

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CRISTINA SILVA DE OLIVEIRA

**ESTUDO DOS GEOSISTEMAS DAS CRISTAS QUARTZÍTICAS DA
MANTIQUEIRA MERIDIONAL: A PAISAGEM EM PERSPECTIVA
MULTIESCALAR**

Orientador: Roberto Marques Neto

JUIZ DE FORA

2016

CRISTINA SILVA DE OLIVEIRA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**ESTUDO DOS GEOSISTEMAS DAS CRISTAS QUARTZÍTICAS DA
MANTIQUEIRA MERIDIONAL: A PAISAGEM EM PERSPECTIVA
MULTIESCALAR**

Orientador: Roberto Marques Neto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Espaço e Ambiente, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

JUIZ DE FORA

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Cristina Silva de.
Estudo dos geossistemas das Cristas Quartzíticas da Mantiqueira Meridional: a paisagem em perspectiva multiescalar / Cristina Silva de Oliveira. -- 2016.
131 f. : il.

Orientador: Roberto Marques Neto
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2016.

1. Mantiqueira Meridional. 2. geossistema. 3. macrogéocoro. 4. escala. I. Neto, Roberto Marques, orient.
II. Título.

ESTUDO DOS GEOSISTEMAS DAS CRISTAS QUARTZÍTICAS DA
MANTIQUEIRA MERIDIONAL: A PAISAGEM EM PERSPECTIVA
MULTIESCALAR

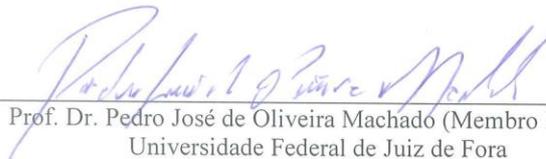
CRISTINA SILVA DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Espaciais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17 / 03 / 2016



Prof. Dr. Archimedes Perez Filho (Membro Externo)
Universidade de Campinas



Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Roberto Marques Neto (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu noivo Luiz Claudio Massensini Lellis pela paciência e companhia, pela ajuda nos trabalhos de campo e pela sua contribuição na confecção dos perfis, mapas e tabelas.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Roberto Marques Neto por ter me inspirado durante a graduação a trabalhar com a abordagem geossistêmica e por ter apresentado importantes obras filosóficas no âmbito da geografia e das ciências. Agradeço pelas revisões, sugestões e correções ao trabalho.

À amiga e companheira de mestrado Ruth Gascón Salazar por ter me auxiliado durante todo o mestrado nos trabalhos de campo, nos estudos dirigidos, discussões de texto, nas análises e interpretações dos perfis de solo e pela companhia nos congressos.

Ao amigo de mestrado Higor Mozart pela leitura dos trabalhos, por compartilhar inúmeros livros e referências bibliográficas, por me auxiliar nas correções dos variados textos, pelas discussões e pela companhia nas jornadas acadêmicas.

Ao professor Thomaz Alvisi de Oliveira pelas leituras e releituras desse trabalho de dissertação e por compartilhar conhecimento e materiais.

Ao professor Lucas Cavalcanti por ter compartilhado importante material bibliográfico, conhecimento e experiências.

Ao professor Pedro José Machado de Oliveira e ao professor Archimedes Perez Filho por aceitarem compor a banca de mestrado e trazerem contribuições para melhoria e reflexão.

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) por disponibilizar as imagens de satélite RapidEye da área de estudo.

Ao programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora pela oportunidade em desenvolver esse trabalho.

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 esse trabalho.

A toda minha família pelo apoio e compreensão.

"Diante de todas as casas solitárias que encontro no campo, digo a mim mesmo, que poderia, satisfeito, passar aí a minha vida, pois as vejo em suas vantagens, sem inconvenientes. Eu ainda não trouxe para esses recantos os meus pensamentos de tédio e meus hábitos prosaicos e assim não estraguei a paisagem. Só peço olhos que vejam o que vocês possuem".

Henry David Thoreau

“Sempre escolhi assuntos acima das minhas forças.”

F. Dostoievski

Resumo

A presente dissertação buscou compreender a interação e os processos que engendram a organização espacial dos sistemas naturais e sociais e sua relação com as políticas de planejamento ambiental no setor norte da Mantiqueira Meridional a partir da perspectiva geossistêmica. Os relevos quartzíticos de expressão regional, característicos do setor norte da Mantiqueira Meridional, configuram importantes alinhamentos topográficos que resguardam grande diversidade paisagística. Como fundamento teórico e metodológico recorreu-se aos postulados da Teoria dos Geossistemas, proposto por V.B Sochava. A representação cartográfica da estrutura e dinâmica dos geossistemas foi confeccionada com base na interpretação integrada de cartas temáticas nos níveis topológico e regional e levantamentos de campo. Os geossistemas que compõem o macrogéocoro do setor norte da Mantiqueira Meridional foram espacializados em um mapa com os limites da área. Verificou-se que as classes de fácies estão organizadas espacialmente em: Vertentes escarpadas alongadas com Floresta Estacional Semidecidual sob influência de pastagem; Vertentes escarpadas alongadas e interflúvios estreitos com Floresta Ombrófila Densa Montana com influência de silvicultura; Patamares de Cimeira com campos rupestres de altitude em quartzito; Vertentes Escarpadas com Floresta Ombrófila densa Montana; Vertentes escarpadas alongadas com pastagem e floresta; Morros e vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual sob influência de pastagem; Morros e vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual alterada com influência de pastagem. Em escala topológica gerou-se um mapa que caracteriza a tipologia e associações espaciais dos geossistemas do Parque Estadual do Ibitipoca. A paisagem em questão é distinguida pela transição de florestas nebulares e nanoflorestas para savanas e campinas, bem marcadas pelas nuances de associações que estabelecem com os demais complexos naturais. As inter-relações geocológicas discriminadas pela classificação geossistêmica estão explicitada na tabela (legenda) que acompanha o mapeamento do Parque Estadual do Ibitipoca. Através dos procedimentos de classificação geossistêmica foram identificados 5 grupos de fácies distribuídos pela área abrangida pelo Parque Estadual do Ibitipoca, correlacionado na forma de um quadro. Tal quadro fornece resultados sistematizados das associações espaciais entre os grupos de fácies e fácies do geossistema da área em estudo. A partir dos resultados obtidos pôde-se concluir que o mapa dos geossistemas gerados em escala pequena e em escala grande, a partir da combinação das abordagens metodológicas *top-down e bottom-up*, fornecem informações sobre os padrões regionais e locais inerentes a estrutura da paisagem da Serra da Mantiqueira. Os mapas, quadros e perfis, constituem base para a interpretação qualitativa e quantitativa da estrutura e processos geocológicos, e interações internas com geossistemas e paisagens adjacentes.

Palavras-Chave: Mantiqueira Meridional; geossistema; macrogéocoro, escala.

Abstract

The present dissertation aimed to understand the interaction and the processes that engender the spatial organization of natural and social systems and their relationship to environmental policy planning in the northern sector of the Meridional Mantiqueira from geosystemic perspective. The quartzite reliefs of regional expression, characteristic of the northern sector of the Meridional Mantiqueira, configure important topographic alignments that shelter great diversity. As theoretical and methodological foundation appealed to the postulates of the Theory of Geosystems proposed by V.B Sochava. The cartographic representation of the structure and dynamics of geosystems was made based on integrated interpretation of thematic maps in topological and regional and field surveys. The geosystems that compose the macrogeócoro of northern sector of the Meridional Mantiqueira were spatially on a map with the boundaries of the area. It was verified that the facies classes are organized spatially: elongated steep slopes with semideciduous forest under the influence of pasture; elongated steep slopes and narrow interfluves with dense rain forest Montana influencing forestry; Levels summit with rocky fields of altitude in quartzite; Craggy slopes with dense rain forest Montana; elongated steep slopes with grassland and forest; Hills and valleys embedded with semideciduous forest under the influence of pasture; Hills and valleys embedded with semideciduous forest changed with the influence of pasture. In topological scale was generated a map that characterizes the type and spatial associations of geosystems of the Ibitipoca State Park. The landscape in question is distinguished by the transition to nebulas and nanoflorestas forests to savannas and plains, and marked by nuances of associations established with other natural complexes. The rural ecology interrelations broken down by geosistêmica classification are explained in the table (legend) that comes with the mapping of the Ibitipoca State Park. Through geosystemic classification procedures were identified 5 facies groups distributed by the area covered by the Ibitipoca State Park, correlated as a quadro. Tal framework provides systematized results of the spatial associations between facies groups and facies of geosystem of the study area. From the results it could be concluded that the map of geosystems generated on a small scale and large scale from the combination of methodological approaches top-down and bottom-up, provide information on the regional and local standards inherent in the structure of landscape of the Serra da Mantiqueira. Maps, charts and profiles are the basis for the qualitative and quantitative interpretation of the structure and geocological processes, and internal interactions with geosystems and surrounding landscapes.

Keywords: Meridional Mantiqueira; geosystem; macrogeócoro; scale.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Divisão taxonômica do geossistema	52
QUADRO 2: Documentos cartográficos utilizados na análise dos geossistemas.....	56
QUADRO 3: Critérios morfométricos aplicados pelo ipt para a definição de categorias de relevo.....	61
QUADRO 4: Critérios interpretativos do relevo.....	62
QUADRO 5: Domínios fitofisionômicos do Parque Estadual do Ibitipoca.....	64
QUADRO 6: Níveis hierárquicos dos geossistemas.	66
QUADRO 7: Grupos de fácies e fácies dos geossistemas do Parque Estadual do Ibitipoca. ...	106

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Mapa com os pontos de campo visitados.	59
FIGURA 2: Ilustração do processo de decomposição de um sistema complexo adequado para construção de modelos hierárquicos.....	65
FIGURA 3: Fluxograma de mapeamento de geossistemas.....	67
FIGURA 4: Enquadramento regional da área de estudo.....	69
FIGURA 5: Localização das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na microrregião de Juiz de Fora- MG.....	70
FIGURA 6: Mapa Geológico das Cristas Quartzíticas da Serra Da Mantiqueira na microrregião de Juiz de Fora- MG.....	71
FIGURA 7: Mapa Hipsométrico das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.....	73
FIGURA 8: Mapa de Relevo Sombreado das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião De Juiz De Fora- MG.....	75
FIGURA 9: Mapa de Declividade das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.....	77
FIGURA 10: Mapa De Unidades De Relevo Das Cristas Quartzíticas Da Serra Da Mantiqueira Na Microrregião De Juiz De Fora- Mg.	79
FIGURA 11: Perfil Longitudinal Do Córrego São João Do Pari, Afluente Pela Margem Direita Do Ribeirão Do Pari.....	80
FIGURA 12: Distribuição pluviométrica no sul/sudeste de Minas Gerais.	81
FIGURA 13: Mapa de solos das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.....	83
FIGURA 14: Mapa de uso e ocupação da terra das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.....	87
FIGURA 15: Silvicultura de eucalipto na porção oeste da Serra Negra.	88
FIGURA 16: Carta imagem do distrito de Conceição do Ibitipoca – MG.....	89
FIGURA 17: Mapa de Geossistemas das Cristas Quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.....	91
FIGURA 18: Perfil geoecológico e esboço geológico A/B.....	92
FIGURA 19: Modelado de dissecação das vertentes da Serra do Ibitipoca.....	93
FIGURA 20: A – Vale profundo com vertentes íngremes e desnível elevado, esculpido em litologias quartzítica.	94
FIGURA 21: Vertentes dissecadas com exposição de materiais coluviais	95
FIGURA 22: Lavra de extração de areia quartzosa nas proximidades do povoado de Monte Verde.....	95

FIGURA 23: Aspecto do relevo e da vegetação de campos rupestres de altitude dos geossistemas patamares de cimeira.....	96
FIGURA 24: Floresta Nebular no Parque Estadual de Ibitipoca.	97
FIGURA 25: Vista das altas escarpas e dos alinhamentos das superfícies mais elevadas da Serra da Mantiqueira.....	98
FIGURA 26: Contraste estabelecido entre a encosta da serra de ibitipoca e as feições mamelonares de morros.	98
FIGURA 27: Modelados mamelonares e vales encaixados	99
FIGURA 28: Geossistema composto de relevo dissecado marcado pela presença de morros com formas arredondadas.....	99
FIGURA 29: Estrutura vertical do solo.....	100
FIGURA 30: Morros com setores côncavos no primeiro e segundo plano da fotografia	101
FIGURA 31: Morros com silvicultura e pastagem	102
FIGURA 32: Mapa de grupo de fácies e fácies dos geossistemas do Parque Estadual de Ibitipoca.....	105
FIGURA 33: Aspecto do relevo e vegetação dos arbustais nebulares presentes no Parque Estadual de Ibitipoca.	107
FIGURA 34: Bloco diagrama ilustrando as superfícies aplainadas dos patamares de cimeira do Parque Estadual de Ibitipoca.	108
FIGURA 35: Aspecto das superfícies do relevo onde ocorrem as fitofisionomias savânicas....	109
FIGURA 36: Aspecto das cristas ravinadas e dos topos aplainados onde predominam as fitofisionomias de campina lenhosa e campina nebular.....	110
FIGURA 37: Fisionomia da Vegetação de Florestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca	111
FIGURA 38: Imagem ilustrando as nanoflorestas acompanhando os principais cursos d'água que atravessam o Parque Estadual de Ibitipoca.....	112
FIGURA 39: Mapa de Localização do Transecto A-A' No Parque Estadual de Ibitipoca.	113
FIGURA 40: Perfil geoecológico transecto A/A'.....	114
FIGURA 41: Arranjo Espacial das Fácies no Interior do Parque Estadual de Ibitipoca.	115
FIGURA 42: Mapa de Unidade de Mapeamento de Solos do Parque Estadual de Ibitipoca....	129
FIGURA 43: Mapa de Unidades de Mapeamento do Relevo do Parque Estadual de Ibitipoca.	130
FIGURA 44: Mapa de Fitofisionomias do Parque Estadual De Ibitipoca..	131

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	15
1.1 - Premissas	19
1.2 - Objetivo Geral.....	19
1.2.1 - Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO II – UMA INTRODUÇÃO À ABORDAGEM GEOSISTÊMICA NO ESTUDO DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL: ANOTAÇÕES PRELIMINARES	22
CAPÍTULO III – MÉTODO SISTÊMICO E SUA INSERÇÃO NA GEOGRAFIA	24
3.1 – Pressupostos epistemológicos da Teoria dos Sistemas Gerais	24
3.2 - Paradigma da Complexidade	28
3.3 - Sistemas Ambientais e Dimensão Sistêmica nos Estudos Holísticos da Geografia	33
3.4 - Complexidade da Paisagem	37
3.5 - Origens da Teoria dos Geossistemas: Raízes Histórico-Geográficas do Conceito e Aplicações Atuais.....	41
3.6 - Os Geossistemas e a Paisagem	47
3.7 - Hierarquia, Estrutura e Classificação Bilateral dos Geossistemas	50
CAPÍTULO IV – ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS: MATERIAIS E TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DOS GEOSISTEMAS	55
4.1 - Inventário de Fontes Bibliográficas e Cartográficas	55
4.2 - Classificação e Mapeamento da Cobertura da Terra e Planejamento de Campo	57
4.3 - Modelo Digital e Elevação e Mapa de Declividade.....	59
4.4 - Mapas Geológico e Pedológico	59
4.5 - Mapeamento das Unidades de Relevô	60
4.6 - Mapa da Cobertura Vegetal	63
4.7 - Técnicas de Agrupamento e Síntese dos Elementos dos Geossistemas.....	65
CAPÍTULO V – OS ARRANJOS ESPACIAIS DA ÁREA DE ESTUDO.....	69
5.1 - Recorte: O Setor Norte da Mantiqueira Meridional Mineira	69
5.2 - Quadro Físico: Substrato Geológico	70
5.3 - Sistemas de Relevô da Serra da Mantiqueira.....	72
5.4 - Clima e Topoclima da Serra da Mantiqueira	80
5.5 - Arranjo Pedológico	82
5.6 - A Organização da Vegetação e a Dinâmica do Ambiente Natural	85

5.7 - Dinâmica Socioespacial e Produção do Espaço Rural na Mantiqueira.....	88
CAPÍTULO VI – ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DOS GEOSISTEMAS NA PORÇÃO NORTE DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL MINEIRA.....	90
6.1 - Geossistema I – Vertentes escarpadas alongadas com Floresta Estacional Semidecidual Montana sob influência de pastagem	93
6.2 - Geossistema II – Vertentes Escarpadas alongadas e interflúvios estreitos com Floresta Ombrófila Densa Montana.....	94
6.3 - Geossistema III – Patamares de Cimeira com campos rupestres de altitude	96
6.4 - Geossistema IV – Vertentes Escarpadas com Floresta Ombrófila densa Montana.....	96
6.5 - Geossistema V – Vertentes Escarpadas alongadas com pastagem e Floresta Estacional Semidecidual Montana.....	97
6.6 - Geossistema VI – Morros e Vales encaixados com Floresta Estacional Floresta Semidecidual Montana sob influência de pastagem.....	99
6.7 - Geossistema VII - Morros e Vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual Montana alterada.....	101
CAPÍTULO VII - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS GEOSISTEMAS NO PERÍMETRO ABRANGIDO PELO PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA	103
7.1 - Grupo de Fácies	107
1- <i>Arbustal Nebular</i>	107
2- <i>Savana Arbustiva-arbóreo nebuloso e savana arbustiva nebuloso</i>	108
3- <i>Campina Lenhosa Nebuloso e campina Nebuloso</i>	109
4- <i>Floresta Nebuloso</i>	110
5- <i>Nanofloresta Nebuloso</i>	111
7.2 - Perfil Geocológico do Parque Estadual de Ibitipoca.....	112
CAPÍTULO VIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS	129

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

A dimensão geocológica do planejamento e gestão ambiental geralmente envolve a necessidade de se conhecer a organização físico-geográfica da paisagem, sua diversidade, heterogeneidade e complexidade, como produto das múltiplas correlações escalares espaço-temporais dentro das quais os tipos particulares de arranjo entre os seres vivos e o biótopo podem se manifestar.

Nessa perspectiva, há uma grande variedade de questões desafiadoras no que concerne à compreensão da interação entre as escalas de processos geocológicos, sua diversidade e heterogeneidade espacial, e o desenvolvimento e produção espacial das atividades humanas. Dentre estas, destaca-se a contradição que abarca os processos de produção espacial, os fenômenos naturais e a concomitante aplicação efetiva do planejamento ambiental na escala da paisagem. Primeiramente, isso seria reflexo da diferença de gestão e planejamento ambiental entre o nível regional de decisão (políticas de planejamento e gestão) e o local, escala de coleta de dados sobre a estrutura e o funcionamento de paisagens e de efetivação das políticas. Em segundo lugar, os obstáculos não são só determinados pela divisão do espaço de planejamento da paisagem, mas pela pouca atenção dispensada aos interesses econômicos dos pequenos proprietários rurais e dos diversos atores sociais (KHOROSHEV e ALESHCHENKO; 2007). Na visão dos autores, um fator que teria um peso decisivo seria a não consideração da organização hierárquica da natureza e de seus processos produtores da paisagem associados às propostas políticas de ordenamento territorial.

Assim, na dimensão socioeconômica da utilização sustentável dos recursos, a incompatibilidade escalar ocorre desde a entidade administrativa de posse da terra ou fazenda, geralmente não alinhada com a escala em que as decisões políticas são tomadas (URWIN e JORDAN, 2008), ou com a escala relevante para uma série de serviços ecossistêmicos públicos (CUMMING *et al.*, 2006). Sabe-se que os impactos (positivos e negativos) de tais incompatibilidades de escala aparecem em múltiplos planos de organização espaciais como, por exemplo, a poluição advinda de práticas de manejo que alcançam córregos e rios, indo além da propriedade rural alcançando a extensão de toda

área de bacias hidrográficas e paisagens (DALGAARD, HUTCHINGS, & PORTER, 2003; RANDHIR, TSVETKOVA, 2011) ¹.

Limitando e orientando as ações locais e regionais, a Lei 9985 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Assim disposta e entendida, essa lei busca, dentre outros objetivos, proteger as paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica visando potencializar os serviços de conservação da biodiversidade por ela prestados. De fato, a legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo; no entanto, as sinergias entre os arranjos institucionais na escala territorial e aqueles na escala da organização social não são evidentes (BARRICHELLO, 2006). Desta maneira, apesar dos aparentes benefícios oriundos dos instrumentos legais criados pela legislação ambiental brasileira, relacionados ao uso sustentável dos bens naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos e à proteção da biodiversidade e da paisagem, detecta-se a existência de controvérsias nos debates judiciais, pois muitos proprietários rurais vêem essas áreas como um ônus.

Nessa perspectiva, observa-se que a problemática envolve mais do que questões de ordem geocológica e social, mas diz respeito à exigibilidade e ao descumprimento da legislação ambiental, à não obediência e preservação das áreas de proteção legal e à desconsideração dos comportamentos multiescalares (tamanho, forma, arranjo e processos) geossistêmicos. Além disso, outras dificuldades surgem dessas configurações espaciais oriundas da definição de setores ou zonas territoriais destinados à conservação. Um exemplo é a capacidade de suporte desses sistemas, manejo, e alterações no biótopo e biogeocenoses advindos da continuidade espaço-temporal dos processos e estrutura da paisagem.

Conforme salientam Lysanova, Semenov e Sorokovoi (2011), para garantir que os projetos de gestão integrados da natureza sejam implementados é necessário desenvolver mapas de avaliação da paisagem com base nas abordagens da geografia física e planejamento da paisagem, nos quais informações sobre a multiescalaridade dos geossistemas, latência e organização sejam interpretadas no contexto da gestão ambiental.

¹ O trabalho de Dalgaard, Hutchings e Porter (2003) discute aspectos inerentes às questões de escala e interdisciplinaridade nas abordagens da agroecologia em propriedades rurais. Por sua vez, o trabalho de Randhir e Tsvetkova (2011) estuda interações entre mudanças espaço-temporais no uso da terra e suas correlações com a bacia hidrográfica e a paisagem, principalmente no que tange aos impactos nos recursos hídricos (quantidade e qualidade) e efeitos de retroação.

Houve, sem dúvida, muitas pesquisas e esforços voltados ao planejamento e integração de dados visando oferecer soluções aos problemas ambientais globais e regionais em múltiplas escalas de ocorrência (LORINI, 2007; NEPSTAD *et al.*, 1999; TURNER; DALE e GARDNER, 1989). Entretanto, no Brasil ainda não há muitos trabalhos que identificam processos e mudanças de forma e arranjo dos geossistemas que ocorrem em variadas escalas temporais e espaciais. Nas paisagens serranas brasileiras do sudeste, mais especificamente da Mantiqueira Meridional, áreas que ocupam uma porção significativa dos territórios sul/sudeste mineiros, essas pesquisas são ainda mais raras. Os trabalhos desenvolvidos priorizaram levantamentos de dados em áreas correspondentes a unidades de conservação², ora com enfoque e maior detalhamento biológico³, ora enfatizando aspectos eminentemente físicos (hidrográficos, geomorfológicos, geológicos)⁴ ou sociais. No entanto, sem considerar as intrínsecas relações, dependências e sobreposições dos sistemas que controlam a diferenciação espacial dessas paisagens em múltiplas escalas de análise.

Dois trabalhos que seguem essa linha de orientação epistemológica podem ser citados no estudo da Mantiqueira meridional, são eles: as teses de doutorado de Marques Neto (2012) e de Oliveira (2013). Na estrutura organizacional dos trabalhos estão explícitos os aspectos teóricos e metodológicos da abordagem geossistêmica na investigação da dinâmica das paisagens características de relevo estrutural e tectônico.

O sistema de serras da Mantiqueira constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente sul-americano expressa no território mineiro. Suas frentes escarpadas assinalam o segundo grande degrau dos maciços antigos do Brasil Atlântico (AB'SÁBER, 1954). Áreas caracterizadas não apenas pelas singularidades naturais dos seus sistemas geomorfopedológicos e vegetacionais (onde há acúmulo de espécies endêmicas com elevada diversidade), mas também por requererem práticas específicas de gestão ambiental.

² Parque Estadual do Ibitipoca, Serra Negra, setores específicos da APA da Mantiqueira.

³ Como exemplo, o texto faz referência aos estudos realizados no Parque Estadual do Ibitipoca publicados na revista MG Biota do Instituto Estadual de Florestas - n.2, v.6, 2013. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/MGBIOTA/2014/ARQUIVOS_ALTERACAO/mg.biota%20v.6%20n.2.pdf>, acesso em 29/11/2014. Além destes trabalhos, o Parque conta com um acervo de trabalhos (monografias, dissertações e teses) que versam sobre temáticas específicas, desenvolvidos com a autorização do Instituto Estadual de Florestas (IEF). Sobre a Serra Negra ver os estudos realizados pelo Departamento de Biologia da UFJF - "O projeto Flora da Serra Negra, Minas Gerais". Disponível em: <<http://www.ufjf.br/floraserranegra/producao-bibliografica/>>, acesso em: 29/11/2014.

⁴ A título de exemplo, ver os trabalhos publicados nos anais do seminário de pesquisa sobre o Parque Estadual do Ibitipoca - Juiz de Fora, 1997.

Através desses problemas e das discussões que eles suscitam no presente contexto de alinhamentos serranos da Mantiqueira Meridional Mineira emergem as questões que orientam esse trabalho:

- 1) Como modificações dos padrões, forma e extensão dos processos geocológicos estão relacionadas ao comportamento multiescalar dos geossistemas e sua consequente diferenciação espacial?
- 2) Quais comportamentos são discerníveis nos geossistemas de escalas maiores que não são discerníveis em escalas menores?
- 3) Como estas correlações escalares espaço-temporais influenciam na diversidade de paisagens inter e intra regionais na Serra da Mantiqueira?
- 4) De que forma a dimensão geocológica do planejamento ambiental em ambientes montanhosos influencia e cria condições especiais para organização e produção socioespacial?

Diante de tais perguntas, torna-se necessário compreender como a estrutura e processos funcionais dos geossistemas formam a organização espacial da paisagem. Para tanto, do ponto de vista teórico-conceitual, entre as abordagens mais robustas que aludem sobre a complexidade e heterogeneidade espacial das paisagens numa perspectiva multiescalar, sobressai-se a teoria geossistêmica, propugnada por Sochava em 1963.

De acordo com o autor supramencionado, os geossistemas constituem integridades e totalidades que se encontram em uma relação sistêmica uns com os outros (contínuo processo de transformação química, física e biológica) e que podem dividir-se em sistemas e subsistemas subordinados abarcando toda superfície do planeta Terra (SOCHAVA, 1978). Nesta dimensão epistemológica, não se estudam os componentes da natureza, mas suas conexões sistêmicas. Ao lado de proposições conceituais e investigações da estrutura da paisagem, essa abordagem desenvolveu o estudo dos processos procurando compreender a dinâmica e os fluxos de energia e matéria, bem como as mudanças na forma da paisagem com o tempo.

Trata-se de uma reflexão de conjunto, não somente sobre a pesquisa naturalista em geografia, mas, sobretudo de uma tentativa de superar a velha dicotomia homem e natureza no que diz respeito aos métodos de interpretação nos estudos geográficos, mas especificamente daqueles que versam sobre a paisagem, esforço este que procura integrar o homem na "dialética da natureza"⁵.

A presente dissertação busca compreender a interação e os processos que engendram a organização espacial dos sistemas naturais e sociais e sua relação com as políticas de planejamento ambiental no setor norte da Mantiqueira Meridional a partir da perspectiva geossistêmica. Nesse sentido, trabalharemos com as seguintes premissas:

1.1 - Premissas:

- A heterogeneidade percebida em um determinado geossistema é o resultado da heterogeneidade espaço-temporal de restrições ambientais, processos geocológicos, e de distúrbios naturais ou provocados pelo homem.
- Em qualquer nível hierárquico, o arranjo e classificação dos geossistemas é efetuado através da interpretação integrada dos seus componentes, como o relevo, solo, clima e vegetação. Em consonância com os complexos naturais, o uso da terra é considerado como recurso em classificações dos geossistemas. Estas unidades espaciais são organizadas em hierarquias espaço-temporais, que podem ser abordados nos níveis micro, meso e macroescala (KRONERT; STEINHARDT; YOLK, 2001).

1.2 - Objetivo Geral:

Analisar multiescalarmente os geossistemas das cristas quartzíticas na parte norte da Mantiqueira Meridional na área de influência de unidades de conservação, estado de Minas Gerais, como subsídio ao planejamento ambiental.

⁵ ENGELS, F. **Dialética da natureza**. Lisboa, Editorial Presença, 1974.

1.2.1 - Objetivos Específicos:

- Analisar a distribuição e diferenciação espacial dos elementos geocológicos em diferentes escalas de análise;
- Fazer considerações sobre as conexões entre os sistemas ambientais e as ações antrópicas operantes;
- Interpretar aspectos funcionais e dinâmicos dos geossistemas da Mantiqueira Meridional Mineira por meio de uma abordagem topológica e regional.

A introdução da dissertação externaliza os aspectos referentes à problemática da pesquisa. Além disso, são apresentados os objetivos e hipóteses do trabalho. No capítulo II, “Abordagem geossistêmica no estudo da Mantiqueira Meridional: anotações preliminares” serão discutidas questões referentes à organização geossistêmica da Mantiqueira Meridional Mineira, uma primeira aproximação à significação do termo no contexto da pesquisa. Por sua vez, o capítulo III, “Desenvolvimento da teoria dos geossistemas”, faz alusão às concepções teórico-metodológicas e gênese do conceito de geossistema. Em outras palavras, o intuito é versar sobre as conexões e emergências teóricas que subsidiaram o desenvolvimento da teoria no contexto europeu e posteriores epígonos no território brasileiro. No capítulo IV, “Métodos e técnicas de representação cartográfica dos geossistemas”, serão discutidos os fundamentos metodológicos e técnicas de representação cartográfica dos geossistemas, parte esta que atua como uma bússola na orientação desse trabalho. O capítulo subsequente (V) discorrerá sobre uma contextualização da área de estudo quanto aos seus aspectos geográficos, além de apresentar características dos limites e entorno espacial. Recorrer-se-á uma descrição dos aspectos físico-geográficos e humanos no que tange a sua organização sistêmica da área. A partir deste ponto, toma-se como prioridade a discussão da arquitetura e organização espacial dos geossistemas na porção norte da Mantiqueira Meridional Mineira (capítulo VI e VII). É importante assinalar que nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e apreensão do referencial teórico-metodológico e materiais utilizados. Por fim, capítulo (VIII) serão tecidas algumas considerações a respeito da integração dos resultados e sobre sua importância no estudo multiescalar dos geossistemas, um esforço para elucidar as questões que nortearam a confecção desta dissertação.

Partindo do contexto supramencionado e das questões norteadoras, busca-se compreender a interação e os processos que engendram a organização espacial dos sistemas naturais e sociais no setor norte da Mantiqueira Meridional e sua relação com as políticas de planejamento ambiental.

CAPÍTULO II – UMA INTRODUÇÃO À ABORDAGEM GEOSISTÊMICA NO ESTUDO DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL: ANOTAÇÕES PRELIMINARES

Um dos principais interesses dos estudos geográficos é investigar os processos que configuram a organização espaço-temporal dos Geossistemas. Esses processos determinam as possibilidades de desenvolvimento e existência dos complexos paisagísticos através da circulação de matéria, energia e informação do geossistema (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI; 2010).

Nessa perspectiva, a altitude é um dos fatores que tem influência sobre alterações em todos os componentes dos sistemas geográficos, e sobre a transformação de todo o complexo natural, manifestando-se como um parâmetro ao longo do qual as características específicas dos geossistemas são gradualmente transformadas e sua tipologia alterada de forma irregular. Ela determina a energia potencial de uma localização, a intensidade dos processos geomorfológicos, hidrológicos e de formação de solo (FROLOV, CHERKASHIN, 2012).

No contexto de Serras da Mantiqueira, o conjunto de cristas alongadas de diversificadas características geomorfológicas, como a elevada amplitude altimétrica e morros associados a vales estreitos, resultam de processos exógenos complexos denudacionais e agradacionais que dinamizam a evolução dessas paisagens. Dessa forma, o padrão espacial dos geossistemas é fortemente influenciado pelas condições geológicas, geomorfológicas e pelo regime climático que controlam a diversidade de fluxos de matéria e energia locais. Nessas áreas de exposição de terrenos cristalinos, devido certamente à maior sensibilidade que as rochas ígneas e metamórficas possuem em face dos processos morfoclimáticos intertropicais, residem os maiores contrastes paisagísticos, constatados nos diferentes domínios morfoclimáticos do Brasil (AB' SABER, 1970). O contraste e diferenciação espacial das unidades de paisagem é decorrência dos tipos de relevo que em parte devem-se à diversidade litológica da área, que conseqüentemente acaba gerando uma variação frente à ação erosiva em seus diversos setores, o que impõe um caráter regional específico sobre a organização da estrutura da paisagem. Além disso, essas feições geomorfológicas de expressão regional influenciam os padrões meteorológicos micro e mesoclimáticos, ou seja, interferem no comportamento térmico e nos fluxos de umidade das massas de ar.

Ao longo do eixo norte-sul uma diversidade de condições naturais e paisagens vão se configurando a partir dos contrastes estabelecidos pelo conjunto de cristas

alongadas com direção norte – nordeste, encostas a barlavento e sotavento, e vales encaixados associados à ocupação das terras pela agropecuária e pequena densidade populacional. A tipologia dessas paisagens fragmentadas é caracterizada por um mosaico de ecossistemas naturais ou próximos do estado natural, intercalados por um conjunto de ecossistemas, antropizados.

Tais paisagens, objeto de contradições estratégicas da ocupação das terras, dos antagonismos existentes no campo de interesse socioeconômico, são testemunhos da história da humanidade. Sobre os traços de sua fisionomia, superpõem-se sempre expressões concretas da história ecológica e geológica da Terra e das sucessivas sociedades que ali se estabeleceram. Dessa forma, as características dos geossistemas da Mantiqueira Meridional o identificam como área prioritária para conservação da diversidade biológica, da geodiversidade e das organizações sociais e produtivas em território brasileiro (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007). Assim, a reorganização territorial e funcional do espaço a partir da intensificação do uso da terra em áreas rurais ou pouco urbanizadas na área de influência de unidades de conservação determina a necessidade de abordagens específicas para o estudo e planejamento da paisagem.

Em face dessas questões, propostas alternativas de ordenamento territorial visando o desenvolvimento sustentável foram criadas. Em vários países, diretrizes de zoneamento das atividades econômicas e de implantação de políticas públicas vêm sendo resolvidas através do planejamento da paisagem, ou seja, um conjunto de ferramentas metodológicas que oferecem subsídio científico para a organização espacial das atividades produtivas da sociedade. O planejamento da paisagem objetiva a gestão sustentável da natureza, a preservação das principais funções das paisagens, em consonância aos interesses socioeconômicos, através do desenvolvimento de planos e medidas que identifiquem as regiões onde devem ser concentradas as ações com vistas à conservação (SANTOS, 2004). Esses estudos mapeiam as áreas mais conservadas e as tendências de ocupação da terra.

A partir desse preâmbulo, o capítulo III da dissertação versará sobre as conexões e emergências teóricas que subsidiaram o desenvolvimento da teoria dos geossistemas no contexto europeu, discutindo as influências filosóficas e científicas do seu desenvolvimento no território russo.

CAPÍTULO III – MÉTODO SISTÊMICO E SUA INSERÇÃO NA GEOGRAFIA

3.1 – Pressupostos epistemológicos da Teoria dos Sistemas Gerais

O conhecimento científico trouxe ao nosso século inestimável progresso no desenvolvimento das técnicas e avanços em diversos campos do saber através da reunião de fatos, teorias e métodos codificados em variados textos. Contudo, apesar da influência exercida em muitas áreas do pensamento científico e atividades humanas, as teorias que alicerçam essa concepção de mundo demonstraram algumas limitações. O desenvolvimento disciplinar das ciências com a superespecialização, fragmentação, disjunção do saber científico e carências no desenvolvimento de conceitos integrativos são alguns exemplos. Isso significa que a proliferação do conhecimento e do desenvolvimento de disciplinas acadêmicas distintas e subdisciplinas tem fragmentado a ciência em centenas de pequenos assuntos independentes, cada uma trabalhando isoladamente (CHRISTOFOLETTI, 1999).

No campo das ciências clássicas, o princípio de explicação postulava que a aparente complexidade dos fenômenos poderia ser compreendida a partir de alguns princípios simples dados pela separação e redução. Assim, na primeira os objetos são isolados uns dos outros, de seu ambiente e do observador. A redução, por sua vez, unifica àquilo que é diverso ou múltiplo, quer aquilo que é elementar quer aquilo que é quantificável. Nesse sentido, o pensamento redutor associa a realidade não às totalidades, mas aos elementos; não às qualidades, mas às medidas; não aos seres e aos entes, mas aos enunciados formalizáveis e matematizáveis (MORIN, 1996). É dessa forma que esse pensamento dissociativo e analítico ocidental se tornou o motor fundamental para o conhecimento científico.

Os princípios fundadores das teorias mecanicistas originam-se “(...) no atomismo antigo e nas concepções astronômicas dos Gregos e Alexandrinos (...)” (CABRAL *et al.*, 1991, p.761), obtendo, no entanto, a sua expressão mais desenvolvida apenas no século XVII, mais concretamente na doutrina física do Iluminismo de Newton e, no século XVIII, com Descartes (CARDOSO, 2005).

Não é preciso acentuar que o conhecimento científico e tecnológico cresceu enormemente desde então. Contudo, a evolução dessas noções culminou na ruptura da visão de natureza finalista da Idade Média e Renascença, impregnada ainda do pensamento aristotélico, em que o homem projetava a sua alma, dando lugar a uma

natureza matematizada por Galileu Galilei⁶ e objeto da mestria do conhecimento científico, baseado no diálogo experimental, cuja veracidade era garantida pela racionalidade divina (CARDOSO, 2005). Nesse sentido, a experimentação para Galileu, consistia na combinação entre o experimento científico com o uso da linguagem matemática, devendo-se para tanto excluir as propriedades subjetivas do domínio da ciência. A partir de então, a matemática torna-se o critério de objetividade responsável pela compreensão da natureza, em outras palavras, realiza-se completamente a redução da natureza à objetividade mensurável (CAPRA, 2006).

Porém, em meados do século XX, o modelo epistêmico mecanicista (filosófico, científico, ético, político etc.) foi dando lugar a uma visão holista. Em outras palavras, surgiram aberturas para a emergência de novas teorias. Os cientistas passaram a ver o mundo como um complexo de mudança e estabilidade, ordem e desordem; demasiado grande para que as suas operações fossem previstas e controladas (HAIGH, 1985).

O reconhecimento desse caráter dialético e imprevisível dos fenômenos foi desenvolvido a partir das noções de calor e acaso⁷. A noção de calor introduziu a desordem e a dispersão no âmago da física e a estatística permitiu associar o acaso (no nível dos indivíduos) e a necessidade (no nível das populações) (MORIN, 1996). Hoje as ciências trabalham cada vez mais com a aleatoriedade dos fenômenos para compreender tudo aquilo que é evolutivo.

No entanto, a história da ciência do século XX permanece marcada pela especialização, que acaba redundando em uma filosofia da dissecação como o caminho para o progresso. O reducionismo e a crença de que o conjunto pode ser explicado através da análise dos seus componentes tem sido a vanguarda da ciência do século XX.

Na Rússia, durante 1870, Dokuchayev lutou contra uma maior fragmentação nas ciências, argumentando que embora a ciência do século XIX tenha obtido grande

⁶ A fim de possibilitar aos cientistas descreverem matematicamente a natureza, Galileu postulou que eles deveriam restringir-se ao estudo das propriedades essenciais dos corpos materiais – formas, quantidades e movimento –, as quais podiam ser medidas e qualificadas (CAPRA, 2006).

⁷ Em fins do século XIX, Poincaré estudava o problema da dinâmica de três corpos, concluindo que o acaso deveria se contrapor ao determinismo estrito de Laplace: “uma causa muito diminuta, que nos escapa, determina um efeito considerável, que não podemos deixar de ver, e então dizemos que este efeito é devido ao acaso. Se pudéssemos conhecer exatamente as leis da natureza e a situação do universo no instante inicial, seríamos capazes de prever exatamente a situação deste mesmo universo no instante subsequente. Mas mesmo quando as leis naturais já não tivessem mais segredo para nós, só poderíamos conhecer a situação inicial aproximadamente. Se isto nos permite antecipar a situação subsequente com o mesmo grau de aproximação, ficamos satisfeitos, dizemos que o fenômeno foi previsto, que é governado por leis. Mas nem sempre isto ocorre; pode acontecer que diferenças mínimas nas condições iniciais produzam diferenças muito grandes no fenômeno final; um erro mínimo nas primeiras produziria um erro enorme neste último. a previsão torna-se impossível e temos o fenômeno do acaso” (SAVI, 2004).

sucesso e desenvolvimento no estudo de fenômenos e objetos individuais, perdeu de vista as inter-relações da natureza (ISACHENKO, 1973). Depois disso, Vernardsky (1926) produz o livro intitulado *A biosfera* propondo um ponto de vista sintetizador em que são combinados os distintos ramos das ciências naturais. O autor introduz a noção de biosfera reconhecendo-a como um superorganismo.

É com a crise cada vez mais marcada do paradigma mecanicista do conhecimento e do saber científico que vão ressurgindo concepções sistêmicas de mundo que reverberariam consequências por todas as áreas de conhecimento.

Com variadas dimensões filosóficas e científicas, o pensamento sistêmico remonta a pensadores como Aristóteles, Nicolau de Cusa, Ibn-Khaldun, Paracelso, Vico e Leibniz (QUARANTA, 2008). O filósofo Immanuel Kant, o geólogo James Hutton e o naturalista e geógrafo alemão Alexander Von Humboldt são apontados como precursores das ideias sobre unidade do planeta Terra como ecossistema (CAPRA, 2013). Essas perspectivas filosóficas, somadas à dialética de Hegel e Marx, influenciaram as concepções de Ludwig von Bertalanffy em sua formulação dos sistemas abertos e da Teoria Geral dos Sistemas. O autor acreditava que era possível construir uma contracorrente de pensamento, com base em argumentos que sugerem que o todo é mais do que apenas uma agregação de partes.

Neste contexto, Ludwig von Bertalanffy⁸ propõe a Teoria Geral dos Sistemas como base analítica e prática para todas as disciplinas, ou seja, pressupõe uma *episteme* complexa e que, na essência, buscava uma linguagem científica única que englobasse todos os campos do conhecimento, através da definição e análise de componentes e estruturas funcionais inerentes a todos os campos da realidade, os quais colocam-se como suporte para sua compreensão, os sistemas (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Influenciado e inspirado por uma filosofia romântica da natureza cujos maiores expoentes são Schelling e Goethe⁹, Fechner e von Hartmann, Bertalanffy desenvolve as antigas noções de totalidade e unidade em seu esquema teórico-conceitual, levando-o à

⁸ Ludwig von Bertalanffy começou sua carreira como Biólogo em Viena, na década de 20. Posteriormente juntou-se a um grupo de cientistas e de filósofos, conhecido internacionalmente como círculo de Viena, cujos trabalhos envolviam temas filosóficos que buscavam substituir os fundamentos mecanicistas da ciência pela visão holística (CAPRA, 2013).

⁹ Os poetas e filósofos românticos alemães se opuseram ao paradigma cartesiano mecanicista no século XVIII e XIX. Goethe, figura central desse movimento, foi um dos primeiros a utilizar o termo morfologia para o estudo da forma biológica. O autor propunha outra maneira de investigar o mundo, na qual se mantivesse a própria vivacidade encontrada na natureza. Para o autor, cada criatura é apenas uma gradação padronizada de um grande todo harmonioso (MOURA, 2006).

formulação de ideias de um “Holismo científico”, como uma possibilidade alternativa de ver o mundo (POUVREAU, 2013).

Os aspectos filosóficos da Teoria Geral dos Sistemas publicados em artigos e livros nas décadas de 50 e 60 podem ser explicitados em três questões fundamentais: em primeiro lugar, a ciência dos sistemas que lida com a investigação científica dos sistemas e com a teoria em várias ciências; em segundo, a tecnologia dos sistemas, que está preocupada com as operações de computadores e com o desenvolvimento teórico; e por último, a filosofia dos sistemas, que envolve a reorientação do pensamento e da visão de mundo como resultado do advento dos sistemas como um novo paradigma (GREGORY, 1992).

Bertalanffy elaborou sua teoria dos sistemas a partir da concepção orgânica em biologia. Para o autor, a Biologia não deveria ocupar-se apenas dos níveis moleculares e físico-químicos, mas também com os níveis mais elevados de organização da matéria viva. Nesse sentido, Bertalanffy¹⁰ (1901-1972) defendia uma concepção orgânica em Biologia que acentuasse a consideração do organismo como totalidade ou sistema reconhecendo-os como sistemas abertos.

Na terminologia de Bertalanffy, o vocábulo *sistema* denota uma totalidade organizada feita de elementos solidários que só podem definir-se uns em relação aos outros em função do lugar que ocupam nesta totalidade. Um sistema, então, é uma totalidade criada pela integração de seus componentes. É uma entidade contendo um conjunto estruturado de componentes cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não foi implicada por aqueles componentes em desagregação.

Atualmente o fenômeno *sistema* é evidente em toda parte. De Galileu até meados do século XX, o conceito não havia sido estudado nem refletido. Diasporizado, o étimo sistema, nunca havia sido alçado ao nível teórico, pelo menos até Von Bertalanffy (MORIN, 1997). Apesar disso, a inserção e influência da teoria nos diversos campos da biologia, sociologia a física, são facilmente perceptíveis. Nestes campos, o pensamento sistêmico forneceu uma forma de ver o mundo de maneira integrada, organizada e contextualizada em sua totalidade.

Por outro lado, embora a Teoria Geral dos Sistemas comporte aspectos radicalmente inovadores, omitiu aprofundar o seu próprio fundamento e refletir sobre o

¹⁰ Crítico do vitalismo tanto quanto do mecanicismo físico-químico, Bertalanffy propõe, nos seus *Elementos de uma teoria geral dos sistemas* (1950), estender a todos os sistemas as suas análises, inicialmente voltadas para o estudo dos sistemas vivos, nas quais ele ressaltara a complexidade das interações entre as partes da “totalidade” em que o organismo consistiria.

conceito de sistema (MORIN, 1997). Em outras palavras, questões conceituais, teóricas, metodológicas e epistemológicas precisam ser interrogadas, como a própria ideia de sistema.

Embora a abordagem sistêmica tenha sido desenvolvida visando unificar todas as ciências, a sua proposta teórica e metodológica trouxe à tona as fraturas existentes na crescente especialização dos diversos campos científicos. Algumas destas questões estão ligadas às lacunas ontológicas, epistemológicas e metodológicas existentes nos estudos entre "natureza" e "cultura" de um lado, que estabeleceu uma antítese entre "ciências da natureza" e "ciências da cultura". E de outro, vinculados a uma lacuna entre o mundo físico e o mundo da vida, por outro lado (MORIN, 2000).

3.2 - Paradigma da Complexidade

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 sócio-espaciais. Em geografia física, mais precisamente nos estudos da complexidade da paisagem, permitiu a esta 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.

A palavra *complexo* tem origem latina – *complexus* : *plexus* – tecido e com – junto. Entre os significados pode-se encontrar o de *tecido junto*. O termo *complexo* é utilizado nas diversas áreas do conhecimento e na linguagem comum podendo denotar, dentre muitos sentidos, os de *interação*, *interatividade* e *interligação*, como por exemplo, nas designações: complexo industrial, complexo farmacêutico, complexo turístico, complexo B, complexo algorítmico, complexo determinístico e complexo agregado. No sentido mais amplo, 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).

Segundo o dicionário Aurélio (2002), o vocábulo *complexidade* denota “algo que abrange ou encerra muitos elementos ou partes” ou “grupo ou conjunto de coisas, fatos ou circunstância que tem qualquer ligação ou nexos entre si”. Nesse sentido, quanto

maior a quantidade e variedade dos elementos, quanto maior a quantidade e variedade das relações entre eles, maior será a sua complexidade.

Do ponto de vista da construção do próprio conceito de complexidade, a obra “O método (1997)” propugnada pelo sociólogo Edgar Morin, constituiu a primeira abordagem integradora sobre a temática da complexidade, vindo enriquecer os conceitos já avançados em diferentes áreas disciplinares, pela acentuação do caráter contraditório, concorrente e complementar dos fenômenos físico-químicos, biológicos e sociais.

De acordo com ele, em um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Já em um segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o nosso mundo fenomênico.

Nesse sentido, “a complexidade não compreende apenas as quantidades de unidades de interações que desafiam as nossas possibilidades de cálculo; compreende também incertezas, indeterminações, fenômenos aleatórios” Morin (1997, p. 52). A complexidade num sentido tem sempre contato com o acaso (MORIN, 1997).

Em sua discussão clássica da hierarquia em 1962, Simon define um sistema complexo como constituído por um grande número de partes que têm muitas interações (SIMON, 1996). Já Thompson (1967, p. 6) descreveu uma organização complexa como um conjunto de partes interdependentes que, juntas, compõem um todo, que é interdependente com algum ambiente maior. Nessa perspectiva, o sistema complexo possui mais do que seus componentes considerados de modo isolado: a sua organização; a unidade global e as qualidades e propriedades novas emergentes da organização da unidade global.

No âmbito da esfera social, destaca Morin (2011, p. 33) que a ideia de complexidade estava muito mais presente no vocabulário corrente do que no vocabulário científico. Ela trazia sempre uma constatação de conselho ao entendimento, uma observação de cuidado contra a classificação, a simplificação, o reducionismo excessivo.

Na ciência, no entanto, a complexidade surge no século XIX, na microfísica e na macrofísica. A microfísica desembocava não apenas uma relação complexa entre observador e o observado, mas também numa noção mais do que complexa, desconcertante, da partícula elementar que se apresenta ao observador, ora como onda,

ora como corpúsculo. O rápido desenvolvimento do conhecimento científico construído com bases em certezas até então consideradas sólidas e bem fundamentadas¹¹, não mais se sustentava, pois seus alicerces perderam, devido ao avanço da prática científica, parte da sua credulidade. A macrofísica por sua vez, fazia depender a observação do local do observador e complexificava as relações entre tempo e espaço concebidas até então como essências transcendentais e independentes (MORIN, 2011).

Em outras palavras, o conceito de complexidade evoluiu em resposta à incapacidade do reducionismo e da simplificação excessiva dos fenômenos (paradigma reducionista) de responder a questões no plano da macrofísica e microfísica, incorporando os conhecimentos das ciências mais antigas, principalmente da física, biologia e sociologia e, mais recentemente da cibernética e da ciência da informação, dentre outras.

No âmbito desta prerrogativa, a introdução à noção de complexidade traz uma mudança radical na forma como pensamos homem, natureza, objeto, ciência e cultura, pois, se quisermos mesmo seguir essa abordagem, a complexidade nos obriga a reconsiderar a nossa descrição fundamental da natureza quer nos níveis microscópicos, macroscópico, quer no cosmológico.

Segundo Anderson (1999), o estudo da complexidade tem suas raízes mais profundas nas teorias de holismo e Gestalt, surgidas logo após a 1ª Guerra Mundial e, posteriormente, a ideia surge, por vezes, vinculada aos estudos da cibernética e à teoria de sistemas na física. Johnson (2003 p. 9), por sua vez, localiza o início dos estudos de complexidade nas pesquisas no campo da biologia e matemática no final da década de 1960 pelas cientistas americanas Evelyn Fox Keller e Lee Segel, que evidenciaram a capacidade de auto-organização dos organismos unicelulares em organismos maiores, sem necessidade de uma liderança central.

Em consonância com o supramencionado, Morin (2011) destaca que o pensamento complexo tem como fundamento formulações surgidas no campo das

¹¹ No início do século XX, a Física era considerada um modelo de ciência para vários ramos de pesquisa (Biologia, Psicologia, Ciências sociais etc.). Dois fatores inter-relacionados a haviam consagrado: a abordagem metodológico-experimental (cuja competência englobaria desde fenômenos subatômicos até eventos cosmológicos) e a descrição lógico-racional dos processos naturais (realizada por meio de uma linguagem — a científica — que se propunha a associar a concepção mecânico-materialista e a análise matemática). A raiz histórica dessa ciência baseava-se nos postulados Newtonianos (GLEISER, 1998). Nenhuma obra em toda a história da ciência teve um papel tão fundamental no desenvolvimento da visão de mundo pós-renascentista. Newton não só criou uma nova mecânica, baseada na ação de forças em corpos materiais, como também demonstrou que as mesmas leis físicas são aplicáveis ao estudo do movimento de objetos na terra ou nos céus. Usando um rigoroso método matemático, ele uniu permanentemente a física e a astronomia (GLEISER, 1998).

ciências exatas e naturais, como as teorias da informação e dos sistemas e a cibernética, que evidenciaram a necessidade de superar as fronteiras entre as disciplinas. Ainda de acordo com o autor, dois pesquisadores são os pioneiros na construção do conceito de complexidade e na sua inserção na ciência, são eles: Wiener e Ashby, os fundadores da cibernética.

Segundo Morin (1997) é com Von Neumann que, pela primeira vez, o caráter fundamental do conceito de complexidade aparece em sua relação com os fenômenos de auto-organização. Para Von Neumann, a complexidade surgiu como uma noção-chave. Não só significava que a máquina natural põe em jogo um número de unidades e de interações infinitamente mais elevado do que a máquina artificial, mas também significava que o ser vivo está submetido a uma lógica de funcionamento e de desenvolvimento completamente diferente, lógica essa em que a indeterminação, a desordem, o acaso, intervêm como fatores de organização superior ou de auto-organização.

Isso significa dizer que no plano teórico, quatro pontos balizam as orientações complexistas propostas por Morin (1997): a sistêmica, que evita as fraquezas das abordagens mecanicistas da causalidade estrita (sistema é um todo não redutível às partes); a consideração de uma historicidade irreversível e não linear, feita de rupturas e de continuidades, afastando-se, assim, da visão estruturalista; a pragmática, como evidenciadora dos atores, das ações e das intencionalidades, permitindo evitar o impasse intelectual que reduz os homens ao estado de agentes inertes de seus futuros; a hermenêutica, no sentido preciso do exame de toda atividade humana como conjunto de discursos e significações, abrindo novas perspectivas num domínio antes bloqueado pelo primado das forças materiais.

Assim, a ideia de complexidade propugnada por Morin (1997) é crucial. Para o autor a complexidade impõe-se, em primeiro lugar, como impossibilidade de simplificar; surge onde a unidade complexa produz as suas emergências, onde se perdem as distinções e clarezas nas identidades e causalidades, onde o sujeito-observador surpreende seu próprio rosto no objeto da sua observação, onde as antinomias fazem divagar o curso do raciocínio. A complexidade fornece uma imagem nova da natureza e da sociedade. À visão de um universo concebido como um mecanismo de relógio se opõe aquela de um ser vivo ao mesmo tempo mais instável e imprevisível, mas também mais aberto e criativo. Morin nesse sentido argumenta que (1997, p. 344):

A complexidade está na base... não existe em parte nenhuma, nem na microfísica, nem na macrofísica, nem na nossa banda média mesofísica, uma base empírica simples, uma base lógica simples. O simples não passa de um momento arbitrário de abstração arrancando as complexidades, dum instrumento eficaz de manipulação laminando uma complexidade. A gênese é complexa. A partícula é hipercomplexa (já não é um elemento finalmente simples). A organização é complexa. A evolução é complexa. A physis é insimplificável e a sua complexidade desafia totalmente o nosso entendimento na sua origem, na sua textura intra-atômica, no seu desdobramento e no seu devir cósmico.

Cabe ressaltar que a complexidade surge então no coração do uno simultaneamente como relatividade, relacionalidade, diversidade, alteridade, duplicidade, ambiguidade, incerteza, antagonismo e na união destas noções, que são, uma em relação às outras, complementares, concorrentes e antagônicas. O sistema é o *ser* complexo que é mais, menos, diferente dele próprio. Ele é simultaneamente aberto e fechado. Não há organização sem antiorganização. Não há funcionamento sem disjunção (MORIN, 2008).

Conforme destaca Morin (1997), a complexidade impõe-se, em primeiro lugar, como impossibilidade de simplificar, surge onde a unidade complexa produz as suas emergências, onde se perdem as distinções e clarezas nas identidades e causalidades, onde as desordens e as incertezas perturbam os fenômenos. É um ir e vir incessante entre a certeza e a incerteza, entre o elementar e o global, entre o inseparável e o separável. Na construção do novo paradigma não se trata de abandonar os princípios da ciência clássica – ordem, separabilidade e lógica indutiva-dedutiva – mas de integrá-los num esquema que seja ao mesmo tempo mais amplo e mais rico. Não se trata de opor um holismo global a um reducionismo sistemático; trata-se de ligar o concreto das partes à totalidade. Trata-se de articular os princípios de ordem e desordem, de separação e junção, de autonomia e dependência, que estão em dialógica, isto é, são complementares, concorrentes e antagônicos.

É por tudo isso que a abordagem da complexidade nos estudos geográficos não deve ser restrita apenas ao nível da organização espacial dos sistemas ambientais. O caráter complexo das paisagens, regiões e/ou organizações espaciais, sublinhados pelos geógrafos, agora dispõe de uma base teórica-conceitual para sua compreensão (CHRSTOFOLLETI, 1999).

Analisaremos, a seguir, a influência do paradigma da complexidade nas formulações conceituais da paisagem e na compreensão dos processos e dinâmica da organização dos geossistemas.

3.3 - Sistemas Ambientais e Dimensão Sistêmica nos Estudos Holísticos da Geografia

A linguagem de sistemas enquanto recurso teórico e metodológico para as ciências da natureza tem um longo e gradual desenvolvimento histórico. As obras de Hipócrates, Aristóteles e outros filósofos da cultura grega já continham material de natureza ecológica a partir de uma perspectiva ecossistêmica (ODUM, 2007).

No século XIX, a escola dos naturalistas teve suas práticas disseminadas por meio das nascentes sociedades geográficas, inspirando modelos de integração entre os meios abióticos e bióticos e a teoria dos sistemas. Nesse contexto, autores com von Richthofen e Humboldt¹² desempenharam um papel importante como referência nos estudos geomorfológicos e geobotânicos e na explicação das propriedades globais das paisagens e das múltiplas interações presentes na natureza (CLAVAL, 2006).

Os méritos do pensamento desenvolvido nos estudos de Humboldt no âmbito das ciências da natureza nos séculos XVIII e XIX, na área da geografia das plantas, permitiram salientar a interligação entre os parâmetros físicos do meio e as características fisionômicas das espécies botânicas, enquanto formas de adaptação, criando paisagens específicas, que por sua vez determinavam a distribuição da fauna e a ocupação humana.

Humboldt (1805), na obra “Ensaio sobre a geografia das plantas”, procurava estabelecer a ligação subjacente entre a morfologia das plantas e as características da paisagem, método de designar, entre a aparente diversidade, uma ordem espacial que postulasse a similitude formal patente em similares condições edafo-climáticas (RIBEIRO, 1995).

No plano teórico, porém, a inserção do conceito de sistema nas ciências da natureza é mais recente. Sob a influência das teorias evolucionistas, e a ênfase dada pelos naturalistas ao papel do ambiente abiótico na organização e dinâmica das comunidades, Ernest Haeckel propõe, em 1869, o conceito de ecologia como sendo “[...] estudo das inter-relações dos organismos individuais e seu meio ambiente” aparece como uma ideia da interação entre os seres vivos e seu meio ambiente (e dos seres humanos com a natureza).

¹² A geografia de Humboldt apoia-se nas abordagens cosmográficas tradicionais. Como naturalista introduz o conceito de *meio* na geografia moderna.

Esses fundamentos conceituais, desenvolvidos por Haeckel, juntamente com a evolução da síntese dos trabalhos efetuados no estudo das comunidades vegetais, mas, sobretudo da ideia de unidade entre organismo-meio, influenciaram A. G. Tansley na década de 1930 no estabelecimento do conceito de ecossistema, definido por ele como “todo o complexo de organismos (animais e plantas) naturalmente vivendo juntos como unidade sociológica” (GREGORY, 1992).

Nesse contexto histórico, o ponto de vista ecológico é adotado sobretudo nos países de língua alemã e naqueles em que o pensamento alemão é influente¹³. Contudo, ainda não são desenvolvidas as noções de ambiente global, mas a ênfase dada à paisagem – tanto em geografia física quanto em geografia humana – leva a abordar de maneira sintética o que diz respeito ao domínio natural e ao interesse pelas modificações que a ação dos homens nele imprime (CLAVAL, 2006). O desenvolvimento deste campo na Alemanha é direcionado para o estudo das inter-relações das paisagens da Terra sob o prisma de uma abordagem geocológica.

No que concerne aos estudos da paisagem a partir da perspectiva sistêmica detecta-se nos trabalhos desenvolvidos que o modelo sistêmico auxiliou na interpretação e análise integrada e inter-relacionada dos elementos da paisagem (rocha, solo, relevo, hidrografia, vegetação, clima e ação antrópica).

Entre as perspectivas de análise integrada dos sistemas ambientais que exerceram maior influência no pensamento geográfico sistêmico brasileiro estão as obras de Jean Tricart (Ecodinâmica), Chorley e Kennedy (Physical Geography), Bertrand e Sochava (geossistemas), Christofolletti (análises morfométricas e aprofundamentos teóricos), Monteiro (análise rítmica do clima) e Ab’Sáber (domínios de natureza e fisiologia da paisagem), entre outros.

Dentro do quadro assim delineado, assume destaque a obra de Jean Tricart “Ecodinâmica”. Para este autor, o estudo dos ambientes sob a perspectiva integrada é realizado com base na compreensão de que não há ecossistemas sem que haja a interferência do homem. Neste sentido, a interpretação sistêmica permitiria “adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise, resultante do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação, e a necessidade de uma visão de conjunto capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre o meio ambiente” (TRICART, 1977, p. 19). Esta

¹³ Na Alemanha e nos países do leste europeu uma ideia holística e sinérgica da *Landschaft* é definida a partir do conjunto de processos ecológicos. SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia.

forma de abordagem baseada no estudo da dinâmica dos ecótopos é chamada de ecodinâmica.

Os geógrafos Chorley e Kennedy (1971) forneceram um exemplo a partir do sistema de drenagem. Sistemas de encosta são componentes de vales fluviais que estão incluídas no âmbito das bacias de drenagem que, por sua vez, estão inseridas em bacias de drenagem de ordem maior. Hierarquia de centros de ordem superior e inferior com suas zonas interiores, desse modo à paisagem fluvial pode ser examinada como uma hierarquia espacialmente aninhada de sistemas drenagem. Nesta perspectiva, a abordagem sistêmica aparece ligada à ideia de sistemas abertos e sistemas fechados. Chorley acentua que a abordagem dos sistemas abertos na geomorfologia permite o reconhecimento do ajustamento entre forma e processo. Além disso, dirige o estudo da geomorfologia para o conjunto global da paisagem permitindo uma visão mais liberal das mudanças de forma com o tempo.

O conceito de geossistema foi formulado por Sochava como fundamento para compreensão dos mecanismos que regulam a organização (estrutura, função e dinâmica) dos complexos territoriais naturais. Sochava (1977) considera que o geossistema representa uma classe especial de sistemas abertos, hierarquicamente organizados que estabelecem conexões com os fatores sociais e econômicos, os quais influenciam na estrutura e peculiaridades espaciais.

Outra interpretação para a epígrafe geossistema foi dada por Bertrand (1968). Diferentemente de Sochava, Bertrand utiliza a palavra geossistema para se referir a uma das escalas espaço-temporais da paisagem, abrangendo a 4ª e 5ª ordem de grandeza na classificação de Cailleux e Tricart, correlato às escalas espaciais da ordem de 10 a 10² km² e temporais da ordem de 10⁶ a 10⁷ anos. Nesta interpretação, a concepção de geossistema aparece com dimensões espaciais e temporais bem definidas. No entanto, reconsiderando mais recentemente a sua proposta, Bertrand passa a escrever artigos com o Georgiano Nikolai L. Beruchashvili (1978) e assume que seu conceito de geossistema, como uma dimensão de ordem de grandeza definida, é menos coerente que aquela da proposta de Sochava (CAVALCANTI, 2013). Todavia, o fato dos autores anteriormente citados incorporarem a teoria dos sistemas nos seus estudos da paisagem evidencia o caráter de conjunto dessa busca pela compreensão do ambiente enquanto entidade dinâmica e hierarquicamente organizada.

Acompanhando essas duas vias encontra-se a proposta metodológica de Monteiro. Na concepção do autor, a paisagem é definida como uma entidade espacial

delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador de acordo com os objetivos centrais da análise. A paisagem é assim entendida como o resultado de integração dinâmica dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), sendo expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas por meio das relações entre elas, que organizam um complexo (sistema) conjunto em perpétua evolução (MONTEIRO, 2000).

Mais particularmente, Christofolletti (1999) considera a noção de paisagem como unidade espacial relativamente homogênea em sua fisionomia e com dinâmica específica. O autor coloca que “o geossistema resultaria da combinação de um potencial ecológico (relevo, clima, hidrologia) e uma ação antrópica, não apresentando, necessariamente, homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42).

À luz dessas posições, a proposta metodológica empreendida por Ab’Sáber (AB’SÁBER, 2003) aos estudos sobre as paisagens naturais com base em observações de campo e no cruzamento de informações climáticas, geológicas, geomorfológicas e fitogeográficas para definição dos domínios de natureza (ou domínios paisagísticos) para o território brasileiro representa um esforço de estudo integrado dos fatores físicos, químicos e biológicos que condicionam a existência de diferentes paisagens no contexto nacional. A necessidade de incorporar a interdisciplinaridade aos estudos sobre a paisagem fez com que Ab’Sáber dialogasse com três modelos conceituais distintos: o ecossistema de Tansley, o bioma de Walter e o geossistema de Bertrand (CAVALCANTI, 2013). Assim, recuperando o conceito de fisiologia da paisagem, Ab’Sáber compreendeu a paisagem como sendo o resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais, de modo que os processos passados foram os responsáveis pela compartimentação regional da superfície, enquanto os processos atuais respondem pela dinâmica atual das paisagens (VITTE, 2007).

Observa-se que a partir do paradigma sistêmico novas perspectivas interpretativas foram incorporadas à Geografia. A ideia de circulação de substâncias e as interpretações sobre as mudanças de processos (entalpia e entropia) na esfera da paisagem adquiriram novos significados (SOCHAVA, 1977). Rompendo com a compartimentação estanque das subdisciplinas na Geografia (geomorfologia, climatologia, pedologia, geologia, biogeografia etc.), privilegiam, em suas investigações, os métodos pluridisciplinares.

Argumento antigo e consolidado na Geografia Física, como pode ser demonstrado pelos parágrafos supramencionados, a incorporação da Teoria Geral dos Sistemas em seu edifício teórico-conceitual articulou os estudos da paisagem numa perspectiva integrada aos campos específicos da Geografia Física, orientando os estudos para uma abordagem a partir das propriedades, funções e dinâmica da organização espacial.

Logo adiante, voltaremos à questão dos sistemas na Geografia e de sua relação com o pensamento científico, porém agora a partir da emergência do paradigma da complexidade.

3.4 - Complexidade da Paisagem

As formulações tradicionais da concepção de paisagem foram descobertas nas línguas germânicas, em manuscritos datados da Idade Média, encontrando-se ligadas à tradução da palavra latina *regio*, tida por área, território, ou país (TRESS, B.; TRESS, G., 2001, p.144), envolvendo um cariz administrativo que permitia a identificação da posse e regência de uma determinada extensão de terras, numa altura em que o traçar de limites ou fronteiras, defensivas, assim o exigia; mas o étimo da palavra acumula outros sentidos, já esboçados nas designações anteriores, e permitem antever uma relação de apropriação, ao associarem-se a uma ocupação humana, enquanto lugar ou local habitado, circunscrito a um horizonte de vida.

Nessa conceituação, o termo *paisagem* surgiu pela necessidade prática do registo escrito da posse de terras, quer em manuscritos ou sob a forma de marcas no território, traduzia-se espacialmente na interligação do homem com este suporte físico, sob a forma de práticas concretas, que antecedendo o conceito, de alguma forma, o terão sucessivamente ampliado. Na Idade Média, o termo alemão *landschaft* referia-se assim “(...) a uma associação entre o sítio e os seus habitantes, ou se preferirmos de uma associação morfológica e cultural (...)” (HOLZER, 1999, p.152), já presente na palavra *Landschaffen*, que resulta dos termos *land* ou terra e *schaffen* que significa *criar, trabalhar* ou *produzir*; associação entre as características tangíveis de uma região e a sua modelação pelo homem, resultando numa integração espacial destas duas dimensões a natureza e a cultura.

No decorrer do século XIX, o termo paisagem começa a apresentar um sentido mais geográfico, sendo introduzido na Geografia pela escola alemã. A partir dos estudos de A. Hommeyerem, que define paisagem como um conjunto de elementos observáveis de um determinado ponto, as concepções passam a considerar, cada vez mais, as formas terrestres. Nessa perspectiva, as formas são resultantes da associação dos elementos da superfície terrestre com o homem, derivando em paisagens diversas como rural, urbana, natural e cultural (MEZZOMO, 2010).

Estas noções foram sendo desenvolvidas entre os estudiosos da escola alemã, dentre os quais destaca-se Alexander von Humboldt, considerado o primeiro a introduzir a paisagem como um termo técnico-científico. Com base em observações que fazia em suas viagens, Humboldt descrevia a natureza estabelecendo relações entre as informações, como por exemplo, localização (latitude), clima e características das plantas.

No atual contexto, o termo *paisagem* é entendido como uma formação complexa caracterizada pela estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que a integram (seres vivos e não-vivos), pelas múltiplas relações e variação dos estados, além da diversidade hierárquica (RODRIGUEZ *et al.*, 2010). Dessa perspectiva é importante assinalar que sua compreensão terminológica é inerente à abordagem sistêmica; outras correntes nutrem concepções diferentes.

A esfera paisagem é constituída de um conjunto estruturado de componentes (geosferas) que exibem relações discerníveis uma com a outra operando como um todo complexo (DEMEK, 1978). Nesse sentido, dentre as interpretações que o termo designa está à ideia de grupo ou conjunto de elementos do ambiente em que as características do relevo, clima, hidrografia, solo, vegetação e fauna repetem-se regularmente ao longo desta área natural.

Como se verifica, a partir do viés sistêmico, a paisagem é entendida como um sistema aberto que se encontra em constante inter-relação com as paisagens circundantes através da troca de matéria e energia (RODRIGUEZ *et al.*, 2010).

Partindo dessa perspectiva, a paisagem pode ser entendida como um sistema complexo definido como sendo constituído por grande quantidade de componentes interatuantes, capazes de intercambiar matéria, energia e informações com seu entorno condicionante e capazes também de adaptar sua estrutura interna como sendo consequências ligadas a tais interações. Ainda segundo o autor, as paisagens constituem

um complexo de processos, que exigem apropriadas escalas espacial e temporal, para serem estudados (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Assim, a complexidade da paisagem é ao mesmo tempo morfológica (forma), constitucional (estrutura) e funcional, e não devemos tentar reduzi-la dividindo-a. (BERTRAND, 2007). Noutras palavras, a paisagem adquire seu caráter complexo decorrente do funcionamento ecossistêmico e geossistêmico dos seus elementos constituintes.

Apesar de sua complexidade, a esfera da paisagem é caracterizada por uma relativa uniformidade que é o resultado da existência de relações e *feedbacks* entre os seus componentes, bem como pela troca de massa e de energia com o ambiente adjacente. Dessa forma, a esfera da paisagem representa um sistema aberto de dimensões planetárias. Sochava (1963) introduziu o termo geossistema para descrever a esfera paisagem como um sistema com todos os seus componentes e subsistemas.

A partir desses conceitos depreende-se que a complexidade da paisagem se encontra, portanto, diretamente relacionada ao problema crucial das escalas¹⁴, não apenas temporais, de acordo com a ideia de causalidade complexa, mas também, pela já assumida interligação entre processos correspondentes às diferentes escalas espaciais, que são igualmente susceptíveis de interagir (LEVÊQUE, 2001).

Para entender a esfera da paisagem é essencial a classificação das suas subdivisões. Desse ponto de vista, Sochava (1963) argumenta que os indicadores morfológicos, funcionais e a subdivisão dos geossistemas desempenham papel fundamental. Nesse sentido, a identificação dos subsistemas da paisagem deve considerar, portanto, as suas possíveis lógicas de funcionamento, no sentido de evitar a exclusão de elementos e processos que concorrem para a situação em análise.

Na análise do estado geocológico da paisagem, é necessário ter uma ideia da distinção e interpretação dos complexos naturais, de acordo com a intensidade do transporte de matéria, como processos destrutivos idênticos que são movidos por impactos antropogênicos que ocorrem em diferentes paisagens, muitas vezes com algumas semelhanças internas uns aos outros. Assim, a questão que surge é um indicador ecológico abrangente da qualidade de funcionamento e desenvolvimento sustentável das paisagens como complexos naturais integrais em relação a problemas

¹⁴ Os sistemas naturais são em geral distribuídos representados por um amplo espectro de escalas espaço-temporais. A natureza multiescalar pode ser resultado da multiplicidade de mecanismos que regem o comportamento do sistema, e pelo grande número de *feedbacks* e não-linearidades do sistema.

geocológicos emergentes devido a uma perturbação do mecanismo de formação para a integridade da paisagem geográfica (MAKUNINA, 2014). Nesse trabalho o autor conjecturou que os processos naturais expressam, em última instância, processos energéticos que influenciam no estado e funcionamento da paisagem.

Nesse aspecto, a procura de uma delimitação que se identifique estruturalmente com o padrão funcional da paisagem observada e concebida requer uma “sensibilidade sistêmica (...) arte aleatória e incerta, mas rica e complexa, como toda a arte, de conceber as interações, interferências e encadeamentos polissistêmicos” (MORIN, 1997, p.135), da qual depende inevitavelmente a acuidade da intervenção. Os limites espaciais designados são também susceptíveis de variar, não apenas consoante aos processos visados, mas também com as escalas de tempo consideradas como pertinentes, dado que a constelação de elementos relacionados sistemicamente varia igualmente ao longo do tempo.

Dessa maneira, o funcionamento da esfera paisagem é condicionado pelas inter-relações de componentes inorgânicos e orgânicos, bem como pela transferência de massa e de energia a partir da esfera paisagem para outra na forma de fluxos de elementos móveis através do tempo. Significa dizer que o espaço e o tempo fazem variar os elementos geofísicos e biológicos, as complementariedades e os ciclos biogeoquímicos condicionantes da organização/integração da paisagem. Assim, a troca de massa e energia entre os componentes dos geossistemas é a força que cria um todo complexo fazendo com que varie os seus limites espaciais. Portanto, a alteração de alguns dos componentes evocará uma reação em cadeia que pode resultar em alterações de outros componentes.

Essas características associadas ao fornecimento contínuo de energia criam as condições necessárias para a formação da paisagem (DEMEK, 1978). O potencial de energia da Terra é composto por energia solar, energia geotérmica, energia gravitacional, e energia acumulada ao longo do tempo por processos geológicos, biológicos e de formação do solo, e energia socioeconômica criada pela sociedade humana.

Nessa perspectiva, Makunina (2011) destaca que a complexidade dos problemas geocológicos regionais se relaciona às insuficiências no desenvolvimento teórico-metodológico sobre os mecanismos de integração de matéria e energia na organização da integridade da paisagem, e à diferenciação geofísica de paisagens de acordo com a intensidade de matéria e de processos de transporte.

Em sentido mais amplo, o estudo da paisagem como unidade sistêmica ampliou o rigor científico atribuído ao referido termo dentro da Geografia, já que o estudo da paisagem em âmbito global proporcionaria a análise do sistema. A abordagem sistêmica da paisagem adquire dimensão lógica e concreta, passando a ser encarada em sua dimensão escalar, o que a torna passível de espacialização e de ser cartografada (MARQUES NETO, 2008).

A influência dessas teorias, na aurora da produção científica da Geografia russa, é o tema de nosso próximo item.

3.5 - Origens da Teoria dos Geossistemas: Raízes Histórico-Geográficas do Conceito e Aplicações Atuais

O movimento de construção do pensamento geográfico russo tem suas raízes mais profundas vinculadas aos trabalhos de naturalistas e viajantes datados da Idade Média. Nesse contexto histórico, as viagens de exploração naturalistas foram motivadas pelo crescente interesse nos estudos dos fenômenos naturais e pesquisas sobre flora, fauna e geologia. O reflexo historiográfico dessas viagens foi a intensificação das pesquisas e acúmulo de materiais cartográficos e descritivos da paisagem (SNYTKO, 2014).

As primeiras manifestações geográficas científicas originadas na Rússia datam do final do século XIX, principalmente sob influência das escolas geográficas de Anouchine e de Dokoutchaev (FROLOVA, 2007). Segundo Claval (2006), é com Dokoutchaev¹⁵ que a abordagem global no estudo das paisagens assume sua forma mais original. Em seus estudos, o russo fica impressionado com a uniformidade, com a escala do país, das paisagens vegetais e com as formas de agricultura com as quais estão ligadas. Acentua o caráter integral das associações entre os solos, vegetação e as condições climáticas.

Com base nas tradições de V.V. Dokuchaev e de seu discípulo L.S. Berg, uma nova escola da morfologia da paisagem, chefiada por Solncev, foi desenvolvida em Moscou. Esta abordagem, concentrando-se principalmente no mapeamento em grande escala de unidades tipológicas de paisagem e numa taxonomia rigorosa dessas unidades,

¹⁵ Dokoutchaev cria as bases da pedologia moderna.

tornou-se um conceito de liderança na Geografia Física complexa na União Soviética (ROOSAARE, 1994).

Entre os teóricos russos, o historiador natural Dokuchaev, no final do século XIX, publica um conjunto de artigos nos quais formaliza uma perspectiva teórica antiga, relacionada à compreensão 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 altitudinal (zonas verticais) sobre os climas, formas de relevo, drenagem, solos, seres vivos, determinando assim, potenciais de uso da terra (CAVALCANTI, 2013).

Estes autores, em seus estudos, oferecem métodos concretos de investigação científica e definem a paisagem como objeto integrador da Geografia. Começa aí uma longa história de formação da ciência da paisagem na Rússia, que se prolonga pelo século seguinte, vindo a culminar na Teoria dos Geossistemas.

Intimamente inserida em um contexto político ideológico, o desenvolvimento da Teoria dos Geossistemas na Rússia aparece sobremaneira influenciada pelas representações espaciais inseridas na ótica socialista da extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS.

O discurso geográfico preconizado por este momento político-cultural incentiva o desenvolvimento e aperfeiçoamento técnico experimental de uma geografia física voltada para resolução de questões de ordem prática visando subsidiar o desenvolvimento do quadro geográfico para a organização territorial do país¹⁶.

Neste período foram realizadas grandes expedições geográficas para recenseamento e reconhecimento multitemáticos de territórios consideráveis da Rússia asiática. Estas expedições estavam associadas aos planos de construção de usinas hidrelétricas, prospecção de depósitos de recursos minerais e à necessidade de colonização de vastos espaços próximos, como o Ural, Cáucaso e Sibéria (FROLOVA, 2006). Mas não só a isso, já que o país necessitava de informações ambientais e políticas completas e objetivas sobre grandes áreas contidas em seus territórios (mapas

¹⁶ A influência do então instituído regime político na Rússia acentua as tendências já existentes no desenvolvimento da geografia da paisagem, onde papel de destaque era conferido as investigações geográficas e sua relação direta com a prática. Neste período os geógrafos deveriam subsidiar cientificamente os planos soviéticos de transformação da natureza, contribuindo assim com os objetivos de construção política socialista (FROLOVA, 2007).

em escala continental detalhados com precisão matemática), para desenvolvimento econômico do país¹⁷.

Neste contexto ganham relevo os investimentos do governo russo na construção de estações de pesquisa estacionárias. A esse respeito Sochava chama atenção que através do método de ordenação integrada viabilizada pela rede de estações geográficas na Sibéria, o funcionamento dos diversos regimes naturais e sua integração diretamente em campo crescente contribuiu para as análises espaciais geográficas ao permitir o conhecimento dos processos ambientais e consequente compreensão dos mecanismos formadores e reguladores da paisagem. Em outros termos, a rede de estações permanente favorecia o estudo dos ritmos de fenômenos que ocorrem na natureza, forneciam uma base racional para a tipologia físico-geográfica dos geossistemas, e possibilitava a identificação das regularidades estrutural-dinâmicas, a fim de obter uma visão mais detalhada sobre as leis que regem os processos naturais (BAZHENOVA; PLYUSNIN; SNYTKO, 2014). Isso foi tão evidente que as estações foram qualificadas como físico-geográficas complexas por permitirem a execução de simulações numéricas, geração de modelos matemáticos e investigação da evolução temporal dos elementos geográficos (REIS JUNIOR E HUBSCHAMAN, 2007).

Dessa forma, durante a década de 1970 na URSS uma grande importância foi dada aos estudos da dinâmica da paisagem. Nesse contexto, pesquisas detalhadas sobre as biogeocenoses, meteorologia e hidrologia, tendo como aporte experimental a observação estacionária e medição nestes domínios, fundamentaram a introdução de uma abordagem de sistemas e modelagem nos estudos dos geossistemas, em oposição aos estudos descritivos e mapeamentos tradicionais (ROOSAARE, 1994).

Nessa perspectiva, assumem destaque os avanços nos estudos geográficos realizados pela Universidade de Moscou que foram publicados em uma série de produtos cartográficos e atlas integrados onde constam informações da regionalização físico-geográfica da URSS com mapas e textos descritivos (SNYTKO, 2014).

Ao longo desse período diversas fontes bibliográficas cartográficas e descritivas da paisagem foram produzidas associadas à evolução das práticas, do saber-fazer e dos saberes geográficos desenvolvidos por grupos interdisciplinares de estudo da paisagem.

¹⁷ Na década de 1950, um complexo trabalho de levantamento das condições geográficas no território da URSS, realizado pela Academia de Ciências da URSS conduziu numerosas expedições solo-botânico para a avaliação da terra em diferentes regiões do país. A pesquisa estava em estreita conexão com o levantamento de informações sobre a drenagem de zonas úmidas, com a construção de novas cidades, estradas, assentamento e outros. Em: Dicionário enciclopédico eletrônico Russo - Natureza. Disponível em: <<http://www.novrosen.ru/Russia/nature/territory.htm>> [in Russian]. Acesso em: setembro 2014.

É a partir desse acúmulo de materiais e da incorporação teórico-metodológica da análise sistêmica que Sochava ultrapassa o campo de origem nos estudos da paisagem ao suprimir deficiências teóricas de interpretação.

Assim, estendendo a teoria sistêmica de Bertalanffy aos domínios da Geografia Física, Sochava em 1963 introduz o vocábulo *geossistema* nos estudos geográficos designando uma categoria de sistemas abertos, hierarquicamente organizados que estabelecem conexões com a esfera socioeconômica. A importância fundamental da doutrina dos geossistemas é o estabelecimento de uma base teórica e metodológica para abordar as questões relacionadas com a avaliação e previsão do estado do meio ambiente.

Notavelmente, os esforços do autor vão em direção a uma tendência inaugurada com a Teoria Geral dos Sistemas que busca inverter com a lógica da fragmentação e especialização nos campos científicos, embora na Rússia os estudos da paisagem já sinalizassem para abordagens integrativas como nos trabalhos de Vernadsky (1997) e Dokuchayev.

Os textos produzidos por Sochava (1963) indicam-nos que sua obra se originou de duas linhas centrais de reflexão – Teoria Geral dos Sistemas e Materialismo histórico dialético¹⁸. Essa última linha de pensamento coincide substancialmente não apenas com os trabalhos de Sochava, mas também com os de uma série de autores russos.

A geografia soviética foi apoiada filosoficamente pelo materialismo dialético em uma visão marxista que poderia ser considerado como clássica (RODRIGUEZ; SILVA, 2013). Na perspectiva materialista toda a realidade é reduzida à matéria, embora o próprio conceito de matéria possa variar bastante. De modo geral, portanto, o materialismo nega a existência da alma ou da substância pensante cartesiana, bem como a realidade de um mundo espiritual ou divino cuja existência seria independente do mundo material. O próprio pensamento teria uma origem material, como um produto dos processos de funcionamento do cérebro (ABBAGNANO, 2000).

Marx faz da dialética um método. Insiste na necessidade de considerarmos a realidade socioeconômica de determinada época como um todo articulado, atravessado por contradições específicas, entre as quais a da luta de classes. A partir dele, mas graças, sobretudo, à contribuição de Engels, a dialética se converte no método do

¹⁸ O materialismo histórico, criado por Marx e Engels, é uma doutrina segundo a qual as forças materiais (especialmente econômicas) dominam e dão forma às forças espirituais (pensamentos, ideias políticas, religião, arte etc.).

materialismo e no processo do movimento histórico que considera a Natureza: a) como um todo coerente em que os fenômenos se condicionam reciprocamente; b) como um estado de mudança e de movimento; c) como o lugar onde o processo de crescimento das mudanças quantitativas gera por acumulação e por saltos, mutações de ordem qualitativa; d) como a sede das contradições internas. Seus fenômenos tendo um lado positivo e o outro negativo. Um passado e um futuro o que provoca a luta das tendências contrárias que gera o progresso (Marx-Engels). Assim, o materialismo dialético de Marx se caracterizaria como teoria filosófica que fundamentaria a concepção científica dos estudos da paisagem e geossistemas na Rússia.

A noção de natureza, como pode ser visto a partir do pensamento dialético, foi baseada na compreensão da natureza como totalidade. Assim, a paisagem natural era compreendida como um todo dialético, formado por componentes naturais que interagiam como pares opostos dialéticos (RODRIGUEZ *et al*, 2013).

Munido do método materialista e pelo sistêmico, Sochava desenvolve o conceito de geossistema fortemente influenciado pelas ciências naturais e experimentais e pela crescente ascensão da ecologia.

Inicialmente, o novo pressuposto teórico-metodológico da ciência foi tratado como um enfoque estrutural-dinâmico na ciência da paisagem (SOCHAVA, 1967 *apud* SNYTKO; SEMENOV, 2008). As ideias fundamentais relativas à ciência dos geossistemas foram avançadas por V. B. Sochava no 5 ° Congresso da URSS Geographic Society, em 1970, em seu artigo intitulado "Geografia e ecologia", traduzido para o inglês no ano seguinte (SOCHAVA, 1971). Além disso, na sexta edição do mencionado congresso, em 1975, o jornal "Ciência da Geossistemas" foi apresentado pelo preconizador do conceito (SOCHAVA, 1975 *apud* SNYTKO; SEMENOV, 2008).

Em caráter sintético, os postulados mais importantes da concepção geossistêmica foram estabelecidos pelo autor em uma monografia intitulada "Introdução à Teoria dos Geossistemas" (SOCHAVA, 1978). De grande importância para os estudos integrados da Geografia Física, o desenvolvimento de bases científicas para o estudo da complexidade dos geossistemas formulado por Sochava influenciou a produção de números textos na Rússia, França e América Latina tornando-se alicerce para o estudo dos geossistemas (MELNYK, 2008).

A importância teórica e metodológica que a teoria dos geossistemas assumiu na Rússia no mapeamento, classificação e previsão do comportamento dos geossistemas

está relacionadas ao crescente interesse na transformação da esfera paisagem, no planejamento do desenvolvimento econômico, utilização dos recursos naturais, no equilíbrio dos espaços e dos meios naturais, e bom funcionamento dos ecossistemas (SNYTKO; SEMENOV, 2008). Neste contexto de preocupação global com as consequências negativas das alterações do meio ambiente, o estudo e mapeamento estrutural e dinâmico dos geossistemas tornaram-se relevante no equacionamento dos problemas inerentes ao conhecimento das condições ambientais locais, suas variações espaciais e modificações sob a influência de diferentes atividades econômicas, avaliação dos limites naturais dos geossistemas, gestão e proteção do meio ambiente.

Autores inscritos em linha de pesquisa soviética sustentam que os trabalhos de Sochava constituem os pontos de referência e os parâmetros da reflexão geossistêmica em nosso tempo (LYSANOVA; SEMENOV; SOROKOVOI; 2011; SUVOROV; KITOV, 2013).

Em território francês o principal epígono no estudo dos geossistemas é Georges Bertrand. O proeminente geógrafo defendia outro ponto de vista acerca do conceito de geossistema. Para o autor o geossistema situa-se entre a 4ª e 5ª grandeza têmporo-espacial. O critério que se impõe em sua abordagem é o de compreender o geossistema em uma ordem escalar hierárquica estabelecida. Dessa forma, o geossistema representa uma “unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados” (BERTRAND, 1971, p. 18).

As distinções conceituais anteriores ajudam a compreender vários traços diferenciais das concepções de Sochava e Bertrand. Por exemplo, a definição de Sochava de geossistemas é diferente daquela que Bertrand propôs em 1968, para o seu modelo de Geografia Física Global, uma vez que para Sochava os geossistemas podem possuir qualquer dimensão (de alguns metros até toda superfície terrestre). Já para o francês, os geossistemas são da ordem das dezenas às centenas de quilômetros quadrados. Trata-se uma oposição em termos de abrangência escalar, ou seja, para o Bertrand o geossistema se manifestaria em uma ordem escalar definida, enquanto para Sochava o geossistema se expressaria em qualquer ordem escalar. Segundo o geógrafo russo, o geossistema de Bertrand seria o seu macrogeócoro (SOCHAVA, 1978).

É importante destacar, mais uma vez, que a formulação de geossistemas de Bertrand¹⁹ foi modificada, posteriormente publicada no texto “O geossistema ou sistema

¹⁹ Importa notar a esse respeito que ao longo de sua produção bibliográfica, várias de suas concepções passaram por transformações e sofreram mudanças. No texto “O geossistema ou sistema territorial

territorial Natural” (1978). Contudo, conforme salienta Cavalcanti (2013) a influência da obra de Bertrand através do trabalho de “Geografia Física Global” é identificada na produção bibliográfica dos geógrafos brasileiros, em muitos casos, usado como sinônimo da concepção de Sochava.

Muito influente, a doutrina dos geossistemas de Sochava tornou-se especialmente aceita no século XXI, quando as consequências negativas das alterações do meio ambiente, em decorrência de uma visão utilitarista baseada na concepção da inegotabilidade dos recursos naturais não mais se sustentava. Assim, a tomada de consciência da gravidade dos problemas ambientais foi determinante na aceitação das ideias e postulados geossistêmicos, sobretudo no que concerne a análises preditivas do geossistema. Dessa forma, ganham relevo as projeções geográficas realizadas a partir da criação de mapas temáticos representados por diferentes indicadores de análise e correlação de diversos elementos da biosfera. Logo adiante, serão expostos alguns princípios conceituais que tem apoio em trabalhos internacionais que orientam a construção dessa dissertação, dentre os quais, os conceitos de geossistema e paisagem.

3.6 - Os Geossistemas e a Paisagem

O geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria, onde são discernidas unidades dinâmicas e homogêneas de organização do espaço em escalas diversas, e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem (TROPMAIR; GALINA, 2006). Dessa forma, o geossistema abrange a articulação hierárquica de vários níveis e ordens, começando pelas fácies indo até os tipos de paisagens, possibilitando a passagem de escala espacial nas análises geográficas (RODRIGUEZ *et al*, 2010).

O geossistema (independente da sua dimensão) é uma entidade formada por componentes inter-relacionados da natureza. O caráter hierárquico da estrutura constitui propriedade fundamental porque, graças 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). Dessa forma, os geossistemas se manifestam em níveis planetários, controlados por fatores

Natural” de Nicolas Berutchachvili e Georges Bertrand, este último assinala seu esforço de uniformização conceitual e simplificação de linguagem no que tange ao geossistema. Agora o autor aborda o geossistema como um conceito tal qual proposta de Sochava e não mais como uma unidade taxonômica específica.

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, etc. Além disso, a classificação dos geossistemas se dá a partir de um princípio bilateral de classificação que reconhece a composição dos geossistemas a partir de integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros).

Entre os objetivos fundamentais visados pela operacionalização metodológica dos geossistemas estão os seguintes: 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 meio 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).

A técnica de mapeamento da paisagem baseia-se nos princípios fundamentais da teoria dos geossistemas sugerido por Sochava. Nessa acepção, as paisagens agregam elementos e processos com diferentes naturezas, dimensões e durações que, relacionando em uma determinada área da superfície terrestre dão origem a uma unidade visível (CAVALCANTI, 2014).

No que concerne às escalas temporais, em cada paisagem pode-se distinguir uma parte estável e outra não (MONTEIRO; CORREA, 2014). A parte estável da paisagem elementar pode ser descrita pela parte superior do embasamento litológico e pelas formas do relevo. Estes atributos estão baseados numa riqueza de evidências de que atributos do relevo e as características da camada superior do embasamento, em condições climáticas semelhantes e, alheias ao impacto humano, determinam inequivocamente as condições naturais de drenagem e o modo de migração de matéria numa dada paisagem.

De todo modo, ao estudar e mapear um território com variadas condições naturais e socioeconômicas, o local e o regional, e as características individuais típicas dos geossistemas, as propriedades de homogeneidade e heterogeneidade, e os aspectos corológicos e tipológicos da generalização devem ser atendidos. No plano teórico da

abordagem regional-tipológica tais investigações consubstanciam a descrição dos geossistemas locais (topológicos – peculiaridades individuais) e em nível regional definido a partir da consideração do nível genérico típico (ABALAKOV, 2010).

A paisagem constitui um nível básico na compreensão das estruturas regionais dos geossistemas em oposição aos estudos topológicos, onde estas formam o mais alto nível sistemático. Em cada paisagem, seus diferentes componentes e elementos possuem diferentes escalas temporais de mudanças (ISACHENKO, 1973).

No conhecimento dos aspectos temporais dos geossistemas é importante ter uma ideia da idade dos geossistemas, ou seja, a duração de sua existência como um tipo específico de estrutura dinâmica. A esse respeito, Sochava (1978) sublinha que um dos problemas da classificação do geossistema à base de inventário dinâmico relaciona-se à questão da idade durante a qual funciona a estrutura deste geossistema. Por outro lado, o autor destaca que resultados referentes à evolução temporal dos geossistemas podem ser obtidos através de métodos quantitativos baseados em dados de estações de campo experimentais²⁰ onde são registradas e armazenadas informações sobre acumulação e degradação de biomassa, ciclo biogeoquímico dos elementos, erosão e dados climáticos.

Devido aos diferentes tempos característicos, uma mudança nas propriedades da estrutura vertical nem sempre corresponde a uma mudança de organização espacial. O ecossistema florestal, por exemplo, resulta de uma paciente evolução e representa um povoamento estável, cuja evolução no longo prazo é muito lenta, a se manifestar em condições naturais (ISACHENKO, 1973). Contudo, uma perturbação antrópica através da inserção de espécies exóticas pode alterar o conjunto de relações entre os fatores e os processos naturais do ambiente. Cada impacto pode ser tratado como ponto inicial na mudança da trajetória de um geossistema (impacto é definido como qualquer processo responsável pela aceleração da dinâmica da paisagem, seja ele espontâneo ou antropogênico). A trajetória representa uma sequência de estados a longo prazo (ISACHENKO, 1973).

A Geografia Física tem entre suas bases de investigação o estudo da organização espaço-temporal de geossistemas, identificação das situações que conduzem os sistemas naturais e antrópicos a uma menor instabilidade, e é também sua função apresentar

²⁰ A rede de observatórios pode ser de três níveis: 1) levantamentos estacionários – permite acompanhar o estado de alguns geossistemas e construir modelos matemáticos; 2) pesquisas expedicionárias – apoiadas sobre operações de teledeteção. Permite cobrir vastos territórios e generalizar resultados obtidos em nas estações estacionárias. 3) Levantamentos semi-estacionário a partir de estações temporárias. Compreende um nível intermediário entre o estacionário e o expedicionário.

regras que possam prevenir, evitar e/ou reparar esse desequilíbrio. Lysanova *et al* (2011) acentua que na Rússia essas investigações são cartograficamente representadas através da diferenciação, integração, dinâmica e evolução dos condicionantes naturais e antropogênicos dos geossistemas naturais e modificados.

3.7 - Hierarquia, Estrutura e Classificação Bilateral dos Geossistemas

Os geossistemas designam um sistema geográfico natural associado a um território. Caracteriza-se por uma morfologia, funcionamento e por um estado. A estrutura do geossistema pode ser analisada com base em dois aspectos: espacial e o temporal. A estrutura espacial é o arranjo formado pela organização e relações entre os elementos constituintes de geocomplexo que é estável em relação ao tempo. A estrutura temporal corresponde a uma sequência de alterações do estado do geossistema que garante a manutenção da sua estrutura espacial (RICHLING, 1983).

O funcionamento²¹ descreve as relações funcionais dos elementos formadores do geossistema, ou seja, a sequência de processos que atuam permanentemente na transmissão de energia, massa e informação, garantindo a conservação de um estado do geossistema (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

A análise do geossistema é uma rotina espaço-temporal, sendo que o estudo de sucessivos estados do geossistema se define por uma sucessão de estados ao longo do tempo (BERTRAND, 1978). A mudança do estado ocorre quando uma modificação da estrutura (distribuição de massas) e do funcionamento (balanço energético), e alterações nas entradas e saídas de energia ocorrem, portanto, depende de alterações nos processos físico-químicos.

Dessa forma, o estudo da complexidade dos geossistemas encontra-se amalgamado com as ideias de hierarquia estrutural e funcional na composição interna da organização espacial. “Trata-se de analisar a estrutura, o funcionamento e a dinâmica da entidade sistêmica, compreendida em seu posicionamento hierárquico integrativo nas entidades organizacionais sistêmicas mais abrangentes” (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 49). Dito em outras palavras, os geossistemas integram sistemas que possuem representação espacial expressos por mosaicos homogêneos ou por unidades de área que

²¹ A forma e a intensidade de funcionamento do geossistema dependem do fornecimento de energia para o sistema. A energia solar mobiliza a maioria dos processos básicos, que induz toda a série de circulações materiais, tais como a circulação de água, a circulação de elementos químicos ou biológicos.

denunciam dinamismo e integração entre seus elementos, ou seja, o geossistema integra e organiza diversidade numa unidade (OLIVEIRA, 2013).

Apresentação de geossistemas elementares na estrutura hierárquica das maiores subdivisões do ambiente natural fornece uma avaliação das suas propriedades em relação à região específica da esfera da paisagem. Para tanto, o uso do princípio de classificação de duas fileiras de Geossistemas, identifica geômeros e geócoros, isto é, sistemas espaciais homogêneos e heterogêneos (ABALAKOV, 2010). Os primeiros são semelhantes a partir do ponto de vista da organização espacial dos componentes naturais. Por outro lado, os geocomplexos de hierarquia superior são heterogêneos, e o nível de sua heterogeneidade aumenta com a dilatação do tamanho e da posição da unidade. Dessa forma, os sistemas espaciais homogêneos e heterogêneos formam totalidades, o primeiro com características estruturais homogêneas, e o segundo com estrutura diferenciada. Cada geocomplexo heterogêneo é composto por um mosaico de complexos homogêneos de nível mais baixo (RICHLING, 1983). A relação bilateral entre esses sistemas (homogêneos e heterogêneos) dada pelas trocas de matéria e energia mantém o funcionamento do geossistema.

A classificação de geômeros e geócoros²² é feita em grande parte de acordo com a tipologia e atributos das suas propriedades individuais, respectivamente. As questões relacionadas com a sua generalização tipológica e territorial são abordadas na base de uma abordagem regional-tipológica usando o princípio de classificação de duas fileiras (ABALAKOV, 2010). A integração espacial e subordinação hierárquica de geômeros e geócoros, respectivamente, são construídas com base em uma classificação taxonômica conforme quadro 1.

²² Os geômeros são classificados em categorias, com base numa tipologia. Ou seja, paisagens com estrutura homogênea (mesmo conjunto de relevo, solos, vegetação, etc.). Os geócoros são classificados em ordens, com base em sua correlação/associação espacial. Isto é, paisagens integradas espacialmente (encostas, colinas, vales, conjuntos de drenagem, etc.), de caráter único. CAVALCANTI, L.C.S. 3. Sistema de Unidades Taxonômicas. Cartografia de Paisagens (Curso de Extensão). UPE/PROEC. Petrolina. 2014. Notas de aula. Disponível em: <www.cartadepaisagem.blogspot.com/p/material.html>

Quadro 1: Divisão taxonômica do geossistema

Fileira dos Geômeros	Ordem Dimensional	Fileira dos Geócoros	
Perspectiva dos tipos de meio natural	Planetário	Zona físico-geográfica	
Tipos de meio natural (tipos de paisagem)		Grupos de regiões físico-geográfica	
		Subcontinentes	
Classe de Geomas	Regional	Regiões físico-geográficas	
Subclasses de geomas		Com latitudes zonas	Com zoneamento vertical
Geoma		Subzona natural	Província
		Província	
	Distrito (macrogeócoro)		
Classe fácies	Topológico	Topogeócoro (zonas)	
Grupo de fácies		Mesogeócoro (zonas)	
Fácies		Microgeócoro	
Áreas homogêneas elementares (biogecenoses)		Áreas elementares diversificadas	

Fonte: Sochava, 1978.

A série hierárquica acoplada mutuamente de geômeros e geócoros apresenta um sistema de classificação de dimensões planetárias até o nível de investigação topológico. Hierarquicamente, os geossistemas são classificados pelas fileiras dos geômeros e pela fileira dos geócoros. As três unidades superiores na fileira dos geócoros e geômeros, respectivamente, correspondem às zonas físico-geográficas; grupos de regiões físico-geográfica; subcontinentes e perspectiva dos tipos de meio natural e tipos de meio natural (tipos de paisagem).

O princípio de classificação de duas fileiras é aplicável não só para as geosferas como um todo, mas também, de igual modo, no caso de uma classificação de objetos espaciais de importância setorial, como a vegetação e cobertura do solo (ABALAKOV, 2010; SOCHAVA, 1977). Em outras palavras, o mapa de análise conjugado de geômeros e geócoros permite considerar as propriedades de homogeneidade e heterogeneidade dos Geossistemas, suas peculiaridades tipológicas, aspectos territoriais da generalização, bem como relações hierárquicas, que implica uma consideração simultânea de diferentes níveis de organização do ambiente natural.

Outro conceito importante no estudo dos geossistemas é o de *fácies*. Alguns atributos de identificação de *fácies*²³ e grupos de *fácies* são relatados por Cavalcanti (2013). Para o autor, a *fácies* constitui a menor unidade numa divisão natural do terreno. O termo grupo de *fácies* designa uma combinação de *fácies* em grupos. Portanto, ele implica que dentro de um determinado território geneticamente unificado exista um número suficiente de *fácies* semelhantes em sua estrutura da paisagem. Para Sochava (1977), tal unidade está acima dos geômeros elementares, base da hierarquia.

A classificação dos geossistemas deve revelar a tendência dinâmica do meio natural. Para Monteiro e Corrêa (2014, p. 59), a dinâmica de um geossistema é entendida como “a sequência de todos os estados de diferente duração, e também das transições entre os estados, transições estas que têm certa duração e também podem ser examinadas como estados”. Em relação a isso, Isachenko (1973) afirma que a dinâmica dos geocomplexos pode apresentar estados classificáveis de três modos: de curta (estados que duram menos que 1 ano), média (entre 1 e 10 anos) e longa duração (acima de 10 anos de duração). Dessa forma, a dinâmica da paisagem é causada por processos naturais (espontâneos²⁴) e por diversificadas influências antropogênicas, bem como por efeitos da superposição de ambos.

A esse respeito, Oliveira (2013) salienta que é por meio da paisagem que a relação geossistêmica se faz visualizar através dos fluxos de matéria e energia existente entre seus elementos. No âmbito dessa perspectiva, defendida pelo autor, a dinâmica dos geossistemas se dá por meio dos ajustes dos seus componentes e sua velocidade está

²³ Em geral, uma *fácies* é definida como um segmento de relevo (ex.: o topo do morro, ou sopé da encosta, etc.), sendo caracterizada pela uniformidade da rocha-mãe, microclima, regime de drenagem e umedecimento, migração geoquímica, pédon e localização dentro de uma comunidade ecológica (ISACHENKO, 1991).

²⁴ Os processos espontâneos (que são aqueles fora do controle humano) incluem movimentos neotectônicos, mudanças climáticas, longos, sucessões vegetação, etc.

em proporção à intensidade desse ajuste, frente às alterações energéticas de entrada, com consequências para o fluxo energético de saída.

Nesse contexto, a complexidade funcional e estrutural que constitui o caráter mais acentuado dos geossistemas a partir da perspectiva soviética, a matéria e energia estão em contínuo processo de formação e alteração através da dialética entre retroações positivas/negativas de estabilização da estrutura organizacional da paisagem permitindo, assim, apreender a evolução e dinâmica dos geocomplexos.

Dessa forma, partindo de suposições sobre energia e matéria na transformação e organização do geossistema, a proposta teórico-metodológica de Sochava (articulada aos fundamentos filosóficos holísticos-sistêmicos) buscava suporte em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de uma teoria integradora para Geografia Física, vislumbrando soluções metodológicas aos mapeamentos da paisagem. É a respeito desse contexto e de sua proposta de método que discorreremos no capítulo seguinte ao abordar os aspectos metodológicos em materiais utilizados para o conhecimento da dimensão geossistêmica no norte da Mantiqueira Mineira.

CAPÍTULO IV – ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS: MATERIAIS, E TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DOS GEOSISTEMAS

4.1 - Inventário de Fontes Bibliográficas e Cartográficas

A inventariação das fontes cartográficas e bibliográficas foi inicialmente concebida através de levantamento e pesquisa das características e particularidades da Serra da Mantiqueira, adotando-se, para sua execução, critérios técnicos objetivos fundamentados no planejamento cartográfico (descrição do conjunto de elementos necessários e para caracterizar e construir o Mapa) e na coleta de dados em campo sobre a natureza histórico-geográfica e paisagística da área.

Dentre as atividades abrangidas pela pesquisa, o levantamento de fontes foi realizado utilizando-se ferramentas de busca existentes no Portal de Periódicos da CAPES, incluindo os Bancos de Teses e Dissertações; no Google Acadêmico; bem como em outras bases bibliográficas relacionadas, tais como ISI; CSA, ScienceDirect; CrossRef; Wilson Web; Scopus.

A partir de então, realizou-se um levantamento junto a instituições com atividades relacionadas à região supracitada, onde consultas presenciais foram efetuadas em bibliotecas e mapotecas de instituições de pesquisa (bibliotecas digitais de universidades), órgãos governamentais (IBGE, INPE, IBAMA, CPRM, IEF, Secretarias Estaduais e Municipais etc.) e organizações não-governamentais.

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 geológicas foram organizadas utilizando-se como critério a topologia das feições, escala e características dimensionais dos objetos cartografados.

A catalogação, análise e interpretação dos documentos disponíveis auxiliaram no processo cartográfico de mapeamento do espaço abrangido pelo perímetro correspondente ao recorte norte da Mantiqueira Meridional Mineira. Os documentos utilizados foram discriminados no quadro 2.

Quadro 2: Documentos cartográficos utilizados na análise dos geossistemas.

DOCUMENTO	ESCALA	DATA	PRODUÇÃO
Cartas Topográficas	1:1.000.000 1:250.000 1:100.000 1:50.000	variadas	- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) - DSG (Diretoria de Serviços Geográficos - Ministério do Exército)
Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo	1:1.000.000	2004	CPRM (Serviço Geológico do Brasil)
Mapa de Vegetação - Mapa de Geologia Mapa de Geomorfologia Mapa de Pedologia	1:1.000.000 1:1.000.000 1:1.000.000 1:1.000.000	variadas	Projeto RADAM Brasil Projeto RADAM Brasil Projeto RADAM Brasil 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 Vegetação do Parque Estadual de Ibitipoca	1:10.000	2013	UFJF – Instituto de Biologia
Mapa Geológico de Lima Duarte	1:100.000	1991	CPRM - Folha SF-23-X-VI COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ
Mapa de Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro	1:100.000	2003	- Folha Andrelândia, SF-23-X-C-V
Mapa solos do Estado de Minas Gerais	1:600.000	2007	UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV DEPARTAMENTO DE SOLOS-DPS / LABGEO
Mapa de Solos da bacia do Rio Paraíba do Sul	1:1.000.000	2007	Sondotécnica
Mapa de solos	1:50.000	2013	UFJF - Rocha, 2013.
Mapa de Unidades Geoambientais do Parque Estadual de Ibitipoca	1:10.000	2002	
Imagem georreferenciada e ortoretifica da RapidEye	5 metros	2010, 2012	IEF
Imagem Landsat 5			

4.2 - Classificação e Mapeamento da Cobertura da Terra e Planejamento de Campo

Para mapear a vegetação e o uso da terra na área de estudo utilizou-se a metodologia proposta por Lardosa (2005), que tem como base a classificação digital automática de máxima verossimilhança (MAXVER) do ENVI (Environment for Visualizing Images) associada à interpretação visual, na qual os objetos de interesse foram identificados a partir de elementos de reconhecimento, textura, cor, tonalidade e forma.

Além da composição RGB da TM/LANDSAT (bandas 2, 4 e 7) de agosto de 2011, cena de código de órbita/ponto 217/75, com resolução espacial de 30 metros, como apoio ao mapeamento foram utilizadas imagens de alta resolução disponibilizadas pelo software Google Earth do ano de 2010 e imagens georreferenciadas e ortorretificadas, com resolução espacial de 5 metros do sensor RapidEye, do ano de 2010, 2011 e 2012, fornecido pelo Instituto Estadual Florestal (IEF) de Minas Gerais.

As tipologias de uso da terra foram definidas de modo a englobar todos os usos presentes na área de estudo, como vegetação arbórea, ocupação urbana, corpos d'água, afloramento rochoso, solo exposto e sombra, conforme orientações metodológicas do Manual técnico de uso da terra do IBGE (2006). Na composição R5G4B1, as classes Corpo Hídrico, Reflorestamento, Floresta Estacional Semidecidual e Campo Rupestre foram identificadas e mapeadas; enquanto na composição R3G4B1 foram as classes Pastagem, Solo Exposto e Área Urbana. Em paralelo ao mapeamento de uso e cobertura do solo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a área de estudo com o objetivo de compreender o seu histórico de ocupação e fazer relações com a sua atual condição ambiental.

O processo de classificação de imagem foi executado no programa ArcGis versão 10.1.1; utilizou-se o algoritmo de classificação supervisionada Máxima Verossimilhança (MAXVER), o qual é utilizado para análises pixel a pixel. As amostras para treinamento dos classificadores automáticos foram definidas com base em padrões característicos de cada classe de uso na própria imagem. A imagem classificada pelo método MAXVER foi conferida e reclassificada visualmente utilizando-se as ferramentas de edição.

Concomitantemente ao procedimento de interpretação e mapeamento foram realizados trabalhos de campo *in loco* 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 de *Eucalyptus* nas proximidades das unidades de conservação para posteriormente relacioná-las com aspectos perceptíveis na imagem TM/LANDSAT 5; nessa etapa foi utilizado um GPS de navegação Garmim (Sistema de Posicionamento Global) para a coleta de pontos de controle no terreno que posteriormente foram sobrepostos à imagem de satélite, procedimento este complementado por registros fotográficos. Esses pontos serviram 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 foram parâmetros chave observados durante o roteiro.

A estrutura geral formulada para os trabalhos de campo (coleta de informações espaciais) realizados baseou-se na segmentação da área em quadrículas de 16 km² (Figura 1). O esforço de seleção e aquisição de pontos envolveu a coleta de pelo menos uma amostra de controle para cada quadrícula. Cada ponto presente na amostra de dados apresenta um *locus* correspondente a diferentes características do terreno. 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.

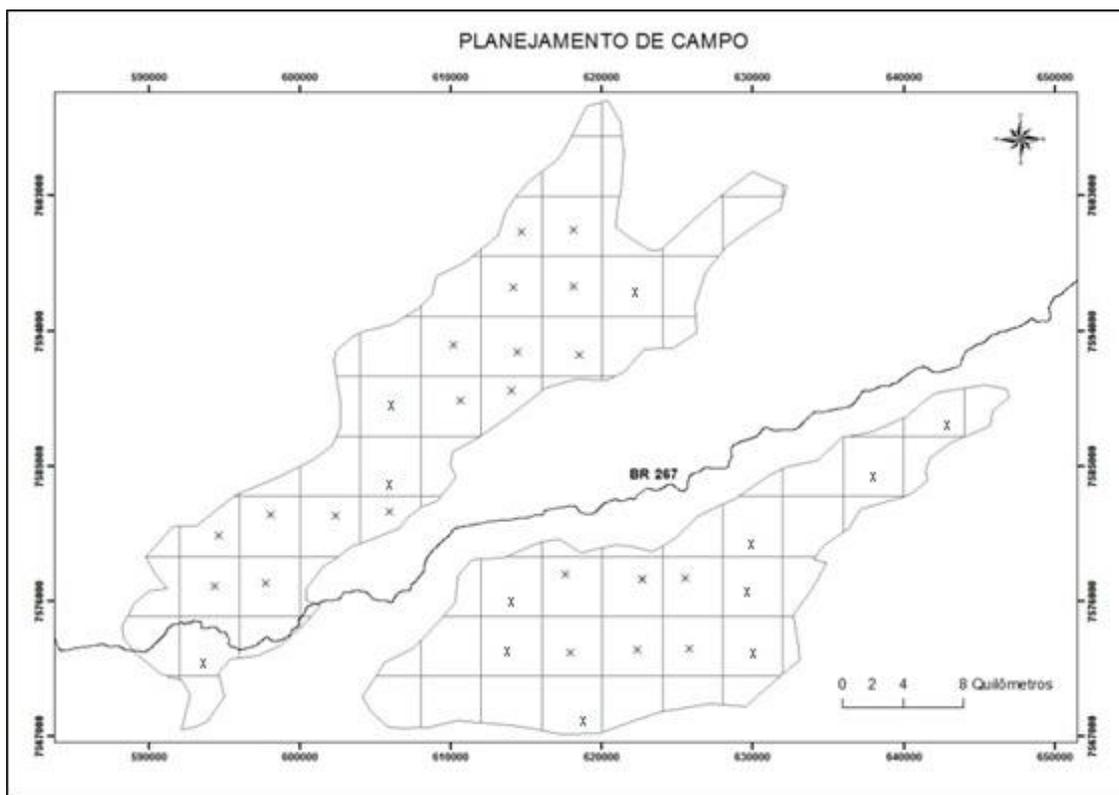


Figura 1: Mapa com os pontos de campo visitados.

4.3 - Modelo Digital e Elevação e Mapa de Declividade

As informações de hipsometria e declividade foram produzidas pela transformação dos dados vetoriais em dados matriciais. A imagem utilizada foi obtida pelo satélite SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizados livre e eletronicamente pela EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>), resolução espacial de 90 x 90 metros.

4.4 - Mapas Geológico e Pedológico

As interpretações dos dados geológicos e tectônicos da área tiveram como base os mapas dos levantamentos geológicos básicos do Brasil, realizado pela CPRM (1991), folha Lima Duarte (SF-23-X-C-VI), e o mapa de Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas, elaborado pela COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ (PACIULLO, RIBEIRO, TROUW, 2003), escala 1:100.000 (Folha Andrelândia, SF-23-X-C-V).

A articulação dos mapas compilados e vetorizados, bem como a apresentação final do produto obedeceu à nomenclatura e simbologia do mapa produzido pelo CPRM, Folha de Lima Duarte. As discontinuidades espaciais das feições cartografadas decorrentes das diferentes metodologias e critérios utilizados na confecção dos mapas não foram alteradas.

A caracterização dos solos da área se deu através da compilação do Mapa de solos do Estado de Minas Gerais, em escala 1:600.000 produzido pela Universidade Federal de Viçosa-UFV e pelo estudo de perfis de solo distribuídos na área de estudo. As características e propriedades analisadas foram: morfológicas (cor, textura, estrutura, porosidade, atividade biológica, horizontes), composição química, frações granulométricas e matéria orgânica do solo.

Foram analisados dez perfis em cortes de estradas distribuídos no contexto das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional. A seleção dos perfis levou em consideração a localização e acesso. A rotina metodológica seguiu as recomendações do Manual de Método de Trabalho de Campo (LEMOS; SANTOS, 1996). No estudo dos horizontes foram estudados: espessura e arranjo dos horizontes; transição entre os horizontes e as características morfológicas do horizonte (cor, textura, estrutura, porosidade, cerosidade, consistência e nódulos minerais). Por fim, procedeu-se a caracterização e descrição do relevo, drenagem, raízes e presença de processos erosivos.

As informações obtidas em campo foram sobrepostas aos mapas compilados com o objetivo de complementação das informações e maior detalhamento do estudo dos grupos e fácies do geossistema.

Além disso, efetuou-se a compilação do Mapa de solos do Parque Estadual de Ibitipoca e adjacências produzido por Rocha (2013), escala 1:50.000. Esse mapeamento orientou a identificação dos grupos de fácies e fácies (tipologia dos geossistemas em escala detalhada).

4.5 - Mapeamento das Unidades de Relevo

Numa primeira fase do trabalho efetuou-se um levantamento da cartografia geológica e geomorfológica a fim de caracterizar o quadro geotectônico e morfológico regional no qual está inserida a Serra da Mantiqueira. Para tanto, adotou-se como base o mapeamento efetuado pelo projeto RADAMBRASIL. Além disso, recorreu-se ao estudo de imagens de satélite da Landsat 5; imagens RapidEye e informação altimétrica

da Missão Espacial da Shuttle Radar Topography Mission, como apoio na identificação dos lineamentos tectônicos e da morfologia estrutural e tectônica da área.

Para o tratamento dos dados desenvolveu-se um projeto cartográfico baseado num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Na cartografia dos elementos do relevo da área utilizou-se como critério a amplitude local das formas e a declividade das encostas (quadro 4), conforme preconizados pela metodologia do IPT (1981) para o mapeamento dos sistemas de relevo para o estado de São Paulo. 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.

Quadro 3: Critérios morfométricos aplicados pelo IPT para a definição de categorias de relevo.

Sistemas de Relevo	Declives predominantes	Amplitude do Relevo
Relevo plano ou suavemente colinoso	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 propriedades da textura e estrutura do relevo, definidas por Soares e Fiori (2014), foram examinadas de forma combinada através da fotointerpretação das imagens RapidEye 2012 e cartas topográficas.

Por meio dessa perspectiva metodológica, os elementos fundamentais na análise do relevo são as rupturas de declive. As pequenas rupturas de declive definem os elementos texturais do relevo, caracterizados pelas menores variações bruscas, identificáveis na foto da superfície do terreno. A disposição regular, definida no espaço, das rupturas de declive, constitui estrutura do relevo considerada como quebras negativas ou quebras positivas ou, ainda, lineações e alinhamentos de relevo (Quadro 5).

Quadro 4: Critérios Interpretativos do Relevo

		
<p>Quebra de relevo – Mudança estruturada de declive do relevo. Serra do Ibitipoca – MG.</p>	<p>Na imagem foram traçadas duas quebras topográficas, uma positiva (P) em marrom, e outra negativa (N) em cinza. Escala aproximada: 1:25.000.</p>	<p>Lineação – Elemento estrutural da imagem que indica direção das camadas e foliações. Serra Negra/ Lima Duarte.</p>
		
<p>Na imagem lineações em feixe (azul) e lineações em série (marrom). Escala aproximada: 1:25.000.</p>	<p>Textura rugosa na bacia hidrográfica do Rio Santa Barbara do Monte verde. Escala aproximada: 1:25.000.</p>	<p>Textura de relevo. Vale da Serra de Ibitipoca - MG. Escala aproximada: 1:20.000.</p>
		
<p>Imagem aérea mostrando textura lisa na Serra do Ibitipoca – MG. Escala aproximada: 1:25.000.</p>	<p>Alinhamentos retilíneos salientes no relevo interpretados na imagem aérea. Escala aproximada: 1:70.000.</p>	

Na preparação final do trabalho e legenda do mapa de unidades de relevo do setor norte da Mantiqueira Meridional priorizou-se a utilização das terminologias e simbologias definidas por Marques Neto *et al.* (2015) no mapeamento geomorfológico do município de Lima Duarte (MG). Os sistemas de relevo mapeados para o mencionado município foram segmentados em tipos genéticos: Modelados de Acumulação (A) - Planícies alúvio-coluvionares (Apac), planícies alveolares altimontanas (Apa) e rampas de colúvio (Ac); Modelados de Dissecação (D): Serras alongadas (Dsa), serras baixas (Dsr), serras com patamares de cimeira aplainados (Dsp), morros (Dm), morros com encostas suavizadas (Dms), morrotes (Dmr) e colinas pequenas (Dc).

Essa forma de representação foi adotada, pois o mapa elaborado pelos autores foi parcialmente compilado (porção do município de Lima Duarte abrangido pelo recorte espacial da área de estudo). A partir do setor compilado efetuou-se o mapeamento do restante da área.

Para o mapeamento das unidades de relevo existentes no parque Estadual de Ibitipoca foi compilado o mapa produzido por Dias *et al.* (2002). Os mapas foram confeccionados em escala 1:10.000.

4.6 - Mapa da Cobertura Vegetal

O mapa da extensão geográfica do Domínio da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais foi construído com base nos limites da Mata Atlântica constantes no Decreto Federal 750/93, que toma como referência espacial o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 1993). Essas informações permitiram o estudo da cobertura vegetal no âmbito de biomas e domínios morfoclimáticos.

Para interpretações a respeito da comunidade vegetal recorreu-se aos levantamentos florísticos e fisionômicos realizados pelo grupo de pesquisas fitossociológicas da Faculdade de Biologia/UFJF, complementados por estudos em campo da fisionomia florestal (estudo dos estratos da vegetação) e dos campos de altitude.

Para o estudo e caracterização dos grupos de fâcies e fâcies do Parque Estadual do Ibitipoca efetuou-se a compilação do mapa da vegetação. Nesse mapeamento Oliveira-Filho, *et al.*, (2013) distinguiram as fitofionomias do Parque Estadual de

Ibitipoca utilizando o sistema de nomenclatura e classificação fisionômico-ecológica concebido por Oliveira-Filho (2009). Sua proposta consiste essencialmente em ajustar o sistema tradicional de classificação da vegetação de Veloso *et al.* (1991), a um uso mais flexível e informativo, incorporando ferramentas de detalhamento adicionais, como por exemplo, variações do substrato (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013). O quadro a seguir sintetiza a proposta de classificação dos autores:

Quadro 5: Domínios fitofisionômicos do Parque Estadual do Ibitipoca:

Classe	Descrição
Floresta latifoliada nebular perenifolia tropical supermontana	As copas das árvores formam um dossel mais ou menos contínuo a uma altura entre 5 a 20 m, embora árvores emergentes esparsas possam alcançar até 30 m; tronco com fitomassa de epífitas.
Nanofloresta latifoliada nebular perenifolia tropical superomontano	As copas das árvores formam um dossel mais ou menos contínuo a uma altura entre 3 e 5m, embora árvores emergentes esparsas possam alcançar até 10 m; tronco com fitomassa de epífitas e folhagem com líquens.
Arbustal latifoliado nebular perenifolio tropical superomontano	Vegetação formada por um adensamento de caules e arbustos cujas copas alcançam entre 1 e 3 metros de altura; podem ocorrer esparsamente.
Savana arbustiva- árborea nebular semideciduifolia tropical superomontano	O componente lenhoso predomina na biomassa, mas as árvores são esparsas, não formando um dossel contínuo; os arbustos são abundantes e o componente campestre forma uma cobertura vegetal quase contínua sobre o solo
Savana arbustiva nebular semideciduifolia tropical superomontana	O componente lenhoso predomina na biomassa, mas é constituído principalmente de arbustos; as árvores são muito raras ou ausentes; o componente campestre forma uma cobertura vegetal quase contínua sobre o solo.
Campina lenhosa nebular alternifólia tropical superomontana	Subarbustos latifoliados e ervas de vida curta a perenes compõem uma sinússia mais ou menos contínua; podem ocorrer arbustos esparsos e árvores isoladas.
Campina nebular alternifólia tropical supermontana	Ervas de vida curta a perenes formam uma sinússia compacta a esparsa; podem ocorrer subarbustos e arbustos espalhados.

Fonte: Oliveira-Filho, *et al.*, 2013.

4.7 - Técnicas de Agrupamento e Síntese dos Elementos dos Geossistemas

Para identificar as características da estrutura da paisagem e sua hierarquia do nível topológico ao regional optou-se por dois métodos de classificação: para o mapeamento da paisagem ou macrogeócoro identificou-se limites naturais a partir da sobreposição dos limites geomorfológicos, hídricos, climáticos e litológicos (escala 1:250.000). Nessa perspectiva metodológica, a interpretação de tipologias (classes de fácies) que se agrupam em um macrogeócoro foi realizada recorrendo-se ao método “Top down” ou "de cima para baixo" para identificação da estrutura dos geossistemas (Figura 2). Essa metodologia é baseada na subdivisão consistente de uma área "de cima para baixo" ou “Top down”, ou seja, identificação de uma paisagem grande e posterior subdivisão (CAVALCANTI, 2014).

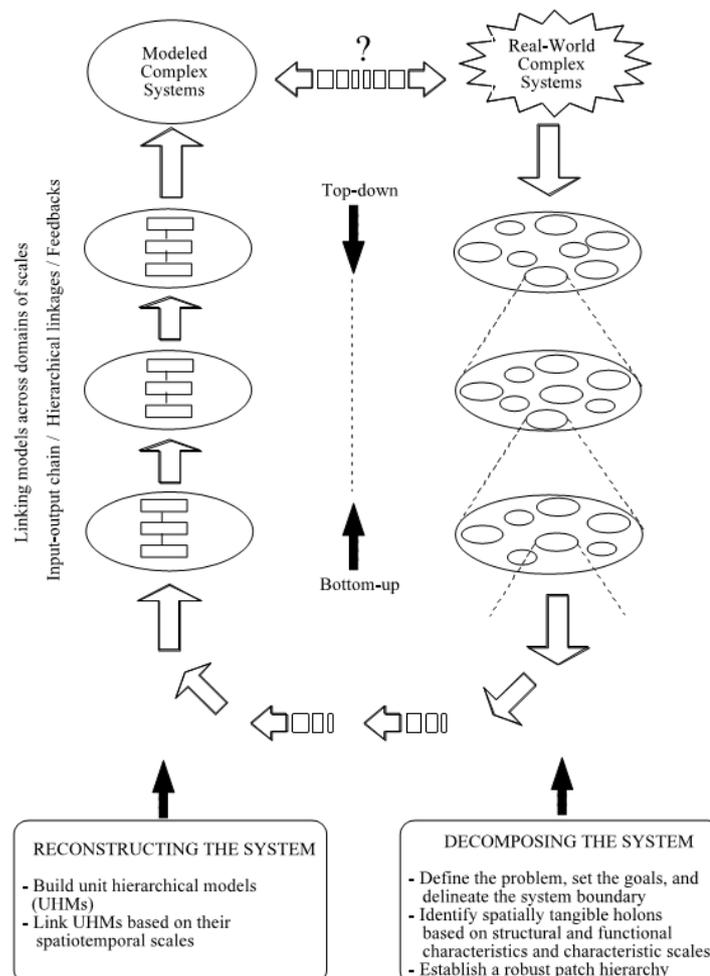
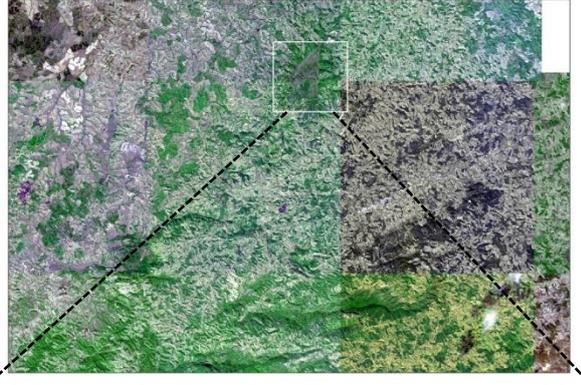


Figura 2: Ilustração do processo de decomposição de um sistema complexo adequado para construção de modelos hierárquicos. Fonte: Wu; David (2002). p. 13.

Essa abordagem envolve a análise integrada de mapas geográficos temáticos gerais e regionais acompanhados do reconhecimento e investigação da paisagem com a coleta de dados *in loco*. Tal método permite combinar a confiabilidade dos estudos de campo com a eficácia do trabalho de escritório. Isso pode ser visualizados no quadro abaixo (quadro 6) em que cada nível hierárquico é caracterizado por um conjunto distinto de características estruturais e funcionais que mudam com a escala.

Quadro 6: Níveis hierárquicos dos geossistemas.

Escala	Características Principais	Imagens
Topogeócoro 1: 250.000	<ul style="list-style-type: none"> • Composto de diferentes tipos de paisagens; • Estrutura e função heterogênea; • Caracterizado por uma formação vegetal dominante e um uso da terra em escala regional. 	
Mesogeócoro 1: 50.000	<ul style="list-style-type: none"> • Composto de diferentes tipos de cobertura da terra; • Heterogeneidade da estrutura e função dos geossistemas; • Caracterizado por domínios de uso e cobertura da terra, por exemplo: Paisagens agrícolas; naturais. 	
Microgeócoro 1:1.000	<ul style="list-style-type: none"> • Relativa homogeneidade dos complexos relevo, hidrografia, solo e vegetação. • São unidades que diferem espacialmente das unidades vizinhas; e delimitáveis claramente pelas características de sua estrutura interna e de área. 	

O processo de construção e mapeamento dos geossistemas esta sinteticamente retratado no fluxograma (Figura 3). A primeira fase envolve a determinação e escolha da escala do mapa, a preparação da base cartográfica, coleta de dados de entrada, e o desenvolvimento da legenda do mapa. O momento subsequente (2º fase) constitui etapa analítica e interpretativa dos geossistemas em diferentes níveis escalares.

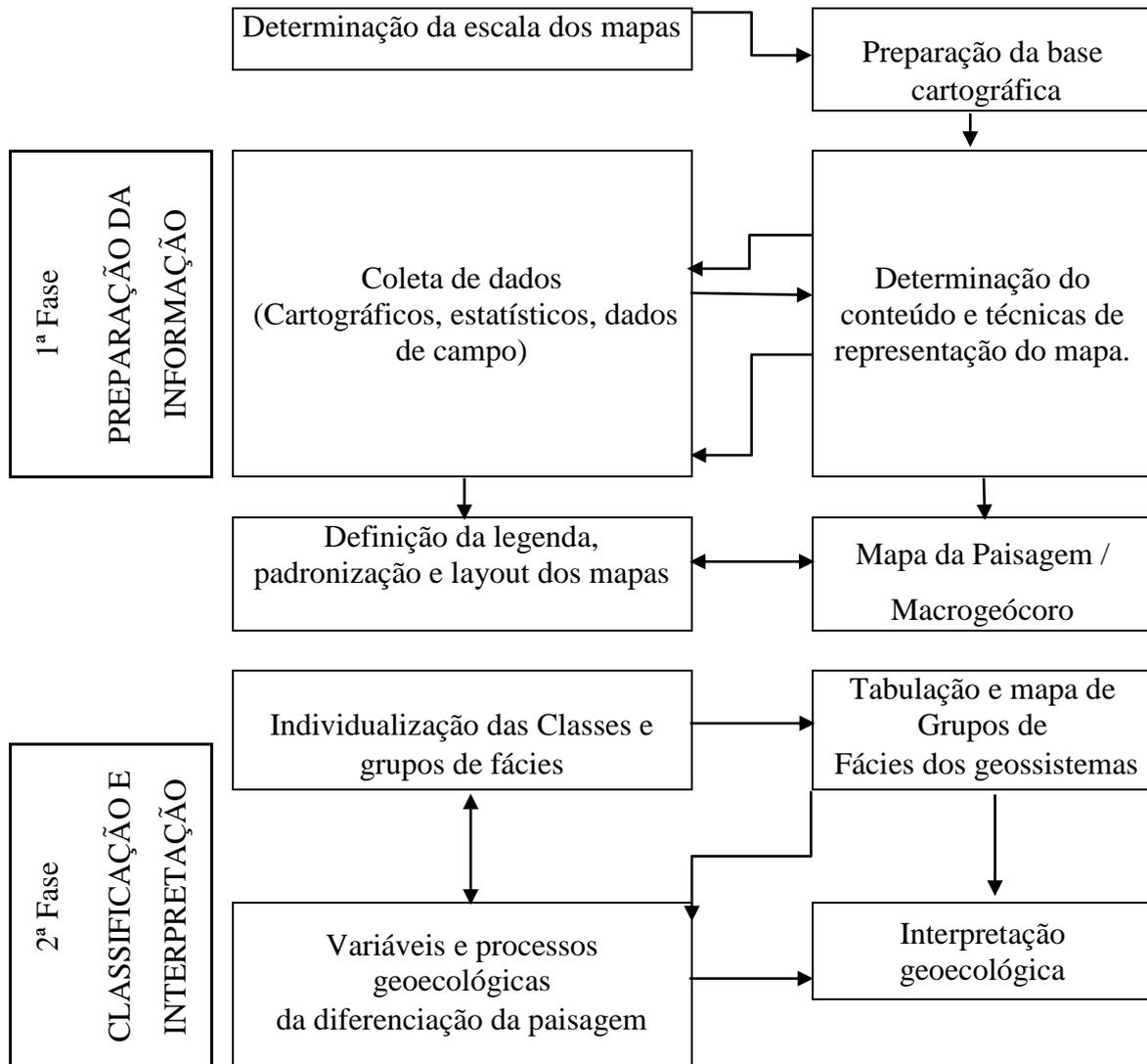


Figura 3: Fluxograma de mapeamento de Geossistemas.

Para o mapeamento topológico foram desenhados os limites das paisagens por agrupamento de tipos ou tipologia (CAVALCANTI, 2014). Nessa escala de análise o mapeamento dos geossistemas é realizado a partir da identificação e agrupamento dos componentes com características semelhantes. Dentro dessa ótica, primeiramente foi

realizada uma descrição e coleta de dados em campo. Posteriormente os dados foram tabulados e importados para o Sistema de Informação Geográfica. Por fim, foram delineados os limites dos geossistemas de nível topológico, ou seja, das fácies, grupos de fácies e classes de fácies.

Em termos de conteúdo e da técnica de compilação e produção dos mapas recorreu-se à classificação proposta por Sochava (1977). Nessa proposta a dimensão espacial presente nos processos genéticos e evolutivos dos geossistemas pode ser dividida em: tipológica, com o objeto da representação geográfico-cartográfica os complexos tipológicos da paisagem; regional, mostrando geossistemas individuais de vários níveis hierárquicos; regionais-tipológica, representando ambos os complexos tipológicos e regionais da paisagem, ou seja, representação cartográfica de geócoros (regional) e geômeros (tipológico) simultaneamente (CAVALCANTI, 2014).

Para complementar as análises foram confeccionados perfis geoecológicos correspondentes a diferentes transectos na área de estudo. O critério utilizado para escolha dos locais onde seria produzido o perfil 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 na Serra da Mantiqueira. A escala utilizada na elaboração do perfil foi 1:50.000, equidistância das curvas de nível de 20 metros. Os softwares utilizados foram o Auto Cad 2007 e o ArcGis 10.2.1.

CAPÍTULO V – OS ARRANJOS ESPACIAIS DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 - Recorte: O Setor Norte da Mantiqueira Meridional Mineira

O recorte da área de estudo está totalmente inserido no estado de Minas Gerais (Figura 4); engloba uma extensão territorial localizada entre os municípios mineiros de Bom Jardim de Minas, Lima Duarte, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde, Rio Preto, Santa Rita do Ibitipoca, Bias Fortes, Pedro Teixeira e Juiz de Fora. Ocupa uma superfície de 844 km².

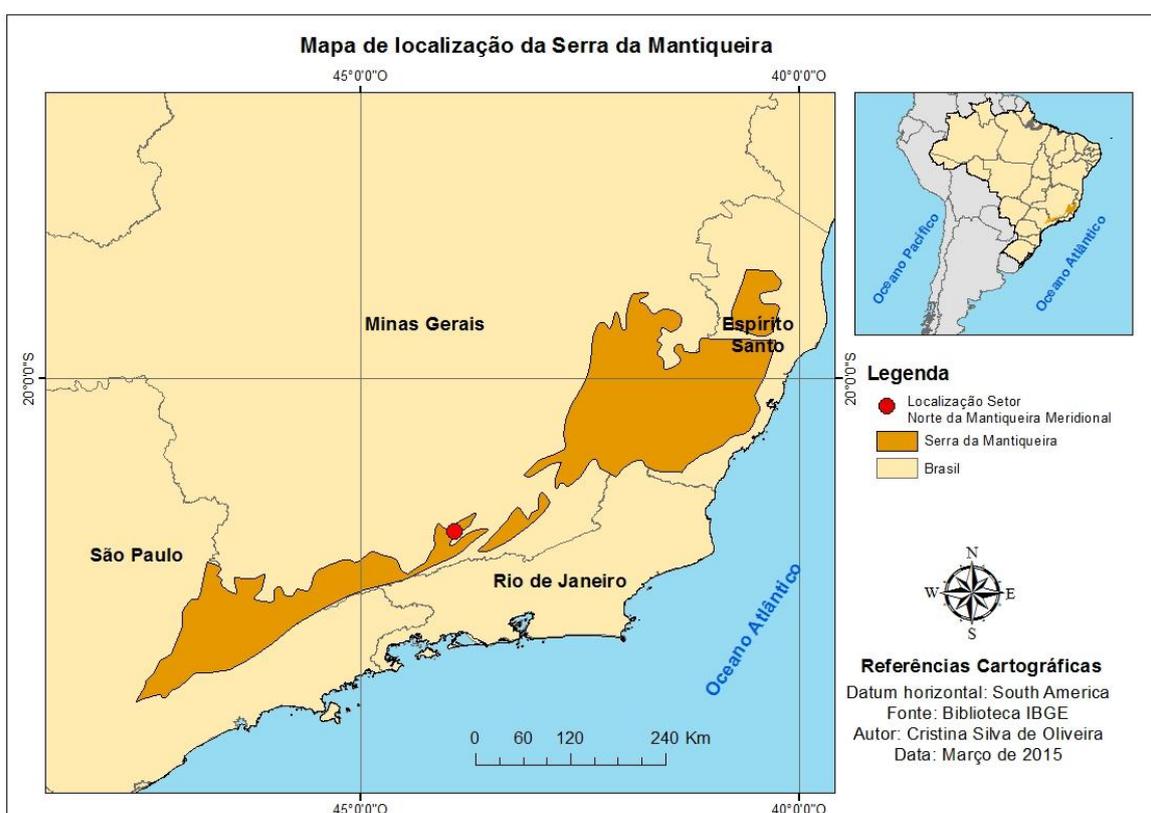


Figura 4: Enquadramento regional da área de estudo.

O acesso principal a área se faz por Juiz de Fora pela BR-040 até a periferia desta mesma cidade, seguindo-se posteriormente para oeste, através da BR-267 (Figura 5).

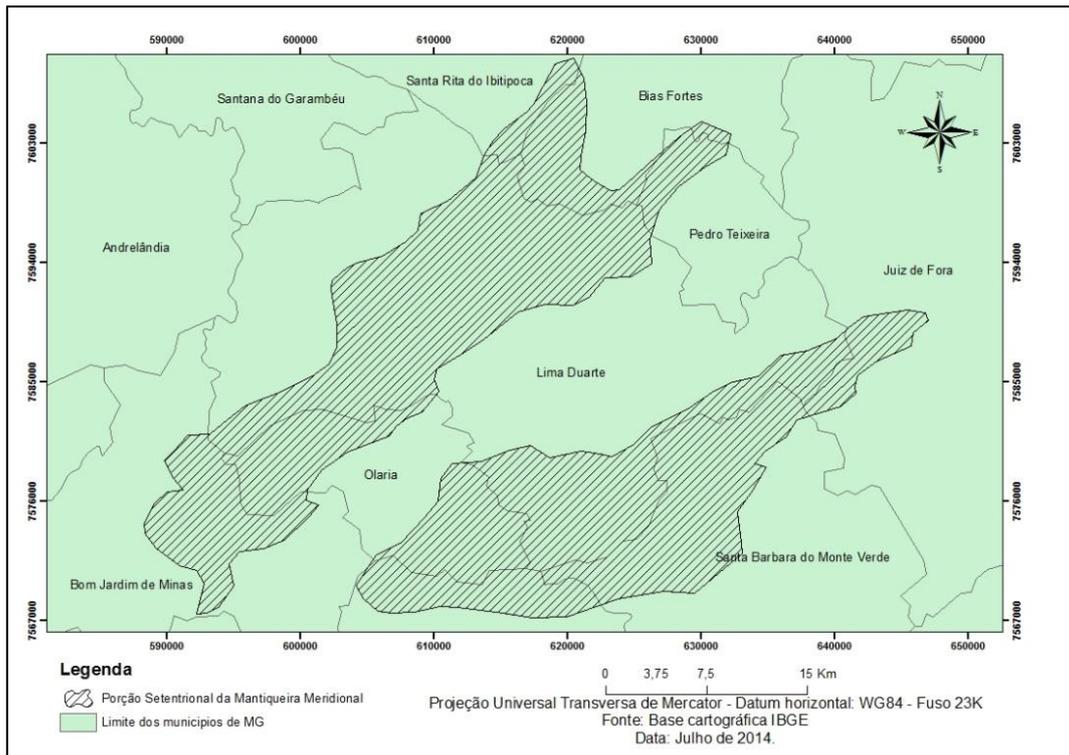


Figura 5: Localização das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

5.2 - Quadro Físico: Substrato Geológico

Do ponto de vista geológico, a região compreendida pela Serra da Mantiqueira integra-se numa complexa faixa metamórfica com direção geral NE-SW que se prolonga do estado de São Paulo ao Espírito Santo, paralela à costa atlântica do sudeste e sul do Brasil.

A área em estudo situa-se imediatamente a SSE do Cráton do São Francisco, abrangendo parte das províncias geotectônicas Mantiqueira e Tocantins, domínio da região de dobramentos do sudeste (PINTO *et al.* 1991).

Os compartimentos geológicos da área são formatados por rochas metamórficas do Proterozóico Médio (Grupo Andrelândia) e Proterozóico Inferior (Complexo Mantiqueira), e por depósitos aluvionares e coluvionares do Mesozóico (Figura 6) (PINTO *et al.* 1991).

No âmbito do Grupo Andrelândia os quartzitos têm distribuição marcante nas porções que compreendem as Serras de Lima Duarte, Serra Negra e Serra do Ibitipoca, Serra do Pilão, Serra do Cruz e Serra do Capoeirão. Destacam-se morfologicamente pelas serras com encostas escarpadas perfeitamente reconhecidas em aerofotos e imagens aéreas.

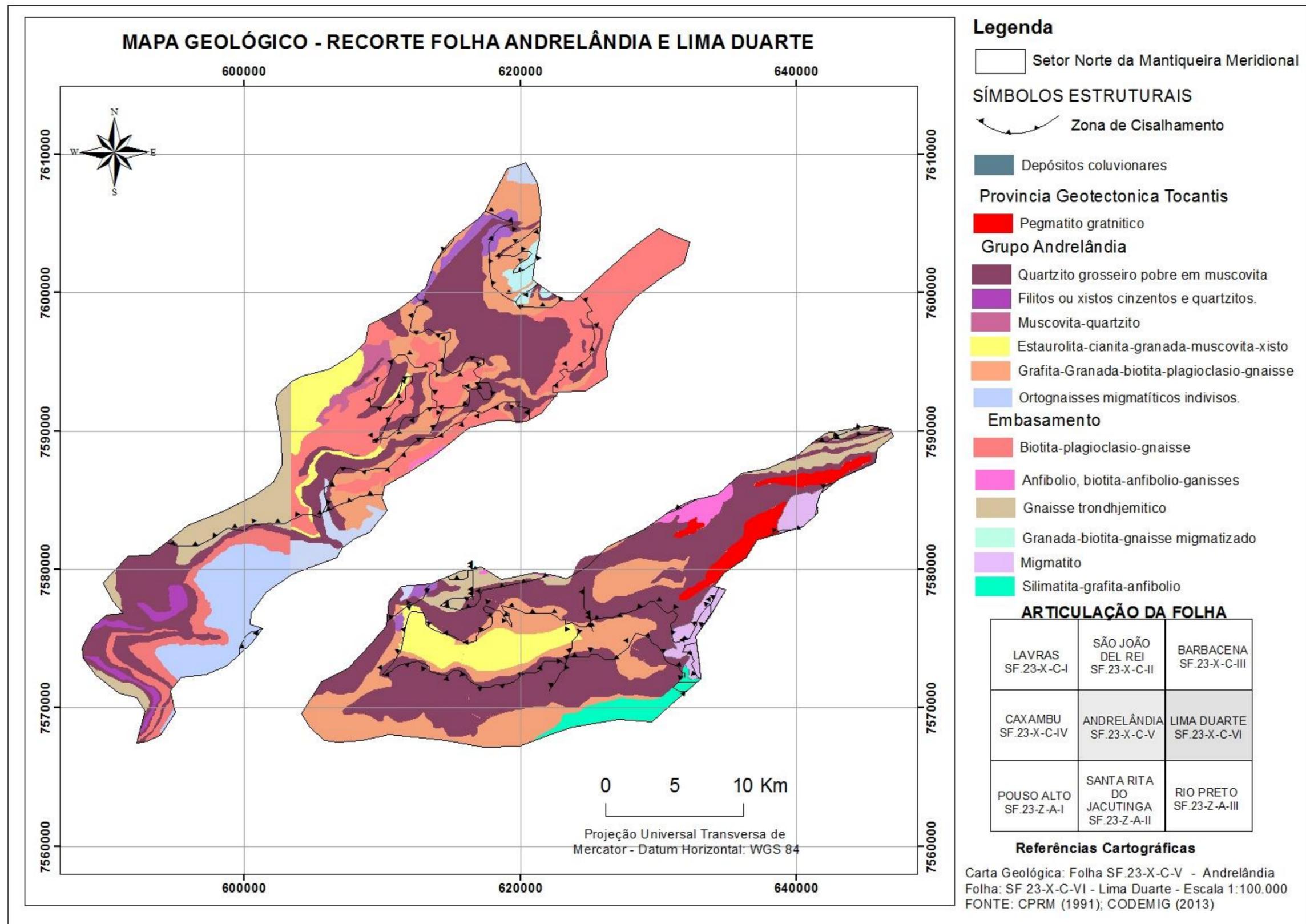


Figura 6: Mapa geológico das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG, compilado das folhas de Andrelândia e Lima Duarte – escala 1:100.000.

Os estoques litológicos predominantes deste grupo são quartzitos grossos sacaroidais e quartzitos finos micáceos, biotita-xistos e lentes decimétricas de muscovita-xistos em caráter acessório (PINTO *et al.* 1991).

O Complexo Mantiqueira reúne, essencialmente, gnaisses bandados de grão fino e médio, com intercalações de metabasitos e migmatitos. Os gnaisses contêm anfibólio e/ou biotita-plagioclásio, granada biotita-plagioclásio (PINTO *et al.* 1991)..

Os principais depósitos aluviais constituídos, principalmente, por areia de granulometria fina a grossa com intercalações ou coberturas siltíco-argilosa, estão no vale do Rio do Peixe próximo a cidade de Lima Duarte. Os depósitos coluviais são encontrados nas encostas das principais serras da área, com destaque para as quartzíticas (PINTO *et al.* 1991).

Destacam-se na área importantes zonas de cisalhamento dúctil que são limitadas ao norte pela zona de cisalhamento Chapéu d'Uvas e ao sul pela zona de cisalhamento Pirapitinga, na porção mediana está a zona de cisalhamento Lima Duarte, que influencia a orientação do Rio do Peixe.

5.3 - Sistemas de Relevo da Serra da Mantiqueira

A Serra da Mantiqueira tem como traço geomorfológico principal a constituição de uma série de elevações (Figura 7), caracterizada pela presença de relevo movimentado, com ocorrência de frentes escarpadas de declividades consideráveis que interceptam modelados mamelonizados padronizados em morros, morrotes e pequenas colinas.

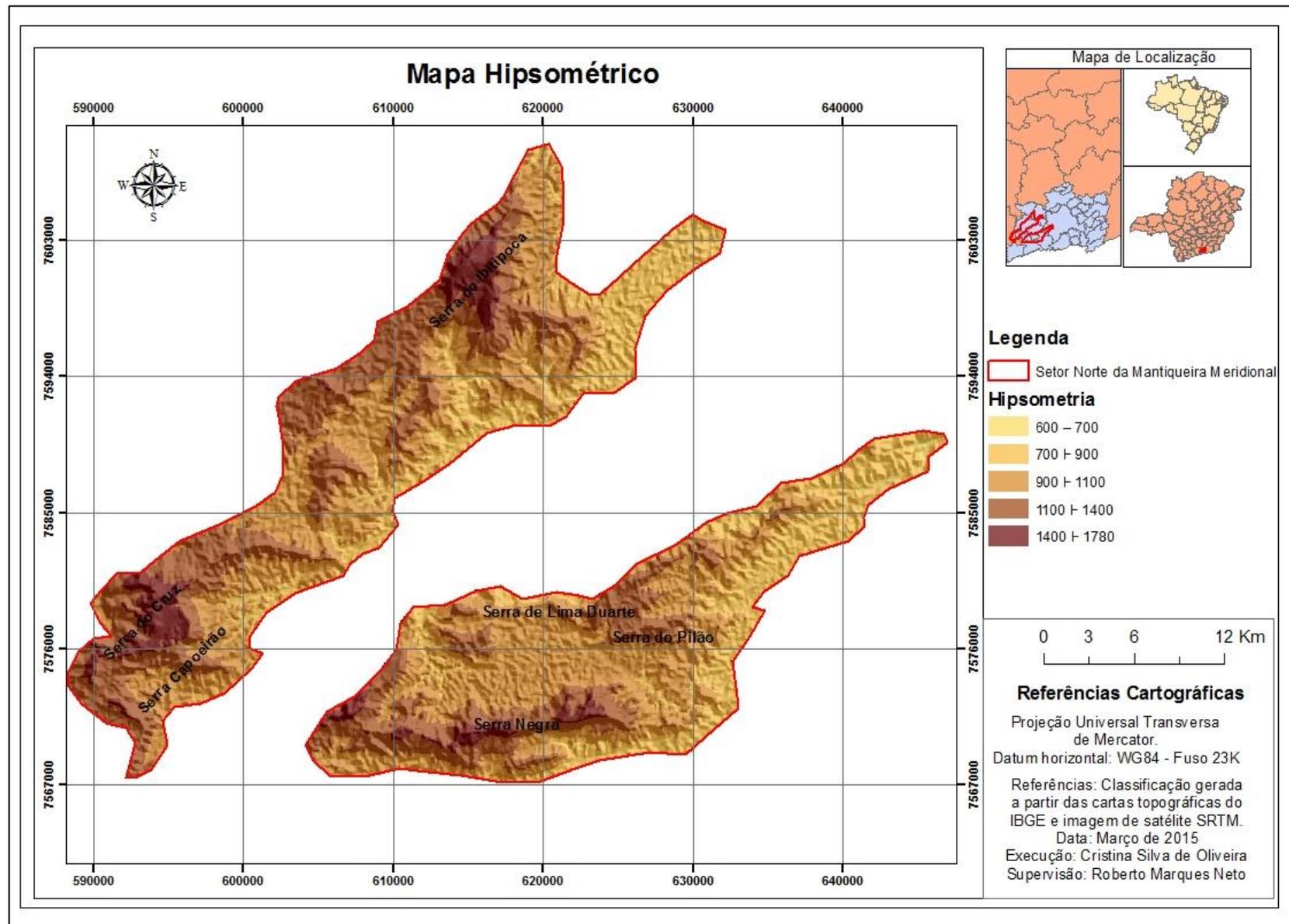


Figura 7: Mapa hipsométrico das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

Tais morfologias pertencem ao domínio de nome homólogo, faixa de dobramentos remobilizados por efeito dos processos tectônicos que afetaram a Plataforma Brasileira por ocasião da separação com a Placa Africana, no limiar do Cretáceo-Paleoceno.

As cristas quartzíticas são uma das formas estruturais mais relevantes que evidenciam a importância da resistência à erosão dos maciços rochosos. A elevada resistência das bancadas quartzíticas destaca-se pela formação de relevos que marcam a paisagem, com elevações rigidamente alinhadas, alongadas assumindo a forma de cristas (Figura 6).

No setor norte da Mantiqueira Meridional, os alinhamentos topográficos descontínuos, com orientação geral NE/SW, materializam uma megaestrutura em anticlinal associada à zona de cisalhamento compressional que atravessa toda a área.

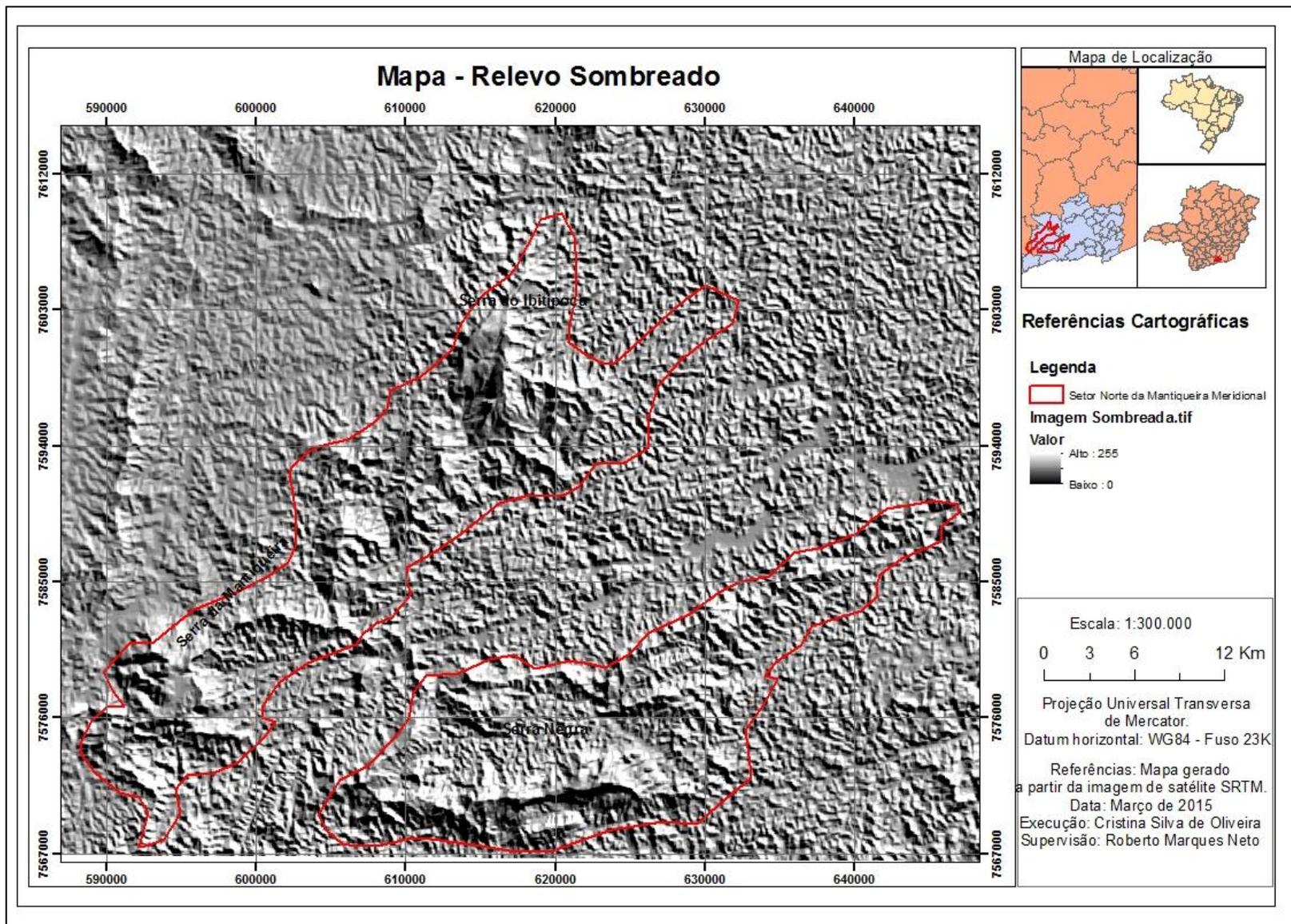


Figura 8: Mapa de relevo sombreado das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

Na porção meridional da Serra da Mantiqueira as rochas quartzíticas que configuram relevos estruturais correspondem à rochas do Proterozóico Médio desenvolvidas durante a Orogenia Neoproterozóica Brasileiro-Pan Africana a qual resultou na amalgamação do Paleocontinente Gondwana Ocidental (HEILBRON *et al.* 2004). Nessa área, afloram importantes conjuntos de quartzitos do estado de Minas Gerais. Um dos mais importantes constitui a Serra do Ibitipoca com elevações que vão até 1784 metros de altitude.

O outro é evidenciado na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pari, afluente pela margem direita do Rio do Peixe, tem seus divisores nos patamares de cimeira da Serra da Mantiqueira localizada no município de Olaria. As cotas altimétricas mais elevadas da bacia situam-se na sua nascente, a 1580 metros de altitude no pico denominado Alto da Capoeira Grande, na tríplice divisa entre os municípios de Olaria, Lima Duarte e Bom Jardim de Minas.

Outro conjunto quartzítico que se sobressai na paisagem é constituído pela Serra Negra (orientação média O/L). Traço característico dessa Serra é a assimetria dos flancos norte e sul que compõem as escarpas de anticlinais predominantemente rochosas, resultantes de dobramentos tectônicos.

As escarpas de anticlinais das Serra do Ibitipoca, Serra Negra, Serra de Lima Duarte e Serra do Pilão apresentam declividades em geral entre 20 e 45%, podendo chegar, em muitos locais, acima de 45% (Figura 9), em áreas com vertentes geralmente extensas, em escarpa de falha com afloramento de rocha.

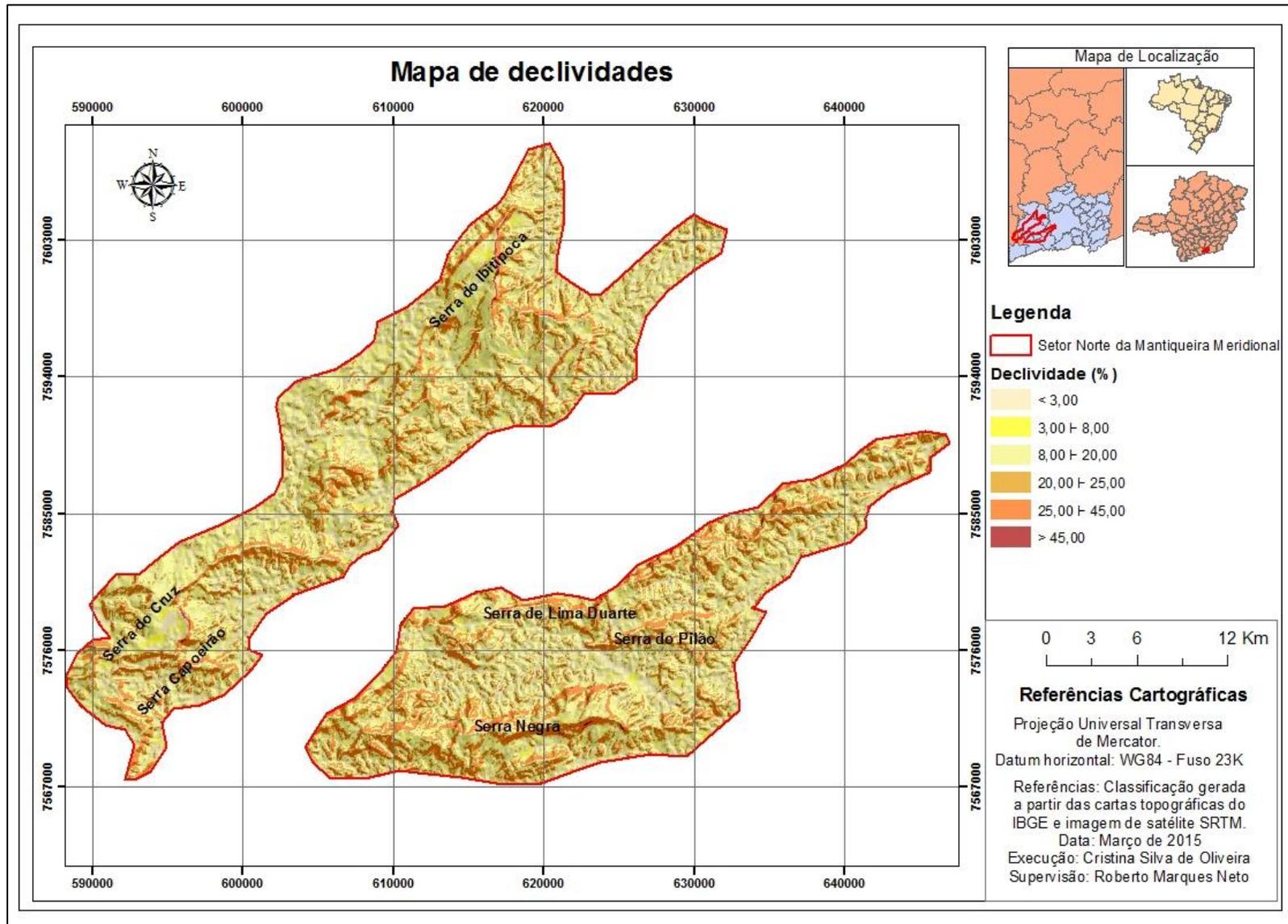


Figura 9: Mapa de declividade das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

Na área compreendida entre a face norte da Serra Negra e a face sul da Serra de Lima Duarte, desenvolve-se o vale do rio Santa Bárbara do Monte Verde associado a planícies de inundação descontínuas e morfologias alveolares (figura 10).

Entre as escarpas, desenvolveram-se relevos menos elevados, e menos declivosos, formando morrotes de topos convexizados, morros e colinas associados a presença de rochas cristalinas.

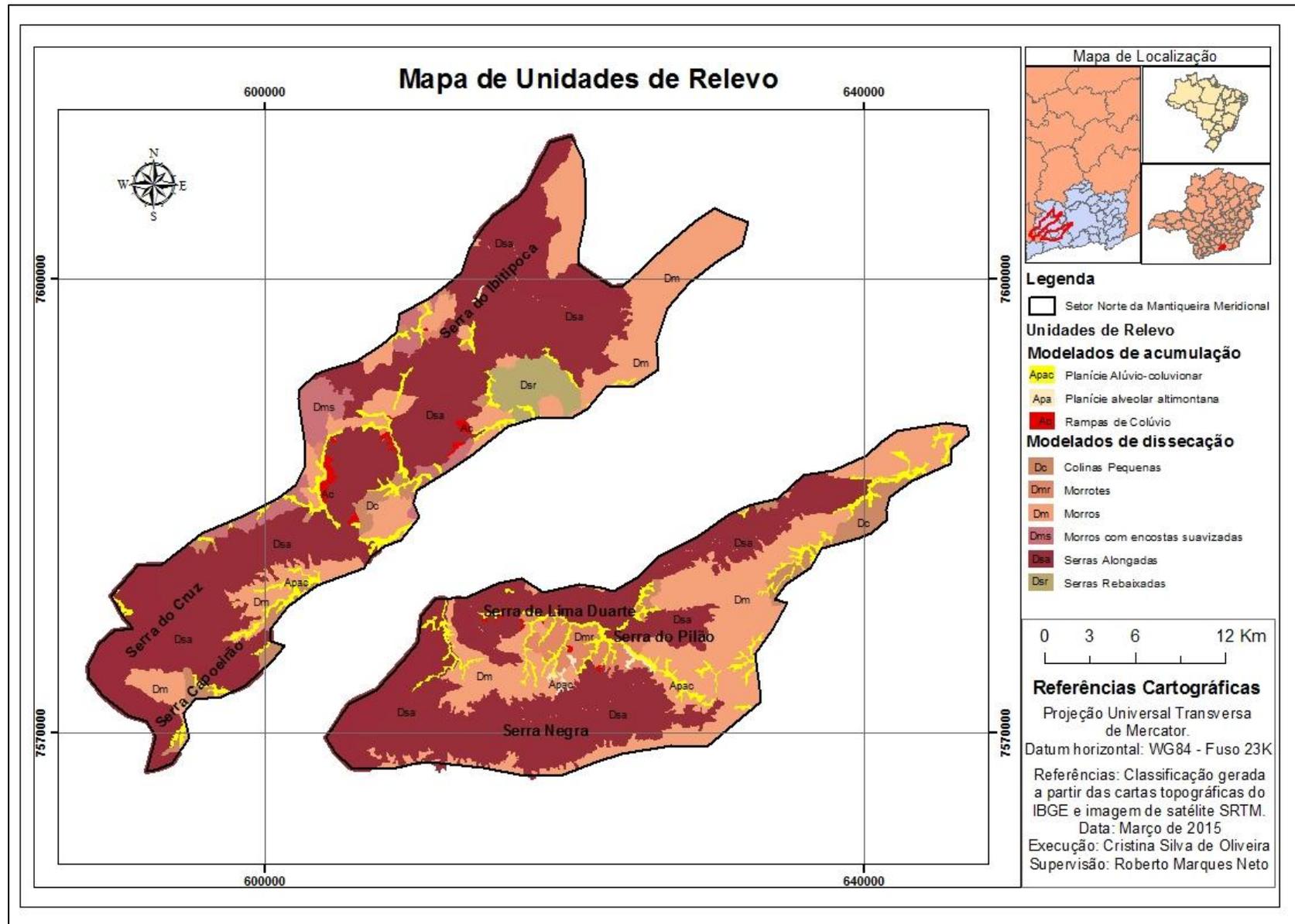


Figura 10: Mapa de Unidades de Relevo das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

Nessas áreas onde há predomínio dos quartzitos a rede de drenagem apresenta um traçado e perfil longitudinal intimamente relacionado com as estruturas planares (falhas, fraturas e dobras) (CORREA NETO *et al*, 1993). Ao interceptar essas litologias quartzíticas há ocorrências de cascatas e cachoeiras (figura 11).

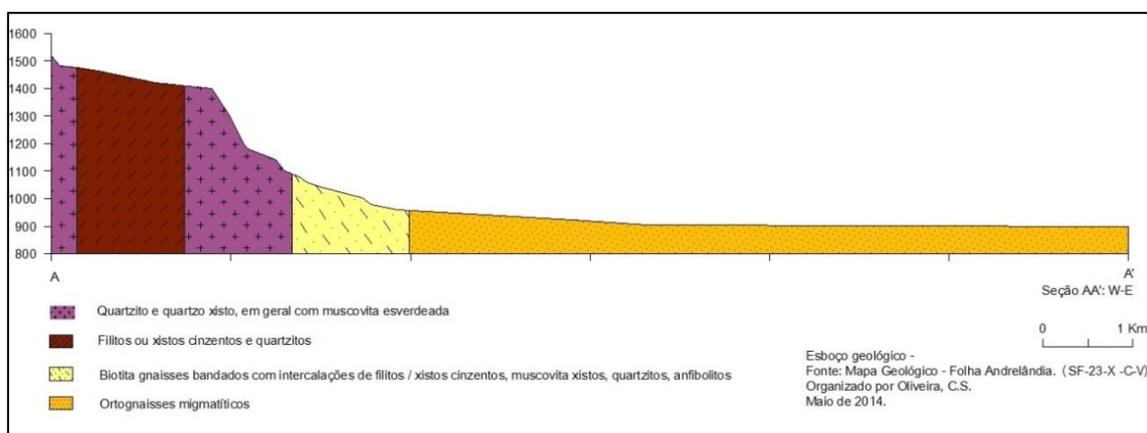


Figura 11: Perfil longitudinal do Córrego São João do Pari, afluente pela margem direita do Ribeirão do Pari.

A drenagem mostra-se com forte controle estrutural em alguns trechos, com traçados retilíneos e bruscas mudanças de curso. O controle morfológico também se faz sentir, dando um modelado dendrítico ao conjunto da drenagem. Este é explicado pelas superfícies de aplainamento presentes na área, com desníveis relativos da ordem de dezenas de metros dentro de uma mesma superfície e que se transforma em centenas de metros de uma superfície para outra (PINTO *et al*. 1991).

A rede de drenagem é, em sua quase totalidade, integrante da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. O principal curso d'água é o Rio do Peixe, que cruza a porção central da área de estudo, correndo, no sentido geral, de oeste para leste. O Rio do Peixe possui como afluentes principais pela margem esquerda, os rios Grão-Mogol formado pelo rio Vermelho e o córrego Santo Antônio, do Salto (que nasce na Serra do Ibitipoca) e Rosa Gomes; pela margem direita recebe o ribeirão Pirapitinga e o Rio Monte Verde.

5.4 - Clima e Topoclima da Serra da Mantiqueira

Nesse município duas estações climáticas estão perfeitamente definidas, uma seca, nos meses de maio a outubro e outra, chuvosa, de novembro a abril. Em Lima

Na Serra do Ibitipoca, parte integrante da Serra da Mantiqueira, e Serra Negra, desenvolve-se um microclima de altitude, com temperaturas baixas, vento constante e uma vegetação rasteira, do tipo campo de altitude e cerrado com arbustos retorcidos e próprios de solo arenoso, dominando a candeia (PINTO *et al.* 1991).

O sistema de serras da Mantiqueira recebe a atuação de massas de ar úmidas e quentes, porém sua altitude permite a diminuição das temperaturas médias e aumento da precipitação pluviométrica (RODELA; TARIFA, 2002).

5.5 - Arranjo Pedológico

Os solos mais recorrentes na área em estudo são os Neossolos Litólicos, Cambissolos Háplicos e Húmicos, Latossolos Vermelho-Amarelos, além de circunstanciais ocorrências de Organossolos (Figura 13).

Na porção norte e sul da área, nas áreas com altitudes elevadas, onde a rocha matriz é o quartzito os solos são pobres, areno-quartzosos com predomínio dos Neossolos Litólicos, (DIAS *et al.*, 2002). Os solos enquadrados nessa classe pelo mapeamento de solos do Estado de Minas Gerais (2010) são compostos essencialmente de 40 % de Neossolo Litólico com presença de um horizonte típico A moderado, de textura arenosa, desenvolvidos em relevo montanhoso e escarpado mais 40 % afloramento de rocha mais 20% Cambissolo Húmico distrófico típico, textura média e argilosa, fase pedregosa e não pedregosa.

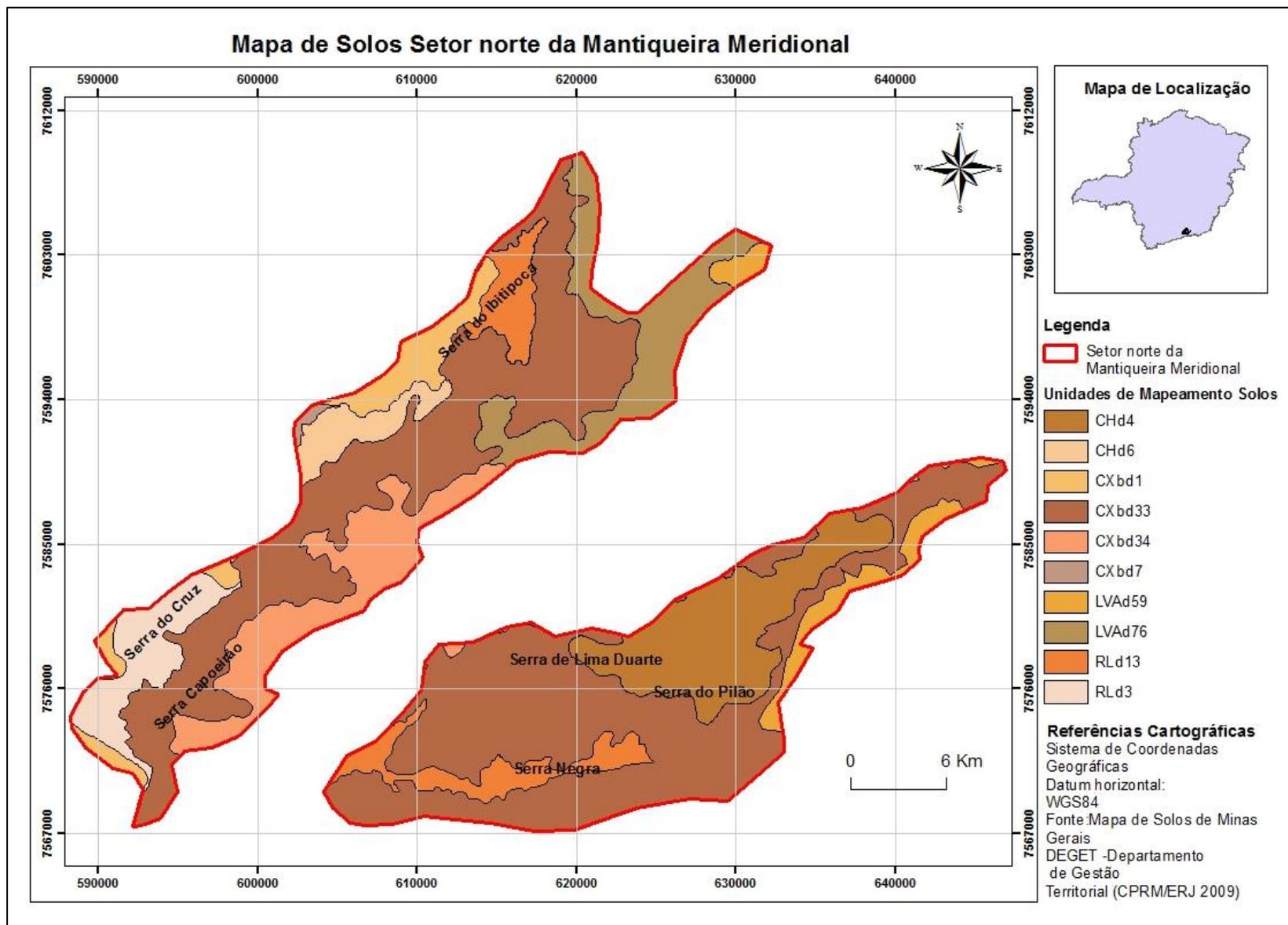


Figura 13: Mapa de solos das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

Legenda expandida: Fonte: Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais – 2010.

CHd4 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso fase pedregosa e não pedregosa (30 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico (20 %) + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (20 %), ambos A moderado textura argilosa relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO AMARELO Distrofico húmico textura muito argilosa relevo montanhoso (15 %), todos A moderado + AFLORAMENTO DE ROCHA (15 %).

CHd6 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso fase pedregosa e não pedregosa (40 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (30 %) + LATOSSOLO VERMELHOAMARELO Distrófico típico (30 %), ambos A moderado e proeminente textura argilosa relevo ondulado e forte ondulado.

CXbd1 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típicos A fraco/moderado textura argilosa; fase caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado.

CXbd7 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa, cascalhento/não cascalhento + LATOSSOLO VERMELHO distrófico A moderado textura argilosa; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado.

CXbd33 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e não pedregosa (40 %) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (30 %), ambos A moderado e proeminente + CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (30 %), ambos textura argilosa, todos relevo forte ondulado e montanhoso.

CXbd34 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (40 %) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (30 %)+ CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e não pedregosa (30 %).

LVAd59 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura argilosa relevo forte ondulado (60 %) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (20 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (20 %).

LVAd76 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente (50 %) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico (25 %) + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico A moderado (25 %); todos de textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso.

RLd3 – NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado/proeminente + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura média/argilosa, pedregoso/não pedregoso; ambos fase campo cerrado, relevo ondulado e forte ondulado.

RLd13 – NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado textura arenosa, relevo montanhoso e escarpado (40 %) + AFLORAMENTO DE ROCHA (40 %) + CAMBISSOLO HÚMICO distrófico típico textura média e argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, relevo forte ondulado e montanhoso (20 %)

5.6 - A Organização da Vegetação e a Dinâmica do Ambiente Natural

O complexo de serras da Mantiqueira, do qual a Serra Negra, Serra de Lima Duarte e a Serra do Ibitipoca fazem parte, apresenta formações florestais que variam de Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Complexo Rupestre de altitude. Essas florestas se encontram em estágios variados de desenvolvimento sucessional, associada aos campos de altitude ou aos campos rupestres (Figura 12), apresentando diversos microhabitats e formações ecotonais diversas (BENITES *et al.*2003).

A Floresta Estacional Semidecidual é uma vegetação condicionada pela dupla estacionalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica

provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15°C (VELOSO, 1991).

A Floresta Ombrófila Densa apresenta fisionomia florestal com dossel superior de 4 m (no caso de florestas de altitude sobre solos rasos ou litólicos) a 25 m de altura (em solos mais profundos), com árvores emergentes chegando a 40 m e sub-bosque denso. Em Minas Gerais está restrita às formações montanas e altomontanas, geralmente acima de 900 m, principalmente nas encostas úmidas das serras do complexo da Mantiqueira (SOCOLFORO; CARVALHO, 2006). Essas formações ocorrem nas vertentes norte e sul da Serra Negra.

Os Complexos Rupestres de Altitude em quartzito, associados aos afloramentos quartzíticos, ocorrem nas cimeiras das cadeias montanhosas do Brasil. Na área em estudo sua distribuição mais expressiva ocorre nas cimeiras da Serra do Ibitipoca e Serra Negra (Figura 14). É uma vegetação adaptada às condições adversas do solo e do clima seco durante o inverno, além disso, apresenta altas taxas de diversidade e endemismos (BENITES et al.2003).

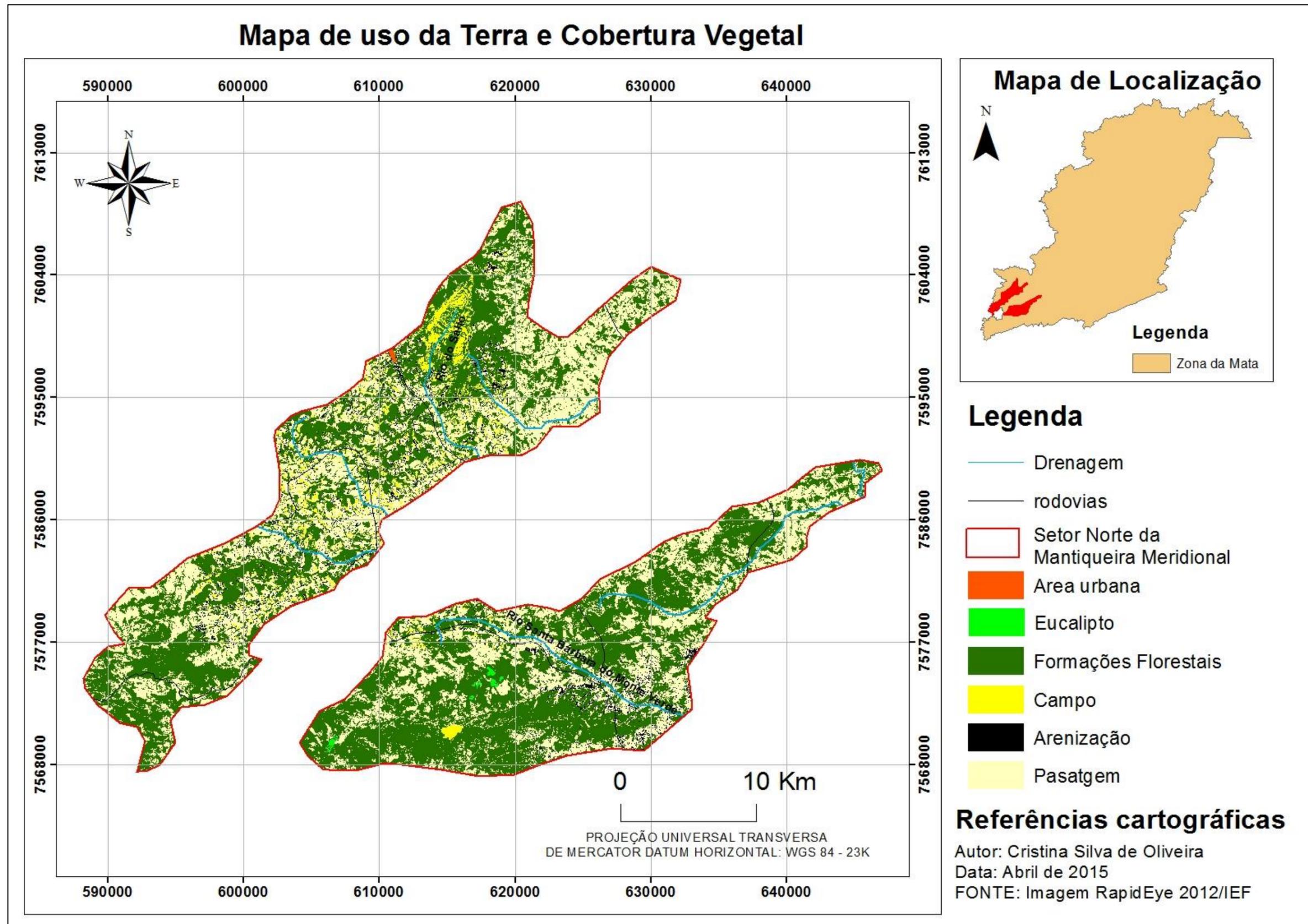


Figura 14: Mapa de uso da terra e cobertura vegetal das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG.

5.7 - Dinâmica Socioespacial e Produção do Espaço Rural na Mantiqueira

Nos municípios de Lima Duarte, Bom Jardim de Minas, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde, Rio Preto, Santa Rita do Ibitipoca, Bias Fortes, Pedro Teixeira e na zona rural de Juiz de Fora, a principal atividade econômica é a pecuária leiteira, com números expressivos de pequenas e médias propriedades distribuídas pela zona rural. A agricultura é pouco desenvolvida, predominando a de subsistência. A indústria extrativista está voltada para a exploração da madeira com grandes reflorestamentos de eucaliptos (Figura 15) interessados em abastecer grandes grupos industriais como Votorantim Metais, Cia Carbureto de Cálcio.

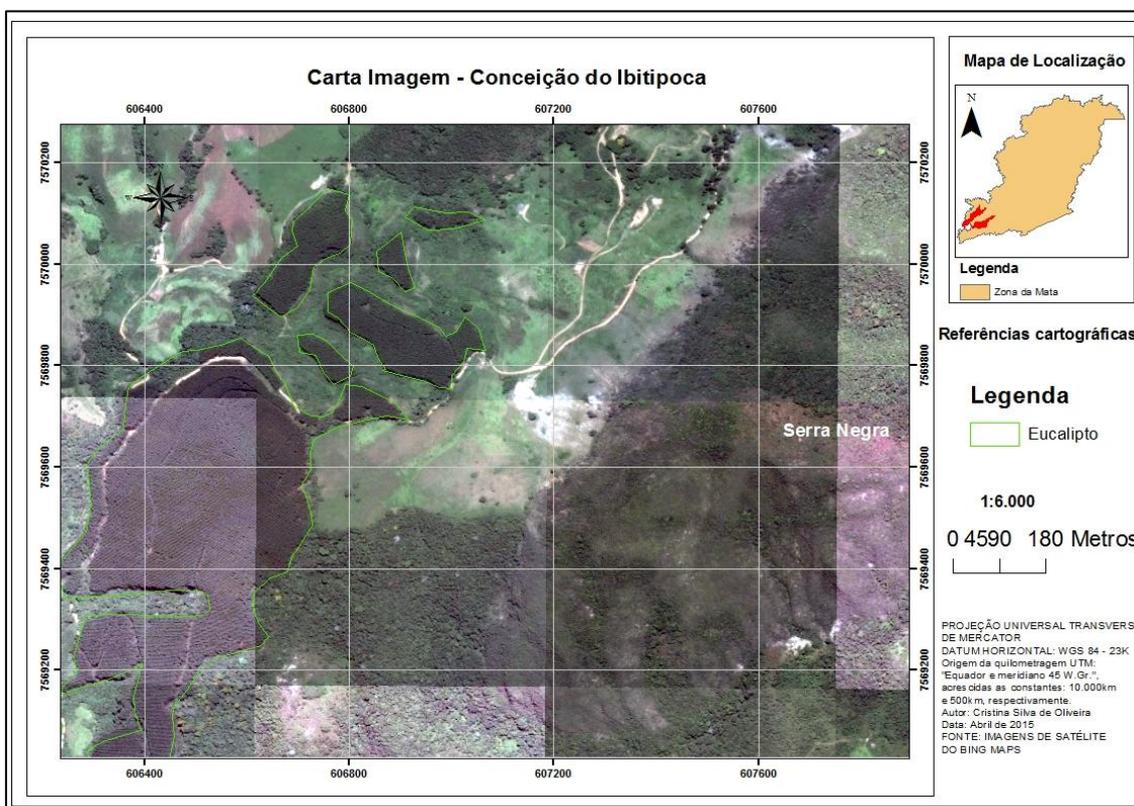


Figura 15: Silvicultura de Eucalipto na porção oeste da Serra Negra.

Além dessas atividades no município, o turismo proporcionou o desenvolvimento local, dos pontos de vista econômico e social, principalmente no Distrito de Conceição do Ibitipoca (Lima Duarte) (Figura 15), cuja principal atividade econômica era agropecuária de subsistência (FORTES, 2011). A autora destaca que esta atividade se tornou oficial com a criação do Parque Estadual do Ibitipoca, em julho de 1973, que desde então recebe milhares de turistas por ano.

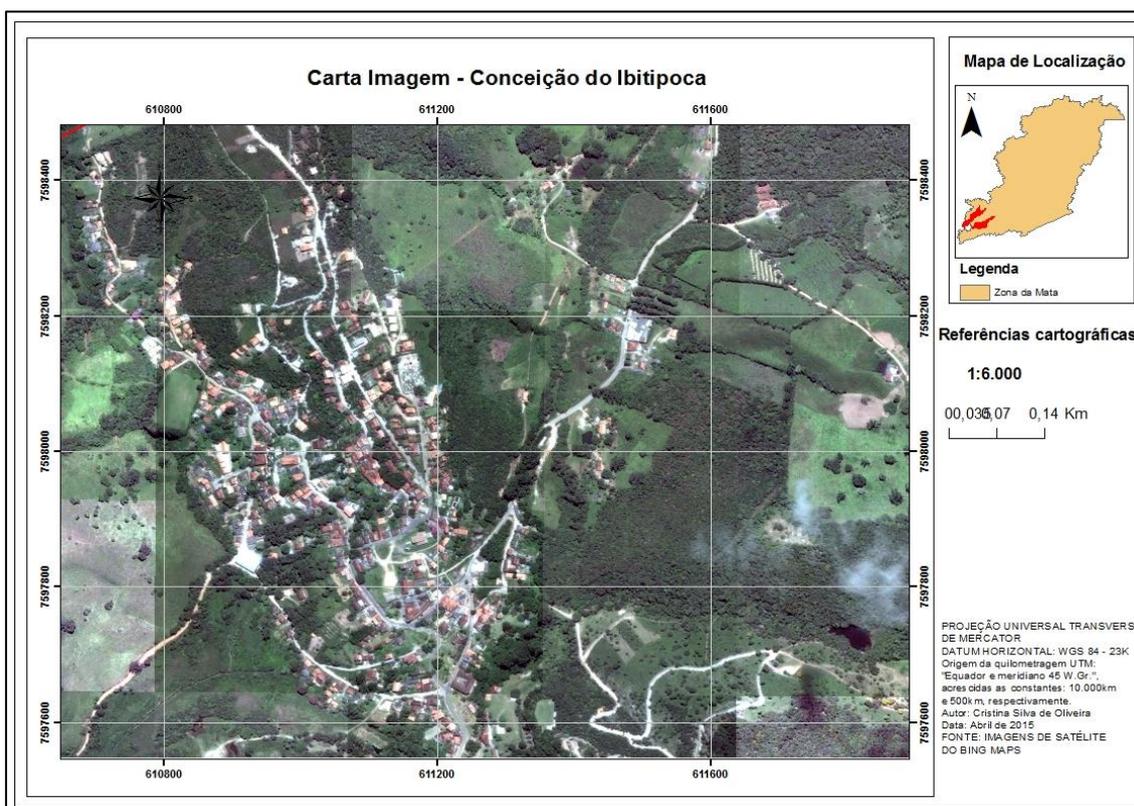


Figura 16: Carta imagem do Distrito de Conceição do Ibitipoca – MG.

De acordo com Araújo (2007), as unidades de conservação promovem a geração de renda e estimulam o desenvolvimento local e regional ao apoiar e promover programas de turismo sustentável, criação de cooperativas de ecoprodutos, além de incentivarem atividades de pesquisa científica e educativas nos ecossistemas de encosta da Mata Atlântica e campos de altitude; áreas de grande significado geocológico para a região sudeste.

CAPÍTULO VI – ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DOS GEOSISTEMAS NA PORÇÃO NORTE DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL MINEIRA

Os geossistemas do setor norte da Mantiqueira Meridional Mineira, abrangido por segmentos dos municípios de Juiz de Fora, Lima Duarte, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde, Rio Preto, Bom Jardim de Minas, Santa Rita do Ibitipoca, Bias Fortes e Pedro Teixeira, são particularmente influenciados pelo sistema orográfico regional das escarpas e reversos da serra. Nessas áreas o contraste pronunciado da paisagem se dá não apenas em função das características do relevo, mas pelos sistemas vegetacionais florestais marcadamente diferentes dos componentes arbustivo e herbáceo das cimeiras da Mantiqueira (Figura 17).

O mapa gerado em escala 1: 250.000 indica diferenças pronunciadas na complexidade das estruturas horizontais dos geossistemas das áreas montanhosas e das áreas com modelados de morros; estas últimas tipificam uma elevada diversidade dos usos e ocupação das terras, consubstanciado em variados contornos de paisagem.

Oliveira e Marques Neto (2015) constataram que embora as grandes formações vegetais se diferenciem em função de fatores geoambientais - se distinguindo pela fisionomia, florística e aspectos geocológicos - nas paisagens da Mantiqueira Meridional, as características geomorfológicas e os processos biofísicos a elas associados influenciam na constituição de elementos paisagísticos conferindo-lhe peculiaridades em função dos aspectos azonais formadores da paisagem que se interpenetram aos elementos zonais na composição dos geossistemas.

No mapa da figura 17 foram espacializados os geossistemas que compõem o macrogeócoro do setor norte da Mantiqueira Meridional. As classes de fácies estão organizadas espacialmente em: Vertentes escarpadas alongadas com Floresta Estacional Semidecidual sob influência de pastagem; Vertentes escarpadas alongadas e interflúvios estreitos com Floresta Ombrófila Densa Montana com influência de silvicultura; Patamares de Cimeira com campos rupestres de altitude em quartzito; Vertentes Escarpadas com Floresta Ombrófila densa Montana; Vertentes escarpadas alongadas com pastagem e floresta; Morros e vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual sob influência de pastagem; Morros e vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual alterada com influência de pastagem.

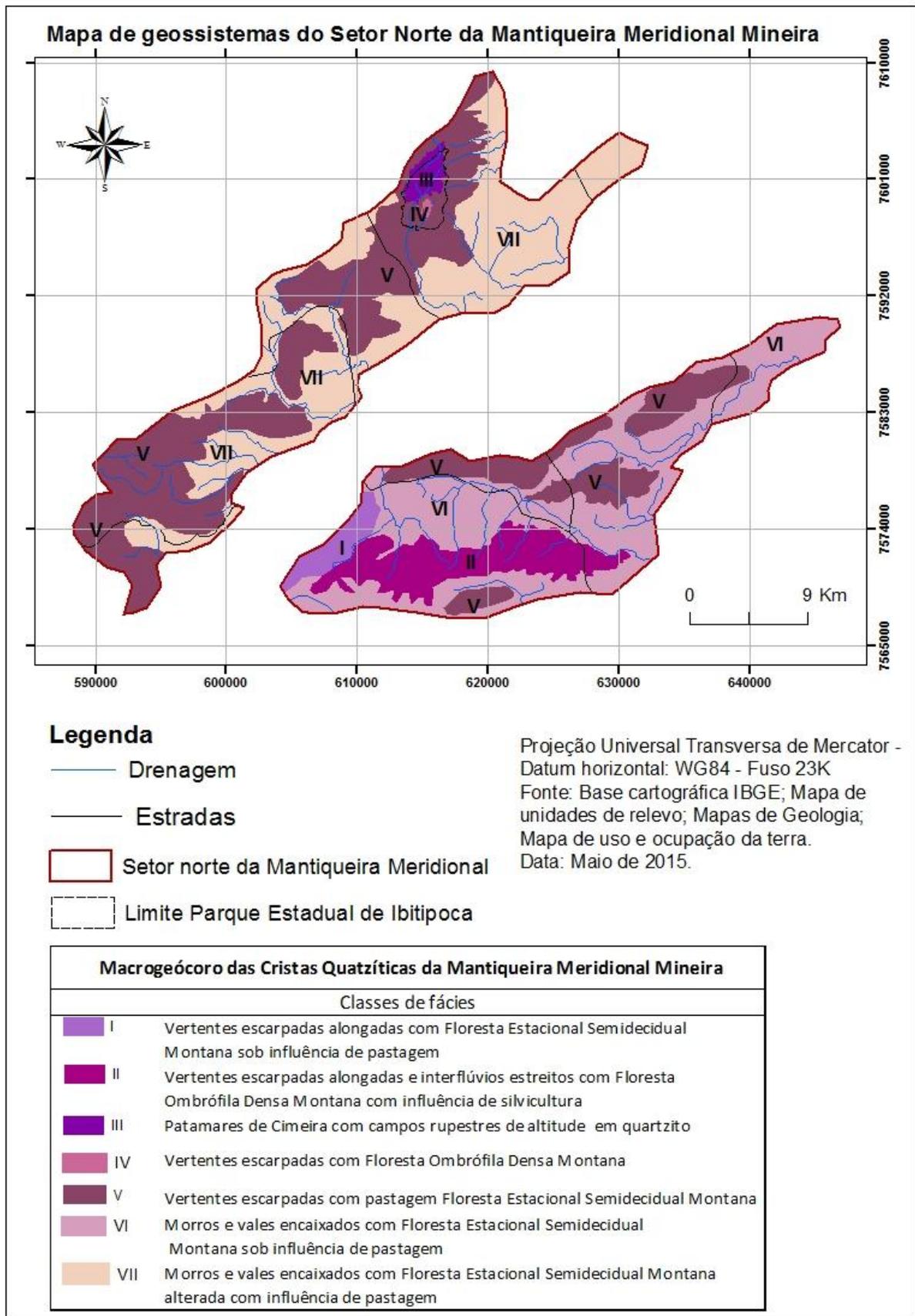


Figura 17: Mapa de geossistemas das cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira na Microrregião de Juiz de Fora- MG. Fonte: Adaptado de Oliveira; Marques Neto, 2015.

Dentre as características que compõem as paisagens do setor norte da Mantiqueira Meridional Mineira, o gradiente ambiental delineado em função das mudanças nos elementos geocológicos é um deles. Em função desse gradiente, são perceptíveis mudanças relativamente graduais na vegetação e solos, como aquelas visualizadas no alto, médio e baixo curso do córrego do Salto e aquelas presentes na bacia hidrográfica do Córrego Grande (sul de Lima Duarte – face norte da Serra Negra) (Figura 18).

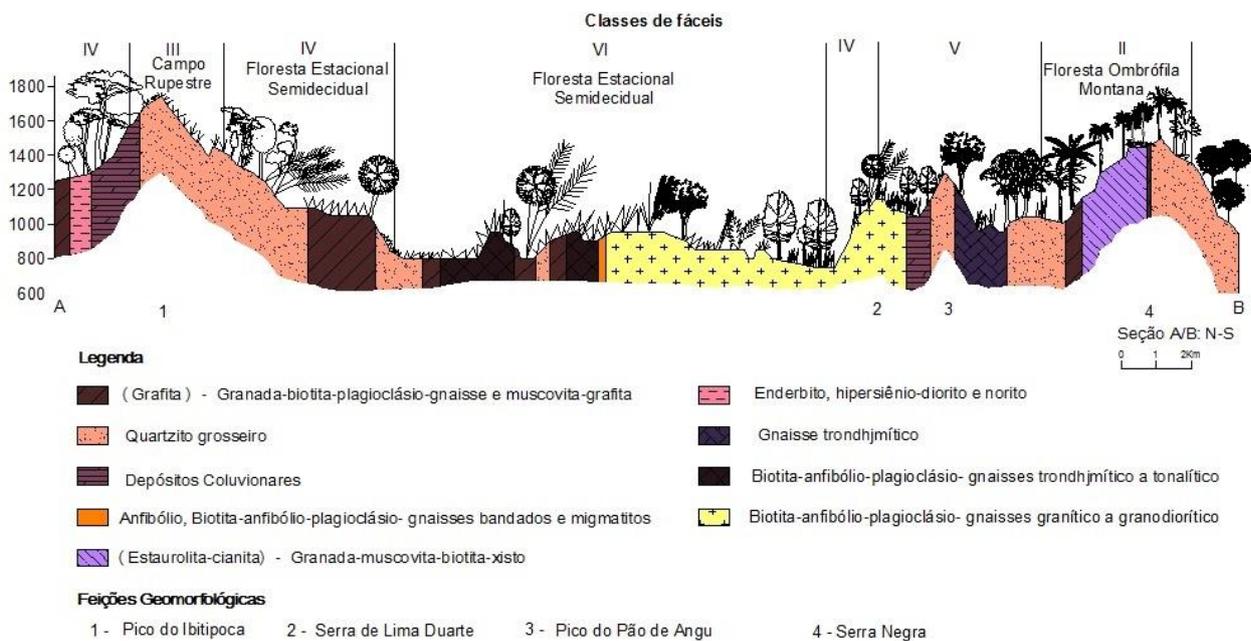


Figura 18: Perfil geocológico e esboço geológico A/B. Base planialtimétrica – Carta topográfica Barbacena (SF-23-X-C) 1:250.000. Fonte: Oliveira; Marques Neto, 2015.

O tipo de rocha sobre as quais se emolduram tais feições geomorfológicas de caráter regional confere características peculiares a estas paisagens, especialmente nas áreas onde a amplitude altimétrica alcança seus valores mais altos. As cristas quartzíticas da Serra da Mantiqueira, devido sua elevada resistência aos processos de intemperismo comparativamente às rochas gnáissicas, salientam na paisagem formas de relevos assimétricas, com encostas íngremes e topos aguçados a aplainados. Essas feições denudacionais aparecem nos topos e cimeiras da Serra Negra, Serra do Pilão e Serra de Lima Duarte; nas encostas íngremes do conjunto de cristas que compõe esse setor da Serra da Mantiqueira, o modelado é caracterizado pela presença de rampas coluviais preenchidas por areias quartzosas provenientes da intemperização dos quartzitos.

6.1 - Geossistema I – Vertentes escarpadas alongadas com Floresta Estacional Semidecidual Montana sob influência de pastagem

O geossistema I é constituído por planos inclinados, posicionados em cota altimétrica entre 700 e 1100 metros, nos cursos superiores dos vales e/ou separando a superfície de topo dos patamares de cimeira das Serras de Lima Duarte e Serra Negra, Serra do Pilão e Serra do Cruz.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pari, áreas de cabeceira do Ribeirão do Pari e do Córrego São João do Pari compreendem as zonas de maior erosão da bacia, onde os cursos d'água percolam em leito rochoso.

O curso do córrego São João do Pari apresenta-se adaptado à falha no substrato quartzítico, que está submetido a um controle estrutural de expressão regional ao longo da Serra da Mantiqueira. Para jusante do canal, as declividades vão se atenuando até formarem estreitas áreas de acumulação.

Nessa unidade, em todas as direções, rupturas de declive bruscas separam os níveis ondulados superiores das rampas e degraus inferiores rebaixados pelos afluentes do Ribeirão do Pari. Tais áreas apresentam vales profundos com vertentes dissecadas ocupadas por um mosaico de corredores de vegetação intercaladas com pastagem.

Esse geossistema é formado por fácies desenvolvidas em fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual, sob condições climáticas caracterizadas por um período seco e outro chuvoso (Figura 19).



Figura 19: Modelado de dissecção das vertentes da Serra do Ibitipoca: A- vertentes com exposição de afloramentos rochosos, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem. B- No primeiro plano são perceptíveis polígonos de

floresta estacional semidecidual; ao fundo vista para o cânion formado pelo Rio do Salto na Serra do Ibitipoca. Fonte: Acervo pessoal da autora.

6.2 - Geossistema II – Vertentes Escarpadas alongadas e interflúvios estreitos com Floresta Ombrófila Densa Montana

O geossistema é caracterizado por relevos de topografia irregular formados por vertentes de declives acentuados e planos rampeados convergentes para os vales. Esse geossistema compreende um conjunto de relevos dissecados e rampeados desenvolvidos em litologias quartzíticas (Figura 20).

No vale do córrego Grande, ao sul do município de Lima Duarte, o leito se aprofundou nas falhas e fraturas até atingir o quartzito. Apresenta vales e sulcos encaixados por imposição da estrutura geológica. Ocorrem segmentos de canais rasos, preenchidos por colúvios provenientes das vertentes de blocos topograficamente elevados.



Figura 20: A – Vale profundo com vertentes íngremes e desnível elevado, esculpido em litologias quartzítica, denotando forte controle estrutural. O Canyon esta localizado na divisa extremo leste da Fazenda Serra Negra; B- Aspecto da vegetação ombrófila vista da face norte da Serra Negra e ao fundo linha de cumeada resultante da interseção das vertentes de forte declive da Serra Negra. Fonte: Helvécio Rodriguez Pereira Filho (2007).

O conjunto sistêmico de fácies desse geossistema é caracterizado por Cambissolos e Neossolos. Além dos afloramentos, é recorrente a exposição de materiais coluviais decorrentes dos processos de arenização do quartzito (Figura 21) circundado por vegetação campestre e Floresta Ombrófila Densa Montana. As litologias quartzíticas e as coberturas de alteração arenosas associadas, na presença de vegetação

aberta, dão margem ao desenvolvimento de uma série de focos de arenização a partir da exposição e expansão das areias quartzosas aflorantes.



Figura 21: Vertentes dissecadas com exposição de materiais coluviais decorrentes dos processos de arenização do quartzito. Face norte da Serra Negra. Fonte: Helvécio Rodriguez Pereira Filho (2007).



Figura 22: Lavra de extração de areia quartzosa nas proximidades do Povoado de Monte Verde usada para pavimentação de estradas rurais. Fonte: arquivo particular da autora (2013).

6.3 - Geossistema III – Patamares de Cimeira com campos rupestres de altitude

Esse geossistema localiza-se na superfície de topo e contorna as cimeiras da Serra de Ibitipoca e Serra Negra (Figura 23). Em escala regional o relevo desse geossistema aparece relativamente plano nas cimeiras do Ibitipoca, refletindo a homogeneidade litológica da serra composta predominantemente de quartzitos. Os quartzitos individualizam-se nessas paisagens pelo aspecto marcante das cristas e cimeiras aplainadas. Os níveis altimétricos variam de 1400 a 1780 metros. As coberturas nesse geossistema são constituídas de solos rasos, com pouco desenvolvimento pedogenético, resultantes da acumulação dos produtos da desnudação ou da alteração de rochas antigas.



Figura 23: Aspecto do relevo e da vegetação de campos rupestres de altitude dos Geossistemas Patamares de Cimeira. A- Cimeira da Serra Negra; B- Cimeiras do Ibitipoca. Foto: Cristina Silva de Oliveira, 2015.

6.4 - Geossistema IV – Vertentes Escarpadas com Floresta Ombrófila densa Montana

O que caracteriza esse geossistema são as formações florestais ombrófila densa Montana (floresta de neblina) no interior do Parque Estadual do Ibitipoca (Figura 24). As vertentes são íngremes, favorecendo a boa drenagem do manto pedológico. Ocorrem nas vertentes montanhosas a barlavento, onde as massas de ar ascendentes, potencializadas pela presença da vegetação ombrófila densa são responsáveis pela precipitação e neblina.

Nesse geossistema, as formações florestais se diferenciam em função do número de samambaias arborescentes e musgos epifíticos pendentes de todos os ramos. O elevado número de espécies epífitas relaciona-se ao incremento de precipitação

horizontal que ocorre no contato da neblina com a superfície das plantas (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013).



Figura 24: Floresta nebulosa no Parque Estadual de Ibitipoca. Fonte: Flávio Varricchio. Foto: maio de 2012.

6.5 - Geossistema V – Vertentes Escarpadas alongadas com pastagem e Floresta Estacional Semidecidual Montana

As formas de relevo predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V” encaixados (Figura 25). As pastagens ocorrem de maneira esparsa por toda Serra da Mantiqueira, sobretudo nas altitudes inferiores a 1100 metros. No entanto, sua expansão para os domínios mais elevados da serra produz pressão significativa nas fisionomias vegetais, bem como alterações nos processos morfodinâmicos (Figura 26).



Figura 25: Vista das altas escarpas e dos alinhamentos das superfícies mais elevadas da Serra da Mantiqueira no contexto estudado. No primeiro plano, morros recobertos por pastagens intercaladas com corredores de Floresta Estacional Semidecidual. No segundo plano, vertentes dissecadas e frente escarpada da Serra da Mantiqueira. Foto: Cristina Silva de Oliveira. Data: 22/05/2014.



Figura 26: Contraste estabelecido entre a encosta da Serra de Ibitipoca e as feições mamelonares de morros nas porções mais rebaixadas da área de estudo. Na fotografia, são perceptíveis as diferenças existentes entre os elementos da paisagem no topo da Serra do Ibitipoca daqueles próximos ao fundo do vale.

6.6 - Geossistema VI – Morros e Vales encaixados com Floresta Estacional Floresta Semidecidual Montana sob influência de pastagem

Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 900 metros com altitudes variando até 1250 metros. As formas predominantes são topos alongados, em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V” fechado (Figuras 26 e 27). Esse aspecto morfológico deriva da acentuada decomposição das rochas graníticas ou gnáissicas que compõem essa unidade.



Figura 27: Modelados mamelonares e vales encaixados com corredores de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pari. Foto: Cristina Silva de Oliveira. Data: 22/05/2014.



Figura 28: Geossistema composto de relevo dissecado marcado pela presença de morros com formas arredondadas com vertentes convexas, esculpidos em ortognaisses migmatíticos. Ao fundo, vertentes florestadas da Serra da Mantiqueira. Foto: Cristina Silva de Oliveira. Data: 22/05/2014.

Os solos que compõem o geossistema VI são classificados como latossolos (Figura 27). Esses solos possuem avançado estágio de intemperização, são muito evoluídos, como resultado de transformações químico-físicas do material constitutivo. Na área em estudo, ocupam as áreas geomórficas de morros.

No perfil estudado (p1), contatou-se a presença de poros e boa drenagem do solo, associado ao bom desenvolvimento radicular (Figura 28). A estrutura do solo é prismática e sua textura argilosa ou muito argilosa ao longo do perfil, sendo que o horizonte A (superficial) é relativamente escuro, ocorrendo sobrejacente ao horizonte de cor brunada. Devido a perdas de base no processo de intemperização, p1 possui pH ácido de 5,9.

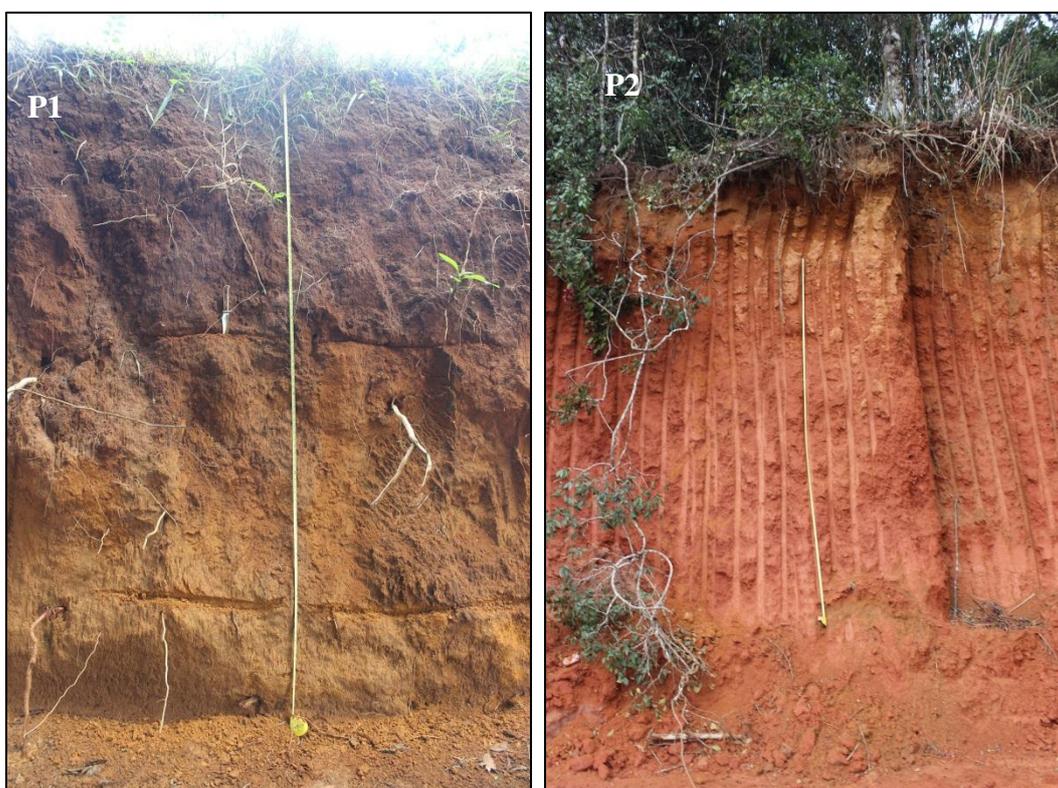


Figura 29: Estrutura vertical do solo: P1 - Latossolo Bruno - localização - 616.551/7.590.358; P2 - Latossolo Vermelho Amarelo - localização - 611.721/7.596.772. Fonte: Acervo pessoal da autora.

O perfil P2 constitui a classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade (Figura 28). Apresentam textura argilosa e estrutura do tipo colunar, com pH 5,1.

6.7 - Geossistema VII - Morros e Vales encaixados com Floresta Estacional Semidecidual Montana alterada

As feições de morros com encostas côncavas, marcadas por corredores de mata ciliar e matas de encosta, sobressaem-se na paisagem, conforme acentuado na figura 29. Nesses compartimentos de encostas com topografias côncavas se desenvolvem as cabeceiras de drenagem que originam a rede hidrográfica dos principais canais fluviais que atravessam a área de estudo. Essas áreas de ocupação pretérita predominantemente rural, por vezes associada ao uso extensivo das pastagens, e plantações de silvicultura (Figura 30) contribuem para a ocorrência de processos erosivos mais acentuados nos trechos mais declivosos da bacia.



Figura 30: Morros com setores côncavos no primeiro e segundo plano da fotografia; ao fundo, destaque aos alinhamentos da Serra da Mantiqueira e à exposição de uma parcela de solo em encosta íngreme. Foto: Cristina Silva de Oliveira. Data: 22/05/2014.



Figura 31: Morros com silvicultura e pastagem no primeiro plano; no segundo plano fragmentos florestais intercalados com pastagem. Fonte: Acervo pessoal da autora.

A maior parte da área ocupada pelo geossistema VII, mesmo as áreas de relevo altamente declivoso, encontra-se ocupada por agricultura ou pastagens. Os principais problemas estão relacionados aos desmatamentos pretéritos e atuais que expõem as encostas excessivamente declivosas a processos erosivos, principalmente nos períodos chuvosos.

CAPÍTULO VII - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS GEOSSISTEMAS NO PERÍMETRO ABRANGIDO PELO PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA

A heterogeneidade dos geossistemas das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional, mais especificamente da Serra do Ibitipoca, é formada em grande parte por mosaicos de áreas abertas e florestais. A complexa interação entre o material de origem, profundidade do substrato, posição relativa das encostas e exposição das vertentes ao sol, aos ventos e neblina são os fatores responsáveis pelo padrão espacial em mosaico dos geossistemas da Serra da Mantiqueira (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013). Em outras palavras, as peculiaridades espaciais e a localização desses geossistemas derivam de fatores abióticos.

O Parque Estadual do Ibitipoca é uma Unidade de Conservação Estadual que está sob administração do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais – IEF. Localiza-se aproximadamente a 100 km de Juiz de Fora, entre os municípios de Lima Duarte, Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, na Microrregião de Juiz de Fora, inserida na Zona da Mata, em Minas Gerais. No total, o parque possui uma área de 1488 hectares.

A geodiversidade do Parque Estadual de Ibitipoca é típica de paisagens esculpidas em rochas quartzíticas. Em tais paisagens são encontradas cavernas escavadas em quartzitos, mirantes em forma de picos, cânions e lagos.

No contexto específico da Serra do Ibitipoca, as questões relacionadas à diferenciação intra-regional da paisagem em nível local estão associadas a processos de troca de matéria e energia dos geossistemas montanhosos. Um dos parâmetros físico-geográficos que contribuem para diversificação dos complexos paisagísticos na Serra do Ibitipoca é o clima. A especificidade do mesoclima e o microclima da serra foram estudados por Rodela e Tarifa (2002) que observaram um incremento de precipitação vertical e horizontal, favorecendo a formação de ilhas pluviais orográficas que orientam a distribuição espacial das fitofisionomias do Parque.

O mapa apresentado abaixo caracteriza a tipologia e associações espaciais dos geossistemas do Parque Estadual do Ibitipoca. A paisagem em questão é distinguida pela transição de florestas nebulares e nanoflorestas para savanas e campinas, bem marcadas pelas nuances de associações que estabelecem com os demais complexos naturais. As inter-relações geocológicas discriminadas pela classificação geossistêmica

estão explicitadas na tabela (legenda) que acompanha o mapeamento do Parque Estadual do Ibitipoca.

Através dos procedimentos de classificação geossistêmica foram identificados 5 grupos de fácies distribuídos pela área abrangida pelo Parque Estadual do Ibitipoca (Quadro 7). O quadro fornece resultados sistematizados das associações espaciais entre os grupos de fácies e fácies do geossistema da área em estudo. Optou-se por adotar a nomenclatura proposta por Oliveira-Filho²⁵, *et al.*, (2013) para as fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca.

²⁵ Na proposta dos autores, a savana-arbustiva, a savana arbustivo-áborea, a campina lenhosa e a campina correspondem aos complexos rupestres de altitude de Benites *et al.*, (2003). As fitofisionomias florestais estão coerentes com a classificação do IBGE (Velooso *et al.*, 1991). Portanto, a Floresta Nebular corresponde à Floresta ombrófila densa montana. As nanoflorestas correspondem às matas ciliares de Rodela e Tarifa (2001). O arbustal nebuloso corresponde ao campo rupestre arborizado de Salimenta-Pires (1997). A Savana arbustivo-áborea e a Savana arbustivo nebuloso correspondem aos cerrados de altitude de Rodela e Tarifa (2001) e aos campos de altitude de Dias *et al.*, (2002). A campina lenhosa nebulosa e a campina nebulosa são denominadas fitofisionomias do campo rupestre por Rodela e Tarifa e Salimenta Pires (1997).

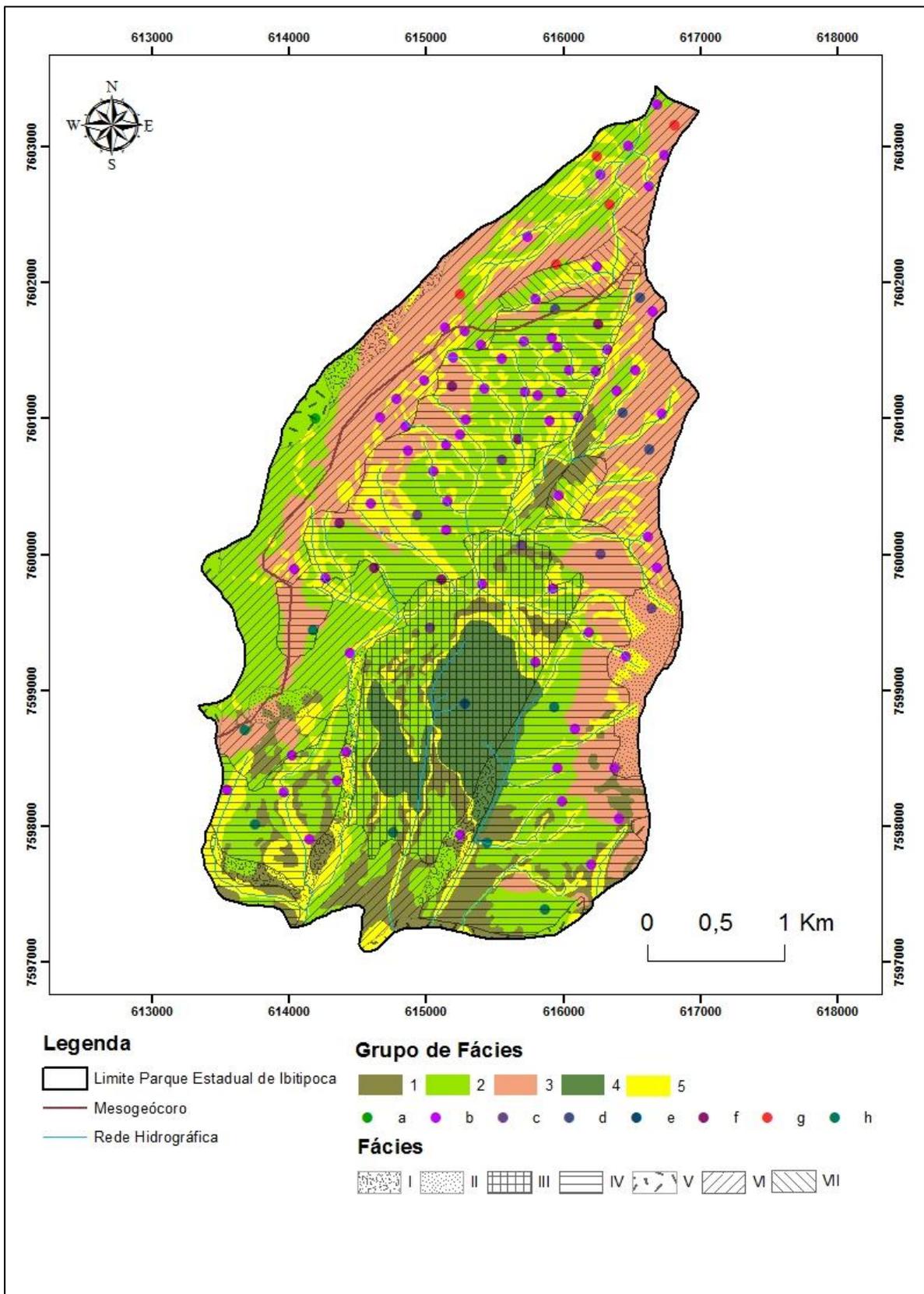


Figura 32: Mapa de Grupo de fácies e fácies dos geossistemas do Parque Estadual de Ibitipoca

Quadro 7: Grupos de Fácies e Fácies dos geossistemas do Parque Estadual de Ibitipoca.

1-Arbustal Nebular	
Grupo de Fácies	
a -Cristas Ravinadas	VI- Neossolo Litólico
b- Escarpas	II- Cambissolo quartzito
c- Grotas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	VI- Neossolo Litólico
d- Vertentes	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	VI- Neossolo Litólico
e- Vertentes com vales encaixados	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	V- Latossolo
g- Rampas	VI- Neossolo Litólico
	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
h- Topos aplainados	VI- Neossolo Litólico
	Mesogeócoro

2-Savana Arbustiva-arbóreo nebuloso e savana arbustiva nebuloso	
Grupo de Fácies	
a -Cristas Ravinadas	IV- Complexo Neossolo Litólico
	III- Cambissolo substrato xisto
	VI- Neossolo Litólico
b- Escarpas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	V- Latossolo
	VI- Neossolo Litólico
c- Grotas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
	VI- Neossolo Litólico
d- Vertentes	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	VI- Neossolo Litólico
e- Vertentes com vales encaixados	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
	VI- Neossolo Litólico
f- Patamares	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
g- Rampas	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
h- Topos aplainados	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
Mesogeócoro	

3-Campina Lenhosa Nebular e campina Nebular	
Grupo de Fácies	
a -Cristas Ravinadas	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
b- Escarpas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
c- Grotas	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
e- Vertentes com vales encaixados	II- Cambissolo quartzito
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	V- Latossolo
f- Patamares	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
g- Rampas	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
h- Topos aplainados	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
Mesogeócoro	

4- Floresta Nebular	
Grupo de Fácies	
c- Grotas	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
d- Vertentes	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
e- Vertentes com vales encaixados	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
g- Rampas	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
Mesogeócoro	

5- Nanofloresta Nebular	
Grupo de Fácies	
a -Cristas Ravinadas	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
b- Escarpas	I- Afloramento de rocha
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	V- Latossolo
	VI- Neossolo Litólico
c- Grotas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
	VI- Neossolo Litólico
d- Vertentes	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
	VI- Neossolo Litólico
e- Vertentes com vales encaixados	I- Afloramento de rocha
	III- Cambissolo substrato xisto
f- Patamares	VI- Neossolo Litólico
	VII- Neossolo quartzarenico
g- Rampas	I- Afloramento de rocha
	II- Cambissolo quartzito
	III- Cambissolo substrato xisto
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
h- Topos aplainados	VII- Neossolo quartzarenico
	IV- Complexo Neossolo Litólico
	VI- Neossolo Litólico
Mesogeócoro	

7.1 - Grupo de Fácies

1- Arbustal Nebular

Esse geossistema ocorre na porção sul/sudeste do Parque Estadual Ibitipoca associado à fácies arenosas. Os Neossolos Quartzarênicos são essencialmente quartzosos, desprovidos de minerais primários alteráveis, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes. Ocorrem em Cristas Ravinadas, Escarpas, Grotas, vertentes, Vertentes com vales encaixados, Rampas e em Topos aplainados.

O arbustal nebular caracteriza-se pelo predomínio do componente arbustivo na fitomassa e pela ausência de revestimento campestre sobre o solo. Os caules do subarbusto formam a ossatura do arbustal e suas copas formam um estrato mais ou menos contínuo de 1 a 3 metros de altura (Figura 30), (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013).



Figura 33: Aspecto do relevo e vegetação dos arbustais nebulares presentes no Parque Estadual de Ibitipoca. Em A –arbustais nebulares nos topos aplainados; B – distribuição dos arbustais nas rampas e escarpas com afloramento de rocha intercalado com as formações campestres. C- vista para a ramificação tortuosa e cobertura de líquens nos troncos e folhas dos arbustais nebulares. Em D – imagem aérea ilustrando faixas vegetacionais de arbustal e vegetação savânica e campestre. Fonte: arquivo particular da autora.

2- Savana Arbustiva-arbóreo nebular e savana arbustiva nebular

No conjunto, esse grupo estende-se por toda a área do parque estando associado a diferentes tipos de solos. As vertentes com vales encaixados estão associadas a solos pouco a medianamente desenvolvidos (III- Cambissolo substrato xisto e II- Cambissolo quartzito). O cambissolo substrato xisto evidencia em seu perfil cores brunadas em superfície, as quais vão gradualmente se tornando amareladas nos horizontes inferiores, nas proximidades com material quartzítico (ROCHA, 2013).

Nos escarpamentos de falha (paredões abruptos) e adjacências, nos patamares de cimeira do Parque Estadual do Ibitipoca esse grupo de fácies parece associado a afloramentos de rocha e a neossolos litólicos.

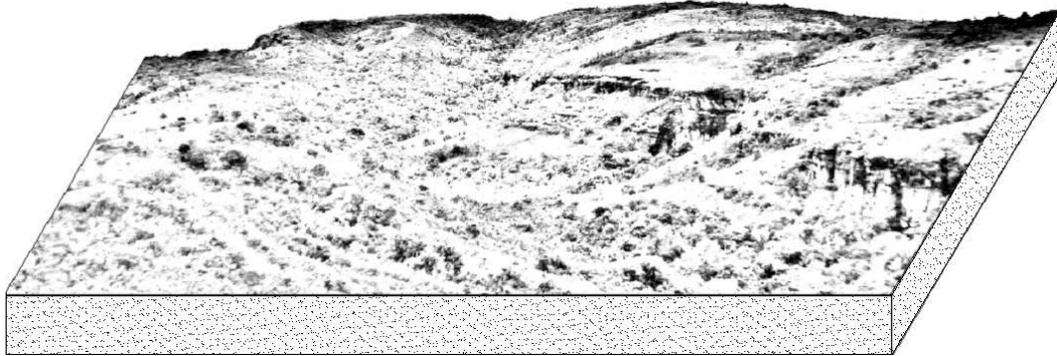


Figura 34: Bloco diagrama ilustrando as superfícies aplainadas dos Patamares de Cimeira do Parque Estadual de Ibitipoca. Elaborado pela autora.

Oliveira-Filho, *et al.*, (2013) destacam que estas fitofisonomias abrangem uma série de expressões de vegetação savânica nebular supermonta que tem com aspecto unificador o componente lenhoso semidecíduifólio, formado por árvores e arbustos, e o campestre alternifólio, formado por subarbustos e ervas.



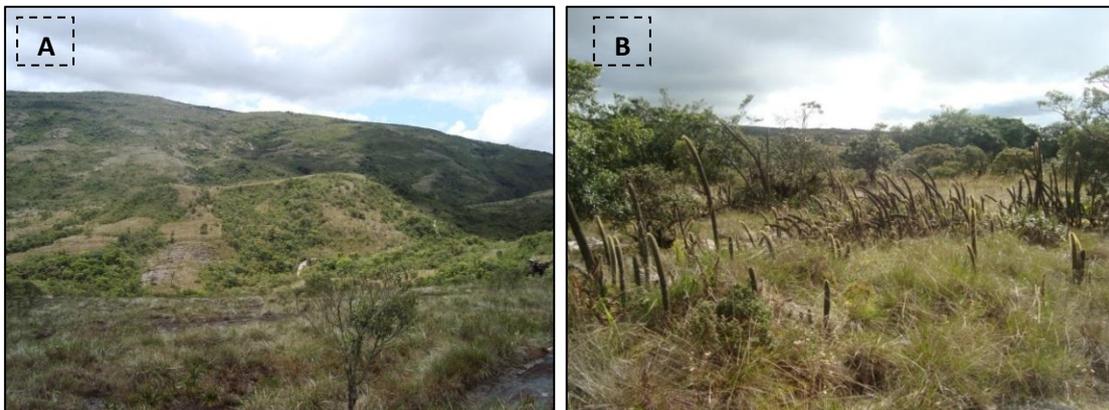


Figura 35: Aspecto das superfícies do relevo onde ocorrem as fitofisionomias savânicas. Em A e C- transição entre as campinas e as savanas arbustivas; B- orquídea rupícola - *Hoffmannseggella crispata*, espécie endêmica e ameaçada de extinção no estado de Minas Gerais, protegida no Parque Estadual do Ibitipoca - distribuição restrita a altitudes elevadas das savanas; D – caráter tortuoso das espécies lenhosas adaptadas a solos pedregosos e pobres em nutrientes. Fonte: arquivo particular da autora.

3- *Campina Lenhosa Nebular e campina Nebular*

Esse grupo estende-se pelas áreas periféricas do Parque Estadual do Ibitipoca, onde a altitude atinge valores superiores a 1400 metros. Ocorrem associadas a solos pouco desenvolvidos, com textura predominantemente arenosa, pobreza química e baixa capacidade de troca catiônica (ROCHA, 2013).

As fitofisionomias são representadas por uma cobertura vegetal contínua compostas de densas populações de graminóides (gramíneas, ciperáceas e eriocauláceas) mescladas a ervas e subarbustos. As gramíneas possuem um sistema de raízes bem desenvolvido e altamente ramificado, capaz de formar uma densa rede de raízes, em pequeno volume de solo.



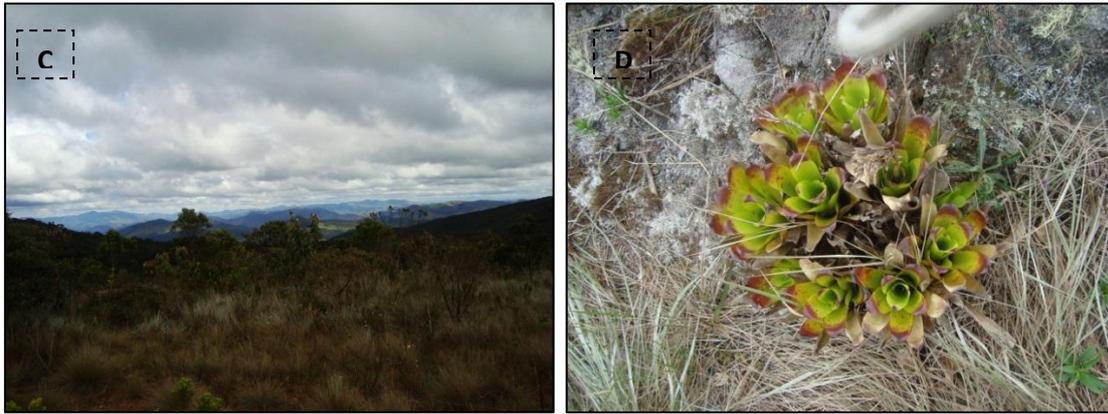
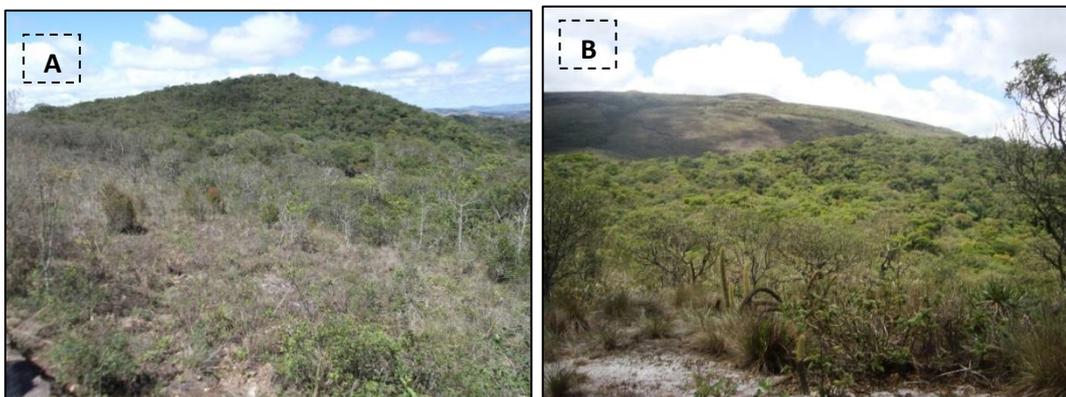


Figura 36: Aspecto das cristas ravinadas e dos topos aplainados onde predominam as fitofisionomias de campina lenhosa e campina nebular. Em A e C – Imagem ilustrando vegetação de gramíneas e subartutos das campinas; B e D - ilustração de algumas espécies encontradas nesses grupos de fâcias. Fonte: arquivo particular da autora.

4- Floresta Nebular

Esse grupo de fâcias ocorre na fração centro-sul do parque em altitudes que variam entre 1250 a 1500 metros. Sua ocorrência é condicionada pela distribuição de solos mais profundos e ricos que se desenvolvem sobre um embasamento rochoso de xisto sendo sua configuração influenciada pela localização nas vertentes da Serra do Ibitipoca. A fitofisionomia dessas florestas é caracterizada por árvores que formam um dossel mais ou menos contínuo a uma altura entre 5 a 20 m, embora árvores emergentes esparsas possam alcançar até 30 m; tronco com fitomassa de epífitas (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013). Essas florestas encontradas nas altas encostas e topos das montanhas tropicais e subtropicais são influenciadas pela constante presença de nuvens em contato direto com o dossel (Figura 34). Em outras palavras são florestas diretamente influenciadas pelo clima das áreas de altitude, o que as revestem com uma fisionomia peculiar, rica em espécies endêmicas.



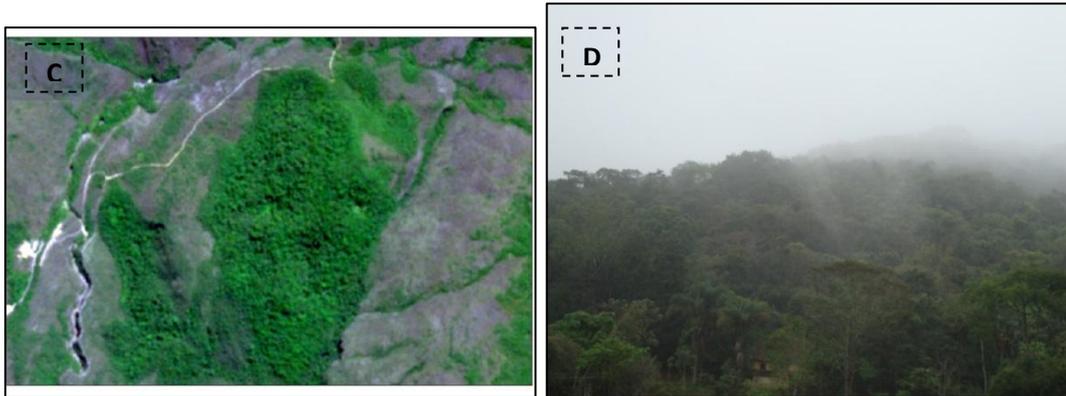


Figura 37: A fisionomia da vegetação de Florestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca constitui feição florestal mais expressiva da paisagem do parque. Em A contraste estabelecido pelas savanas arbustivas e a floresta nebulosa ao fundo, denunciando o baixo porte das espécies arbóreas que constituem esse geossistema. Em C imagem Rapideye ilustrando os dois fragmentos de Floresta nebulosa no interior do Parque Estadual do Ibitipoca. Em D é evidenciado o caráter nebuloso dessas formações com cobertura de nuvens e neblina. Fonte: arquivo particular da autora.

A ocorrência e distribuição das florestas nebulares em áreas topograficamente complexas e com expressiva heterogeneidade ambiental, como no Parque Estadual do Ibitipoca, dão a essa formação uma fisionomia característica. Apresentam em seu interior populações de bromélias, orquídeas, pteridófitos, líquens e musgos.

5- Nanofloresta Nebular

Esse grupo estende-se por toda a área do Parque Estadual do Ibitipoca margeando os canais fluviais, estando vinculadas a Cristas Ravinadas, Escarpas, Grotas, vertentes, Vertentes com vales encaixados, Rampas e em Topos aplainados e ao padrão espacial dos solos. Normalmente os grupos de fácies de Nanofloresta Nebular se estendem por estreitas faixas. Nesta área são encontradas feições relacionadas à deposição de sedimentos, como no caso das praias fluviais, que são as formas correspondentes aos depósitos aluviais encontrados ao longo do baixo curso dos principais canais fluviais, como por exemplo, rio do Salto e rio Vermelho, que devido ao maior potencial hidráulico transportam os sedimentos erodidos das encostas (SILVA, 2004), e formam pequenas planícies alveolares em trecho de canal com declive mais suave. As especificidades desses ambientes configuram estas fitofisionomias como de transição entre as florestais e as fitofisionomias arbustivas, savânicas ou campestres.

As copas das árvores formam um dossel mais ou menos contínuo a uma altura entre 3 e 5m, embora árvores emergentes esparsas possam alcançar até 10 m; tronco com fitomassa de epífitas e folhagem com líquens (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2013).

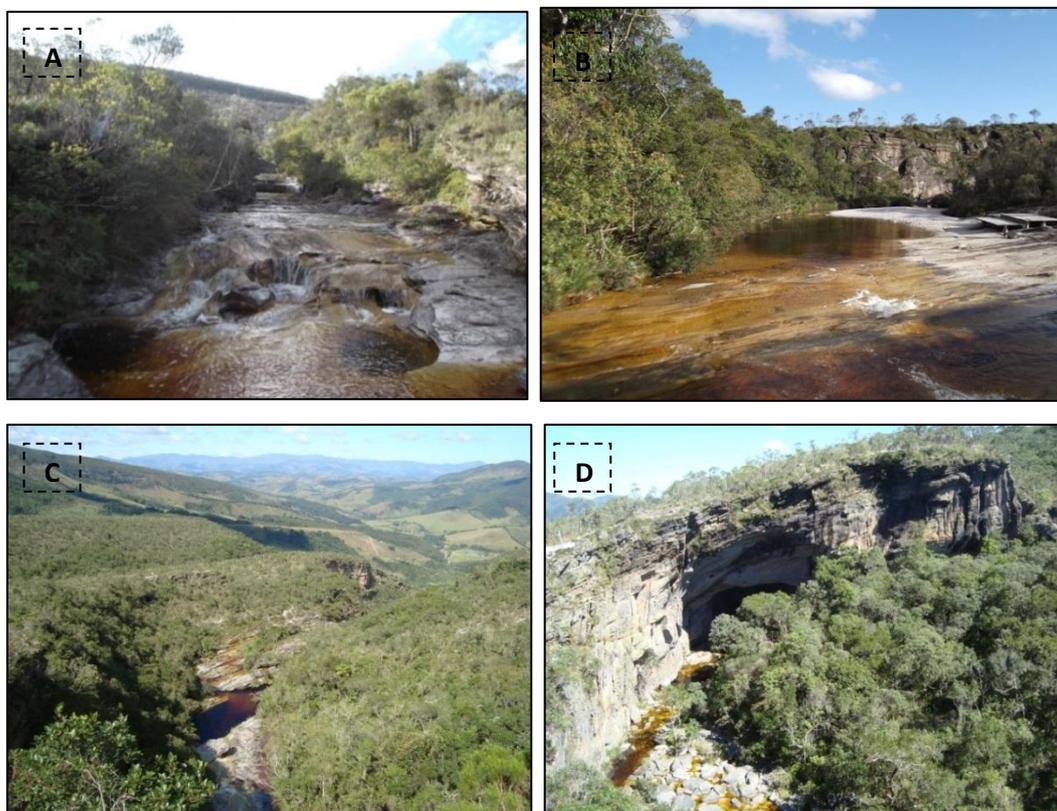


Figura 38: Imagem ilustrando as nanoflorestas acompanhando os principais cursos d'água que atravessam o Parque Estadual de Ibitipoca. Em A nanoflorestas margeando o Rio do Salto; B – Nanflorestas na denominada por prainha; C – Vista para as nanoflorestas no primeiro plano e segundo plano vista para o contraste estabelecido entre as cimeiras da Serra do Ibitipoca e os modelados mamelonares do entorno do Parque. Em D é possível observar as nanoflorestas na proximidade da gruta e os arbustais nebluares nos setores topograficamente mais elevados da Ponte de Pedra. Fonte: arquivo particular da autora.

O padrão espacial dos solos onde ocorrem as nanofloresta é variada, podendo ser encontrada em: I- Afloramento de rocha, II- Cambissolo quartzito, III- Cambissolo substrato xisto, IV- Complexo Neossolo Litólico, VI- Neossolo Litólico, VII- Neossolo quartzarênico.

7.2 - Perfil Geocológico do Parque Estadual de Ibitipoca

A estrutura da paisagem dos territórios montanhosos é distinguida por uma complexidade e contraste significativo marcado pela zonalidade altitudinal. No perfil geocológico do Parque Estadual de Ibitipoca, essa zonalidade é bem marcada na

paisagem por mosaicos de fitofisionomias. O contraste geocológico estabelecido pelos grupos de fácies evidencia a diferenciação regional dos geossistemas derivada de variações setoriais nas condições naturais.

O perfil possui extensão de 4,8 km com direção A- A' norte-noroeste/sul-sudeste (Figura 39). Estende-se do Pico de Ibitipoca, cota altimétrica de 1784 metros, até o limite do parque ao sul, contemplando variados grupos de fácies lá presentes. Observa-se pela análise do perfil as escarpas abruptas da Serra de Ibitipoca e os seus patamares de cimeira mais ou menos aplainados com suas formações campestres e florestais.

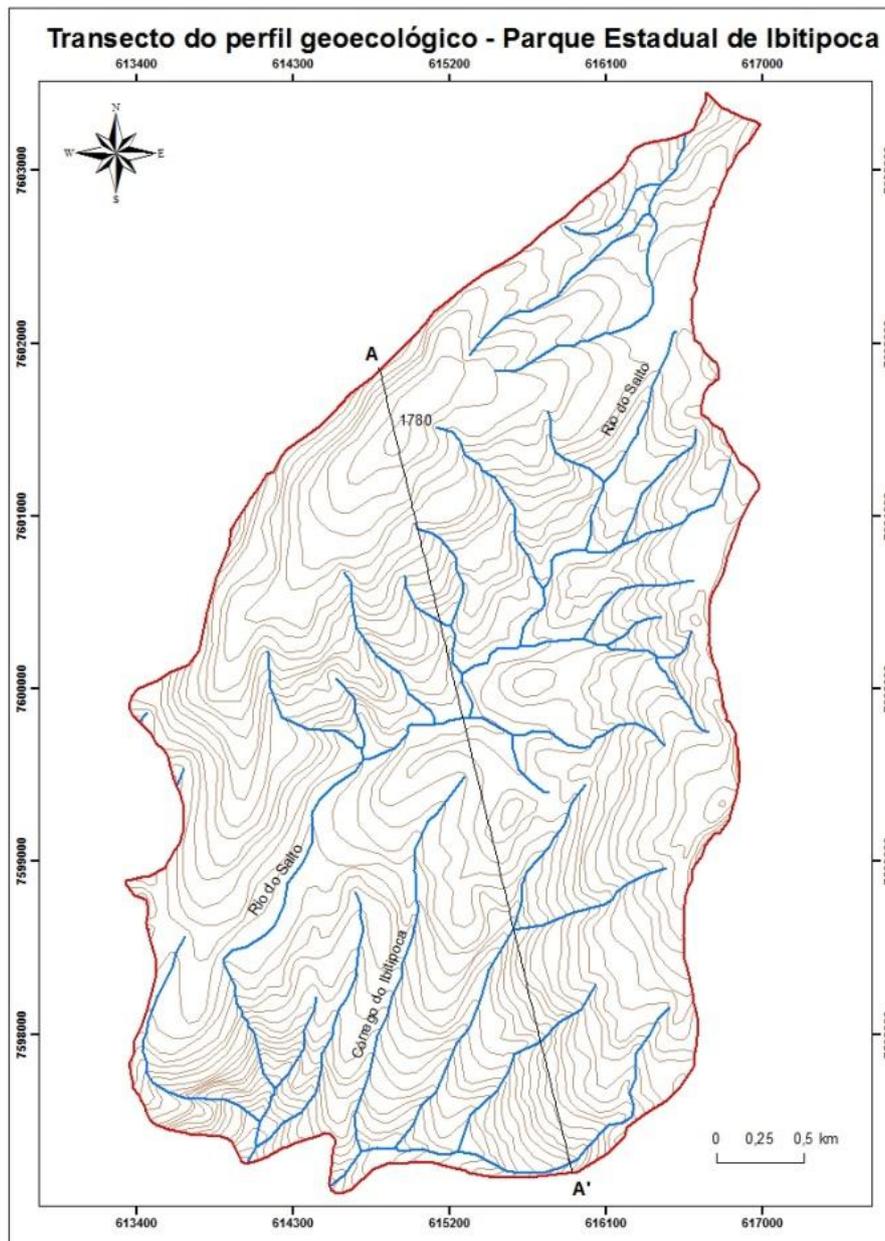


Figura 39: Mapa de localização do transecto A-A' no Parque Estadual de Ibitipoca.

Topograficamente é possível distinguir dois compartimentos através da interpretação do perfil: o primeiro é representado pelos topos e pelas vertentes íngremes da Serra de Ibitipoca com altitudes que chegam até 1784 metros, e o segundo compartimento é constituído por terrenos ondulados, drenados pela bacia hidrográfica do Rio do Salto em uma faixa altitudinal inferior a 1500 metros. A continuidade do primeiro compartimento é interrompida pela interceptação dos vales com vertentes retilíneas (Figura 40). Os vales em geral são estreitos e encaixados. Os modelados de agradação são feições geomórficas pouco desenvolvidas no Parque Estadual de Ibitipoca, detectados em alguns setores de coalescência dos afluentes do Rio do Salto, onde formam pequenas planícies alveolares.

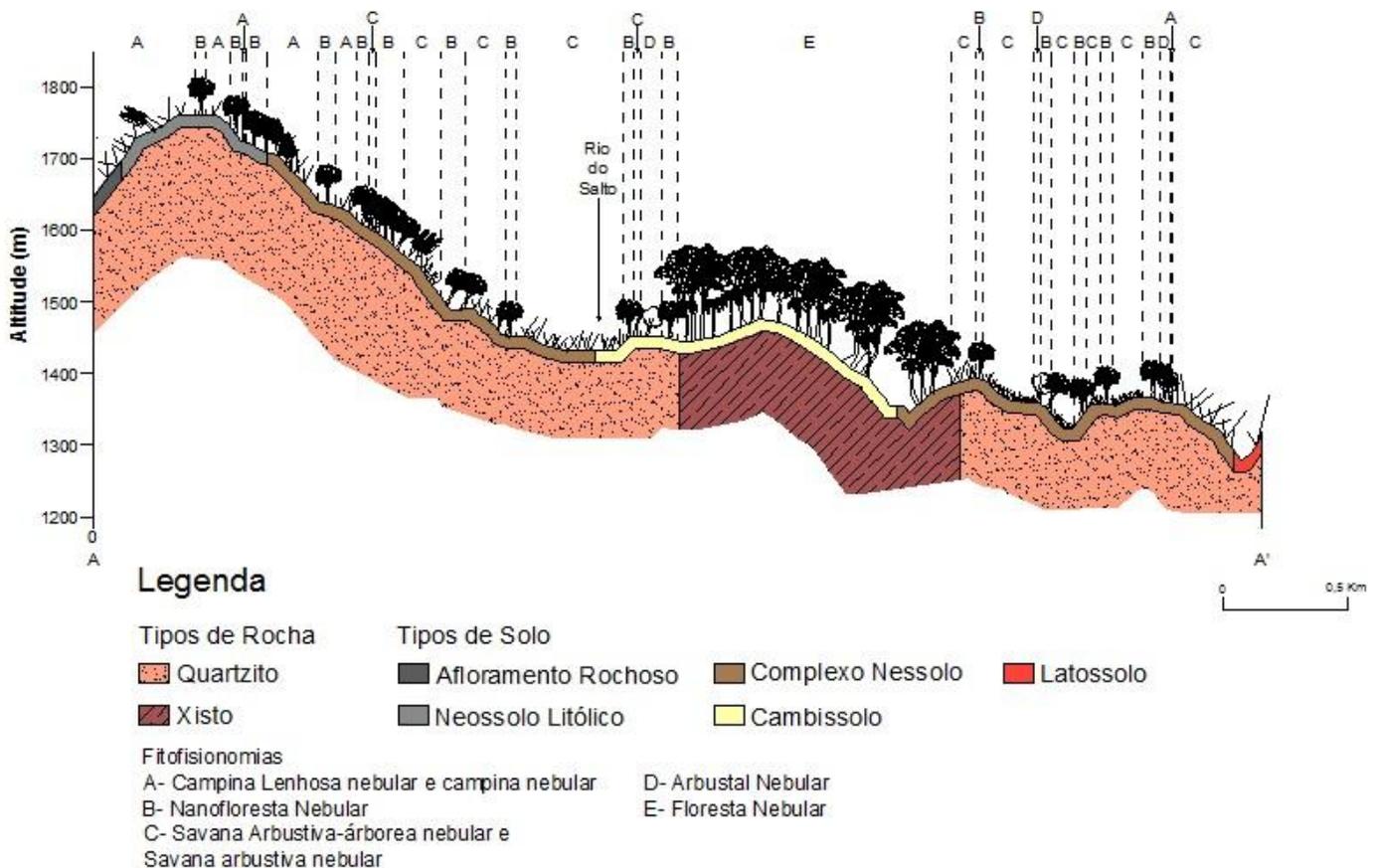


Figura 40: Perfil geocológico transecto A/A'. Trata-se de uma representação geológica e pedológica. Não guarda proporções com a espessura dos litotipos.

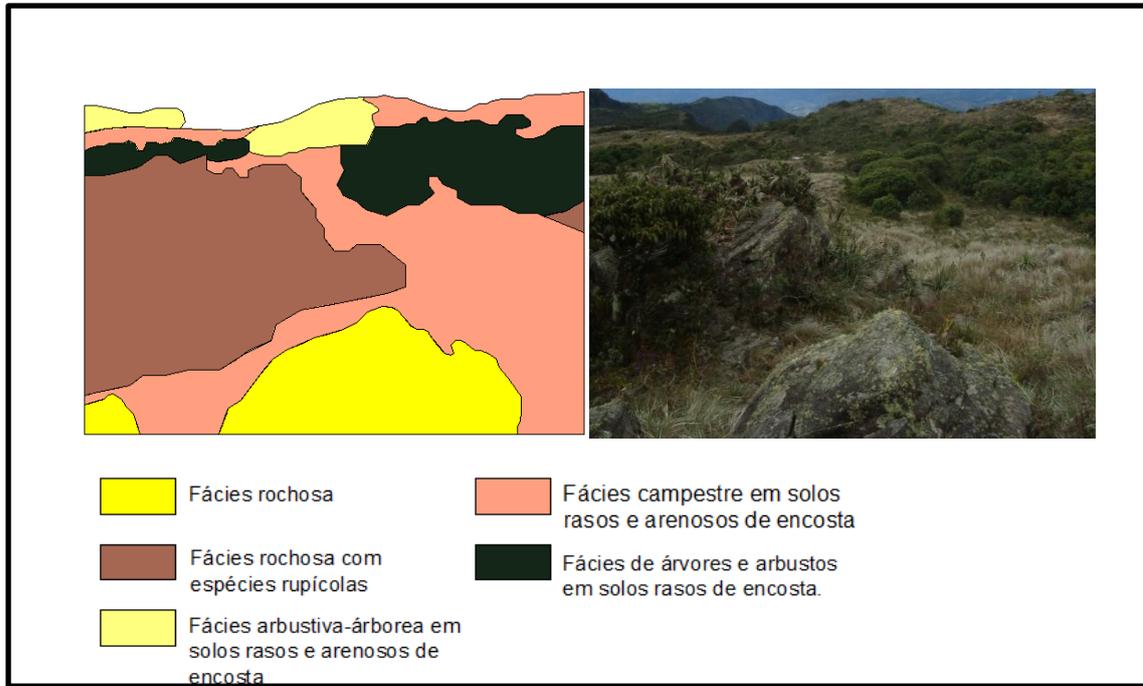


Figura 41: Arranjo espacial das fâcies no interior do Parque Estadual de Ibitipoca.

A paisagem é caracterizada pela distribuição da vegetação em mosaicos por todo o transecto, sendo que nas cimeiras da Serra de Ibitipoca as campinas lenhosas e campinas lenhosas nebulares alcançam maior expressividade espacial. Nas menores cotas altitudinais a Floresta Nebular encontra-se intercalada com nanoflorestas nebulares e savanas arbustiva-árborea nebular e savana arbustiva nebular. Nos afloramentos rochosos em quartzito há ocorrência de uma vegetação rupícola (Figura 41), adaptada às condições ambientais caracterizadas por baixa disponibilidade de nutrientes e retenção hídrica limitada. Essas fâcies rochosas com espécies rupícolas aparecem em áreas de transição entre as fâcies campestre em solos rasos e arenosos de encosta e as fâcies de árvores e arbustos em solos rasos de encosta.

Capítulo VIII - Considerações Finais

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o mapa dos geossistemas gerados em escala pequena e em escala grande, a partir da combinação das abordagens metodológicas *top-down e bottom-up*, fornecem informações sobre os padrões regionais e locais inerentes a estrutura da paisagem da Serra da Mantiqueira. Os mapas, quadros e perfis constituem base para a interpretação qualitativa e quantitativa da estrutura e processos geocológicos, e interações internas dos geossistemas.

A teoria geossistêmica vislumbrada por V. B. Sochava oferece avanços e contribuições fundamentais para as pesquisas geográficas à medida que se propõe a sistematizar postulados teórico-metodológicos e axiomáticos para classificação e entendimento da gênese, processos e padrões da paisagem. Sua contribuição vai além do supramencionado, não apenas pelos variados trabalhos desenvolvidos na Rússia e no mundo utilizando a abordagem, mas, sobretudo por oferecer uma nova concepção de organização espacial-hierárquica dos sistemas geográficos. Somam-se a isso, as contribuições do autor inerentes à modelização de geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a ela correspondente; estudo da influência dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e prognose dos geossistemas do futuro.

No contexto das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional Mineira, o estudo dos padrões espaciais dos geossistemas e da relação entre os arranjos (geomos) e processos geocológicos em diversas escalas forneceram informações sobre as associações funcionais espaciais (geócoros) dos sistemas naturais e antrópicos. Assinala-se que tais padrões de arranjos espaciais são gerados por interações e inter-relações entre os componentes do meio abiótico em estreita associação com os elementos bióticos, principalmente aqueles orquestrados pela estrutura geológica que condicionam feições de relevo regionais. Essas feições de relevo alongadas correspondem a afloramentos de quartzito alinhadas na direção SW/NE, do Proterozóico Médio, com flancos arranjados segundo a estruturação e modelamento tectônico regional. Muitos desses modelados salientam-se com nitidez na paisagem, principalmente devido à altitude que as cristas quartzíticas alcançam: 1784 metros no Pico do Ibitipoca e 1650 na Serra Negra.

Como foi demonstrado no decorrer do trabalho, o relevo, característico das cristas quartzíticas é um dos principais fatores de articulação entre os elementos do

geossistema. Criando contrastes entre as cristas alongadas e os modelados mamelonares, diferenciando com a altitude o clima, os solos, a vegetação e o uso da terra, ele constitui fator diferenciador na delimitação dos geossistemas.

Além dos fatores supramencionados, relacionados à estrutura abiótica dos geossistemas, interessante citar que os espaços delimitados pela Serra da Mantiqueira constitui-se em uma das áreas remanescentes mais significativas do Bioma Mata Atlântica, caracterizada pela elevada diversidade de ecossistemas, pela quantidade de espécies endêmicas, pelo grande número de espécies ameaçadas de extinção e pela existência de espécies singulares, testemunhos da história ecológica da Terra (CÂMARA, 2003).

Além disso, salienta-se a relevância da Serra da Mantiqueira em termos de recursos hídricos. O termo "Mantiqueira" significa em língua indígena nativa "montanha que chora", devido ao grande número de nascentes, córregos e cachoeiras dentro da área". Em seu território, está localizado o divisor topográfico de duas das principais bacias hidrográficas brasileiras: a Bacia do Rio Paraíba Sul e Bacia do Rio Grande. A rede de drenagem que atravessa as vertentes em ambas as bacias, regulam o fluxo dos mananciais hídricos e são responsáveis pelo abastecimento de água de vários municípios do sul do Estado Minas Gerais e no Vale do rio Paraíba do Sul, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Por outro lado, a presença humana traduziu-se em profundas alterações na dinâmica e funções dos geossistemas, principalmente no que tange às alterações da cobertura vegetal natural transformada através da agricultura, da pecuária, da urbanização e da plantação de espécies introduzidas, em um mosaico heterogêneo de paisagens naturais e antrópicas.

Para aquilatar a gravidade do que foi explicitado acima, as estatísticas mundiais de extinção de espécies, e aquelas orientados em território Nacional, pela Biota Minas (2010), no estado de Minas Gerais, identificaram a área adjacente ao Parque Estadual Ibitipoca como de relevância primordial para a conservação de invertebrados, mamíferos, aves, herpeto, peixes e flora. Essa posição é reflexo do quadro atual de desmatamento da Mata Atlântica, o bioma brasileiro que possui mais espécies ameaçadas de extinção, conforme as listas oficiais editadas pelo Ministério do Meio Ambiente (OLIVEIRA, 2013). Esse quadro, de perda de grandes áreas e, por conseguinte, de espécies - muitas das quais exclusivas dos domínios biogeográficos

brasileiros - deriva-se do modelo econômico e de ocupação territorial adotado pela população humana.

Na Serra da Mantiqueira a associação entre o substrato rochoso, relevo, e o tipo de solo individualizam, nestas serras formações vegetacionais que apresentam características intrínsecas e são de grande importância para a conservação, sobretudo de espécies vegetais. É de grande importância atentar-se para o papel geocológico desempenhado pelas savanas arbustivas e savanas nebulares no contexto de Serras da Mantiqueira. Dispostos em mosaicos nas áreas mais altas dos sistemas orográficos da Mantiqueira, essa cobertura herbácea, predominantemente composta por *Cyperaceae* e *Gramineae*, são consideradas vegetação relictos possuindo um elevado número de espécies endêmicas (JOLY, 1970; BIODIVERSITAS, 1999).

À luz desse panorama constata-se que além de reforçar a necessidade proteção desses sítios geomorfológicos, duas outras necessidades sociais têm surgido nos últimos anos: em primeiro lugar, as atividades turísticas devem ser coordenadas buscando minimizar ou reduzir o impacto ambiental associado a tais atividades; em segundo, acentua-se a necessidade de as geociências trabalharem com vistas a contribuir com materiais educacionais buscando conscientizar a população da fragilidade desses geossistemas. A partir desta perspectiva, a preservação dos geossistemas da Serra da Mantiqueira, respeitando suas peculiaridades e limitações, constitui medida prioritária para promoção de Política Geoecológica, comprometida em conservar o patrimônio natural, histórico e cultural do Brasil.

Portanto, tais medidas transcendem o interesse particular dos municípios e das áreas de conservação localizadas no perímetro da Serra. Uma vez que áreas foram priorizadas e mapeadas pelo poder público²⁶ e o financiamento tem sido assegurado, as principais lacunas de conhecimento para alcançar a restauração da paisagem em escala nacional, regional e local devem ser identificadas. Há poucos geossistemas para o qual temos conhecimento suficiente para alcançar o sucesso da restauração além da escala local, é primordial priorizar ecossistemas e regiões para alocação de recursos.

Inobstante, além do investimento na ampliação e consolidação da rede de áreas protegidas, as estratégias para a conservação da biodiversidade e geodiversidade devem contemplar a conservação e uso sustentável da biodiversidade, tais como a promoção da

²⁶ O Ministério do Meio Ambiente realizou mapeamento, avaliação e identificação das Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA Nº 09, de 23 de janeiro de 2007.

recuperação de áreas degradadas e do uso sustentável da vegetação nativa, bem como o incentivo ao pagamento pelos serviços ambientais prestados pela Mata Atlântica; e pagamento por serviços ambientais aos proprietários e posseiros que já preservam ou que se comprometem a recuperar a vegetação de origem nativa em suas propriedades ou posses (bolsa verde).

Por fim, as contribuições focadas especialmente nos aspectos teóricos relacionados com a teoria geossistêmica, diluídas nos primeiros capítulos, serviram de base para a interpretação integrada do meio físico nos capítulos subsequentes. Contudo, cabe salientar que devido à complexidade das variáveis em análise, sobretudo devido à extensão da área (844 km²) e carência de bases cartográficas em escala grande, não foi possível desempenhar cabalmente o objetivo do trabalho. Ficamos restritos a estudar os grupos de fácies e fácies dos geossistemas no Parque Estadual de Ibitipoca em virtude do grande número de trabalhos já realizados na área e por se tratar de uma Unidade de Conservação que permite pesquisa e visitação.

Em linhas gerais, essa dissertação buscou contribuir, a partir da perspectiva da Geografia Física, para o conhecimento teórico e metodológico dos Geossistemas da Mantiqueira Meridional Mineira, sobretudo no que concerne a sua estrutura, comportamento multiescalar, intervenção antrópica e conseqüente modificação dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABALAKOV, A. D.; SEDYKH, S. A. Regional-typological study and mapping of geosystems: analysis of the implementation. **Geography and Natural Resources**. pp. 317–323, 2010.

ABBAGNANO, N. **História da filosofia**. 3.^a ed.. Lisboa: Editorial Presença. Vol.6, 1982.

_____. **Dicionário de Filosofia**. 4^a edição São Paulo: Editora Mestre Jou, 2000.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p

_____. A Geomorfologia do Estado de São Paulo. In: CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA (Brasil). Aspectos geográficos da Terra Bandeirantes. Rio de Janeiro, **IBGE**, 1954, p. 1-97.

_____. Províncias Geológicas e Domínios Morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, Universidade de São Paulo, IGEO, 1970. p. 1-26.

ANDERSON, P. Complexity theory and organization Science. **Organization Science**. v. 10. N.3. 216-232, 1999.

ARAÚJO, M.A.R. **Unidades de Conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial**. Belo Horizonte, MG. Editora SEGRAC. 2007 272p.

AURELIO, O. **Mini dicionário da língua portuguesa**. 4^a edição revista e ampliada do mini dicionário Aurélio. 7a impressão – Rio de Janeiro, 2002.

BARRICHELLO, D. A. **A reserva legal florestal na propriedade rural**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/bibdig/buscar.php?aut=192192108-00&ori=016245718-91>>. Acesso em: 02 out. 2014.

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**, Vol. 35, N^o. 4, pp. 303-309, 2014.

BENITES, V.M. et al. Solos e vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Viçosa, v.10, n.1, p.76-85, 2003.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, 1968. p. 249-272

BERTRAND, G. Paisagem e geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Série Caderno de Ciências da Terra**, nº 13, IG-USP. 1972.

BEROUTCHACHVILI, N.L. e BERTRAND, G.. Le Géosystème ou Système territorial naturel. **Revue Géographique des Pyrénées et du sud-ouest**. Toulouse. 1978. p. 167-180.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007. 332p.

BIOTA MINAS. **Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: Conservação, uso e Biotecnologia - Subsídio ao Projeto Biota Minas**. Governo do Estado de Minas Gerais, 2010.

BOLÓS, M. de (org.) **Manual de Ciencia del Paisaje: teoría, métodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, S. A, 1992. 273p

BRASIL. **Lei 9985/00**. Institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza. 2000.

CABRAL, R. *et al.* **Logos: enciclopédia luso-brasileira de filosofia**. Lisboa : Editorial Verbo, 1991.

CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic forest apud Galindo-Leal, C. & Câmara, I. G. (eds.). **The Atlantic Forest of South America**. Washington, Center for Applied Biodiversity Science. 2003. P. 31-42, 2003.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. 26ª edi. São Paulo: Cultrix, 2006.

_____. **A teia da Vida** uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2013.

CARDOSO, A. S. S. Contributos para uma hermenêutica da paisagem. **Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista**. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, 2005. 102p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Pernambuco, 2013. 218p. Tese (doutorado em geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

_____. **Cartografia de paisagens - fundamentos**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CAMPOS, R. R. A escola alemã de geografia. **Geografia**, Rio Claro, SP. v.26, n.2, 2001

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blücher, 1999.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: A Systems Approach**. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, 1971.

CLAVAL, P. **História da Geografia**. Lisboa: Edições 70, 2006.

CECIONI, E. Complexity ; Education Methodology ; Epistemology ; Sustainable Development. **International Research in Geographical and Environmental Education**, vol.14 (4), p.277-294, 2005.

CORREA NETO, A.V.; ANISIO, L.C.C; BRANDÃO, C.P. Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. In: *VII Simpósio de Geologia de Minas Gerais*. Bol. n.12: 83-6, 1993.

CUMMING, G. S., CUMMING, D. H. M., & REDMAN, C. L. Scale mismatches in social-ecological systems: Causes, consequences, and solutions. **Ecological Society**, 11(1), 2006. Acesso em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art14/>

CURTIS, S.; RIVA, M. Health geographies I: Complexity theory and human health. **Progress in Human Geography**, vol.34 (2), p.215-223, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1999. 236p.

DALGAARD, T., HUTCHINGS, N. J., & PORTER, J. R. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agricultural Ecosystem and Environment*, 100, p. 39–51, 2003.

DEMEK, J. The Landscape as a Geosystem. **Geoforum**, Vol. 9, pp. 29-34, 1978.

DIAS, H.C.T., FERNANDES FILHO, E.I., SCHAEFER, C.E.G.R., FONTES, L.E.F. & VENTORIM, L.B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore**, 2002, 26:777-786.

EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>)

FIELDLER-FERRARA, N. O pensar complexo: construção de um novo paradigma. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, XV Conferência. Curitiba: 2003.

FORTES, R.C. Turismo e desenvolvimento local: estudo de caso do distrito de Conceição de Ibitipoca-MG. **Monografia**. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Faculdade de Ciências Econômicas, 2011.

FORZZA, R.C.; NETO, L.M.; SALIMENA, F.R.G.; ZAPPI, D.. (Orgs.). **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. Juiz de Fora. Editora da UFJF. 383 pgs. 2013.

FROLOV, A. A.; CHERKASHIN, A. K. Altitudinal Gradient as a Complex Factor for Formation of Landscape Microzonality and Geosystem Serialness. *Geography and Natural Resources*, Vol. 33, No. 1, pp. 10-18, 2012.

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”. 168. **Revista. RAÍE GA**, Curitiba, n. 13, p. 159-170, Editora UFPR.2007.

GLEISER, M. **A dança do universo: Dos mitos de criação ao big-bang**. São Paulo: Cia. Das Letras, 1998.

GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.1992, 367p.

HAIGH, M. J. Geography and General System Theory, Philosophical Homologies and Current Practice. **Geoforum**, Vol. 16, N^o. 2, 1985. pp. 191~203

HEILBRON M., PEDROSA-SOARES A.C., CAMPOS NETO M., SILVA L.C., TROUW R.A.J., JANASI V.C. 2004a. A Província Mantiqueira. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito Neves (eds.) **O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo, Ed. Beca, cap. XIII, p. 203-234.

HOLZER, W. Paisagem, imaginário, identidade: alternativas para o estudo geográfico. In: ROSENDAHL, Z. ; CORRÊA, R. L., (org.) **Manifestações da cultura no espaço**. Rio de Janeiro : Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1999.

HUMBOLDT, A. V. **Essai sur la géographie des plantes**. Paris, 1805.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo, 1981.

ISACHENKO, A.G. **Principles of Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization**. Melbourne: Melbourne University Press. 1973. 320p.

JOHNSON, S. **Emergência: a dinâmica da rede em formigas, cérebros, cidades e softwares**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

JOLY, A.B. **Conheça a Vegetação Brasileira**. EDUSP, São Paulo, 1970.

KHOROSHEV, V.; ALESHCHENKO, G. M. Methods to identify geosystems with a commonality of intercomponent relationships. **Geography and Natural Resources**, 29, p. 267–272, 2007.

KRONERT, R STEINHARDT, U; YOLK, M. **Landscape Balance and Landscape Assessment**. Germany, 2001.

KUZNETSOVA, T. I., *et al.* Structural-typological characteristics and ecological potential of the Baikal region’s geosystems. **Geography and Natural Resources**, Vol. 32, N^o. 4, pp. 315-322, 2011.

LARDOSA, E.I. **Metodologia para mapeamento e detecção de mudanças nos remanescentes de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, a partir de imagens do satélite Landsat 7 ETM+ estudo de caso: parque Estadual do Desengano.** Rio de Janeiro, 2005. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Engenharia da Computação.

LEMOS R.C., SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.

LÉVÊQUE, C. **Ecologia: do ecossistema à biosfera.** Lisboa: Instituto Piaget. 2001, 572p.

LORINI, M. L. **Abordagem hierárquica e multiescalar para análises de distribuição geográfica da biodiversidade: sistemas quaternários costeiros da Mata Atlântica como estudo de caso.** Rio de Janeiro, 2007. 312p. Tese de Doutorado (doutorado em geografia), Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LYSANOVA, G. I. SEMENOV, YU. M.; SOROKOVOI, A. A. Geosystems of the Upper Yenisei Basin. **Geography and Natural Resources**, vol. 32, No. 4, p. 357-362, 2011.

G. S. MAKUNINA. Geophysical Systems of Landscapes. **Geography and Natural Resources**, Vol. 32, No. 4, 2011. pp. 301-307.

_____. The Landscape-Geophysical Basis of Geoecology. **Geography and Natural Resources**, Vol. 35, No. 2, 2014. pp. 109-113.

MANSON, S. M. Simplifying complexity: a review of complexity theory. **Geoforum**, vol. 32, p. 405–414, 2001.

MARQUES NETO, R. Considerações sobre a paisagem enquanto recurso metodológico para a Geografia Física. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 9, p. 243-255, 2008.

_____. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia** - v. 17, n. 2, pp. 67-87. 2008.

_____. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e mortectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil.** São Paulo, 2012, 431p. Tese (doutorado em geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio mesquita Filho.

MARQUES NETO, R.; ZAIDAN, R. T. MENON JR, W. Mapeamento Geomorfológico do Município De Lima Duarte (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia.** v. 16, nº 1, 2015.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. Complexity thinking and evolutionary economic geography. **Journal of Economic Geography**, vol.7(5), p.573-601, 2007.

MARTIN J. H. Geography and General System Theory, Philosophical Homologies and Current Practice. **Geoforum**, Vol1.6 N^o. 2, pp. 191~203, 1985.

MELNYK, A. Ecological analysis of landscapes. **Methodology of landscape research**. Dissertations Commission of Cultural Landscape N^o 9. Commission of Cultural Landscape of Polish Geographical Society, Sosnowiec, 2008.

MEZZOMO, M. D. M. Considerações sobre o termo “paisagem” segundo o enfoque Geocológico. In: NUCCI, J. C (org). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas Prioritárias para Conservação**, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA n^o9, de 23 de janeiro de 2007. / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007. 327p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Trad. de Maria Gabriela de Bragança e Maria da Graça Pinhão. Lisboa : Publicações Europa-América. 1996.

_____. **O método 1**. A natureza da Natureza. 3.ed. Trad. Maria Gabriela de Bragança. Portugal: Publicações Europa- América Ltda., 1997.

_____. **O paradigma perdido**: a natureza humana. Volume 7 de Biblioteca universitária. Edição 6. Editora Publicações Europa-América, 2000. 222 páginas

_____. **Saberes Globais e Saberes Locais: o olhar transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Garamond 2008.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**, Editora Sulina, Porto Alegre-RS, 2011.

MOURA, M. S. **A poiesis orgânica de Goethe: a construção de um diálogo entre arte e ciência**. São Paulo, 2006. 364p. Tese (Doutorado em letras). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**. 398:505-508, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. (ORG). **Complexidade e caos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, 2003.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Thompson, 2007. 927 p.

OIVEIRA, C.S. **Estrutura e distribuição espacial dos geoambientes na paisagem entre a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Serra Negra e**

o **Parque Estadual do Ibitipoca**. Trabalho de conclusão de curso de Geografia. Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

OLIVEIRA, T. A. **A concepção geossistêmica aplicada do estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio São Lourenço velho, sul do estado de Minas Gerais – Brasil**. São Paulo, 2013. 178p. Tese (doutorado em geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio mesquita Filho.

O'SULLIVAN, D. Complexity science and human geography. **Transactions Of The Institute Of British Geographers**, vol.29(3), p.282-295, 2004.

PACIULLO F.V.P., RIBEIRO A., TROUW R.A.J. Geologia da Folha Andrelândia 1: 100.000. In: PEDROSA-SOARES A.C., NOCE C.M., TROUW R.A.J., HEILBRON M. (org.). **Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas - Etapa I** (COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ), Relatório Final, Belo Horizonte (MG), Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG, I:84-119, 2003a.

PACIULLO F.V.P., TROUW R.A.J., RIBEIRO A., SIMÕES L.A., LOPES M. Mapa Geológico - Folha Andrelândia 1: 100.000. In: PEDROSA-SOARES A.C., NOCE C.M., TROUW R.A.J., HEILBRON M. (org.). **Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas- Etapa I** (COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ), Relatório Final. Belo Horizonte (MG): Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, 2003b.

PINTO, C.P., BRANDALISE, L.A., SOUSA, H.A., VASCONCELOS, R.M., BARRETO, E.L., DIAS GOMES, R.A.A., CARVALHAES, J.B., PADILHA, A.V., HEINECK, C.A & GROSSI SAD, J.H. Lima Duarte, Folha sf-23-X-C-VI, Estado de Minas Gerais, Escala 1:100.000. MIE-DNPM, **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**, CPRM, Belo Horizonte, Mapas e texto explicativo, 1991, 224p.

PISSINATI, Mariza C.; ARCHELA, Rosely S. **GEOSSISTEMA TERRITÓRIO E PAISAGEM - MÉTODO DE ESTUDO DA PAISAGEM RURAL SOB A ÓTICA BERTRANDIANA**

POUVREAU, D. The project of “general systemology” instigated by Ludwig von Bertalanffy Genealogy, genesis, reception and advancement. **Kybernetes**, Vol. 42 N^o. 6, 2013, pp. 851-868.

QUARANTA, M. O ponto de vista sistêmico: a antiga physis grega ressurge nos sistemas ambientais. **Gaia Scientia** 2008, 2(1): p-47 - p-62.

RANDHIR, T. O.; TSVETKOVA, O. Spatiotemporal dynamics of landscape pattern and hydrologic process in watershed systems. **Journal of Hidrology**, 404 p. 1–12, 2011.

REIS JÚNIOR, D. F. C.; HUBSCHMAN, J. Pensamento geossistêmico oriental (voz e reverberação). **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 32, n. 3, p. 555-569, set./dez. 2007.

RICHLING, A. Subject of Study in Complex Physical Geography (Landscape Geography). **GeoJournal** 7.2 185-187, 1983.

RODELA, L. G.; TARIFA, J. R. O Clima da Serra do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 11, 2002. pp.101-113.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2010.

ROOSAARE, J. Physical Geography in Estonia: Bridging Western and Eastern Schools of Landscape Synthesis. **GeoJournal** 33.1 27-36, 1994.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004, 184p.

SAVI, M. A. **Dinâmica não linear e caos**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**, 3rd ed. MIT Press, Cambridge, MA. 1996.

SILVA, S. M. **Carstificação em rochas siliciclásticas: estudo de caso da Serra do Ibitipoca**, MG. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2004.

SNYTKO, V. Use of historical data in mapping geosystems of the Vitim basin. **Geography and Natural Resources**, vol: 35, pp. 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 Nº 9, 2008.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia**. Disponível em: <https://independent.academia.edu/PauloSoares6>.

SOCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora ativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. 288p.:Il.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**. New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOCHAVA, V. B; KRAUKLIS, A. A; SNYTKO, V. A. Toward a unification of concepts and terms used in integral landscape investigations. **Soviet Geography: review and translation**, v. 16, n. 1, p. 616-622, 1975.

_____. O Estudo dos Geossistemas. **Métodos em Questão**. Nº 16. USP-IGEO. São Paulo, 1977.

_____. Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. **Biogeografia**. São Paulo. n. 14, 1978.

_____. **Introducción a la doctrina sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978. 318p. (em russo).

SUVOROV, E. G.; KITOV, A. D. Landscape Structure of the Southeastern Part of Eastern Sayan. **Geography and Natural Resources**, Vol. 34, No. 4, 2013. pp. 371-377.

TRESS, B.; TRESS, G. Capitalising on multiplicity: a transdisciplinary systems approach to landscape research. **Landscape and Urban Planning**. New York: Elsevier. 57:3-4 143-157, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

THOMPSON, D. **Organizations in Action**. McGraw-Hill, New York. 1967.

TROPPIAIR, H. Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. **Série Biogeografia**, nº 18, IG-SP. 1981.

TROPPIAIR, H; GALINA, M.H. Geossistemas. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006.

TURNER, M. G., DALE, V. H.; GARDNER, R. H. Predicting across scales: Theory development and testing. **Landscape Ecology**, 3: 245-252, 1989.

URWIN, K., & JORDAN, A. Does public policy support or undermine climate change adaptation? Exploring policy interplay across different scales of governance. **Global Environmental Change**, 18, p. 180–191, 2008.

VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R., LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Ambientais.

VERNADSKY, V. I. **La Biofera**. Fundación Argetina – Visor Dis, Madrid, 1997. 218 p.

VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**. Rio Claro: v. 28, n. 3, p. 345-362, set./dez., 2003.

VITTE, A.C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Revista Mercator**, UFC, vol. 6, n. 11, 2007, p.59-70.

ANEXOS

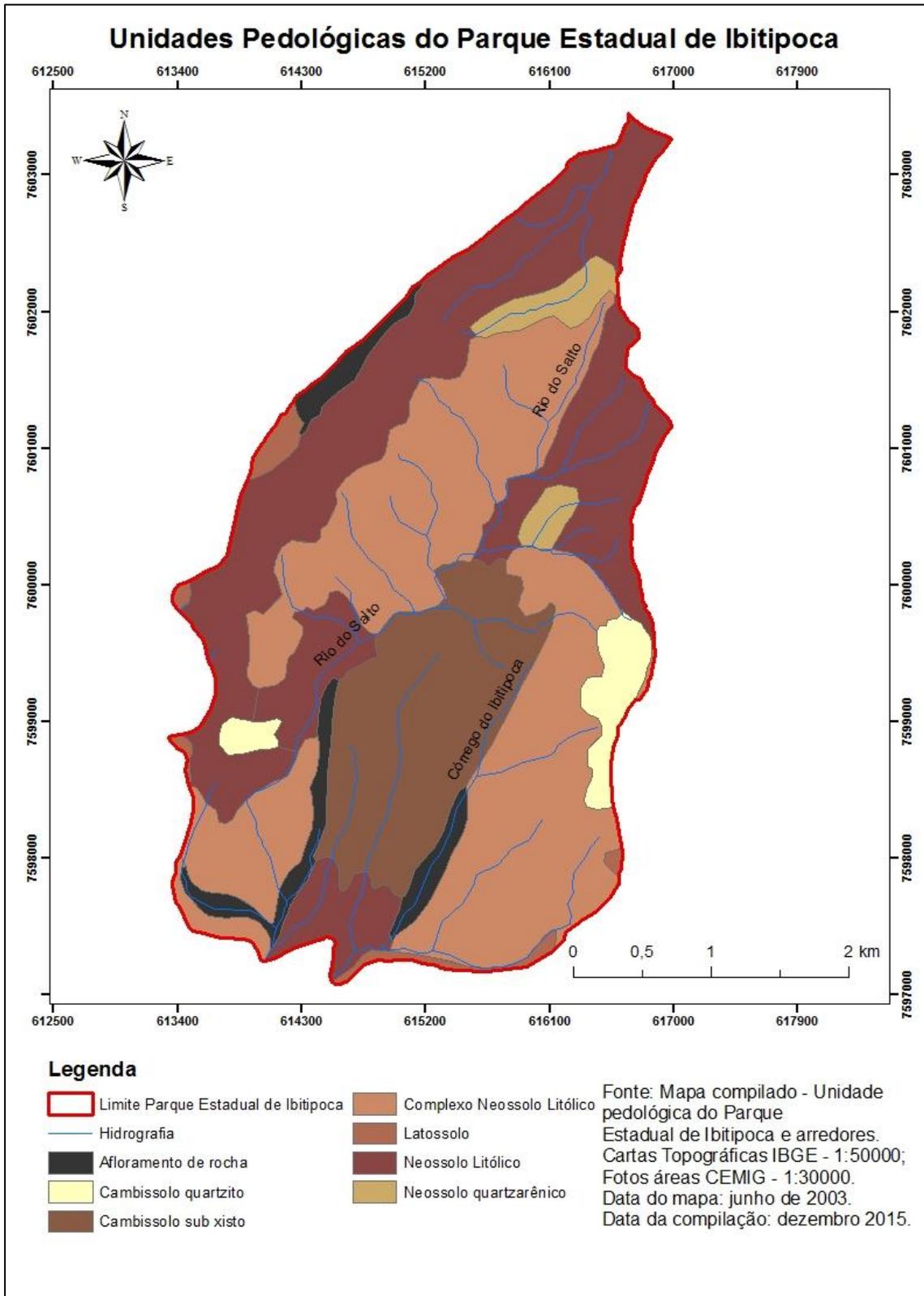


Figura 42: Mapa de unidade de mapeamento de solos do parque Estadual de Ibitipoca.

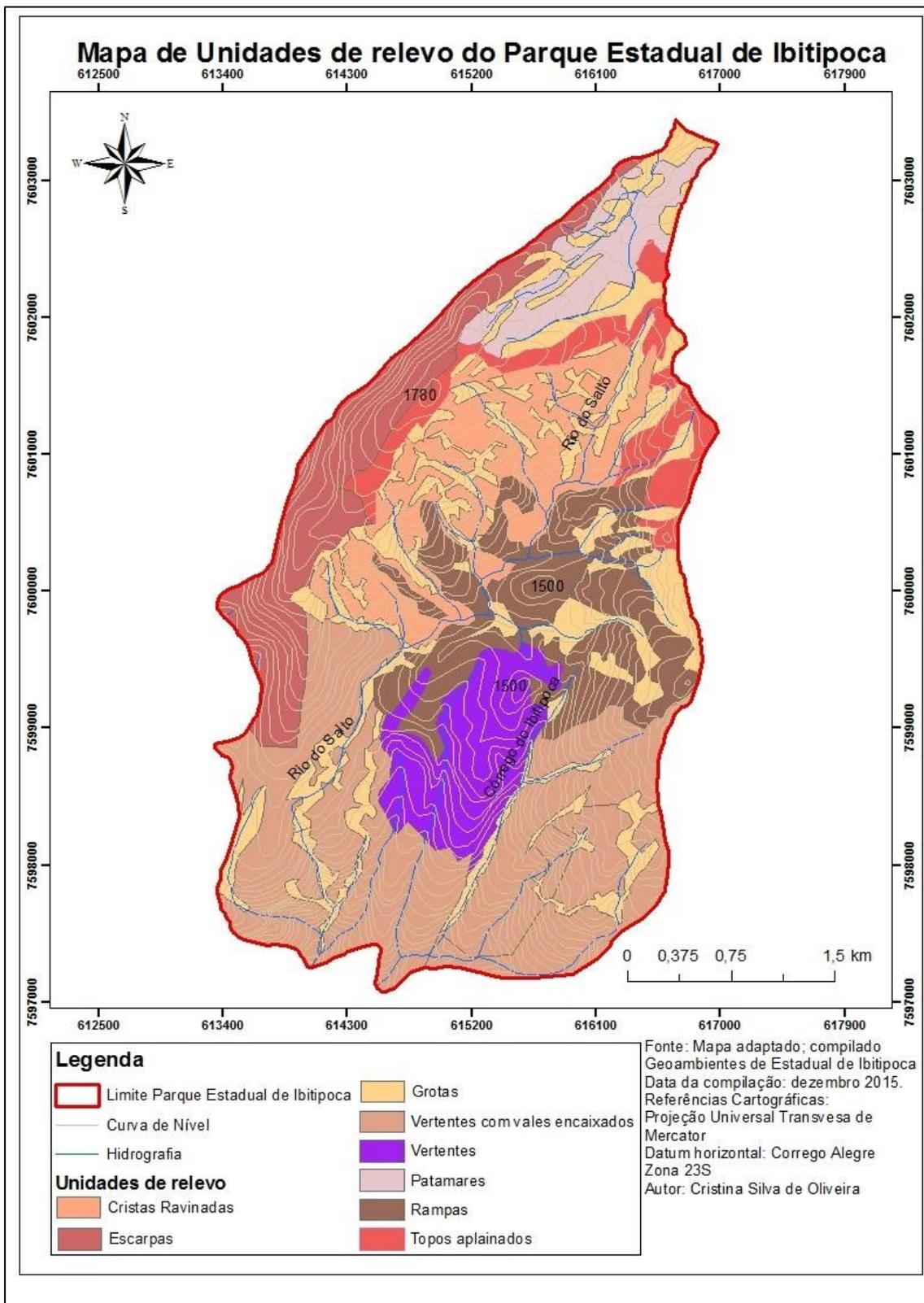


Figura 43: Mapa de unidades de mapeamento do relevo do Parque Estadual de Ibitipoca. Compilado de: DIAS *et al.*, 2002.

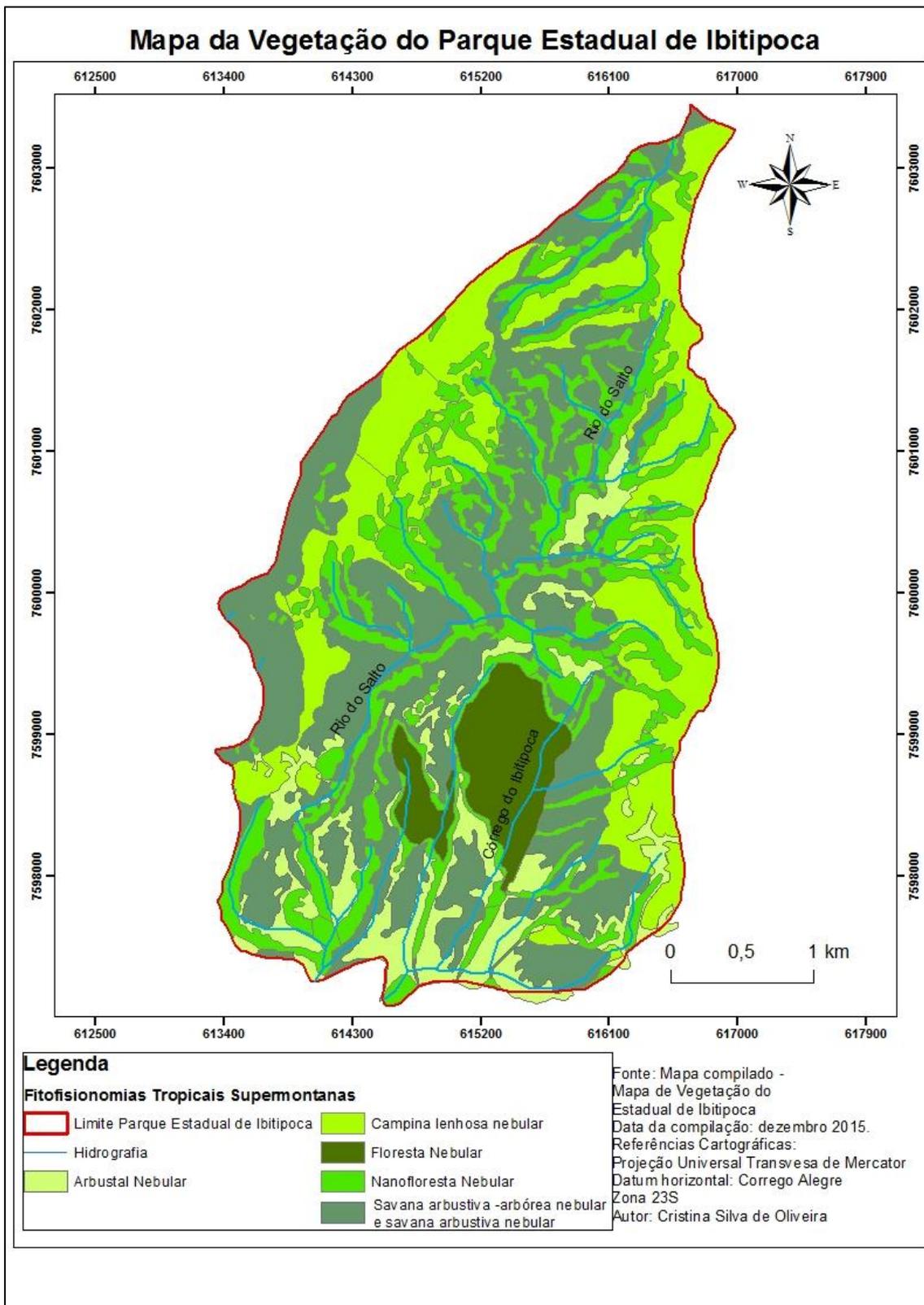


Figura 44: Mapa de fitofisionomias do Parque Estadual de Ibitipoca. Compilado de OLIVEIRA-FILHO *et al.*, (2013).