paraibuna – AMPAR (PREFEITURA MUNICIPAL DE CHÁCARA, 2018). A população de Chácara é de 3.121 habitantes, de acordo com as estimativas do IBGE para o ano de 2018, e a densidade demográfica é 18,27 hab/km². No capítulo IV da tese serão discutidos de forma pormenorizada os aspectos referentes às matrizes de uso e ocupação da terra na bacia e sua relação com a (re) organização espacial dos sistemas ambientais atuantes no domínio tropical atlântico, com ênfase nos aspectos associados ao histórico de usos e identificação de unidades homogêneas (físico-espaciais) utilizadas para definição das classes de uso dos espaços urbanos e rurais da bacia.

A próxima seção do capítulo interpreta as características físico-geográficas da área essenciais para o entendimento da complexidade de relações existentes entre os sistemas ambientais da bacia e para o mapeamento da sua estrutura espacial.

3.2 Enquadramento físico-geográfico: contexto geológico, geomorfológico e biogeográfico regional/local

O município de Juiz de Fora e o de Chácara estão inseridos no contexto Geomorfológico denominado de Mantiqueira Setentrional, nas Serranias da Zona da Mata Mineira conforme nomenclatura do Projeto RADAM BRASIL (GATTO *et al.*, 1983). As Serranias da Zona da Mata Mineira são identificadas como áreas que apresentam relevos de

³² Fonte: Prefeitura Municipal de Chácara. Disponível em: www.chacara.mg.gov.br.

formas alongadas, tipo cristas e linhas de cumeada, que ocorrem principalmente na parte leste do estado de Minas Gerais. No setor correspondente à área em estudo as serras são rebaixadas e alongadas na direção nordeste, possuem segmentos de encostas íngremes, além de extensos domínios de morros e colinas convexas.

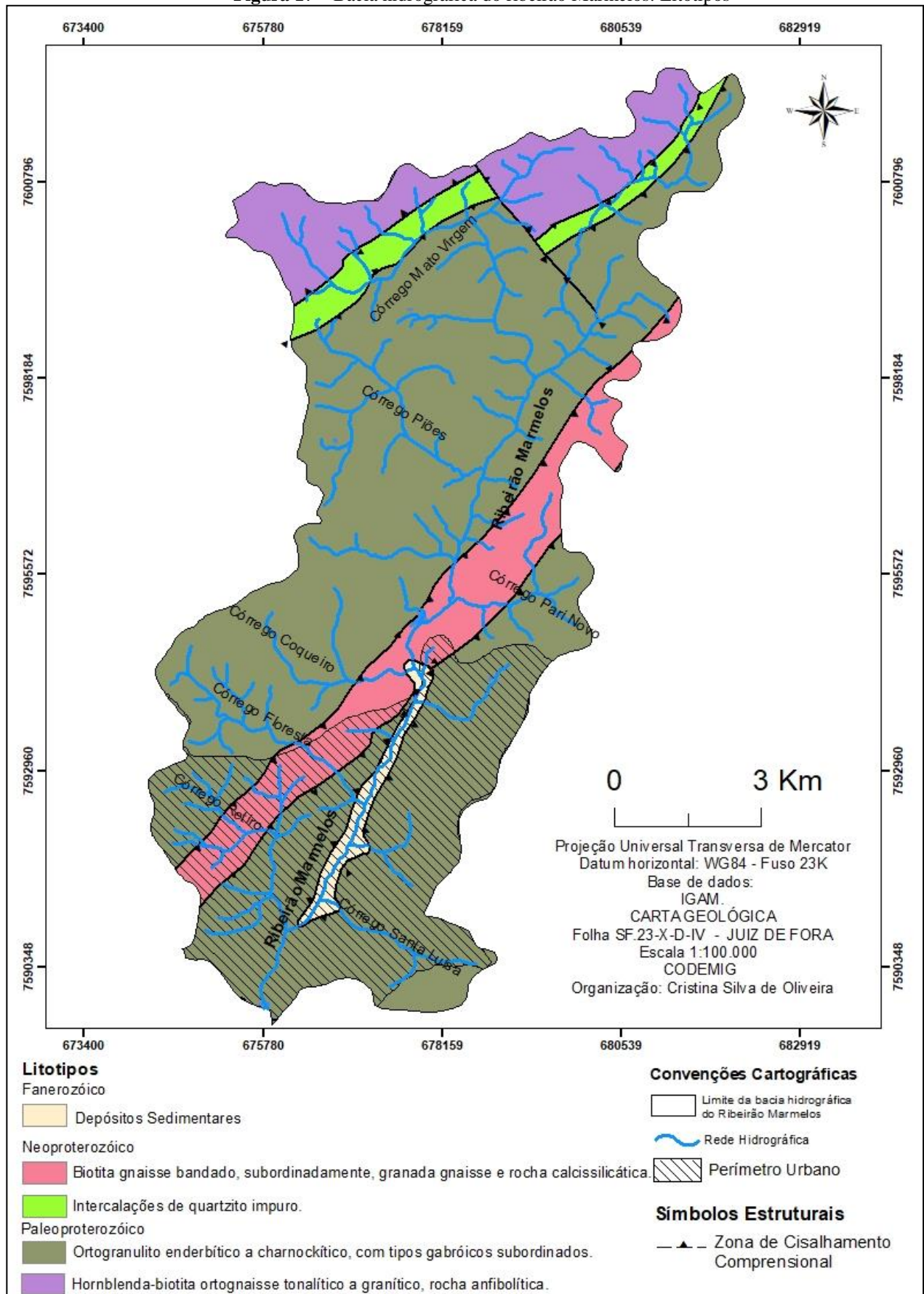
Com relação ao enquadramento geotectônico, a área está inserida na faixa Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973), caracterizada por apresentar um cinturão de dobramentos e empurrões, gerados no Neoproterozóico/cambriano, durante a orogênese Brasiliana, na borda sul/sudeste do Cráton do São Francisco.

Nessas áreas destacam-se unidades litológicas oriundas do Complexo Juiz de Fora (ortogranulitos enderbíticos a charnockíticos, com tipos gabróicos subordinados); do Complexo Mantiqueira (hornblenda-biotita ortognaisse tonalítico a granítico), ambos de idade Paleoproterozóica (superior a 1,6 bilhões de anos) e áreas com cobertura metassedimentar representada pelas rochas da Megassequência Andrelândia composta por biotita gnaisse bandado, com intercalações de quartzito impuro e gnaisse quartzoso. Ao longo das planícies, terraços e rampas são visualizados depósitos sedimentares oriundos do intemperismo e meteorização das rochas subjacentes (Figura 17).

No mapa geológico da Folha de Juiz de Fora (SF-23-X-D-IV) o Complexo de nome homólogo engloba rochas metamórficas ortoderivadas de idades superiores a 1.800 m.a, cujas paragêneses são diagnósticas para a fácies granulito. Este conjunto dispõe-se em oito escamas tectônicas maiores interdigitadas a escamas de rochas metassedimentares da Megassequência Andrelândia.

O Complexo Juiz de Fora inclui litotipos de ampla variação composicional. Paragêneses granoblásticas com ortopiroxênio ± clinopiroxênio + plagioclásio ± ortoclásio ± hornblenda + quartzo indicam metamorfismo sob condições da fácies granulito. Composições enderbíticas e charnockíticas predominam, embora rochas mais máficas e mais félsicas também ocorram. Os ortogranulitos têm coloração esverdeada ou caramelo, estrutura maciça a escala megascópica e textura comumente granoblástica. Bandamento composicional e a presença de uma xistosidade grossa e espaçada são comuns (DUARTE *et al.*, 2003).

Figura 17 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Litotipos



Quanto às propriedades mineralógicas os enderbitos e quartzo noritos têm cor esverdeada e bandamento centimétrico, dado pela alternância de níveis mais félsicos centimétricos e menos félsicos milimétricos. A foliação não é claramente percebida, a não ser pela orientação de grãos dispostos em níveis máficos milimétricos ou quando a rocha encontra-se parcialmente alterada. A composição mineralógica destas rochas, em ordem decrescente de percentagem volume, inclui: plagioclásio, ortopiroxênio, hornblenda, ortoclásio, biotita, minerais opacos, apatita e zircão. São de granulometria fina a média; textura granoblástica a protomilonítica e estrutura maciça a foliada.

No conjunto, os charnockitos ocorrem em bandas e injeções de rocha charnockítica, como charnockito intrusivo e como felsito charnockítico intrusivo. As bandas e injeções de rocha charnockítica constituem corpos centimétricos, de cor caramelo-rosada e ocorrem hospedados em enderbitos e quartzo noritos, com os quais localmente mostram contatos intrusivos. De acordo com o relatório técnico-científico do mapa geológico da Folha de Juiz Fora/ Chiador, as injeções de rocha charnockítica tem granulometria fina a média, textura granoblástica a protomilonítica e estrutura maciça; mineralogicamente os termos charnockíticos incluem plagioclásio, ortoclásio (micropertítico), quartzo, ortopiroxênio, biotita, minerais opacos, apatita e zircão.

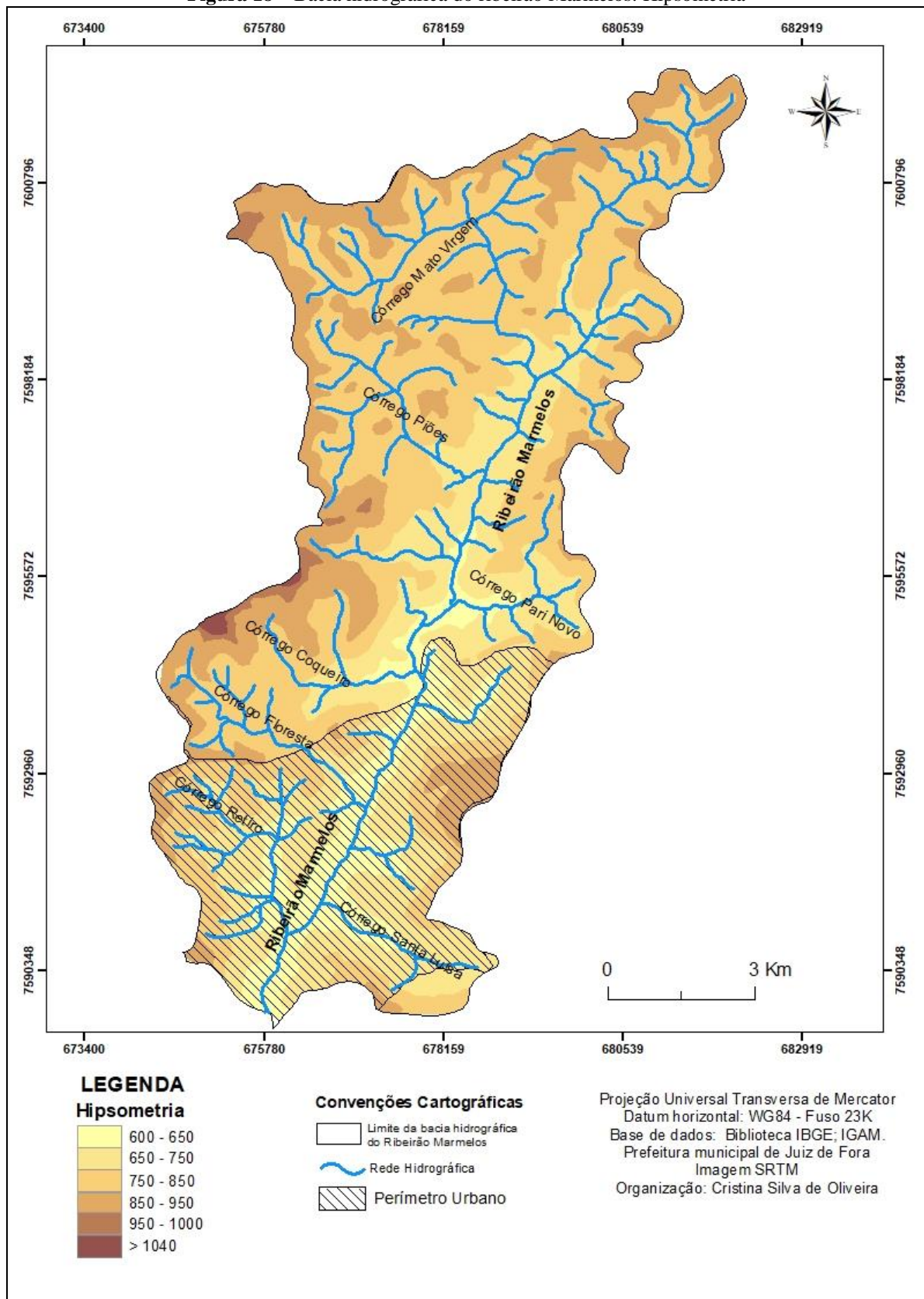
O charnockito intrusivo ocorre formando corpos de rocha félsica, de variadas dimensões, que mostram contatos intrusivos com os demais litotipos do complexo. O charnockito intrusivo tem granulometria média a grossa e, quando maciça, a textura é granoblástica. Sua composição mineralógica inclui ortoclásio, quartzo, plagioclásio, ortopiroxênio, allanita, minerais opacos, zircão e apatita. O felsito charnockítico tem cor clara, ligeiramente esverdeada, granulometria grossa, caráter isotrópico e blastos centimétricos de ortopiroxênio. Apresenta contatos intrusivos com granulitos de composição enderbítica e tem enclaves de rochas granulítica básicas. A rocha tem textura granoblástica, estrutura maciça e granulometria grossa. Sua composição mineralógica inclui quartzo (seu principal constituinte), ortopiroxênio, biotita, apatita e zircão.

No que diz respeito à geologia estrutural, Duarte *et al.*, (2003), explicam que o Domínio Juiz de Fora apresenta deformação principal caracterizada pelo intenso imbricamento tectônico entre rochas metassedimentares da cobertura e rochas granulíticas do embasamento. Esta interdigitação pode ser verificada tanto em escala de afloramento, como na escala de mapa, resultando em um conjunto de lentes amendoadas na direção NE-SW. A foliação principal é frequentemente milonítica. A lineação mineral e/ou de estiramento

associa-se à foliação milonítica, caracterizando a deformação principal. As deformações tectônicas geraram dobras abertas a suaves, classificadas como pouco a moderadamente dobradas e as estruturas pouco a moderadamente fraturadas associadas às zonas de cisalhamento dúcteis/rúpteis (figura 17). As estruturas resultantes não se distribuem de forma homogênea neste segmento da Faixa Ribeira e tendem a se concentrar em zonas restritas, como nos arredores da cidade de Juiz de Fora e na região oeste da Folha Chiador (DUARTE *et al.*, 2003).

A hipsometria da área varia com altitudes entre 600 a 1040 metros (Figura 18). Com as maiores altitudes localizadas no médio curso e nos divisores da bacia hidrográfica analisada.

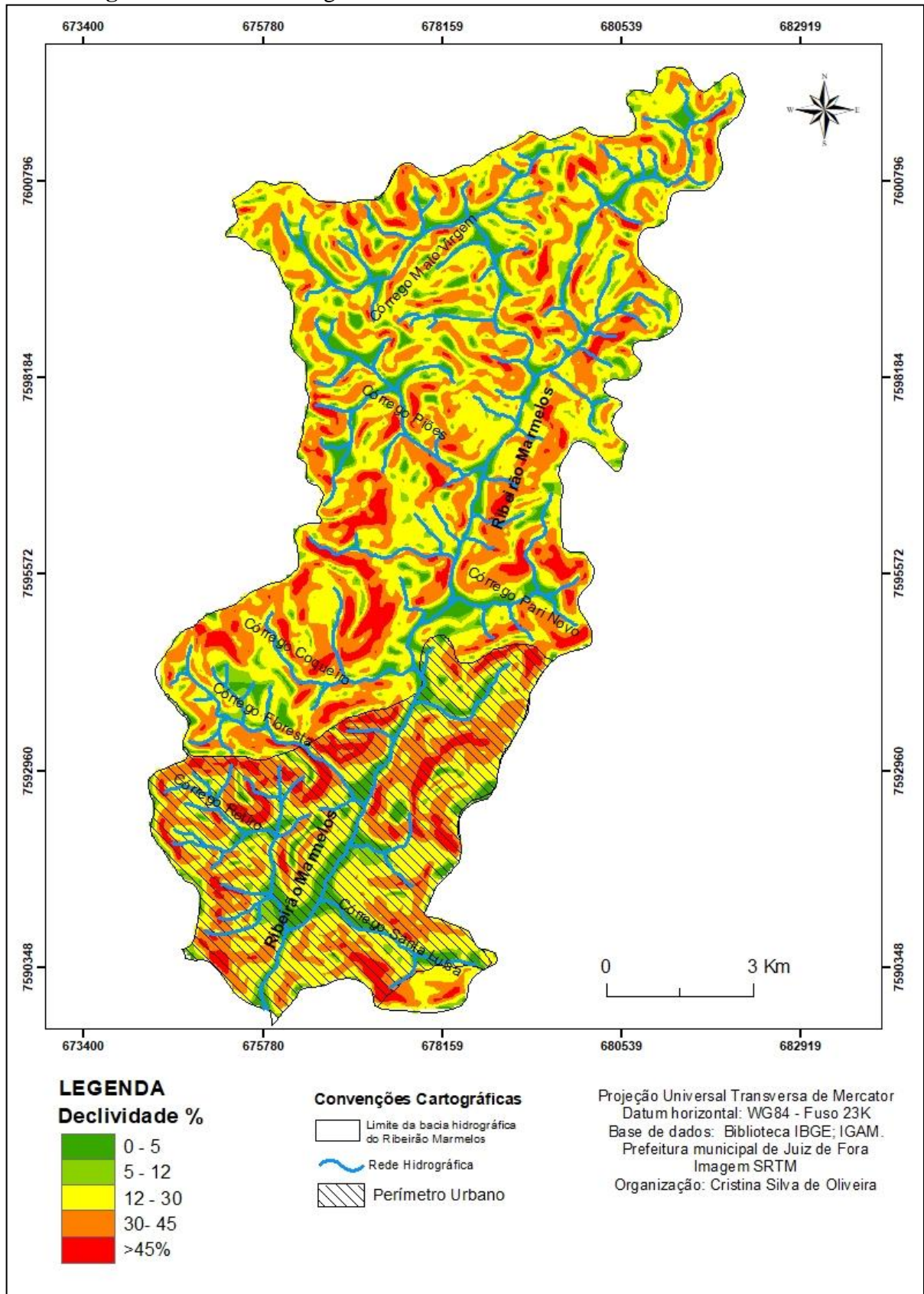
Figura 18 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Hipsometria



As declividades mais acentuadas da área estão localizadas nas convexidades dos morros e serras baixas, podendo ser visualizados os valores mais expressivos no médio curso

da bacia, nas sub-bacias dos córregos do Retiro, Floresta e Coqueiro com valores superiores a 54% (Figura 19).

Figura 19 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Declividade



A interpretação do quadro geomorfológico da bacia indica que as estruturas espaciais responsáveis pelos padrões de relevo da área articulam-se as características litológicas, tectônicas, hidrológicas e climáticas no qual a bacia está inserida.

Sob esse ponto de vista o Projeto RADAMBRASIL (GATTO *et al.*, 1983) identifica a área em estudo como incluída na unidade morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados. Estas faixas são caracterizadas pelo controle estrutural nítido sobre a morfologia atual. Este controle estrutural é evidenciado pelas extensas linhas de falhas, blocos deslocados, escarpas e relevos alinhados coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes. A resistência das rochas reflete-se nas formas de dissecação, ressaltando filões resistentes, cristas e sulcos nas zonas diaclasadas e fraturadas. Na modelagem dos mares de morro aturam processos resultando na decomposição química profunda das rochas em presença extensiva de linhas de pedra e na gênese de Latossolos nas encostas e interflúvios dos relevos.

A esculturação desenvolvida durante o quaternário não conseguiu apagar as marcas das estruturas primárias de dobramentos e falhamentos a que estavam submetidos os relevos pretéritos (GATTO *et al.*, 1983). As morfologias são caracterizadas pelo domínio de Morros e de Serras Baixas e de Colinas dissecadas (Figura 20). Os padrões de relevo da bacia abarcam interflúvios e vertentes do tipo dissecado, rampas de colúvio-alúvio, encostas retilíneas, vales estruturais na microbacia do córrego do Retiro, colinas, morrotes e planícies estreitas associadas ao vale do ribeirão Marmelos e seus afluentes.

Os tipos de modelados mais comuns referem-se às classes de dissecação, com predominância de valores de aprofundamento da drenagem situados entre 96 a 1042m, conforme proposta metodológica de Cunha (2001), classificados de fraco a forte, com estes últimos com ocorrência nos divisores localizados no baixo curso da bacia. As áreas com relevos de dissecação homogênea ocorrem por toda área.

O modelado de dissecação homogênea é espacializado em parte significativa da bacia, sendo que a maior parte dos pontos calculados se enquadra entre 501 a 1000 metros, ou seja, a intensidade de aprofundamento da drenagem (dissecação) é forte. Por outro lado, a dimensão interfluvial é classificada como muito grosseira (>1000 metros).

As cristas estruturais rebaixadas e morros baixos são modelados do relevo em controle estrutural, característicos de áreas com profundidade de dissecação, pela rugosidade e aprofundamento da drenagem (CAMPOS EDUARDO, 2018).

A orientação da rede de drenagem possui, de forma geral, marcante controle estrutural dado pelo substrato rochoso, sobressaindo os cursos de direção nordeste, noroeste (Figura 21) e, subordinadamente, norte-sul. Deste modo, os cursos fluviais de direção nordeste são condicionados, geralmente, pela orientação da foliação principal, contatos litológicos e zonas de cisalhamento dúcteis (empurrões). Já os cursos de direção noroeste, como boa parte do Rio Paraibuna, são orientados pelas falhas (zonas de cisalhamento rúptil-dúcteis) e fraturas (DUARTE *et al.*, 2003).

Os vales fluviais apresentam morfologia de fundo encaixado (Figura 20), onde é comum a presença de corredeiras e cachoeiras, ou de fundos aplainados, onde ocorrem os alvéolos sedimentares. Estes alvéolos estão relacionados à sedimentação, de idade quaternária, das planícies de inundação e terraços fluviais, que se interdigitam com a base das rampas coluviais.

Figura 20 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Padrões de relevo.

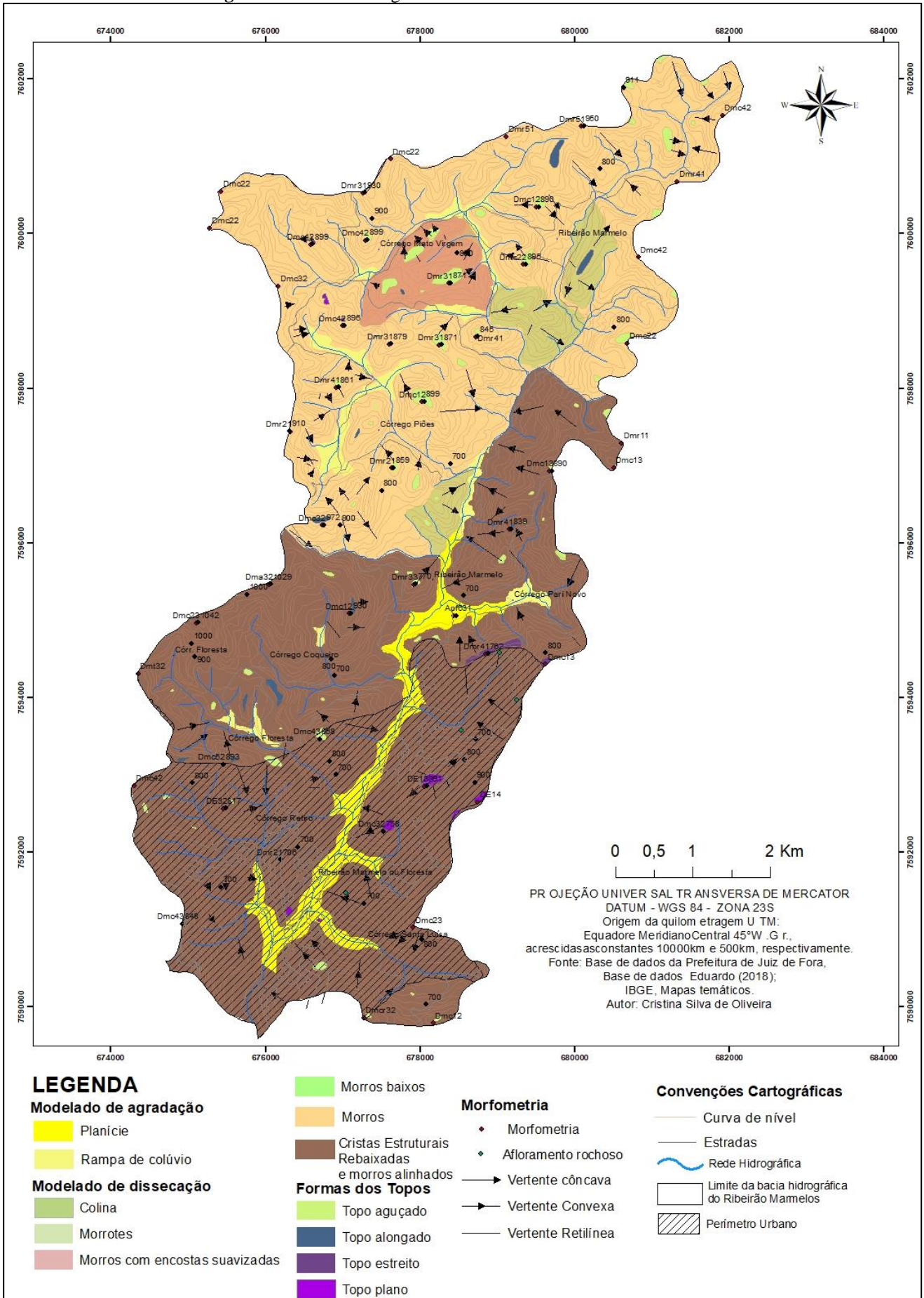
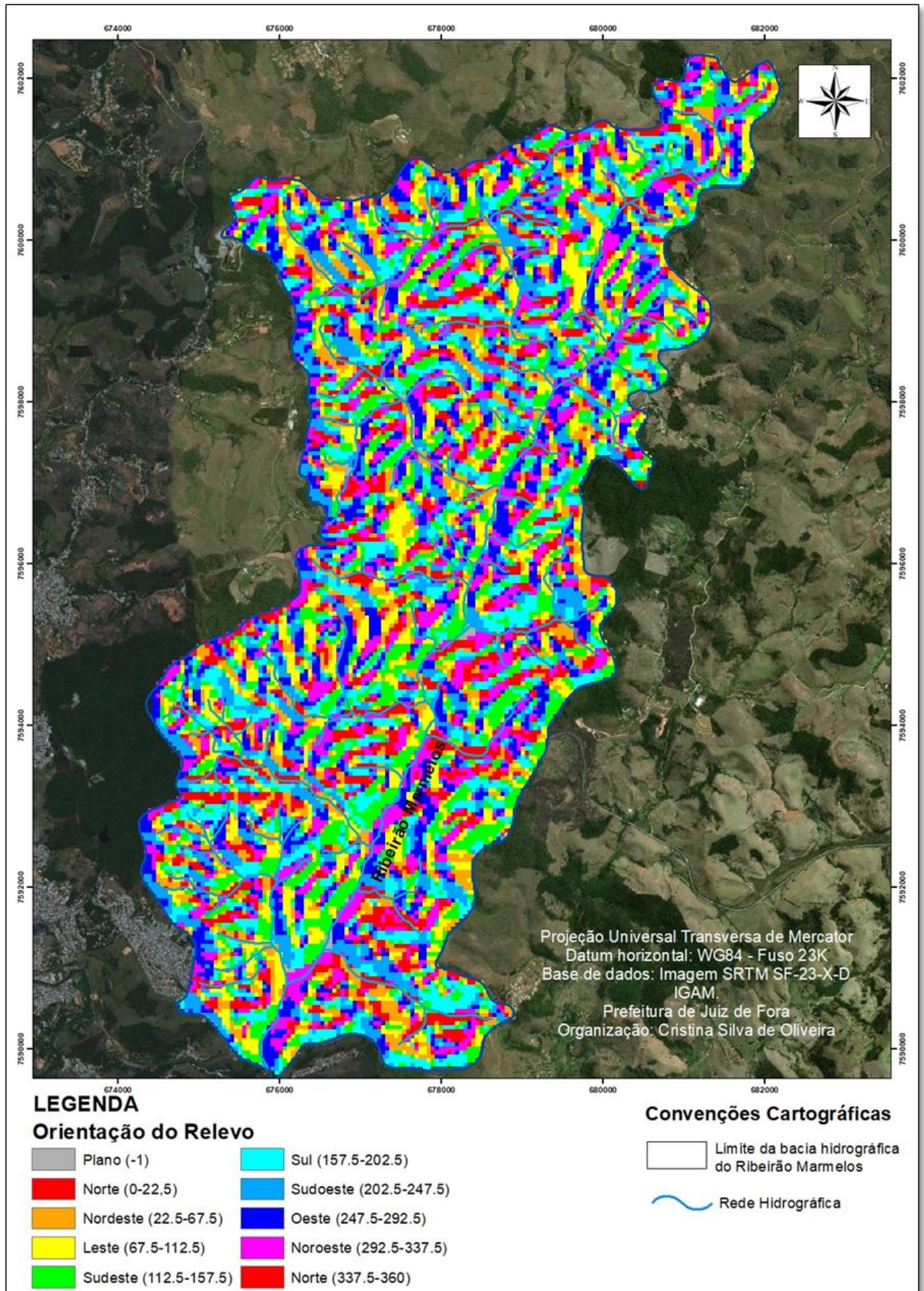


Figura 21 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Orientação do Relevo



Embora o Brasil seja um país de dimensões continentais com vários domínios pedobioclimáticos e apresente várias classes de solos (zonais, azonais e intrazonais), tem-se que os solos integrantes da classe dos Latossolos ocupam mais de 50% do território brasileiro, constituindo-se a ordem de solos mais importantes do Brasil. Caulinita, gibsitita, Goethita, hematita em diferentes proporções são os principais constituintes da fração argila desses solos (LIER, 2010).

Em Juiz de Fora, o quadro pedológico é semelhante, com predomínio da classe dos Latossolos distribuídos pelo território nos diferentes compartimentos da paisagem. Além da classe dos Latossolos, as formações superficiais encontradas na cidade são do tipo Cambissolo distrófico, Cambissolo álico e Latossolo Vermelho-Amarelo álico (Figura 22), Neossolos, Gleissolos, com dominância da associação Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo. Os Latossolos ocupam maior área na bacia, enquanto as extensões menos significativas são de Cambissolos nas proximidades das serras rebaixadas. De maneira geral, essa porção rebaixada do Planalto da Mantiqueira apresenta um espesso manto de alteração intempérica, ao qual associam-se várias ocorrências minerais de origem supergênica (bauxita, caulim, saibro) (DUARTE *et al.*, 2003).

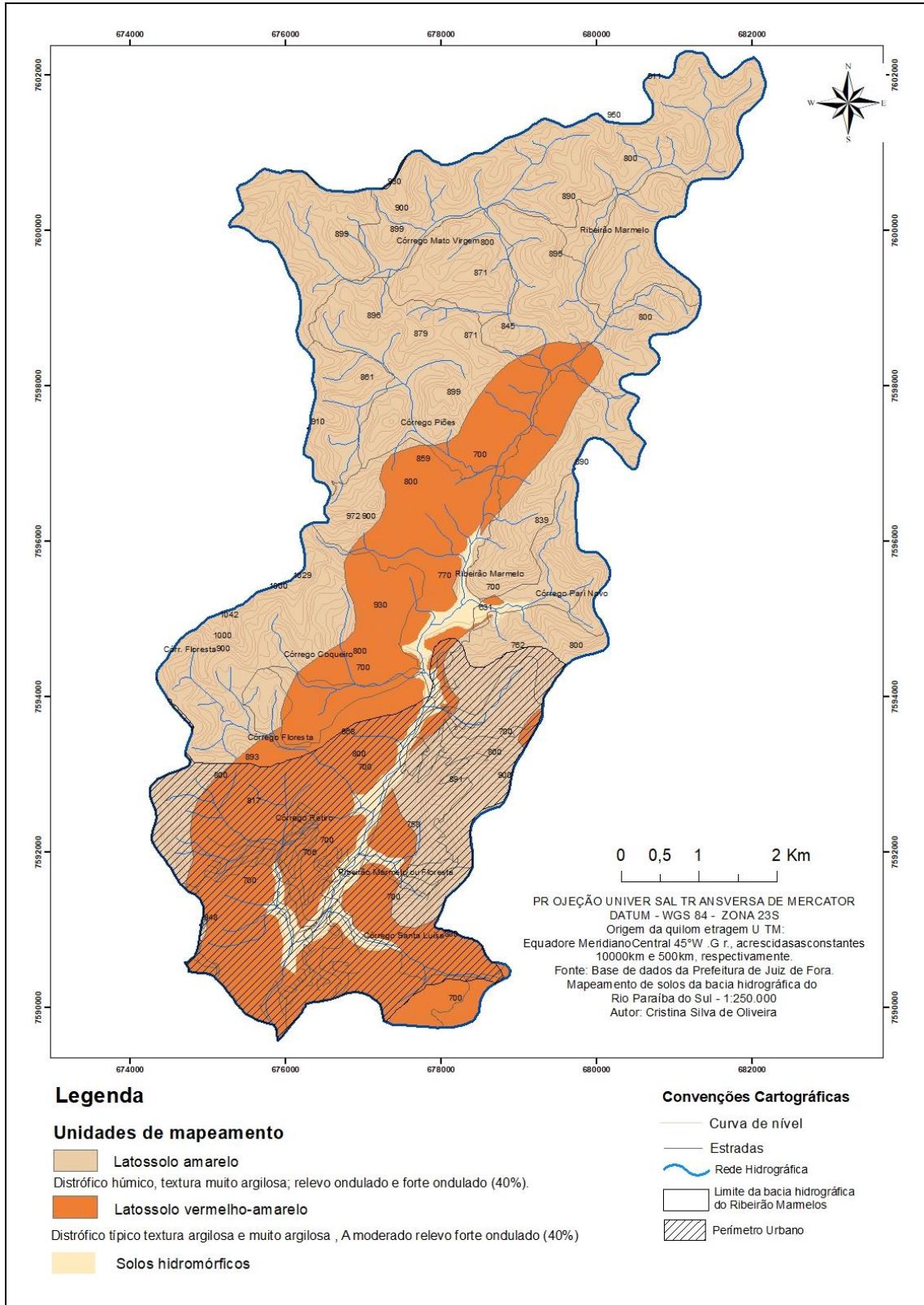
Um mapeamento de solos efetuado em escala de detalhe 1:10.000 para Reserva Biológica do Poço D'antas (PLANO DE MANEJO DA RESERVA BIOLÓGICA POÇO D'ANTAS, 2008), cuja espacialização se estende para bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos identificou os seguintes solos e complexos de solos:

- **NEOSSOLOS** – Esta unidade compreende solos contituídos por material mineral e/ou material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos. No mapeamento a unidade é representada pelo Neossolo Bruno A proeminente em relevo montanhoso sob vegetação de mata secundária e sobre material de origem caulínítico.
- **CAMBISSOLOS** - Nesta classe os solos são constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente. O solo típico dessa unidade é o Cambissolo húmico A, proeminente argilo arenoso em relevo forte ondulado sob vegetação de mata secundária em área de quartzitos.
- **LATOSSOLOS BRUNOS** – Solos constituídos de material mineral com horizonte B latossólico. Essa unidade de mapeamento tem como exemplo o Latossolo Bruno argiloso A proeminente em relevo montanhoso sob mata secundária.
- **LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS** - Unidade representada pelo Latossolo Vermelho Amarelo A moderado em relevo montanhoso sob vegetação de mata secundária.

Ele apresenta sequência de horizontes A / B, sendo o B identificado como Bw, ou B latossólico, através de características como estrutura em blocos que se desfazem em granular, espessura significativa, drenagem acentuada e alta porosidade.

- COMPLEXO LATOSSOLO BRUNO + NEOSSOLO - Essa unidade foi definida para englobar unidades que não puderam ser separadas, seja devido à escala do mapeamento, seja devido à dificuldade de acesso ou inexistência de trilhas para amostragem nessas áreas.
- COMPLEXO LATOSSOLO BRUNO + CAMBISSOLO - Foi definida para englobar unidades taxonômicas que não puderam ser separadas pelos mesmos motivos descritos anteriormente.

Figura 22 – Bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos: Unidades de mapeamento de solos.



A maioria das ocorrências minerais da área refere-se a minerais industriais e materiais de construção. Destacam-se: ocorrências de material para extração de brita e saibro; depósitos

de caulim, bauxita e manganês; feldspatos e quartzo; e ocorrências de mármore, tanto para uso industrial como ornamental. As diversas pedreiras ativas ou desativadas destinadas a extração de brita encontram-se em ortognaisses (Complexos Mantiqueira e Juiz de Fora), ortogranulitos (Complexo Juiz de Fora) e granitos/charnockitos (Suíte Matias Barbosa e Granada Charnockito).

No que se refere a organização do quadro climático, a região caracteriza-se, predominantemente, por apresentar o clima tropical úmido de altitude, possuindo duas estações bem distintas: uma quente e uma chuvosa, nos meses de verão, e outra mais fria e seca, nos meses de inverno. Segundo dados da Estação Climatológica principal convênio UFJF/ INMET, Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de setembro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações, e outra que vai de maio a setembro, com temperaturas mais baixas e menor pluviosidade. A média térmica é de 18,9°C, sendo que o mês mais quente (fevereiro) apresenta uma média de 21,7° C e o mês mais frio (julho), 16,1°C. Os totais anuais de pluviometria situam-se na casa dos 1536 mm em média.

Do ponto de vista sinótico, os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre o Brasil, especificamente sobre a região sudeste, com frequências maiores nas latitudes mais altas, e menores nas latitudes mais baixas e são um dos principais causadores de distúrbios meteorológicos sobre o país. Em Juiz de Fora, a atuação da Massa Tropical Atlântica é responsável pelos valores mais elevados de temperatura (BRITO, 2013). Em contrapartida, as massas de ar polares, procedentes da Antártica, são as que mais influenciam as condições de tempo em escala regional e local no âmbito das temperaturas mais baixas registradas na cidade. Tais massas frias normalmente atingem os estados do Sul e Sudeste do Brasil no inverno, contribuindo para aumentar a precipitação média das áreas que atravessam (VAREJÃO, 2005).

A localização da cidade de Juiz de Fora, no sudeste de Minas Gerais, associada ao caráter orográfico regional (grandes contrastes morfológicos dados pelas superfícies cristalinas elevadas imbricadas por desníveis topográficos das planícies de inundação do Brasil sudeste - Horst da Serra do Mar, semi-horst da Mantiqueira e Graben do Vale do Paraíba) complexifica a distribuição isobárica e a circulação atmosférica geral e secundária. Essas áreas constituem a trajetória preferencial das frentes polares (correntes perturbadas de S³³), onde frequentemente o sistema de circulação do anticiclone polar das altas latitudes e o

³³ As correntes perturbadas de S são representadas pela invasão de anticiclone polar. A fonte desses anticiclones é a região polar de superfície gelada, constituída pelo continente antártico. Dessas áreas partem os anticiclones polares que periodicamente invadem o continente sul americano com ventos de W a SW nas altas

sistema de circulação do anticiclone do Atlântico Sul se opõe em equilíbrio dinâmico (NIMMER, 1989).

Quanto a cobertura vegetal, a classificação fisionômico-ecológica de Veloso *et al.* (IBGE, 1992) caracteriza a vegetação de Juiz de Fora como Floresta Estacional Semidecidual oriundas do domínio morfoclimático atlântico, com formações florestais remanescentes e ecossistemas associados ao domínio da Mata Atlântica. Essas formações apresentam dossel irregular, entre 15 e 20 m, com presença de árvores emergentes até 30 m. A fitocenose apresenta estrutura caracterizada por troncos frequentemente perfilhados e cascas grossas. Sob estes, desenvolve-se ramos robustos e alguns retorcidos que dão sustentação às copas amplas, ralas e esgalhadas e com gemas foliares protegidas do estresse hídrico por catafilos ou tricomas (VELOSO *et. al.*, 1992). A submata arbóreo-arbustiva é densa, e sob esta, desenvolve-se o estrato herbáceo onde as ervas macrofilas, palmeiras e epífitas são escassas. Os líquens e musgos são pouco numerosos devido a baixa umidade do ar (RIZZINI, 1997).

Esse tipo de floresta é condicionado pela dupla estacionalidade climática, com uma estação com intensas chuvas de verão seguida por um inverno frio e seco, cuja estiagem acentuada e baixas temperaturas promovem a seca fisiológica. Assim, nesta formação, entre 20 a 50% das árvores são caducifólias, ou seja, perdem as folhas, estratégia que leva a uma redução do consumo de água das plantas (VELOSO *et. al.*, 1992). Os padrões fenológicos de floração e queda das folhas são orientados pelo ritmo sazonal, em contrapartida a frutificação é pouco sazonal, mesmo considerando a ocorrência de maior número de espécies com frutos maduros na estação seca ou na transição da seca para úmida (MORELLATO, 2003).

Em sua grande maioria, a cobertura vegetal original de Floresta Estacional Semidecidual atualmente encontra-se alterada ou substituída por pastagens e por vegetação secundária oriundas da mata atlântica e de espécies exóticas que foram introduzidas na região (implantação de culturas agrícolas e plantas ornamentais). Segundo o mapa publicado pela Prefeitura de Juiz de Fora através do Plano Diretor Participativo, o município de Juiz de Fora atualmente possui 58,5% do seu território ocupado por pastagens e 27,5% da sua área ocupado por matas.

Na próxima seção do trabalho foi interpretado como as alterações e mudanças orientadas pelas políticas de desenvolvimento setorial (transportes, energia e habitação) em um período de expansão urbana e econômica da cidade de Juiz de Fora, através dos processos

latitudes, mas adquirindo, frequentemente, a direção S e SE nas latitudes tropicais da região sudeste do Brasil (NIMER, 1989).

de diversificação urbano-industrial, ocasionaram transformações geoecológicas na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Além disso, foi analisada a dinâmica do uso e ocupação da terra através do mapeamento multitemporal da área com o uso de imagens de satélite.

CAPÍTULO IV:

Padrões de uso e ocupação da Terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos e sua relação com a (re)organização espacial dos sistemas ambientais atuantes no domínio Tropical Atlântico

Os geossistemas são sistemas dinâmicos. Representam a expressão espacial dos processos geocológicos e antrópicos inter-atuantes em uma determinada escala de análise geográfica. Com o objetivo de verificar a hipótese inicial desta Tese tornou-se necessário interpretar o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos recorrendo-se aos aspectos referentes à história social e econômica da área, atual e pretérita, identificando quais elementos orientaram a organização espacial e os padrões de ocupação humana. A dinâmica e evolução do uso e ocupação foram discutidas baseadas no estudo dos usos históricos, onde recorreu-se a uma base de dados documental; e mais recentemente, no período compreendido entre 1991 e 2018 com o auxílio de imagens de satélite.

4.1 Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos

Na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos dois usos estão imbricados consolidando a espacialidade dos sistemas geográficos na área, são eles: um uso urbano, caracterizado pelo predomínio de estruturas construídas, pelos espaços comerciais e pelos espaços de socialização coletiva; e outro rural, caracterizado por amplos espaços destinados às pastagens e plantio de eucaliptos e manutenção de pequenas propriedades rurais. Estes espaços coexistem e se relacionam desde suas origens históricas, datadas da construção da estrada União e Indústria³⁴ em 1856 e da construção da vila dos operários para implementação da Usina de Marmelos, desenvolvendo ao longo do tempo uma relação de dependência e complementaridade ditada principalmente pelos sistemas de transporte e de distribuição de energia elétrica da área.

No entanto, atualmente, a área urbana concentra a maior parcela da população da bacia, com maiores fluxos de pessoas e materiais, sendo esta distribuída entre os bairros Santo Antônio do Paraibuna, Graminha, Retiro e Floresta (Figura 23, A e B).

³⁴ A construção da estrada União e Indústria foi iniciada em 1856 e inaugurada em 1861.

Figura 23 – A- Bairro Floresta; B- baixo curso da bacia



Fonte: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. Levantamento aerofotogramétrico de Juiz de Fora (2007).

Neste contexto vão se formando complexos mosaicos nas paisagens urbanas e rurais, os primeiros caracterizados pelas edificações, centros comerciais e culturais, vias de acesso, sistemas de transportes; e o segundo pelas plantações e extensos espaços destinados à agropecuária e às unidades de conservação.

A diferenciação espacial destes padrões de ocupação humana é produzida em função das atividades socioeconômicas desenvolvidas, da diversidade cultural das populações e da importância das forças econômicas. Nos geossistemas urbanos (Figura 24), a tipologia dos usos³⁵, foi dividida em:

1. Residencial / comercial / serviços / equipamentos: incluem áreas de uso residencial, de comércio e de serviços, edificações de grande porte associadas às indústrias; campos de futebol; templos religiosos; de ocupação contínua ou descontínua em relação à mancha principal. Esta classe foi setorizada e caracterizada quanto à forma ou padrão específico da ocupação;

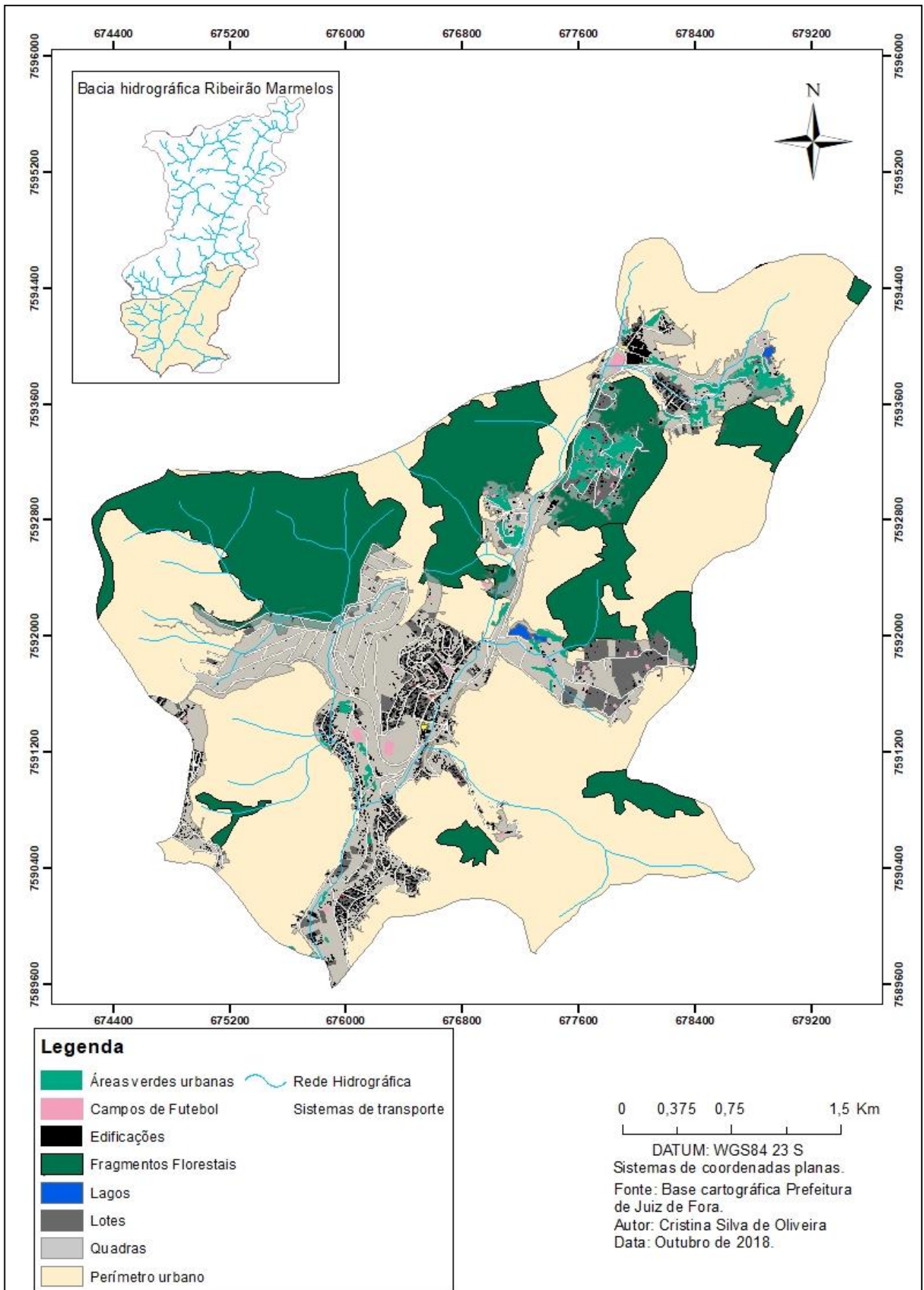
2. Espaço verde urbano: inclui áreas ocupadas com parques, praças e demais áreas verdes públicas;

3. Área desocupada: inclui áreas terraplanadas situadas dentro da mancha urbana contínua, caracterizadas pela ausência de edificações e destinadas à futura ocupação urbana;

4. Loteamento: inclui áreas ocupadas com loteamentos em estágio de implantação, geralmente localizados na área de expansão urbana (de transição do uso urbano para o rural), caracterizados pela ausência de edificações onde se observa a existência de quadras e arruamentos com traçado definido, com ou sem pavimentação.

³⁵ A tipologia dos usos mapeadas neste trabalho foi adaptada da proposta metodológica de Fidelis, Medeiros e Grigio (2019).

Figura 24 –Tipologias de uso urbano na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



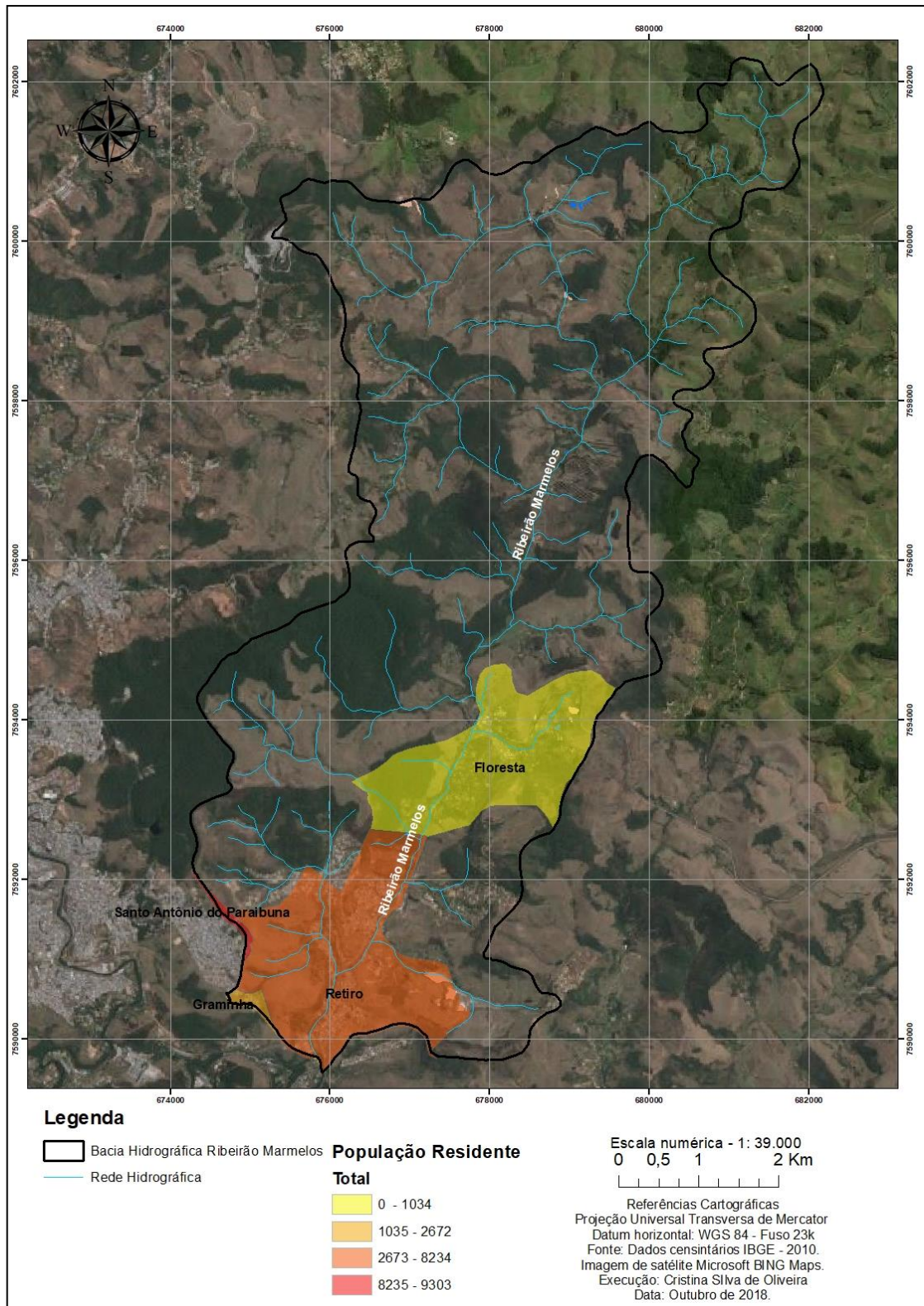
Do ponto de vista socioeconômico estes espaços resguardam heterogeneidades produto dos diferentes conteúdos socioespaciais, distintivos da dinâmica dos bairros e da espacialização das políticas públicas de ordenamento territorial, ou mesmo da própria condição geomorfológica do sítio urbano de Juiz de Fora, impeditivas de ocupação em determinados setores de vertentes muito íngremes (Figura 25).

Figura 25 – Imagem aerofotogramétrica dos bairros localizados no baixo curso da bacia com suas respectivas morfologias de relevo.



A população urbana da área em estudo está distribuída nos baixos e médio curso da bacia, ocupando as planícies de inundação do ribeirão Marmelos e afluentes, e os setores de encosta e topos dos morros adjacentes (Figura 26).

Figura 26 – Mapa da população residente na bacia.



Como são discutidas nos próximos tópicos, muitas foram as alterações decorrentes da inserção e instalação da usina hidrelétrica de Marmelos no final do século XVIII e início do século XIX. Devido a esta importância histórica da Usina para a área em estudo, serão discutidas questões concernentes à construção e influências no sítio urbano de Juiz de Fora.

4.2 Aspectos culturais e históricos de Juiz de Fora – MG

A história da América Portuguesa é notoriamente marcada pela concepção de movimentação e construção de trajetórias. A data da entrada de aventureiros que buscavam mapear o território até mesmo aqueles que procuravam ouro para enriquecer no interior dos sertões, foram sendo traçados e consolidados marcas profundas no território mineiro, expressos nas paisagens transformadas principalmente pela abertura de caminhos e rotas que objetivavam facilitar o trânsito de homens que trafegavam com cargas variadas, escravos e animais.

É neste contexto histórico-geográfico que ganha relevo expedições científicas e de viajantes, com um triplo objetivo: mapear e descrever os recursos; conhecer a população autóctone e analisar as condições efetivas da ocupação portuguesa do território brasileiro através das representações sociogeográficas. Auxiliados pelos trabalhos empreendidos pelos homens que se aventuravam na descoberta de novos caminhos e riquezas, foram se estabelecendo desta forma os contornos da capitania de Minas Gerais. Muitos desses indivíduos eram contratados à serviço da Coroa portuguesa, e quando terminavam a jornada eram agraciados com benesses da Vossa Majestade de Portugal.

Os longos anos de extração mineral nas Gerais abriram dezenas de fronteiras territoriais que facilitaram a fixação de milhares de famílias. Ao lado dos centros mineradores foram se formando diversos povoados. Esse processo culminou, mais tarde, no desenvolvimento de várias fazendas escravistas de médio e de grande porte que passaram a produzir alimentos de gêneros variados para subsistência.

Com o findar do período de exploração aurífera, as famílias instaladas nos arredores dos centros mineradores começaram a se dissipar em busca de melhores condições de sobrevivência. Nesse sentido, a região formada pela atual Zona da Mata mineira, inserida na parte sul da capitania, em uma localidade conhecida por *Áreas Proibidas* ou *Sertões do Leste* (MERCADANTE, 1973), começa a se desbravada. Nos primeiros tempos, esse território era um ponto proibido, de difícil acesso, com mata fechada, animais e índios considerados

“rudes”. Esse contexto fazia parte da política colonial que buscava assegurar de várias maneiras que o ouro não fosse contrabandeado.

Com a saída de diversas famílias rumo aos interiores de Minas, esta região deixa de ser “proibida”, e passa por uma lenta e gradual colonização. Foi sob essas circunstâncias, de acordo com Batista (2015) que povoados como os vales dos rios Doce, Pomba e Paraibuna se formaram, sendo que as duas últimas deram origem a Zona da Mata mineira.

Até aqui, pode-se perceber que a Zona da Mata mineira não teve seu surgimento vinculado à produção cafeeira, e sim a fatores atrelados ao fim da extração de metais preciosos e a construção do Caminho Novo, que ligava a Borda do Campo (atual Barbacena), ao Rio de Janeiro. Essa estrada, como se verá a seguir, influenciará o processo de formação da paróquia de Santo Antônio de Juiz de Fora, que mais tarde será elevada à categoria de cidade de Juiz de Fora, em 1865.

O *Caminho Velho* permitiu o trânsito de tropas entre Minas Gerais e o Rio de Janeiro. Ele era extremamente longo e inseguro. Ciente dos riscos desse caminho, a Coroa Portuguesa contratou Garcia Rodrigues Paes, membro de uma renomada família de bandeirantes para construir uma estrada mais segura e com um percurso menor. Essa, em 1702, ficou conhecida como *Caminho Novo* (OLIVEIRA, 2011). Esse caminho facilitou o transporte de ouro do interior de Minas Gerais até o Rio de Janeiro, promoveu um significativo movimento de pessoas que transportavam manufaturados e alimentos em Minas. Devido à grande movimentação, passaram-se a se formar, nos arredores, ranchos e roças que produziam alimentos, e vendiam aos tropeiros que trafegavam por essa região.

Como mencionada anteriormente, as famílias que saíram do núcleo minerador partiram para outras regiões de Minas Gerais, e começaram a produzir e a desenvolver atividades agrícolas. No arraial que se tornaria cidade em alguns anos, o genro do bandeirante Garcia Paes Leme, Tomé Vasques constrói a primeira fazenda, em um território que compreendia os bairros de Santa Terezinha, Bandeirantes e Francisco Bernardino, sendo ela conhecida como Fazenda da Tapera. Alguns anos mais tarde, por volta de 1781, essas terras são vendidas para Antônio Dias Tostes que em um curto espaço de tempo, se torna o maior proprietário de terras no município.

À época em que Tostes e outras famílias importantes vieram para essa cidade, o então arraial de Juiz de Fora pertencia ao município de Barbacena, sendo elevado à categoria de vila pela Lei n° 472 de 31 de maio de 1850. Assim permaneceu até maio de 1856, quando a Vila de Santo Antônio do Paraibuna é elevada à categoria de cidade, através da Lei n° 759.

O avanço da cafeicultura na região gerou capital e estes foram transferidos para o melhoramento da infraestrutura urbana da cidade. O período da expansão da cafeicultura em Juiz de Fora corresponde a 1850-1870. Ao lado da produção de café, a Zona da Mata Mineira passou a concentrar 26% do total da população escrava da Província (GUIMARÃES, 2001), destacando a cidade de Juiz de Fora como a maior concentradora de cativos da região.

Juiz de Fora se tornou um entreposto comercial, devido, principalmente à proximidade com a Província do Rio de Janeiro. O crescimento da produção da rubiácea favoreceu a construção de uma estrada de rodagem proposta por Mariano Procópio Ferreira Lage³⁶ ao Imperador. De acordo com Jair Lessa (1985, p.21), “macadamizada dentro da melhor técnica existente, com sólidas pontes e boeiros que permitissem o tráfego durante o ano inteiro”, a *Estrada União & Indústria* ligava Juiz de Fora a Petrópolis.

Para a construção da estrada foram empregados imigrantes alemães que chegaram à cidade por volta de 1856. Eles representavam uma mão de obra especializada para esse trabalho, contratados por dois anos. Ao lado dos imigrantes contratados para construir a estrada de rodagem, os pesquisadores da história de Juiz de Fora demonstram a presença de escravos atuando nessa tarefa. Não podemos desprezar a importância desse trabalhador na cidade, onde eles figuravam como atores na construção da cidade (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Andrade (1991), Juiz de Fora, tinha “em média 100 escravos para cada unidade de produção com 236 alqueires e 237.714 pés de café”. Ou seja, a cidade concentrava um grande contingente de escravos para o trabalho as lavouras. Deve-se destacar que os cativos não eram trabalhadores exclusivos das roças, eles atuaram nos serviços públicos, domésticos fora das fazendas, o que proporcionou o desenvolvimento da região.

Durante a década de 1870, é observado um grande desenvolvimento econômico e um grande aumento populacional na cidade de Juiz de Fora. De acordo com o censo de 1872, Santo Antônio do Juiz de Fora possuía uma população estimada em 11.604 homens livres e 18.775 escravos (IBGE, 1872). Nota-se que os dados supracitados são referentes aos indivíduos do distrito-sede, no entanto, o município de Juiz de Fora, nesse período, possuía cinco freguesias: Juiz de Fora (sede), Chapéu D’uvas, São Pedro de Alcântara, São José do

³⁶ “O Comendador Mariano Procópio Ferreira Lage, engenheiro e político, natural de Barbacena/MG, ficou conhecido na história urbana brasileira por construir a primeira estrada pavimentada do país, a Estrada União e Indústria. Seu legado pode ser vislumbrado até hoje, pela transmissão de sua rica propriedade e coleções aos seus herdeiros e, posteriormente, para o município, como também extrapola os limites "patrimoniais", já que foi o responsável por abrir os horizontes de Juiz de Fora e integrá-la ao comércio, transformando sua paisagem de maneira significativa” (PORTES *et al.*, 2016, p.3).

Rio Preto e São Francisco de Paula. Das cinco freguesias, apenas São Pedro de Alcântara, um importante reduto cafeeiro na época, não foi recenseada (OLIVEIRA, 2018).

O capital oriundo da produção cafeeira possibilitou a diversificação dos setores industriais na cidade. Em 1877, percebemos uma série de serviços na área urbana da cidade. Há um grande número de casas comerciais, hotéis, açougues, farmácias, marcenarias, padarias, sapatarias, lojas de funilaria e diversos outros serviços. Percebemos uma diversificação dos serviços no centro urbano característicos das necessidades da população.

Foi na década de 1870 que se instalou o primeiro meio de comunicação da cidade, este representado por diversos jornais, sendo o mais importante *O Pharol*, que iniciou suas atividades em 1872 chegando até 1939, com tiragens as quintas-feiras e aos domingos. É através desses periódicos que as notícias circulavam, fazendo da imprensa um veículo bem ativo na cidade, formador de opinião e relatado os acontecimentos cotidianos. Em 1877, a cidade recebe a presença do ilustre Imperador D. Pedro II e de alguns ministros. Foi durante essa década, mais especificamente em 1872, que Mariano Procópio Ferreira Lage falece (OLIVEIRA, 2018).

No que diz respeito à arquitetura da cidade, como vimos até aqui, a produção cafeeira proporcionou recursos que asseguraram o desenvolvimento urbano e industrial, ela contou com a presença de imigrantes italianos, árabes, portugueses e alemães. Com tamanha diversidade de sua população, esse município em pouco tempo distingue-se de outras regiões de Minas Gerais. Com a influência da arquitetura alemã, mais tarde, expressões do neoclássico e do eclético trazidos por artistas italianos, transformou o patrimônio local (OLENDER, 2011), e os reflexos dessa modernidade juiz-forana são percebidos até hoje no município.

O processo de urbanização de Juiz de Fora e o crescimento populacional também refletiu nos assuntos relacionados a saúde e esses podem ser percebidos nos primórdios da ocupação da cidade. Um bom exemplo é referente a Antônio da Silva Pinto, conhecido por Barão da Bertioga, importante cafeeiro e sua esposa a Baronesa Maria José Miquelina da Silva. Esse senhor usou recursos próprios para melhorar ruas, principalmente no Alto dos Passos, além de ter sido responsável pela fundação da Santa Casa de Misericórdia em 1856, que objetivava atender a população pobre do município (OLIVEIRA, 2018).

A abolição da escravidão em 1888, no final do século XIX, e começo do XX, marcam uma nova era na cidade de Juiz de Fora. Com uma nova fase marcada pelo crescimento industrial, e com o trabalhador assalariado, a região ficará conhecida como Manchester

mineira³⁷. A produção de café, que no período anterior alavancou a economia, deixa de ser a principal atividade e transfere o desenvolvimento para os ramos do setor secundário e terciário, com a produção de alimentos e têxteis, se mantendo assim até a crise do setor que assolou a região.

4.2.1 A usina hidrelétrica de Marmelos

É neste contexto histórico que a bacia hidrográfica do Rio Paraibuna destaca-se no cenário municipal por apresentar as características naturais propícias à instalação de uma pequena central hidrelétrica (PCH). Aproveitando-se do quadro natural da bacia do rio Paraibuna, em localização próxima à foz do Ribeirão Marmelos, através de uma iniciativa de Bernardo Mascarenhas foi construída a primeira usina hidrelétrica (Figura 27) de grande porte do Brasil, com o escopo de produzir energia hidrelétrica para fábrica (Companhia Têxtil Bernardo Mascarenhas) e destinadas à iluminação da cidade. Em 22 de agosto de 1889, foi realizada a primeira experiência com a eletricidade e, no dia 5 de setembro de 1889 ocorreu sua inauguração oficial (PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA, 2018).

Figura 27 – Museu da usina hidrelétrica de Marmelos.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 16/03/2017.

³⁷ Manchester é uma cidade do Reino Unido, noroeste da Inglaterra. Grande centro industrial da Europa.

A energia elétrica, no decorrer da história consolidou-se como um fator decisivo para a melhoria da qualidade de vida da população, na medida em que propiciou o desenvolvimento econômico da cidade e contribuiu para a consolidação de núcleos ligados a educação, alimentação, saúde e indústria. A Companhia Mineira de Eletricidade³⁸ foi a empresa local responsável pelo fornecimento de força motriz para indústrias e bondes elétricos, além de realizar a iluminação pública e de domicílios. Através da CME, a cidade alcançou seu desenvolvimento econômico e social se destacando no cenário urbano brasileiro (BARROS, 2008).

Nessa perspectiva, Barros (2008), destaca que a materialização do projeto empreendido por Bernardo Mascarenhas em Juiz de Fora, estava articulada ao aproveitamento da potencialidade brasileira, no que diz respeito à geração de hidroeletricidade. O autor acrescenta que esse tipo de eletricidade é menos dispendioso em sua manutenção, isso porque não exige a necessidade de compra de combustíveis para sua geração, e a dependência está no regime de chuvas que alimenta as represas das hidrelétricas (LAMARÃO, 1997. p. 2122, *apud* BARROS, 2008) enquanto que para a instalação é necessária a existência de condições geográficas adequadas. Nesse sentido, a abundância de recursos hídricos no Brasil, constitui uma das maiores vantagens competitiva do país no que diz respeito ao potencial para geração de energia hidrelétrica. Arelado a isso, a característica de ser uma fonte renovável e a transmissividade por longas distâncias sem perdas significativas atraíram a atenção dos empresários brasileiros ainda no início do século XX.

Juiz de Fora, através da iniciativa de Bernardo Mascarenhas foi uma das cidades pioneiras na instalação de energia hidroelétrica no Brasil. Responsável pela fundação da Companhia Mineira de Eletricidade, empresa local, constituída em 1888, destinada a geração de eletricidade em sua pequena usina de Marmelos, Bernardo Mascarenhas foi agente responsável por incentivar projetos de inovação tecnológica na cidade de Juiz de Fora, ao ter participado no financiamento e construção de empreendimentos locais como: Companhia Construtora Mineira de 1887, Sociedade Promotora de Imigração em Minas Gerais em 1887, Banco Territorial e Mercantil de 1887, Companhia Mineira de Eletricidade em 1888, Fábrica

³⁸ As primeiras centrais de energia elétrica eram hidráulicas de baixas potências com geradores de corrente contínua, destinadas a iluminação pública e localizadas perto dos centros de consumo, devido ao pouco desenvolvimento do transporte elétrico. Com o desenvolvimento da geração elétrica em corrente alternada foi possível aumentar a potência e a capacidade de transmissão. Isso permitiu que até meados do século XX, que a maioria dos municípios tivesse uma pequena central hidrelétrica (PCH) e microcentrais, construídas com recursos econômicos próprios. Tais centrais eram dirigidas por empresas de energia elétrica nascidas e consolidadas como fruto dos esforços locais, crescendo sem uma diretriz e sem uma visão de planejamento unificada em âmbito nacional (FLOREZ, 2014, p. 13).

de Tecelagem Bernardo Mascarenhas em 1888, Banco de Crédito Real de Minas Gerais S/A em 1889, Companhia Mineira de Juta de 1893, Academia de Comércio em 1894 (CHRISTO, 1994:76 *apud* BARROS, 2008). Seu envolvimento nas atividades econômicas da cidade de Juiz de Fora foi acompanhado pela iniciativa conjunta do setor privado representados principalmente por fazendeiros, comerciantes e industriais locais (BARROS, 2008).

O projeto empreendido por Bernardo Mascarenhas possuía as seguintes características: a princípio a usina começou a operar as atividades com 250 Kw de potência, distribuídos em dois grupos geradores monofásicos de 125Kw cada um. A partir de 1892, a potência instalada foi aumentada em mais 125 Kw, após instalação de outro gerador. Posteriormente, em 1896, o trabalho desenvolvido foi ampliado com a inauguração da segunda usina hidrelétrica que contava com dois grupos geradores, bifásicos, de 300 Kw cada, elevando-se a potência instalada para 600 Kw (que substituíram a energia elétrica gerada pela primeira usina) (BARROS, 2008).

O panorama operado pela usina teve ainda sua expansão com a implementação em 1905 do terceiro grupo havendo elevação de potência para 900 Kw. Em 1910, o programa foi expandido para uma potência de 1200 Kw, mediante inauguração do 4º grupo. Um ponto importante a ser destacado é que em 1911, a CME passou a ser controlada acionariamente por um grupo de agentes do capital agrário, Assis-Penido (BARROS, 2008). Esse processo resultou na projeção da construção da Usina 2 de Marmelos, que passaria a operar com quatro geradores trifásicos de 600 Kw cada um. A partir desses esforços a usina hidrelétrica passou a contar com mais duas unidades de geração que acrescentaram uma potência de 1200 Kw em 1915 ao programa (HARGREAVES, 1971:33 *apud* BARROS, 2008).

A partir deste período e das etapas históricas assinaladas durante a construção/constituição da Usina e das transformações sócioterritoriais no contexto juiz-forano, por iniciativa da prefeitura de Juiz de Fora é inaugurado o Museu Usina de Marmelos Zero (1983). O local foi organizado buscando ilustrar o processo histórico constitutivo desde a construção da Usina até o seu tombamento. Neste sentido, possui peças representativas do acervo particular de Bernardo Mascarenhas, como por exemplo, livros de ata e contabilidade dos primeiros acionistas da CME, contas de luz, rascunho da planta da Usina, máquina de escrever e de calcular, teodolito, tripés de madeira, painel de controle de energia e uma réplica de um gerador utilizado na época cuja fabricação era da *Westinghouse*, além de fotografias que mostram a construção da Usina, assim como fotos de Bernardo e sua família e painéis com pequenos textos informativos (CENTRO CIÊNCIAS, 2013) (Figura 28).

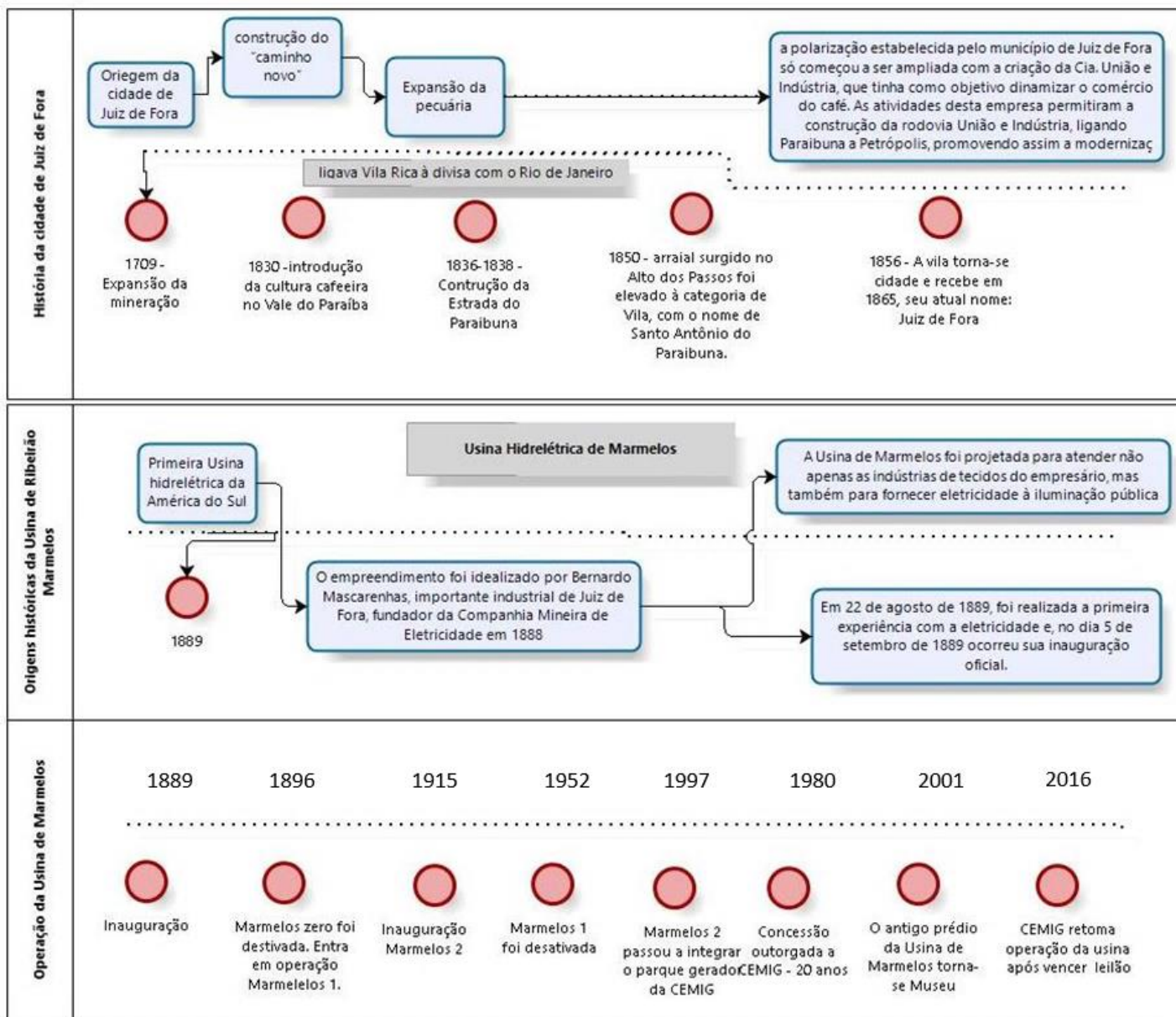
Figura 28 – Vila operária - patrimônio tombado pelo decreto nº 8445 de 30 de dezembro de 2004.



Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora.

O Conjunto Arquitetônico e Paisagístico, bem como o Acervo do Espaço Cultural da Usina de Marmelos Zero é tombado pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. A Figura 29 demonstra o Histórico de construção e operação da usina do ribeirão Marmelos.

Figura 29 – Histórico de construção e operação da usina de Marmelos



4.3 Dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos

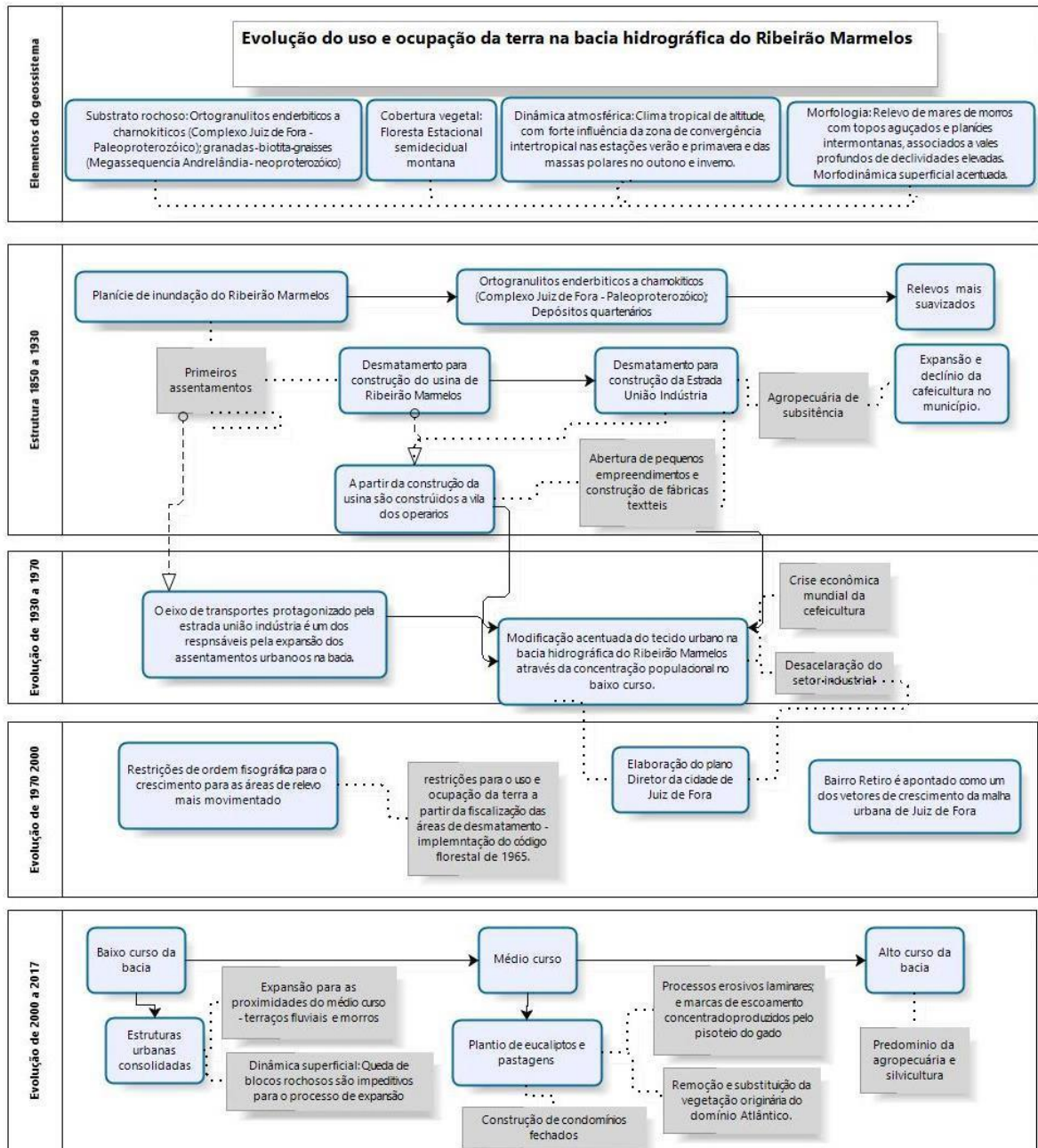
As mudanças do uso e cobertura da terra são indicativos espaço-temporais das interações entre os sistemas ambientais físicos e sociais. Embora os impactos das modificações nas estruturas espaciais sejam relativamente fáceis de identificar através de imagens de satélite e trabalho em campo, por outro lado, prever os efeitos indiretos e cumulativos das mudanças nos processos e funções do geossistema é mais complicado. Devido aos aspectos complexo-dinâmicos do ambiente, são necessários estudos que abarcam um longo período de anos, que considerem os variados processos que ocorrem e controlam os fluxos de materiais e energia de diferentes fontes nos geossistemas.

Muitas decisões políticas, principalmente no que diz respeito às políticas públicas orientadas ao ordenamento do uso e ocupação da terra devem trabalhar com as consequências não intencionais e indiretas (dependência mútua) das decisões de uso e os seus impactos em âmbito local, regional e nacional. Nesse sentido, a consideração explícita da dinâmica dos geossistemas em múltiplas escalas espaciais e temporais é uma importante base teórica a partir da qual a política de uso da terra pode ser extraída.

O uso da terra é definido em termos de atividade humana, tipicamente categorizada em classes como plantação agrícola e florestal, industrial, urbano, lazer. Em contraste, a cobertura da terra não é definida em termos de atividades humanas e inclui categorias como floresta, áreas úmidas e drenagem. Mudanças no uso da terra e na cobertura do solo podem ter efeitos substanciais na dinâmica da paisagem, incluindo perda de biodiversidade, fragmentação de habitats e interrupções no ciclo da água, bem como um *feedback* mais amplo do clima através de interações entre a biosfera, a hidrosfera e a atmosfera (FOLEY *et al.*, 2005; AVILA *et al.*, 2012). Por outro lado, iniciativas orientadas a restauração ecológica, recuperação de áreas degradadas, reflorestamentos e reordenamento dos espaços urbanos, exercem efeitos positivos sobre a biodiversidade, geodiversidade e na qualidade de vida das populações.

A partir do exposto constataram-se três modificações significativas na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos nos períodos posteriores à construção da Estrada União e Indústria (atual BR 267) e instalação da usina hidrelétrica: desmatamento, expansão agrícola e urbanização. A Figura 30 ilustra sinteticamente a estrutura e evolução da paisagem na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos no período compreendido entre os anos de 1850 a 2018.

Figura 30 – Evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



A usina hidrelétrica de Marmelos construída no ano de 1899 demarca um importante período para produção de tecnologias associadas à geração de energia elétrica. No entanto, a produção e intensificação das demandas associadas à energia elétrica na cidade contribuíram para transformação das paisagens locais, não apenas no contexto de construção da barragem, mas para toda dinâmica urbana e rural.

Os geossistemas da bacia hidrográfica tiveram que se reorganizar para se adaptar à mudança produzida em seu sistema de drenagem. A modificação feita no canal de drenagem do rio Paraibuna, próximo a foz do ribeirão Marmelos constituiu-se como uma barreira física

à migração das espécies de peixes que ali viviam. As alterações nos padrões de fluxo (modificações nas condições físico-química e biológicas da água) derivadas da construção da barragem gerou uma assincronia entre as características fisiológicas e as condições apropriadas para alimentação, migração e desova dos animais (LUCAS, *et al.*, 2001).

Além disso, com a introdução das galerias pluviais e impermeabilização das superfícies com escopo de atender as demandas urbanas, modificações consideráveis foram efetuadas na configuração e padrões da paisagem. Estas interferências nos fluxos e características de superfície, principalmente através do aumento na área de superfícies impermeáveis em ambientes urbanos modificaram significativamente a hidrologia das paisagens urbanas. Atualmente os impactos mais significativos estão relacionados à concentração populacional no baixo curso da bacia.

Portanto, como resultante das formas de uso e ocupação ao longo do tempo-espaço, tem-se espacialidades oriundas das respostas dos sistemas ambientais sobrepostas às marcas pretéritas e atuais da ocupação humana no território.

4.3.1 Evolução e espacialização dos usos e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos no período de 1991 a 2018

Essa pesquisa teve como um dos seus escopos a análise da dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, entre os anos de 1991 a 2018. Esse período é relevante para a cidade de Juiz de Fora, pois foi a partir daí que o processo de reorganização espacial se tornou mais intenso, provocado pela mudança nos modelos de uso e ocupação do solo urbano em algumas de suas regiões e pela crescente demanda por obras de infraestrutura (CHAVES, 2010; OLIVEIRA, 2006). Nesse processo, surgiram locais que se destacaram pelo crescimento demográfico (MOURA, *et al.* 2013), tanto pelas aglomerações de população de baixa renda, quanto pelas de média/alta e alta (GERALDO, 2011). Em consequência, viu-se a transformação da cidade em alguns setores, principalmente no setor de transportes e construção civil (MENEZES, 2004), porém com concomitante degradação da cobertura florestal, solos erodidos e pouco férteis e redução dos mananciais de água (CHAVES, 2010).

A análise efetuada através das imagens de satélite e a quantificação dos usos e da cobertura permitiu que fossem identificados diversos aspectos, tais como a diminuição de áreas florestais, o incremento da agricultura e culturas como a do eucalipto e expansão

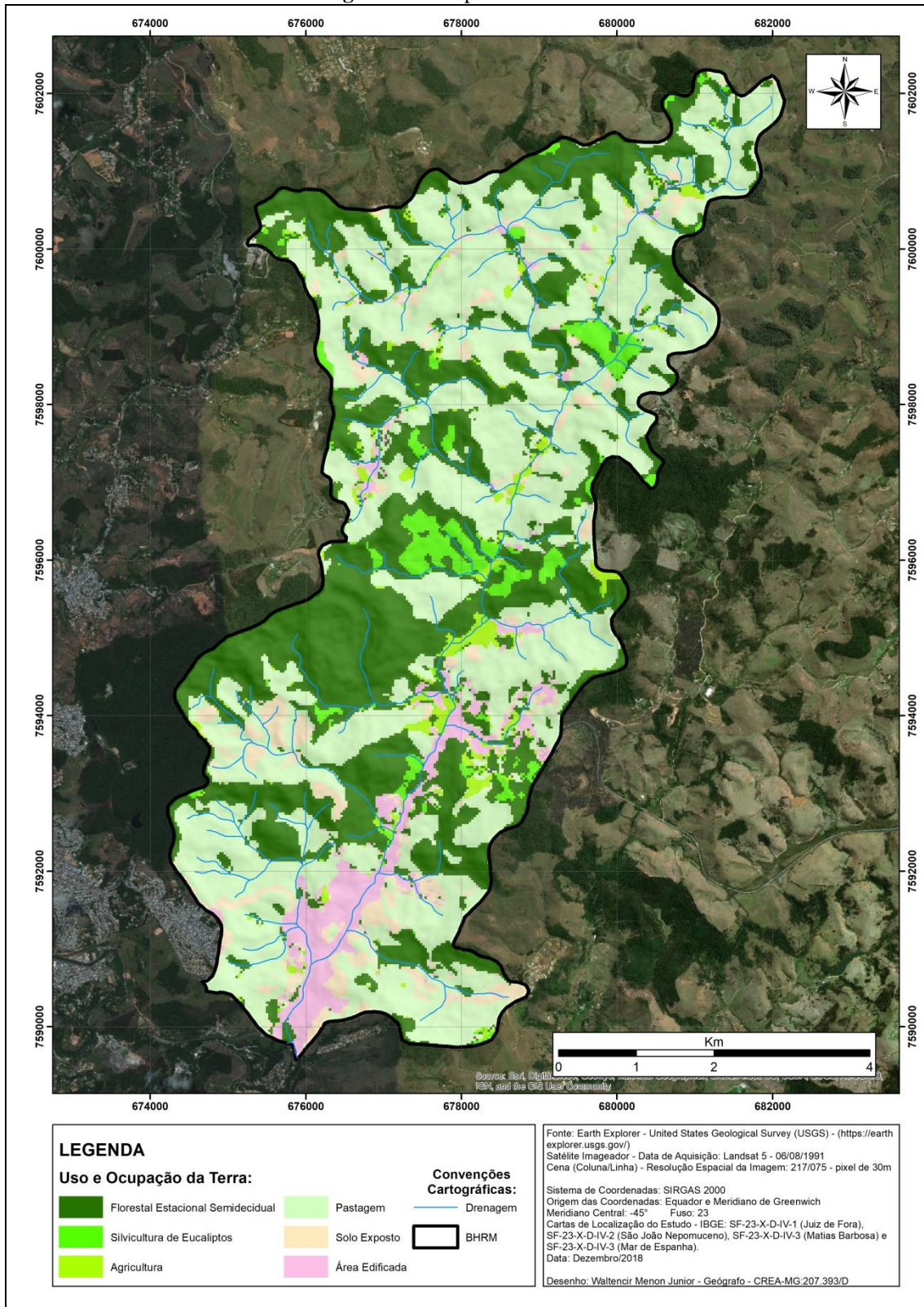
urbana. As transformações, aqui analisadas, impactaram os padrões espaciais e modificaram sobremaneira a estrutura do geossistema, causando grandes modificações nas áreas florestais, principalmente, como se verá a seguir, para a inclusão de vastas áreas de pastagem, agricultura e transformação das florestas primárias em florestas secundárias.

Em todos os períodos analisados, houve o predomínio e um modelo padrão, com grandes extensões de usos da terra destinados à pastagem. Desta forma, tendo como ponto de partida o ano de 1991, e, como final os anos 2018, serão discutidas as principais mudanças ocorridas de norte para sul na região examinada. O olhar minucioso aos detalhes revelou as principais transformações ao longo das décadas de estudo. Como será exposto a seguir, em alguns anos teve-se uma regularidade em alguns aspectos, mais que em outros, o incremento da interação humana no uso da terra, provocou mudanças significativas.

No primeiro mapa, referente à imagem datada de 6 de agosto de 1991 (Figura 31), pode-se observar a cobertura florestal expressiva no setor oeste da mapa. Proporção que vai se alterar ao longo dos anos. Esse padrão vegetacional, com cobertura com densa, correspondente a mata da Fazenda Floresta, não é recorrente nos outros fragmentos florestais espacializados do mapa. Por exemplo; ao norte, os fragmentos florestais são menos representativos em área, sendo que o predomínio é de áreas destinadas à pastagem. No alto curso da bacia, na porção leste do mapa, observa-se áreas destinadas à agricultura, plantações de eucalipto, e pastagens. As plantações de eucalipto são bem marcadas no médio curso da bacia. A área edificada (cor rosa do mapa) ocupa uma pequena área nesse setor do mapa.

Uma análise direcionada ao baixo curso da bacia evidencia o predomínio de estruturas construídas. A área edificada apresenta maior extensão, no entanto, ainda podem ser visualizadas, áreas com solo exposto e porções de solo destinadas à agricultura. Nestas áreas do mapa, as alterações provocadas pela intervenção antrópica são expressivas, em decorrência das modificações no uso e ocupação da terra, da degradação da cobertura florestal, solos erodidos e poluição dos cursos d'água. A cobertura florestal é restrita, sendo espacializada em áreas verdes urbanas.

Figura 31 – Mapa de uso da terra 1991.



Em relação ao mapa da Figura 32, datado de 12 de agosto de 1999, percebe-se, ainda o predomínio das extensas áreas de pastagem. Por outro lado, em relação ao ano de 1991, houve

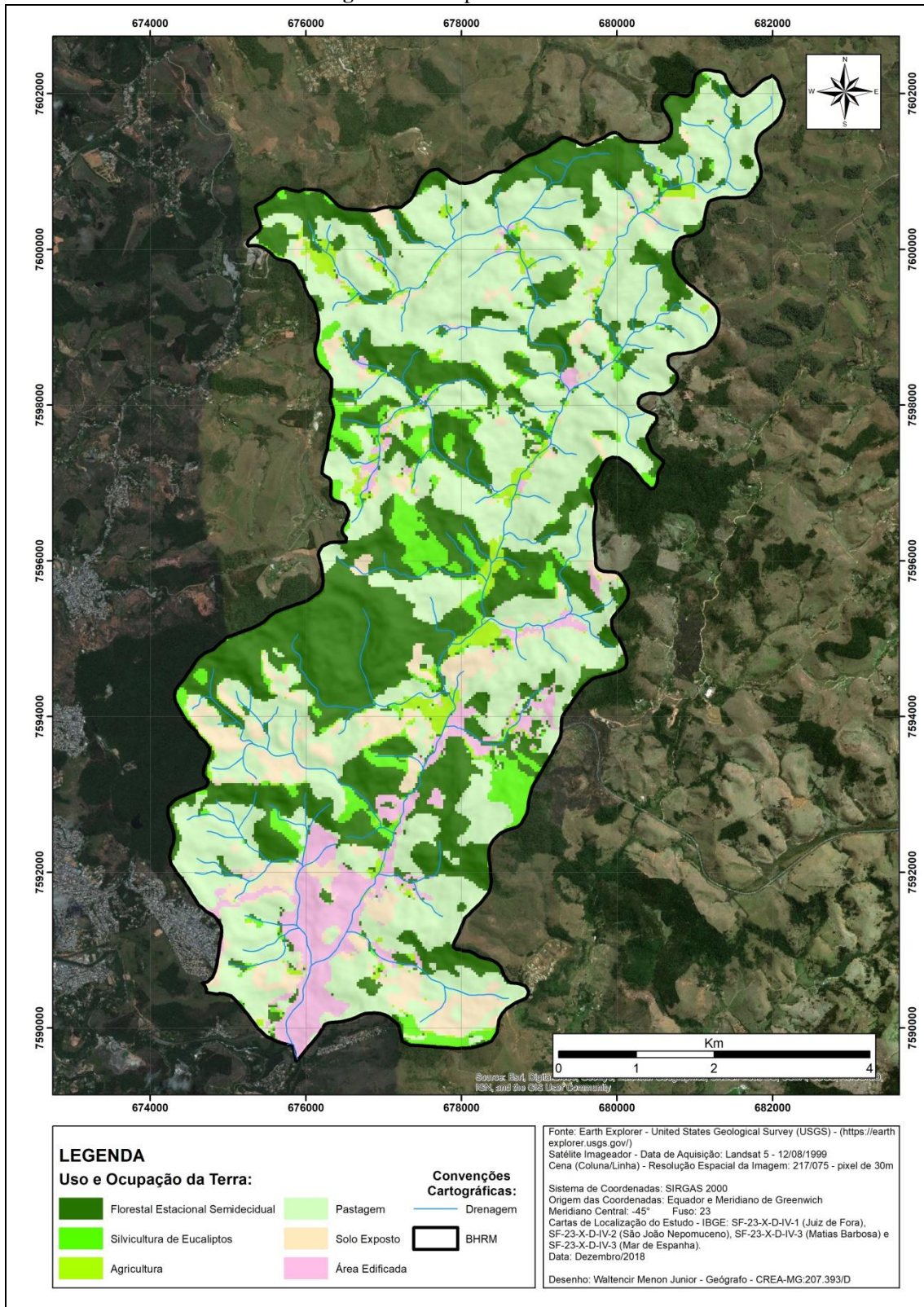
um incremento da cultura do eucalipto. No período temporal analisado, houve aumento da área edificada no alto curso da bacia hidrográfica. Houve transformações nas áreas com plantio de eucalipto e de agricultura. Em alguns pontos, ocorreu o desaparecimento de plantações de eucalipto, transformando-se em áreas edificadas. Ainda, foi constatada uma redução da reserva florestal, correspondendo, ao todo em 14,62 (Km²), contra 17,26 (Km²), em 1991.

Essas mudanças na configuração e padrões da paisagem devido aos desmatamentos, degradação florestal e perda de cobertura/diversidade de espécies é um dos elementos indicativos da dinâmica degradativa dos geossistemas. Isso porque, as florestas são reconhecidas por sua contribuição crucial para a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e o ciclo global de carbono (LIU *et al.* 2015). No entanto, na área em estudo, a recuperação e restauração da cobertura florestal se restringem a pequenas áreas reservadas pela legislação ambiental, nas áreas dos imóveis rurais, que devem ser cobertas por vegetação natural. A maior parte da cobertura florestal remanescente na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos é de florestas secundárias em variados estágios sucessionais. A cobertura florestal primária da área foi convertida em outros usos da terra desde o advento da colonização da Zona da Mata mineira.

As florestas remanescentes mais expressivas estão localizadas na microbacia hidrográfica do córrego Floresta, com a reserva da Floresta. Neste sentido, os esforços de proteção e recuperação de habitats, principalmente aqueles preconizados pela implementação de políticas e da legislação ambiental, moldaram as decisões de manejo da terra nos geocomplexos florestais. O aumento da compreensão dos efeitos dependentes de escala da composição e configuração da paisagem na seleção de habitat, movimento e demografia das espécies provocou mudanças significativas na política ambiental. Neste sentido, ratifica-se a importância da legislação ambiental no ordenamento e controle do uso e ocupação da terra, principalmente em áreas de expansão urbana.

No baixo curso da bacia hidrográfica, o padrão de transformação foi significativo, com a presença de áreas desmatadas substituídas por plantações de eucaliptos e aumento da área edificada.

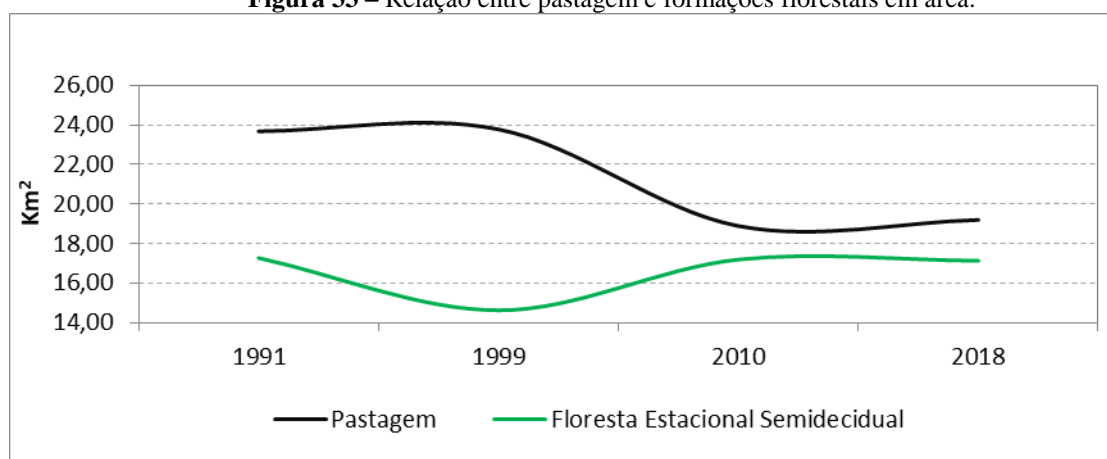
Figura 32 – Mapa de uso da terra 1999.



Para o ano de 2010 foram observadas significativas modificações. Apesar do notável aumento da área edificada, em comparação ao ano de 1999, há aumento cobertura florestal (Figura 33), deixando de ser 14,62 (Km²) para ser 17,19 (Km²). Em meio às áreas florestais,

são visualizados no mapa (Figura 34) plantios de eucalipto. Com relação ao uso destinado à agricultura, observa-se um incremento significativo nos baixo e médio curso da bacia. Culturas voltadas para a produção comercial do eucalipto, em grande escala, foram mapeadas no médio curso da bacia hidrográfica, com acréscimo em relação aos anos anteriores.

Figura 33 – Relação entre pastagem e formações florestais em área.

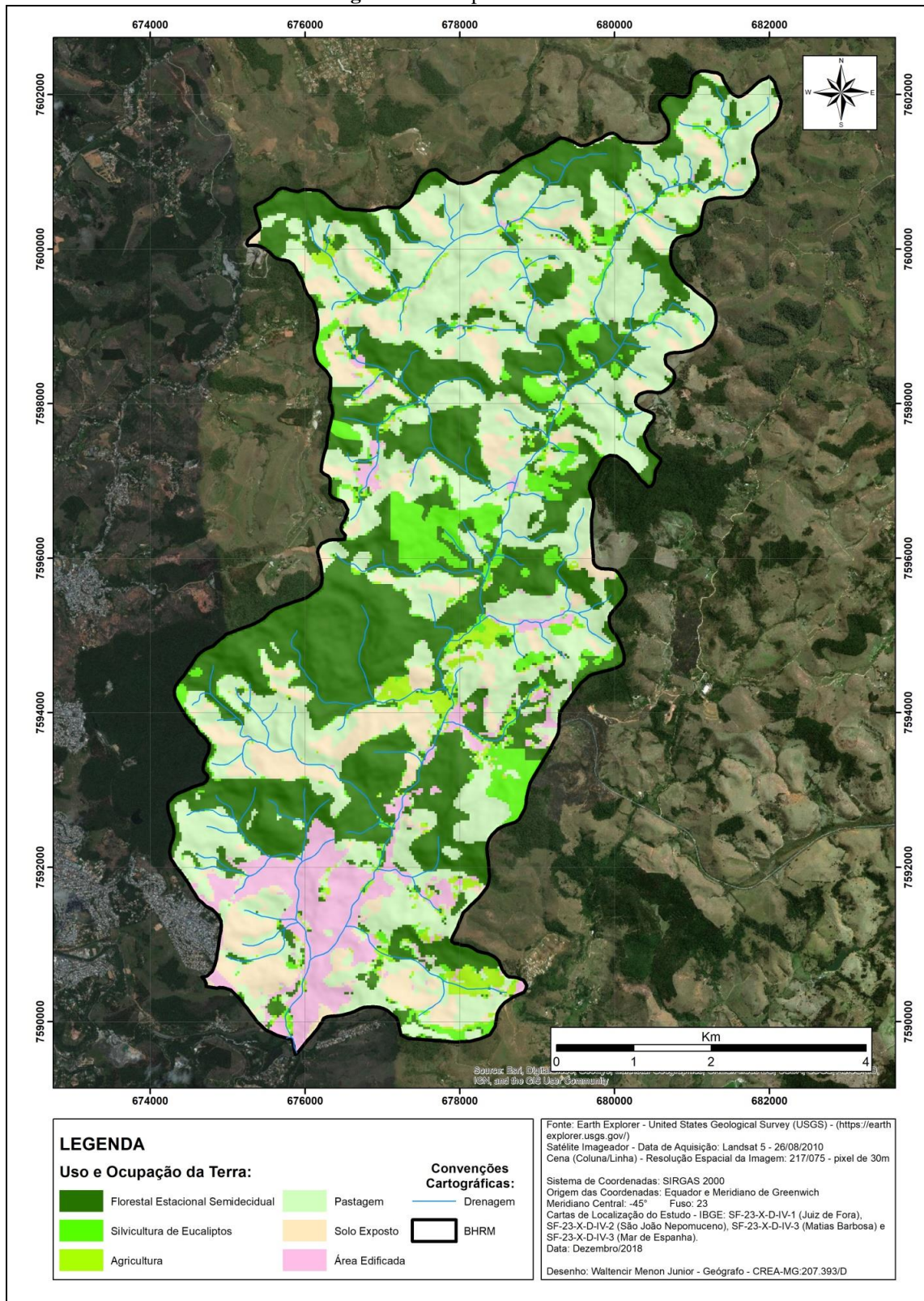


A configuração paisagística das monoculturas (reflorestamentos homogêneos), localizados na porção centro-leste e nordeste da bacia hidrográfica, quando articulada a políticas de planejamento e zoneamento ambiental, podem ser projetadas para mitigar impactos negativos (conversão de habitats biologicamente diversos em sistemas de baixa diversidade) sobre a biodiversidade e as funções dos ecossistemas, principalmente por meio das políticas de uso da terra e planejamento da paisagem. É neste aspecto que se torna fundamental a quantificação da estrutura da paisagem (mapeamento do uso e cobertura) objetivando subsidiar o desenvolvimento das políticas ambientais, particularmente através do pagamento aos produtores rurais pelas áreas conservadas na propriedade e produção de serviços ecossistêmicos.

Um exemplo é o programa Bolsa Verde em Minas Gerais. No entanto, programas como este são promulgados principalmente na escala da propriedade rural, sugerindo uma lacuna óbvia nos processos de endereçamento que ocorrem dentro de um contexto paisagístico mais amplo. Nesse sentido, o importante para práticas profícuas de planejamento é buscar encontrar um equilíbrio entre a conservação do ecossistema e a produção agrícola entre as paisagens, sugerindo dentre outras medidas, práticas de produção sustentável, ou seja, práticas de eliminação de pesticidas e fertilizantes sintéticos e criação de áreas com

heterogeneidade de habitat, o que apoiaria os fluxos biogeoquímicos do sistema e as funções dos ecossistemas da área.

Figura 34 – Mapa de uso da terra 2010.

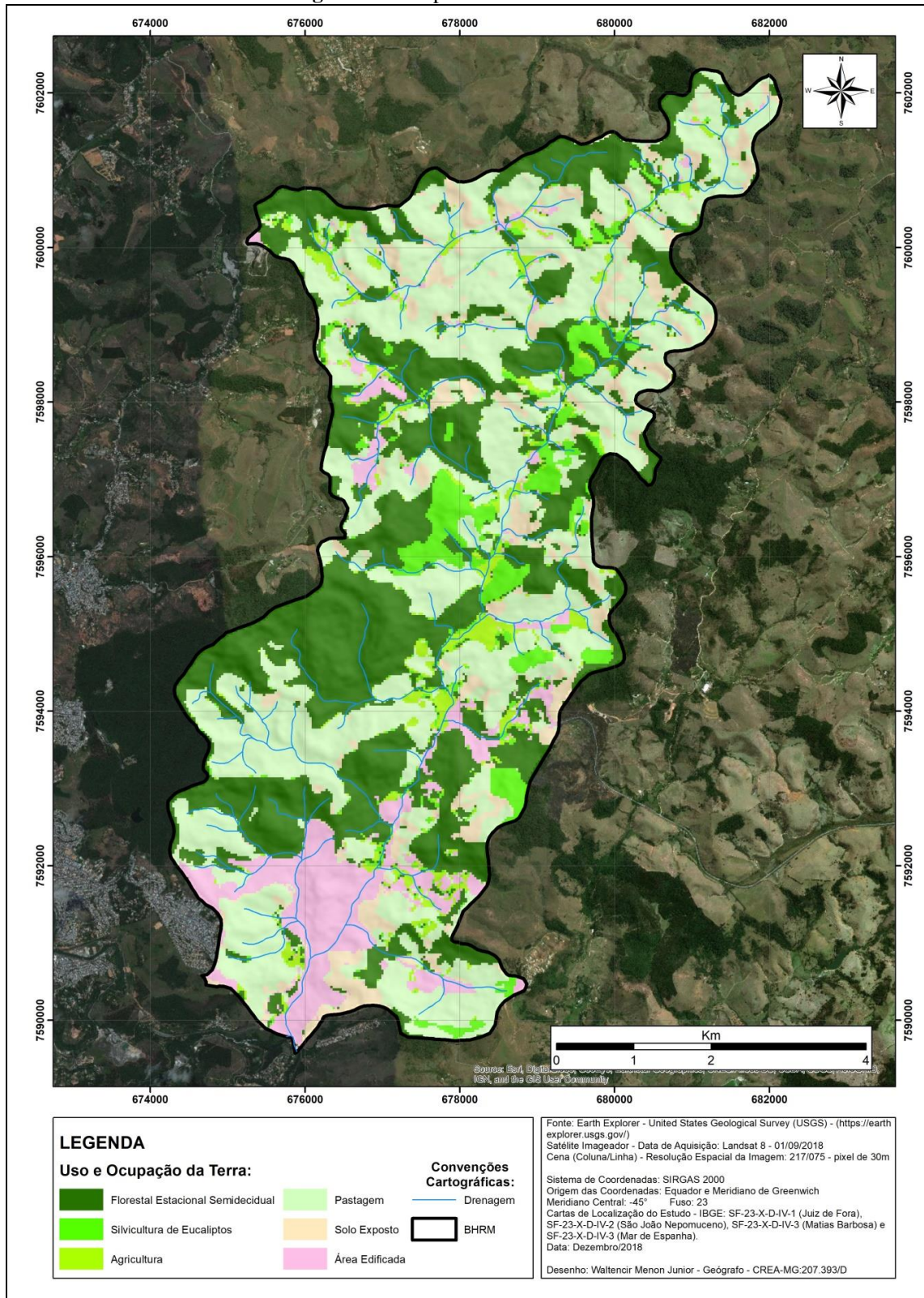


Por fim, a última análise corresponde a 01 de setembro de 2018 (Figura 35). A área edificada aumenta relativamente, passando para 4,30 (Km²) e há diminuição das áreas com solo exposto. O aumento da área edificada na bacia hidrográfica está relacionado a uma intensificação dos processos de urbanização no município e aumento populacional. No entanto, como já foi amplamente comprovado pela pesquisa científica, as cidades modificam profundamente a estrutura e processos dos geossistemas através da fragmentação e desmatamento de florestas (processos necessários à expansão urbana), alterações no clima local e regional, como, por exemplo, o efeito de ilha de calor urbana, emissão de material particulado e conseqüentemente aumento da poluição atmosférica; alterações no ciclo de nutrientes e água, produção de excesso de dióxido de carbono e introdução de espécies exóticas (FOLEY et al., 2005, PICKETT et al., 2011).

Os efeitos ecológicos associados dependem das características espaciais e estruturais do crescimento urbano, sugerindo que os resultados das políticas diferirão entre cidades de diferentes tamanhos e em escalas variadas dentro das cidades. Políticas de uso da terra podem levar a cidades mais sustentáveis através da proteção e adição de áreas destinadas ao reflorestamento com espécies nativas, espaços verdes e outras vegetações (LIN; FULLER 2013; WU 2014). Por exemplo, as características da vegetação (ou “infraestrutura verde”) destinadas a mitigar o escoamento de águas pluviais, como telhados verdes, parques urbanos, árvores de rua e áreas úmidas urbanas, podem aumentar a disponibilidade de áreas vegetacionais e conectividade para organismos terrestres e diminuir os efeitos das ilhas de calor urbanas (BRAAKER *et al.* 2014).

Nas áreas ocupadas pelos fragmentos florestais, foram identificados focos com clareiras, denotando áreas que possivelmente serão convertidas em outros usos.

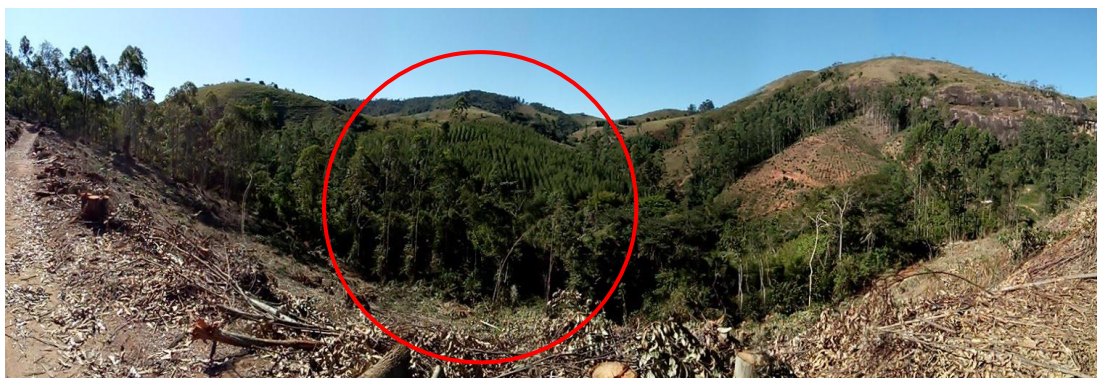
Figura 35 – Mapa de uso da terra 2018.



Quando comparado com os períodos anteriores, o ano de 1999 representa o recorte temporal com as menores áreas ocupadas pelos remanescentes florestais, com um valor em

área de 14,62 km². A análise da evolução histórica do uso e ocupação mostra que as áreas ocupadas pelas formações florestais, pelas pastagens, solo exposto e pela silvicultura de eucaliptos diminuíram no decorrer dos anos, em contrapartida as áreas edificadas e destinadas à agricultura familiar aumentaram. A silvicultura de eucalipto ocupa extensivas áreas do médio curso da bacia (Figura 36). Em comparação aos anos anteriores, essa cultura encontrava-se em espaços isolados e bem demarcados.

Figura 36 – Imagem ilustrativa da silvicultura de eucalipto do médio curso da bacia.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

No alto curso da bacia hidrográfica foram mapeadas transformações significativas relacionadas à atuação dos processos geomórficos. As áreas destinadas a pastagem foram substituídas por solo exposto, com pontos localizados de erosão laminar e linear nas encostas (Figura 38). Foi constatada em alguns setores da bacia hidrográfica, a diminuição significativa da agricultura, especialmente próxima ao médio curso, onde são recorrentes fragmentos florestais expressivos em termos de área. Apesar disso, quando comparado com anos anteriores (Figura 37) estas áreas obtiveram pequeno aumento. Em áreas onde não há manejo das pastagens, processos relacionados à regeneração natural, em estágio inicial foram visualizados. Nestas áreas predominam espacialmente exemplares de árvores pioneiras de poucas espécies, a exemplo das vassouras e vassourinhas.

Figura 37 – Relação entre áreas agriculturáveis e silvicultura em Km².

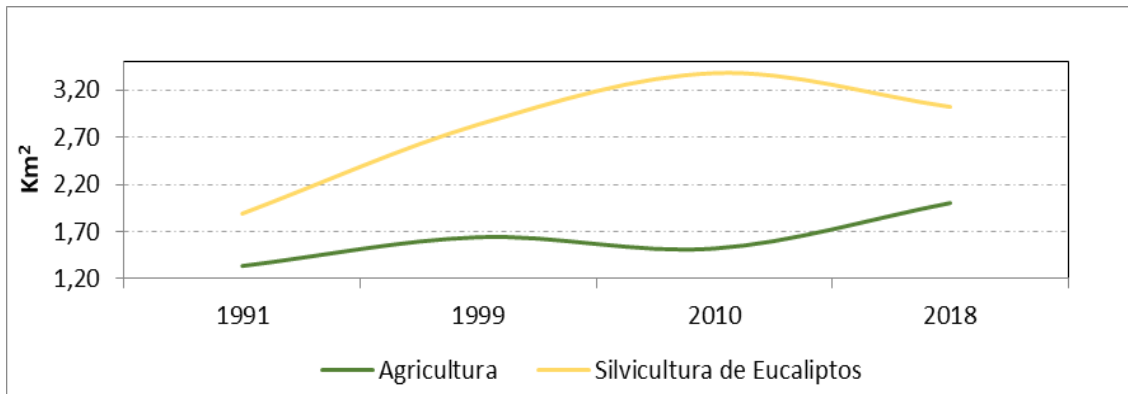


Figura 38 – Fotografia tirada da BR 267.



Legenda: Ao fundo vertentes íngremes e topos florestados. No primeiro plano morfologias mamelonares com processos erosivos aparentes– ravinamentos e marcas de pisoteio de gado nos setores convexos e côncavos da vertente. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/09/2017.

As paisagens são constituídas de componentes abióticos, bióticos e antropogênicos e estão sujeitas a mudanças e desenvolvimentos permanentes. Em países como o Brasil, com uma história de industrialização recente, preocupada, sobretudo com a modernização e crescimento econômico, as paisagens foram submetidas a uma combinação de remoção e fragmentação de habitats, agricultura e silvicultura intensiva, canalização dos cursos d'água, construção de rodovias, indústrias e abandono de áreas degradadas. Contudo, esforços

recentes, preconizados pelas pesquisas e políticas públicas ambientais estão contribuindo para minimizar os impactos decorrentes das atividades humanas em múltiplos aspectos, favorecendo o fortalecimento da articulação entre a sociedade e a natureza através de projetos de conservação e do desenvolvimento local/regional.

Em vias de conclusão da análise, foi possível mostrar as alterações nos geossistemas ao longo do tempo. Ocorreram transformações, seja em acréscimo e redução de áreas florestadas, das áreas destinadas a pastagem e aumento das áreas destinadas a agricultura ao longo dos anos.

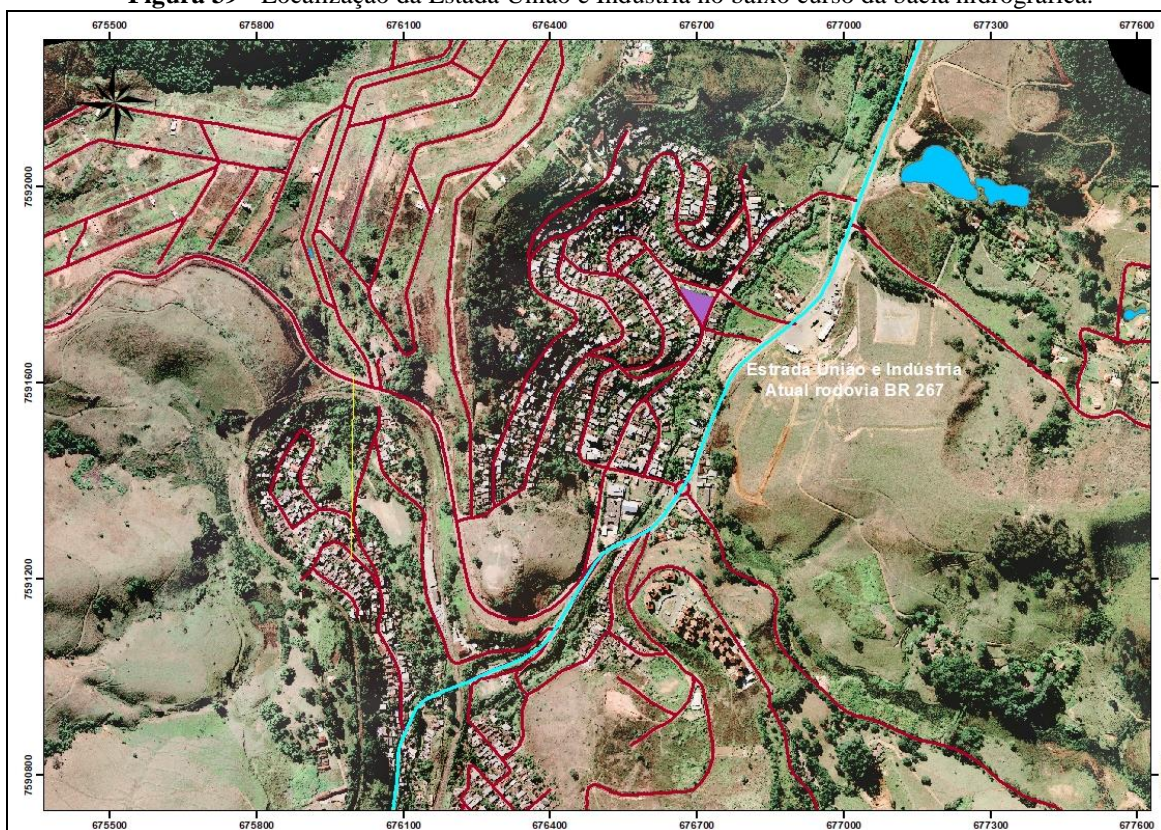
Em outras palavras, a estrutura e função dos geossistemas estiveram associadas às práticas sociais e produtivas da população juiz-forana, ou seja, a espacialidade dos geossistemas, distribuição dos solos, microclimas, espécies, florestas, córregos, influenciou o desenvolvimento técnico do município a partir da construção da primeira hidrelétrica do Brasil, assim como no desenvolvimento de uma formação econômico-social motivada pela modernização e transmissão da energia elétrica, e posteriormente pelos diferentes ciclos produtivos vivenciados pela cidade.

Para finalizar, cabe frisar que foi discutida a dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos a partir das alterações no uso e cobertura, deixando de lado o relevo e outros aspectos da estrutura superficial da paisagem, que, são difíceis de serem reconstituídos com as ferramentas analíticas disponíveis para esta pesquisa. A seguir, foram discutidos o conjunto de relações estabelecidas entre o uso e ocupação da terra, a legislação e impactos observados na bacia hidrográfica em estudo.

4.4 Uso e ocupação da terra, legislação ambiental e impactos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos

A modificação da paisagem na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos começou com a construção da estrada União Indústria na década de 1850 (Figura 39), sendo potencializados após a construção da pequena central hidrelétrica de Marmelos em 1889 no Rio Paraibuna próxima à foz do Ribeirão Marmelos. Esse processo de implementação da energia elétrica em Juiz de Fora entre os anos de 1889 e 1915 foi responsável por estimular o crescimento e desenvolvimento urbano e industrial em nível municipal e local (BARROS, 2008).

Figura 39 - Localização da Estada União e Indústria no baixo curso da bacia hidrográfica.



As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) são definidas por glossários científicos como usinas hidrelétricas de tamanho e potência relativamente reduzidos (ANEEL, 1997). Esses empreendimentos têm, obrigatoriamente, entre 5 e 30 megawatts (MW) de potência e devem ter menos de 13 km² de área de reservatório. Embora a PCH do ribeirão Marmelos (Figura 40) tenha sido construída em uma época onde não haviam exigências ambientais³⁹, atualmente os impactos decorrentes da instalação e operação não podem ser relativizados.

³⁹ No período compreendido entre o final do século XIX e início do século XX o império era o responsável pela outorga de construção e instalação de usinas hidrelétricas, os tramites eram executados sem rigores para concessão dos serviços (CRISTOVÃO, 2014).

Figura 40 – Usina hidrelétrica de Marmelos Zero.



Legenda: O Complexo Hidroelétrico de Marmelos iniciou suas operações com a construção da primeira Pequena Central Hidrelétrica (PCH) integrante dessa estrutura (Marmelos Zero) em 1889 na calha do Rio Paraibuna (próximo à foz do ribeirão Marmelos) na porção sudeste do município de Juiz de Fora. Fonte: CEMIG, 2018.

Neste sentido, previsto pela legislação brasileira, a propriedade urbana e a cidade tem funções sociais, que deverão ser cumpridas pela política urbana⁴⁰, no que diz respeito ao meio ambiente e ao plano de bacias hidrográficas. No que tange aos impactos ambientais decorrentes da instalação e operação de pequenas centrais hidrelétricas, o primordial é que haja gestão ambiental desde as fases iniciais do projeto, passando pela etapa de construção e continuar ao longo da vida útil da usina; a fim de minimizar os efeitos negativos e maximizar os benefícios do empreendimento.

A Lei Federal 6.938/81, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, institui a avaliação de impacto ambiental como um de seus instrumentos, sendo regulamentada pelo Decreto 88.351 (de 1º/6/83), vinculando sua utilização aos sistemas de licenciamento de

⁴⁰ Os documentos relacionados á gestão ambiental existentes no município de Juiz de Fora são: Agenda 21 Local (publicado em 1998), Plano Estratégico (publicado em 2000), Programa de Recuperação Ambiental do Rio Paraibuna, Plano Diretor de Abastecimento de Água da Área Urbana (maio de 1985), Plano Diretor de Limpeza Urbana (abril de 1996) e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (publicado em 2004).

atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente, a cargo de entidades ambientais dos governos estaduais (VERDUM; MEDEIROS, 2006).

A Resolução CONAMA 001, de 23/01/1986 foi fixada para implementar a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) em todo Brasil, estabelecendo competências, responsabilidades e critérios técnicos, diretrizes básicas, além de especificar as atividades obrigatoriamente sujeitas a esses procedimentos, em lista exemplificativa.

Atualmente, as normas jurídicas brasileiras especificam que compete à união a instituição e os critérios de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos. A esta também é designada, explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços e instalações de energia elétrica, bem como o aproveitamento energético dos cursos d'água, em articulação com os Estados, onde se situam os potenciais hidroenergéticos (art.21, XII, "b").

Nessa lógica preconizada pela legislação as análises dos impactos ambientais do empreendimento e de suas alternativas, através da identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando, os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas e sinérgicas, a distribuição do ônus e benefícios sociais devem ser efetuadas via estudos técnicos⁴¹.

Essas posições políticas e a implementação de normas técnicas expressaram ao longo do seu desenvolvimento e aperfeiçoamento a importância de estudos e inventários integrados do ambiente, reforçando a ideia do desenvolvimento de dados e informações quali-quantitativos dos geossistemas nos estudos das diferentes unidades espaciais. Neste contexto, embora a PCH do ribeirão Marmelos seja uma central hidrelétrica de pequena potência, por ser um processo de conversão de energia⁴², pelos equipamentos e características do empreendimento⁴³, causa impactos ao ambiente, benéficos e adversos.

⁴¹ Os termos de referência propostos atualmente pelas autoridades ambientais para elaboração dos relatórios e suas fases intermediárias, são muito amplos e difíceis de serem plenamente atendidos (algumas exigências precisam de pesquisas ou observações preliminares que podem durar anos) (VERDUM; MEDEIROS, 2006).

⁴² O processo de conversão de energia é dinâmico. A energia hidráulica é transformada pela turbina em energia mecânica, e esta é transformada em energia elétrica por um gerador para ser fornecida à demanda por meio de linhas de interligação.

⁴³ Tomada d'água, obra de adução, desarenador, câmara de carga, extravasor, condutos e outros elementos.

As pequenas centrais hidrelétricas são de importância significativa para o desenvolvimento socioeconômico de um município, por esta razão o enfoque e avaliação social são essenciais nos estudos e diagnósticos ambientais. No município de Juiz de Fora, a instalação e operação da PCH Marmelos teve significativa repercussão, inicialmente em função da oferta de energia, e conseqüentemente do aumento da qualidade de vida da população, iluminação pública e força motriz para indústria; e posteriormente em decorrência dos impostos provenientes do empreendimento.

Embora o plano diretor da cidade de Juiz de Fora apresente um planejamento a curto, médio e longo prazos, do uso e ocupação da terra nas áreas do município, no que concerne à ocupação, inclusive de áreas que apresentam riscos à inundação, a ocupação destas áreas por segmentos sociais de baixa renda não foram evitadas. No contexto local, no baixo curso da bacia hidrográfica, os bairros são compostos por segmentos sociais de baixa renda, caracterizados por elevada carência de recursos e por ocupações irregulares nos setores declivosos das encostas e barrancos dos cursos d'água.

Os problemas de degradação ambiental mais recorrente na bacia do ribeirão Marmelos são: qualidade das águas desse rio e de seus afluentes; erosão e assoreamento do leito, o qual é agravado na bacia devida exploração de saibros na região e ocupação irregular (Figura 41).

Figura 41 – Ocupação irregular no baixo curso do ribeirão Marmelos



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/09/2017.

Como salienta Machado (2012), os municípios precisam de um planejamento ordenado das atividades desenvolvidas em territórios sob sua gestão de longo prazo, através do monitoramento da vazão dos cursos d'água, com o escopo de assegurar a possibilidade de captação para abastecimento público e da capacidade atual e futura de diluição dos efluentes nos corpos d'água. O adensamento da população urbana a montante nos cursos d'água pode prejudicar o consumo a jusante.

A partir destas constatações e da carência de estudos e histórico de dados (séries históricas) que permitam a síntese de temas ligados à análise do geossistema, como a descrição dos complexos naturais físicos e dos aspectos humanos, segundo orientações e normas epistemológicas bem delimitadas, como aquela proposta pela teoria geossistêmica, observa-se um comprometimento da qualidade dos estudos, em virtude principalmente da carência de dados e do desenvolvimento desigual das diversas áreas que compõe o quadro de estudos ambientais. Como nos estudos geográficos a dimensão temporal e espacial, principalmente no que diz respeito à distribuição do fenômeno analisado é fundamental para compreensão da problemática, o conhecimento das características e elementos que compõe o complexo natural é igualmente importante no diagnóstico e planejamento do uso da terra. Aliado a isso, a analogia com projetos e estudos que comportam dimensão semelhante ao caso estudado servirão para descrição e interpretação dos padrões espaciais observados. No entanto, muitas vezes o estudo fica restrito ao aspecto estrutural, enquanto que os estudos dos processos e dinâmica é subvalorizado pela ausência de séries históricas.

Por outro lado, é importante frisar que o estudo da estrutura do geossistema, bem como a cartografia e classificação permanecem centrais na Geografia Física, pois são essenciais para a compreensão da organização dos fatores físicos e para verificação do potencial de uso da terra para diferentes contextos espaciais. Nesse sentido, o importante, como demonstrado neste trabalho, é considerar as unidades espaciais geossistêmicas interagindo com os fatores antropogênicos, sendo constantemente alterados pelos agentes sociais. Em uma tentativa de entender a natureza complexa das relações estabelecidas entre os geossistemas e os sistemas socioeconômicos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, foi efetuado um mapeamento e interpretação dos níveis organizacionais do geossistema. Este mapeamento englobou os *grupos de fácies* e *fácies* do geossistema, segundo a proposta de classificação de Sochava (1977).

CAPÍTULO V:

Padrão de distribuição e sínteses dos mapeamentos dos geossistemas

Nas seções anteriores foram discutidos em um contexto geral, através de um resgate histórico dos primórdios do uso e ocupação da terra na área até os dias atuais, a dinâmica socioeconômica a qual a bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos está associada, com enfoque nos últimos tópicos para os impactos decorrentes da implementação das políticas e usos. A partir deste capítulo foram espacializados os grupos de fácies e fácies que compõe a área em estudo.

5.1 Organização espacial dos Geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos

A interpretação das unidades geossistêmicas cartografadas, enquanto sistemas complexos foram efetuados considerando-se um número variável de componentes e elementos bióticos e abióticos, ligados por uma complexa rede de inter-relações que rege o funcionamento desses sistemas. As componentes de um geossistema podem ser entendidas ainda, a partir da tradição russo-soviética, como tipos particulares de matéria (água, solo, vegetação, entre outros), caracterizando-se por uma dinâmica particular, influenciada por outros subsistemas. Por meio dessas inter-relações são formados padrões estruturais, espaciais e temporais nas diferentes unidades escalares passíveis de espacialização e classificação segundo suas propriedades constituintes, como observado em pesquisas de Marques Neto (2016, 2018), Marques Neto *et al.* (2014), Oliveira (2016).

Partindo dessas explicações, verificou-se que os geossistemas cartografados na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos possuem como característica espacial inerente a interpenetração de unidades definidas e delimitadas pela morfologia do relevo e características de uso e ocupação da terra (tipologias de uso urbano e rural). A geometria e arranjo espacial das áreas cobertas por florestas em processo de regeneração natural em setores declivosos das encostas e as áreas que são protegidas da intervenção antrópica pela legislação ambiental são alguns exemplos das interações importantes entre as áreas florestais, o relevo e as políticas ambientais. Além dessas associações, foram observadas as relações entre o material pedológico, as características morfológicas e morfométricas do relevo, e o tipo de cobertura da terra.

Os elementos geossistêmicos cartografados no nível de *fácies* foram definidos como as menores unidades estruturais que podem ser definidas pelo uso atual da terra e características estruturais para a escala utilizada. Desta forma definiram-se os elementos homogêneos e os heterogêneos de acordo com a lógica da estrutura e função desempenhada pelo conjunto. Os resultados apontam para uma diversidade grande de unidades geossistêmicas locais, influenciadas principalmente pelas diferentes unidades morfológicas (orientadas pelas características do relevo local - unidades morfométricas) e pelo aspecto fisionômico da vegetação e do uso da terra. As *fácies* foram agrupadas em cinco *grupos de fácies* e os grupos foram agrupados em duas classes: 1 – Morrarias e serras baixas originalmente florestas; 2 – Morros e planícies urbanizadas do ribeirão Marmelos, visualizados pelo encarte da Figura 41.

Desta maneira, a dimensão espacial dos sistemas ambientais físicos constituiu o aspecto relevante para caracterização e individualização das unidades. Embora o clima não seja elemento materializável e visível na superfície, é elemento fundamental para o entendimento dos fluxos de matéria, energia e informação dos sistemas, e conseqüentemente para interpretação da sua dinâmica, por isso a importância do mesmo na análise das unidades mapeadas. Neste sentido, os dados climatológicos obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) consubstanciaram uma análise do comportamento dos elementos responsáveis pela configuração dos processos dos geossistemas no que diz respeito à precipitação anual e às diferenças térmicas associadas aos diferentes usos da terra na bacia hidrográfica.

Para cada *fácies* mapeada constatou-se um uso da terra em uma associação geo-topo-geológica específica caracterizando um conjunto relativamente homogêneo do ponto de vista da estrutura e dos processos.

As análises foram efetuadas para cada grupo identificado através dos trabalhos de campo e dos mapeamentos com os Sistemas de Informação Geográfica. Objetivando refinar os dados obtidos sobre vegetação foram efetuados levantamentos fitossociológicos na bacia hidrográfica do baixo ao alto curso.

A vegetação é um elemento integrador das condições ambientais. Neste trabalho, o estudo da vegetação, representa a estrutura da formação (aspecto fisionômico, altura, densidade, estratificação) e a sua dinâmica interna (estado atual de equilíbrio e sentido de sua evolução). O recurso gráfico utilizado para a análise da vegetação é a pirâmide. O estudo da pirâmide permite a delimitação de unidades que fazem referência a dependência dos

elementos do geossistema e suas interconexões, permitindo que através das informações fitossociológicas, edafológicas, geomorfológicas e meteorológicas possam ser discutidos a organização e configuração do geossistema, ou seja, reintegrar os temas que foram discutidos na caracterização da área separadamente.

Além de associar a cobertura vegetal ao substrato geológico e a morfologia, pode se discutir como os atributos físicos definem a unidade geossistêmica estudada e tecer relações com a esfera socioeconômica, ou seja, discutir como as atividades humanas atuaram modificando, conservado ou depredando as formações vegetacionais.

Foram realizados, cinco levantamentos fitossociológicos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, seguindo um transecto que se estende do baixo ao médio/alto curso da bacia. Delimitou-se, conforme indicação metodológica de Passos (2003), lotes com um raio de 10 metros e procedeu-se o levantamento dos dados fitossociológicos e biogeográficos.

Os lotes 1 e 2 estão localizados no perímetro urbano do município de Juiz de Fora. Nestes lotes a influência da urbanização é mais evidente sendo percebida no aspecto e estrutura dos fragmentos florestais e presença de espécies de borda. O lote 3 está localizado na passagem do baixo curso para o médio curso da bacia. Nesta área, embora a fragmentação florestal resguarde influências dos processos de urbanização, o uso antrópico rural se faz predominante. O lote 4 está localizado em uma área limítrofe com plantios de eucaliptos, neste setor da bacia a silvicultura é significativa apresentado grande expressão espacial. O lote 5 foi inventariado no alto curso da bacia, onde o uso é predominantemente rural, próximo ao ribeirão Marmelos.

O objetivo dos levantamentos fitossociológicos foi associar os dados obtidos em campo aos dados provenientes dos mapeamentos para identificação das *fácies* e agrupamento em grupos de *fácies*. Para identificação do estágio sucessional das espécies mapeadas em campo foram efetuadas observações referentes à localização, atributos geocológicos e revisão de literatura (hábitos da espécie e ocorrência).

Em síntese, foram constadas as seguintes associações espaciais: nos grupos de *fácies* compreendidos pelos topos convexados e encostas distribuídas, sobretudo no médio e alto curso da bacia os Latossolos são profundos, com o desenvolvimento de horizonte A proeminente quando a vegetação é mais conservada. Nessas áreas ocorrem Latossolos Vermelho-amarelo distrófico típico e Latossolos vermelhos. Os “inputs” de matéria orgânica são mais expressivos nos grupos desenvolvidos sob fragmentos florestais em estágio sucessional médio. Nas extensas áreas de pastagens predominam os Latossolos Vermelho-

Amarelos com o desenvolvimento do horizonte B latossólico típico, com estrutura variando de blocos a granular, espessura acima de 50 centímetros e alta porosidade. Ocorrem ainda Latossolos Vermelho-Amarelos com caráter sômbrico (Perfil 3 do apêndice) onde os horizontes subsuperficiais, AB, com espessura de 27 centímetros, apresenta evidência de acumulação de húmus. Nas fácies de encosta convexas a acumulação coluvial está associada a Latossolos Vermelho-Amarelo profundos. Nas morfologias côncavas, que abrangem os anfiteatros e grotas ocorrem os Cambissolos argilo arenoso nos setores mais declivosos em relevo forte ondulado. Neste grupo, os solos em início de evolução, apresentam um horizonte B incipiente, o qual integra a seqüência A / Bi / C desse perfil. A ocorrência de quartzitos na área influencia na constituição do horizonte C deste perfil (Perfil 1 do apêndice) que apresenta cores mais claras e amareladas. Nos afloramentos rochosos e nas áreas com relevos declivosos desenvolvem-se solos rasos associados a uma vegetação rupícola, os Neossolos litólicos. Nas áreas com relevo escarpado (sudoeste da bacia) ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelo associados a pastagens e matas em regeneração. Nos setores da baixa e média encosta ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo e nos fundos de vale, nas planícies de inundação ocorrem solos hidromórficos, os Gleissolos (Perfil 2 do apêndice) onde há afloramento do lençol freático, com cobertura de pastagens.

No mapa a seguir (Figura 42) foram espacializadas os diferentes grupos de fácies e fácies da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Devido a complexidade identificada para cada unidade de mapeamento espacializada no mapa e ao volume de informações presente na tabela de atributos optou-se por apresentar a legenda expandida separada do mapa (Figura 43).

Figura 42 – Mapa de geossistemas.

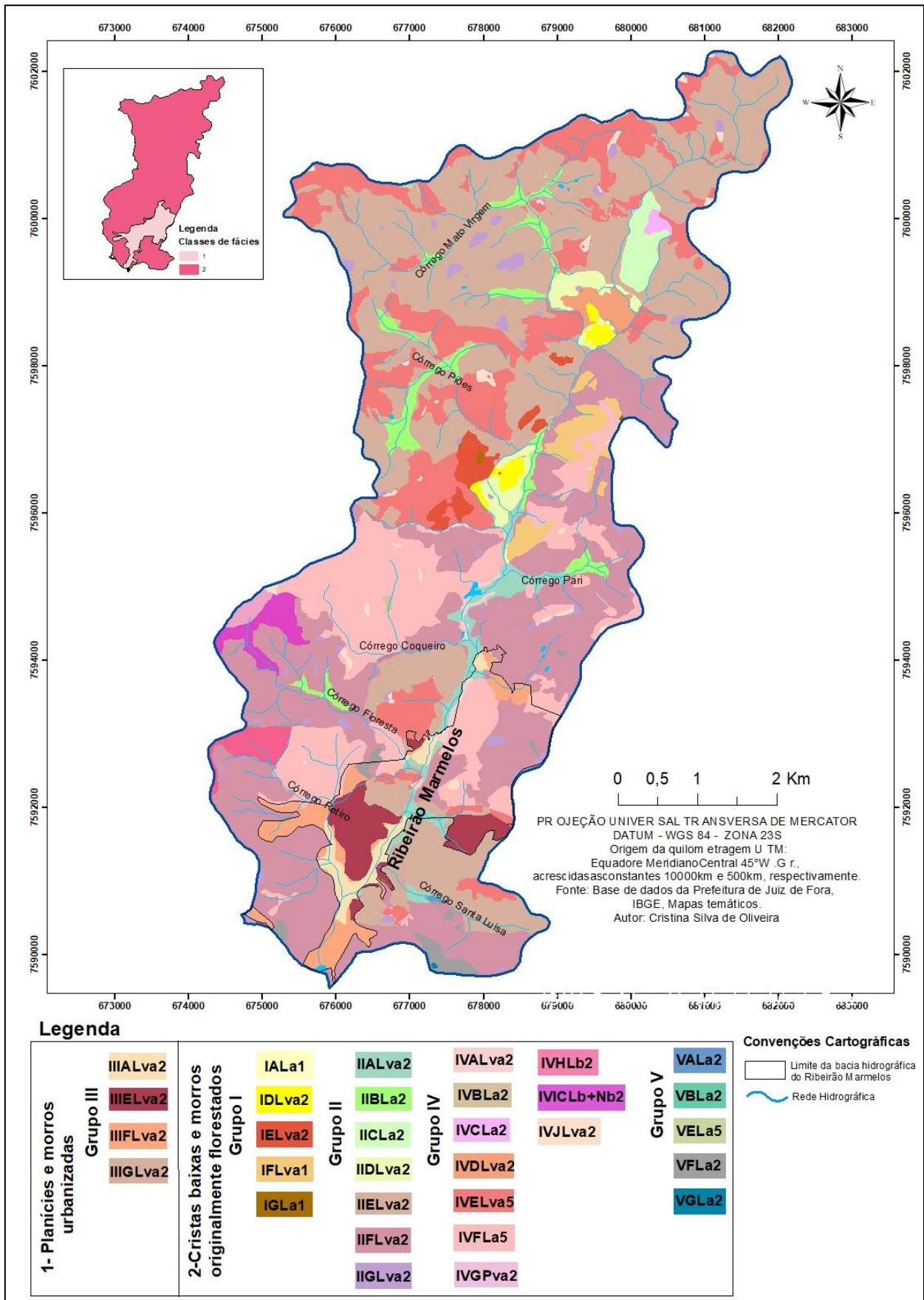


Figura 43 – Legenda expandida do mapa de Grupos de Fácies da Bacia Hidrográfica do ribeirão Marmelos

| | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|-----------|---|--|---|---|
| Domínio Tropical Atlântico | Planalto Oriental - Setor Setentrional da Serra da Mantiqueira Mineira | 2-Cristas baixas e morros originalmente florestados | I | IALa1 | Eucaliptos em planícies de inundação sobre solos hidromórficos desenvolvidos em biotita gnaisse bandado | | |
| | | | | IDLva2 | Eucaliptos em morrotes sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos; Biotita gnaisse bandado | | |
| | | | | IELva2 | Eucaliptos em morros sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | | |
| | | | | IFLva1 | Eucaliptos em degraus estruturais sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Biotita gnaisse bandado | | |
| | | | | IGLa1 | Eucaliptos em topos aguçados sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Biotita gnaisse bandado; Hornblenda-biotita ortognaisse | | |
| | | 2-Cristas baixas e morros originalmente florestados | II | IIALva2 | Pastagens em planícies de inundação sobre solos hidromórficos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos; depósitos quaternários | | |
| | | | | | IIBLa2 | Pastagens em rampas de colúvio/ alúvio sobre latossolo amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita ortognaisse | |
| | | | | | IICLa2 | Pastagens em relevo colinoso sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IIDLva2 | Pastagens em morrotes sobre latossolo amarelo a latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IIELva2 | Pastagens em morros sobre latossolo amarelo a latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IIFLva2 | Pastagens em degraus estruturais sobre latossolo amarelo a latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IIGLva2 | Pastagens em áreas de topos sobre latossolo amarelo a latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises | |
| | | | | IV | IVALva2 | Floresta Estacional semidecidual alterada em planícies de inundação sobre solos hidromórficos desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos; depósitos quaternários | |
| | | | | | IVBLa2 | Floresta Estacional semidecidual alterada em rampas de colúvio/alúvio sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IVCLa2 | Floresta Estacional semidecidual alterada em colinas sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IVDLva2 | Floresta Estacional semidecidual alterada em morrotes sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | IVELva5 | Floresta Estacional semidecidual alterada em morros sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos Hornblenda-biotita, e ortognaises | |
| | | | | | IVFLa5 | Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre latossolo amarelo a vermelho-amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita. | |
| | | | IVGPva2 | | Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Argissolo vermelho-amarelo textura argilosa desenvolvidos, em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises | | |
| | | | IVHLb2 | | Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Latossolo Bruno textura argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises | | |
| | | | IVCLb+Nb2 | | Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Complexo Latossolo bruno + Neossolo textura argilosa arenosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises | | |
| | | | IVJLva2 | Floresta Estacional semidecidual em topos sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises | | | |
| | | 2-Cristas baixas e morros originalmente florestados | V | VALa2 | Solo exposto em áreas de planícies de inundação sobre solos hidromórficos desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | | |
| | | | | | VBLa2 | Solo exposto em áreas de rampas de colúvio/alúvio sobre latossolo amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | VELa5 | Solo exposto em áreas de morros sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Hornblenda-biotita ortognaisse | |
| | | | | | VFLa2 | Solo exposto em degraus estruturais sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | | | | | VGLa2 | Solo exposto em topos sobre latossolo amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | |
| | 1- Planícies e morros Urbanizados | | III | IIIALva2 | Áreas urbanizadas em planícies de inundação sobre solos hidromórficos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos | | |
| | | | | | | IIIELva2 | Áreas urbanizadas em relevo de morros sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos |
| | | | | | | IIIFLva2 | Áreas urbanizadas em degraus estruturais sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaises |
| | | | | | | IIIGLva2 | Áreas urbanizadas em áreas de topo sobre latossolo vermelho-amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos |

5.1.2 Grupos de fácies I

Para o grupo de fácies I foram mapeadas e espacializadas 5 áreas conforme os critérios metodológicos estabelecidos anteriormente são elas:

- Eucaliptos em planícies de inundação sobre solos hidromórficos em biotita gnaisse bandado;
- Eucaliptos em morrotes sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Eucaliptos em morros sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Eucaliptos em degraus estruturais sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa desenvolvidos em Biotita gnaisse bandado;
- Eucaliptos em topos aguçados sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Biotita gnaisse bandado.

Do ponto de vista teórico e empírico, esse grupo é representativo de geocomplexos florestais com espécies exóticas de eucalipto (Figura 44). Integram um povoamento homogêneo, com pouco espaçamento entre as árvores e rápido crescimento. Embora preconizado e estimulado pela legislação brasileira, o plantio de espécies exóticas de rápido crescimento e metabolismo acelerado favorecem que ocorram processos de alteração das características ambientais na escala local porque requerem grandes quantidades de nutrientes e água.

Figura 44 – Plantios de eucalipto no médio curso da bacia



Legenda: A - Área destinada a plantio de eucaliptos em setor declivoso da encosta. B - Imagem Google Earth ilustrativa da geometria definida para os plantios de eucalipto na área (não seguem o sentido das curvas de nível); C - Plantio de eucaliptos e pastagem no alto curso da bacia. Data: 30/06/2019.

A identificação em campo deste grupo foi feita através de um estudo fitossociológico (Figura 45 e Figura 46) do lote número 4 com uma circunferência de dez metros de raio localizado nas coordenadas 678595 E /7595959 N, possuindo uma altitude de 694 metros.

Esta área tem como característica principal ser um reflorestamento de eucalipto destinado a fins econômicos, como a produção de madeira e carvão vegetal para comercialização. Essa espécie apresenta rápido crescimento em solos de baixa fertilidade, comuns em áreas degradadas, e pode fornecer condições favoráveis para a regeneração de espécies nativas, como poleiros e abrigo para aves dispersoras de sementes e sombra para plântulas de espécies tardias na sucessão (SOUZA *et al.*, 2007).

Neste lote, o estrato herbáceo rasteiro tem um grau de cobertura entre 75% e 100%, são representados principalmente pelo Capim-braquiária (*Brachiaria sp.*).

O estrato arbórescente apresenta poucos indivíduos das espécies Bico-de-pato (*Machaerium nycitans*) e Angico (*Anadenanthera sp.*). O estrato arbóreo apresenta abundância-dominância 5 para a espécie de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), ou seja recobrimento

de 75 a 100% do lote e alguns exemplares raros de Jacarandá-de-espinho (*Machaerium hirtum*).

Para análise da sociabilidade, foi constatado que o estrato herbáceo rasteiro está no nível 5, possuindo uma população contínua, destacando-se o Capim-braquiária (*Brachiaria sp.*). O estrato arbóreo está no nível 1, havendo o crescimento das espécies com indivíduos isolados tanto para Bico-de-pato (*Machaerium nycitans*) quanto para o Angico (*Anadenanthera sp.*).

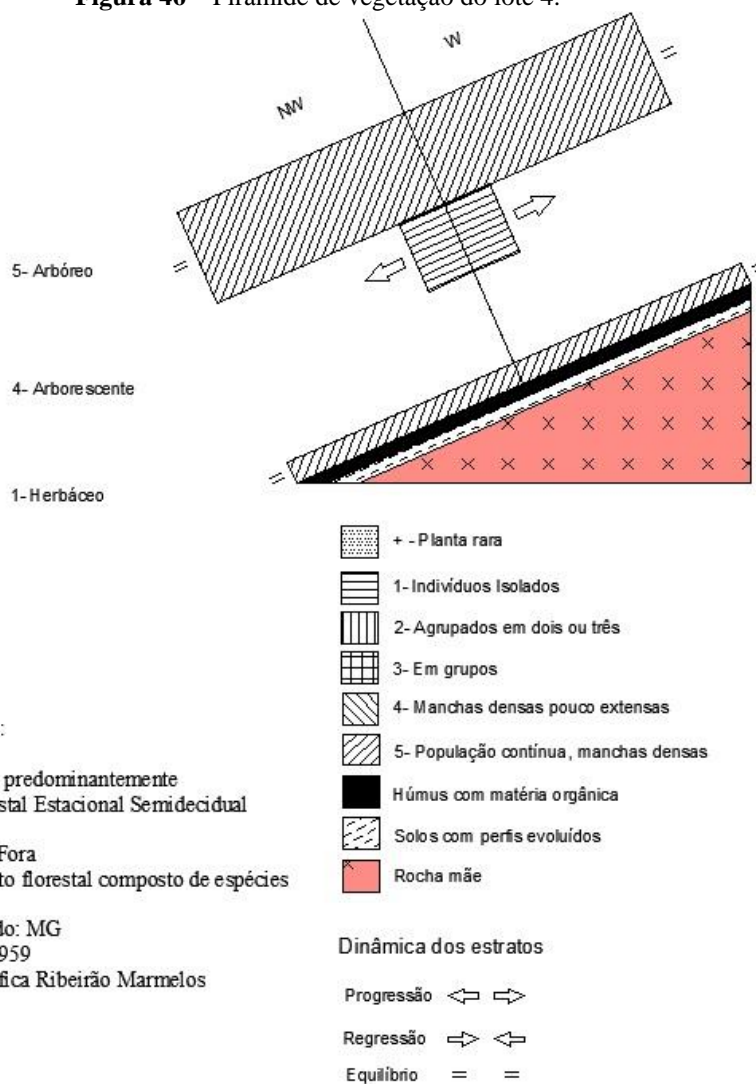
Para estrato arbóreo a sociabilidade é 5 para as espécies de eucalipto, ou seja a população é contínua distribuída em manchas densas e o Jacarandá-de-espinho (*Machaerium hirtum*) sociabilidade 1 crescimento das espécies com indivíduos isolados.

Pelas características do lote constata-se que houve a opção pela implementação do plantio ou reflorestamento do tipo homogêneo (Figura 47). Esse tipo de reflorestamento apresenta aspectos positivos e negativos do ponto de vista geocológico. Sem dúvida, já foi amplamente debatido a importância do apoio ao desenvolvimento das indústrias de base florestal no Brasil com vistas promover o uso sustentável das florestas de produção, sejam nacionais, estaduais, distrital ou municipal e da necessidade de fomentar as atividades de reflorestamento, notadamente em pequenas propriedades rurais. Neste sentido, contrariando estudos que apresentam resultados quali-quantitativos da ineficiência do eucalipto para a continuidade da biodiversidade local, e que os reflorestamentos homogêneos são impeditivos para o desenvolvimento da diversidade de espécies, os estudos de FAO (1987) e Lima (1993) apontam que plantios homogêneos de eucalipto apresentam significativo potencial de desenvolvimento do sub-bosque, indicando um processo de sucessão favorável à recuperação da biodiversidade. No lote 4 foi verificada a ocorrência de espécies como o Angico e o Jacarandá de Espinho e o crescimento de espécies rasteiras nas áreas entre os eucaliptos (Figura 48-A) e a ocorrência de um sub-bosque.

Figura 45 – Ficha biogeográfica do lote de número 4.

| FICHA BIOGEOGRÁFICA | | | | | |
|---|-------------------|--------------------------|---|----------------------------------|-----------------|
| Lote nº 4 | | | | | |
| Formação: Espécies exóticas predominantemente | | | Domínio bioclimático: Florestal Estacional Semidecidual Montana | | |
| Sítio: Zona Rural de Juiz de Fora | | | Série da vegetação: Fragmento florestal composto de espécies exóticas | | |
| Município: Juiz de Fora | | Estado: MG | Coordenadas: 678595 / 759599 | | |
| Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos | | | Data: 08/12/2018 | | |
| ESPÉCIES DE VEGETAIS POR ESTRATO | | | | | |
| ARBÓREO | | | | | |
| | <i>Indivíduos</i> | <i>Altura (m)</i> | <i>Espécies</i> | | <i>Estrato</i> |
| | | | <i>A/D</i> | <i>S</i> | |
| Eucalipto (<i>Eucalyptus sp</i>) | 24 | 20,0 | 5 | 5 | 5 Equilíbrio |
| Jacarandá-de-espinho (<i>Machaerium hirtum</i>) | 2 | 18,0 | + | 1 | |
| | | | | | |
| ARBORESCENTE | | | | | |
| | <i>Indivíduos</i> | <i>Altura (m)</i> | <i>A/D</i> | <i>S</i> | |
| Bico-de-pato (<i>Machaerium nyctitans</i>) | 2 | 2,0 | + | 1 | 2 Progressão |
| Angico (<i>Anadenanthera sp</i>) | 3 | 4,0 | + | 1 | |
| | | | | | |
| HERBÁCEO - RASTEIRO | | | | | |
| | <i>Indivíduos</i> | <i>Altura (m)</i> | <i>A/D</i> | <i>S</i> | |
| Capim-braquiária (<i>Brachiaria sp</i>) | Mancha | 0,5 | 5 | 5 | 5 Equilíbrio |
| | | | | | |
| Húmus/Serrapilheira: Encontrada na área. | | | | | |
| Altitude: 694 | | Declividade 23,7° | | Exposição: noroeste/oeste | |
| Clima: Tropical de Altitude – precipitação de 1500 mm | | | | | |
| Microclima: A área permite a penetração da radiação solar e luz. | | | | | |
| Rocha Mãe: Biotita gnaiss bandado, subordinadamente, granada gnaiss e rocha calcissilicática. | | | | | |
| Solo: Latossolo Amarelo Distrófico húmico, textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado. | | | | | |
| Erosão: Não foi identificado. | | | | | |
| Ação Antrópica: A ação antrópica pretérita removeu a vegetação nativa para conversão do espaço em talhões de plantio de eucalipto, atividade que perdura no médio curso da bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos nas propriedades rurais particulares. Pelos mapeamentos do uso e ocupação da terra da área com a utilização de imagens Landsat e trabalhos de campo, os plantios são anteriores à década de 90. Possuem diferentes idades e uma variedade entre os espaçamentos dos indivíduos. | | | | | |
| Dinâmica do conjunto: O fragmento florestal apresenta pouca diversidade de espécies e habitats, por se uma área que está sendo totalmente modificada para plantação de eucaliptos. Ou seja, está em curso um processo de remoção da cobertura vegetal nativa para implantação de plantios de eucalipto. Grande parte da área não apresenta sub-bosque, apenas gramíneas exóticas. | | | | | |

Figura 46 – Pirâmide de vegetação do lote 4.



Informações Gerais do Lote:
 Lote nº 4
 Formação: Espécies exóticas predominantemente
 Domínio bioclimático: Florestal Estacional Semidecidual Montana
 Sítio: Zona Rural de Juiz de Fora
 Série da vegetação: Fragmento florestal composto de espécies exóticas
 Município: Juiz de Fora Estado: MG
 Coordenadas: 678595 / 7595959
 Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos
 Altitude: 694
 Declividade 23,7°
 Exposição: noroeste/oeste
 Data: 08/12/2018

Figura 47 – Perfil esquemático de um reflorestamento com eucaliptos consorciados com espécies nativas

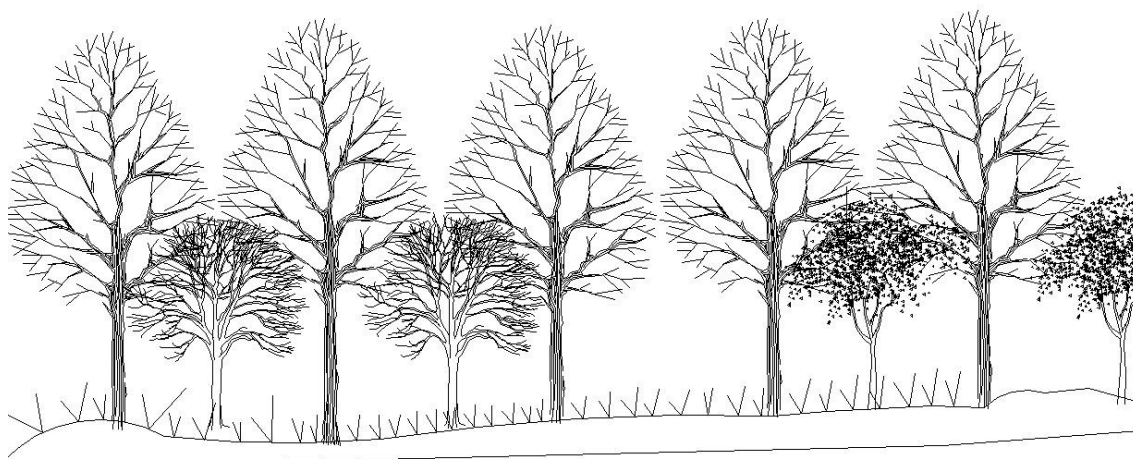
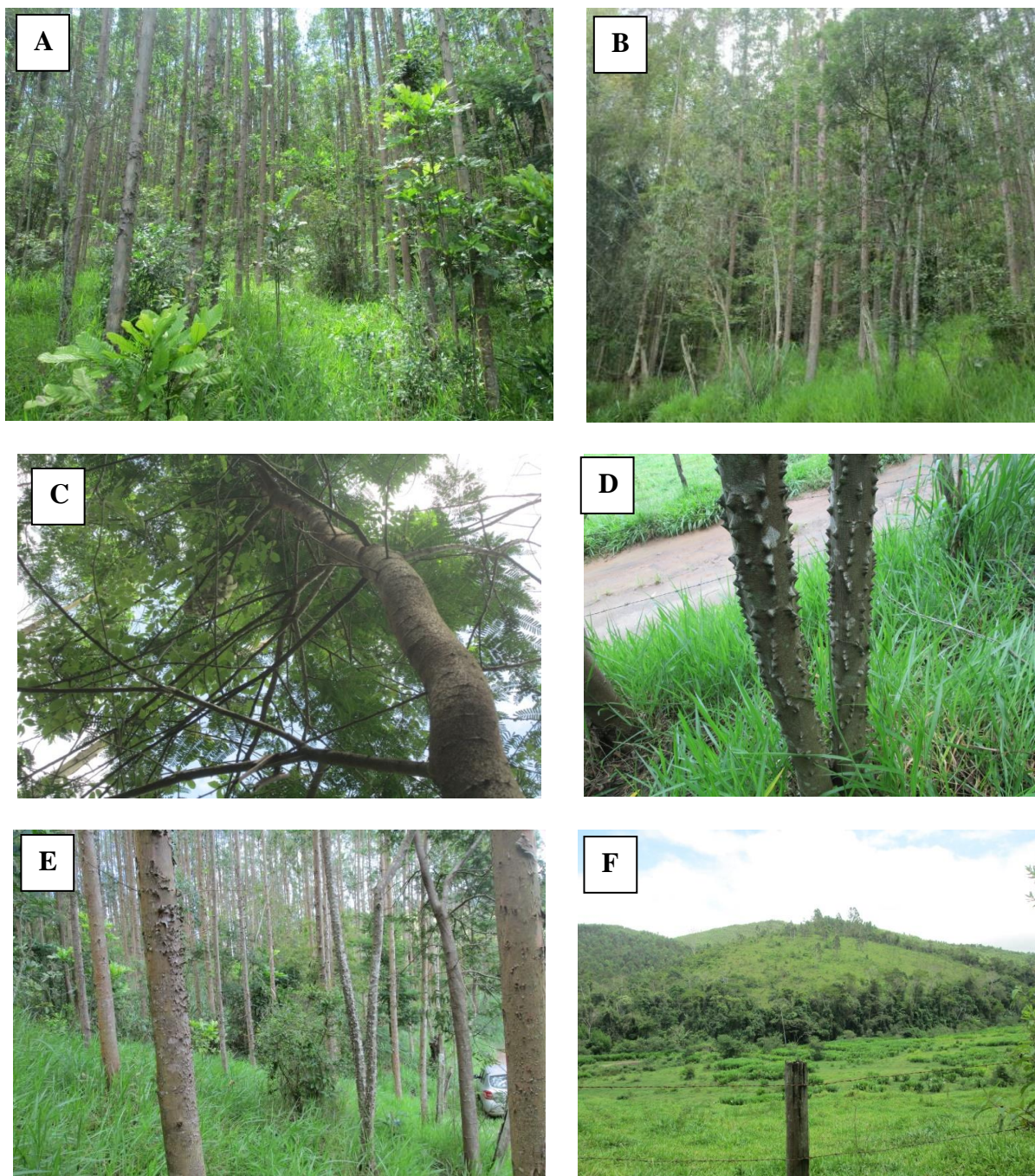


Figura 48 – Fisionomia vegetacional do lote 4 - A – Eucaliptos; B – Dossel do reflorestamento de eucalipto em setor declivoso; C – Eucaliptos; D – Angico; E - Jacarandá de espinho; F – entorno do lote 4.



Legenda: A, B, C - Eucalipto (*Eucalyptus sp*); D- Angico (*Anadenanthera sp*); E- Jacarandá-de-espinho (*Machaerium hirtum*). Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

Na próxima seção da Tese serão elucidados aspectos referentes a espacialização do grupo de fâcies II. Apesar da extensa área ocupada por este conjunto e da variedade de unidades mapeadas, a discussão a seguir enfocou no papel desempenhado pelas diferentes associações que ocorrem neste grupo que foram importantes para sua individualização.

5.1.3 Grupos de fácies II

O grupo de fácies II tem maior expressão espacial na área. Ele compreende os setores da bacia delimitados pelo uso destinado às pastagens. Este grupo ocorre em áreas localizadas nos topos e encostas dos interflúvios, vertentes e nas planícies.

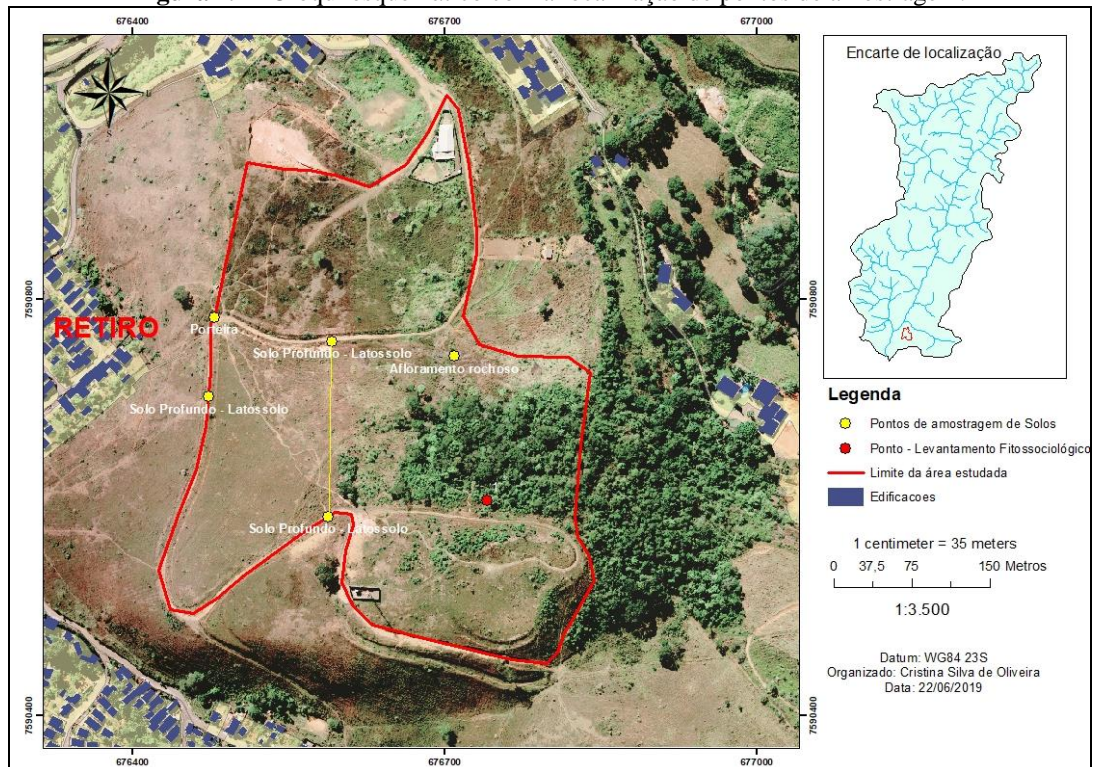
No âmbito classificatório são integrados pelas seguintes unidades ou grupos:

- Pastagens em planícies de inundação solos hidromórficos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Pastagens em rampas de colúvio/alúvio sobre Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita ortognaisse;
- Pastagens em relevo colinoso sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Pastagens em morrotes sobre Latossolo Amarelo a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Pastagens em morros sobre Latossolo Amarelo a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Pastagens em degraus estruturais sobre Latossolo Amarelo a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Pastagens em áreas de topos sobre Latossolo Amarelo a Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita e ortognaises.

Neste grupo desenvolvem-se solos em avançado estágio de intemperização, profundos (oriundos dos processos de latolização), com sequência de horizontes A, AB, B, BC, C com transições graduais. Quimicamente, são solos ácidos, com baixa saturação por bases e distróficos. Além dos solos desenvolvidos, ocorrem na área de abrangência desse grupo de fácies, Neossolos, Cambissolos, Latossolos Brunos e Gleissolos (Figura 50, Figura 51, Figura 52, Figura 53 e Figura 54). Com o escopo de refinar os dados obtidos das fontes oficiais, foram efetuadas amostragens (Figura 49) nas proximidades dos pontos onde foram efetuados

os levantamentos fitossociológicos. O objetivo foi obter uma descrição mais detalhada destes grupos de fâcies.

Figura 49 – Croqui esquemático com a localização de pontos de amostragem.



Nas áreas de ocorrência dos Neossolos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos as *fâcies* rochosas mapeadas aparecem associadas à vegetação rupícola e saxícola, localizada em pequenos platôs e fendas com ocorrência de solos rasos no afloramento rochoso.

Figura 50 – Contexto Geocológico de ocorrência dos Neossolos na bacia hidrográfica em área de ocorrência de Charnokitos.



Legenda: Na área o Neossolo Litólico ocorre nas adjacências de um afloramento rochoso. Este solo caracteriza-se por ser pouco desenvolvido (solo raso), localizado em declive acentuado com presença de rocha. Fonte: Alexander Oliveira. Data: 22/06/2019.

Figura 51 – Localização do Neossolo na área em estudo.



Legenda: Imagem ilustrativa da área de ocorrência dos Neossolos na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Fácies rochosa com vegetação rupícola e saxícola localizada em pequenos platôs e fendas com ocorrência de solos rasos no afloramento rochoso. O desenvolvimento destes solos está relacionado à exposição da rocha as diferenças de temperaturas (altas e baixas); aos processos de dilatação, aparecimento de fissuras na rocha e desagregação dos minerais na superfície, muito comum nos contextos topográficos da Serra da Mantiqueira.

Fonte: Alexander Oliveira. Data: 22/06/2019.

Figura 52 – Gleissolo em área de ocorrência de pastagem.



Legenda: Solo formado em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea. Altitude 686 metros. Espessura do perfil de solo - 40 cm; cor acinzentada indicativa de lixiviação do ferro. Estes solos são distróficos indicados pela legislação ambiental para preservação. Fonte: Alexander Oliveira. Data: 22/06/2019.

Figura 53 – Exposição de perfil de solo evidenciando uma stoneline no setor da média encosta.



Legenda: A - Linha de pedras (stoneline - materiais resistentes à alteração química) presente no interior da cobertura pedológica. Em B Cambissolo háplico saprolítico com elevada pedregosidade em área de relevo ondulado e declividade acentuada. Fonte: Alexsander Oliveira. Data: 22/06/2019.

Figura 54 – Localização do Latossolo Bruno Argiloso em relevo ondulado.



Legenda: Os Latossolos Brunos avaliados na área apresentam cores amarelas avermelhadas (brunadas 7.5YR3/2) com enriquecimento de matéria orgânica na superfície. Por serem profundos, argilosos e muito porosos em condições naturais, não apresentam limitação física ao desenvolvimento radicular em profundidade. Na atualidade está sendo utilizado para cultivo de pastagem. Fonte: Alexsander Oliveira. Data: 22/06/2019.

A relevância do aludido grupo em termos de espacialidade atrela-se as características produtivas e econômicas da Zona da Mata Mineira, onde se detecta o uso da terra rural destinado a produção da forragem para alimentação dos rebanhos bovinos. Amplamente utilizada nas áreas tropicais, a produção de forragem é beneficiada pelas altas temperaturas,

fotoperíodo longo e maior concentração de chuvas na região. Nos períodos chuvosos as gramíneas do gênero *Brachiaria*, segundo Pizarro *et al.* (1996), chegam a acumular de 77 a 90% da produção total de matéria seca em relação ao período da seca, forragem que, normalmente, não é colhida de forma eficiente causando significativas perdas econômicas.

Em Juiz de Fora, mais especificamente na bacia hidrográfica em estudo, as pastagens são a base de alimentação do rebanho bovino, pelo baixo custo quando comparado à alimentação por grão e/ou farelo, por apresentar poucas exigências quanto ao manejo. Esta espécie não possui grandes exigências geológicas, se adaptando facilmente nos mais variados contextos morfológicos da bacia hidrográfica (Figura 55 e Figura 56), desde os setores de planície e fundo de vale, até as áreas de topo das serras rebaixadas da Mantiqueira Setentrional Mineira.

Figura 55 – Vista para as pastagens e árvores esparsas da Fazenda Floresta. No canto superior direito Fragmentos florestais conservados da mata Atlântica constituintes do grupo IV.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Macedo (2002) assinala que as gramíneas do gênero *Brachiaria* foram integradas as condições geoambientais do país e permitiram acréscimos expressivos na taxa de lotação animal e no ganho de peso individual em comparação com espécies nativas ou naturalizadas.

Figura 56 – Vista da BR267 – Paisagens com predomínio do uso antrópico para pastagem e fragmentos florestais esparsos nos topos e nas fronteiras com as estradas.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Embora amplamente distribuídas por toda área em estudo, nota-se a ausência de técnicas conservacionistas quanto aos solos e ao próprio manejo da *bracchiaria*. O baixo faturamento dos pequenos produtores rurais da Zona da Mata Mineira impede que os mesmos destinem parte dos rendimentos da produção leiteira com atividades técnicas e cientificamente fundamentadas, imprescindíveis à proteção dos solos e ao próprio aumento de rendimento das áreas forrageiras. Diante disso, muitas áreas apresentam significativo aspecto de degradação, com processos erosivos variados (Figura 57 e Figura 58) distribuídos em setores das vertentes e mesmo nas áreas de topo de morro.

Figura 57 – Relevo dissecado em morros com presença de processos erosivos laminares.



Legenda: Processo de degradação dos solos iniciado pelo desmatamento da área seguido do uso destinado a agropecuária sem manejo adequado. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Figura 58 – Processos erosivos concentrados na vertente convexa do morro com avanços para os segmentos retilíneos localizado no médio curso da bacia.



Legenda: O aumento do escoamento concentrado das águas pluviais aceleram os processos erosivos que são potencializados pelas características do relevo da área. Em decorrência diminuem a fertilidade do solo e afetam o crescimento das plantas. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Figura 59 – Baixo curso do ribeirão Marmelos com presença de pastagem em solos pouco desenvolvidos nas áreas de preservação permanente.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Com baixa produtividade nas propriedades rurais, as pastagens degradadas proporcionam desempenho animal muito baixo. As principais causas da degradação tem sido a queda da fertilidade do solo, por falta de reposição e manutenção de nutrientes extraídos e o manejo inadequado, como por exemplo, falta de controle da estrutura e condição do dossel forrageiro, uso do fogo (Figura 60 e Figura 61), uso de herbicidas, uso de roçadas sistemáticas e desrespeito ao período de rebrote do capim (COSTA *et al.*, 2009).

Figura 60 – Relação entre as características do relevo, uso da terra e manejo na área em estudo. Setor convexo da vertente com a presença de pastagem queimada decorrente do manejo da cobertura forrageira no período seco.



Legenda: O uso do fogo expõe o solo ao sol, torna a vegetação herbácea mais rala, propicia a mortalidade da micro e mesofauna e com o tempo faz com que a pastagem perda produtividade. Fonte: Arquivo pessoal da autora. Data: 08/09/2017

Figura 61 – Áreas queimadas nas áreas de vale do ribeirão Marmelos.



Legenda: Na Zona da Mata Mineira é comum a utilização do fogo no controle de plantas invasoras. Estas plantas são indicadoras de manejo inadequado da pastagem. Normalmente apresentam atributos ecofisiológicos que auxiliam no seu potencial de infestação e reinfestação e competição por água, luz e nutrientes (PEIXOTO, *et al.*, 2002). Fonte: Arquivo pessoal da autora. Data: 08/09/2017.

Para inverter a lógica de baixa produção e declínio da produção leiteira em Minas Gerais, e conseqüentemente empobrecimento do trabalhador rural, é preciso tornar a atividade atrativa economicamente de forma a promover um incremento significativo da produção. Para

tanto são necessários o desenvolvimento de práticas de manejo adaptadas às condições peculiares das áreas de mares de morro. Ou seja, o cultivo e manejo dos solos não devem ser praticados apenas quando este possui fertilidade (os produtores cultivam o solo até os nutrientes estarem esgotados ou lixiviados depois abandonam a área), mas sistematicamente observando seu ciclo de desenvolvimento e manutenção. Nota-se, portanto, que o abandono de áreas de pastagem atrelado à falta de políticas públicas orientadas às propriedades rurais e ao trabalhador é corresponsável pelo declínio da produção leiteira em Minas Gerais e pela evasão de famílias do campo.

5.1.4 Grupos de fácies III

As áreas urbanizadas constituem o grupo de fácies III. Elas se desenvolveram como parte de um processo econômico, social, cultural e político vinculado ao crescimento da cidade de Juiz de Fora datadas dos séculos XVIII e XIX com as primeiras construções de edificações orientadas para a implementação da estrada União e Indústria e da Usina Hidrelétrica de Marmelos. Embora estas construções vislumbrassem o desenvolvimento e crescimento da cidade, buscando melhorar continuamente o bem-estar do conjunto da população e de todos os indivíduos, atualmente, algumas áreas urbanizadas da bacia hidrográfica representam processos contrários (Figura 62). De maneira sintética a imagem ilustra a desigualdade de acesso à qualidade de vida para as pessoas que ocupam estas áreas.

Figura 62 – Grupo de fácies III – A: Áreas urbanizadas em planícies de inundação. B: Assentamentos urbanos nas encostas íngremes do baixo curso da bacia.



Fonte: Arquivo pessoal da autora. Data: A - 08/09/2017; B - 11/03/2017.

O grupo III integra as seguintes características:

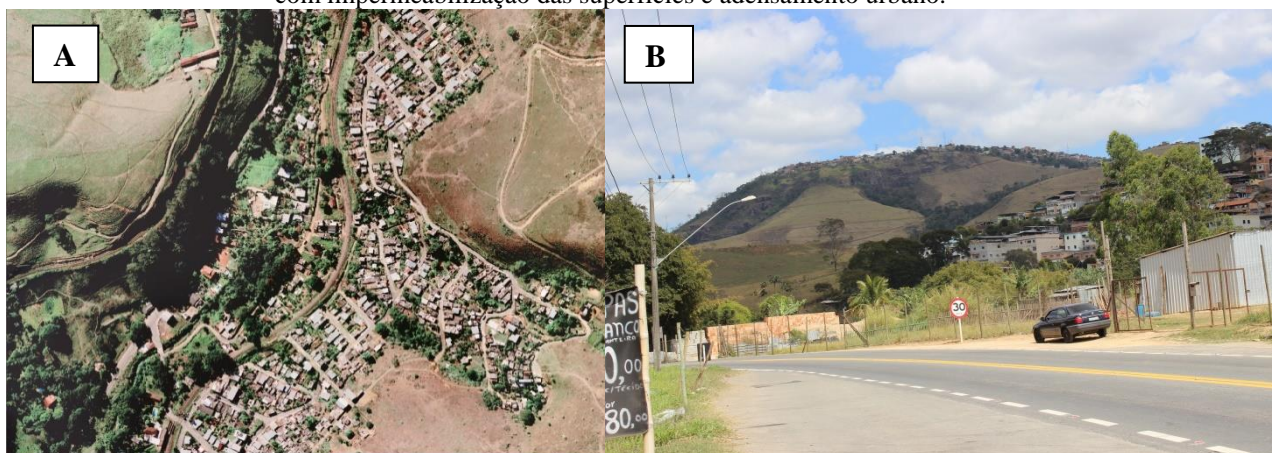
- Áreas urbanizadas em planícies de inundação sobre solos hidromórficos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Áreas urbanizadas em relevo de morros sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Áreas urbanizadas em degraus estruturais sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses;
- Áreas urbanizadas em áreas de topo sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa e muito argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos.

Os sistemas socioeconômicos podem ser visualizados como fornecedores/modificadores dos fluxos de matéria e energia, influenciando na estruturação espacial do geossistema, principalmente através dos espaços fortemente urbanizados da bacia. Nesse geocomplexo, o homem foi responsável pela remodelação e re-organização espacial dos geossistemas principalmente pela atuação na construção das estradas e vias locais e construção das áreas destinadas à habitação. Os grupos III A – a III – G das Figuras 41 e 42 ilustram a espacialidade destes grupos, embora restritos ao baixo curso da bacia são responsáveis por mudanças significativas na estrutura e processos dos geossistemas.

Como exemplo, a impermeabilização das superfícies, alteração do albedo em função das propriedades térmicas dos materiais construtivos utilizados nestes ambientes, modificação no ciclo hidrológico dado por alterações nas taxas de infiltração e evapotranspiração, são exemplos de interações em escala local proporcionadas pela configuração das áreas urbanizadas (Figura 63). Soma-se a isso a homogeneização biótica (resultado de uma homogeização dos habitats); as invasões biológicas, dadas pela introdução, sucesso na reprodução e disseminação para novas áreas de espécies exóticas. Do ponto de vista da Ecologia de Comunidades, as áreas urbanas, com seus múltiplos habitats e elevada entrada de recursos podem ter uma variedade grande de organismos que foram introduzidos e prosperam (ADLER; TANNER, 2015). Além disso, o manejo das áreas verdes urbanas exerce influência fundamental no número de espécies. Isso porque, diferentemente de paisagens naturais, nas áreas urbanizadas, a flora e a fauna, sobrevivem, intercaladas ao ambiente construído, sendo manejada com vistas à estética e à conveniência humana (ADLER; TANNER, 2015).

Além do que foi discutido, as alterações nas entradas e saídas de energia (balanço energético superficial) e os materiais característicos das áreas urbanas afetam a intensidade dos processos que ocorrem nestes espaços modificando os padrões meteorológicos em escala local, provocando dentre outros efeitos, diferenças substanciais de temperatura entre áreas vizinhas o que remete ao entendimento da dinâmica das unidades geossistêmicas mapeadas, pois tanto devido a dinâmica antropogênica quanto a espontânea do sistema ambiental, observa-se um intercâmbio dos estados variáveis e derivados. A esse respeito, Rodriguez e Silva (2019, p.136), citam que mesmo diante do impacto contínuo, observa-se que em muitos casos os processos dinâmicos são reversíveis, o que permite pensar na recuperação da área, se práticas conservacionistas forem implantadas e as tensões forem retiradas.

Figura 63 – Exemplos de organização espacial dos Grupos de fácies III. Predomínio de estruturas antropizadas, com impermeabilização das superfícies e adensamento urbano.

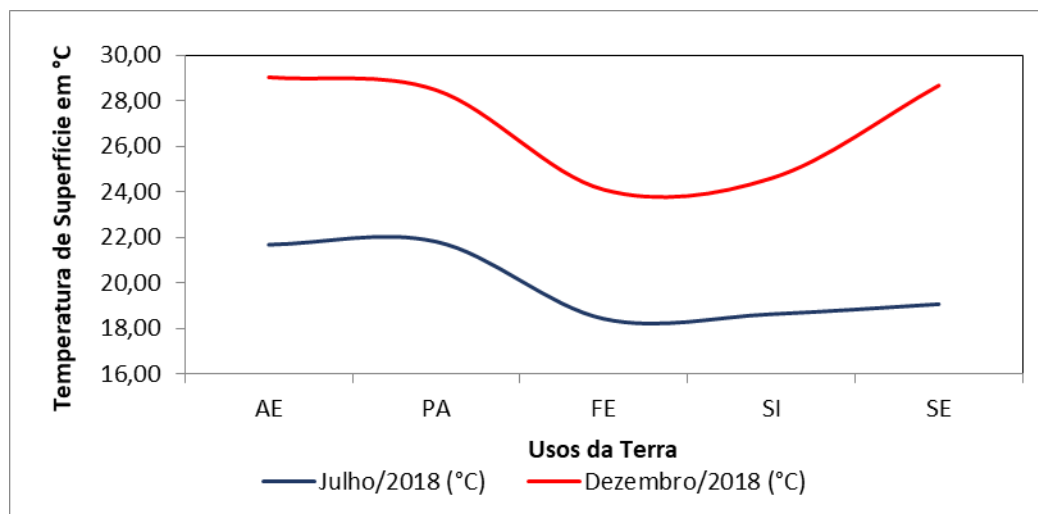


Fonte: A – Prefeitura Municipal de Juiz de Fora; B - arquivo pessoal da autora. Data: A - 2007; B - 08/09/2017.

Em consequência, as áreas dos bairros que circunscvem os grupos de fácies mapeados apresentam características que os diferem dos demais grupos devido ao padrão de edificação, revestimentos e presença de áreas asfaltadas, o que contribui para alterações nos padrões térmicos da área. Além disso, nestas áreas os remanescentes florestais estão fragmentados em manchas pequenas e isolados, o que afeta dentre outras coisas, o padrão térmico da bacia.

As modificações impulsionadas pelos processos de urbanização favoreceram para que sejam visualizados diferentes campos térmicos superficiais na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, com as temperaturas mais elevadas encontradas neste grupo, no grupo de fácies II (pastagens) e no grupo V, nas áreas com solo exposto, conforme o Gráfico 2 da Figura 64.

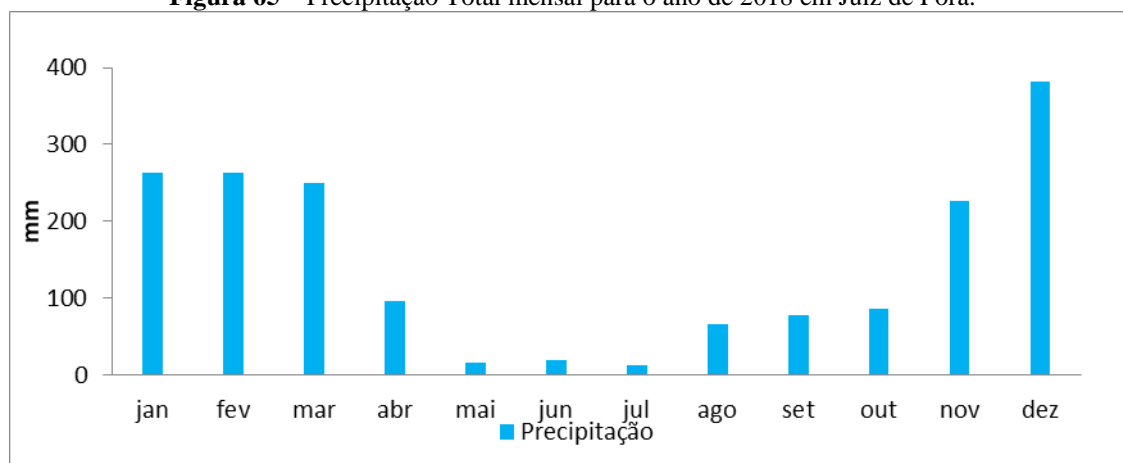
Figura 64 – Médias Térmicas dos usos da Terra na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



Legenda: AE – Área Edificada; PA – Pastagens; FE – Floresta Estacional Semidecidual; SI – Silvicultura; SE – Solo Exposto. Org.: Cristina Silva de Oliveira, 2018. Fonte: Imagem Landsat 8.

As áreas edificadas, com solo exposto e pastagem apresentam temperaturas mais elevadas nos períodos correspondentes à estação do verão e do inverno. No entanto, no período seco, as áreas ocupadas por solo exposto apresentam temperaturas mais amenas, mesmo com totais pluviométricos menores (Figura 65) se contrapondo as altas temperaturas registradas em dezembro (período chuvoso) (Figura 66). Por outro lado, as temperaturas mais elevadas da bacia estão localizadas nas *fácies* com uso destinado as pastagens e uso urbano para os dois períodos analisados. Nos grupos de *fácies* destinados ao uso urbano, as superfícies impermeáveis que caracterizam os ambientes construídos modificam os processos de infiltração e favorecem o aumento da absorção da radiação solar. Nos grupos de *fácies* ocupados pelas pastagens o albedo é menor, favorecendo os processos de absorção da radiação solar. Observa-se que o aquecimento e resfriamento heterogêneos dos diferentes materiais e superfícies constituintes desses grupos são responsáveis pelo comportamento térmico e maiores temperaturas nestes grupos.

Figura 65 – Precipitação Total mensal para o ano de 2018 em Juiz de Fora.



Org.: Cristina Silva de Oliveira, 2018. Fonte: Banco de dados INMET, 2018.

Por outro lado, mesmo nos espaços urbanizados as temperaturas mais amenas estão localizadas nas áreas com florestas e corpos d'água (fragmentos florestais e no fundo dos vales do ribeirão Marmelos e afluentes). Nas praças, jardins e espaços com vegetação rasteira, as plantas exercem o papel fundamental no controle térmico devido à evapotranspiração. Nesse sentido, nos ambientes urbanos, o clima local é alterado em função do uso e cobertura da terra, ou seja, em função das características dos materiais e componentes utilizados para construção dos ambientes, que neste caso apresentam maior capacidade de retenção de energia do que os que constituem o meio rural.

Em Juiz de Fora, Ferreira (2014) em um estudo aplicado ao sítio urbano constatou que a água e a vegetação apresentam valores de albedo e emissividade altos o que contribui para atenuação das temperaturas locais. No modelo proposto para análise das variáveis de cobertura da terra e identificação de microclimas, a cobertura asfáltica, com albedo baixo, ou seja, maior potencial de absorção da radiação foi responsável por influenciar nas temperaturas mais elevadas no centro urbano. Estes resultados relacionados à modificação dos geossistemas urbanos, (taxa de impermeabilização das superfícies, somados a densidade populacional, disponibilidade de área verde, disponibilidade de serviços de infraestrutura urbana, capacidade térmica dos materiais constituintes, qualidade e disponibilidade da água), favorecem para que ocorra uma amplificação dos processos de entrada e saída de energia nesses geossistemas acentuando as diferenças entre estas áreas e o entorno rural.

Figura 66 – Mapa termal da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos em 22/12/2018.

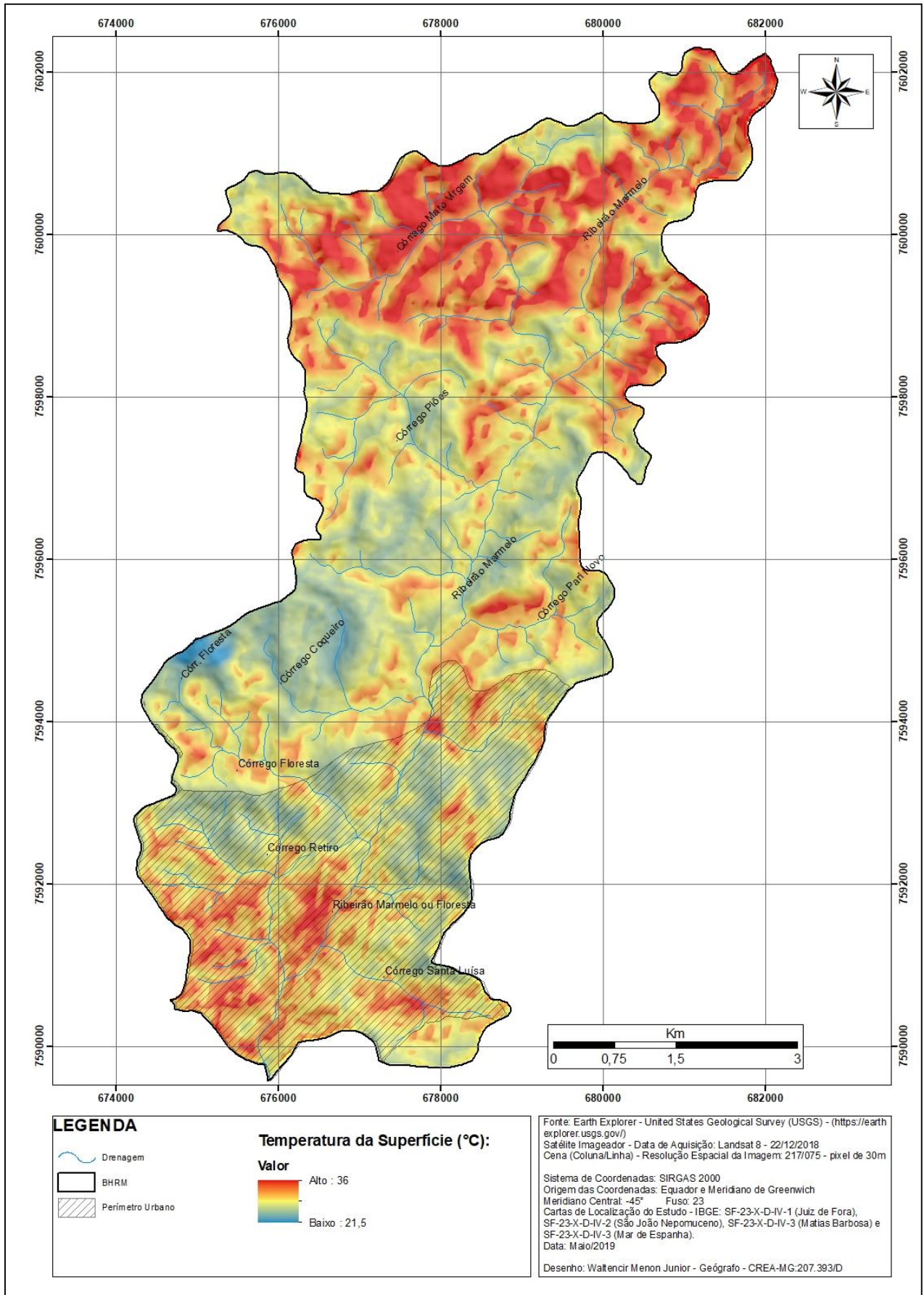
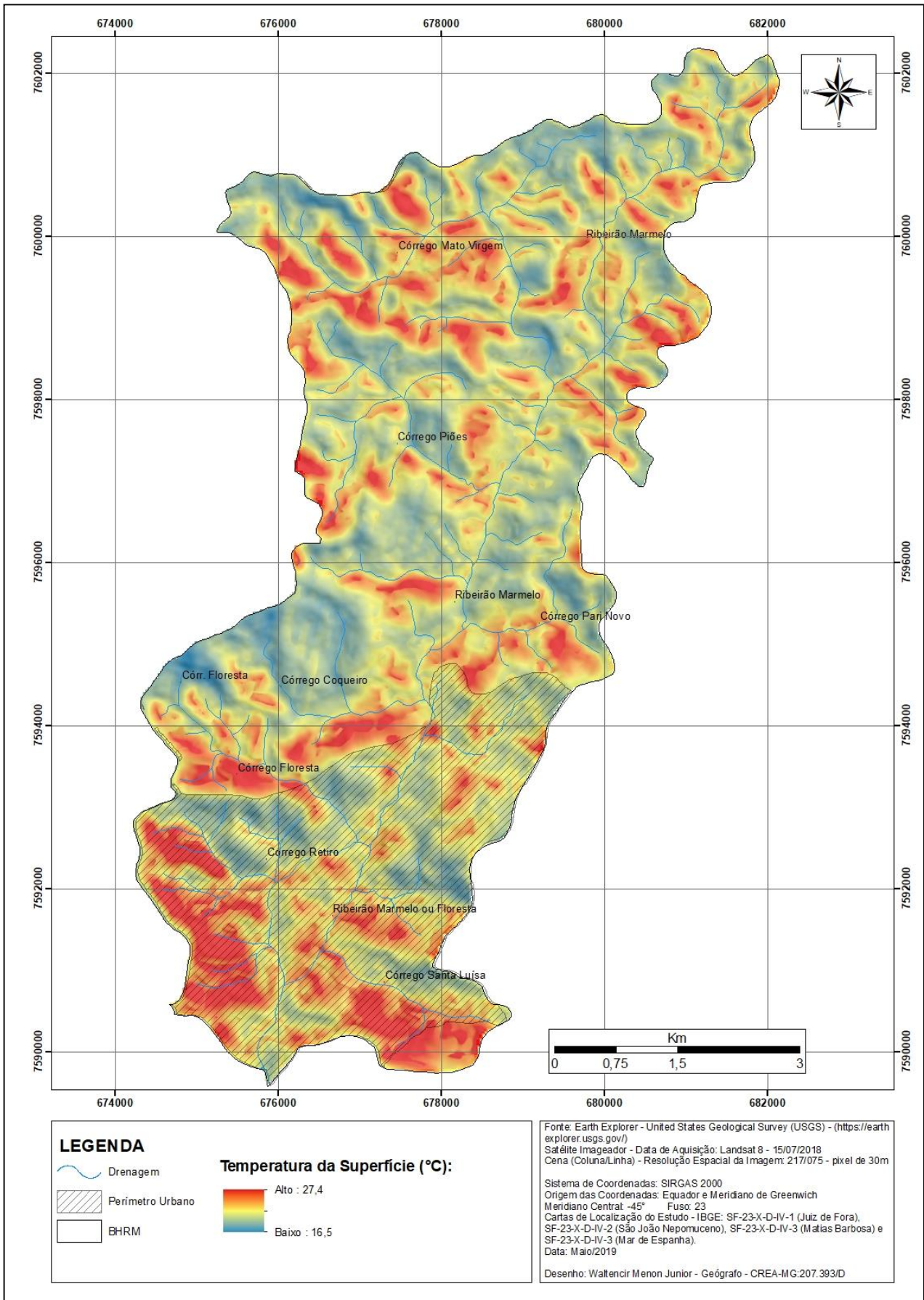


Figura 67 – Mapa termal da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos em 15/07/2018.

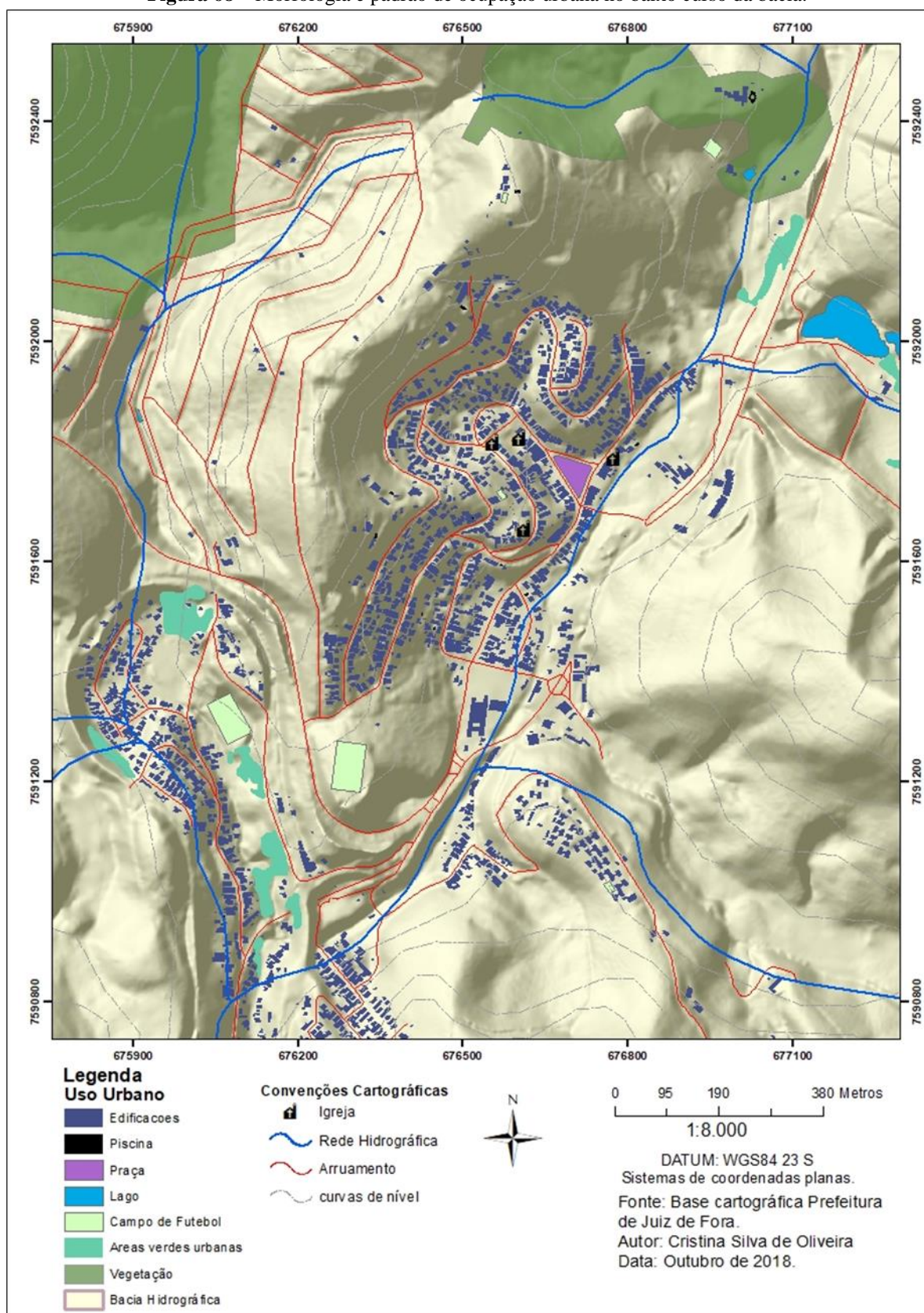


Por outro lado, mesmo nas áreas urbanas, a cobertura vegetal especializada nas praças, acompanhado o traçado das ruas e córregos, campos de futebol e nos terrenos cultivados com plantas ornamentais e hortas, são responsáveis pela atenuação das temperaturas em função do sombreamento e processos de evapotranspiração, conforme demonstrado através da comparação do mapa de uso e cobertura da terra e pelo mapa de temperaturas de superfície das Figura 66 e Figura 67. Nesse sentido, conforme atestado por Mascaró e Mascaró (2001) a vegetação atua com termorregulador microclimático mesmo nas áreas densamente alteradas. Mas não só isso, estas áreas tem um valor estético e recreativo importante para manutenção da qualidade de vida; atenuam os extremos de temperatura, reduzem o barulho e outras formas de poluição e servem de habitats para variadas espécies de animais (ODUM, 1977, NUCCI, 2008).

Além disso, a presença do ribeirão Marmelos contribui para atenuação das temperaturas devido ao papel desempenhado pela água na transferência de energia entre os sistemas ambientais. No entanto, conforme os processos de expansão urbana vão se intensificando, as áreas naturais ou pouco alteradas pelas atividades sociais são substituídas pelas superfícies impermeabilizadas e edifícios, diminuindo o sombreamento e a umidade com desdobramentos na elevação da temperatura de superfície e do ar.

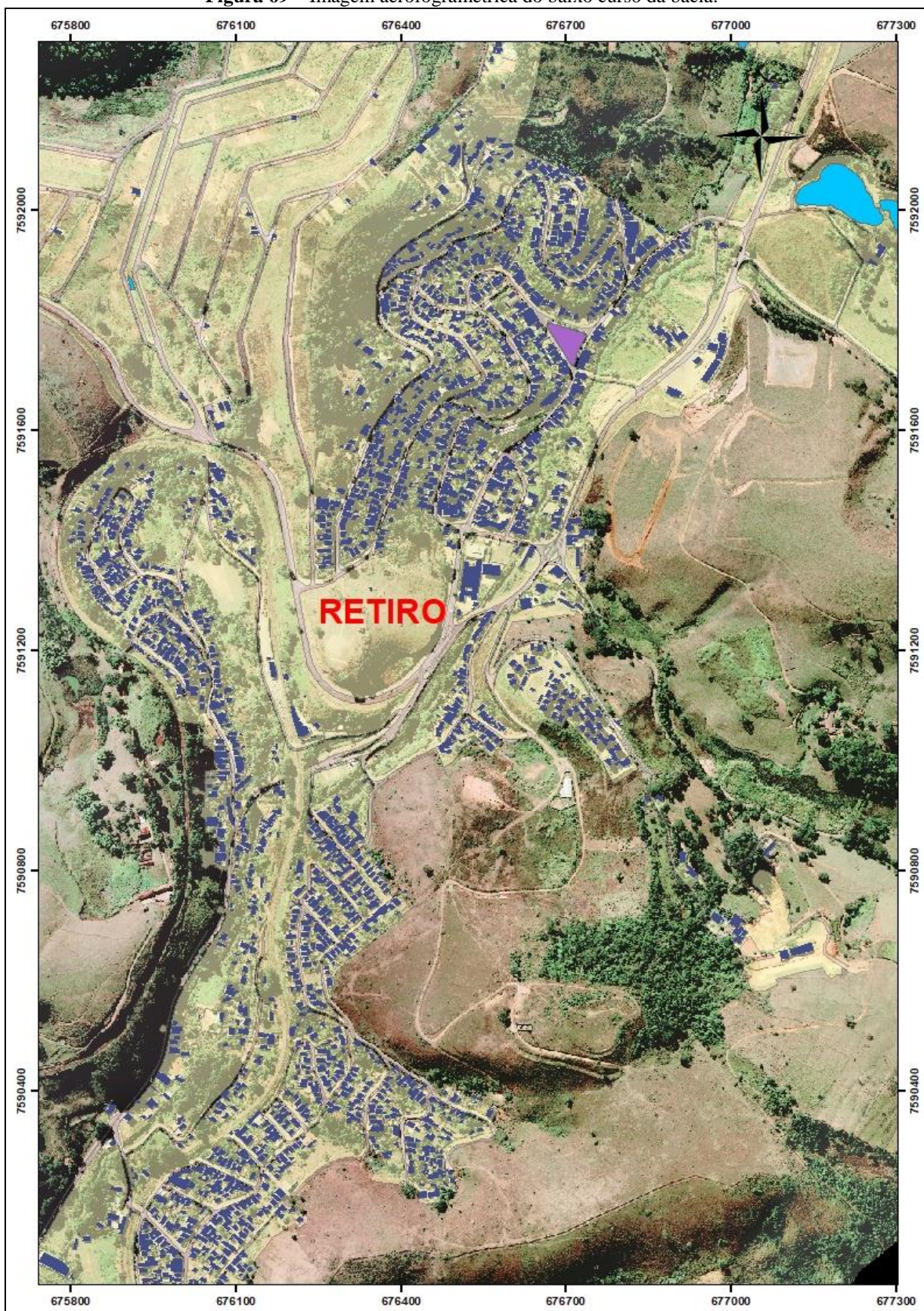
Os mapas termiais (Figura 66 e Figura 67) ilustram os contrastes térmicos estabelecidos entre a área urbana e o entorno. Nestes geossistemas, as estruturas antropizadas, com propriedades físico-químicas variadas atuam como elementos capazes de reter mais calor do que as estruturas ambientais do entorno. Aliado a isso, a geometria urbana (ruas pavimentadas, edificações, templos religiosos e praças) constitui outra característica que define as alterações em nível local desse grupo de fácies (Figura 68 e Figura 69). Outro fator refere-se ao calor gerado pelas atividades humanas, como por exemplo, os processos industriais, meios de transporte e pelas atividades dos habitantes. Embora esse grupo de fácies esteja restrito ao baixo curso da bacia, portanto, ocupando uma pequena área quando comparado com os demais grupos, são significativas as alterações visualizadas em decorrência da poluição dos rios, desmatamentos, alterações na atmosfera local devido ao fluxo de veículos automotores e pela demanda de energia e materiais de áreas circundantes. Por outro lado, nesse grupo são produzidas e exportadas mercadorias e serviços, cultura e bens para as áreas circundantes.

Figura 68 – Morfologia e padrão de ocupação urbana no baixo curso da bacia.



Legenda: Mapa ilustrativo da rugosidade morfológica e urbana e as tipologias de uso no baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.

Figura 69 – Imagem aerofogramétrica do baixo curso da bacia.



Fonte: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora.

Além das referidas modificações os padrões morfológicos são remodelados conforme as necessidades humanas (Figura 70), com conseqüente alteração e intensificação dos processos erosivos. No mapeamento Geomorfológico efetuado para o município de Juiz de Fora Eduardo (2018) identifica feições provocadas pela ação humana na área em estudo, correspondendo aos cortes de estrada, terraceamentos, exposição do afloramento rochoso em decorrência da retirada da cobertura pedológica. Essas alterações tem o potencial de alteração deste grupo de fácies, impondo uma dinâmica regressiva com geomorfogêse associada à ação antrópica.

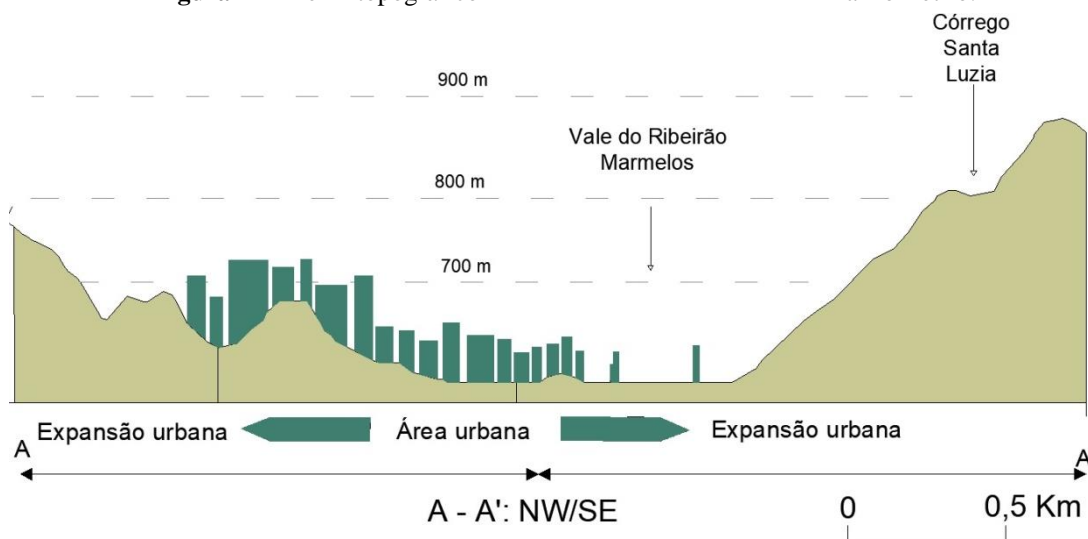
Figura 70 – Uso e cobertura da terra no baixo curso da bacia.



Legenda: Marcas geomorfológicas da atuação humana encontradas em feições do modelado local no baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, tendo criado, eventualmente, um modelado com características antrópicas. Fonte: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora.

O agravamento dos processos ocorre em decorrência da expansão da urbanização para as áreas de morros adjacentes (Figura 71 e Figura 72). No entanto o parcelamento do solo urbano, conforme previsto em legislação específica, determina que os terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades não poderão ser loteados (MACHADO, 2012).

Figura 71 – Perfil topográfico A-A' do baixo curso da bacia – Bairro Retiro.



Legenda: Perfil esquemático do fundo de vale do ribeirão Marmelos no baixo curso da bacia.

Pode, os órgãos competentes estabelecerem condições especiais que venham a dar segurança para as construções, fixar diretrizes que evitem a erosão e que possibilite o trânsito de pedestres e veículos. Além do fator declividade, também é vedado o parcelamento do solo em áreas de preservação ecológica. Como pode ser constatada a diversidade de condições do território brasileiro está prevista pela legislação, falta, contudo, fiscalização e articulação entre os órgãos públicos.

Figura 72 – Urbanização nas áreas de topo de morro e encostas.



Legenda: Na imagem podem ser visualizados vários níveis de dissecação do relevo, com processos morfogenéticos atuantes nos setores convexos das encostas dos morros e áreas de urbanização nos topos. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

As características geomorfológicas da área, principalmente no que tange aos aspectos altimétricos e graus de dissecação, associadas aos diferentes tipos de cobertura da terra,

permite-nos identificar diferentes climas locais. A articulação do mapa de temperaturas de superfície com o mapa de orientação das vertentes e morfológico auxiliou na identificação qualitativa de quatro tipos de topoclima na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos dependentes do relevo local, especialmente da configuração dos terrenos e da exposição desses em relação à radiação solar:

1) Microclima presente nos topos dos morros e das serras baixas caracterizadas por apresentar maior exposição aos ventos devido à ausência de obstáculos, temperaturas mais baixas devido altitude.

2) Microclima de fundo de vale localizado nas áreas de planícies do ribeirão Marmelos e de seus afluentes.

3) clima da vertente sul: Nas faces voltadas para o S, as temperaturas são menores e a umidade maior.

4) clima da vertente norte: os terrenos com faces voltadas para o N são, em média, mais ensolarados, secos e quentes do que as voltadas S.

De todos os padrões espaciais observados na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, a distribuição espacial dos geocomplexos florestais, são os que melhor representam a complexidade das transformações associadas à intervenção social. Neste grupo, as alterações antrópicas transformaram extensas áreas de Florestas primárias em florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais. Na próxima seção foram mapeadas e especializadas as estruturas que representam as conexões estabelecidas entre os elementos que caracterizam o Grupo IV. Na interpretação deste grupo tentou-se responder as seguintes questões: Quais são os padrões de distribuição espacial deste grupo e como são influenciados pelas atividades humanas? Qual é a relação espacial das formações vegetacionais presentes na área em estudo e os materiais pedo-geomorfológicos? Quais relações são estabelecidas entre este grupo que são dinamizadas pela ação antrópica? Qual é o seu estado de conservação e onde estão localizados?

5.1.5 Grupos de fácies IV

Os geocomplexos florestais da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos (IV-A / IV-G) representam a dimensão espacial das áreas com vegetação nativa primária e secundária do bioma Mata Atlântica em variados estágios sucessionais e processos de regeneração natural

ou conduzido. Os levantamentos fitossociológicos foram efetuados em pontos representativos dos grupos correspondente às classes individualizadas no mapeamento.

Grupo IV-A - Floresta Estacional semidecidual alterada em planícies de inundação sobre solos hidromórficos desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos

O grupo IV-A representa os geossistemas espacializados em áreas de planícies de inundação localizados nos baixo e médio curso da bacia. Estas áreas correspondem às feições de relevo planas a suavemente onduladas. São encontrados principalmente no baixo curso da bacia (Figura 73) em faixas do vale fluvial compostas principalmente de sedimentos aluviais, acompanhando o ribeirão Marmelos e seus afluentes. Compreende faixas vegetacionais de mata atlântica localizadas nas áreas baixas e planas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos que se irradiam para os setores de colinas e morros da área. Espacialmente esta unidade possui pouca expressão, estando restrita sua ocorrência em pequenas faixas conforme Figura 73.

Nos setores próximos as calhas dos córregos os processos de gleização são responsáveis pelo desenvolvimento e manifestação de atributos evidenciadores de intensa redução de compostos de ferro em ambientes hidromórficos. Devido a pouca disponibilidade de recursos estes solos localizados não foram espacializados e mapeados em toda extensão da bacia, apenas identificados em descrições morfológicas em amostragens de campo de reconhecimento da área.

O inventário fitossociológico deste grupo foi efetuado no lote de número 2, localizado nas coordenadas 677465 E e 7593105 N, possuindo uma altitude de 615 m, estando próxima a uma rodovia que dá acesso ao bairro Floresta (Figura 74 e Figura 75). Esta área encontra-se muito impactada, pelas alterações ocorridas em decorrência da construção da estrada e dos bairros de entorno. Trata-se de um fragmento em estágio inicial de uma sucessão secundária nas bordas e estágio médio no interior. Os estratos em relação a sua dinâmica estão em estágio progressivo e em equilíbrio dinâmico.

Figura 73 – Pequeno trecho com matas ciliares na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



Legenda: Ao fundo, construções. Fonte: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora - Levantamento aerofotogramétrico. Data: 2007.

Acompanhado o traçado do ribeirão Marmelos (tipologia do canal no baixo curso), estas áreas são mais expressivas em direção a jusante, a medida que diminui a competência do ribeirão para o transporte aumentando a carga depositada e consequentemente as áreas de planície.

Figura 74 – Entorno do ponto 2.



Legenda: Presença de espécies exóticas na borda do fragmento. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

No estrato herbáceo foram mapeadas ervas (espécies não identificadas) e samambaias (espécies não identificadas) com índice de abundância-dominância 4, ou seja, recobrimento de 50 a 75% da parcela. Para o estrato arborescente foram identificados espécies de Bambu (*Bambusoideae*) com recobrimento de 75 a 100% da área (Figura 75). Neste lote foi observada a presença de bambus nas áreas de borda e no interior do fragmento, próximo às trilhas.

O estrato arbóreo encontra-se com recobrimento entre 25% a 50% da parcela. Destacam-se as seguintes espécies inventariadas: Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Figueira-branca (*Ficus doliaria*), Pau-d'alho (*Gallesia integrifolia*), Fedegoso (*Cassia occidentalis*), Jacarandá-de-espinho (*Machaerium hirtum*), Canela-branca (*Nectandra lanceolata*) (Figura 76 e Figura 77).

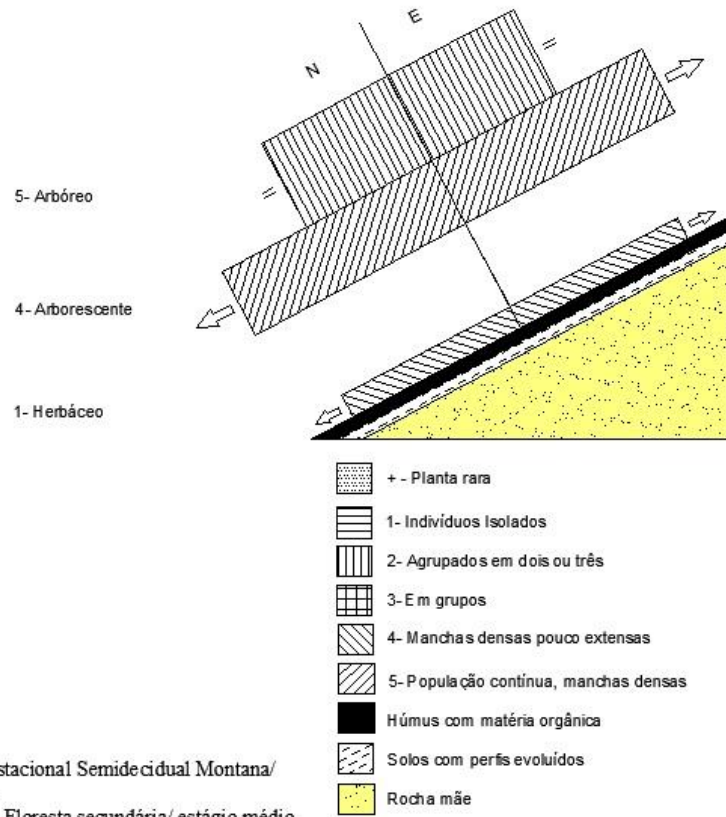
A espécie arbórea *Piptadenia gonoacantha*, pertencente à família Leguminosae-Mimosoideae, é a que apresenta maior recorrência no lote. Esta espécie é recidiva em florestas secundárias, classificada como pioneira (IPEF, 2019); apresenta tronco tortuoso, de casca com cristas aculeadas por toda a extensão. O dossel é irregular, e apresenta crescimento rápido (atingindo até 25 m³/ha.ano aos 8 anos) (MARQUES *et al.* 2009). É indicada para restauração de áreas degradadas e arborização urbana (LORENZI, 2002).

Nos geocomplexos onde aparece, está associada a influência de intervenções de ordem antrópica nas bordas.

Figura 75 – Ficha biogeográfica ponto 2.

| FICHA BIOGEOGRÁFICA | | | | | | |
|---|--|------------------|---|----------------|---|-----------------|
| Lote nº 2 | | | | | | |
| Formação: Floresta secundária | | | Domínio bioclimático: Floresta Estacional Semidecidual Montana/ Floresta Latifoliada Tropical | | | |
| Sítio: Bairro Floresta | | | Série da vegetação: Floresta secundária/ estágio médio nas bordas/avançado interior | | | |
| Município: Juiz de Fora | | Estado: MG | Coordenadas: 677465 / 7593105 | | | |
| Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos | | | Data: 08/12/2018 | | | |
| ESPÉCIES DE VEGETAIS POR ESTRATO | | Indivíduos | Altura média (m) | Espécies | | Estrato |
| ARBÓREO | | | | A/D | S | 3 Equilíbrio |
| Pau-jacaré (<i>Piptadenia gonoacantha</i>) | | 6 | 14,0 | 3 | 2 | |
| Embaúba (<i>Cecropia pachystachya</i>) | | 1 | 12,0 | + | + | |
| Figueira-branca (<i>Ficus doliaria</i>) | | 1 | 10,0 | + | + | |
| Pau-d'alho (<i>Gallesia integrifolia</i>) | | 1 | 8,0 | + | + | |
| Fedegoso (<i>Cassia occidentalis</i>) | | 1 | 7,0 | + | + | |
| Jacarandá-de-espinho (<i>Machaerium hirtum</i>) | | 2 | 8,0 | + | + | |
| Canela-branca (<i>Nectandra lanceolata</i>) | | 1 | 8,0 | + | + | |
| ARBORESCENTE | | Indivíduos | Altura média (m) | A/D | S | 5 Progressão |
| Bambu (<i>Bambusoideae</i>) | | | 3,0 | 5 | 5 | |
| HERBÁCEO – RASTEIRO | | Altura média (m) | Altura média (m) | A/D | S | 2 Progressão |
| Erva (N.I.) | | | 0,5 | 4 | 4 | |
| Samambaias (N.I.) | | | 0,3 | 3 | 4 | |
| Húmus/Serrapilheira: Abundante | | | | | | |
| Altitude: 615 | | Declividade 28° | | Exposição: N/E | | |
| Clima: Tropical de Altitude - precipitação de 1500 mm | | | | | | |
| Microclima: Úmido/florestal | | | | | | |
| Rocha Mãe: Ortogranulito e enderbítico | | | | | | |
| Solo: LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (40%) | | | | | | |
| Erosão: Não foi identificado. | | | | | | |
| Ação Antrópica: Fragmento fortemente modificado pela ação antrópica em vista de destinar-se a ocupação do bairro Floresta. Como característica predominante, a localização em área circundada por uma matriz urbana. | | | | | | |
| Dinâmica do conjunto: O fragmento florestal estudado é constituído de vegetação secundária em área urbana consolidada. Este fragmento foi submetido à ação antrópica intensa, tendo suas características naturais transformadas pela influencia da urbanização e processos associados, como poluição, ruído, corte, queima, dentre outros. | | | | | | |

Figura 76 – Pirâmide de vegetação lote 2.



Informações Gerais do Lote:

Lote nº 2

Formação: Floresta secundária

Domínio bioclimático: Floresta Estacional Semidecidual Montana/

Floresta Latifoliada Tropical

Sítio: Bairro Floresta

Série da vegetação: Floresta secundária/ estágio médio

nas bordas/avançado interior

Município: Juiz de Fora

Estado: MG

Coordenadas: 677465 / 7593105

Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Mamelos

Altitude: 615

Declividade: 28°

Exposição: N/E

Data: 08/12/2018

Dinâmica dos estratos

Progressão ← →

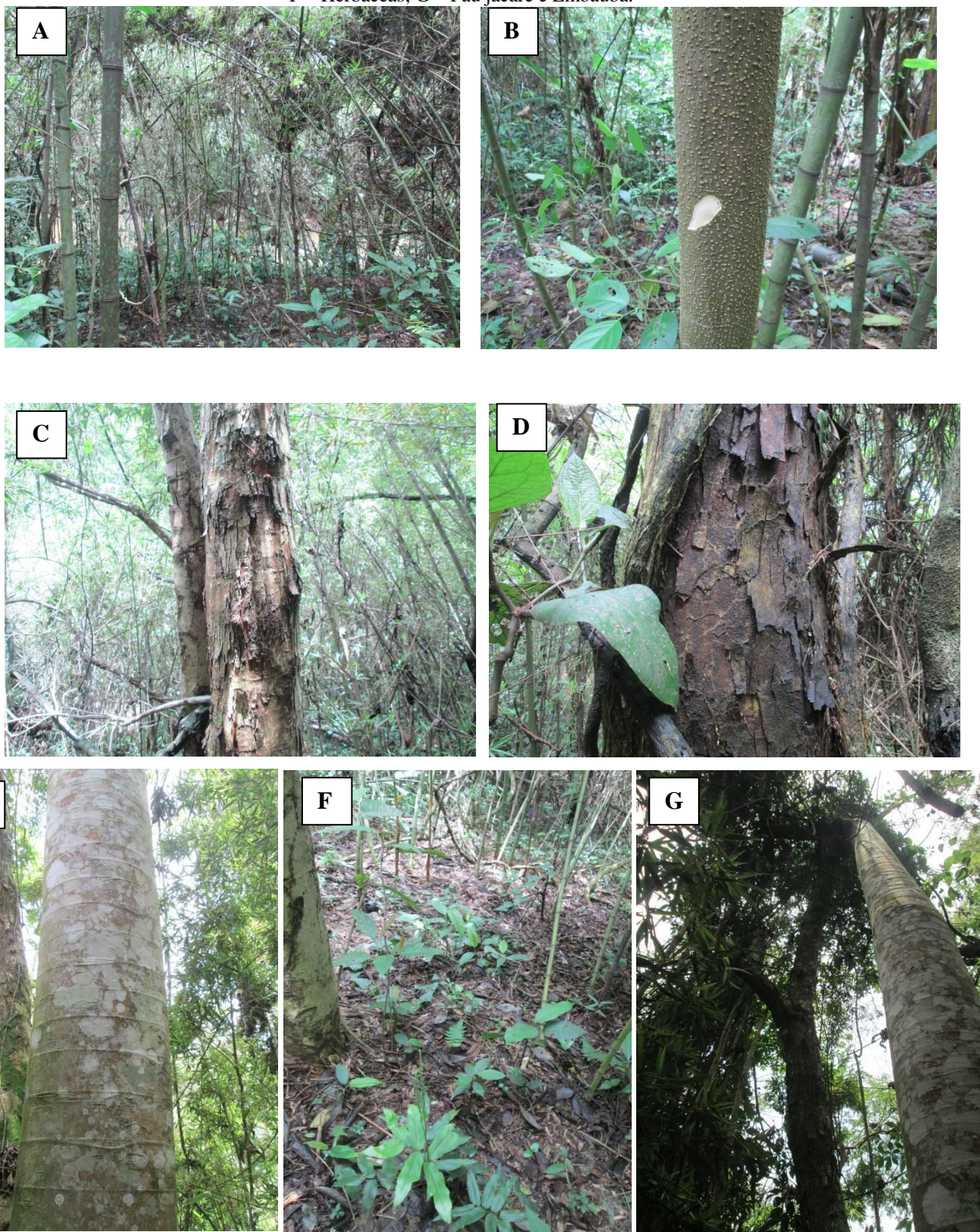
Regressão → ←

Equilíbrio = =



Fonte: Organizado pela autora.

Figura 77 – A - Bambus; 2 – B - Pau d’álho; C – Pau jacaré; D – Ramificação da Figueira branca; E – Embaúba; F – Herbáceas; G – Pau jacaré e Embaúba.



Legenda: A -Bambu (Bambusoideae); B -Pau-d’alho (*Gallesia integrifolia*); C - Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*);D - Figueira-branca (*Ficus doliaria*); E - Embaúba (*Cecropia pachystachya*). Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

IV-B - Floresta Estacional semidecidual alterada em rampas de colúvio/alúvio sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos

Este grupo está localizado na porção noroeste da bacia, na passagem do médio para o alto curso em altitude de 780 metros e declividades de 0 a 12% (Figura 78). Representa as feições de relevo desenvolvidas em rampas de colúvio/alúvio. Superfícies deposicionais (relevo de agradação) em declive constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies fluviais originarias de processos de solifluxão⁴⁴ e escoamento superficial (Figura 79) (DANTAS, 2018).

Figura 78 – Localização do Grupo IV-B.

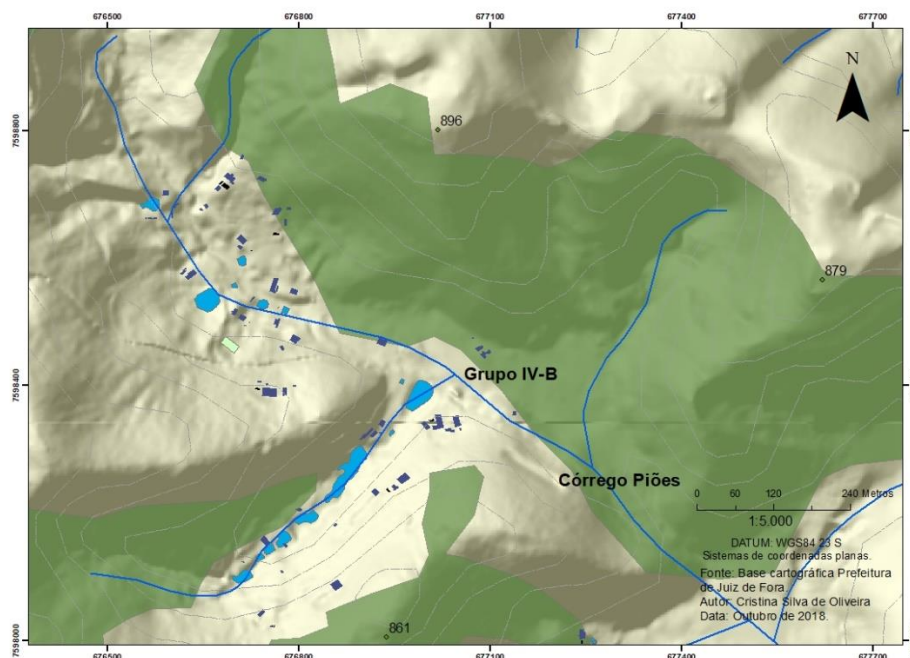


Fonte: Levantamento aerofotogramétrico de Juiz de Fora.

Neste grupo os Latossolos Amarelos distróficos (de baixa fertilidade), desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos, apresentam cor amarelada uniforme em profundidade, textura argilosa ou muito argilosa e elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos).

⁴⁴ Movimento de arrasto lento, sem ruptura, de solos relevo abaixo pela ação da gravidade e, muitas vezes, ativado pela água da chuva infiltrada intersticialmente às partículas argilosas, diminuindo a coesão dessas partículas e tornando a massa de solo mais plástica e densa (GLOSSÁRIO GEOLÓGICO CPRM, 2019). Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/solifluxao.htm>.

Figura 79 – Localização do grupo IV-B: Modelo digital de elevação com sobreposição do fragmento florestal em rampa de colúvio/alúvio.

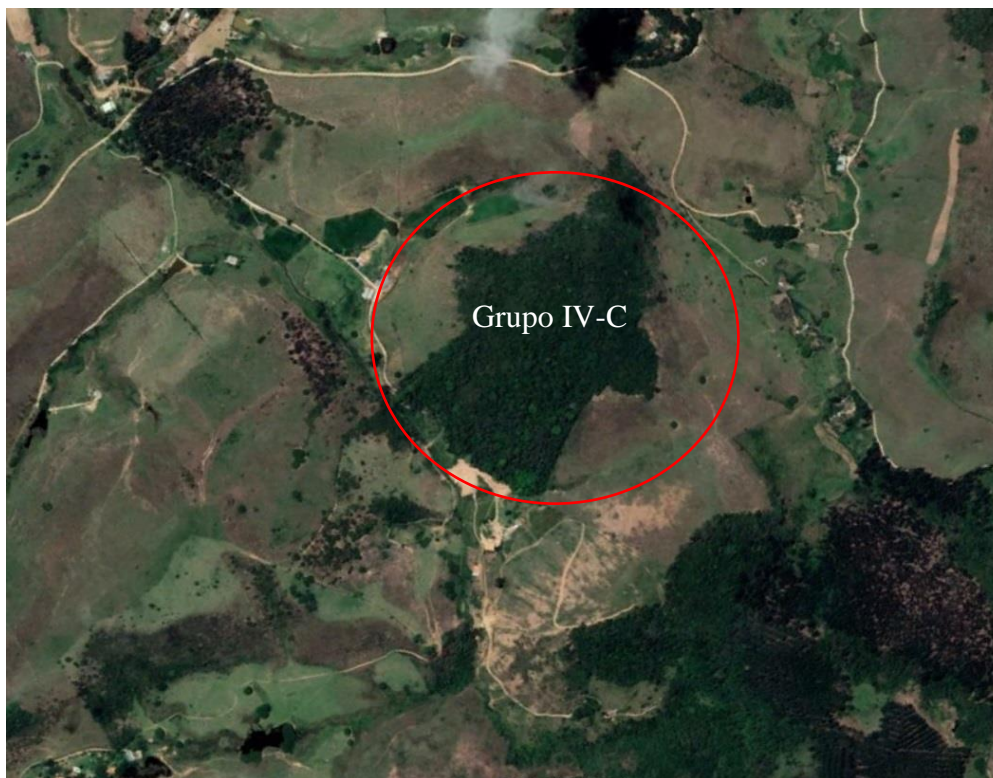


IV-C - Floresta Estacional semidecidual alterada em colinas sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos

O grupo IV-C está localizado no alto curso da bacia em uma altitude entre 760 a 820 metros. Compreende as feições morfológicas caracterizadas pelas baixas elevações e por declividades suavizadas, pouco dissecadas, com vertentes convexas ou convexo-côncavas e topos arredondados, com vertentes de gradiente suave e baixas amplitudes de relevo, 60m (Figura 80). A rede hidrográfica apresenta drenagem com padrão predominantemente dendrítico.

Nestes geocomplexos, as florestas secundárias aparecem em áreas onde os processos pedogenéticos formam solos muito profundos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. Nas áreas de entorno deste grupo, a geomorfogênese é mais intensa devido ao uso destinado às pastagens e às características pedomorfológicas da área. No perímetro da bacia foram visualizados a ocorrência de processos erosivos laminares e concentrados em pontos distribuídos pelos baixo, médio e alto curso da bacia.

Figura 80 – Relevo de colina convexa, com topo arredondado no alto curso da bacia.

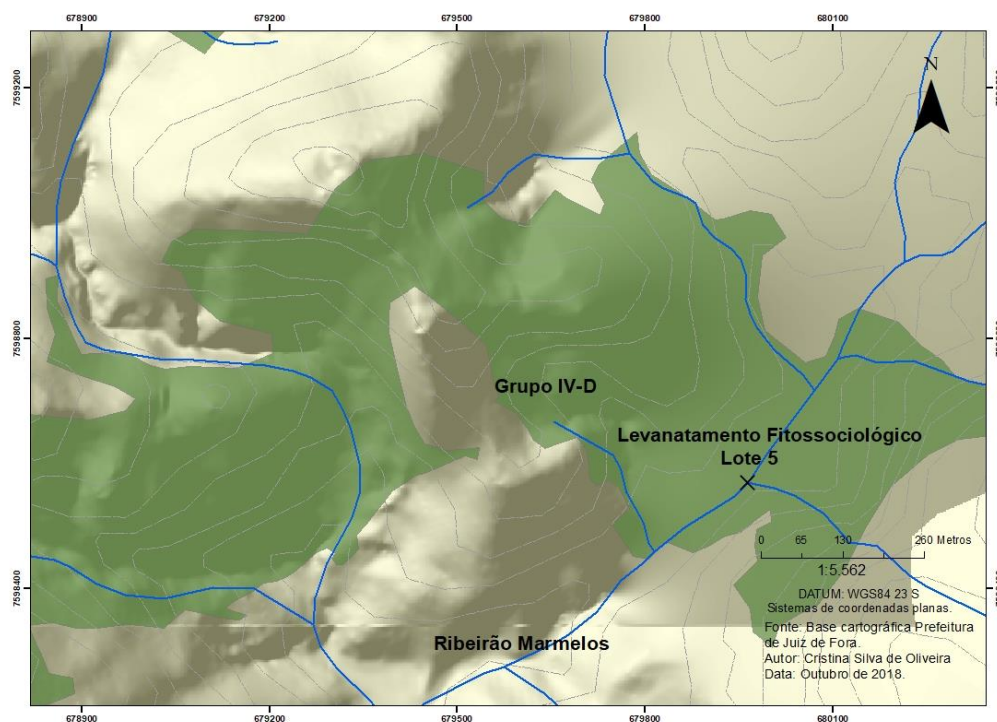


Legenda: Processos erosivos laminares nas adjacências do relevo colinoso. Fonte: Imagem Google Earth. Acesso em 20/06/2019.

IV-D - Floresta Estacional semidecidual alterada em morrrotes sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos

O grupo IV-D desenvolve-se em feições mamelonares de topos convexos e vertentes convexo-retilíneas. O levantamento fitossociológico representativo deste grupo foi efetuado no lote 5 (Figura 81 e Figura 82), localizado nas coordenadas 679476 E e 7598533 N, possuindo uma altitude de 648 m.

Figura 81 – Localização do grupo IV-D



Neste lote foram inventariadas espécies pioneiras – espécies que se desenvolvem em clareiras, nas bordas da floresta ou em locais abertos, sendo claramente dependentes de condições de maior luminosidade, não ocorrendo, em geral, no sub-bosque; 2. secundárias iniciais – espécies que se desenvolvem em clareiras pequenas ou mais, raramente, no sub-bosque, em sombreamento, podendo também ocorrer em áreas de antigas clareiras, próximas às espécies pioneiras; e 3 secundárias tardias – espécies que se desenvolvem em sub-bosque permanentemente sombreado e, nesse caso, pequenas árvores ou espécies arbóreas de grande porte, que se desenvolvem lentamente em ambientes sombreados, podendo alcançar o dossel ou ser emergentes (LEITÃO FILHO, 1993).

No lote estudado, o sub-bosque é composto basicamente pela vegetação herbácea e arbustiva, sendo um nicho de extrema importância para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies que irão constituir os demais estratos da floresta (OLIVEIRA; AMARAL 2005). As espécies de sub-bosque normalmente apresentam todo o ciclo de vida restrito ao interior da floresta, nunca atingindo o dossel. Essas espécies têm a capacidade de ocorrer sob grandes amplitudes de variação de luminosidade (KNOBEL 1995), apresentando melhor desempenho sob o dossel da floresta (GOMES, 1998).

O estrato herbáceo rasteiro tem um grau de cobertura entre 50% e 75% com espécies de samambaias e ervas não identificados. O estrato arbustivo apresenta grau de cobrimento

entre 10% e 25%, com Bico-de-pato (*Machaerium nycitans*) e outras espécies não identificadas.

O estrato arborescente possui um grau de cobertura de 10% e 25%. As espécies inventariadas foram: Bico-de-pato (*Machaerium nycitans*), Ingá (*Inga edulis*), Camboatã (*Cupania vernalis*), Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*).

E o estrato arbóreo apresenta recobrimento 50% e 75% de cobertura para as espécies Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e Eucalipto (*Eucalyptus sp*); recobrimento de 25% a 50% para a Camboatã (*Cupania vernalis*); Aroeira-pimenteira (*Schinus therebinthifolius*) e Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) recobrimento de 10 a 25%, e Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Figueira-branca (*Ficus doliaria*), Guamirim-da-folha-fina (*Myrcia splendens*) com exemplares raros no lote (Figura 82, Figura 83 e Figura 84).

A presença de espécies heliofitas e de eucaliptos é indicativa de intervenção antrópica, com uso pretérito diferente da ocupação atual. Embora a fisionomia arbórea, apresente cobertura fechada no interior do fragmento, formando um dossel relativamente uniforme, com presença de um sub-bosque com árvores emergentes e abundância de epífitas; a permanência de espécies de elevada valência ecológica neste grupo, como as embaúbas, permite a classificação sucessional deste grupo em estágio médio.

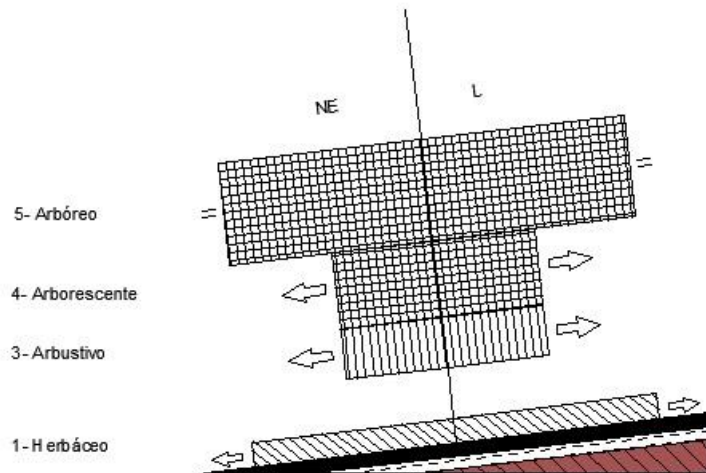
Nestes geocomplexos caracterizados como grupo D, a matéria orgânica abundante formada pela deposição do húmus e da camada de serapilheira é essencial para manutenção da floresta estacional semidecidual desenvolvida em Latossolo Vermelho-Amarelo, um solo pobre do ponto de vista químico. Além disso, essa camada depositada sobre o solo é importante no controle dos processos erosivos, pois atua no suprimento de substâncias agregantes ao solo, suscitando o desenvolvimento de uma estrutura mais estável à ação das chuvas (FACELLI, PICKETT 1991).

Do ponto de vista geocológico, essa camada orgânica presente neste grupo de fácies, atua como importante componente da dinâmica dos geossistema devido ao papel desempenhado nos processos de suprimento de matéria orgânica ao solo e na manutenção da própria formação florestal. Correspondem aos geossistemas cuja intervenção antrópica nos processos de remoção da cobertura florestal provocou uma dinâmica regressiva pretérita da vegetação, mas atualmente encontra-se em estágio de regeneração da vegetação secundária com predomínio da fisionomia arbórea sobre a herbácea.

Figura 82 – Ficha biogeográfica ponto 5.

| FICHA BIOGEOGRÁFICA | | | | | | |
|---|--|------------|--|----------|----------------------------------|-----------------|
| Lote nº 5 | | | | | | |
| Formação: Floresta em regeneração natural | | | Domínio bioclimático: Floresta Estacional Semidecidual Montana | | | |
| Sítio: Área rural de Juiz de Fora | | | Série da vegetação: Fragmento florestal em regeneração | | | |
| Município: Juiz de Fora | | Estado: MG | Coordenadas: 679476 / 7598533 | | | |
| Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos | | | Data: 08/12/2018 | | | |
| ESPÉCIES DE VEGETAIS POR ESTRATO | | | | | | |
| | | Indivíduos | Altura (m) | Espécies | | Estrato |
| ARBÓREO | | | | A/D | S | 5 Equilíbrio |
| Pau-jacaré (<i>Piptadenia gonoacantha</i>) | | 7 | 18,0 | 4 | 3 | |
| Eucalipto (<i>Eucalyptus sp</i>) | | 7 | 25,0 | 4 | 3 | |
| Camboatã (<i>Cupania vernalis</i>) | | 6 | 10,0 | 3 | 3 | |
| Aroeira-pimenteira (<i>Schinus therebinthifolius</i>) | | 4 | 8,0 | 2 | 1 | |
| Açoita-cavalo (<i>Luehea divaricata</i>) | | 4 | 10,0 | 2 | 1 | |
| Embaúba (<i>Cecropia pachystachya</i>) | | 2 | 15,0 | + | 2 | |
| Figueira-branca (<i>Ficus doliaria</i>) | | 2 | 15,0 | + | 1 | |
| Guamirim-da-folha-fina (<i>Myrcia splendens</i> } | | 1 | 8,0 | + | 1 | |
| ARBORESCENTE | | Indivíduos | Altura (m) | A/D | S | 5 Progressão |
| Pau-jacaré (<i>Piptadenia gonoacantha</i>) | | 3 | 5,0 | 2 | 3 | |
| Camboatã (<i>Cupania vernalis</i>) | | 4 | 6,0 | 2 | 3 | |
| Ingá (<i>Inga edulis</i>) | | 1 | 3,0 | + | 1 | |
| Bico-de-pato (<i>Machaerium nycitans</i>) | | 2 | 3,0 | + | 2 | |
| ARBUSTIVO | | Indivíduos | Altura (m) | A/D | S | 2 Progressão |
| Bico-de-pato (<i>Machaerium nycitans</i>) | | 2 | 1,0 | + | 2 | |
| Outros | | | 1,0 | 2 | 2 | |
| HERBÁCEO – RASTEIRO | | Indivíduos | Altura (m) | A/D | S | 4 Progressão |
| Samambaias | | vários | 0,5 | 4 | 4 | |
| Outras ervas | | vários | 0,3 | 4 | 4 | |
| Húmus/Serrapilheira: Abundante | | | | | | |
| Altitude: 648 | | | Declividade 6,8° | | Exposição: nordeste/leste | |
| Clima: Tropical de Altitude – precipitação de 1500 mm | | | | | | |
| Microclima: úmido e com sombra | | | | | | |
| Rocha Mãe: Ortogranulito enderbítico a charnockítico, com tipos gabróicos subordinados. | | | | | | |
| Solo: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (40%) | | | | | | |
| Erosão: Não foi identificado. | | | | | | |
| Ação Antrópica: A presença de espécies de eucalipto neste fragmento florestal demonstra que houve implantação de áreas de florestas composta por espécies exóticas, em decorrência das demandas da indústria por matéria-prima necessária para a produção de celulose, carvão vegetal, móveis e para destinação para siderurgia. | | | | | | |
| Dinâmica do conjunto: A área apresenta uma restrita diversidade de espécies, das quais, as que estão presentes são indicativas de processo de regeneração natural, a maioria em processo de progressão. | | | | | | |

Figura 83 – Pirâmide de vegetação do lote 5.



- + - Planta rara
- 1- Indivíduos Isolados
- 2- Agrupados em dois ou três
- 3- Em grupos
- 4- Manchas densas pouco extensas
- 5- População contínua, manchas densas
- Húmus com matéria orgânica
- Solos com perfis evoluídos
- Rocha mãe

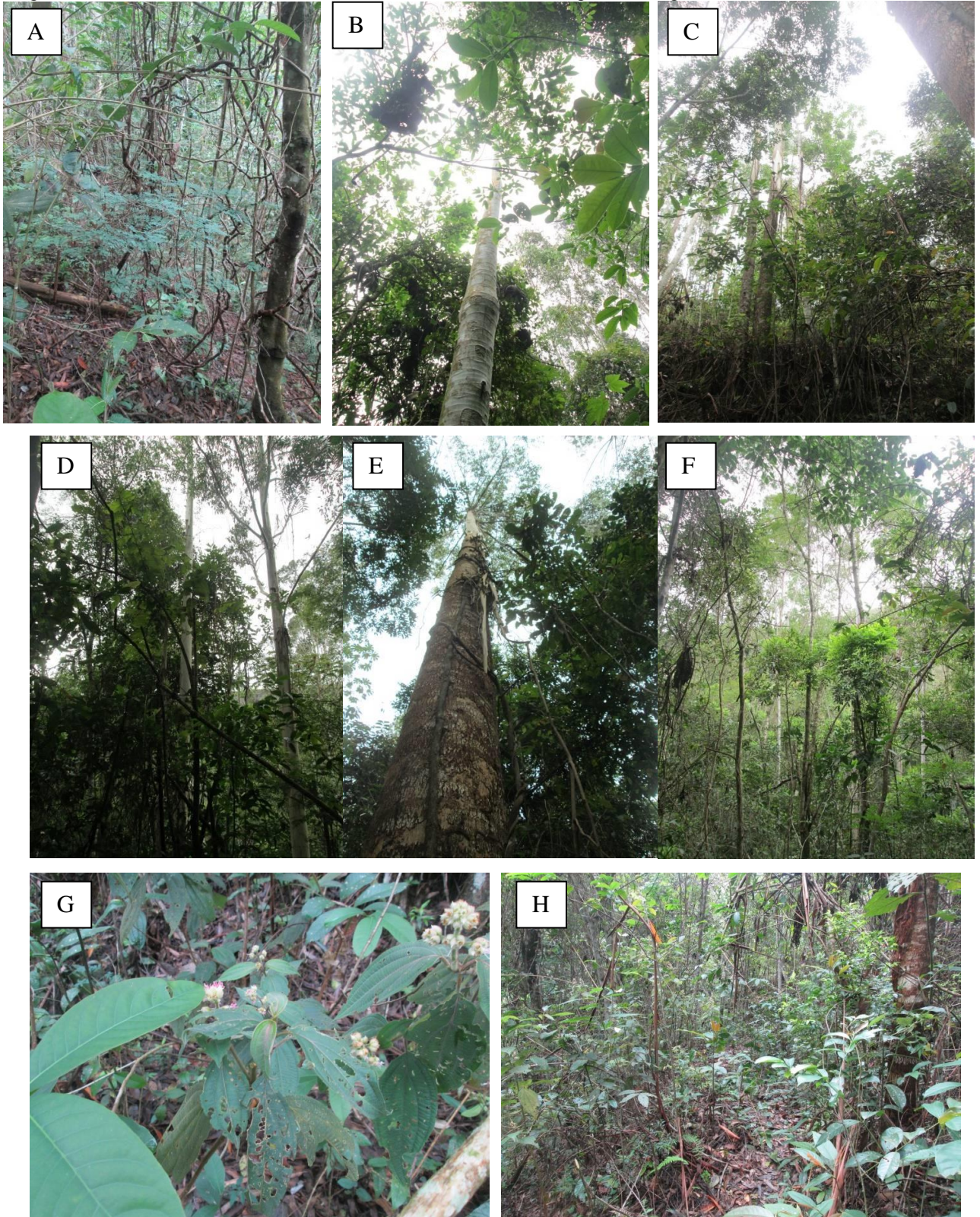
Lote nº 5 Formação: Floresta em regeneração natural
 Domínio bioclimático: Floresta Estacional Semidecidual Montana
 Sítio: Área rural de Juiz de Fora
 Série da vegetação: Fragmento florestal em regeneração
 Município: Juiz de Fora
 Estado: MG
 Coordenadas: 679476 / 7598533
 Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos
 Altitude: 648
 Declividade 6,8°
 Exposição: nordeste/leste
 Data: 08/12/2018

Dinâmica dos estratos

- Progressão ⇐ ⇨
- Regressão ⇨ ⇐
- Equilíbrio = =



Figura 84 – A – Bico de pato; B – Embaúba; C – Eucaliptos; D – Eucaliptos; E – Figueira branca; F- Ingá, guamirim-da-folha-fina; G - Melastomataceae (rasteira); H - Visão geral do fragmento.



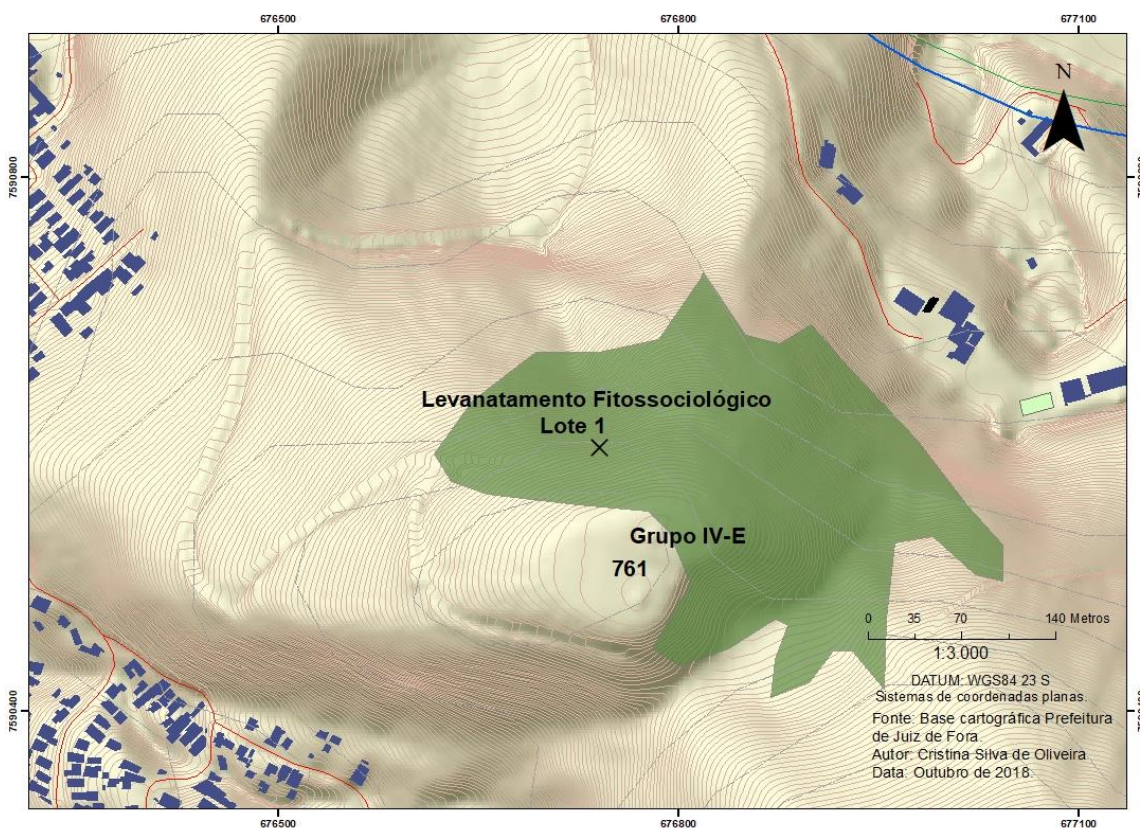
Legenda: A – Bico de pato (*Machaerium nycitans*); B – Embaúba (*Cecropia pachystachya*); C – Eucaliptos (*Eucalyptus sp*); D – Eucaliptos (*Eucalyptus sp*); E – Figueira branca (*Ficus doliaria*); F- Ingá, guamirim-da-folha-fina (*Inga edulis*), (*Myrcia splendens*); G - Melastomataceae (rasteira); H - Visão geral do fragmento. Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

IV-E - *Floresta Estacional semidecidual alterada em morros sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos Hornblenda-biotita, e ortognaisses.*

O grupo IV-E desenvolve-se em feições de relevo denominado de morros mamelonares com geometria convexo-côncava, francamente dissecada e com topos arredondados ou aguçados. Caracteriza-se por um relevo movimentado com vertentes de gradientes médios a elevados. Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa.

O levantamento fitossociológico deste grupo foi efetuado no lote 1, localizado no baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, nas coordenadas 676620 E e 7590575 N, possuindo uma altitude 736 m (Figura 85).

Figura 85 – Localização do grupo IV-E



Como pode ser constatada na análise historiográfica, a área em que se encontra localizado o ribeirão Marmelos, foi cenário de um uso intenso e de um tipo de ocupação urbana no baixo curso (Figura 86) e agropecuária no médio e alto curso que provocou modificações na estrutura do geossistema. Dessa forma, a configuração atual da vegetação na área,

apresenta predomínio de espécies típicas de florestas secundárias que passaram por diferentes estágios de degradação e sucessão, caracterizadas pela ruptura na sequência natural das espécies presentes nas formações fisionômicas da Mata Atlântica (CONAMA, 1993).

Figura 86 – Área de entorno do lote 1.



Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

As espécies mapeadas no lote 1 são características de vegetação secundária em áreas urbanas, com efeito de borda (Figura 87), com exemplares exóticas (espécies que foram transportadas de uma dada região geográfica para outra em que não ocorreriam naturalmente) e espécies nativas, ou seja, que ocorre naturalmente em um dado local, devendo sua presença na área à sua própria capacidade dispersiva e competência ecológica. As espécies mais comuns indicadoras do estágio inicial e médio de regeneração, classificadas como pioneiras são: Papagaio (*Aegiphila integrifolia*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Sangra-d'água (*Croton urucurana*), Camboatã (*Cupania vernalis*), características de áreas que passaram por processo de degradação (Figura 88).

Figura 87 – Área de borda do lote 1



Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

Figura 88 – Ficha biogeográfica lote 1.

| FICHA BIOGEOGRÁFICA | | | | | | |
|--|--|------------|---|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Lote nº 1 | | | | | | |
| Formação: Capoeira | | | Domínio bioclimático: Florestal Estacional Semidecidual Montana | | | |
| Bairro Retiro | | | Série da vegetação: Capoeira em regeneração/estágio inicial | | | |
| Município: Juiz de Fora | | Estado: MG | | Coordenadas: 676620 / 7590575 | | |
| Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos | | | Data: 08/12/2018 | | | |
| ESPECIES DE VEGETAIS POR ESTRATO | | | | | | |
| ARBÓREO | | | | | | |
| | | Indivíduos | Altura média (m) | Espécies | | Estrato |
| | | s | | A/D | S | |
| Angico (<i>Anadenanthera sp</i>) | | 2 | 12,0 | 2 | 1 | 2 Equilíbrio |
| Cinzeiro (<i>Vochysia tucanorum</i>) | | 2 | 9,0 | + | 1 | |
| Embaúba (<i>Cecropia pachystachya</i>) | | 2 | 12,0 | + | 1 | |
| Papagaio (<i>Aegiphila integrifolia</i>) | | 1 | 6,0 | + | + | |
| Leiteiro (<i>Sapium glandulatum</i>) | | 1 | 6,0 | + | + | |
| Capote (<i>Campomanesia guazumifolia</i>) | | 1 | 6,0 | + | + | |
| ARBORESCENTE | | | | | | |
| | | Indivíduos | Altura média (m) | A/D | S | 5 Progressão |
| | | s | | | | |
| Palmeira (N.I.) | | 7 | 3,0 | 2 | 3 | |
| Ingá (<i>Inga vera</i>) | | 7 | 2,0 | 2 | 2 | |
| Sangra-d'água (<i>Croton urucurana</i>) | | 2 | 2,0 | + | 1 | |
| Angico (<i>Anadenanthera sp</i>) | | 5 | 4,0 | 2 | 2 | |
| Papagaio (<i>Aegiphila integrifolia</i>) | | 1 | 2,0 | + | + | |
| Leiteiro (<i>Sapium glandulatum</i>) | | 1 | 2,0 | + | + | |
| ARBUSTIVO | | | | | | |
| | | Indivíduos | Altura média (m) | A/D | S | 4 Equilíbrio |
| | | s | | | | |
| Jaborandi (<i>Pilocarpus sp</i>) | | | 0,5 | 3 | 4 | |
| | | | | | | |
| HERBÁCEO - RASTEIRO | | | | | | |
| | | Indivíduos | Altura média (m) | A/D | S | 4 Regressão |
| | | s | | | | |
| Capim-braquiária (<i>Brachiaria sp</i>) | | mancha | 0,5 | 4 | 5 | |
| Taquarinha (<i>Brachiaria sp</i>) | | mancha | 0,5 | 3 | 5 | |
| | | | | | | |
| Húmus/Serrapilheira: Presente na área. | | | | | | |
| Altitude: 736 | | | Declividade 28° | | Exposição: norte/nordeste | |
| Clima: Tropical de Altitude – precipitação de 1500 mm | | | | | | |
| Microclima: Sombra/florestal | | | | | | |
| Rocha Mãe: Ortogranulito enderbítico a charnockítico, com tipos gabróticos subordinados. | | | | | | |
| Solo: Latossolo vermelho-amarelo | | | | | | |
| Erosão: O relevo forte ondulado não chega a influenciar significativamente no processo erosivo laminar neste lote. A biomassa fornecida pela mata em regeneração e a proteção física exercida pelas árvores, são agentes importantes nesse processo de conservação do solo contra a erosão. | | | | | | |
| Ação Antrópica: A área em que está localizada o fragmento florestal em regeneração é de expansão urbana, ou seja, área em que são visualizados aumento da mancha edificada, consequentemente as perturbações incluem sobretudo poluição, corte, ruído. | | | | | | |
| Dinâmica do conjunto: No pretérito a área era originalmente ocupada pela mata Atlântica, atualmente o uso e ocupação da terra é predominantemente antrópico com a presença de espécies exóticas e comunidades alteradas pela influência humana. | | | | | | |

Centrando-se a análise da vegetação na dinâmica dos estratos através da pirâmide ilustrada na figura 88, pode ser visualizado que o estrato herbáceo rasteiro está representado por gramíneas exóticas identificadas no trabalho de campo como *capim-braquiária* e *taquarinha* (*Brachiaria sp*), mostrando uma dinâmica regressiva, sendo que os demais estratos apresentam-se em estágio de equilíbrio (arbustivo e arbóreo) e progressão o arborecente, tendo como tendência o estabelecimento de novos indivíduos arbóreos advindos de remanescentes florestais próximos. A formação vegetacional herbácea rasteira, devido as suas exigências ecológicas apresenta tendência regressiva, principalmente por falta de luminosidade (espécie heliófila). Dessa forma o aumento da camada arbórea está associado ao aumento da serrapilheira e do húmus, como visto nos trabalhos de Vargas *et al.* (2015) em um estudo de um fragmento de mata ciliar, no estado do Paraná e no estudo de Barbosa e Faria (2006), onde foram analisados os aportes de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, no Rio de Janeiro.

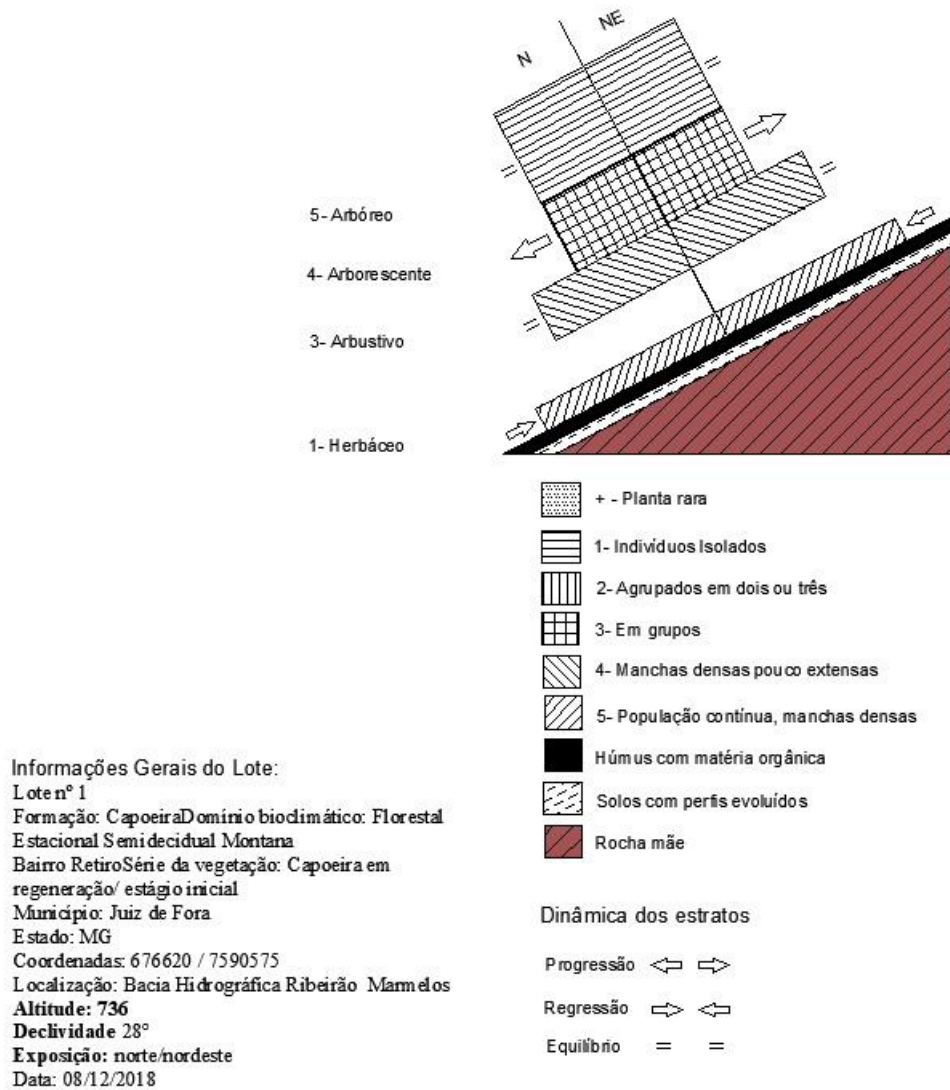
No que se refere aos índices de abundância e dominância, que conceitua o grau de cobertura por plantas na paisagem, seguidas pela metodologia de Braun-Blanquet (1979), verificou-se que a presença da serrapilheira e o húmus, seguida pelo estrato herbáceo rasteiro que tem um recobrimento no nível 4 que equivale a 50 a 75% de cobertura, destacando-se as brachiarias. Cita-se ainda que não foi constatada a presença do estrato subarbustivo na área.

O estrato arbustivo apresenta valor de cobertura entre 25 e 50%, com destaque para o Jaborandi (*Pilocarpus sp*) que é uma planta de porte arbustivo da família *Rutaceae*. A referida planta desenvolve-se bem em regiões com índices pluviométricos superiores a 1500 mm e temperatura média entre 25 e 35 graus, não sendo muito exigente com as condições de fertilidade do solo (MARQUES; COSTA, 1994). No estrato arborecente ganha destaque as espécies de palmeiras (espécie não identificada), ingá (*Inga vera*), sangra-d'água (*Croton urucurana*), angico (*Anadenanthera sp*), papagaio (*Aegiphila integrifolia*) e leiteiro (*Sapium glandulatum*), com recobrimento de 10 a 20% conforme a escala de abundância-dominância (BRAUN-BLANQUET, 1979).

O estrato arbóreo é responsável pelo recobrimento entre 10% a 25% da parcela. Destacam-se as seguintes espécies inventariadas: Angico (*Anadenanthera sp*), Cinzeiro (*Vochysia tucanorum*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Papagaio (*Aegiphila integrifolia*), Leiteiro (*Sapium glandulatum*), Capote (*Campomanesia guazumifolia*), com indivíduos com uma média de 6 a 12 m de altura (Figura 89 e 90), indicando início de diferenciação de estratos no interior do fragmento (passagem do estágio inicial de regeneração onde há

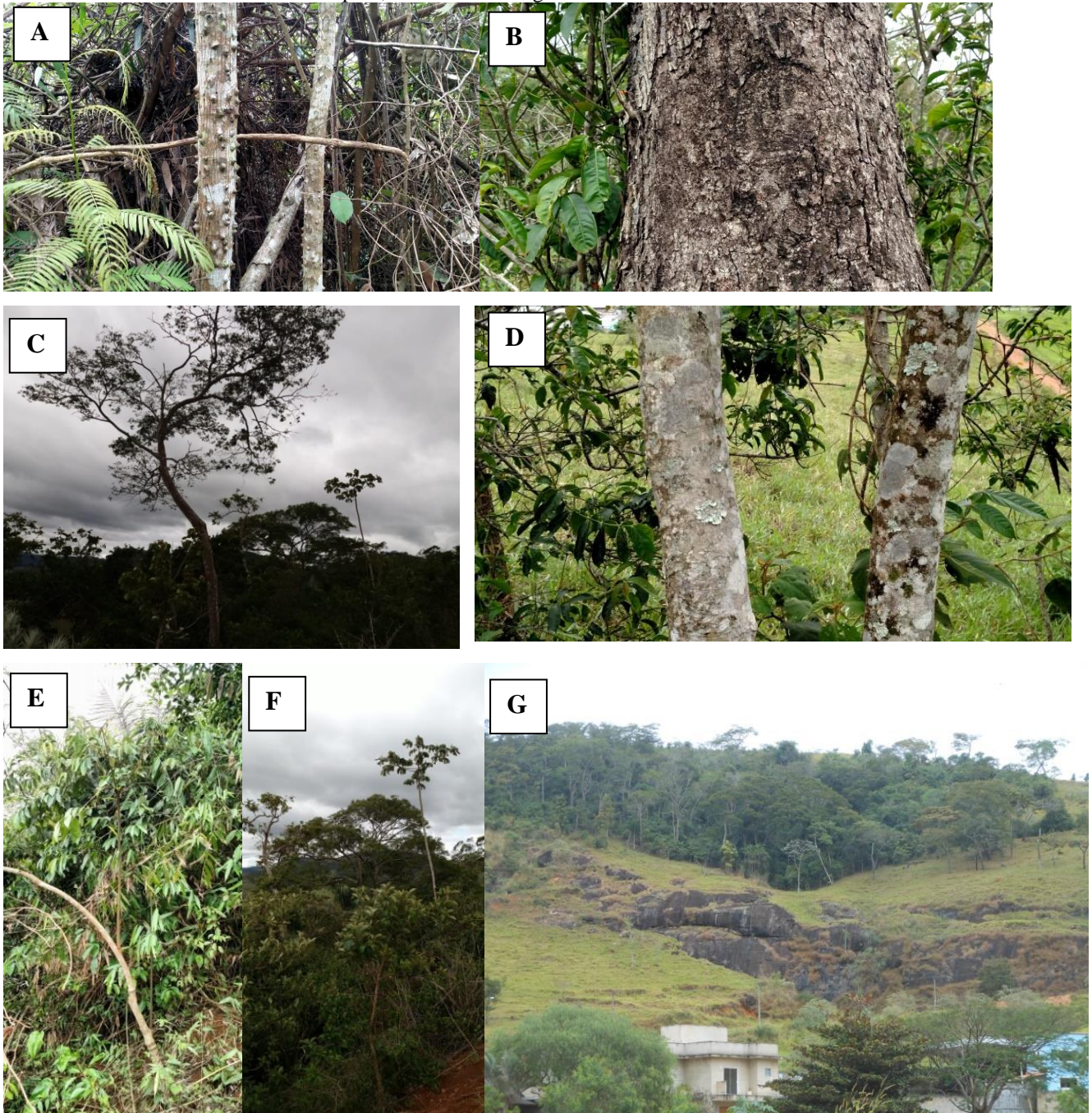
predomínio das formações herbácea e arbustivas, com componentes arbóreos isolados; para formações com cobertura arbórea fechada ou predominantemente fechada).

Figura 89 – Pirâmide de vegetação e desenho esquemática do lote 1.



Para avaliar a sociabilidade, a metodologia de Braun (1979) indica o modo de agrupamento das plantas. Sendo verificado que o estrato herbáceo rasteiro possui uma população contínua de braquiárias estando no nível 5. O estrato arbustivo está no nível 4, havendo crescimento em pequenas colônias e manchas densas pouco extensas. O estrato arborecente apresenta crescimento em grupos (espécie palmeira), agrupados em 2 a 3 indivíduos (Ingá e Angico) e outros indivíduos isolados (sangra d’água) e indivíduos raros (papagaio e leiteiro) (Figura 90). Todos os indivíduos inventariados representativos do estrato arbóreo apresenta sociabilidade 1 e + o que indica crescimento isolado ou planta rara.

Figura 90 – A – Angico e Embaúba; B – Folhas de cinzeiro; C – Embaúba; D – Ingá; E –Leiteiro, F – Capote; G – Vista do fragmento florestal.



Legenda - A – Angico (*Anadenanthera sp*) e Embaúba (*Cecropia pachystachya*); B – Folhas de cinzeiro (*Vochysia tucanorum*); C – Embaúba (*Cecropia pachystachya*); D – Ingá (*Inga vera*); E –Leiteiro (*Sapium glandulatum*), F – Capote (*Campomanesia guazumifolia*); G – Vista do fragmento florestal. Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

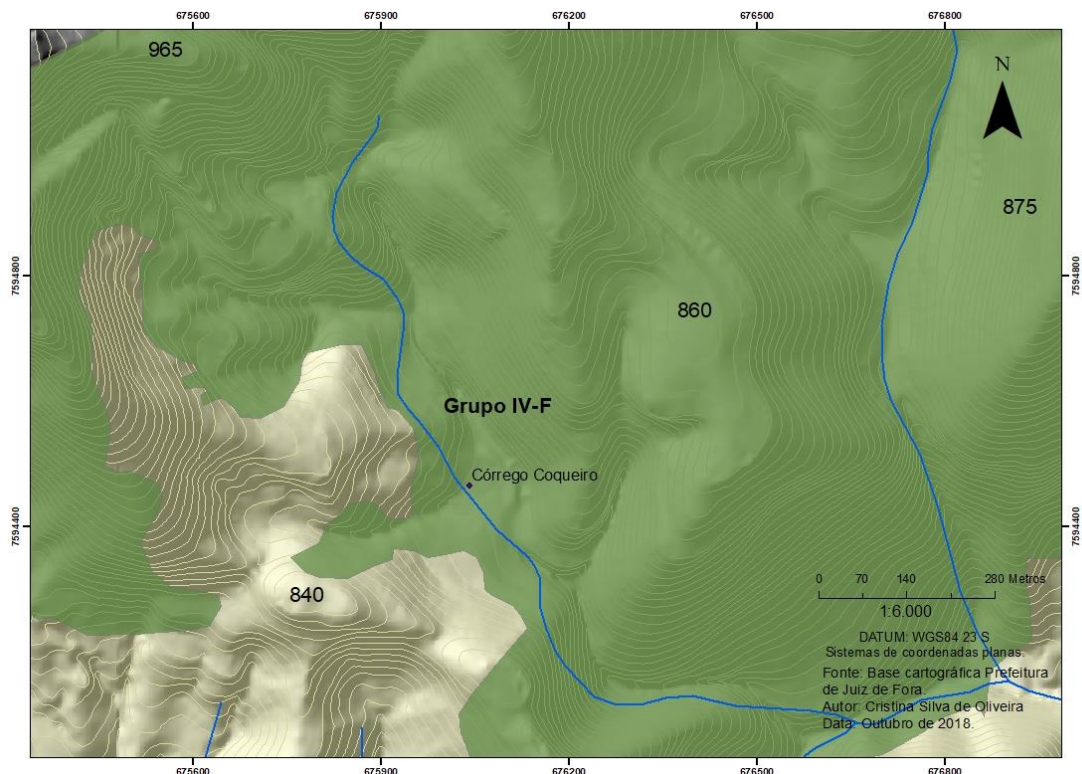
O grupo IV-E corresponde aos geossistemas paraclimáticos. Trata-se de áreas que foram preteritamente desmatadas, mas que atualmente encontram-se substituídas por formações florestais em estágio inicial de regeneração. Em termos conceituais, se desenvolvem no decorrer de uma evolução regressiva, geralmente de origem antrópica, logo

que se opera um bloqueamento relativamente longo ligado a uma modificação parcial do potencial ecológico ou da exploração biológica.

IV-F - Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre complexo Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses

O grupo IV-F desenvolve-se em modelados de dissecação com controle estrutural (Figura 91 e Figura 92). Representam os relevos de morros alinhados, baixas cristas, vales encaixados e sulcos estruturais. Nestas áreas a vegetação é caracterizada pela diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, como nos exemplares encontrados no interior da reserva biológica do Poço D'antas, que ocupa pequena parcela da área em análise.

Figura 91 – Localização do Grupo IV-F



Neste grupo são formados corredores entre a cobertura florestal remanescente delimitada pela reserva biológica do Poço D'antas e a Reserva da Fazenda Floresta. E as áreas de reserva legal do entorno. Conforme atestado no Plano de Manejo da reserva biológica do

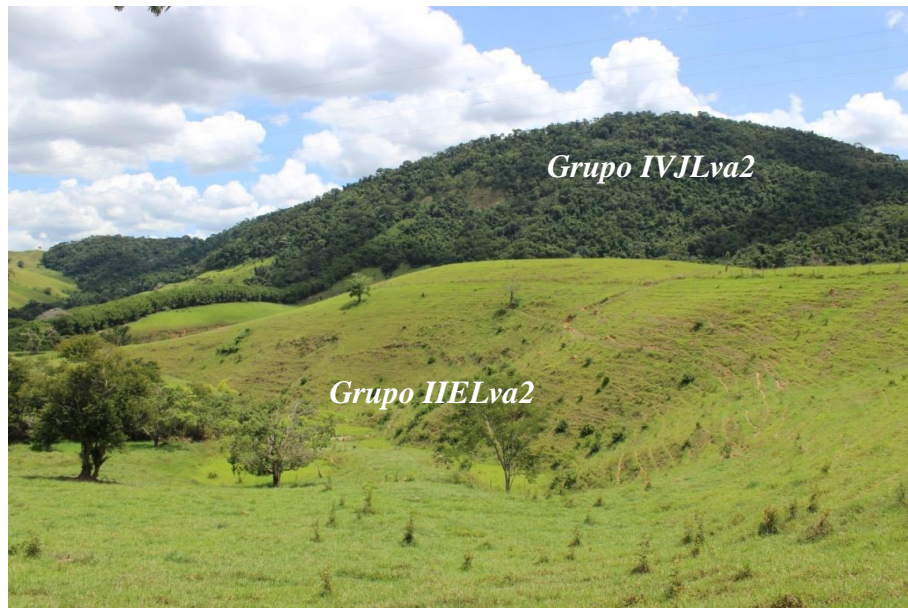
Poço D'antas (2008) propiciam habitats para variadas espécies e servem de área de trânsito para espécies da fauna. Protegida pela legislação ambiental, estas áreas que configuram a zona de amortecimento reserva biológica do Poço D'antas tem uso limitado por lei. Apesar das restrições de uso do entorno, as áreas de borda deste fragmento florestal encontra-se submetido a diversas pressões antrópicas como o extrativismo madeireiro, a ocorrência de incêndios e a expansão urbana, fatores que podem proporcionar a exclusão de determinadas espécies ou a redução drástica do tamanho de suas populações.

O Inventário Florístico do Estado de Minas Gerais, realizado na Reserva Biológica Poço D'Anta, pela equipe de professores da Universidade Federal de Lavras listou as famílias e espécies arbóreas amostradas em 19 parcelas distribuídas ao longo da Reserva Biológica do Poço D'Antas (ReBio) (PLANO DE MANEJO REBIO, 2008).

A partir deste levantamento, foram reconhecidas 178 espécies (Quadro em anexo), pertencentes a 61 famílias, das quais *Lauraceae*, *Myrsinaceae*, *Fabaceae*, *Euphorbiaceae* e *Moraceae* foram as de maior valor de importância. *Lauraceae* se destacou pelo maior número de indivíduos (211), distribuídos em 8 espécies, enquanto *Myrsinaceae* (2 espécies) conquistou a segunda posição devido à grande dominância relativa, manifestada pelo elevado porte das plantas de *Virola bicuhyba*. *Fabaceae*, a terceira família apresentou a maior riqueza específica, com 24 espécies e terceira posição de dominância relativa, indicando o grande porte das plantas dessa família. *Rubiaceae* com 10 spp, *Euphorbiaceae* (9) e *Lauraceae* (8) foram as outras famílias que se destacaram quanto à riqueza de espécies, lembrando que, no entanto, muitas plantas marcadas não foram identificadas e podem alterar essa relação, exceto a primeira posição de *Fabaceae*.

Do total de espécies registradas pelo inventário Florestal de Minas Gerais descritas no Plano de Manejo da Reserva Biológica do Poço D'Antas, 153 foram caracterizadas como espécies de ampla distribuição geográfica e com atributos particulares que possibilitam a ocupação de diferentes nichos tanto em formações florestais sob o domínio de Mata Atlântica como de Cerrado (Figura 92). Por outro lado, 21 espécies levantadas na ReBio Poço D'Anta são exclusivas de comunidades florestais pertencentes ao domínio do bioma Mata Atlântica, dentre elas: a piúna (*Terminalia januariensis* DC.), o timbori (*Trattinnickia ferruginea* Kuhl.), o jaborandi (*Pilocarpus giganteus* Engl.), o pau-macuco (*Meliosma brasiliensis* Urb.) e o abacateiro-do-mato (*Persea willdenovii* Kosterm.).

Figura 92 – Localização do Grupo de Fácies IVLva2 e do Grupo IIELva2



Legenda: No último plano vertentes recobertas com cobertura vegetal, remanescentes do bioma Mata Atlântica em estágio secundário de regeneração; e no primeiro, pastagens com gramíneas exóticas do gênero *bracchiaria* sp e árvores esparsas com marcas do pisoteio do gado nas vertentes. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Em consonância com a dinâmica das condições dos sistemas ambientais físicos, estes grupos desenvolveram seu porte florestal com auxílio de esforços empreendidos pela obrigatoriedade de conservação/preservação de áreas florestais em propriedades rurais e urbanas (Figura 93 e Figura 94).

Figura 93 – Cobertura florestal nas encostas do baixo curso.



Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Figura 94 – Vista para os afloramentos rochosos recobertos por formações florestais remanescentes de mata Atlântica presentes no médio curso da bacia.



Legenda: Destaque para os fragmentos florestais de mata Atlântica em estágio médio de regeneração formando corredores. Vista para o bairro Floresta. Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Nestes trechos a dinâmica do geossistema é orientada pela dinâmica morfogênética, ou seja: meteorização (chuvas abundantes típicas dos trópicos úmidos) e pedogênese (formação e aumento da espessura dos solos e do regolito). Associado a isso, os processos de transporte e erosão atuam concomitantemente promovendo o rebaixamento do modelado e transferindo materiais e energia para os leitos fluviais (Figura 94 e Figura 95). Estes processos ocasionam o assoreamento dos afluentes do ribeirão Marmelos.

Figura 95 –Matações sobre as vertentes dos morros no baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Meteorização dos afloramentos rochosos sob ação de processos físicos, químicos e biológicos.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

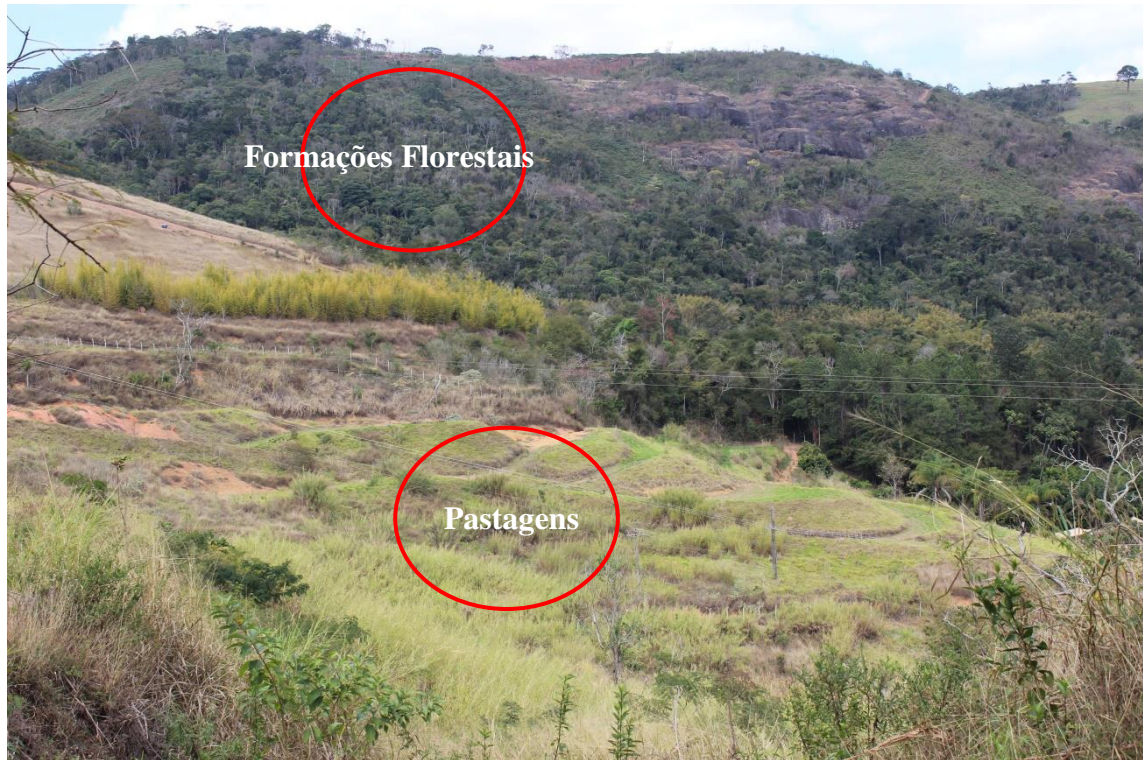
Figura 96 – Afloramentos rochosos e blocos rolados no baixo curso da bacia hidrográfica



O grupo de fácies IV-F apresenta como característica estrutural a configuração topográfica em vertentes íngremes, com declividades altas e o porte florestal conservado principalmente em decorrência da sua localização nos setores mais elevados da bacia e da

presença de afloramentos rochosos restritivos para o uso em agropecuária (Figura 96 e Figura 97).

Figura 97 – Pastagens antropogênicas e fragmentos florestais desenvolvidos em degraus estruturais (Vertentes íngremes e paredões rochosos) na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/09/2017.

Nesse grupo, marcado precisamente pela existência de fragmentos em diferentes estágios sucessionais, desenvolvidos em solos profundos a rasos nos setores com afloramento; são produzidos mosaicos de paisagem em que o dossel florestal se contrapõe as vastas áreas de pastagem da bacia. Aliado a isso, observa-se a complexidade formada pela hibridização das múltiplas atividades desenvolvidas na bacia, associadas ao uso urbano no baixo curso. Estas características, quando analisadas pela lógica sistêmica, ou seja, integrando grande volume de dados geoecológicos e do tecido social fornecem a um só tempo um retrato da estrutura e processos operantes do geossistema.

O inventário fitossociológico representativo deste grupo foi efetuado no lote de número 3 (Figura 98 e Figura 99), localizado nas coordenadas 677697 E e 7594351 N, possuindo uma altitude média de 652 m. Nesta área é visualizado um fragmento de floresta secundária, com predomínio de espécies arbóreas desenvolvidas em terras que foram abandonadas depois que a vegetação original foi removida pela ação humana.

O estrato herbáceo rasteiro tem um grau de cobertura entre 25% e 50%, abundância-dominância 3 pela escala de Braun-Blanquet. Neste estrato as espécies mais representativas são o Capim-braquiária (*Brachiaria sp*) e Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*). O estrato arbustivo está no nível 3, com um grau de cobrimento entre 25% e 50% da parcela. As espécies inventariadas foram o Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*) e o Sangra-d'água (*Croton urucurana*). O Jaborandi é o nome popular que designa diversas espécies do gênero *Pilocarpus*, da família das Rutáceas. Na área em estudo a espécie inventariada foi a *Pilocarpus microphyllus*. São arbustos ou árvores pequenas de 1,5 a 3 metros, com variações nos tipos de folhas ramificadas (COSTA, 1967). De grande ocorrência no Brasil, esta espécie ocupa locais onde a mata é menos densa, preferencialmente em ambientes mais iluminados, como em clareiras. Já a Sangra-d'água (*Croton urucurana*) é uma espécie pioneira, que aparece colonizando áreas que passaram por processo de degradação. Da família da *Euphorbiaceae* esta espécie é encontrada nas margens de cursos d'água e lagoas. Portanto, trata-se de uma espécie decídua, heliófita, pioneira, seletiva higrófila, característica de terrenos muito úmidos e brejosos, principalmente na floresta latifoliada semidecídua. Ocorre quase que exclusivamente em formações secundárias como capoeiras e capoeirões.

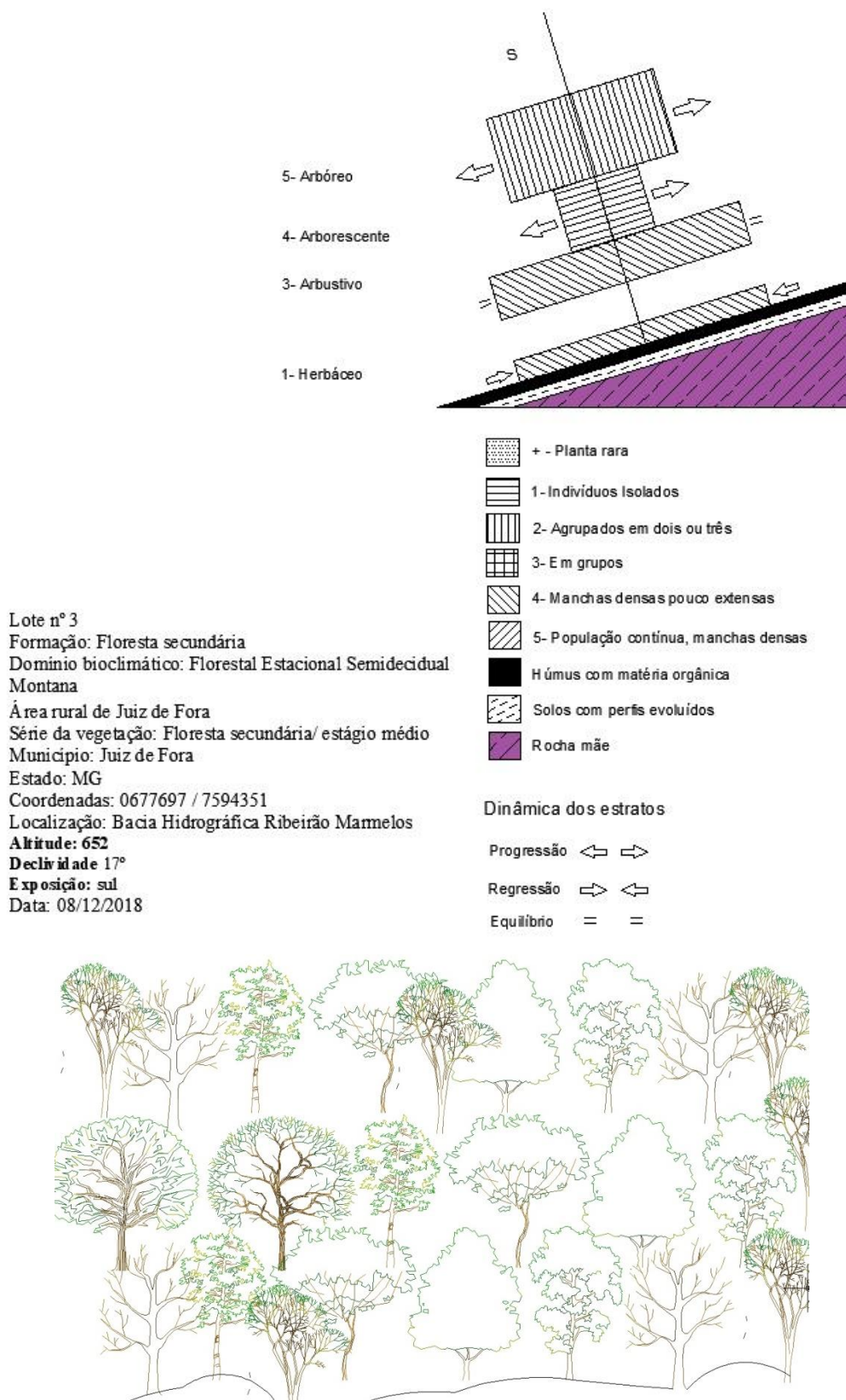
Neste lote o estrato arborescente é representado pela Camboatã (*Cupania vernalis*). Com um índice de abundância-dominância +, aparece em exemplares raros. Trata-se de uma espécie secundária adaptada a insolação direta e produtora de flores melíferas no período de outono inverno muito usada na recuperação de áreas degradadas e na arborização urbana como visualizado no trabalho de Marto (2006), onde o plantio da espécie é indicada para redução da poluição.

O estrato arbóreo é representado pelas seguintes espécies: Cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), abundância-dominância 2; Canela-de-veado (*Helietta apiculata*), Aroeira-pimenteira (*Schinus therebinthifolius*), Canafístula (*Peltophorum dubium*), Camboatã (*Cupania vernalis*), Angico (*Anadenanthera sp*), Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), Figueira-branca (*Ficus doliaria*), todas com um índice de abundância-dominância +, ou seja, aparece em exemplares raros na área em estudo (Figura 98).

Figura 98 – Ficha biogeográfica lote 3.

| FICHA BIOGEOGRÁFICA | | | | | | |
|---|--|------------|---|----------|----------------|-----------------|
| Lote nº 3 | | | | | | |
| Formação: Floresta secundária | | | Domínio bioclimático: Florestal Estacional Semidecidual Montana | | | |
| Área rural de Juiz de Fora | | | Série da vegetação: Floresta secundária/ estágio médio | | | |
| Município: Juiz de Fora | | Estado: MG | Coordenadas: 0677697 / 7594351 | | | |
| Localização: Bacia Hidrográfica Ribeirão Marmelos | | | Data: 08/12/2018 | | | |
| ESPÉCIES DE VEGETAIS POR ESTRATO | | | | | | |
| ARBÓREO | | | | | | |
| | | Indivíduo | Altura média (m) | Espécies | | 5 Progressão |
| | | s | | A/D | S | |
| Cabreúva (<i>Myrocarpus frondosus</i>) | | 6 | 8,0 | 2 | 2 | |
| Canela-de-veado (<i>Helietta apiculata</i>) | | 3 | 7,0 | + | 1 | |
| Aroeira-pimenteira (<i>Schinus therebinthifolius</i>) | | 2 | 8,0 | + | 1 | |
| Canafístula (<i>Peltophorum dubium</i>) | | 2 | 10,0 | + | 1 | |
| Camboatã (<i>Cupania vernalis</i>) | | 1 | 12,0 | + | + | |
| Angico (<i>Anadenanthera sp</i>) | | 1 | 10,0 | + | + | |
| Pau-jacaré (<i>Piptadenia gonoacantha</i>) | | 1 | 10,0 | + | + | |
| Figueira-branca (<i>Ficus doliaria</i>) | | 1 | 9,0 | + | + | |
| ARBORESCENTE | | | | | | |
| | | Indivíduo | Altura média (m) | A/D | S | 3 Progressão |
| | | s | | | | |
| Camboatã (<i>Cupania vernalis</i>) | | 3 | 3,0 | + | 1 | |
| Outros | | | 5,0 | | | |
| ARBUSTIVO | | | | | | |
| | | Indivíduo | Altura média (m) | A/D | S | 3 Equilíbrio |
| | | s | | | | |
| Jaborandi (<i>Pilocarpus microphyllus</i>) | | | 0,5 | 3 | 4 | |
| Sangra-d'água (<i>Croton urucurana</i>) | | | 1,8 | 2 | 3 | |
| Outros | | | 1,00 | | | |
| HERBÁCEO - RASTEIRO | | | | | | |
| | | Indivíduo | Altura média (m) | A/D | S | 2 Regressão |
| | | s | | | | |
| Jaborandi (<i>Pilocarpus microphyllus</i>) | | mancha | 0,3 | 3 | 4 | |
| Capim-braquiária (<i>Brachiaria sp</i>) | | mancha | 0,3 | 3 | 3 | |
| Húmido/Serrapilheira: Abundante. | | | | | | |
| Altitude: 652 | | | Declividade 17° | | Exposição: sul | |
| Clima: Tropical de altitude - precipitação de 1500 mm. | | | | | | |
| Microclima: úmido/florestal | | | | | | |
| Rocha Mãe: Hornblenda-biotita ortognaisse tonalítico a granítico, rocha anfibolítica. | | | | | | |
| Solo: Latossolo amarelo | | | | | | |
| Erosão: O relevo ondulado não exerce influencia significativa no processo erosivo laminar e linear neste lote. A biomassa fornecida pela mata em regeneração e a proteção física exercida pelas árvores, são agentes importantes nesse processo de conservação do solo contra a erosão. | | | | | | |
| Ação Antrópica: A fragmentação florestal na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos é resultado das atividades humanas, nos primórdios da ocupação com a construção da rodovia união e indústria, posteriormente com a implantação da Usina hidrelétrica do Ribeirão Marmelos e mais atualmente com os processos de expansão da mancha urbana. | | | | | | |
| Dinâmica do conjunto: A conversão de floresta primária da mata Atlântica para outros usos alternativos da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Marmelos vem ocorrendo de forma acelerada desde o final do século XIX e início do século XX. Com a perda da estrutura florestal primária, teve-se como prática comum o uso do fogo para preparo de área para implantação de sistemas agropecuários, principalmente pastagem, o uso da terra de maior relevância em termos de área na bacia. | | | | | | |

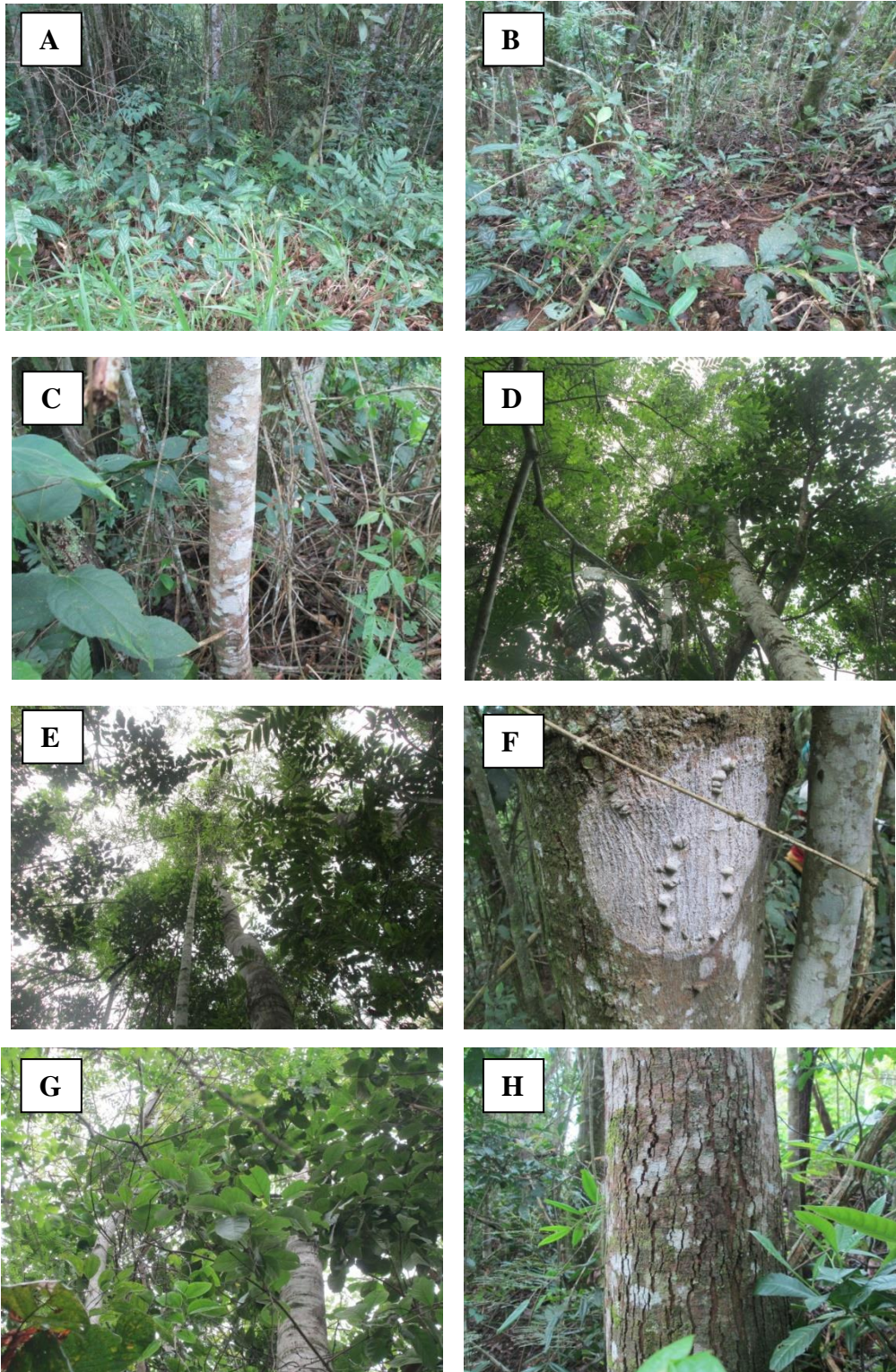
Figura 99 – Pirâmide de vegetação do lote 3.



As espécies inventariadas característica deste lote podem ser visualizadas na Figura 100. Correspondem às formações em estágio avançado da sucessão ecológica secundária onde

ocorrem associações da fisionomia arbustivo-arbórea de cobertura fechada e espécies de sombra. As espécies lenhosas, por sombreamento, eliminam as espécies herbáceas e de pequeno porte do estágio inicial.

Figura 100 – A e B – Herbáceas; C – Sangra d água; D – Angico; E – Cabreúva e Canela de viado; F – Aroeira-pimenteira; G - Camboatã; H – Canafistula.



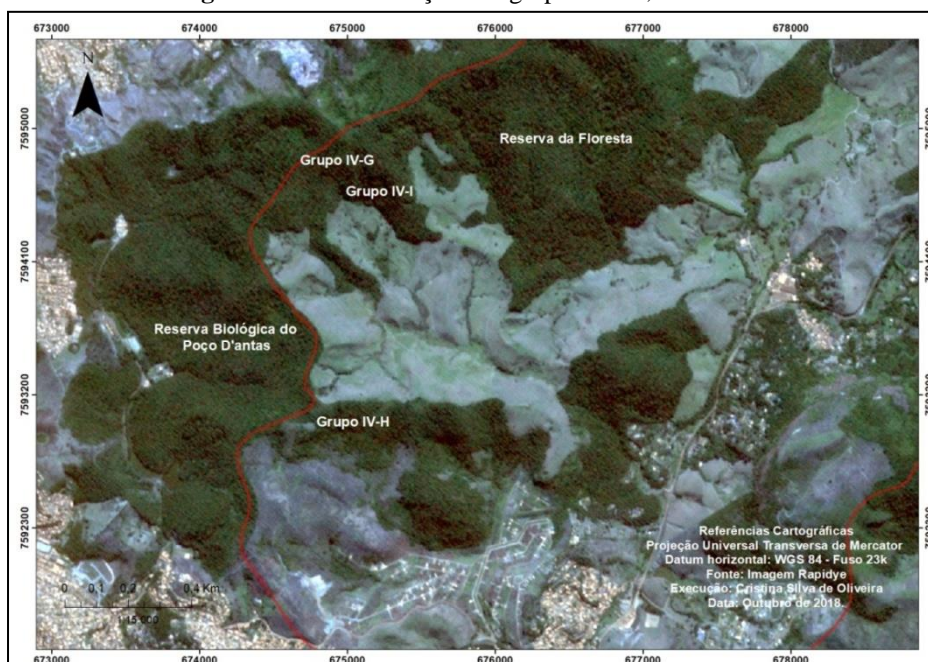
Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 08/12/2018.

De acordo com a proposta de classificação de Passos (2016) esse grupo pode ser classificado como geossistemas climáticos, plesioclimáticos ou subclimáticos. Nesta proposta de categorização os geossistemas em biostasia, correspondem à áreas onde o clímax é bem conservado, formada por uma floresta heterogênea, cobertura viva, contínua, estável desenvolvida em solos com horizontes bem definidos. A intervenção humana, de caráter limitado, não compromete o equilíbrio de conjunto do geossistema.

IV- G - Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Argissolo Vermelho-Amarelo textura argilosa desenvolvidos, em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses

Esse grupo ocorre nas cimeiras dos interflúvios, associado aos topos dos morros nas áreas de divisa da Reserva Biológica do Poço D'antas e a Reserva da Fazenda Floresta no setor oeste a sudoeste da bacia em altitudes que chegam a 1042 metros (Figura 101). O que diferencia este grupo é a ocorrência do Argissolo Vermelho-Amarelo A moderado, desenvolvido nos degraus estruturais (cristas baixas e morros alinhados) com a presença de mata fechada. Conforme descrito no Plano de manejo da Reserva Biológica do Poço D'antas (2008), nos perfis analisados o horizonte A, apresenta bioestrutura grumosa típica de locais com significativa biomassa vegetal ; cor predominante avermelhada, variando de vermelha no horizonte B a vermelho amarelada no AB, daí a notação vermelho amarela na taxonomia do solo. Já o horizonte superficial A, devido à incorporação significativa de húmus da decomposição da matéria vegetal, mostra-se com coloração amarronzada ou bruna.

Figura 101 – Localização dos grupos IV-G; IV-H e IV-I



Na área devido a ocorrência de quartzitos intercalados, e aos processos intempéricos, o perfil de Argissolo, desenvolve textura transicional para arenosa, apesar de predominantemente argilosa.

Correspondem a áreas de vegetação residual em biostasia subclimácica e paraclimácica – nessas áreas, o potencial ecológico se mantém praticamente estável e em equilíbrio com a exploração biológica, embora esta se apresente sensivelmente alterada pela ação antrópica, principalmente de sua composição florística e da fauna.

IV- H - Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Latossolo Bruno textura argilosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses

Essa unidade de mapeamento ocorre em áreas de interflúvio, vertentes convexas e cabeceiras de vales estruturais. O padrão dos solos desenvolvidos neste grupo, mapeados pelo Plano de Manejo da Reserva Biológica do Poço D'antas em escala 1:10:000 corresponde ao Latossolo Bruno argiloso A proeminente em relevo montanhoso sob mata secundária.

Os perfis analisados apresentam evolução com atuação significativa de processo de latolização. Caracterizam-se pela presença marcante do horizonte B latossólico típico, com estrutura variando de blocos a granular, espessura acima de 50 centímetros e alta porosidade. A cor predominante é o bruno, a qual predomina ao longo dos horizontes, com variantes para bruno claro e bruno avermelhado escuro. A estrutura granular típica dos Latossolos, associada aos blocos que nela se desfazem, podem ser observadas nos horizontes diagnósticos B desse solo, assim como a bioestrutura grumosa (substância agregante do solo, estável à ação da chuva), indicativa, essa última, da intensa atividade biológica no local.

O desenvolvimento desse tipo de solo também pode ser atestado pela classe textural argilosa ao longo dos horizontes, assim como pela espessura significativa do B. Essas características apontam para um solo permeável, bem aerado e com drenagem acentuada, caracterizando expressiva fertilidade física, onde as raízes encontram volume satisfatório para crescimento e exploração. De outro lado, este solo, devido as suas características físicas, propícia aos processos de lixiviação que acentuam a perda de nutrientes pela água gravitacional, e o empobrecimento químico do solo com aumento da acidez do perfil (PLANO DE MANEJO, 2008). Embora este grupo de fácies se situe em áreas declivosas, favoráveis à atuação de processos erosivos, os solos dessa unidade mostram-se com espessos e brunados horizontes A, indicando estabilidade frente ao processo erosivo. São áreas em

biostasia subclimática e paraclimática onde a fitofisionomia arbórea, com cobertura fechada e serapilheira com intensa decomposição, caracterizam a dinâmica deste geossistemas em biostasia.

IV- I - Floresta Estacional semidecidual em degraus estruturais sobre Complexo Latossolo Bruno + Neossolo textura argilosa/arenosa, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses

Essa unidade de mapeamento é representada pelos fragmentos florestais conservados desenvolvidos em áreas de ocorrência de Latossolo Bruno + Neossolo, duas unidades taxonômicas que não foram separadas no mapeamento realizado pelo levantamento de solos da Reserva Biológica do Poço D'antas devido à escala. Trata-se de um grupo em que estão associados solos desenvolvidos a pouco desenvolvidos, com ausência do horizonte B diagnóstico, em relevo montanhoso. O grupo encontra-se em área de relevo montanhoso, declividade entre 30 e 45%, e altitude que chega a 1000 metros.

Neste grupo o controle estrutural é evidenciado nas encostas e degraus estruturais, cujos aspectos estão relacionados a litologia (charnockitos e enderbitos). Os Neossolos espacializados neste grupo apresentam reduzida atuação dos processos pedogenéticos com individualização dos horizontes A seguido do C e predomínio de características herdadas do material de origem. Neste grupo de fácies a localização do perfil (condições do relevo local) e a presença de fragmentos florestais em estágio sucessional médio, favorecem para que ocorram processos de enriquecimento de matéria orgânica no horizonte superficial. Em profundidade, por outro lado, o esbranquiçamento dos horizontes está associado às características do material originário, rico em caulinita. A estrutura maçica (condição caracterizada pela falta de agregação entre as partículas sólidas que ocorrem no horizonte C) são fatores limitantes ao desenvolvimento da pedogênese. A intensa atividade biológica no horizonte A1, decorrente dos “inputs” de matéria orgânica (resíduos vegetais em diferentes estágios de decomposição, substâncias húmicas, biomassa meso e microbiana, e outros compostos orgânicos) são fundamentais nos processos de estruturação do solo nos horizontes superficiais que desenvolve uma estrutura granular grumosa, a qual tem sua gênese muito ligada à atuação dos organismos da superfície do solo (PLANO DE MANEJO, 2008).

Neste geocomplexo, onde ocorrem estas associações pedo-geomorfológicas e geológicas, a cobertura vegetal de mata configura-se como o agente estabilizador desse material pedológico, o que indica a alta fragilidade desse solo caso haja remoção da

vegetação. São áreas em biostasia subclimática e paraclimática onde o potencial ecológico não parece substancialmente modificado.

IV-J - Floresta Estacional semidecidual em topos sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos, Hornblenda-biotita, e ortognaisses

O grupo de fácies IV-G desenvolve-se nas áreas de topos das feições de morros (Figura 102 e Figura 103).

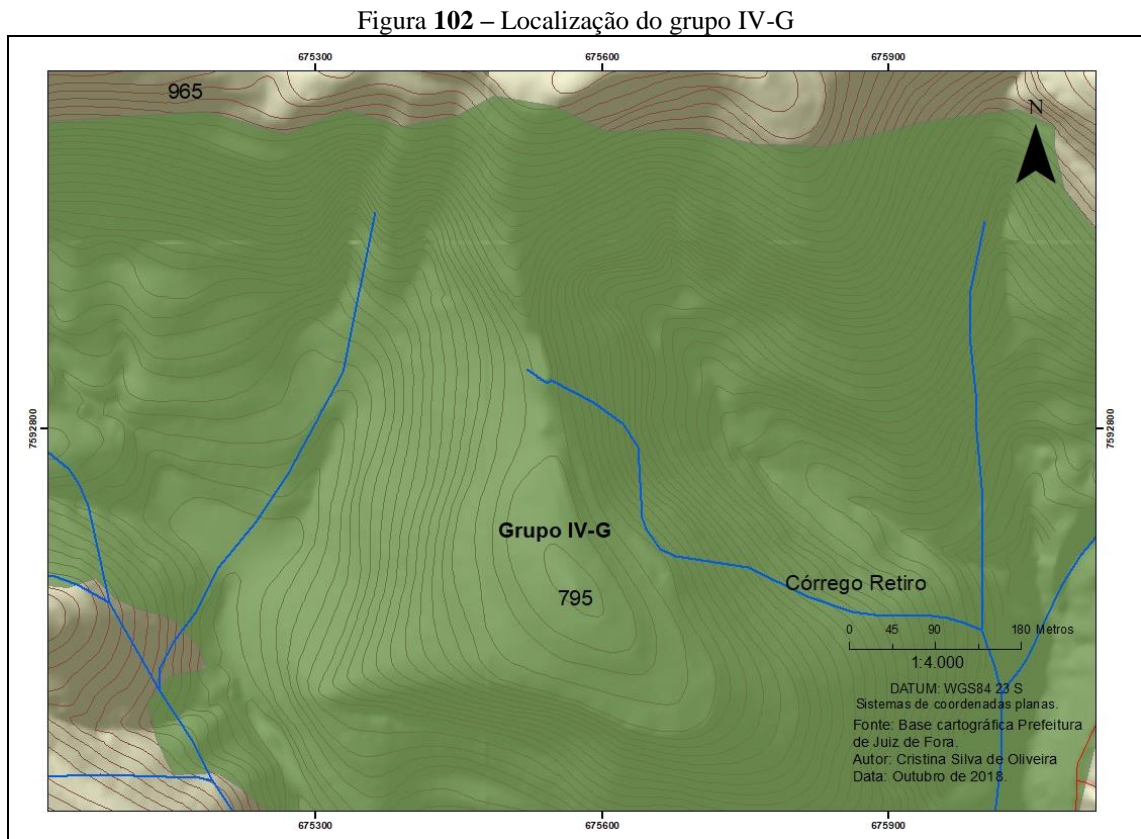
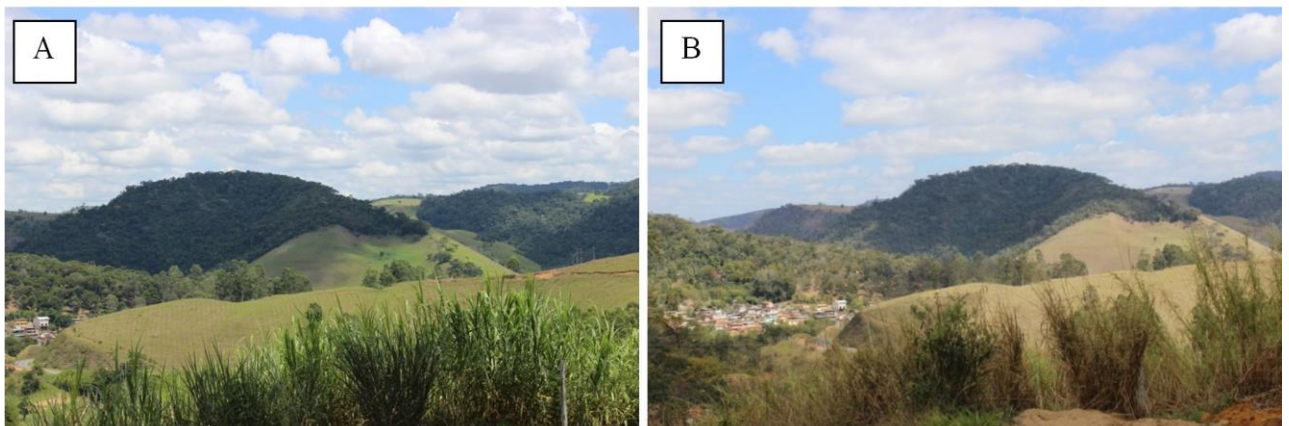


Figura 103 – Fotografia do núcleo urbano assentado nas áreas de planície sendo irradiados para as vertentes dos morros.



Legenda: Fenologia da paisagem nos períodos chuvosos e seco: A - 11/03/2017 e B - 08/09/2017.

A configuração topográfica específica deste grupo, com formas de relevo aguçadas e algumas pouco planas, nos trechos localizados nos divisores, imprimem a este grupo uma delimitação orientada pelo aspecto geomorfológico e pela característica do uso da terra. Nestas áreas com cobertura florestal conservada ou pouco alterada os processos erosivos, principalmente os mecânicos são muito pouco expressivos, por outro lado, o predomínio da infiltração dado a continuidade de vegetação, favorece os processos de denudação química com carreamento das bases alcalino e alcalino-terrosas dos solos, com consequente desenvolvimento dos Latossolos (solos ricos em ferro e alumínio).

5.1.6 Grupo de fácies V

O grupo de fácies V representa os setores onde foi constatada a exposição dos solos aos processos erosivos decorrentes da ocupação humana na área. Foram classificados como:

- Solo exposto em áreas de planície de inundação sobre solos hidromórficos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Solo exposto em áreas de rampas de colúvio/alúvio sobre Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Solo exposto em áreas de morros sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Hornblenda-biotita ortognaisse;
- Solo exposto em degraus estruturais sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos;
- Solo exposto em topos sobre Latossolo Amarelo distrófico húmico textura muito argilosa desenvolvidos, desenvolvidos em Ortogranulito enderbítico e charnockíticos

Embora os Latossolos analisados em campo tenham desenvolvimento de bioestrutura nos horizontes superficiais, devido aos inputs de matéria orgânica nos horizontes superficiais (mistura de matéria orgânica humificada e material mineral) e desenvolvimento do perfil em profundidade, detectaram-se processos erosivos laminares e concentrados em grupos onde foram constatados desmatamentos; queimadas e preparo inadequadamente de solo.

As características estruturais dos solos (químicas, físicas, morfológicas e biológicas) estão diretamente relacionadas aos processos erosivos, pois influenciam o comportamento da matriz do solo em processos como a infiltração e retenção de água, aeração, crescimento da parte aérea e sistema radicular, retenção de nutrientes, compactação e preparo do solo (TAVARES, *et.al.*, 2008). Dessa forma, em solos jovens, com pouco desenvolvimento dos horizontes no perfil, a presença do horizonte petrogenético (rocha na subsuperfície), atua como impeditivo aos processos de drenagem, favorecendo o escoamento superficial e, por conseguinte, aumentando a susceptibilidade à erosão. Os Neossolos analisados em campo são os solos que apresentam esta característica morfológica, visto que apresenta horizonte A arenoso, sobreposto ao horizonte C o que afeta a capacidade de absorção da água nos diferentes contextos onde ocorrem. Essas características aliadas ao relevo acidentado da área e as práticas de uso e ocupação contribuem para que estes solos sejam classificados como frágeis.

A inter-relação relevo, uso e ocupação da terra, elevados índices de pluviosidade e características morfológicas dos solos são responsáveis pelo estado de degradação desse grupo de fácies. A intensidade de atuação dos eventos erosivos na bacia relaciona-se com os primórdios da ocupação urbana na área, com a construção de infraestruturas voltadas para produção de energia elétrica, viárias e, posteriormente com a retirada da cobertura vegetal para cultivo do café, para cultivo de pastagens e mais recentemente para cultivo de eucaliptos. Os vários estágios econômicos pelos quais o município passou deixaram na área marcas profundas na paisagem. A exposição dos solos, e conseqüentemente a sua degradação é um dos principais reflexos.

5.2 Síntese dos grupos de fácies: interpretação a partir dos perfis geocológicos e da dinâmica atual

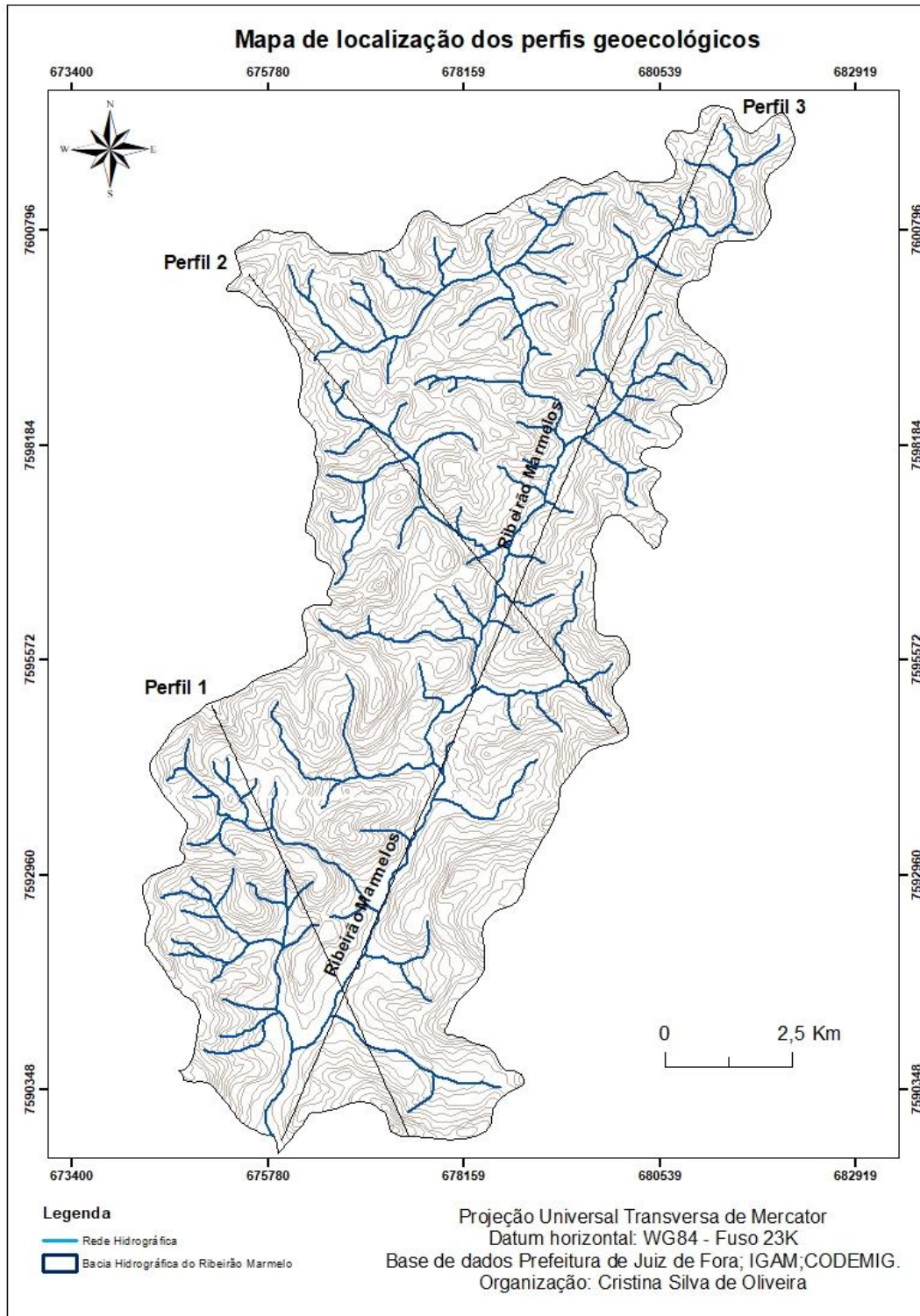
Na proposição teórica de Bertrand (1978), o geossistema é caracterizado por uma morfologia e função. O termo denota um sistema geográfico natural e homogêneo associado a um território. É caracterizado por uma morfologia, isto é, por estruturas espaciais verticais (geohorizontes) e estruturas espaciais horizontais (geocomplexo). Tem uma função que engloba todas as transformações associadas à energia solar, gravitacional, ciclos da água, biogeociclos, bem como movimentos de massas aéreas e processos de geomorfogênese. Tem um comportamento específico em que as mudanças de estado intervêm no geossistema por uma determinada sequência de tempo. Processos bióticos e abióticos são entendidos

globalmente. É a hierarquia natural dos elementos como eles aparecem na análise quantitativa do espaço-tempo concreto que determina as prioridades de análise. Este conceito geográfico visa designar uma unidade espacial bem delimitada e analisada em uma dada escala.

Em decorrência das suas propriedades espaciais, a análise geossistêmica pode ser potencializada através do estudo de perfis geoecológicos. O perfil geoecológico é uma ferramenta de análise da configuração do relevo conjugado com a vegetação, hidrografia e rochas através de um transecto definido. Constitui assim, uma técnica de interpretação integrada das condições ambientais, se constituindo como uma ferramenta que auxilia na caracterização, análises e diagnósticos sobre a paisagem.

Nesta tese de doutorado traçou-se três transectos (1 – A/A'; 2 – B/B'; 3 – C/C') para o estudo geoecológico da paisagem (Figura 104). O primeiro e o segundo perfil com direção noroeste-sudeste; e o terceiro com direção sudeste-nordeste. A extensão dos perfis e a localização nos baixo, médio e alto curso da bacia tem como escopo englobar a gradação de geohorizontes e das fácies presentes na área.

Figura 104 – Localização dos perfis geocológicos na bacia.



Na análise do perfil 1 (Figura 105) destacam-se os grupos de fácies florestais desenvolvidas nos Latossolos Amarelos, em rochas ortogranulíticas e charnokíticas (Complexo Juiz de Fora); grupos de fácies desenvolvidas em área urbana consolidada na planície de inundação do ribeirão Marmelos, em áreas de depósitos recentes e grupos de

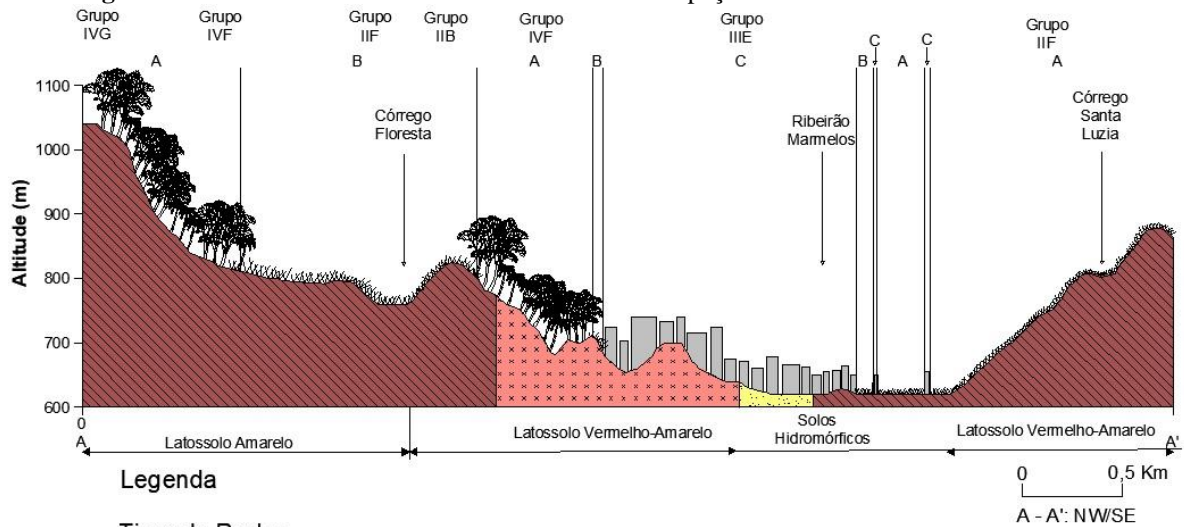
fácies com presença de pastagens espacializadas em uma variedade de morfologias de relevo na área. As áreas com as altitudes mais elevadas, nos espigões e divisores da bacia estão localizadas as formações florestais mais conservadas, da Fazenda Floresta (propriedade particular), em altitudes de 850 a 1050 metros. Nestes setores também estão incluídos uma pequena área da Reserva biológica do Poço D'Antas.

Parte da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos está inserida na zona de amortecimento da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta. Segundo a lei 9.985/00, no entorno de uma Unidade de Conservação, as atividades antrópicas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

Nas áreas de cimeira e topos de morro da bacia hidrográfica estão localizados importantes fragmentos de vegetação, com baixo grau de intervenção, primordiais para a conectividade de fluxo gênico à flora e fauna local e regional e que podem funcionar como corredores ecológicos. Neste sentido, conforme visualizado no perfil 1, as variações no relevo local, reflexo das características do relevo regional da Mantiqueira Setentrional Mineira, como por exemplo os traçados e formas de topos de morro, os paredões rochosos, principalmente na porção nordeste da bacia, são essenciais para conservação de fragmentos florestais da Mata Atlântica em áreas urbanas consolidadas que ainda resistem aos processos de desmatamento.

As planícies dos córregos e rios são facilmente detectadas em função das diferenças altimétricas entre estas e as áreas adjacentes na bacia (Figura 105 e Figura 106). Nas áreas de planície do ribeirão Marmelos e fundos de vale, estão localizados bairros com uma ocupação já consolidada, incluindo os bairros Retiro, Floresta e Santo Antônio de Paraibuna. Além das feições e características destacadas anteriormente, nos perfis e mapeamentos das unidades geossistêmicas, as áreas de pastagens apresentam significativa distribuição espacial, inclusive nas áreas que fazem limite com a rodovia União Indústria e nas áreas de transição entre os usos urbano e rural.

Figura 105 – Perfil 1: Gradientes altitudinais e uso e ocupação da Terra no baixo curso da bacia.



Legenda: Não foram representados a espessura, sentido do mergulho e a posição estratigráfica dos litotipos. Fonte: Organizado pela autora.

Figura 106 – Grupos de Fácies mapeados próximo à foz do ribeirão Marmelos – setor de construção da Usina Marmelos Zero no Rio Paraíba.



Fonte: Acervo pessoal da autora. Data: 11/03/2017.

Em sua grande maioria, constatou-se que os topos dos morros são convexados e as encostas apresentam uma variedade de formas convexa, retilíneas e côncavas. A vegetação encontra-se distribuída em um mosaico de manchas de florestas em estágios variados de sucessão e pastagens, denotando a influência do uso humano pretérito e atual na transformação de extensas áreas de florestas primárias em florestas secundárias. Em muitos gradientes altitudinais da área, o comportamento dos geossistemas apresenta dinâmica regressiva associada à ação antrópica. Significa, que o arranjo espacial mapeados encontra-se com o “potencial ecológico” e a “exploração biológica” sensivelmente modificados pela introdução e substituição dos usos da área.

Conforme constatado no perfil geocológico os solos mais desenvolvidos como os Latossolos-Vermelho-Amarelo, são visualizados nos terrenos cujos materiais de origem são os gnaisses e as biotitas-gnaisses dando suporte a floresta estacional Semidecidual montana e submontana. Em contrapartida, nas áreas com a presença de afloramentos rochosos os Neossolos e Cambissolos dão aporte ao desenvolvimento de uma vegetação rasteira, rupícola, adaptada a condições ambientais diferenciadas.

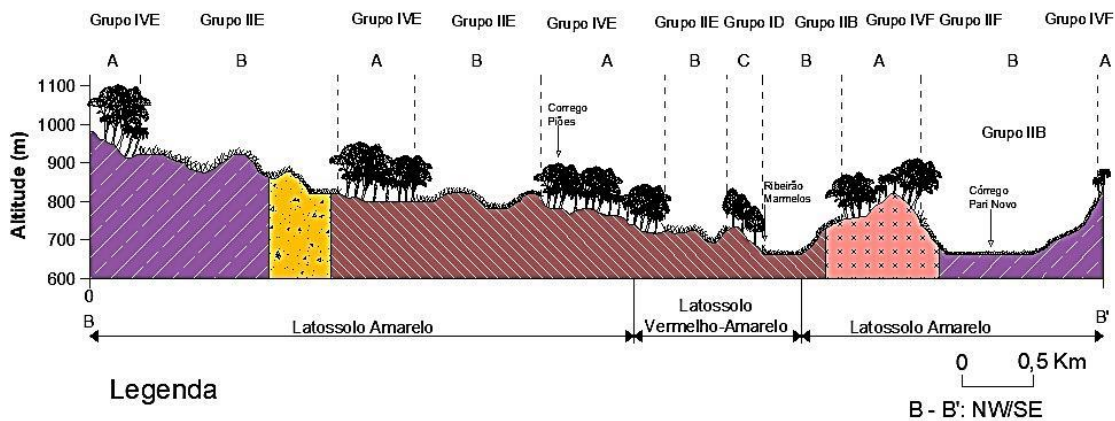
Embora os solos da área ainda não tenham sido mapeados em escala de detalhe, nos trabalhos de campo observou-se a presença dos Latossolos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos, Latossolos Bruno, Cambissolos e Neossolos litólicos distróficos, assim como Gleissolos. Estes solos caracterizam-se pela elevada acidez, acentuada pobreza em nutrientes e baixos teores de matéria orgânica.

No contexto dos “Mares de Morros Florestados” do domínio Tropical Atlântico, embora esta classe de solos sejam intensamente lixiviados e empobrecidos quimicamente, servem de suporte para complexas formações florestais. Richards (1952) sugeriu que os atributos pedológicos (textura, estrutura e porosidade) relacionados ao suprimento de água e oxigênio, tem maior importância que as características químicas dos solos no contexto tropical, embora os atributos químicos sejam importantes em condições específicas. Além desses fatores a camada de serapilheira depositada sobre o solo tem papel importante na manutenção das formações florestais. Por outro lado, a alteração na cobertura da terra sem um manejo adequado relacionado às condições do relevo local, aos aspectos climáticos e às propriedades físicas do solo, ativam processos ligados a geomorfogênese de origem antrópica.

O perfil 2 (Figura 107) está localizado na área rural da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Através da análise do perfil observa-se que o que foi denominado por Ab’Saber (2003) como domínio dos Mares de Morros Florestados, encontra-se em grande medida sobre

o domínio das pastagens de espécies exóticas para fins de agropecuária extensiva. Estas áreas de domínio morfoclimático tropical atlântico, caracterizam-se pela decomposição profunda de rochas cristalinas ou cristalofilianas, presença de solos do tipo Latossolo, mamelonização das vertentes, cobertura florestal contínua desde o fundo dos vales até as mais altas vertentes e interflúvios, com pouquíssima incidência de raios solares no chão da floresta (AB'SABER, 2003).

Figura 107 – Perfil 2: Distribuição dos grupos de fácies nos gradientes altitudinais no médio curso da bacia.



Legenda

Tipos de Rocha

- Hornblenda-biotita ortognaisse tonalítico a granítico, rocha anfibolítica
- Intercalações de quartzito impuro
- Ortogranulito enderbítico a charnockítico, com tipos gabróicos subordinados
- Biotita gnaiss e bandado, subordinadamente, granada gnaiss e rocha calcissilicática

Fitofisionomias

- A- Floresta Estacional semidecidual montana e submontana/ Floresta Latifoliada tropical
- B- Graminóides exóticas
- C- Eucalipto

Legenda: Não foram representados a espessura, sentido do mergulho e a posição estratigráfica dos litotipos.
Fonte: Organizado pela autora.

A vegetação que em tempos pretéritos revestia a ampla extensão da área em estudo, cobrindo a totalidade dos mares de morro dos fundos de vale às áreas de cimeira e divisores, encontra-se, hoje, reduzida a poucos remanescentes dispersos em manchas florestais compostas, na maioria das vezes, por fragmentos isolados. Muitas vezes estes fragmentos sobrepõem-se espacialmente a áreas destinadas a silvicultura e agricultura em pequenas propriedades rurais. A ação antrópica atua sistematicamente subtraindo as formações florestais dos contextos dos mares de morros juizforanos.

Portanto, o conhecimento do padrão de organização da estrutura dos geossistemas locais e regionais no domínio do que ainda resta de Mata Atlântica preservada é de extrema relevância para que se possa fazer um uso racional do seu potencial biótico, abiótico e paisagístico.

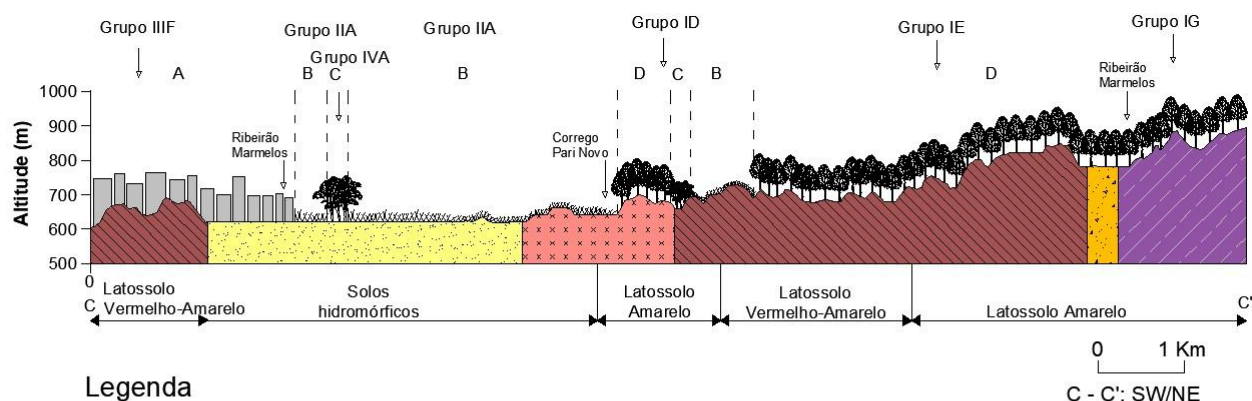
Nesse sentido, salienta-se, que as fácies e geohorizontes identificados durante o trabalho estruturam-se em diversas e sinuosas geoformas, em conjuntos complexos e formas de organização espacial variadas, resultando em múltiplas unidades geossistêmicas locais. Essas características específicas das paisagens em domínio dos “mares de morro”, conforme destacado por Ab’Sáber (2003), são restritivas quanto ao uso e cobertura da terra, principalmente nos setores declivosos das escarpas das serras e nos patamares de cimeira, nas áreas marginais aos cursos d’água e nos topos de morro.

Dessa forma, excetuando-se as ações antrópicas na área central do geocomplexo onde está localizado parte do núcleo urbano de Juiz de Fora, toda a área restante entre o domínio da Fazenda Floresta e dos fragmentos florestais distribuídos no alto curso da bacia, incluindo as reservas legais e áreas de preservação permanente viabilizam a materialização do corredor ecológico da Reserva Biológica do Poço D’Antas.

O perfil geocológico 3 (Figura 108) estende-se do baixo ao alto curso da bacia. A variação de morfologias do relevo neste transecto é igualmente acompanhada pela diversidade de usos da terra e fitofisionomias encontradas na área na atualidade. Neste traçado são predominantes três sistemas: a ocupação urbana; as extensas áreas de pastagens e os plantios de eucalipto. A ocupação urbana se restringiu aos fundos de vale e planícies de inundação do ribeirão Marmelos e afluentes, enquanto que os plantios com espécies de eucalipto ocupam vastas áreas dos relevos mamelonares da área em estudo.

Os fragmentos de floresta estacional semidecidual estão restritos um ao baixo curso da bacia e outro ao médio curso, designados pela letra C no perfil. A caracterização detalhada das fitofisionomias florestais quanto a estrutura, composição e dinâmica, são essenciais na compreensão dos geossistemas, no entanto, na Zona da Mata Mineira existem poucos estudos e levantamentos realizados nos fragmentos florestais do município (ALMEIDA SOUZA 1997; GARCIA 2007; PIFANO 2007).

Figura 108 – Perfil 3: Associações entre relevo, rocha e o uso e ocupação da terra na estrutura do geossistema.



Legenda

Tipos de Rocha

- Ortogranulito enderbítico a charnockítico, com tipos gabróicos subordinados
- Depósitos quaternários
- Biotita gnaiss bandedo, subordinadamente, granada gnaiss e rocha calcissilicática
- Intercalações de quartzito impuro
- Hornblenda-biotita ortognaiss tonalítico a granítico, rocha anfibolítica

Uso da Terra

- A- Área Urbana
- B- Graminóides exóticas
- C- Floresta estacional semidecidual montana/ Floresta latifoliada
- D- Eucalipto

Legenda: Não foram representadas a espessura, sentido do mergulho e a posição estratigráfica dos litotipos. Fonte: Organizado pela autora.

Estudos realizados por Silva *et al.* (2003b) estimam que apenas 2% da vegetação no estado de Minas Gerais se encontra na forma de cobertura florestal localizados, geralmente, em áreas de proteção ambiental, tais como matas ciliares e de “topo” de morro e unidades de conservação. As espécies arbóreas mais frequentemente encontradas em inventários fitossociológicos na Zona da Mata são: *Apuleia leiocarpa*, *Alchornea triplinervia*, *Guapira opposita*, *Bathysa nicholsonii*, *Ocotea odorifera*, *Casearia decandra*, *C. arborea*, *C. ulmifolia*, *Dalbergia nigra*, *Piptadenia gonoacantha*, *Siparuna guianensis*, *Allophylus edulis*, *Erythroxylum pelleteriannum*, *Jacaranda macrantha*, *Sorocea bonplandii*, *Anadenanthera colubrina*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Copaifera langsdorffii* e *Machaerium nictitans* (LOPES *et al.* 2002a; SILVA *et al.*, 2003a).

Embora tenham sido realizados poucos levantamentos fitossociológicos nesta Tese, o estudo das espécies que ocorrem na área, associada a uma revisão bibliográfica sobre o comportamento e importância geocológica para organização espacial dos geossistemas de contextos tropicais, ajudaram na interpretação da estrutura e de processos relacionados ao potencial biológico e exploração biológica dos geossistema sob influência da ação social na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos. Por último, na seção a seguir, foi discutida a dinâmica atual dos geossistemas e como ela é influenciada pela ação antrópica, ou seja, como atuam estes mecanismos na reorientação dos processos da geocológicos da área.

5.3 Dinâmica atual dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos

A bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos é uma área relevante para conservação/preservação de espécies nativas da Mata Atlântica (Patrimônio Nacional). A dinâmica natural do conjunto depende da manutenção dos processos naturais e da delimitação restritiva dos usos e ocupação da terra nas áreas de entorno dos fragmentos remanescentes. No entanto, espacializados por toda bacia, existem áreas degradadas, com perdas importantes de solo, poluição e alterações ambientais significativas que foram discutidas nas seções anteriores.

Nesse sentido, o estudo da dinâmica atual, é interessante para indicação de áreas críticas e potenciais para conservação da biodiversidade. Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre os aspectos relativos à dinâmica atual da área foi confeccionado um quadro síntese (Quadro 5) adaptado da proposta de classificação formulada por Bertrand (1968) e aplicada por Passos (2016).

Nesta proposta, que classifica os geossistemas em função de sua evolução “tipologia dinâmica⁴⁵” e que engloba aspectos relativos à organização espacial das paisagens, três elementos são fundamentais: o sistema de evolução, o estágio atingido em relação ao clímax, o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva, estabilidade).

As áreas mais críticas da bacia correspondem aos grupos II (Áreas de usos intensivos em pequenas propriedades rurais em resistasia antrópica), III (planícies e morros urbanizados); e o V (Geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica), nelas o potencial ecológico encontra-se seriamente comprometido pelo histórico de uso e ocupação da bacia e pela inter-relação do relevo, características morfológicas dos solos e pluviosidade. O grupo II corresponde aos espaços rurais destinados à prática agropecuária. No

⁴⁵ Esta tipologia se inspira, na teoria de bioresistasia de H. Erhart.

grupo III avistam-se áreas em que estão assentadas a ocupação urbana consolidada com as mais variadas infraestruturas antrópicas. São áreas de intensa transformação e modificação dos fluxos de matéria, energia e informação. Caracterizam-se pelos altos gastos energéticos de combustíveis ligados as mais variadas atividades, pela impermeabilização das superfícies, degradação dos solos, da qualidade das águas fluviais, alteração microclimática e desigualdades no acesso aos bens e serviços desenvolvidos pela sociedade.

À dinâmica atual do grupo III, acrescenta-se a observância de que a urbanização e processos correlatos têm sido os motores do crescimento econômico e dos centros de inovação e desenvolvimento sociocultural. Os núcleos urbanos geralmente têm maior eficiência no uso de energia e materiais, além de melhor acesso à educação, empregos, assistência médica e serviços sociais do que as áreas rurais (ADLER; TANNER, 2015). No entanto, também são lugares de graves problemas ambientais, crescente desigualdade socioeconômica e instabilidades políticas e sociais. Os padrões espaço-temporais, fatores biofísicos e socioeconômicos e os impactos ecológicos e ambientais da urbanização afetam significativamente a dinâmica dos geossistemas em biotasia, podendo inclusive alterar seu estado ao longo do tempo.

Estas áreas, para alguns grupos de espécies são zonas inóspitas de baixa diversidade, altamente modificadas, seja pelas alterações do clima local, aumento da poluição e sobrecarga de nutrientes. Por outro lado, para espécies invasoras, apresentam vantagens seja pela introdução intencional, seja pela elevada valência ecológica. Contudo, as espécies nativas não são completamente eliminadas, ficando restritas a pequenos habitats (ADLER; TANNER, 2015).

Embora a perturbação antrópica seja significativa na bacia, com predominância de geossistemas em resistasia, as áreas ocupadas pelo Grupo IV, geossistemas subclimáticos e paraclimáticos, correspondem às áreas mais indicadas para conservação da biodiversidade local. Neste grupo o potencial ecológico mantém-se estável, composto, sobretudo de espécies nativas originárias do bioma Mata Atlântica. Nos exemplares observados na reserva da Fazenda Floresta (importante fragmento florestal do município de Juiz de Fora, localizado na zona de amortecimento da Reserva Municipal do Poço D'antas), em meio à vegetação secundária existem espécies de vegetação primária, de grande diversidade biológica que resguardam as características originais de estrutura e de espécies. Os efeitos das ações antrópicas dos bairros do entorno são mínimas no interior deste grupo, no entanto ocorrem nas áreas de borda.

Quadro 5 - Dinâmica atual dos grupos de fácies: interações dos fatores físicos, biológicos e socioeconômicos. Tendência evolutiva dos principais fatores ambientais.

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|------------------|---|--|
| Domínio Tropical Atlântico | Planalto Oriental - Setor Setentrional da Serra da Mantiqueira Mineira | 2-Cristas baixas e morros originalmente florestados | Grupo I | Geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica | Geossistemas regressivos e com potencial ecológico degradado que se desenvolve por intervenção antrópica no seio das paisagens em plena biostasia. Trata-se das fácies de Eucaliptos em plâncies, de inundação, morros, morrotes, degraus estruturais e topos consorciado ou não com a vegetação nativa e/ou pastoreio do gado. |
| | | | Grupo II | Áreas de pastagens artificiais extensivas com dinâmica regressiva | Pequenas propriedades rurais – apresentam uma dinâmica regressiva com eliminação da exploração biológica (substituição da cobertura vegetal de mata pelas pastagens) e uma degradação do potencial ecológico, provocadas cultivo de pastagens exóticas. Nas fácies analisadas há o predomínio das plantações de campim brachiaria sp. Em regra geral, a morfogênese só é mais ativa que a pedogênese em setores localizados, sobretudo nas áreas onde se tem adotado a prática de “refazer” os pastos. |
| | | | Grupo IV | Áreas de vegetação residual em biostasia subclimática e paraclimática | São áreas em que o potencial ecológico se mantém praticamente estável e em equilíbrio com a exploração biológica, apresenta diversidade de habitats bem preservados, e/ou singulares; cadeias tróficas completas e consistentes. Em alguns locais a vegetação se apresenta sensivelmente alterada pela ação antrópica, principalmente nas áreas de borda dos fragmentos florestais influenciando a espacialização das espécies, a composição florística e a existência da fauna silvestre. Estas áreas estão mais expostas à queimadas, ao extrativismo, invasão, caça e degradações de ordem antrópica. Sofrem influência de espécies exóticas e invasoras: braquiária, bambus, e animais domésticos. |
| | | | Grupo V | Áreas de usos intensivos em pequenas propriedades rurais em resistasia antrópica | Embora os solos mapeados na bacia em sua grande maioria (latossolo vermelho-amarelo) se caracterizem por apresentar baixo potencial erosivo, profundidade razoável e desenvolvimento de bioestrutura nos horizontes superficiais. foram detectados e mapeados áreas com solos expostos nos baixo, médio e alto curso da bacia. A topografia movimentada em que se encontra a maioria das propriedades, a propensão do solo ao processo erosivo e, notadamente o manejo que recebem por parte dos pequenos proprietários está comprometendo negativamente a dinâmica dos geossistemas. |
| | | 1- Planícies e morros urbanizados | Grupo III | Geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica | Áreas em que estão assentadas a ocupação urbana consolidada com as mais variadas infraestruturas antrópicas. São áreas de intensa transformação e modificação dos fluxos de matéria, energia e informação. Caracterizam-se pelos altos gastos energéticos de combustíveis ligados as mais variadas atividades, pela impermeabilização das superfícies, degradação da qualidade das águas fluviais, alteração microclimática e desigualdades no acesso aos bens e serviços desenvolvidos pela sociedade. |

Esse efeito pode contribuir para canalização de espécies vegetais invasoras para o interior do fragmento.

Por outro lado, em um contexto mais amplo, a interligação espacial existente entre os fragmentos florestais do Município de Juiz de Fora apresenta hiatos dados principalmente pelos processos de expansão de núcleos urbanos e pelas atividades agropecuárias, geossistemas em resistasia, grupos I e II. Do ponto de vista do planejamento ambiental, oferecer maior conectividade entre as reservas florestais urbanas e as reservas das áreas rurais, com escopo de preservar a diversidade biológica local e diminuir o isolamento das áreas, através da implementação de políticas públicas que incentive a adição de reservas, espaços verdes e outros núcleos vegetacionais, poderiam contribuir para melhoria da qualidade de vida da população e para manutenção da biodiversidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de uma teoria geográfica em termos sistêmicos buscou desde a sua formulação responder questões inerentes aos campos empírico-práticos e teóricos da Geografia Física. Embora as análises sistêmicas desenvolvidas buscassem a interpretação integrada dos sistemas ambientais, ela só foi viabilizada através das técnicas e estudos empreendidos pelos diferentes campos do conhecimento. Nesse sentido ratifica-se que o campo de estudos dos geossistemas abrange muitas disciplinas, e sua natureza multidisciplinar permite o uso de técnicas e de resultados de diversas ciências para responder a questões sobre a natureza das organizações espaciais dos sistemas ambientais.

O estudo da história do conceito evidencia que desde a sua formulação como uma teoria do pensamento geográfico, o geossistema vem sendo compreendido como um sistema natural que estabelece conexões com a esfera socioeconômica. Essa definição é decorrente da importância de estudos voltados à compreensão e planejamento dos sistemas naturais associados aos distintos usos sociais, pois estes espaços coexistem modificando e sendo modificados pelos diferentes agentes sociais, que através de suas lógicas dinamizam ainda mais tais sistemas geográficos. As concepções reflexivas associadas a esta teoria contribuíram de forma significativa para análise dos diferentes sistemas ambientais físicos e sociais em múltiplas escalas espaciais e temporais.

As análises e diagnósticos dos geossistemas em diferentes níveis hierárquicos espaciais combinam métodos clássicos de levantamento de dados em campo com sistemas de informação geográfica (SIG) e métodos de tratamento de imagens obtidas através do sensoriamento remoto. Neste trabalho, buscou-se evidenciar que a análise integrada dos sistemas ambientais físicos e humanos é essencial para identificar os conflitos de uso da terra resultantes de uma sobreposição de diferentes demandas da sociedade sobre os geossistemas.

Além disso, através de um resgate teórico do conceito nas escolas francesa e russo-soviética, objetivou-se analisar a natureza das diferentes abordagens desenvolvidas nestes países, demonstrando a complexidade teórica das abordagens nos dois contextos geográfico-históricos, assinalando, por exemplo, a construção de várias definições conceituais estruturadas como suporte para o sistema classificatório de geossistemas proposto. Essa complexidade inerente a multiescalaridade do conceito de geossistema e de suas unidades subordinadas muitas vezes dificultaram a aplicação da teoria e do método em território nacional. Dessa forma, tentando ultrapassar essas barreiras linguístico-taxonômicas, o

trabalho buscou contribuir através de um trabalho comparativo dialógico, aplicado para uma interpretação integrada dos geossistemas na bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, trazer contribuições das duas escolas de pensamento assinalando as diferenças e complementariedades existentes entre as duas abordagens.

Nesse sentido, ficou explicitado que as demandas por recursos, espaços e bens naturais alteraram significativamente a intensidade das transformações nos usos e ocupação da terra, com repercussões que podem ser visualizadas tanto na escala local, quanto espacializadas para escala regional. Primeiramente, com a construção da estrada União e Indústria inaugurada no ano de 1861, com o objetivo de interligar Juiz de Fora a Petrópolis. Em segundo lugar, com a construção pioneira da usina hidrelétrica de Marmelos em 1889, com repercussões em escala de importância para todo território nacional. Estes usos históricos do potencial ambiental, acompanhados dos processos de ocupação urbana e rural da área foram responsáveis no contexto do domínio Tropical Atlântico pela transformação das florestas primárias em florestas secundárias e extensas áreas destinadas às pastagens exóticas.

Pelo viés do ordenamento territorial e planejamento da paisagem, a preocupação com a escala de transformação e fiscalização das atividades modificadoras substancialmente das condições e elementos dos geossistemas começou a vigorar mais efetivamente com a execução do código Florestal em 1965, período em que a consciência ecológica começa a eclodir no mundo ocidental. Dentro dessa perspectiva, as prioridades são definidas pelas agendas políticas tentando minimizar os impactos decorrentes da ocupação humana nos diferentes contextos espaciais do território nacional através da introdução da Política Nacional do Meio Ambiente.

Neste cenário, o planejamento da paisagem a curto, médio e longos prazos, do uso e ocupação da terra nos municípios e regiões, é de fundamental importância para manutenção dos sistemas ambientais. Por intermédio do planejamento e ordenamento territorial é possível avaliar as consequências do uso da terra e a necessidade de proteção e organização das atividades desenvolvidas pelos sistemas antrópicos. Não só isso, a tipificação, caracterização e categorização dos geossistemas, tendo em conta as características das áreas naturais e o uso da terra, fornecem a base para o desenvolvimento e implementação de políticas voltadas para conservação e proteção da geodiversidade e biodiversidade. Neste sentido a teoria geossistêmica oferece uma base teórica e metodológica para a produção de planos/planejamentos para contextos espaciais em variadas escalas, ou seja, abordar os locais dentro de contexto mais amplos de planejamento.

Embora pesquisas recentes desenvolvidas em outros países (Rússia, Alemanha, Estados Unidos) tenham se concentrado no estudo dos processos, materiais (geoquímica), cronologia e predição dos geossistemas, o estudo da estrutura do geossistema, bem como a cartografia e classificação permanecem centrais na Geografia Física, pois são essenciais para a compreensão dos fatores físicos e para verificação do potencial de uso da terra para diferentes contextos espaciais. Nesse sentido, o importante, como demonstrado neste trabalho, é considerar as unidades espaciais geossistêmicas interagindo com os fatores antropogênicos, sendo constantemente alterados, tanto os elementos quanto setores específicos.

Do ponto de vista metodológico, ficou demonstrado por esta pesquisa que trabalhos realizados a partir do referencial teórico geossistêmico, que fazem mapeamentos em diferentes escalas espaciais (micro, meso e macroescala), e em diferentes dimensões (dimensões topológicas, corológicas, regionais, geoesféricas) e em diferentes períodos utilizam um grande volume de dados e métodos de pesquisa, resultando em uma complexa abordagem para o tratamento e análise dos dados. Essa complexidade precisa ser considerada, pois influencia a disponibilidade, seleção e uso das informações necessárias para a pesquisa, sua validade e analogias com resultados obtidos para outras áreas em um mesmo recorte espacial ou em outros contextos geográficos.

Vale acentuar que a utilização de uma infraestrutura complexa de dados geográficos, com distintos sistemas de classificação e organização da informação geográfica, com escalas espaciais variadas constitui no maior desafio para o pesquisador que trabalha com paisagens e geossistemas, ou seja, integração de dados coletados de fontes heterogêneas. Soma-se a isso a carência de mapeamentos em escala de detalhe dos variados elementos dos geossistemas e falta de uniformização para a construção das legendas e definição dos sistemas de projeção. Embora os SIG's ofereçam possibilidades de tratamento para dados multidimensionais, as classificações ainda são em sua maior parte realizadas manualmente ou de forma semiautomática. Nesse sentido, a criação de um banco de dados geográficos é a base para o conhecimento da estrutura do geossistema e das paisagens.

A luz do que foi discutido, é relevante ratificar que o conhecimento da estrutura e função são os pilares para formulação e inserção de políticas públicas pautadas no planejamento e ordenamento territorial nos variados contextos espaciais do território brasileiro. Diante dessa problemática, o planejamento de políticas ambientais baseado nos princípios científicos orquestrados pela teoria geossistêmica, deve considerar a complexidade inerente à articulação entre os campos naturais, tecnológicos e culturais, ou seja, deve na

prática compreender as inter-relações que se estabelecem entre processos históricos, econômicos, ecológicos e culturais no desenvolvimento do dinamismo produtivo da sociedade e áreas de influência na implementação das políticas públicas.

Como foi demonstrada a partir da contextualização do histórico de uso e ocupação da bacia, a dinâmica socioeconômica e geocológica da área foi alterada por ações políticas de desenvolvimento econômico/industrial, primeiro no setor de transportes, com a construção da estrada União e Indústria no ano de 1861, e em segundo lugar, no setor energético, com a construção pioneira da usina hidrelétrica de Marmelos em 1889. Mais recentemente, avista-se o desenvolvimento e aplicações de políticas setoriais habitacionais na área com a construção de condomínios fechados ligado ao setor imobiliário. Essas intervenções de ordem política não só estimularam a dinâmica socioeconômica da área/município, como também induziram mudanças significativas na ocupação da terra e conseqüentemente na organização dos sistemas ambientais da bacia.

Esta reflexão corrobora com os pontos centrais desenvolvidos por esta Tese, aqueles condizentes com as relações de interdependência entre os processos sociais e geocológicos. Nesse sentido, a dinâmica e (re) organização espacial dos geossistemas está diretamente amalgamada a um sistema físico (geocológico) e socioeconômico. Nestes termos, os processos e mudanças dos geossistemas e seus subsistemas em um determinado momento, vinculam-se aos tipos de elementos presentes na estrutura do geocomplexo e suas relações com o espaço circundante e interações com a esfera socioeconômica. Ou seja, se não houvesse o potencial hidráulico que fosse capaz de servir a geração de energia elétrica, a usina hidrelétrica de Marmelos não teria sido construída, raciocínio semelhante pode ser aplicado para a construção da estrada União Indústria, neste caso o fator localização e acessibilidade foram fundamentais; e para especulação imobiliária da área.

Por último, acentua-se que as relações entre a população de um determinado município com os geossistemas são dinâmicas e assíncronas, ou seja, não ocorrem ao mesmo momento. Neste sentido, os arranjos espaciais e a configuração dos geossistemas são condicionados pelos agentes sociais locais e pelos agentes definidores de políticas responsáveis pela circunscrição de espaços de uso. Está relação não se dá de maneira harmônica e dialógica, o que tem gerado para o local de estudo processos de degradação dos sistemas ambientais associadas a perdas materiais e de qualidade de vida das populações. Atualmente, estes processos são acompanhados pela deterioração progressiva da má gestão das finanças públicas o que agrava a situação vivenciada pelos moradores de baixa renda que

ocupam áreas de risco a inundação e/ou deslizamentos de terra e blocos rochosos no município de Juiz de Fora.

Dessa forma, a dinâmica, (especializada pela mudança nas estruturas, nas funções da estrutura do geossistema e no mosaico da paisagem ao longo do tempo), estrutura e processos geossistêmicos e a organização e processos sócio-históricos (produção, racionalidade econômica, organizações culturais, sistemas políticos) que afetam a vida das populações e o potencial produtivo (tanto ecológico quanto social) devem ser integrados ao planejamento do uso da terra buscando minimizar os impactos decorrentes das atividades humanas e maximizar ações orientadas à conservação dos bens naturais.

A base conceitual e metodológica da teoria geossistêmica apresentada por Sochava e Bertrand forneceram bases lógicas importantes para a compreensão das ligações multiescalares entre a estrutura, os processos e a dinâmica do geossistema. Mais do que isso, construíram um sistema de classificação e cartografia de paisagens e geossistemas que possibilitam a síntese dos elementos sem perder de vista a complexidade das relações e a dinâmica espacial, interessante para a gestão e ordenamento territorial que podem ser adaptadas à intervenção política e à participação pública em nível regional e/ou local. Ambos os teóricos trouxeram contribuições para a epistemologia da Geografia Física, contudo mais pesquisas (que utilizam novas tecnologias e dados) são necessárias para esclarecer as muitas questões que ainda permanecem sem solução, principalmente no que diz respeito à aplicação das propostas de classificação e planejamento na Geografia Física. Como pode ser constatado, transcende o interesse científico sendo necessária a sua incorporação como questão importante na regulamentação do uso da terra e no planejamento e gestão territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABALAKOV, A. D.; SEDYKH, S. A. Regional-typological study and mapping of geosystems: analysis of the implementation. **Geography and Natural Resources**, v. 31, p. 317-323, 2010.
- ABBAGNANO, N. **História da filosofia (Vol.6)**. 3. ed.. Lisboa: Editorial Presença. 1982.
- AB'SABER, A. N. As bases geoconômicas essenciais da região de São Paulo. **Revista das Faculdades Campineiras**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 10-18, 1954.
- _____. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ADLER, F. R.; TANNER, C. J. **Ecosistemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente contruído**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 383p.
- ALMEIDA, F. F. M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.. The precambrian evolution of the South American cratonic margin south of the Amazon River. In: NAIRN, E, M.; STEHLI, F. G. (eds.). **The ocean basins and margins**. New York, Plenum, 1973. v. 1, p. 411-446.
- ALMEIDA, D. S., SOUZA, A. L. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.221-230, 1997.
- ALMEIDA, J. R. *et al.* Política e planejamento ambiental. 3. ed. Rio de Janeiro: Thex editora, 2006. 457p.
- ANDRADE, R. Escravidão e cafeicultura em Minas Gerais: o caso da Zona da Mata. **Revista Brasileira de História**. São Paulo: v.11, n.22, p. 93-129, 1991.
- ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 25/06/2018.
- ANGELSTAM, P.; GRODZYNSKYI, M.; ANDERSSON, K.; AXELSSON, R.; ELBAKIDZE, M.; KHOROSHEV, A.; KRULOV, I. & NAUMOV, V. Measurement, collaborative learning and research for sustainable use of ecosystem services: landscape concepts and Europe as laboratory. **Ambio**, v.42, p. 129–45, 2013.
- ASSIS, D. C. **O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora – MG**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 196 f.
- ATIK, M; et. al. Definition of landscape character areas and types in Side region Antalya-Turkey with regard to land use planning. **Land Use Policy**. V. 44, p. 90–100, 2015.
- AVILA, F. B., PITMAN A. J., DONAT M. G., ALEXANDER L. V., ABRAMOWITZ G. Climate model simulated changes in temperature extremes due to land cover change. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**. v.117, n. D4, p.1-19, 2012.
- AVDAN, U; JOVANOVSKA, G. Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. **Journal of Sensors**, v. 2016, 2016.

BARBOSA, L. G. **Análise de sistemas em biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí /Brasil**. Dissertação de mestrado. 179p. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2015.

BARROS, C. S. Eletricidade como elemento de modernização em Juiz de Fora (1889 – 1915). **HEERA. Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada**. v.3, n.5, p.26-52, 2008.

BASTIAN, O. GRUNEWALD, K. KHOROSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. **Landscape Ecology**, v. 30, n. 7, p. 1145-1164, 2015.

BATISTA, C. S. **Cotidiano e escravidão urbana na Paróquia de Santo Antônio do Juiz de Fora (MG), 1850-1888**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2015.

BAZHENOVA, O. I.; PLYUSNIN, V.M.; SNYTKO, V. A. Implementation of the Program of Geographical Station-Based Investigations in Siberia (50 Years Since the Appearance of the Monograph Entitled “Alkuchanskii Govin”). **Geography and Natural Resources**, v. 35, n. 4, p. 5-12, 2014.

BERG L. S., **Geografičeskie zony Sovetskogo Soyuza** [Geographical zones of the Soviet Union], 3. Ed., Moscou, 1947.

BEROUTCHACHVILI N., CLOPES, J.M.P. Tendencia actual de la ciencia del paisaje en la Unión Soviética: El estudio de los geosistemas en la estación de Martkopi (Georgia). **Revista de Geografía**, Barcelona. v. 11, n. 1-2, p. 23-36, 1977.

BEROUTCHAVILI, N. BERTRAND, G. Le Géosystème ou Système territorial naturel. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, v.49, n.2, p.181-198, 1978.

BERTRAND, C. ; BERTRAND, G. Mémoire (La) des terroirs. In: **Pour une écologie agraire**. – France, Paris : Colin, 1991. p. 11-17.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globales: esquisse methodologique. **Révue de Géographie des Pyrenées et Sud-Ouest**. Toulouse, v.39, p.249-272, 1968.

_____. Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico. **Revista I GEOG/USP**, São Paulo: USP, n.13, 1971. Caderno de ciências da terra.

_____. Pour une histoire écologique de la France rurale, In: DUBY, G.(ed.) **Histoire le la France rurale**, 3 vols., Paris: Le Seuil, 1975, p. 35-116.

_____. Le paysage entre la nature et la société. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-ouest**, v. 49, n. 2, p. 239-258, 1978a.

_____. Géographie (La) physisque contre nature? **GEODOC**, – 1978b, n° 8. – 35p.

_____. Construire la géographie physique. **Hérodote**, Paris, n. 26., p. 90-116, 1982.

_____. – Chassez le naturel.... **L’espace géographique**. v. 18, n. 2, p. 102-105, 1989.

_____. Paisagem e geografia Física Global. **RAÍÇA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

_____. Un paisaje más profundo de la epistemología al método. **Cuadernos Geográficos**. v. 43, n.2, p. 17-27, 2008.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. In: PASSOS, M. M. (Org.). **O meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2009, 332p.

BEZERRA, J. P. P. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antonio - Mirante do Paranapanema (SP)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2011.

BRAAKER, S.; GHAZOUL, J.; OBRIST, M. K.; MORETTI, M. Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. **Ecology**, v. 95, n.4 p. 1010–1021, abr. 2014.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia - PROJETO RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, v.32. 1983. 780p.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Portal da Legislação, Brasília, DF, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm> Acesso em: 15/09/2018.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p

BRITO, M. **A dinâmica da violência: análise geográfica dos homicídios ocorridos em Juiz de Fora entre os anos de 1980 a 2012**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013, 210 f.

BROWN, K. S. J R., AND G. G. BROWN. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In T. C. Whitmore and J. A. Sayer (Eds.). **Tropical deforestation and species extinction**. Chapman and Hall, London, England. P. 119–142, 1992.

CASSETI, V. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, F. e KOZEL, S. **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2002. p. 145-163.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese de doutorado em geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. 218p.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B. Geossistemas e geografia no Brasil. **R. Bras. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, jul./dez. 2016

_____. **Cartografia de paisagens - fundamentos**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CENTRO DE CIÊNCIAS – Universidade Federal de Juiz de Fora. **Histórico – 2006 a 2013**. (Documento Interno). Juiz de Fora, 2013, 146p.

CHAVES, E. S.; PUEBLA, A. M. R. Propuesta metodológica para la delimitación semiautomatizada de unidades de paisaje de nível local. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 25, p. 1-19, 2013.

CHEPTULIN, A. **A dialética materialista**: categorias e leis da dialética. São Paulo, Alfa-Omega, 1982. 354p.

CHORLEY, R. J. The drainage basin as the fundamental geomorphic unit. In: (ed.). **Water, earth, and man**. London, Methuen, 1969. 588p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p.

CHRISTO, M. C. V. “**A Europa dos pobres**”: a Belle Èpoque mineira. Juiz de Fora: EDUFJF. 1994.

CLAVAL, P. **História da Geografia**. Lisboa: Edições 70, 2006.

COSTA, A.F. Fármacos com alcalóides de núcleo glioxalina. In: **Farmacognosia**. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 1967. v.2, p.636-643.

CONAMA. **Resolução CONAMA N° 001, de 23 de novembro de 1986**. Publicado no D.O.U. de 17/2/86. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 15/09/2018.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia geomorfológica em áreas litorâneas**. Tese de Livre Docência em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas: Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2012. 105p.

DANTAS, M. E. **Biblioteca de padrões de relevo**: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Rio de Janeiro: CPRM, 2016. 67p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16589/Bibli_Padr_Relevo_CS.pdf> Acesso em: 11/09/2018

DOKUCHAEV V. **Toward the study of natural areas**. Moscou: OGIZ, 1948.

DRONIN, N. M. **Evoltyutsiya landshaftnoi kontseptsii v russkoi i sovetskoi fizicheskoi geografii** (Evolution of the landscape concept in Russian and Soviet physical geography) Moscou: GEOS, 1999.

DUARTE, B.P.; HEILBRON, M.; NOGUEIRA, J.R.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L.G.; ALMEIDA, J.C.H.; VALLADARES, C.S. Geologia das Folhas Juiz de Fora-Chiador (1:100.000). In: PEDROSA-SOARES A. C. et. al. (Org) Projeto Sul de Minas. Comig/Seme, 2003. v. 1. p. 153-258.

EDUARDO, C. C. **Cartografia geomorfológica comparada: aplicações no município de Juiz de Fora (MG) como subsídio ao planejamento**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016. 156p.

PASSOS, M.M. A BR-163 – de Cuiabá a Santarém: o papel dos agentes e sujeitos no ordenamento do território e na implementação de políticas públicas. **Ciência. & Trópico**. Recife, v. 41, n. 1, p. 139-164, 2017.

FAO. **Efectos ecológicos de los eucaliptos**. Roma: 1987. 106p.

FERREIRA, C. C. M. Modelo para análise das variáveis de cobertura da terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 14 –p. 50-75, 2014.

FIDELIS-MEDEIRO, F.; GRIGIO, A. F. Identificação das Unidades Homogêneas e Padrão da Ocupação Urbana (uhct) como subsídio ao ordenamento territorial em Mossoró, RN – Brasil. **EURE**, v. 45, nº 135, p. 245-270, 2019.

FLÓREZ, R. O. **Pequenas centrais hidrelétricas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 400p.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N. & SNYDER, P.K. Global consequences of land use. **Science**, v. 309 n. 5734 p.570-574, 2005.

FROLOVA, M. Desde el concepto de paisaje a la Teoría de geossistema en la Geografía Rusa: ¿hacia una aproximación global del medio ambiente? **Ería**. n.70, p.225-235, 2006.

_____. “A paisagem dos geógrafos russos: a evolução do olhar geográfico entre o século XIX e XX”. **Revista. RA'E GA**, Curitiba, n. 13, p. 159-170, 2007.

_____. From the Russian/Soviet landscape concept to the geosystem approach to integrative environmental studies in an international context. **Landscape Ecology** p.1-18, 2018.

GATTO, L. C. S. *et al.*, 1983. Geomorfologia. p 305 – 384. In. BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro.

GANZEI, K. S. The geosystems of the Southern and Middle Kuril Islands. **Geography and Natural Resources** v.29 n. 3, p. 251–255, 2008.

GARCIA, P. O. **Estrutura e composição do estrato arbóreo em diferentes trechos da Reserva Biologia Municipal Santa Cândida, Juiz de Fora, MG**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007, 91p.

GERALDO, W. M. J. **Novas dinâmicas socioespaciais na “cidade alta” de Juiz de Fora – MG**. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

GUIMARÃES, E. S., GUIMARÃES V. A. **Aspectos cotidianos da escravidão em Juiz de Fora**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2001.

GOUDIE, A. S. **Techniques for Desert Reclamation**. New York: Wiley. 1990.

HARGREAVES, H. J. A Companhia Mineira de Eletricidade e as possibilidades de Juiz de Fora para instalação de novas indústrias. **Revista do IHGJF**. Juiz de Fora: UFJF, v.6, n.6, p.30-43, 1971.

HAWKINS, V.; SELMA, P. Landscape scale planning: exploring alternative land use scenarios. **Landscape and Urban Planning**, p. 211–224, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (BIBLIOTECA IBGE). **Anuário estatístico do Brasil/SIDRA 2006**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=720>> Acesso em: 10/04/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (BIBLIOTECA IBGE). **Recenseamento do Brasil em 1872**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/Recenseamento_do_Brazil_1872/Imperio%20do%20Brazil%201872.pdf> Acesso em: 15/05/2018

IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Identificações de espécies florestais – Dados da Espécies – Piptadenia gonoacantha (Mart.)** Disponível em: <https://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=44>.

ISACHENKO, A. G. **Principles of landscape science and physical-geographic regionalization**. Melbourne University, 1973. 320p.

_____. Ls Berg's Landscape-Geographic Ideas, Their Origins And Their Present Significance. **Soviet Geography**, v. 18, n. 1, p. 13-18, 1977.

_____. The Concept of the Geosystem in Modern Physical Geography, **Izv. VGO**, v. 113, n.4, p. 297-306, 1981. Disponível em: <http://www.landscape.edu.ru/book_isachenko_1981.shtml> Acesso em: 20/07/2018

JACKSON, B.; *et al.* Polyscape: A Gis mapping framework providing eficiente and spatially explicit landscape-scale valuation of multiple ecosystem services. 2012

JAPIASSU, H. MARCONDES, D. **Dicionário básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, **Landscape and Urban Planning**, Vol. 112, 2013.

KHOROSHEV, A. V.; ALESHCHENKO, G. M. Methods to identify geosystems with a commonalty of intercomponent relationships. **Geography and Natural Resources**, v. 29, n. 3, p. 267-272, 2008.

KRÖNERT, R; STEINHARDT, U; VOLK, M. **Landscape balance and landscape assessment**. Springer Science & Business Media, 2001.

KUZMENKO, E. I. Cartographic approach in studying the structure and dynamics of geosystems as exemplified by the middle Ob region. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 2, p. 184-189, 2011.

KUZNETSOVA, T. I.; BYCHKOV, I. V.; BATUEV, A. R.; PLYUSNIN, V. M.; RUZHNIKOV, G. M.; KHMEL'NOV, A. E. Structural-typological characteristics and ecological potential of the Baikal region's geosystems. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 4, p. 315-322, 2011.

LANG S, BLASCHKE T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução de Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos; 2009. 424 p.

LAMARÃO, S. T. N. **A energia elétrica e o parque industrial carioca (1880-1920)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

LARDOSA, E. I.; DOS SANTOS, U. P.; MEIRELLES, M. S. P. Metodologia para a detecção de mudanças nos remanescentes de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, a partir de imagens do satélite LANDSAT7, sensor ETM. **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, v. 12, p. 3527-3534, 2005.

LEMONS, R. C. & SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LEONARDO, H.C.L. Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná. 2003. 121p. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LESSA, J. **Juiz de Fora e seus pioneiros: (do caminho novo à proclamação)**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora e Fundação Cultural Alfredo Ferreira Lage, 1985.

LEITÃO FILHO, H. F. *et al.* **Ecologia da mata atlântica em Cubatão**. Campinas: Editora UNESP da Fundação para o Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista, Editora da Universidade de Campinas, 1993. 184p.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1993. 301p.

LIN, B. B.; FULLER, R. A. Sharing or sparing? How should we grow the world's cities? **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 5, p. 1161-1168, 2013.

LOPES, W. P.; PAULA, A.; SEVILHA, A. C. & SILVA, A. F. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (Face Sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n.3, p.339-347, 2002.

LIU, J., MOONEY, H., HULL, V., DAVIS, S. J., GASKELL, J., HERTEL, T., LUBCHENCO, J., SETO, K.C., GLEICK, P. Systems integration for global sustainability. **Science**, v. 347, n. 6225, p. 1258832-1- 1258832-9, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. v.1. 368p.

LORINI, M. L. **Abordagem hierárquica e multiescalar para análises de distribuição geográfica da biodiversidade: sistemas quartenários costeiros da mata atlântica, um estudo de caso**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007, 301p.

LUCAS, M. C., *et al.* **Migration of Freshwater Fishes**. Blackwell Science Ltd, 2001.

LYSANOVA, G. I. SEMENOV, YU. M.; SOROKOVOI, A. A. Geosystems of the Upper Yenisei Basin. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 4, p. 357-362, 2011.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 21. ed. Malheiros Editores. São Paulo, 2013. 1312p.

MACEDO, M.C.M. Degradação, renovação e recuperação de pastagens cultivadas: ênfase sobre a região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 2002. p.85-108.

MAKUNINA, G. S. Geophysical systems of landscapes. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 4, p. 301-307, 2011.

_____. The landscape-geophysical basis of geocology. **Geography and Natural Resources**, v. 35, n. 2, p. 109-113, 2014.

MARQUES NETO, R. Geomorfologia e geossistemas: influências do relevo na definição de unidades de paisagem no maciço alcalino do Itatiaia (MG/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n.4, p.729-742, 2016.

MARQUES NETO, R.; PEREZ FILHO A, OLIVEIRA T. A (2014) Geossistemas na Bacia do Rio Verde (MG): proposta de mapeamento de sistemas ambientais físicos em escala regional. **Geografia**, Rio Claro 39(2):321-336.

MARQUES, L. S.; *et al.* Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. *Rev. Árvore* [online]. 2009, vol.33, n.1, pp.81-92.

MARQUES, M. E. T.; COSTA, J. P. C. **Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 4p.

MARTO, G. B. T. **Arborização Urbana**. Disponível em: <https://www.ipef.br/silvicultura/arborizacaourbana.asp>. 2006.

MATEO, J. **Geografía de los Paisajes, Primera Parte. Paisajes naturales**, Editorial Universitaria, La Habana, 2008, 190 p.

MELNYK, A. Ecological analysis of landscapes. Methodology of landscape research. **Dissertations Commission of Cultural Landscape of Polished Geographical Society**. Sosnowiec, n.9, p151-169 2008.

MENEZES, B. B. **Açúcar da Areia: produção de cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum*) em Neossolos quartzarênicos de Serranópolis (GO), alguns efeitos no solo e no comportamento da água**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2011. 204p.

MERCADANTE, P. **Os sertões do leste**: estudo de uma região: a mata mineira. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

MMA. Ministério do meio Ambiente. **Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite do Ministério do Meio Ambiente no período de 2008-2009**. Brasília, 2012 Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tcnico_mata_atlantica_2008_2009_72.pdf

MMA. Ministério do meio Ambiente. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira biodiversidade.** atualização: Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2008.

MONTEIRO, C. A. F. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: **I Simpósio a comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica**, 1978, São Paulo. Anais... São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978.

_____. **The Environmental quality in the Ribeirão Preto Region, SP: an attempt.** São Paulo: Commission on Environmental Problems. UGI, 1982.

_____. Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas.** Florianópolis, v. 14, n. 19, p. 67-100, 1996.

_____. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000. 127p.

_____. **Teoria e Clima Urbano.** Tese de Livre Docência em Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1976. 181p.

MORELLATO, L.P.C. Características dos padrões fenológicos em florestas estacionais neotropicais. In: claudino-sales, v. (org). **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação.** Fortaleza: expressão gráfica. 2003. P. 299-304.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C. F. B.. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, nº 4b, p.786–792, 2000.

MORI, S. A., B. M. BOOM, AND G. T. PRANCE. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia**, v. 33, n. 2, p. 233–245, 1981.

MORIN, E. **Ciência com consciência.** Tradução Maria Gabriela de Bragança e Maria da Graça Pinhão. Lisboa: Publicações Europa-América, 1996.

_____. **O método 1.** A natureza da Natureza. 3.ed. Tradução Maria Gabriela de Bragança. Portugal: Publicações Europa- América Ltda., 1997.

_____. **Introdução ao pensamento complexo.** 5. ed. Tradução Elaine Lisboa. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015. 120p.

MOSCA, A.A.O. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas. 2003. 96p. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MUNSELL. 1992. **Soil Color Charts.** New York. Macbeth.

NATUREZA. **Dicionário enciclopédico eletrônico Russo.** Disponível em:<<http://www.novrosen.ru/Russia/nature/territory.htm>> [in Russian]. Acesso em: setembro 2014.

NEVES, C. E. A Geografia Desconhecida De Georges Bertrand: Contribuições À Discussão E Aplicação Do “Geossistema Complexo” No Brasil. Estudos Geográficos: **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, p. 139-166, 2017.

_____. **O Uso do Geossistema no Brasil: legados estrangeiros, panorama analítico e contribuições para uma perspectiva complexa**. 2019. 350 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, câmpus de Presidente Prudente, 2019.

NEVES, C. E.; MACHADO, G.. Geografia e ambiente: trajetórias e tendências das pesquisas geossistêmicas no Estado de São Paulo. Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, n. 30, p. s/n 2017.

NEVES, C. E.; SALINAS, E. A Paisagem na Geografia Física Integrada: Impressões Iniciais Sobre sua Pesquisa no Brasil entre 2006 e 2016. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 124-137, 2017.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE, 1989.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Boletín CF+ S**, n. 26, 1969.

OLIVEIRA, D. S. A crise do sistema escravocrata e o tráfico interno em Juiz de Fora principal município cafeeiro da Mata mineira no decênio de 1870. In: **Anais da 5ª Semana de História da Universidade Federal Fluminense**, Niterói/RJ, 2018. p. 01- 1077.

OLIVEIRA, M. R. A terra e sua gente nas origens de Juiz de Fora. In: **Vivendo a história: novas pesquisas/ OLIVEIRA, M. R. & VISCARDI, C. R. (orgs)**. - Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

OLIVEIRA, C. S. **Estudo dos geossistemas das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional: a paisagem em perspectiva multiescalar**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 131 f.

OLIVEIRA, D. E. **Participação dos sistemas atmosféricos na gênese e ritmo das chuvas na bacia do Rio Preto, MG/RJ - anos de 2006, 2007, 2008**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 151 f.

OLIVEIRA, A. Fragilidade ambiental no setor norte do município de Juiz de Fora (MG): subsídios da geomorfologia ao planejamento urbano. . Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 150 f.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Gênese da teoria dos geossistemas: uma discussão comparativa das escolas russo-soviética e francesa. **Revista Ra'eGa - O Espaço Geográfico em Análise**. 2019. Em avaliação.

_____. Estudo dos geossistemas das cristas quartzíticas da mantiqueira meridional: enfoque regional nos estudos da paisagem. In: XI Encontro Nacional da ANPEGE, 1., 2015, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente, SP. 2015. p.4653-4665. Disponível em: <<http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/15/439.pdf>> Acesso em:03/04/2017.

_____. Características estruturais dos geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão do Pari/MG. **Revista de Geografia - PP GEO**, Juiz de Fora, v.5, n. especial, p. s/n, 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras, Editora UFLA, 2006.

O'NEILL, R. Hierarchy theory and global change. In: T. Rosswall, R. G. Woodmansee, P. G. Risser (eds.). **Scales and global change**. N. York, John Wiley & Sons, 1988, p.29-45.

OLDFIELD, J. D.; SHAW, D. J. B. A Russian geographical tradition? The contested canon of Russian and Soviet geography, 1884–1953. **Journal of Historical Geography**, v. 49, p. 75-84, 2015.

PASSOS, M. M. O Pontal do Paranapanema : um estudo de geografia física global. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.

PASSOS, M. M. **Paisagem e Meio Ambiente (Noroeste do Paraná)**. Maringá: Eduem, 2013.

_____. O MODELO GTP (Geossistema–Território–Paisagem) como trabalhar. **Revista Equador**, v. 5, n. 1, p. 1-179, 2016.

PASSOS, M. M. **A Raia Divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. Maringá: Eduem, 2006.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. 2ª ed. Presidente Prudente: UNESP – PPGE, 2ª. Edição, 2003. 264p.

PLANO DE MANEJO. Reserva Biológica Municipal Poço D'anta Juiz De Fora, Minas Gerais, Brasil. **Relatório final**. Juiz de Fora, fevereiro de 2008.

PJF. Plano diretor participativo do município de Juiz de Fora, MG, 2015.

PEIXOTO, A. M. *et al.* **Inovações tecnológicas no manejo de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. **Geografia**. Rio Claro, v. 10, n. 20, p. 125-148, 1985.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Juiz de Fora - Diagnóstico**. Juiz de Fora, 2004.

PLYUSNIN, V. M.; KORYTNY, L. M. The 55 th Anniversary of the VB Sochava Institute of Geography SB RAS. **Geography and Natural Resources**, v. 33, n. 4, p. 263-269, 2012.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, nº 3, p.83-90, 2011.

PREOBRAZHENSKIY, V. S. Geosystem as an object of landscape study. **GeoJournal**, v. 7, n. 2, p. 131-134, 1983.

PIFANO, D. S. **Flora fanerogâmica de três remanescentes de vegetação nativa na Zona da Mata, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007. 145p.

PICKETT, S. T. A. et. al. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 3, p. 331-362, 2011.

PONÇANO, W. L. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981.

PORTES, R.; LIMA, F.; BARBOSA, A.; LEÃO, L. Pela memória e patrimônio: o Museu Mariano Procópio como espaço cultural e paisagístico em Juiz de Fora /M.G. 4o **Colóquio Ibero-Americano paisagem cultural, patrimônio e projeto**. Belo Horizonte, de 26 a 28 de setembro de 2016.

RAGULINA, M. V. The scientific legacy of VB Sochava, and future prospects of cultural geography. **Geography and Natural Resources**, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2016.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

REIS JUNIOR, D. F. C. História de um pensamento geográfico: Georges Bertrand. **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 2, p. 363-390, 2007.

_____. Conversas sobre o pensamento: Georges Bertrand e a erradiação da Geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 2, p. 500-512, 2007b.

_____. A nova geografia física bertrandiana (é possível tornar humanístico um fisiógrafo?). **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 4, n. 4, p. 34-46, 2012.

REIS JÚNIOR, D. F. C.; HUBSCHMAN, J. Pensamento geossistêmico oriental (voz e reverberação). **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 3, p. 555-569, 2007.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RISSER, P. G., ROSSWALL, T., WOODMANSEE, R. G. Spatial and Temporal Variability of Biospheric and Geospheric Process: a Summary. In: T. Rosswall, R. G. Woodmansee, P. G. Risser (eds.). **Scales and global change**. N. York, John Wiley & Sons, 1988, p.1-10.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. São Paulo: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997.

RODRIGUES, C. A. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo v. 1, n.14 p. 69-77, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2010.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; VICENS, R. S. O legado de Sochava. **GEOgraphia**, v° 17, nº33, p. 225-233, 2015.

ROOSAARE, J. Physical geography in Estonia: Bridging western and eastern schools of landscape synthesis. **GeoJournal**, v. 33, n. 1, p. 27-36, 1994.

ROSS, J. L. **Ecogeografia do Brasil**: subsidio para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

ROSS, J. L. S.; J. DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista Do Departamento De Geografia**, v. 12, p. 89-121, 2011.

SANCHES, L. H. **Avaliação de Impacto Ambiental**: Conceitos e Métodos. 2ª Ed. - Oficina de Textos, 2013.

SALES, V. C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP: Espaço e Tempo** (Online), n. 16, p. 125-141, 2004.

SCHNEIDER, Sergio; SCHIMITT, Cláudia Job. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SCHUMM, S. A.; LICHTY, R. W. Tempo, espaço e causalidade em geomorfologia. **Notícias Geomorfológicas**, v. 25, n. 13, p. 43-62, 1973.

SEMENOV, Y. M.; SNYTKO, V. A. The 50 th anniversary of the appearance of VB Sochava's first article on the geosystem. **Geography and Natural Resources**, v. 34, n. 3, p. 197-200, 2013.

SHAW, D.J.B.; OLDFIELD, J. D. Landscape science: a Russian geographical tradition. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 97, n. 1, p. 111-126, 2007.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R.V.; SANTOS, N. R. L. & PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, A. F. Floresta Atlântica. In: MENDONÇA & LINS (eds.) **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**, Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, pp.45-54.

SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A. & SOUZA, A. L. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p.397-405, 2004.

SILVA, K. B.; AMORIM, R. R.; REGO, N. A. C. A Representação dos geossistemas com ênfase no estudo dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Brasil. **REVISTA Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 67 Set/2018 p. 53-67.

SNYTKO, V. A. A propósito de modelos espaciais-temporais dos regimes naturais de geossistemas. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 43-47, 2018.

SNYTKO, V. A.; ATUTOVA, Z. V.; KONOVALOVA, T. I. Use of historical data in mapping geosystems of the Vitim Basin. **Geography and Natural Resources**, v. 35, n. 3, p. 257-264, 2014.

SNYTKO, V. A.; SEMENOV, Y. M. The study of geosystem structure, development and functioning in Siberia. Methodology of landscape research. **Dissertations Commission of Cultural Landscape of Polished Geographical Society**. Sosnowiec, n. 8, p. 141-150, 2008.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.

SOCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Ed. UFLA, 2006. 288p.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet geography**, New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1970.

_____. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo. n. 16, p. 1-52, 1977.

_____. Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. **Biogeografia**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP. n. 14, 1978.

_____. **Introducción a la doctrina sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978. 318p. (em russo).

SOCHAVA, V. B.; KRAUKLIS, A. A.; SNYTKO, V. A. Toward a unification of concepts and terms used in integral landscape investigations. **Soviet Geography**, v. 16, n. 9, p. 616-622, 1975.

SOUZA, P. B. et. al. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 533-543, 2007.

SUVOROV, E. G.; KITOV, A. D. Landscape structure of the southeastern part of Eastern Sayan. **Geography and natural resources**, v. 34, n. 4, p. 371-377, 2013.

TAVARES, S. R. L.; *et. al.* **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

TAYLOR, D. HUGGETT, R.J. Geoecology: an evolutionary approach. **Progress in Physical Geography**, v. 20, p. 243-243, 1996.

TERBORGH, J. Maintenance of the diversity in tropical forests. **Biotropica**, v. 24, p. 283-92, 1992

THOMAS, William L. *et al.* **Man's Role in Changing the Face of the Earth**. Chicago, University of Chicago Press, 1956.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 6. ed, Rio Claro: UNESP, 2004.

_____. Ecosistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia teórica**, Rio Claro, v. 13, n. 25, p. 27-36, 1983.

_____. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: UNESP, 2000.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual review of ecology and systematics**, v. 20, n. 1, p. 171-197, 1989.

_____. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In: Eds TURNER, M.G, Gardner, R.H. **Quantitative methods in landscape ecology**. pp. 3-14. 1991.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; DALE V. H.; O'NEILL R. V. Predicting the spread of disturbance across heterogeneous landscapes. **Oikos**, p. 121-129, 1989.

VALEBNY V. V. Scientific naturalism and the Landscape science emergence. In: **Cultural landscape: theoretical and methodological questions**. Izdatelstvo SGU, Moscow Smolensk, pp 14-25. 1998. (in Russian)

VALENTE, A.S.M.; GARCIA, P.O. & SALIMENA, F.R.G. Zona da Mata Mineira: aspectos fitogeográficos e conservacionistas. In: OLIVEIRA, A.P.L. (org.). **Arqueologia e patrimônio da Zona da Mata mineira**. Juiz de Fora. Editar Editora Associada Ltda. Juiz de Fora. P. 79-92, 2006.

VAREJÃO, M. S. A. **Meteorologia e Climatologia**, Versão Digital 1., Brasília, DF: INMET, 2005. 1 v.

VARGAS, K. B. *et. al.*; O uso de pirâmides de vegetação para a representação gráfica da mata ciliar do córrego água pequena, **Realeza**, PR. v. 11, n. 01, 2015.

VELOSO, H. P. *et al.* **Manual técnico da vegetação brasileira**. IBGE. Rio de Janeiro. 1992. 92p.

VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. (org.) **Rima: Relatório de Impacto Ambiental – legislação, elaboração e resultados**. 5. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

VIANA, V. M., A. A. J. TABANEZ, AND J. L. F. BATISTA. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In W. F. Laurance and R. O. Bierregard Jr. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**, University of Chicago Press, Chicago, Illinois. P. 351-365, 1997.

VITOUSEK, P. M. *et. al.* Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

WU, J. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**, v. 125, p. 209-221, 2014.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

APÊNDICE

APÊNDICE: Descrições morfológicas dos perfis de solos

Descrição Ambiental do Perfil 1

Data: 30 de junho de 2019

Classificação: Cambissolo, argilo arenoso em relevo forte ondulado sob pastagem.

Localização, Município, Estado e Coordenadas: baixo curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, Juiz de Fora – Minas Gerais. 21°78104 S / 43°29202 W

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Terço superior da encosta com declive de 32%, sob pastagem.

Altitude: 748 metros

Litologia: Ortogranulito enderbítico a charnockítico

Formação Geológica: Complexo Juiz de Fora

Período: Paleoproterozóico

Pedregosidade: Moderadamente pedregoso.

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Forte ondulado

Relevo Regional: Mares de Morros

Erosão: Laminar não aparente

Drenagem: Perfil acentuadamente drenado

Vegetação Primária: Mata Atlântica

Uso Atual: Pastagem

Clima: Tropical de Altitude

Descrito e Coletado por: Alexsander de Oliveira e Cristina Silva de Oliveira.



Descrição Morfológica Perfil 1

| Horizonte | Espessura | Cor | Textura | Estrutura | Porosidade | Consistência | Nódulos e Concreções |
|-----------|-----------|-----------------------------------|--|---|---|---|---|
| A | 0-20cm | (7.5 YR 6/1) (brownish Gray) | Argilosa com presença de areia em quantidade pequena, 15% | Blocos subangulares médios. | Há muitos poros médios. Presença de muitas raízes finas. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. |
| Bi | 20-90cm | (7.5 YR 7/4) dull orange | Argilosa com presença de areia em quantidade pequena, 15%. Presença de cascalho arredondado. | Blocos subangulares médios. | Há muitos poros médios. Presença de raízes finas em menor quantidade. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |
| C | 90cm + | (10 YR 7/4) dull yellow orange | Abundância de matacões arredondados e subarredondados em meio a uma massa argilosa. Mais de 50%. | Distribuição em forma de “linha de pedra” | Há muitos poros médios. Sem presença de raízes. | Os matacões são extremamente duros constituídos de material rico em ferro. A massa argilosa é plástica e pegajosa. | Não identificado |

Descrição Ambiental do Perfil 2

Data: 30 de junho de 2019

Classificação: Gleissolo argiloso em relevo forte ondulado sob pastagem em área de ortogranulitos.

Localização, Município, Estado e Coordenadas: baixo da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, Juiz de Fora – Minas Gerais. 21°77435 S / 43°29005 W.

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Terço inferior da encosta com declive de 17%, sob pastagem.

Altitude: 610 metros

Litologia: Depósitos quaternários

Formação Geológica: Complexo Juiz de Fora

Período: Paleoproterozóico

Pedregosidade: Moderadamente pedregoso

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Plano

Relevo Regional: Mares de Morros

Erosão: Laminar não aparente

Drenagem: Mal drenado na superfície e saturado em água em profundidade

Vegetação originária: Mata Atlântica

Uso Atual: Pastagem com deposição de lixo e restos de construção.

Clima: Tropical de Altitude

Descrito e Coletado por: Alexsander de Oliveira e Cristina Silva de Oliveira.



Descrição Morfológica Perfil 2

| Horizonte | Espessura | Cor | Textura | Estrutura | Porosidade | Consistência | Nódulos e Concreções |
|-----------|-----------|--|----------|--------------------------------|--|--|---|
| A | 0-10cm | 7.5 YR 6/1 brownish gray | Argilosa | Em blocos subangulares médios. | Há poros finos. Presença de muitas raízes finas. | Muito Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. |
| B1 | 10-54cm | 10 YR 6/4 dull yellow Orange 7.5 YR 6/3 brown | Argilosa | Em blocos subangulares médios | Há poros finos. Presença de raízes finas. | Muito Friável. Plástico e pegajoso | Presença de muitos nódulos que se quebram sob força moderada |
| Bg | 54cm + | 10 YR 7/3 dull yellow orange 5 Y 6/1 gray | Argilosa | Em blocos subangulares médios | Há muitos poros finos. Presença de raízes finas. | Muito Friável. Plástico e pegajoso | Presença de muitos nódulos que se quebram sob força moderada |

Descrição Ambiental do Perfil 3

Data: 30 de junho de 2019

Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argiloso em relevo forte ondulado sob pastagem.

Localização, Município, Estado e Coordenadas: Alto curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, Juiz de Fora – Minas Gerais. 21°74399 S / 43°27797 W

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Terço médio da encosta com declive de 44%, sob pastagem.

Altitude: 666 metros

Litologia: Biotita gnaisse

Formação Geológica: Megassequência Andrelândia

Período: Neoproterozóico Inferior

Pedregosidade: Moderadamente pedregoso.

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Ondulado

Relevo Regional: Mares de Morros

Erosão: Processos erosivos difusos – (Laminar)

Drenagem: Perfil acentuadamente drenado

Vegetação Primária: Mata Atlântica

Uso Atual: Pastagem

Clima: Tropical de Altitude

Descrito e Coletado por: Alexander de Oliveira e Cristina Silva de Oliveira.



Descrição Morfológica Perfil 3

| Horizonte | Espessura | Cor | Textura | Estrutura | Porosidade | Consistência | Nódulos e Concreções |
|-----------|-----------|--------------------------------------|---|---|---|--|--|
| A1 | 0-35 cm | 10 YR 5/2 grayish yellow brown | Argilosa. | Blocos subangulares médios. | Há muitos poros médios e alguns grossos. Presença de raízes finas e médias. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. |
| A2 | 35-90cm | 7.5 YR 3/2 brownish black | Argilosa | Blocos subangulares médios. | Há muitos poros médios e alguns grossos. Presença de raízes finas e médias. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |
| AB | 90-107cm | 7.5 YR 5/1 brownish gray | Argilosa | Blocos subangulares médios. | Há poucos poros médios. Sem presença de raízes. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |
| B1 | 107-137cm | 2.5 Y 7/4 yellow | Argilosa. Presença de alguns calhaus (quartzito) | Blocos subangulares médios. | Há muitos poros médios. Presença de muitas raízes finas. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. |
| B2 | 137-167cm | 5 YR 7/4 dull orange | Argilosa | Blocos subangulares médios. | Há poucos poros médios. Presença de raízes grossas em menor quantidade. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |
| B3 | 167-232cm | 10 YR 8/3 (Light yellow) | Argilosa. | Blocos subangulares médios. | Há poucos poros. Sem presença de raízes. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Plástico e pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |
| C | 232cm + | 5 YR 5/3 dull reddish brown | Argilosa. | Distribuição em forma de “linha de pedra” | Há poucos poros médios. Sem presença de raízes. | Os matações são extremamente duros constituídos de material rico em ferro. A massa argilosa é plástica e pegajosa. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada |

Descrição Ambiental do Perfil 4

Data: 30 de junho de 2019

Classificação: Latossolo Vermelho argiloso em relevo ondulado sob vegetação de mata secundária.

Localização, Município, Estado e Coordenadas: Alto curso da bacia hidrográfica do ribeirão Marmelos, Juiz de Fora – Minas Gerais. 21°70725 S / 043°26957 W

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Terço inferior da encosta com declive de 17,5%, sob vegetação de mata secundária.

Altitude: 721 metros

Litologia: Ortogranulito enderbítico a charnockítico

Formação Geológica: Complexo Juiz de Fora

Período: Paleoproterozóico

Pedregosidade: Moderadamente pedregoso.

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Forte Ondulado

Relevo Regional: Mares de Morros

Erosão: Sem processos erosivos visíveis.

Drenagem: Perfil acentuadamente drenado

Vegetação Primária: Mata Atlântica

Uso Atual: Mata secundária em estado de regeneração + Eucalipto

Clima: Tropical de Altitude

Descrito e Coletado por: Alexsander de Oliveira e Cristina Silva de Oliveira



Descrição Morfológica Perfil 4

| Horizonte | Espessura | Cor | Textura | Estrutura | Porosidade | Consistência | Nódulos e Concreções |
|-----------|------------|----------------------------|--|--|--|---|--|
| A | 0-20cm | 10 YR 4/6 Brown | Argilosa | Blocos subangulares médios. | Há poros médios e grandes. Presença de raízes. | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Ligeiramente Plástico e ligeiramente pegajosopegajoso | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. Presença de concreções ferruginosas duras. |
| B1 | 20-80cm | 7.5 YR 5/8 Brown | Argilosa | Blocos subangulares médios | - | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Ligeiramente Plástico e ligeiramente pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. Presença de concreções ferruginosas duras. |
| B2 | 80-150cm 4 | 2.5 YR 5/8 Brown | Argilosa com muitos calhaus compostos por material ferruginoso e grãos de quartzo. | Material argiloso formado por grãos grandes. | - | Seco: Ligeiramente duro. Úmido: Friável. Ligeiramente Plástico e ligeiramente pegajoso. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. Presença de concreções ferruginosas duras. |
| C | 150cm + | 2.5 YR 7/2 reddish gray | Presença calhaus e matacões subarredondados. | Blocos subangulares médios e grandes em meio a uma massa argilosa. | - | Os blocos são duros e a massa argilosa é friável. Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. | Presença de poucos nódulos que se quebram sob força moderada. Presença de concreções ferruginosas duras. |

ANEXO I – Lista de Famílias e Espécies Vegetacionais amostradas pelo Inventário Florístico do Estado de Minas Gerais, na Reserva Biológica Poço D’Anta.

| Família | Espécie |
|------------------|---|
| Anacardiaceae | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. |
| Anacardiaceae | <i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch. |
| Anacardiaceae | <i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch. |
| Annonaceae | <i>Annona cacans</i> Warm. |
| Annonaceae | <i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil. |
| Annonaceae | <i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil. |
| Annonaceae | <i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart. |
| Annonaceae | <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. |
| Annonaceae | <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. |
| Apocynaceae | <i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson |
| Apocynaceae | <i>Malouetia arborea</i> (Vell.) Miers |
| Apocynaceae | <i>Tabernaemontana laeta</i> Mart |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex cerasifolia</i> Reissek |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil. |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex sapotifolia</i> Reissek |
| Araliaceae | <i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi |
| Araliaceae | <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin |
| Arecaceae | <i>Geonoma brevispatha</i> Barb.Rodr. |
| Asteraceae | <i>Baccharis serrulata</i> Pers. |
| Asteraceae | <i>Morithamnus ganophyllus</i> (Mattf.) R.M. King & H. Rob. |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha macropoda</i> Baker |
| Asteraceae | <i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob. |
| Bignoniaceae | <i>Jacaranda puberula</i> Cham. |
| Bignoniaceae | <i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum |
| Boraginaceae | <i>Cordia nodosa</i> Lam. |
| Burseraceae | <i>Crepidospermum atlanticum</i> Daly |
| Burseraceae | <i>Trattinnickia ferruginea</i> Kuhl. |
| Canellaceae | <i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni |
| Cannabaceae | <i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg. |
| Celastraceae | <i>Maytenus evonymoides</i> Reissek |
| Celastraceae | <i>Maytenus robusta</i> Reissek |
| Celastraceae | <i>Maytenus salicifolia</i> Reissek |
| Celastraceae | <i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don |
| Chrysobalanaceae | <i>Hirtella glandulosa</i> Spreng. |
| Chrysobalanaceae | <i>Licania hoehnei</i> Pilg. |
| Clusiaceae | <i>Garcinia brasiliensis</i> Mart. |
| Clusiaceae | <i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp. |
| Clusiaceae | <i>Tovomitopsis saldanhae</i> Engl. |
| Clusiaceae | <i>Vismia magnoliifolia</i> Schlttdl. & Cham |
| Combretaceae | <i>Terminalia glabrescens</i> Mart. |
| Combretaceae | <i>Terminalia januariensis</i> DC. |

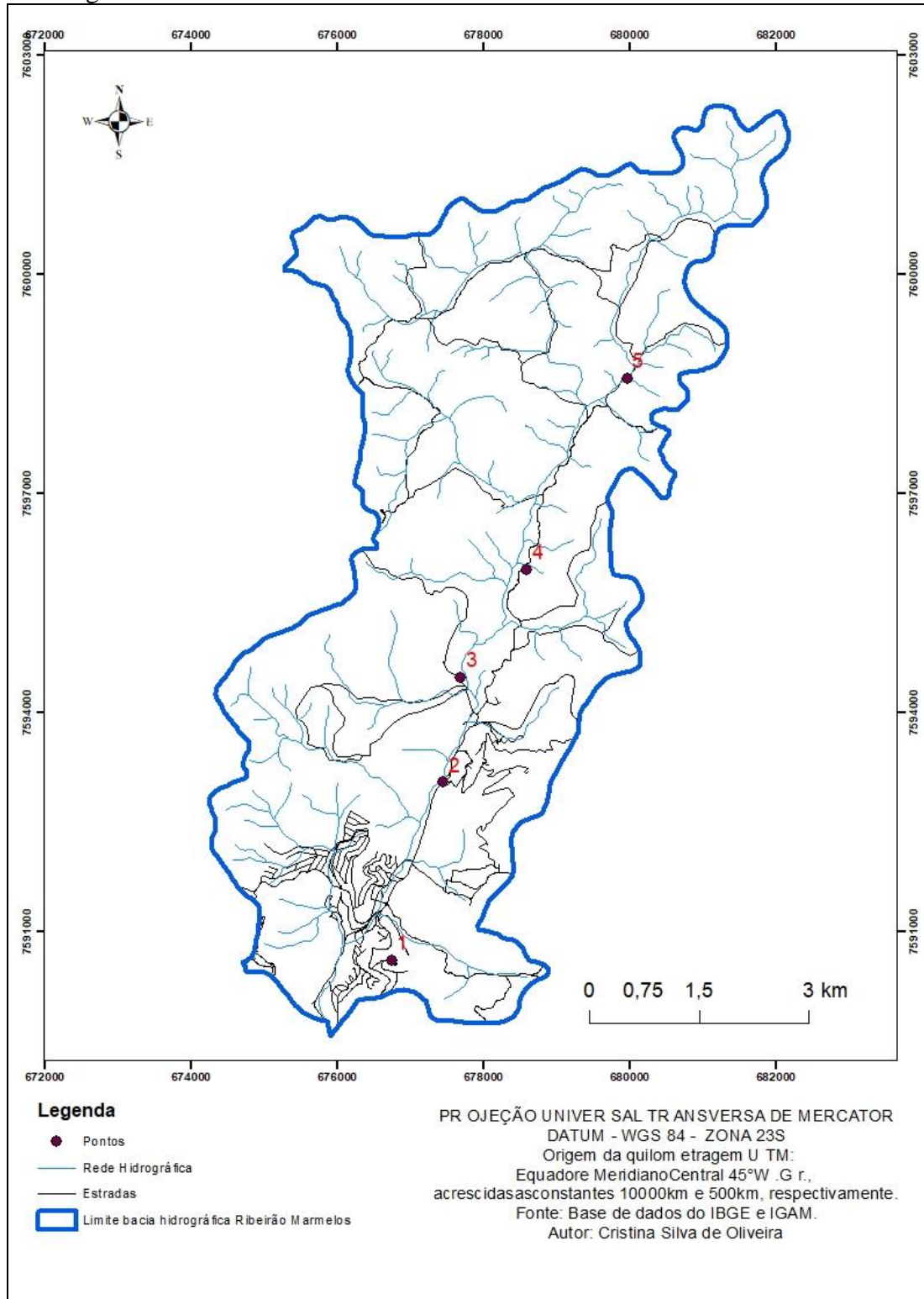
| | |
|---------------------------|---|
| Connaraceae | <i>Connarus regnellii</i> G.Schellenb |
| Elaeocarpaceae | <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth. |
| Elaeocarpaceae | <i>Sloanea stipitata</i> Spruce |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil. |
| Euphorbiaceae | <i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl. |
| Euphorbiaceae | <i>Aparisthmium cordatum</i> (Juss.) Baill. |
| Euphorbiaceae | <i>Croton floribundus</i> Spreng. |
| Euphorbiaceae | <i>Croton verrucosus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts |
| Euphorbiaceae | <i>Mabea pohliana</i> (Benth.) Müll.Arg. |
| Euphorbiaceae | <i>Manihot</i> sp. |
| Euphorbiaceae | <i>Maprounea guianensis</i> Aubl. |
| Euphorbiaceae | <i>Pera barbinervis</i> (Mart. ex Klozsch) Pax & K.Hoffm. |
| Euphorbiaceae | <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill. |
| Euphorbiaceae | <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr. |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC. |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Senna multijuga</i> (L.C.Rich.) H.S.Irwin & Barneby |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Tachigali densiflora</i> (Benth.) ined. |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Tachigali denudata</i> (Vogel) ined. |
| Fabaceae Caesalpinioideae | <i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly |
| Fabaceae Faboideae | <i>Andira fraxinifolia</i> Benth. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Andira ormosioides</i> Benth. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Machaerium brasiliense</i> Vogel |
| Fabaceae Faboideae | <i>Machaerium dimorphandrum</i> Hoehne |
| Fabaceae Faboideae | <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld |
| Fabaceae Faboideae | <i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Platypodium elegans</i> Vogel |
| Fabaceae Faboideae | <i>Sweetia fruticosa</i> Spreng. |
| Fabaceae Faboideae | <i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart. |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Inga flagelliformis</i> (Vell.) Mart. |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Inga marginata</i> Willd. |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov. |
| Fabaceae Mimosoideae | <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart. |
| Humiriaceae | <i>Humirastrum glaziovii</i> (Urb.) Cuatrec. |
| Humiriaceae | <i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme |
| Icacinaceae | <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard |
| Lacistemataceae | <i>Lacistema robustum</i> Schnizlein |
| Lamiaceae | <i>Hyptidendron asperimum</i> (Epling) Harley |
| Lauraceae | <i>Cinamomo</i> sp. |
| Lauraceae | <i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Vattimo |
| Lauraceae | <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr. |

| | |
|-----------------|---|
| Lauraceae | <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez |
| Lauraceae | <i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez |
| Lauraceae | <i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez |
| Lauraceae | <i>Ocotea glaziovii</i> Mez |
| Lauraceae | <i>Persea willdenovii</i> Kosterm. |
| Lecythidaceae | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze |
| Lythraceae | <i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil. |
| Magnoliaceae | <i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Sprengel |
| Malpighiaceae | <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth |
| Malvaceae | <i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A.Robyns |
| Malvaceae | <i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc. |
| Malvaceae | <i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc. |
| Melastomataceae | <i>Huberia laurina</i> DC. |
| Melastomataceae | <i>Miconia budlejoides</i> Triana |
| Melastomataceae | <i>Miconia chartacea</i> Triana |
| Melastomataceae | <i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin |
| Melastomataceae | <i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin |
| Melastomataceae | <i>Miconia rimalis</i> Naudin |
| Meliaceae | <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. |
| Meliaceae | <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer |
| Meliaceae | <i>Guarea macrophylla</i> Vahl |
| Meliaceae | <i>Trichilia catigua</i> A.Juss. |
| Meliaceae | <i>Trichilia elegans</i> A.Juss. |
| Meliaceae | <i>Trichilia lepidota</i> Mart. |
| Meliaceae | <i>Trichilia magnifoliola</i> T.D.Penn. |
| Monimiaceae | <i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins |
| Monimiaceae | <i>Mollinedia triflora</i> (Spreng.) Tul. |
| Monimiaceae | <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber |
| Monimiaceae | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud. |
| Monimiaceae | <i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich. |
| Myristicaceae | <i>Viola bicuhyba</i> (Schott) Warb. |
| Myristicaceae | <i>Myrsine umbellata</i> Mart. |
| Myrtaceae | <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg |
| Myrtaceae | <i>Eugenia cerasiflora</i> Miq. |
| Myrtaceae | <i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess. |
| Myrtaceae | <i>Eugenia florida</i> DC. |
| Myrtaceae | <i>Marlierea laevigata</i> (DC.) Kiaersk. |
| Myrtaceae | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. |
| Myrtaceae | <i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg |
| Nyctaginaceae | <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz |
| Nyctaginaceae | <i>Pisonia zapallo</i> Griseb. |
| Ochnaceae | <i>Ouratea cuspidata</i> Thiegh. |
| Ochnaceae | <i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill. |

| | |
|----------------|--|
| Olacaceae | <i>Lamanonia grandistipularis</i> (Taub.) Taub. |
| Olacaceae | <i>Lamanonia ternata</i> Vell. |
| Opiliaceae | <i>Agonandra excelsa</i> Griseb. |
| Phyllanthaceae | <i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão |
| Piperaceae | <i>Piper arboreum</i> Aubl. |
| Proteaceae | <i>Euplassa legalis</i> (Vell.) I.M.Johnst. |
| Proteaceae | <i>Roupala montana</i> Aubl. |
| Rosaceae | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. |
| Rubiaceae | <i>Amaioua guianensis</i> Aubl. |
| Rubiaceae | <i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f. |
| Rubiaceae | <i>Bathysa nicholsonii</i> K.Schum. |
| Rubiaceae | <i>Duroia macrophylla</i> Huber |
| Rubiaceae | <i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltld. |
| Rubiaceae | <i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld. |
| Rubiaceae | <i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult. |
| Rubiaceae | <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. |
| Rutaceae | <i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss. |
| Rutaceae | <i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hil.) Engler |
| Rutaceae | <i>Pilocarpus giganteus</i> Engl. |
| Rutaceae | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. |
| Sabiaceae | <i>Meliosma brasiliensis</i> Urb. |
| Salicaceae | <i>Casearia arborea</i> (L.C.Rich.) Urb. |
| Salicaceae | <i>Casearia decandra</i> Jacq. |
| Salicaceae | <i>Casearia obliqua</i> Spreng. |
| Salicaceae | <i>Casearia sylvestris</i> Sw. |
| Salicaceae | <i>Casearia ulmifolia</i> Vahl |
| Sapindaceae | <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk. |
| Sapindaceae | <i>Allophylus racemosus</i> Sw. |
| Sapindaceae | <i>Cupania emarginata</i> Cambess. |
| Sapindaceae | <i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferruci |
| Sapindaceae | <i>Cupania oblongifolia</i> Mart. |
| Sapindaceae | <i>Cupania vernalis</i> Cambess. |
| Sapotaceae | <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk. |
| Sapotaceae | <i>Pouteria guianensis</i> Aubl. |
| Siparunaceae | Siparunaceae |
| Solanaceae | <i>Solanum bullatum</i> Vell. |
| Styracaceae | <i>Styrax latifolius</i> Pohl |
| Symplocaceae | <i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth. |
| Theaceae | <i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski |
| Theaceae | <i>Laplacea tomentosa</i> (Mart. & Zucc.) G.Don |
| Thymelaeaceae | <i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling |
| Urticaceae | <i>Cecropia glaziovii</i> Snethl. |
| Urticaceae | <i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart. |
| Verbenaceae | <i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke |
| Verbenaceae | <i>Vitex sellowiana</i> Cham. |
| Vochysiaceae | <i>Vochysia magnifica</i> Warm. |

ANEXO II – Mapas de localização e classes de dissecação do relevo.

MAPA 1 – Mapa de localização dos pontos escolhidos para levantamento fitossociológico.



MAPA 2 – Classes de dissecação do relevo da bacia hidrográfica do ribeirão marmelos.

