

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

THOMAZ ALVISI DE OLIVEIRA

**A CONCEPÇÃO GEOSISTÊMICA APLICADA AO ESTUDO DA
DINÂMICA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
LOURENÇO VELHO, SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS – BRASIL**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Adler Guilherme Viadana

Rio Claro – SP

2013

551.4+ Oliveira, Thomaz Alvisi de
O48c A concepção geossistêmica aplicada ao estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais – Brasil / Thomaz Alvisi de Oliveira. – Rio Claro, 2013
176 f. : Il., figs., tabs., quadros, fots., mapas + 12 mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Adler Guilherme Viadana

1. Geografia física – Aspectos ambientais. 2. Geossistemas. 3. Paisagens. 4. Planejamento ambiental. 5. Análise ambiental. 6. Fragilidade ambiental. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Câmpus de Rio Claro

THOMAZ ALVISI DE OLIVEIRA

**A CONCEPÇÃO GEOSISTÊMICA APLICADA AO ESTUDO DA
DINÂMICA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
LOURENÇO VELHO, SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS – BRASIL**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Adler Guilherme Viadana (Orientador)

Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Prof. Dr. Ailton Luchiari

Prof. Dr. Roberto Marques Neto

Resultado: Aprovado

Rio Claro, SP, 25 de outubro de 2013.

AGRADECIMENTOS

No desdobrar dessa Tese inúmeras pessoas foram relevantes e de alguma forma vieram a contribuir para que a mesma se concretizasse, e a estas pessoas explico meus mais sinceros agradecimentos. Outras tiveram relevância ímpar e cabe aqui menção mais detalhada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo aporte de recursos financeiros destinados.

Ao Professor Dr. Adler Guilherme Viadana pelo crédito e confiança, pela atenção na orientação e pela amizade adquirida ao longo dos anos.

À Professora Dra. Iandara Alves Mendes, pelo privilégio de sua amizade e pelos ensinamentos científicos e de vida a mim repassados.

Ao amigo Prof. Dr. José Manuel Mateo Rodriguez, pela oferta de vasta bibliografia russa traduzida para o espanhol e pela paciência e disposição na elucidação de questionamentos, muitos dos quais, por imaturidade científica, hei de compreendê-los mais adiante.

Aos amigos e Geógrafos Prof. Dr. Roberto Marques Neto e Prof. Me. Alexandre Carvalho de Andrade, pelas inúmeras incursões em campo e animadas discussões que sempre contribuíram para a lapidação dos meus conhecimentos. Ao Professor Dr. Roberto Marques Neto, ainda, pelas pertinentes considerações deliberadas a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Archimedes Perez Filho pelas considerações sempre pertinentes orientadas à lapidação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares pelas intervenções e críticas que auxiliaram as reflexões aqui apresentadas.

Ao Prof. Dr. Ailton Luchiari pelas observações e apreciações orientadas ao trabalho e que trouxeram nova lapidação ao mesmo.

Ao amigo Prof. Me. Allan Arantes Pereira, que muito abdicou de seu tempo em auxílio às minhas dúvidas metodológicas nos trabalhos de geoprocessamento.

Aos fraternos Matheus/Suellem e Fabrícia/Adriano pela amizade, companheirismo e paciência para com o seu mais velho ao longo desse período.

À vó Neide, aos tios, tias e primos que sempre estiveram com os pensamentos voltados positivamente à conclusão deste trabalho.

Aos Professores do programa de Pós-Graduação em Geografia que sempre estiveram de braços abertos a nos receber e nos repassar as melhores informações.

À Maria Benedita (Maíca), Judite, Rose e Vera pela atenção que sempre direcionaram à minha pessoa.

Aos estimados bibliotecários pela atenção sempre impecável e amistosa.

Aos amigos do IFSULDEMINAS pelo apoio e prontidão nos momentos de “aperto”, com especial atenção ao Professor Me. Hugo Renan Bolzani e à Professora Me. Mireile Reis dos Santos.

Às pessoas queridas que acompanharam essa lida doando parte de seus dias com paciência e que, por vezes, não receberam o retorno esperado.

Amant - ty – kir

Água doce
Transformou-se
Em água amarga,
Numa lágrima
Que guarda
A dor estranha
Das entranhas
Das montanhas
Das Gerais.

No princípio foi um fio
Foi riacho, depois rio
Que cresceu e fez-se mar.

E a terra machucada
Chora a vida desmatada
Que um dia irá secar.

Pelos filhos chora a terra
E essa dor descendo a serra
Faz o vale fecundar.

Dos antigos Coroados
Índios hoje exterminados,
Veio o nome que vigora.

Nós herdamos dos Puris
A Mantiqueira, Aman- ty- kir,
Ou a "montanha que chora".

Água doce
Transformou-se
Em água amarga,
Numa lágrima
Que guarda
A dor estranha
Das entranhas
Das montanhas
Das Gerais.

*Este trabalho é dedicado a José Ibrahim de Oliveira e Marilene Alvisi de Oliveira,
meus pais.*

RESUMO

A bacia hidrográfica é unidade de área padrão, considerada por lei, no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e por agências de planejamento e órgãos gerenciadores, quando da solicitação de leitura das condições ambientais das áreas sujeitas à intervenção, ante a instalação de obras estruturais que tragam impactos aos terrenos anexos. Na bacia hidrográfica os processos advindos da integração entre os elementos dos meios físico, biológico e antrópico se expressam como mosaicos paisagísticos destacados à superfície, em alusão à dinâmica sistêmica existente nessa mesma unidade de área. Nesse interim, a proposta geossistêmica de análise adapta-se aos anseios dos estudos sistêmicos em bacias hidrográficas ao preconizar a utilização de variáveis múltiplas no estudo integrado de uma unidade de área, a fim de investigar as sua estrutura, funcionalidade, dinâmica e evolução a partir da definição de unidades de paisagem hierarquizadas, com expressividade à superfície, as quais são denominadas *Geossistemas*.

A tese ora apresentada adotou a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, área de 655 km² inserida no contexto Sul do estado de Minas Gerais, região da Serra da Mantiqueira, com vistas à aplicação da concepção geossistêmica na investigação da dinâmica da paisagem a partir da identificação e do mapeamento de unidades geossistêmicas hierarquizadas. Os objetivos, de forma geral, estiveram pautados na investigação sobre a viabilidade de utilização da concepção geossistêmica como *modelo* de análise ambiental e nas discussões referentes ao planejamento ambiental da bacia. Especificamente, estiveram em pauta a identificação de compartimentos geomorfológicos como balizadores ao mapeamento de unidades geossistêmicas; a identificação e análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica e sua relação com as unidades de paisagem; a verificação da eficácia dos geossistemas quando direcionados às discussões sobre o planejamento ambiental em bacias hidrográficas.

A concepção das unidades geossistêmicas deu-se mediante a integração das informações de base, processadas por um levantamento pré-paisagístico dos meios físico, biológico e antrópico, e pela definição da fragilidade ambiental da bacia, inferida pela correlação entre essas mesmas informações. A compartimentação geomorfológica serviu como norteadora para a classificação das unidades

geossistêmicas hierarquicamente superiores e a declividade, o uso da terra e os solos foram preponderantes para o enquadramento das unidades geossistêmicas hierarquicamente inferiores, quando da integração dessas variáveis na definição da fragilidade ambiental da bacia.

Sendo a paisagem, na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, o cenário advindo da união dos elementos naturais, representados pelas nuances físicas e biológicas sob intervenção ou não dos elementos antrópicos, representados pelas atividades agrosilvopastoris, as unidades geossistêmicas concebidas mostraram relação direta com a fragilidade ambiental da bacia e sintetizaram a dinâmica que se processa por sobre os mosaicos paisagísticos predominantes, ante a substituição do quadro natural pela inserção do uso antrópico.

Em conclusão, os resultados mostraram a eficácia dos geossistemas enquanto *modelo de análise* para fins de planejamento ambiental tendo como palco a bacia hidrográfica. São ofertadas aqui, informações que definem um horizonte amplo às reflexões sobre os métodos de análise do espaço geográfico ou aos trabalhos onde a temática geossistêmica seja requisitada.

Palavras chave: Geossistemas; Paisagem; Bacia Hidrográfica; Fragilidade Ambiental; Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

The watershed is a standard area unit, considered by the law in the Environmental Impact Assessment (EIA), in the Environmental Impact Report (EIR) and by planning agencies and management organs whenever there is a request for a reading report of the environmental conditions of the areas subject to the intervention, in the face of the implementation of structural works that cause impacts on nearby areas. In the watershed the processes of integration between the elements of the physical, biological and anthropic means express themselves as landscape mosaics, in allusion to the existing systemic dynamics in that same area unit. Meanwhile, the geosystem analysis proposal adapts to the concerns of systemic studies on watersheds as it advocates the use of multiple variables in the integrated study of a unit area, in order to investigate its structure, functionality, potential, dynamics and evolution from the definition of hierarchical landscape units, by the expressivity of the surface, which are called Geosystems.

This dissertation focused on the Lourenço Velho river basin, 655 km² of area inserted in the Southern context of the state of Minas Gerais in the region of Serra da Mantiqueira, aiming at the application of the geosystemic design in the investigation of the landscape dynamics based on the identification and mapping of tiered geosystem units. The general objectives were based on the investigation about the feasibility of the use of geosystemic design as a model of environmental analysis and on discussions regarding the environmental planning of the basin. Specifically, this work puts at stake the identification of geomorphological compartments as the underpinning to the mapping of geosystemics units; the identification and analysis of the environmental fragility of the watershed and its relationship with landscape units; the verification of the effectiveness of geosystems in relation to the discussions on the environmental planning in river basins.

The conception of geosystemics units took place through the integration of basic information, processed by a pre-paisagistic survey of the physical, biological and anthropic means, and by the definition of the environmental fragility of the basin inferred by the correlation among all the collected information. The geomorphological subdivision served as a guiding for the classification of geosystemic units hierarchically superior and of the slope; land use and soils were preponderant for the

framing of the hierarchically lower geosystemic units once there is the integration of these variables in defining the environmental fragility of the basin.

As the landscape, in the Lourenço Velho river basin, constitutes the scenery formed by the union of natural elements, represented by physical and biological characteristics whether or not under the intervention of man-made elements, represented by the agriculture/livestock/forestry activities, geosystemic designed units showed a direct relation with the environmental fragility of the basin and synthesized the dynamic that takes place over the predominant landscaped mosaics in face of the substitution of the natural frame by the insertion of anthropic use.

In conclusion, the results showed the effectiveness of geosystems as an analysis model for environmental planning purposes if the watershed is taken into account. This work offers information that provides a broad horizon for reflections on the methods of analysis of the geographical space or for other works in which the geosystemic theme is required.

Keywords: Geosystems; Landscape; Watershed; Environmental Fragility; Environmental Planning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	16
2.1 – Justificativa e Hipótese do Trabalho	16
2.2 – Objetivos Gerais e Específicos	18
2.2.1 – Objetivo Geral	18
2.2.2 – Objetivos específicos	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 – Materiais	20
3.2 – Métodos	21
3.2.1 – Obras textuais de referência	22
3.2.2 Documentação cartográfica	25
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	38
4.1 – Paisagem e Sistemas (GEO)	38
4.2 – Geossistema: Concepção e Modelo	61
4.3 Geossistemas e o Planejamento da Paisagem	65
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	69
5.1 – Aspectos Gerais	69
5.2 – O Corte Geológico	73
5.3 – O Corte Pedológico	77
5.4 – O Corte Climático	81
5.5 – O Corte Vegetacional	84
5.6 – Uso e Ocupação da Terra	89
5.7 – O Corte Geomorfológico	92
6. GEOSSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO E A DINÂMICA DA PAISAGEM	109
6.1 – Classe de Fácies: Planícies e Terraços	112
6.2 – Classe de Fácies: Morros Dissecados	116
6.3 – Classe de Fácies: Pontões e Vertentes Dissecadas	119
6.4 – Classe de Fácies: Espigões e Escarpas Estruturais	123
6.5 – Classe de Fácies: Planaltos	126
6.6 – Classe de Fácies: Serras e Cristas Alinhadas	130

6.7 – Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Lourenço Velho: Orientações Gerais	133
7. CONCLUSÕES	136
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142
ANEXOS	163
ANEXO 1 - MAPA GEOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	164
ANEXO 2 - MAPA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	165
ANEXO 3 - MAPA OMBROTÉRMICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG	166
ANEXO 4 - MAPA DA VEGETAÇÃO NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	167
ANEXO 5 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	168
ANEXO 6 - MAPA HIPSOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG	169
ANEXO 7 - MAPA DE DECLIVIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG	170
ANEXO 8 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	171
ANEXO 9 - RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE À SUPERFÍCIE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG (SOLSTÍCIO DE INVERNO E SOLSTÍCIO DE VERÃO).....	172
ANEXO 10 - COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	173
ANEXO 11 - MAPA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	174
ANEXO 12 - MAPA DE GEOSSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG	175

ANEXO 13 - CARACTERÍSTICAS E PROGNÓSTICOS COM VISTAS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DOS MOSAICOS GEOSSISTÊMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.....	176
---	------------

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes tropicais foram retratados nos séculos XVIII e XIX, por naturalistas e outros, que deixaram relatos fidedignos de uma paisagem ainda desconhecida pelo Velho Mundo e, em muito, intocada. Os diários de viagens, posteriormente editados, sob a forma de livros, de Auguste de Saint-Hilaire, Richard Burton e Von Spix, são bons exemplos. Obras dessa envergadura servem como registros da locação, por exemplo, de fitofisionomias em determinadas áreas, hoje transformadas em campos de pastagens e agricultáveis. Servem, ainda, como fotografias textuais dos processos desencadeados pela atividade climática tropical, hoje acelerada pela interferência antrópica, incidindo sobre a configuração da paisagem e dos mosaicos a ela relacionados.

Relatos de Burton (1976) sobre a viagem realizada entre Rio de Janeiro e Morro Velho, hoje região de Nova Lima, Minas Gerais, no século XIX, consomem boas páginas dedicadas à descrição das matas entrefechadas, dos blocos granito/gnáissicos despontando ao horizonte, enfim, do recorte longo e espetacular visualizado das porções de cimeira da Serra do Mar, região de Petrópolis, estado do Rio de Janeiro. Em acordo com suas palavras, “*essa profusão de beleza é constante na Cordilheira Marítima do Brasil, sempre presente para saciar a sede do viajante*”. (Burton, 1976, p. 39)

A obra destaca, de forma literária, a diferença marcante das variáveis climáticas nas porções mais altas, de topos, em contraponto às características daquelas nas áreas mais baixas, com olhar especial para os mosaicos paisagísticos criados a partir dessas diferenciações e/ou associações. A dinâmica dessas áreas aparece recorrentemente, em trechos destinados ao esclarecimento sobre pormenores da paisagem. Por exemplo, sobre as cascalheiras, segue o relato:

“Descansando aqui harmoniosamente, ali desarmoniosamente, naquela base ondulada, cristalina e estratificada, tanto no interior como na costa, encontram-se, como mostram as brechas naturais e os cortes artificiais, camadas de seixos, principalmente quartzo, ora arredondados pela água, ora pontiagudos e angulares, dispostos no mesmo nível ou formando faixas onduladas, como se depositados por águas tranquilas e pela ação do gelo. Sobrejacente, outra vez, fica a profunda e rica argila, que faz o Brasil, como a África, uma Ofir¹, uma terra vermelha, ocrácea, altamente ferruginosa,

¹ Região Sul da Arábia relacionada no Antigo Testamento, rica em Ouro. (www.infopedia.pt, acesso em 18/10/2011)

homogênea e quase não estratificada, outrora uma pasta de areia e argila com seixos e grandes bolders, espalhados indiscriminadamente através do depósito.” (Burton, 1976, p.76).

Esse retrato do Brasil infere paisagens que se configuraram sob a alteração de tipos climáticos mais secos para tipos mais úmidos e que condicionaram a expansão, em algumas áreas, por exemplo, da vegetação pluvial densa e a retração de tipos vegetacionais mais abertos como as florestas de araucárias subtropicais, os campos e as caatingas semiáridas.

Por sobre os mosaicos de superfície descansam registros importantes que atestam a migração de um tipo climático para outro. No território nacional são relacionados a fatores morfológicos, pedológicos e biológicos que se encontram dispostos e preservados, ainda, em muitas áreas e denunciam explorações biológicas pretéritas diferentes das atuais. Exemplos são as antigas superfícies formadas por cascalhos transportados em regime de torrentes, bem como, os leques coluvionares formados pela dejeção de grande quantidade de sedimentos em antigas planícies de inundação.

A “dança” dos arranjos paisagísticos é ressonância das variações climáticas quaternárias e seus reflexos nas médias de temperatura e pluviosidade, resultados secundários da expansão e retração das geleiras glaciais. Apesar de não atingirem diretamente as regiões tropicais, as glaciações permitiram a reconfiguração paisagística dessas áreas em ajuste às novas condições impostas. Atualmente, grande parte dessas paisagens encontra-se sob forte pressão advinda das atividades antrópicas direcionadas ao uso da terra.

Essas nuances da paisagem motivaram o desenvolvimento de pesquisa pautada na análise integrada dos elementos do meio físico, em área inserida no Sul do estado de Minas Gerais, correlata aos terrenos pertencentes à Serra da Mantiqueira. O cenário da pesquisa aqui apresentada é a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, componente da grande bacia do rio Paraná e tributária direta da bacia hidrográfica do rio Sapucaí.

Para tanto, verificou-se interessante a aplicação, com adaptações, da concepção geossistêmica, tal como preconizado por Sochava (1971;1977;1978), com discussões pautadas, também, nas ideias de Bertrand (1968;1972;1978), Beroutchachvili e Bertrand(1978), e Christofolletti (1999) e adaptações à realidade do trabalho.

O estudo aqui proposto aborda a dinâmica da paisagem de forma una, ou seja, ante a atuação em uníssono dos sistemas componentes do meio, a saber: o geológico, o geomorfológico, o pedológico, o vegetacional e o climático, agente regulador das relações sistêmicas advindas dessa interação. Há ainda o sistema antrópico, ator tenaz das transformações paisagísticas mais recentes, por meio, principalmente, do uso dado à terra.

Pretende-se mostrar a eficácia da concepção enquanto ferramenta para o desenvolvimento de zoneamento ambiental para fins de planejamento, tendo como unidade de área a bacia hidrográfica, uma vez que essa é, por lei, a unidade de área padrão a ser considerada nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) para a implantação de empreendimentos diversos. As bacias hidrográficas são, também, as unidades consideradas pelo sistema de *check list*, adotado por agências de planejamento e órgãos gerenciadores, quando da solicitação de leitura das condições ambientais de áreas sujeitas à intervenção pela instalação de obras estruturais que tragam impactos aos terrenos anexos.

Dada as características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, este trabalho, calibrado na escala de 1:100.000, oferta material para instituições e pesquisadores que se dedicam ao estudo dos geossistemas aplicado à investigação das paisagens sob pressão antrópica, à reconstrução paleogeográfica das paisagens naturais e à dinâmica e evolução das paisagens das regiões tropicais.

Os resultados aqui apresentados comprovaram a eficácia e o potencial das técnicas e métodos utilizados.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

2.1 – Justificativa e Hipótese do Trabalho

A Lei 6.938/81, posteriormente normatizada pela resolução do CONAMA 001/86, define critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Nesse interim fica definida a obrigatoriedade do desenvolvimento de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para instalação de obras ou atividades que tragam significativa degradação ao meio ambiente. Dessa forma, o relatório de impacto ambiental deve ser precedido por um estudo de impacto ambiental, estando os dois à mercê da aprovação por órgãos competentes e fiscalizadores.

O artigo 5º inciso III da referida resolução esclarece também, que deve ser estabelecido um limite geográfico da área diretamente e indiretamente afetada pelos projetos, sendo a bacia hidrográfica unidade a ser considerada em qualquer que seja o empreendimento. O artigo 6º esclarece que o EIA deve prezar pelo *“diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, de forma a caracterizar a situação ambiental da área, anteriormente à aprovação do projeto”*. (CONAMA, 1986). Nesse contexto, os elementos do meio físico, biológico e socioeconômico pertencente a essa unidade de área devem ser considerados, ao mesmo tempo, como agentes transformadores da paisagem, ante a relação existente entre eles.

Por definição, a bacia hidrográfica é unidade de área de superfície resultante da compartimentação natural dos terrenos compreendidos por divisores topográficos, que estão sob a influência de um canal de drenagem principal e seus tributários, os quais servem como nível de base para todas as porções do terreno situadas à montante. Essa unidade é aquela de ocorrência dos processos advindos da integração entre elementos do meio físico e biológico em contato ou não com os socioeconômicos. A bacia hidrográfica, de acordo com os pressupostos apresentados anteriormente, cumpre a função de unidade de área de excelência para o desenvolvimento de estudos cuja temática seja o meio natural, em contato ou não com as atividades socioeconômicas.

No Brasil, respostas metodológicas com análises concretas e que consigam integrar a relação entre esses elementos (biofísicos e socioeconômicos), delimitando o perfil ambiental da área visualizada para o desenvolvimento de EIA/RIMA e implementação de projetos diversos, encontram-se ainda, em fase de estudo e ensaio, sendo que, um número reduzido de órgãos de pesquisa apresenta metodologias já consolidadas para tal.

A experiência vivida em trabalhos de inventários de bacias hidrográficas para fins de aproveitamento em hidroeletricidade, desenvolvidos nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, mostraram a necessidade de adoção de uma metodologia que oferecesse a possibilidade de integração e análise dos dados adquiridos em campo e laboratório e apresentação dos resultados finais em um documento cartográfico único e resoluto. O mesmo apresentaria dados integrados, referentes às características da área quanto aos seus aspectos naturais e à fragilidade ambiental dessa mesma área, frente aos tipos de uso que a ela são correlatos.

Nesse contexto, elegemos a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho como unidade de área para o desenvolvimento de estudo pautado na aplicação da concepção geossistêmica para a análise da dinâmica da paisagem. Visualizamos aqui investigar a eficácia da concepção como modelo voltado à análise ambiental e que oferta seus resultados à contribuição e desdobramentos dos métodos de análise do espaço geográfico.

Estudos dessa envergadura disponibilizam grande quantidade de informações às instituições públicas e privadas que tenham seus trabalhos direcionados ao planejamento do uso e ocupação da terra e/ou ao estabelecimento de obras estruturais de engenharia de grande envergadura. Mostram-se ainda, como boas ferramentas de trabalho, ao geógrafo bacharel, uma vez que são passíveis de utilização nas análises efetuadas no âmbito das pesquisas ambientais como um todo.

As análises aqui efetuadas recaem sobre o planejamento ambiental, uma vez que, agregam uma quantidade grande de informações, trabalhadas em conjunto para a definição e hierarquização de compartimentos dentro de uma unidade de área específica, no caso a bacia hidrográfica.

Os terrenos contextualizados junto à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, porção Sul do estado de Minas Gerais, denunciam a presença de feições morfológicas derivadas de processos de reativação tectônica, superfícies quaternárias recobertas por mantos coluvionares, vegetações reliquias em sucessão por outras atuais e perfis de solo reajustados topograficamente. Dadas essas características, ela foi tomada como exemplo para comprovar as hipóteses formuladas:

- A concepção geossistêmica, por permitir a seleção dos atributos mais convenientes aos resultados pretendidos, é modelo de análise de diferentes ambientes terrestres, em diferentes escalas, tendo a bacia hidrográfica como cenário de referência para a sua aplicação.
- A concepção geossistêmica é eficaz quando direcionada às discussões sobre o planejamento ambiental em bacias hidrográficas, a partir da correlação entre as unidades de paisagem (Geossistemas) e a Fragilidade Ambiental.

2.2 – Objetivos Gerais e Específicos

Esse trabalho aplica a concepção geossistêmica e sua metodologia de identificação e análise de unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, Sul do estado de Minas Gerais.

Em consequência o trabalho volta-se às considerações pertinentes ao planejamento da área em questão, com discussões à cerca da utilização dos geossistemas como metodologia de análise ambiental. Em decorrência, são elencados objetivos gerais e específicos.

2.2.1 – Objetivo Geral

- Aplicar a concepção geossistêmica à identificação e análise de unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

2.2.2 – Objetivos específicos

- Identificação e análise da Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

- Identificação de compartimentos geomorfológicos como balizadores ao mapeamento de unidades geossistêmicas.
- Investigação da relação entre as unidades de paisagem e a Fragilidade Ambiental dos terrenos inseridos na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho;
- Correlacionar as informações levantadas, referentes às características físicas/biológicas da bacia, em contato ou não com as atividades antrópicas.
- Ofertar material às pesquisas efetuadas no âmbito das terras úmidas do Brasil Sudeste.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Materiais

Imagens ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) foram utilizadas para a obtenção de informações de incidência de radiação à superfície, geomorfológicas e geológicas. “O ASTER é um dos Instrumentos a bordo do satélite EOS AM-1 e obtém imagens de alta resolução (15 a 90 m) da Terra nas regiões dos espectros: Visível; Infravermelho Próximo (VNIR); Infravermelho médio (SWIR); Infravermelho Térmico (TIR)” (ENGESAT, 2013).

As imagens ASTER, são disponibilizadas gratuitamente em ambiente virtual, uma parceria entre o METI (Ministério da Economia, Desenvolvimento e Indústria do Japão) e a NASA (National Aeronautical and Space Administration). Compõem cenas radarmétricas, de grande significância para estudos do relevo. Para a realidade da pesquisa foi utilizada uma cena correlata à folha SF-23 (Rio de Janeiro) com meridiano central de 45^o W, com resolução espacial de 30x30 metros.

Uma composição da cena do Satélite LANDSAT 5, bandas 1,2,3,4, 5 e 7, com resolução espacial de 30x30 metros, órbita/ ponto 118/75 e 118/76 do dia 05/09/2011, foi utilizada para os trabalhos de caracterização do uso e ocupação da terra, além daqueles orientados à Fragilidade Ambiental.

Arquivos em formato *shape* disponibilizados por diferentes órgãos governamentais foram utilizados e trabalhados em ambiente virtual, em apoio às atividades de elaboração dos documentos cartográficos de caracterização.

As folhas topográficas Itajubá (IBGE,1971) SF.23-Y-B-III-3; Lorena (IBGE, 1975) SF.23-Y-B-VI-2; Santa Rita do Sapucaí (IBGE,1971) SF.23-Y-B-II-4; Virgínia (IBGE,1971) SF.23-Y-B-III-4, todas em escala 1:50.000 e que recobrem integralmente a área da bacia hidrográfica ora estudada foram utilizadas nas atividades de campo e na extração de informações cartográficas de caracterização.

Para as atividades de campo bússola, trena, escala granulométrica, lupa, martelo além de outros equipamentos de uso corriqueiro foram utilizados. A marcação dos pontos estudados foi efetuada com GPS E-Trex, modelo de mão da GARMIM.

A caracterização da paisagem em cena, apresentada juntamente com o

documento cartográfico final, foi possível ante a documentação fotográfica em campo, com câmera fotográfica comum, modelo KODAK Z740 semiprofissional.

3.2 – Métodos

O método utilizado para o balizamento e concretização dos trabalhos aqui apresentado foi interpretativo e dedutivo, baseado em atividades de gabinete, marcadas pela elaboração e análise de documentos textuais e cartográficos temáticos e em atividades de campo, fundamentais para a compreensão e entendimento das relações sistêmicas que se processam na unidade de área escolhida para estudo.

Assim, de forma geral, para a aplicação da concepção geossistêmica e seu método de trabalho, partimos de um levantamento bibliográfico das obras de referência textuais e cartográficas, seguidas por uma reflexão epistemológica a respeito do tema e dos aspectos do trabalho.

A essa reflexão, seguiu-se um levantamento das informações gerais das características da área considerada, ou seja, a elaboração de um inventário pré-paisagístico, expresso pelos elementos geológicos, de solos, geomorfológicos, vegetacionais, climáticos e uso e ocupação da terra, nuances elementares componentes do sistema. Essas informações seguem em capítulo de caracterização da área.

Uma terceira etapa demandou a elaboração de um mapa da Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, com base nas informações de declividade, uso e ocupação da terra e de solos.

Em sequência procedeu-se à estruturação dos lineamentos e dos cenários paisagísticos para a área, em unidades hierarquizadas. As informações geomorfológicas foram aquelas que orientaram a definição das unidades hierarquicamente superiores da paisagem e os dados integrados de declividade, uso e ocupação da terra e solos as unidades inferiores, as quais permitiram o levantamento das informações referentes à Fragilidade Ambiental, que embasaram considerações a respeito do planejamento ambiental da bacia hidrográfica. As informações referentes à vegetação nativa e sua espacialização na área balizaram o

reconhecimento de alguns mosaicos de superfícies enquadrados no nível hierárquico inferior da classificação adotada.

A espacialização dos dados adquiridos e a exposição cartográfica e fotográfica dos mesmos foi etapa subsequente. Essa etapa exigiu, em primeira instância, um inventário fotográfico relativamente detalhado, acompanhado por extensas atividades de campo.

As atividades de campo acompanharam boa parte da pesquisa, consistindo em aquisição de dados primários e checagem e observação dos dados secundários, levantados por meio de mapeamentos previamente elaborados.

Um mapa de unidades geossistêmicas que personificam a paisagem da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho foi o resultado final do trabalho, com discussões orientadas posteriormente.

3.2.1 – Obras textuais de referência

A bibliografia textual é correlata a trabalhos que desenvolveram temáticas voltadas às discussões sobre sistemas ambientais e paisagem, além daquelas de caracterização da área, relacionadas às temáticas geológica, geomorfológica, de solos, vegetacional, climática e de uso e ocupação da terra.

Dessa forma, assuntos referentes aos estudos e considerações sobre sistemas e geossistemas naturais e antrópicos desenvolvidos nas últimas décadas no âmbito da Geografia e ciências afins foram selecionados e consultados.

Dentre esses são destaques o trabalho de Yefremov (1964) que discorre sobre o “lugar” da Geografia Física junto às ciências naturais; de Anuchin (1964) sobre a problemática da síntese na ciência geográfica; de Mozorov (1964), de Saushkin (1964) e de Konstantinov (1964), que discorrem sobre a sociedade e a natureza como parte de um todo, sobre a interação entre a sociedade e a natureza e sobre a interação entre a sociedade e a natureza e a moderna Geografia, respectivamente; de Pertsik (1964) sobre os princípios geográficos do planejamento regional; de Zvonkova (1968) sobre discussão dos problemas práticos na Geografia Física; de Isachenko (1968) em menção aos cinquenta anos de ciência da paisagem na ex-União Soviética; de Sochava (1968) a respeito do desenvolvimento da ciência geográfica na Sibéria e a ambientalização das ideias sobre geossistemas; de Yefremov (1969) em discussão sobre a esfera da paisagem e o ambiente

geográfico; de Saushkin e Smirnov (1970) sobre geossistemas e geoestruturas; de Sochava (1971) em considerações sobre os âmbitos de atuação da Geografia e da Ecologia e a relação entre essas ciências; de Plakhotnik (1974) sobre a infraestrutura da teoria geossistêmica; de Chorley e Hagett (1974) a respeito dos modelos integrados em Geografia; de Chorley e Hagett (1975) sobre os modelos físicos e de informação em Geografia; de Sochava (1975) pautado nos requisitos teóricos para o mapeamento dos habitats humanos; de Sochava et. al. (1975) sobre a unificação de conceitos e termos utilizados nos estudos investigativos da paisagem; de Von Bertalanffy (1968;1975) sobre a Teoria Geral dos sistemas; de Tricart (1977) em publicação referendada à dinâmica dos meios ecológicos; de Sochava (1977;1978) sobre o estudo e a classificação dos geossistemas; de Sochava (1978) em introdução aos conceitos doutrinários dos geossistemas; de Bertrand (1968;1972;1978) e de Beroutchachvili e Bertrand (1978) em apresentação e introdução ao conceito de Geossistemas; de Beroutchachvili e Radvanyi (1978) em comunicação sobre a estrutura vertical dos geossistemas; de Demek (1978) sobre o enquadramento da paisagem como um geossistema; de Brossard (1987) sobre a simulação numérica da paisagem visível; de Haase (1989) sobre a classificação da paisagem em escala média na República Democrática Alemã; de Rougerie e Beroutchachvili (1991) sobre geossistemas e paisagens; de Clément (1994) em contribuição epistemológica aos estudos da paisagem; de Matteucci e Buzai (1998) sobre sistemas ambientais complexos e as ferramentas de análises espaciais; de Christofolletti (*apud* MATEUCCI e BUZAI, 1998) sobre as perspectivas de análises da complexidade e a auto-organização em sistemas geomorfológicos; de Christofolletti (1999) a respeito da modelagem dos sistemas ambientais; de Troppmair (2000) sobre o conceito de geossistemas e os geossistemas do estado de São Paulo; de Viadana (2002) sobre a aplicação da teoria dos refúgios florestais às terras contextualizadas no estado de São Paulo; de Schier (2003) em dissertação sobre o conceito de paisagem na Geografia; de Vicente e Perez Filho (2003) em alusão à abordagem sistêmica em Geografia; de Nascimento e Sampaio (2005) sobre geossistemas e os estudos integrados da paisagem no âmbito da Geografia Física; de Vitte (2007) sobre a inserção do conceito de paisagem na Geografia; Bertrand e Bertrand (2007), em menção aos estudos da paisagem e a relação desses com a Geografia Física, a natureza e a sociedade; Rodriguez et. al. (2007), sobre a

geoeologia das paisagens; de Fernandes e Bamberg (2009) em alusão à estratificação de ambientes para gestão ambiental; de Ganzei (2008) a respeito dos geossistemas das porções sul e central das ilhas Curilas; de Ganzei et. al. (2009) em trabalho pautado na dinâmica do uso da terra na bacia do Amur Daria ao longo do século XX; de Cavalcanti et. al. (2010) a respeito da atualização conceitual voltada aos fundamentos para o mapeamento de geossistemas; de Ganzei e Ivanov (2012) sobre a diversidade de paisagens das ilhas Curilas-RU e de Marques Neto (2012) sobre os geossistemas da bacia do rio Verde (MG), porção sudeste do Brasil.

É digno de destaque a importância dos textos produzidos pela escola russa de Geografia nas décadas de 60 e 70 do século XX, pois contém o cerne da concepção geossistêmica e apresentam a evolução da ciência geográfica na ex-União Soviética tendo em vista a necessidade de aplicação do conhecimento à investigação do território. Essas bibliografias embasaram teoricamente o trabalho desde as primeiras considerações até o fechamento e conclusão do mesmo.

Em relação às características pertinentes ao meio físico, correlatas aos temas de geologia, geomorfologia, solos, clima e vegetação foram levantados textos de referência, que balizaram a sistematização das informações e caracterização dos terrenos inseridos no contexto da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Muitos deles orientaram a elaboração dos documentos cartográficos de caracterização.

Sobre a geologia da área e terrenos circunvizinhos são destaques os trabalhos de Ebert (1968;1971), Leonardos Jr. et. al. (1974), os estudos de Wernick e Penalva (1974), Von Eschwege (1979), Cavalcante et. al. (1979), Von Spix (1981), de Almeida e Hasui (1984), Trouw et. al. (2007), e da CPRM (2008).

Importantes trabalhos de caracterização geomorfológica foram desenvolvidos ao longo das últimas décadas, tendo como palco a Serra da Mantiqueira e conseqüentemente a região sul do estado de Minas Gerais. São destaques aqueles elaborados por Martonne (1943;1944), por King (1956), Tricart (1959), por Lehman (1960), Ab' Sáber (1966, 1970, 1973, 1977 e 2003), Tricart (1965), Magalhães Jr. e Diniz (1997) e Magalhães Jr. e Trindade (2004;2005).

A respeito das informações pedológicas são referências os estudos de Cavalcante et. al. (1979), de Ker (1997), da EMBRAPA (2006), de Resende et. al. (2007) e da Universidade Federal de Viçosa-UFV (2010).

Os dados climáticos são advindos das informações apresentadas por Nimer (1989), Sant'Anna Neto e Nery (*apud* SOUZA et. al., 2005), Miagui (2006) e Ramos et. al. (2009).

Sobre as informações correlatas à cobertura vegetal atual e pretérita os estudos de Aroldo de Azevedo (1950), de Joly (1970), de Romariz (1974), de Behling (1997; 1998; 2002), Behling e Negrelle (2001), de Benites et. al. (2003) e de Oliveira et. al. (*apud* SOUZA et. al., 2005) possuem importância relevante.

Referências bibliográficas correlatas a dados de uso e ocupação da terra são extremamente raras para a região, sendo o trabalho desenvolvido pelo IBGE (2010), que informa a respeito das principais lavouras e atividades extrativas dos municípios inseridos no contexto da bacia, e o trabalho de Guimarães (1978) aqueles de maior relevância e talvez, os únicos.

Esses trabalhos deram condições para o desenvolvimento da fundamentação teórica que, apesar de se configurar como método da pesquisa, é apresentado à frente, como item autônomo.

A respeito da Fragilidade Ambiental, de grande valia foram as consultas aos trabalhos de Ross (1994), voltado à análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados; de Nakashima (2001) em estudo que vincula a fragilidade ambiental aos processos erosivos na bacia do rio Keller, estado do Paraná; de Kawakubo et. al. (2005) em utilização do geoprocessamento para a caracterização empírica da fragilidade ambiental e de Oliveira et. al. (2008) que correlacionam a fragilidade ambiental ao uso do solo em bacia hidrográfica no município de Uberlândia-MG. Destaque deve ser dado ao trabalho de Ross (1994) que orientou a adoção dos pesos das classes de fragilidade para os parâmetros aqui considerados.

3.2.2 Documentação cartográfica

Os documentos cartográficos de base são representados pelas cartas topográficas e pelos mapeamentos já realizados no âmbito das instituições públicas, disponibilizados em ambiente virtual e sob a forma de mapas impressos.

As informações cartográficas de referência são correlatas aos temas de Geologia, Geomorfologia, Solos, Clima, Vegetação e Uso e Ocupação da Terra, e são apresentados a seguir. Esses documentos serviram de base para as atividades

que se desenvolveram em campo e para a elaboração dos documentos cartográficos temáticos finais, vinculados à Fragilidade Ambiental e à expressão das Unidades Geossistêmicas da Paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

As folhas topográficas editadas pelo IBGE citadas anteriormente, em escala 1:50.000, foram reunidas em mosaico, num único documento, e reajustadas, em ambiente virtual, à escala do trabalho, definida em 1:100.000. As imagens do satélite ASTER foram igualmente trabalhadas e calibradas para a escala desejada. (Figura 1 e Figura 2)

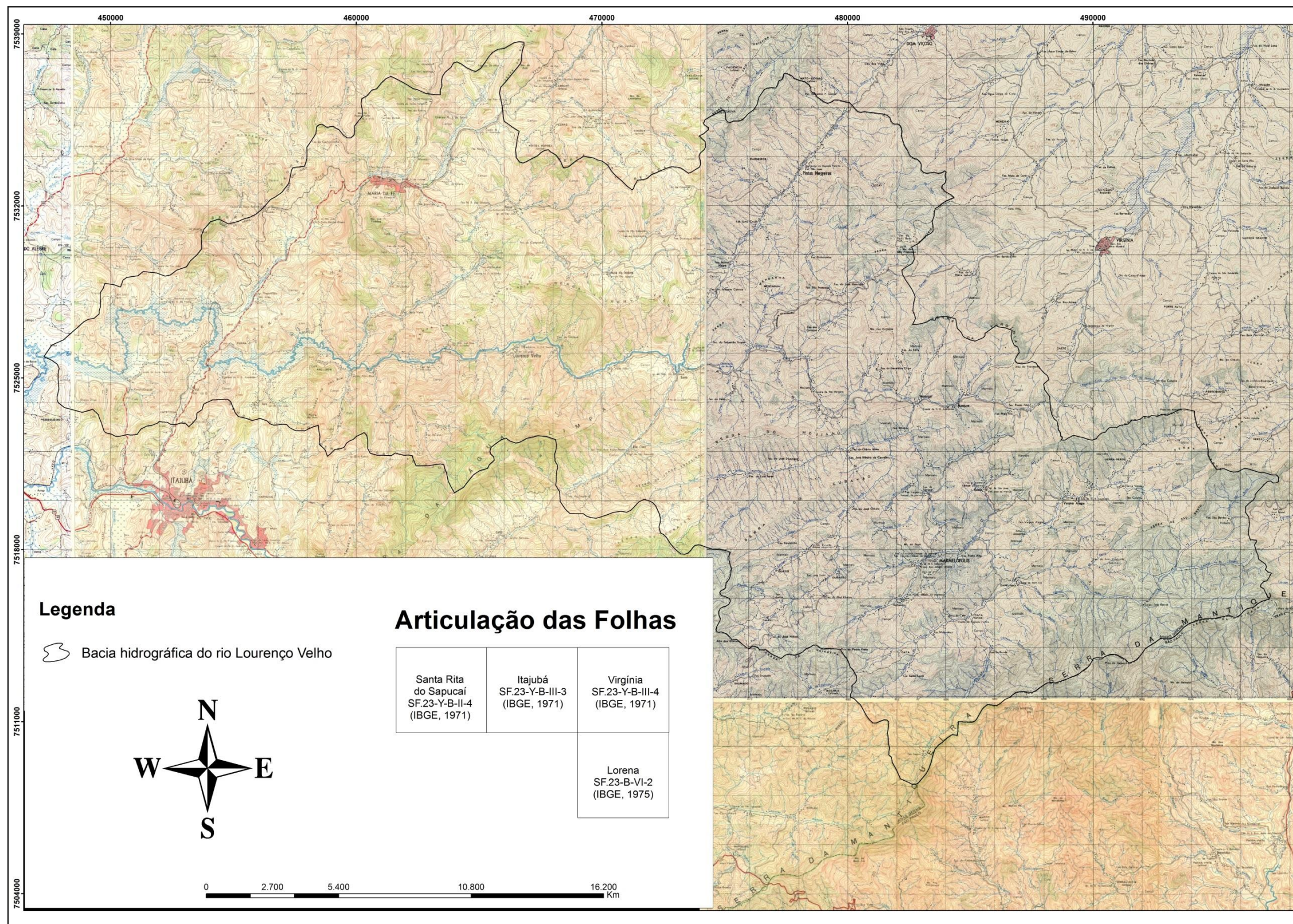


Figura 1 - Base cartográfica de referência organizada pelo grupamento das folhas topográficas Itajubá, Lorena, Santa Rita do Sapucaí e Virgínia, editadas pelo IBGE, originalmente em escala 1:50.000.

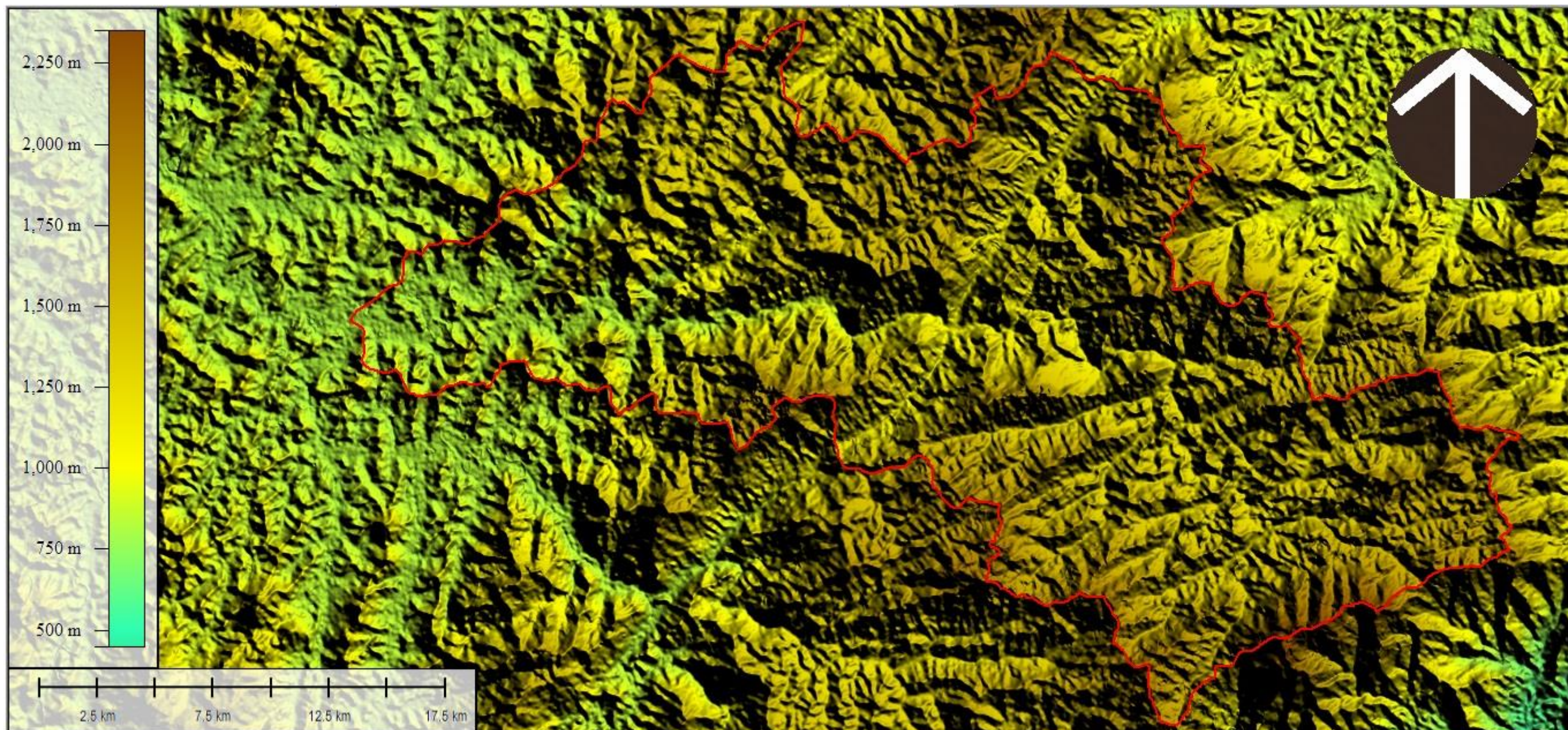


Figura 2 - Imagem ASTER S23 W046 de 2011, com detalhe da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho (polígono em vermelho), usada como referência para os trabalhos da pesquisa.

A seguir, são expostos os métodos utilizados na elaboração dos documentos cartográficos referentes às informações de Geologia, Geomorfologia, Solos, Clima, Vegetação, Uso e Ocupação da Terra, Fragilidade Ambiental e Unidades Geossistêmicas.

- Geologia

Sobre o tema geologia foram consultados e utilizados os trabalhos elaborados pela CPRM (2008) em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, que culminaram na edição da carta geológica da folha Itajubá (SF.23-Y-B-III). Esse trabalho, juntamente com outro, também elaborado pela CPRM (2006), denominado “Geodiversidade”, em escala 1.000.000, disponibilizaram informações geológicas em formato *shape file* que foram trabalhadas em ambiente virtual e posteriormente deliberaram a formatação de documento cartográfico geológico da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

- Geomorfologia

A cartografia geomorfológica ficou a cargo dos dados disponibilizados pelas folhas topográficas em confronto com as informações derivadas da análise e interpretação da Imagem ASTER, correlata à escala da folha topográfica SF.23 Rio de Janeiro, editada pelo IBGE (1972), meridiano central de referência W046⁰. As informações morfográficas foram registradas tendo como base os princípios fotointerpretativos elucidados por Soares e Fiori (1976) e pautados na interpretação dos elementos de relevo e drenagem no que tange à orientação, textura, padrão, tropia e densidade. A identificação dos compartimentos geomorfológicos utilizou ainda, as informações geológicas disponibilizadas pelo mapeamento geológico da CPRM (2008). As orientações repassadas por Ross (1992), sobre a taxonomia do relevo, foram consideradas e também contribuíram para o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos. Atividades em campo auxiliaram a caracterização desses compartimentos.

As informações morfométricas referentes à hipsometria, declividade e à orientação das vertentes foram obtidas ante a análise dos dados do satélite ASTER, já citada anteriormente, utilizando-se software GIS.

Os dados relacionados à hipsometria foram adquiridos, também, em software GIS, onde foram reclassificados utilizando-se o método manual da ferramenta *LAYER PROPERTIES*, culminando na adoção de onze classes hipsométricas com diferenças altimétricas de 150 metros entre elas: < 850 m / 850 m – 1000 m / 1000 m – 1150 m / 1150 m – 1300 m / 1300 m – 1450 m / 1450 m – 1600 m / 1600 m – 1750 m / 1750 m – 1900 m / 1900 m – 2050 m / 2050 m – 2200 m / > 2200 m.

Os dados de declividade foram extraídos mediante a utilização da ferramenta *SLOPE*, calibrada em graus. Foram definidas cinco classes de declividades, a saber: < 5° / 5° – 15° / 15,01° – 25° / 25,01° – 45° / > 45°.

Para as informações referentes à orientação das vertentes utilizou-se a ferramenta *ASPECT* que permite a visualização, em ângulo, da exposição das vertentes. A orientação das faces foi calibrada para os quadrantes Norte (N), Nordeste (NE), Noroeste (NW), Leste (L), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SW) e Oeste (O).

- Solos

A bibliografia cartográfica sobre solos é referente aos dados disponibilizados por Cavalcante et. al. (1979) no âmbito do projeto Sapucaí, pelo projeto RADAM Brasil (1983) folha SF-23, Rio de Janeiro e pelo mapeamento de solos do estado de Minas Gerais elaborado pela Universidade Federal de Viçosa (2010), em escala 1:650.000, com informações correlatas a 1:500.000. As informações disponibilizadas por esses trabalhos, em formato *shape file*, foram também trabalhadas e posteriormente compuseram o mapa de solos da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. No processo de transferência das informações para a escala proposta para o trabalho, houve perda de informações, fato inevitável quando da utilização desse tipo procedimento. É interessante destacar que as informações repassadas pela cobertura vegetal de “campos de altitude”, consideradas nos trabalhos de uso e ocupação da terra, auxiliaram a interpretação e elaboração da cartografia final sobre o tema.

- Clima

O tema referente ao clima produziu documento cartográfico ombrotérmico balizado em informações textuais apresentadas por Nimer (1989), Sant’Anna Neto e

Nery (*apud* SOUZA et. al., 2005) e Miagui (2006) e que foram digitalizadas por sobre as cartas topográficas.

Foi elaborado ainda, utilizando-se um software GIS, um mapa de incidência de radiação à superfície, pautado nos períodos referentes ao Solstício de Inverno de 2011 e Solstício de Verão de 2011, a fim de verificar a diferença de radiação direta incidente junto aos terrenos inseridos na área de estudo, entre esses dois períodos. Para tanto utilizou-se a ferramenta *SOLAR RADIATION* onde foram calibradas as datas de leitura, a saber: 21/06/2011 para o solstício de inverno e 22/12/2011 para o solstício de verão. A unidade utilizada foi o Watt hora por metro quadrado (WH/m²).

O mapa de incidência de radiação, apesar de oferecer informações térmicas foi apresentado no contexto da descrição geomorfológica da área, em paralelo com as informações referentes à orientação das vertentes.

- Vegetação

Mapas de vegetação são extremamente raros e, em escalas maiores que 1:250.000, quase inexistentes. Assim, o mapeamento disponível é referente aos dados disponibilizados pelo IBGE (2004), em escala 1:1.000.000, em formato *shape file*. Esse trabalho auxiliou as delimitações do mapa de vegetação, que se balizaram também em informações textuais disponibilizadas pelo IBGE (1992). Essas informações foram, posteriormente, alinhavadas e retratadas cartograficamente. A cobertura vegetal foi retratada por meio de cores e hachuras. As primeiras definem a diferenciação das fitofisionomias e as segundas a ocorrência de interpenetração entre elas.

- Uso e Ocupação da Terra

Informações sobre o uso e ocupação da terra foram adquiridas tendo como base imagens do satélite LANDSAT 5, resolução espacial de 30x30 metros, órbita/ponto 118/75 e 118/76, bandas 1(0,45 - 0,52 μm), 2 (0,52 - 0,60 μm) , 3 (0,63 - 0,69 μm) , 4 (0,76 - 0,90 μm) , 5 (1,55 - 1,75 μm) e 7 (2,08 - 2,35 μm), datada de 05/09/2011.

O mapeamento do uso da terra foi obtido por meio de classificação orientada a objeto. A segmentação das imagens foi feita em software GIS, utilizando-se a ferramenta *Feature Extration* que adota critérios de homogeneidade entre pixels, o

que permite segmentar e delimitar os objetos com características de reflectância semelhantes.

Para classificação digital das imagens utilizou-se o algoritmo de vizinho mais próximo com base nas características espectrais das seis bandas. Outros atributos tais como o brilho, a média espectral das seis bandas e o máximo de diferença para as seis bandas também foram avaliadas no algoritmo de classificação. As classes de interesse referem-se a: **solo exposto; pastagem, agricultura, reflorestamento, floresta nativa e campos de altitude**. A classe “campos de altitude” subsidiou informações para ajuste do mapeamento de solos, no que toca à inferência sobre a ocorrência de neossolos litólicos para a área estudada.

- Fragilidade Ambiental

As informações sobre a Fragilidade Ambiental, a exemplo do uso e ocupação da terra, foram adquiridas tendo como base imagens do satélite LANDSAT 5, resolução espacial de 30x30 metros, órbita/ponto 118/75 e 118/76, bandas 1(0,45 - 0,52 μm), 2 (0,52 - 0,60 μm), 3 (0,63 - 0,69 μm), 4 (0,76 - 0,90 μm), 5 (1,55 - 1,75 μm) e 7 (2,08 - 2,35 μm), datada de 05/09/2011.

A fragilidade ambiental dos terrenos concernentes à bacia do rio Lourenço Velho foi investigada tendo como apoio os pressupostos teóricos e metodológicos de Ross (1994) e Nakashima (2001).

Os dados selecionados como de relevância para a composição deste documento cartográfico são aqueles disponibilizados pelos mapas de declividade, uso da terra e solos. A variável declividade foi tomada como sendo o dígito principal (peso maior), ou seja, a informação de maior relevância para a composição da carta de fragilidade ambiental. A ela seguiram-se os mapas de uso e ocupação da terra e solos. Procedimento semelhante foi adotado por Nakashima (2001), em investigação aos processos erosivos instalados na bacia do rio Keller, estado do Paraná. Porém, na ocasião, a carta de solos foi o segundo dígito considerado pela autora, e o uso e ocupação da terra, o terceiro.

Utilizou-se um software GIS para a análise integrada com o método da sobreposição ponderada. A sobreposição ponderada de análise apoia-se nas etapas de: sistemática de referência espacial; processamento da intersecção geométrica; e procedimento de combinação dos atributos. Esse método, de acordo com Meirelles

et. al. (2007), permite a minimização dos erros de classificação que possam ocorrer quando os valores atribuídos a uma variável em determinada localização “*não satisfizer aos requisitos de uma determinada classe*” (MEIRELLES et. al., 2007, pág. 117). Ao contrário das operações *booleanas* que assumem os valores 0 ou 1 e consideram o mesmo grau de importância para cada critério (variável) utilizado na modelagem sendo, portanto, inapropriado, o método da sobreposição ponderada foi aquele que pareceu melhor representar as informações finais aqui pretendidas.

Assim, em etapa primeira processou-se o levantamento e a organização das informações temáticas a serem utilizadas. Na operação seguinte a essa etapa, foram atribuídos pesos e qualificadores a cada uma das classes dos atributos selecionados. A operação final resultou em dados com pesos relativos relacionados aos seus respectivos qualificadores.

- Fragilidade Ambiental segundo a declividade

As declividades da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho foram, distribuídas em cinco classes de fragilidade. Dessa forma, terrenos com declividades inferiores a 5^o apresentam uma fragilidade **Muito Baixa** (1). Acima de 5^o e abaixo de 15^o a fragilidade é **Baixa** (2) e entre valores superiores a 15^o e 25^o ela é **Média**. Possuem fragilidade **Alta** (4) os terrenos que compreendem declividades superiores a 25^o e inferiores a 45^o. Acima de 45^o a fragilidade é máxima, sendo considerada como **Muito Alta** (5). (

Tabela 1)

Tabela 1 – Classes de fragilidade da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG segundo as declividades.

Fragilidade Ambiental Segundo a Declividade		
Declividade	Peso	Vulnerabilidade (Qualificador)
< 5 ^o	1	Muito Baixa
5,01 ^o – 15 ^o	2	Baixa
15,01 ^o – 25 ^o	3	Média
25,01 ^o – 45 ^o	4	Alta
> 45 ^o	5	Muito Alta

- Fragilidade Ambiental segundo o uso e ocupação da terra.

Os tipos de uso e ocupação da terra/vegetação foram distribuídos em cinco classes, em acordo com a capacidade que estes mesmos usos têm de proteger a

camada superficial do solo frente a ação dos processos erosivos. As classes adotadas seguiram as orientações de Ross (1994), que relacionou os diversos tipos de uso da terra ao grau de proteção que estes oferecem ao solo. Adaptações a esse método foram executadas em solicitação às especificações do trabalho ora apresentado.

As áreas recobertas por florestas nativas foram classificadas como sendo de **Muito Baixa** fragilidade (1) e as áreas de silvicultura, de **Baixa** fragilidade (2). As pastagens representam fragilidade **Média** (3), as culturas agrícolas de ciclos longo e curto, **Alta** fragilidade (4). As áreas recobertas por solo exposto são aquelas onde a fragilidade foi classificada como **Muito Alta** (5). (Tabela 2)

Tabela 2 - Classes de fragilidade da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG segundo o Uso da Terra/Vegetação.

Fragilidade Ambiental Segundo o Uso da Terra		
Uso da terra	Peso	Vulnerabilidade (Qualificador)
Floresta Nativa / Campos de Altitude	1	Muito Baixa
Silvicultura	2	Baixa
Pastagem	3	Média
Cultura Agrícola	4	Alta
Solo Exposto	5	Muito Alta

- Fragilidade Ambiental segundo o tipo de solo.

As classes de fragilidade dos cinco grandes grupos de solos da bacia hidrográfica do rio Lourenço velho foram distribuídas em acordo com as orientações de Ross (1994) que considera o escoamento difuso e concentrado das águas pluviais. Os Argissolos vermelhos e vermelho-amarelos foram classificados como detentores de uma fragilidade **Média** (3), os Cambissolos com fragilidade **Alta** (4) e os Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos, **Muito Alta** (5). Na área, não foram encontrados solos com vulnerabilidade 1 e 2, classes **Muito Baixa** e **Baixa**, respectivamente. (Tabela 3)

Tabela 3 - Classes de fragilidade da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG, segundo os tipos de solos.

Fragilidade Ambiental Segundo os Tipos de Solos		
Solos	Peso	Vulnerabilidade (Qualificador)
Argissolo Vermelho Argissolo Vermelho-Amarelo	3	Média
Cambissolos	4	Alta
Neossolos Flúvicos Neossolos Litólicos	5	Muito Alta

Os resultados referentes à Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho estão em consonância com o grau de vulnerabilidade das variáveis consideradas (declividade, uso da terra e solos). Os dados dessas variáveis foram analisados de forma empírica, representadas por “pesos” relativos, que por sua vez, representam a ponderação inferida a cada uma dessas variáveis. Utilizou-se, em ambiente GIS, o método de classificação *Quantile* que permite a análise conjunta de valores muito distintos.

A operação de classificação dos dados resultou em uma escala de fragilidade calibrada pelo programa GIS, entre 3 e 80, que posteriormente foi reorganizada em 5 classes, a saber: Muito Baixa (3>9); Baixa (9-18); Média (18-27); Alta (27-32); Muito alta (32<80). A Tabela 4 mostra a relação as variáveis consideradas.

Tabela 4 – Relação entre os atributos considerados e as classes de Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

Atributos			Pesos
Declividade	Uso da Terra	Solos	
< 5 ⁰	Floresta Nativa / Campos de Altitude	-	1
5,01 ⁰ – 15 ⁰	Reflorestamento	-	2
15,01 ⁰ – 25 ⁰	Pastagem	Argissolo Vermelho / Argissolo Vermelho- Amarelo	3
25,01 ⁰ – 45 ⁰	Cultura Agrícola	Cambissolos	4
> 45 ⁰	Solo Exposto	Neossolos Flúvicos; Neossolos Litólicos	5

- Geossistemas

A cartografia das unidades geossistêmicas, desenvolvida em escala 1:100.000, utilizou as informações prestadas pelos trabalhos de compartimentação geomorfológica que posteriormente foram somadas àquelas apresentadas pelo trabalho de caracterização da Fragilidade Ambiental da área, calibradas com as informações levantadas na caracterização pré-paisagística. A definição das unidades geossistêmicas seguiu a proposta de Sochava (1971;1978), com adaptações necessárias, dadas as particularidades da área analisada e à proposta do estudo ora desenvolvido.

O posicionamento das unidades superiores foi emparelhado, na fileira dos geômeros, ao Táxon proposto por Sochava (1971;1978) como **Classe de fácies** e as unidades inferiores emparelhadas ao Táxon **Grupo de Fácies**. Na fileira dos Geócoros as unidades superiores compuseram o Táxon **Topogeócoro** e as inferiores o **Mesogeócoro**. Esse nível de análise, Topológico, é correlato à proposta escalar do trabalho e permite o grupamento de mosaicos correlatos em unidades individualizadas. O **Quadro 1** apresenta o esquema de classificação utilizado para a elaboração do mapa de unidades geossistêmicas da paisagem.

Quadro 1 - Classificação utilizada para a representação da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG.

Ordens de Geossistemas				Elemento(s) Definidor(es)	Resultado
GEÔMEROS	Classe de Fácies	Topogeócoro	GEÓCOROS	Geomorfologia	PAISAGEM
	Grupo de Fácies	Mesogeócoro		Fragilidade Ambiental (Declividade; Uso da Terra; Solos)	

Os mapas produzidos são apresentados junto ao levantamento pré-paisagístico, inseridos na caracterização da área e embasam as considerações direcionadas às unidades geossistêmicas mapeadas, dadas as suas pertinências.

Auxiliaram, ainda, as discussões direcionadas ao planejamento ambiental da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma reflexão epistemológica sobre estudos da paisagem e dos sistemas em Geografia, sobre os modelos aplicados aos estudos sistêmicos e sobre a relação entre os Geossistemas e o planejamento da paisagem, acompanhou ampla consulta a trabalhos já elaborados e que vieram em auxílio, direto ou indireto, ao desenvolvimento do trabalho que ora é apresentado.

Foi a partir dessa reflexão que ajustamos a proposta Geossistêmica de Sochava (1971;1977;1978) para a realidade da pesquisa pretendida.

4.1 – Paisagem e Sistemas (GEO)

A ciência geográfica define-se pela sua aplicabilidade na investigação, análise e interpretação dos fenômenos de ordens espaciais, ou seja, que possuem expressão areal e apresentam uma organização na superfície da Terra. É ciência de síntese, uma vez que, os arranjos criados em superfície são fruto da interação entre os fatores abióticos, representados pelas rochas, solos e relevo e bióticos, representados pelos reinos *Metaphyta* e *Metazoa*. Destaque é dado ao clima, elemento abiótico, que rege tal interação e condiciona, de certa forma, as unidades espaciais organizadas na superfície do nosso planeta. Esses elementos formam, em conjunto com os elementos culturais, o que é definido por alguns autores como “Paisagem”.

Segundo Dolfuss (1973), a paisagem é composta por elementos geográficos que se relacionam entre si. São elementos abióticos constituídos pelo clima, litologia e águas e bióticos representados pelos seres vegetais e animais organizados em comunidades e alocados sobre o arcabouço abiótico. O homem, segundo o autor (op. cit.), compõe o universo biótico, sendo o ator de transformação mais incisiva da paisagem, capaz de modificá-la e modelá-la com fins de utilização e adaptação.

Para Dolfuss (1973) a expressão areal da paisagem, é aquela correlata à ocorrência de um ou vários sistemas que se organizam espacialmente em superfície².

² O posicionamento de Dolfuss completa a ideia de que as paisagens são fruto das relações sistêmicas, sendo, portanto, intrínsecas aos mesmos.

Os relatos de Rodriguez e Silva (2007) informam que os anos correspondentes ao final do século XVIII e início do XIX, foram marcados pela inserção das ideias de Immanuel Kant (1724-1804), Alexander von Humboldt (1769-1859) e Karl Ritter (1779-1859), que rezavam a necessidade em se adotar uma visão totalizadora das interações decorrentes da relação existente entre a sociedade e os sistemas naturais. Segundo os autores (op. cit.), a paisagem trabalhada por Humboldt e posteriormente Vasily Dokuchaev (1846-1903), Siegfried Passarge (1866-1958) e Lev S. Berg (1876-1950) ao longo do final do século XIX e século XX, além de possuir caráter natural, conotava a ideia de interação, num espaço concreto na superfície do planeta, entre os componentes do meio físico, a saber: a litologia, o relevo, o clima, a água, o solo e a vegetação.

Em artigo voltado à definição do conceito de paisagem e sua inserção na Geografia, Vitte (2007), apresenta extensa bibliografia referente ao tema e dá destaque à escola alemã como introdutora dos estudos da paisagem no âmbito dessa ciência. Apoiado nos trabalhos de Johann W. Von Goethe (1749-1832) e von Humboldt (1769-1859) destaca de forma muito pertinente que “existe uma harmonia na ordem natural e que a natureza manifesta-se diferenciada na superfície terrestre em função de como ocorre a integração entre os seus elementos.” (VITTE 2007, pág. 74)

Drozdov (2007) relata que o termo paisagem não possui ecos no vocabulário russo e que os termos *mestnost* (localidade) e *uroschishche* (região) seriam aqueles que representariam melhor o termo paisagem a depender de seu significado. Os russos incorporaram a *Landschaft* alemã, que segundo o autor (op. cit.), relaciona-se às interconexões dos componentes da terra, onde os elementos da natureza interagem entre si e onde o elemento humano, por meio de suas ações, é contemplado. Nesse âmbito Drozdov (2007) comenta que toda uma estrutura de planejamento foi implantada na antiga União Soviética, tendo como ponto de partida, a análise e interpretação da paisagem.

Interessante comentário foi tecido por Rougerie e Beroutchachvili (1991) quando destacaram que muito provavelmente a palavra “*landshaft*” apareceu na Idade Média na região onde hoje é a Alemanha, em designação a uma região de tamanho médio ou um território compreendido por pequenas comunidades humanas. Somente no período clássico é que o termo ganha o significado de

representatividade pictórica da natureza. Subjetivamente, sobre essa perspectiva, o termo paisagem, ainda na idade média, se revestia do significado de elementos naturais sob a interferência humana e, portanto, em interação e transformação. A dinâmica da paisagem é dada a partir dessa relação.

Kelting (2010) elaborou um catálogo de publicações francesas entre os anos de 1995 e 2005, onde a paisagem é a temática principal. De acordo com a publicação o termo *Paisagem* adquiriu significados múltiplos. Kelting (2010) relata que a paisagem surgiu na Alemanha entre os séculos XVII e XVIII como sinônimo de território e posteriormente na Itália para o reconhecimento pictórico da natureza. Alexander Von Humboldt, segundo a autora (op. cit.) refere-se à paisagem ao mencionar o estado comportamental do clima e das espécies vegetais e animais e ao tecer considerações a respeito do seu estado material atual, ao qual denominou *morfologia da paisagem*.

A *naturlandschaft* e a *kulturlandschaft* alemãs comungaram ideias para formar o que aqui denominaremos paisagem geográfica, composta por elementos naturais e passíveis de interferência antrópica. Tais elementos são responsáveis pela criação de mosaicos característicos, impressos na superfície em decorrência da sua interação.

Para a Geografia, tão importante quanto a análise e interpretação dos mosaicos é o entendimento das relações existentes entre os fatores bióticos e abióticos e em que instância tais relações são responsáveis por esses mosaicos criados em superfície. O desenvolvimento dessas reflexões se deu em uma atmosfera do pós-guerra, especialmente na ex-União das Repúblicas Socialistas Soviéticas.

A partir da segunda metade do século XX, a preocupação com os problemas práticos em Geografia tais como as escalas de análise, o posicionamento enquanto ciência, a formação e trabalho dos profissionais geógrafos e o embasamento teórico a eles direcionados, se explicitou em uma série de artigos direcionados a essas reflexões. São exemplos as comunicações de Ryabchikov (1964) sobre a interação entre os ramos da ciência geográfica e de Zvonkova (1968) sobre os problemas práticos em Geografia Física.

Pode-se considerar que, houve toda uma organização em prol do alinhamento da Geografia ao estudo dos complexos naturais e, posteriormente, também, dos complexos territoriais.

Os trabalhos publicados nesse período remetem a reflexões profundas voltadas ao reconhecimento da Geografia como a ciência entretida com o estudo das paisagens, as quais se incorporavam a partir do estudo dos elementos constituintes dos complexos naturais. O fator antrópico foi gradualmente inserido como parte integrante dos estudos da paisagem, sendo o “complexo territorial” reconhecido, definido e acoplado posteriormente às investigações.

Um artigo escrito por French (1961) ilustra a formação dos geógrafos da antiga União Soviética, com detalhes do currículo de onze anos, das escolas preparatórias para a Universidade. Nesse contexto, a Geografia é apresentada aos futuros universitários, no quarto ano de estudo, como disciplina conjugada às ciências da natureza. Nos anos seguintes, quinto ao oitavo, os estudantes aprendem Geografia Física. Do nono ano ao décimo primeiro os alunos têm contato com a Geografia Econômica. Ao longo desse período, pouco mais de uma década, estudos de campo completam o aprendizado do aluno. Ao término, caso o aluno se incline em seguir a carreira de geógrafo estaria subsidiado com ampla gama de conhecimentos para o acompanhamento do curso nas universidades.

Mais relatos do autor (op. cit.) e um outro artigo escrito por Darby et. al. (1961) voltado à discussão suscitada por French (1961), descortinam a preocupação dos soviéticos em dotar de conhecimentos prévios aqueles que futuramente viessem a escolher a Geografia como formação profissional.

Sochava (1970) em um de seus *papers* explicou o treinamento dos geógrafos russos para trabalhar com a Geografia aplicada, assumindo temática que aborda o programa de formação universitária e suas alternativas de especialização. A temática principal volta-se à discussão sobre o subsídio que a ciência geográfica pode oferecer ao futuro profissional para que o mesmo, por meio da abordagem integrada, reaja à solução dos problemas práticos sobre o planejamento dos territórios.

A preocupação em posicionar a Geografia e mais especificamente a geografia física no âmbito das ciências da natureza foi expressa por Yefremov (1964) ao discutir o lugar da Geografia Física junto às ciências naturais. O autor (op. cit.)

definiu que a Geografia Física se envolve com os estudos das paisagens da Terra e por isso ocupa lugar de destaque entre as ciências naturais. A formulação de Yefremov (1964) baseia-se nos laços existentes entre a Geografia Física, a Geologia e as outras ciências naturais. Este trabalho foi prelúdio para um outro, onde Yefremov (1969) definiu a “esfera da paisagem” e o “ambiente geográfico”. Para o autor (op. cit.) essas duas definições são os conceitos chave da “geografia moderna”, sendo que o meio geográfico representa apenas parte da esfera da paisagem terrestre. Em análise mais pontual, Yefremov (1969) distinguiu, inseridas na esfera da paisagem, duas esferas de segunda ordem que se relacionam: a sociosfera, representada pela esfera em que se dão as atividades humanas e a esfera das paisagens naturais.

Morozov (1964), em “Society And Nature as Parts of a Single Whole” havia apontado o homem como elemento integralmente constituinte do meio natural. Nesse artigo, o autor (op. cit.) resgatou informações sobre a natureza humana e a necessidade do homem em atuar junto ao meio natural a fim de produzir ou retrabalhar esse meio para a sua existência. Concluiu que o homem sempre dependeu da natureza para o seu desenvolvimento e, dessa forma, sempre agiu como sendo parte dessa mesma natureza. As ações do homem sobre a natureza, para Morozov (1964), culminam na criação de uma “natureza humanizada”. Baseado na teoria da gênese da proteína primária o autor (op. cit.) considera que a fase final na evolução biológica da Terra é a fase inicial na humanização da natureza.

Mais à frente Gumilev (1968) escreveria sobre o fator antropogênico na formação da paisagem, principalmente a partir do holoceno tardio. O autor (op. cit.) acredita que a grande capacidade do homem em adaptar-se se traduziu no seu estabelecimento por toda a superfície do planeta e cada grupo social interage de forma particular com o meio que o rodeia, dadas as suas necessidades e as características potenciais desse meio. Refutando as ideias do historiador britânico Arnold Josef Toynbee (1889-1975), que inferem que “a natureza difícil estimulou o homem às atividades” (GUMILEV 1968, pág. 594) se aproximando do “determinismo geográfico” proposto por Friedrich Ratzel (1844-1904), Gumilev (1968) discute a forma como a humanidade afetou a natureza através das gerações, em diferentes estágios do seu desenvolvimento.

As novas abordagens e as novas demandas da Geografia foram comentadas por Anuchin (1960) em uma publicação a respeito dos problemas teóricos em Geografia, onde foram apresentadas as preocupações científicas que deveriam permear os estudos soviéticos nos próximos anos.

Em 1964, a síntese geográfica e os problemas a ela relacionados foram debatidos pelo mesmo autor. Pautado nas novas demandas dos trabalhos práticos apoiados no planejamento que vinha sendo desenvolvido pelo governo soviético nas áreas de gerenciamento da água, expansão industrial e construção da malha viária, Anuchin (1964) explicita a relevância do fator antrópico nas alterações impostas à natureza.

Sobre o assunto o autor (op. cit.) revela que as leis sociais afetam o meio geográfico. Anuchin (1964) aponta que as leis econômicas, por exemplo, mesmo não agindo diretamente sobre a natureza, têm capacidade de transformar as paisagens naturais em paisagens humanizadas, ou antropizadas³.

Os trabalhos que se seguiram a esses mostram a evolução dos conceitos em Geografia e as possibilidades de aplicação dessa ciência na investigação do território, adotando abordagens de sínteses, pautadas na integração e/ou na diferenciação, tal como apresentada por Anuchin (1964).

São exemplos os estudos de Geller et. al. (1964) sobre a transformação da natureza e o desenvolvimento dos recursos naturais nas áreas áridas; de Sochava (1964) sobre os problemas geográficos concernentes ao desenvolvimento nas áreas de florestas de Taiga e de Gerasimov (1964) et. al. sobre o estudo e utilização dos recursos naturais da União Soviética;

A síntese preludiada pela Geografia Soviética, necessária aos trabalhos de integração e diferenciação das paisagens encontrou na concepção organísmica difundida por Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), similaridades entre o funcionamento sistêmico de um organismo e o funcionamento sistêmico das paisagens. Os estudos de Von Bertalanffy, que culminaram na publicação de "General System Theory: Foundations, Development, Applications" (1968), trouxeram novas ideias aos trabalhos geográficos e mostraram possibilidades

³ Sobre a questão o autor exemplifica o caso da inserção da ovinocultura na paisagem natural Australiana e a transformação dessa paisagem em uma paisagem humanizada. "Quem poderia negar que, como resultado do efeito dessas leis foi a ovelha e não o canguru, que se tornou o representante mais característico do mundo animal na Austrália?" (ANUCHIN, 1964, pág. 40)

quanto à utilização da abordagem sistêmica à investigação científica e conseqüentemente, ao emprego dessa mesma abordagem no trato com as paisagens.

Estudos metodológicos desenvolvidos a fim de analisar, interpretar, hierarquizar, compreender e representar o funcionamento orgânico, portanto sistêmico, da paisagem, levaram significativa quantidade de pesquisadores a elaborar boa diversidade de conceitos pautados na análise integrada, onde os sistemas, unidades de relevância primeira, se apresentam como partes integradas uns dos outros e são igualmente importantes uns para os outros.

Sobre o assunto, escreveu Dolfuss:

“O estudo dos sistemas encontra-se, por conseguinte, bem no centro da análise geográfica, na medida em que oferece a possibilidade de decompor as operações, de observar as relações de causalidade e as inter-relações, de verificar a eficácia de certos agentes e processos, de medir as inércias e coerções.” (DOLFUSS 1973, pág. 61)

Para Von Bertalanffy (1968;1975) a Teoria Geral dos Sistemas ultrapassa o limite de uma ou outra área do conhecimento, exigindo abordagens integradas para o estudo dos elementos constituintes da unidade sistêmica.

Nas ciências ambientais o organismo, as populações e o ambiente físico passaram a ser analisados como um todo que se completa por meio das suas interações, e devem, portanto, ser estudados em conjunto e não mais isoladamente.

Nesse âmbito, Von Bertalanffy (1968;1975) destaca que os sistemas ambientais apresentam caracterizações que dependem das relações específicas no interior de um complexo, não havendo, portanto, considerações isoladas.

Sochava (1977) em alusão ao enfoque sistêmico comenta que o mesmo oferece novas possibilidades no que tange às abordagens de investigação do geógrafo, permitindo, conseqüentemente, melhoras no processo de investigação dos problemas. Nas palavras de Sochava (1977):

“Em condições normais deve-se estudar, não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões mas, de preferencia, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc.” (SOCHAVA 1977, pág. 2)

Em publicação anterior, Sochava (1971) apresentara a concepção geossistêmica para o estudo e espacialização dos mosaicos ecossistêmicos. O geossistema vem em caracterização às paisagens naturais formadas pelos elementos do meio físico e suas interações, que se expressam sob a forma de mosaicos e são representativos para áreas com centenas e até milhares de quilômetros quadrados.

Os geossistemas de acordo com Sochava (1971;1977;1978) resumem-se ao espaço terrestre de dimensões variadas, onde as relações entre os componentes da natureza se procedem de forma sistêmica e interativa e que, por sua vez, sofrem influência e interação com as esferas do cosmos e do social.

Sochava (1971) explica que questões importantes, pertinentes ao universo de estudo da Geografia e da Ecologia, advém da contribuição, e mesmo da colaboração, entre essas duas ciências para a resolução de problemas correlatos aos ambientes naturais e a gestão dos recursos a eles atrelados.

De acordo com o autor (op. cit.) a tradição geográfica em se interessar pelos problemas primários de caracterização de regiões extensas e a ecológica de se apoiar na relação das biocenoses específicas em áreas menores vieram em auxílio ao desenvolvimento dessas duas ciências e impuseram maior credibilidade aos estudos dos geossistemas. Em síntese, para Sochava (1971), a Geografia e a Ecologia se completam no estudo dos meios naturais.

Sobre a relação entre os ecossistemas e os geossistemas Sochava (1971) define que “modelos de ecossistemas representam suplementos úteis para modelos estruturais dinâmicos em geossistemas” (SOCHAVA 1971, pág. 277).

Os geossistemas de Sochava constituem totalidades ou integridades homogêneas e heterogêneas e ao mesmo tempo podem dividir-se em sistemas e subsistemas subordinados, abarcando toda a superfície do planeta Terra e que, ao comportarem-se como um fragmento autônomo, funcionam de maneira independente em espaços pequenos, porém completamente perceptíveis. De acordo com Sochava (1978) a partir do conceito de geossistemas é possível obter uma nova interpretação sobre o processo de troca e de quantidade de entropia e não entropia na esfera da paisagem.

Sochava (1977) explica que:

“Embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais, são tomados em consideração durante o seu estudo e suas descrições verbais ou matemáticas.” (SOCHAVA 1977, pág. 6)

É importante atentar para o fato de que Sochava (1977) considera os geossistemas como fenômenos, o que infere a possibilidade dos mesmos se desdobrarem em ordens escalares diferenciadas, organizados de forma hierárquica. Em destaque à hierarquia Sochava (1977) comenta:

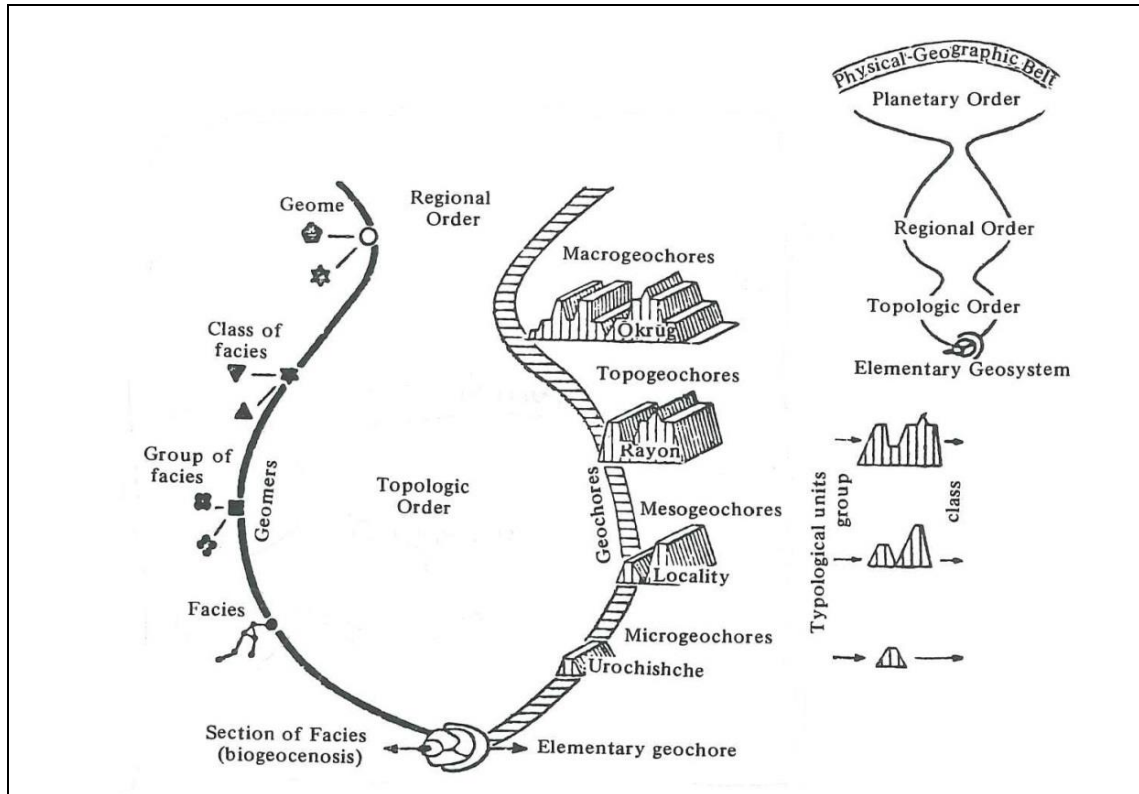
“Hierarquia de construção é a mais importante feição dos geossistemas. Devido a isso, tanto a área elementar da superfície da Terra, quanto o geossistemas planetário, ou as subdivisões intermediárias do meio natural, representam uma unidade dinâmica, com uma organização geográfica a ela inerente” (SOCHAVA 1977, pág. 9)

Sochava (1971;1977;1978) hierarquizou os geossistemas em ordens de dimensão Topológica, Regional e Planetária e procedeu a uma subdivisão da paisagem em arranjos homogêneos e heterogêneos.

Geossistemas que comungam estruturas homogêneas foram denominados geômeros e aqueles com estruturas diferenciadas foram denominados geócoros. Nas palavras de Sochava (1978) “Todas as classes de geossistemas com estrutura homogênea chamam-se geômeros, e os de estrutura diferenciada são chamados de geócoros” (SOCHAVA 1978, pág. 4)

Segundo a classificação proposta, as menores unidades homogêneas representativas dos geossistemas, ou geossistemas elementares, seriam as **Biogeocenoses**. Em posição hierárquica superior estão o **Fácies** e acima destes o **Grupo de Fácies**. Em andar superior ao Grupo de Fácies estão as **Classes de Fácies**. O **Geoma** representaria o geossistema de ordem superior a todos os anteriores. Em relação aos geossistemas heterogêneos, o nível elementar seria representado pelo **Geócoro Elementar**. Em posição superior a ele estariam os **Microgeócoros** ou *uroschishche*, entendidos como regiões. Acima dos microgeócoros estão posicionadas as localidades, entendidas como **Mesogeócoros** ou *mestnost*. Os **Topogeócoros**, denominados áreas (*oblasti*), seriam o nível superior às localidades e os **Macrogeócoros** ou distritos (*okrug*), estariam no topo da escala de abordagem, representando os macrogeossistemas heterogêneos. O ordenamento escalar dos geossistemas impõe subdivisão da paisagem em ordens

de grandeza, que representam o campo de ação da geografia física. A hierarquia acima descrita é intrínseca à ordem escalar Topológica e está representada na **Figura 3**, elaborada por Sochava (1971).



Fonte: SOCHAVA, 1971, pág. 280.

Figura 3 - Ordens de Geossistemas e a divisão topológica e regional da paisagem de acordo com Sochava (1971)⁴.

Outra representação, veiculada em artigo intitulado “Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre, publicado em 1978 na revista Biogeografia da Universidade de São Paulo (USP) e direcionada aos geômeros e geócoros, é mostrada por Sochava (1978) em quadro explicativo sobre a divisão taxonômica dos Geossistemas. Na ocasião geômeros e geócoros foram representados em fileiras paralelas separadas por uma coluna designativa da ordem dimensional dos mesmos. Pelo quadro nota-se a relação existente entre as categorias de geômeros e as ordens dos geócoros.

Para Sochava (1971;1977;1978) geômeros são unidades homogêneas perceptíveis em superfície por meio da visualização dos mosaicos. No nível mais

⁴ A linha que se estende pelo lado dos geócoros, ao seu início, onde estão situados os geócoros elementares contém um “conector” destinado a englobar um “plugue” na linha dos geômeros. Sochava (1971) por meio dessa representação infere que no nível mais elementar, os geócoros (representados pelo “conector”) se formam pela união de biogeocenoses, ou seja, uma seção de Fácies (representadas pelo “plugue”) representaria um geócoros elementar.

elementar, agrupamentos de geômeros dão origem aos geócoros, unidades heterogêneas que comungam uma relação de troca de energia e matéria transformando-os em um complexo dinâmico.

Sobre a questão Sochava (1978) comenta:

"O menor número de parcelas de combinações territoriais de áreas elementares, assegurando o mínimo de condições para o seu funcionamento e a manutenção específica do caráter (tonus) da Geografia Física, constitui o geócoro elementar ou área de diferenciação elementar. Unindo pequenas áreas homogêneas a área de diferenciação elementar, por sua vez, serve-se parcialmente (integra como parte) do geócoro de grau superior imediato: um microgeócoro." (SOCHAVA 1978, pág. 6)

É preciso ressaltar que um geócoro, não se "cria" simplesmente pela união de geômeros. Ao que parece, na medida em que a escala de abordagem sobe hierarquicamente na ordem apresentada por Sochava (1971;1978), outros elementos passam a ser considerados como requisitos para o reconhecimento de unidades geocóricas, dando a entender que, entre um geômero e outro pode haver uma região de interdígito, reconhecida pela presença de estruturas reliquiares ou dinâmicas, que coexistem e são mapeáveis, mas pertencentes a geômeros diferenciados.

O trabalho desenvolvido por Haase (1989) em classificação às paisagens de médio porte na antiga República Democrática Alemã externaliza a questão. De acordo com o autor (op. cit.):

"As propriedades córicas são unidades espaciais resultado da associação de combinações de elementos tópicos, bem como da sua disposição no espaço. Finalmente, em um nível maior de agregação, geócoros possuem propriedades novas que vão além da mera soma das partes. Estas novas propriedades são criadas pela extensão da unidade regional, e se comportam como regiões funcionais no interior da estrutura natural-técnica de um território maior." (HAASE 1989, pág. 31)

A análise e determinação das unidades geoméricas e geocóricas de Sochava (1971;1978) está, ainda, em função dos elementos invariantes. Estes se traduzem segundo o autor (op. cit.), no conjunto das propriedades que se conservam inalteradas independente da categoria de geossistemas analisada. Em outras palavras o invariante do geossistema é comum tanto para o nível elementar de abordagem quanto para o nível mais alto da ordem escalar determinada por Sochava (1971; 1978), a Planetária.

Em publicação voltada à apresentação do desenvolvimento da ciência geográfica na Sibéria e na porção leste da ex-União Soviética, Sochava (1968) explica que pesquisadores russos propuseram estudos geográficos sobre temas diversos tendo em vista levantar informações e trabalhá-las, a fim de viabilizar a caracterização e o planejamento de unidades de áreas muito extensas. A partir daí, outros trabalhos e contribuições lapidaram a proposta e expandiram os horizontes de aplicação dos geossistemas aos estudos voltados aos ambientes naturais e antropizados.

Dessa forma, uma série de conceitos já introduzidos aos estudos do meio físico-biológico adentrou o universo sistêmico o que contribuiu para melhor organizar e mapear as informações texturais impressas na superfície da Terra, atribuindo maior funcionalidade aos trabalhos de cunho geográfico.

Ainda na década de 60, Bertrand (1968) também apresentou proposta de utilização da abordagem geossistêmica para o estudo e classificação das paisagens terrestres.

Para Bertrand (1968;1972) a paisagem se faz perceptível em diferentes escalas e, dessa forma, o geossistema configura-se como uma das ordens escalares onde a mesma pode ser estudada. A paisagem “de Bertrand” (1972), numa determinada porção do espaço, se figura como:

“[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” (BERTRAND 1972, pág. 1-2)

Em função dessa abordagem, a paisagem para Bertrand (1968) assume a flexibilidade do geossistemas de Sochava (1971;1977;1978) ao permitir-se enxergar-se nos diferentes níveis hierárquicos. Segundo Bertrand (1968):

“Existem, para cada ordem de fenômenos inícios de manifestação e de extinção e por eles pode-se legitimar a delimitação sistemática das paisagens em unidades hierarquizadas. Isto nos leva a dizer que a definição de uma paisagem é função da escala.” (BERTRAND 1972, pág 7-8)

Enquanto que para Sochava (1971;1978) o geossistema é um fenômeno que se reproduz em diferentes ordens escalares, para Bertrand (1968;1972) os geossistemas situam-se em determinado nível escalar da paisagem, cuja síntese é

tratada pelo autor (op. cit.) a partir da delimitação de unidades superiores e unidades inferiores. As unidades superiores se decompõem em Zonas, Domínios e Regiões Naturais (em ordem escalar decrescente) e as unidades inferiores em Geossistemas, Geofácies e Geotopos. A Zona seria a expressão máxima da paisagem e o Geotopo a expressão mínima, “*o refúgio das biogeocenoses originais, às vezes relictuais ou endêmicas*” (Bertrand 1972, pág. 8).

O elemento antrópico foi inserido por Bertrand (1968;1972) e contextualizado como influente e transformador da paisagem, perceptível principalmente nas análises processadas nas escalas inferiores.

Para Bertrand (1968;1972) o geossistema é um sistema composto por mosaicos definidos em áreas relativamente pequenas, possuidor de uma dinâmica interna, a qual não infere a necessidade de composição fisionômica homogênea. O sistema de classificação hierárquica possui, aproximadamente o mesmo princípio daquele apresentado por Sochava (1971;1977;1978), porém, se processa em apenas uma fileira.

Ao atribuir uma grandeza espacial ao geossistema Bertrand (1968;1972) o reconhece em espaços de alguns quilômetros até centenas de quilômetros quadrados e comenta que:

“[...] é nessa escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo.”
(BERTRAND 1972, pág. 11)

A importância da abordagem sistêmica como forma de se estudar os fenômenos espaciais a partir das interações verticais e horizontais, tal como apresentada por Sochava (1971;1977;1978) e Bertrand (1968;1972), foi retomada por Beroutchachvili e Bertrand (1978).

Segundo os autores (op. cit.) três elementos compõem o geossistema: os bióticos, os abióticos e os antrópicos. Esses elementos estão em constante interação e evolução e, por meio das suas inter-relações, denunciam a morfologia, a dinâmica e a exploração biológica do geossistema.

Beroutchachvili e Bertrand (1978) configuraram o geossistema a partir dos geohorizontes, e dos geofácies. Os geohorizontes são estruturas verticais que denunciam uma fisionomia, correlata a um determinado período e os geofácies são

estruturas horizontais internas existentes no geossistema e expressas arealmente. Cada geofácia possui uma estrutura específica de geohorizontes. Em outras palavras, o geofácia reflete o estado interno de organização do geossistema em dado momento, configurando-se como a textura fisionômica da unidade sistêmica em questão. Há ainda uma classe hierárquica de menor escala, denominada geotopo. O geotopo qualifica as menores unidades homogêneas dos geossistemas. Tal como na subdivisão geométrica e geocórica implementada por Sochava (1971;1978), Beroutchachvili e Bertrand (1978) apresentam uma classificação, ainda que em uma única fileira, pautada na expressão horizontal dos mosaicos criados em superfícies e na relação vertical das estruturas componentes do geossistema, os geohorizontes. Essa explanação trouxe novos significados aos pressupostos apresentados anteriormente por Bertrand (1968;1972).

Christofolletti (1999) denominou os geossistemas de sistemas ambientais físicos. Sobre os mesmos o autor disserta:

“Os sistemas ambientais físicos representam a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza (clima, topografia, rochas, água, vegetação, animais, solos) possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representando uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando através dos fluxos de energia e matéria, dominante numa interação areal.” (CHRISTOFOLETTI 1999, pág. 42)

Tal como para Bertrand (1968;1972) e Beroutchachvili e Bertrand(1978), para Christofolletti (1999) o geofácia é uma fisionomia homogênea que se modifica temporal e espacialmente, no interior de um geossistema. Para esses autores (op. cit.) a menor unidade homogênea do geossistema passível de visualização direta no terreno e que representa o refúgio das biocenoses originais, relictuais ou endêmicas denomina-se geotopo. O termo refúgio remete ao estado momentâneo de funcionamento de um geossistema qualquer, descrito assim por Beroutchachvili e Bertrand (1978).

De acordo com as reflexões dos autores acima citados, reconhecemos que, na linha de abordagem bertrandiana, os fluxos de matéria e energia entre os geohorizontes, concebe o geotopo e o conjunto de geotopos com especificidades homogêneas, dá origem ao geofácies. A **Figura 4** procura ilustrar a síntese da

paisagem a partir do nível hierárquico Região Natural e sintetiza as ideias de Bertrand (1968;1972), Beroutchachvili e Bertrand (1978) e Christofolletti (1999).

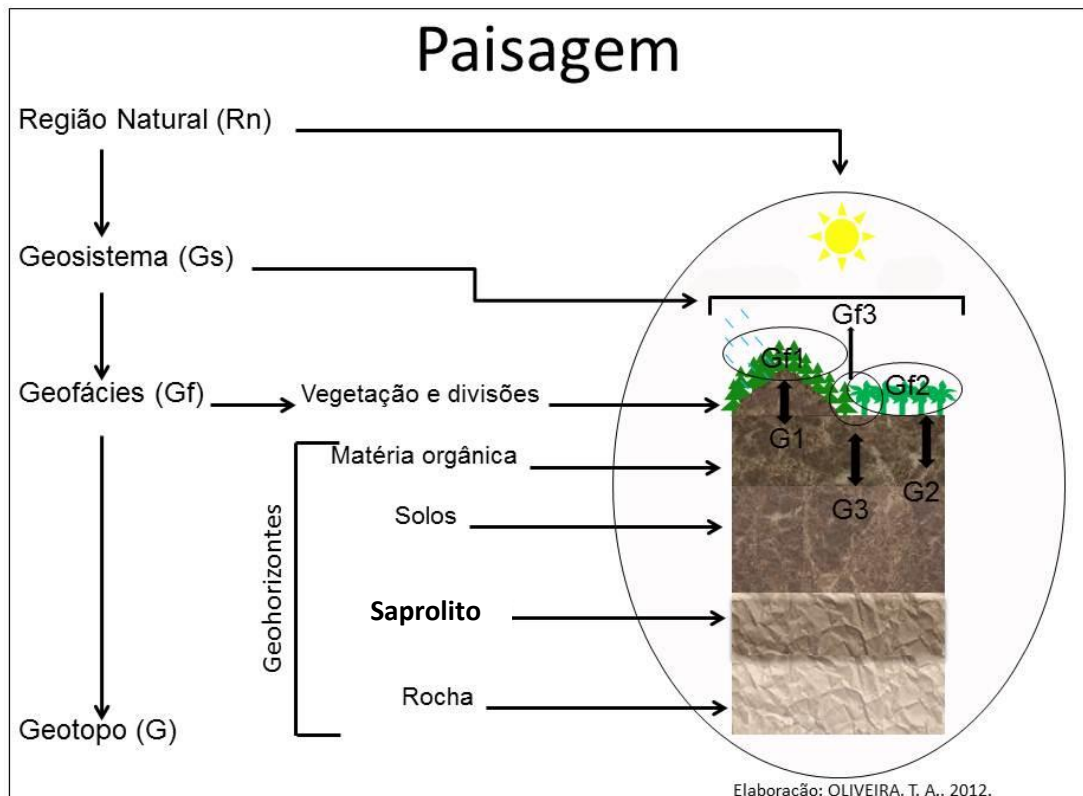


Figura 4 – Nuances da Paisagem em acordo com os pressupostos de Bertrand (1968;1972), Bertrand e Beroutchachvili (1978) e Christofolletti (1999).

O funcionamento dos geossistemas impõe, ainda, a necessidade de classificação dos mesmos quanto à sua dinâmica, pautada nas características evolutivas, no estágio evolutivo e no sentido da evolução.

Sobre a dinâmica dos geossistemas, Sochava (1978) determinou ser esta “o movimento de seus estados variáveis ou derivados, subordinados a um invariante nos limites de uma epifac⁵.” (SOCHAVA 1978, s/pág.)

O invariante de um geossistema, segundo Sochava (1978) representa o conjunto de propriedades a ele intrínsecas, independentemente de sua escala de abordagem e que não variam ao longo do tempo ante a incidência de energia externa. Os invariantes são intrínsecos tanto aos geossistemas de ordens menores quanto nos de ordens maiores.

⁵ “Estrutura monocêntrica cujo estado equifinal é um fácies primitivo.” (Sochava 1978, pág 29.)

O trabalho de Erhart (1966) trouxe significativa contribuição aos estudos de geossistemas, tanto para Sochava (1971;1978) quanto para Bertrand (1968;1972) que utilizaram conceitos da teoria bioresistásica para a definição da situação evolutiva momentânea dos geossistemas.

Bertrand (1968;1972) classificou os geossistemas em biotásicos e resistásicos. Os primeiros caracterizam paisagens onde a atividade geomorfológica é fraca ou mesmo inexistente e os processos pedogenéticos se sobrepõem aos geomorfofogenéticos. Geossistemas em resistasia apresentam atividade geomorfofênica intensa e dominante, sobressaindo-se aos processos de pedogênese. Geossistemas podem se apresentar naturalmente resistásicos, onde a atividade geomorfológica é fruto da dinâmica gravitacional ou podem estar vinculados às atividades antrópicas, importantes ativadoras e aceleradoras dos processos geomorfofogenéticos. Geossistemas clímax exibem equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, ou seja, a geomorfofênese e a pedogênese encontram-se equitativas.

Críticas à classificação de Bertrand (1968;1972) são apresentadas aqui e recaem na utilização direta das propostas de Erhart (1966), uma vez que os processos geomorfofogenéticos e pedogenéticos se alteram constantemente em determinada área, escalarmente pré-definida. Unidades Geossistêmicas com áreas em tamanho de dezenas a centenas de quilômetros quadrados não oferecem condições para que um processo se sobreponha ao outro e vice versa. Geomorfofênese e pedogênese são processos que se complementam.

Aproximando-se dessa reflexão Resende (2007) escreveu:

“[...] sendo o solo um corpo tridimensional, ele tem uma forma externa que vem a ser a sua topografia. Em outras palavras, o relevo faz parte do solo e, sendo assim, não há sentido incluí-lo entre os fatores de sua formação.”
(RESENDE 2007, pág. 123)

Classificação semelhante à proposta por Bertrand (1968;1972) foi estabelecida por Sochava (1978) ao apresentar a dinâmica do geossistema como manifesto de um determinado momento na linha evolutiva do seu desenvolvimento. A dinâmica do geossistema, ou as dinâmicas do geossistema, segundo Sochava (1978), se produzem em uma multiplicidade de estados que se dividem em estados

equifinais e estados variáveis. Os estados equifinais se subdividem em estados radicais, condicionalmente radicais e quase radicais.

Os geossistemas radicais são representados por geômeros e geócoros com inter-relações externas e internas bem consolidadas e, portanto, se mostram estáveis. Seus pares, em acordo com as premissas de Bertrand (1968;1972), seriam os geossistemas clímax.

Geossistemas condicionalmente radicais estão próximos dos radicais, porém são distintos daqueles por não terem chegado ao equilíbrio interno e externo. Ao nosso entendimento, aproximam-se dos geossistemas biostáticos apresentados por Bertrand (1968;1972).

Geossistemas quase radicais, segundo Sochava (1978) denunciam hiper ou hipotrofia de um de seus componentes, estando, portanto, emparelhados aos geossistemas resistáticos, enunciados por Bertrand (1968;1972).

Demek (1978) também analisou a paisagem como um geossistema. Para o autor (op. cit.) a esfera da paisagem possui funcionamento sistêmico, condicionado por relações entre os seus componentes e por transferência de massa e energia que transita por entre esses componentes. O geossistema ou a esfera da paisagem, ou ainda, a geosfera, possui dimensão planetária passível de ser subdividida em zonas verticais com expressões horizontais à superfície, denominadas *geomas*. Os *geomas* podem ainda ser subdivididos em geossistemas de dimensões menores, os quais o autor denomina *geochoras*.

A concepção geossistêmica de Demek (1978) encontra ecos nas premissas de Sochava (1971;1977;1978) no tocante às considerações sobre geômeros e geócoros e de Bertrand (1968;1972) e Bertrand e Berouthachivili (1978) e Christofolletti (1999) quanto às considerações referentes aos geofácies e geotopos.

Geossistemas são naturais, mas Demek (1978) ressalta sobre a existência dos Geossistemas culturais, representados por geossistemas naturais que se encontram sob a ação sócio-econômica. Sobre a questão, definiu o autor (op. cit.):

“ A paisagem cultural é uma parte da superfície da Terra, dentro do qual geossistemas naturais e socioeconômicos coexistem. Em muitas regiões, é difícil determinar a fronteira exata entre os restos de uma paisagem natural e a paisagem cultural. De acordo com as relações entre os dois tipos de geossistemas, os seguintes tipos de paisagem cultural podem ser distinguidos:

1) Paisagens cultivadas, onde as relações entre ambos os geossistemas estão se aproximando de uma relação harmoniosa e onde a capacidade de

auto regulação dos geossistemas naturais tem sido preservada (por exemplo, as regiões agrícolas).

2) Paisagens deturpadas, em que a estabilidade dos geossistemas naturais foi perturbada, mas que uma capacidade auto reguladora foi preservada, que são regiões intensamente utilizadas pelo homem (por exemplo, regiões urbanizadas).

3) Paisagens devastadas, onde a capacidade de auto regulação dos geossistemas naturais já foi muito perturbada e a recuperação só é possível por meio de entradas energéticas sócio-econômicas, principalmente pela biotécnica[...]” (DEMEK 1978, pág. 32)

Para Demek (1978) a formação da paisagem e sua dinâmica dependem do potencial energético advindo da Terra que se constitui por energia solar, energia geotérmica, energia gravitacional, energia acumulada ao longo do tempo geológico, por processos biológicos e edáficos e por processos sócio-econômicos de energia, representados pela interferência humana por sobre a superfície.

A dinâmica da paisagem fica, então, condicionada à quantidade de energia que circula no sistema e sua evolução, portanto, está na dependência da velocidade desse fator.

Os pressupostos de Demek (1978) se aproximam ainda das considerações de Sochava (1977;1978), Bertrand (1968;1972) e Beroutchachvili e Bertrand (1978), referentes ao estado evolutivo momentâneo da paisagem ou do geossistema. É importante destacar que Demek (1978) analisa a paisagem como um geossistema e assim, consegue unir os pressupostos dos autores anteriormente descritos.

Considerando a natureza como objeto das relações entre os elementos bióticos e abióticos a partir das explorações biológicas existentes, pressupomos ser esta uma unidade sistêmica que pode ou não estar sob a atuação do homem. Porém, se reconhecermos que o desenvolvimento da sociedade impõe necessidades quanto ao uso da natureza, deve-se reconhecer também que, em determinado momento da história a paisagem natural deixará de existir, e em qualquer parte do globo, a natureza ou a paisagem considerada, será a humanizada.

Para a Geografia Física, a utilização do conceito geossistêmico e de outros métodos de análises integradas à interpretação da dinâmica e evolução das paisagens têm mostrado resultados interessantes e de grande valor, principalmente se voltado à caracterização dos ambientes naturais e utilização dos recursos a eles correlatos.

Ab’Sáber (1967) utilizou a análise integrada dos fatos geomorfológicos, pedológicos, climáticos e hidrológicos para classificar os domínios morfoclimáticos

do Brasil. Esse trabalho pode ser considerado como um dos pioneiros, no âmbito da academia brasileira de ciências, a interpretar e caracterizar a paisagem a partir da integração de dados do meio físico.

Tricart (1977) trabalhou a paisagem como representativa dos mosaicos com grandeza e representação espacial de ecossistemas repetidos. De acordo com essa orientação a paisagem assume a condição de expressão fisionômica do geossistema. O trabalho de Tricart (1977) elucida a importância da aproximação entre a Geografia e a Ecologia, tal como preconizado por Sochava (1971).

É importante ressaltar a relevância da Fragilidade Ambiental na investigação integrada da dinâmica que se processa nos mais variados ambientes.

Ross (1994) destaca que a Fragilidade Ambiental trata-se de uma possibilidade de análise integrada de um determinado território que pressupõe o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural, estando este ou não sob as intervenções do homem. Segundo o autor (op. cit) a fragilidade ambiental encontra parceria nos conceitos elucidados por Tricart (1977) a respeito das unidades ecodinâmicas da paisagem, e dessa forma, possui vasta aplicação nos trabalhos voltados ao planejamento ambiental dos territórios.

A teoria dos refúgios florestais é outro exemplo de análise integrada dos elementos fisiográficos tendo em vista a investigação sobre a persistência de manchas de florestas tropicais úmidas e outros tipos vegetacionais durante os períodos secos do Cenozóico agrupados em minirredutos, em meio a condições climáticas desfavoráveis, apresentando áreas que constituíram descontinuidades biogeográficas. Acreditamos que os minirredutos correspondam às unidades de menor expressão areal e na proposição de Sochava (1971) relacionam-se aos geossistemas de ordem hierárquica mais inferior, denominados **seção de fácies** (biogeocenoses), uma vez que, podem se constituir no refúgio das biocenoses originais, relictuais ou endêmicas, individualizadas em um contexto diferenciado.

Célebre trabalho nessa linha foi elaborado por Viadana (2002) no estado de São Paulo. Na ocasião, a análise integrada de elementos vegetacionais, litológicos e morfológicos serviu de base para a elaboração de hipótese de resistasia vegetativa ante a alteração climática cenozóica.

Santamera (2005) em "Lectura Del Paisaje de La Comarca Alto Guadarrama/Alto Manzanares: Um Legado Histórico" nos apresenta um guia para a

interpretação da paisagem a partir da caracterização física e sócio-cultural das regiões acima descritas, inseridas no contexto territorial da Espanha. O trabalho utiliza a análise integrada para caracterizar a diversidade paisagística da área e sua potencialidade turística.

No Brasil, principalmente no âmbito das instituições de ensino e pesquisa superiores, as análises da paisagem pela ótica sistêmica e os discursos sobre a mesma têm utilizado a abordagem geossistêmica como forma de interpretar a relação existente entre os elementos do meio físico, antropizado ou não.

Monteiro (2000) apresentou uma obra destinada às discussões que envolveram a atividade profissional do Geógrafo, tendo como ponto central a própria experiência em projetos de pesquisa e estudos dos meios naturais, antropizados ou não, e a relação desses com a concepção geossistêmica. Na ocasião, o autor discutiu as reflexões sobre as formas de abordagem nos estudos da paisagem e suas expressões, por exemplo, na representação cartográfica. Ponto interessante a ser destacado é a divisão do tratamento geossistêmico reconhecida pelo autor em um de seus trabalhos, e que se processa por etapas, sendo estas em número de quatro. A primeira refere-se à análise integrada das variáveis naturais e antrópicas. Uma segunda etapa diz respeito à integração dos usos e problemas concernentes às unidades homogêneas. A terceira etapa condiz com a síntese que se processa nas estruturas geossistêmicas com expressão em mosaicos à superfície. Uma quarta etapa é referente à aplicação de um diagnóstico sobre a área estudada. De forma geral, essas etapas são aquelas que aqui foram consideradas, desde a concepção ao término deste trabalho.

Troppmair (1988;2000) trabalhou dados do meio físico de forma integrada e como resultado apresentou um mapa do estado de São Paulo contendo a delimitação dos geossistemas Paulistas.

Veado e Troppmair (2001) aplicaram a metodologia de geossistemas à caracterização dos terrenos inseridos no contexto do estado de Santa Catarina, a fim de se estabelecer um zoneamento geográfico apoiado nas relações entre a exploração biológica e os mosaicos criados a partir dessas relações. Anteriormente a essa publicação, Veado (1998) apresentara Tese de doutorado intitulada "Geossistemas de Santa Catarina", onde aplicou metodologias voltadas ao estudo geossistêmico da unidade de área em questão pela ótica bertrandiana. Na ocasião,

o autor (op. cit.) utilizou a compartimentação geomorfológica para a delimitação dos geossistemas do estado e grupos de fatores com destaque regional para a delimitação dos geofácies.

Nascimento e Sampaio (2005) dissertaram sobre os estudos integrados da paisagem no âmbito da Geografia Física, tendo como foco os geossistemas e apresentaram uma discussão teórica sobre o assunto destacando a importância do geossistema como concepção de análise da dinâmica da natureza, a partir da análise integrada dos elementos componentes da paisagem.

Troppmair e Galina (2006) desenvolveram pesquisa voltada à discussão acerca da evolução dos conhecimentos relativos à visão sistêmica na geografia e pautada na leitura e análise integrada dos meios natural e antrópico.

Marques Neto (2008) teceu considerações a respeito das possibilidades de utilização das paisagens como recurso metodológico à Geografia Física. Na ocasião, o autor (op. cit.) discute conceitualmente a paisagem e infere considerações interessantes a respeito do tema e que trouxeram maiores esclarecimentos ao trabalho aqui proposto. As informações apresentadas por Marques Neto (2008) servem ainda de excelente roteiro bibliográfico às pesquisas dirigidas à temática paisagística.

Pissinati e Archela (2009) utilizaram a abordagem geossistêmica para o estudo da paisagem rural no município de Sertanópolis-PR, tendo com ponto de partida a década de 20 do século passado. A partir do estudo dos geotopos e geofácies procuraram estabelecer as condições do sistema físico ante uma exploração biológica antrópica prolongada e diversa.

Oliveira e Ferreira (2010) por meio da análise geossistêmica caracterizaram os terrenos da região de Alfenas, sul do estado de Minas Gerais. Na ocasião distinguiram quatro geossistemas, onde aparecem sete geofácies. O estudo foi elaborado no intuito de subsidiar trabalhos futuros atrelados ao planejamento ambiental e ao manejo e recuperação das qualidades físicas da região.

Cavalcanti et. al. (2010) escreveram sobre os fundamentos para o mapeamento de geossistemas e apresentaram um mapa de *Urochishche* (microgeócoros) contendo quinze unidades de Fácies e 30 geobiocenoses, ou geômeros elementares em área de 283 km², contextualizada no estado de Alagoas. Os autores (op. cit.) estudaram a paisagem definindo a tipologia das mesas.

Reflexões a respeito dessa obra recaem sobre os Táxons adotados para a classificação dos geômeros, **Fácies** e **Geobiocenoses** (geômeros elementares) e o tamanho da área considerada, inferindo um detalhamento extremo das unidades de paisagem mapeadas.

Recentemente Marques Neto (2012) apresentou uma classificação para os geossistemas da bacia hidrográfica do rio Verde, inserida no contexto do Brasil de Sudeste. A área do estudo desenvolvido pelo autor é limítrofe à área à qual nos propusemos desenvolver essa pesquisa. Nesse trabalho, o autor (op. cit.) mapeou trinta geossistemas, balizados no Táxon **Classe de Fácies**, em escala 1:250.000 e que dão expressividade à paisagem, ou às paisagens, da unidade de área considerada, que recobre aproximadamente 6.890 km².

Outros trabalhos, desenvolvidos no âmbito de Instituições públicas trazem nas suas competências a conceituação geossistêmica alinhando os elementos do meio físico em análise integrada e associando-os ao uso que é dado à Terra.

Frente à contextualização apresentada concebemos os geossistemas como sistemas dinâmicos que revelam o estado atual de determinada paisagem por meio dos mosaicos criados em superfície e que se refletem como textura da epiderme da Terra. São frutos das inter-relações entre os subsistemas a eles correlatos, a saber: o geomorfológico, o geológico, o pedológico, o vegetacional e o antrópico. O sistema climático é regente dos anteriores, na medida em que oferece maior ou menor condição ao desenvolvimento dos processos desencadeados à superfície e resguarda a quantidade mínima de água e radiação solar para a fixação de tipos vegetacionais específicos e, até certa medida, para a fixação das atividades antrópicas. Em suma, geossistemas derivam das relações entre os elementos bióticos e abióticos, podendo ou não estar sob a influência antrópica.

À nossa consideração, geossistemas contemplam sistemas que possuem representação espacial, expressos ou por mosaicos homogêneos ou por unidades de área que denunciam dinamismo e integração entre seus elementos (*geômeros* e *geócoros*). São detentores de fluxos de energia que são, ao mesmo tempo, liberados e absorvidos pelos componentes de sua estrutura. Geossistemas podem se apresentar em ordens escalares variadas, desde que perceptíveis, em área, quanto às suas homogeneidades ou quanto às suas características dinâmicas.

Possuem hierarquia de classificação e sua expressão, em qualquer ordem escalar, é a paisagem.

Compreendemos aqui, que a paisagem envolve o conjunto de mosaicos e unidades de área impressas à superfície da Terra em decorrência das relações verticais existentes entre os elementos analisados. Ao mapeá-los, nas diferentes ordens escalares, são compostas unidades inferiores que dão expressão à unidade superior.

É por meio da paisagem que a relação geossistêmica se faz visualizar e permite o entendimento sobre a direção dos fluxos energéticos ali existentes. A dinâmica dos geossistemas se dá por meio do ajuste dos seus componentes e sua velocidade está em proporção à intensidade desse ajuste, frente às alterações energéticas de entrada, com consequências para o fluxo energético de saída.

A retomada erosiva de canais de primeira ordem ante à subsidência do nível de base regional ou local comporta-se como o ajuste do subsistema geomorfológico à variação do nível de base. A retirada de terras pela erosão acarreta na alteração dos perfis pedológicos de superfície e conseqüentemente nas características da cobertura vegetal. Com o tempo, a expressão da paisagem tende a modificar-se por completo.

A velocidade das alterações se processa mais rapidamente, ou são mais perceptíveis, nos geossistemas hierarquicamente inferiores que nos superiores. Nas palavras de Veado (1998) “*o sistema físico básico quase não muda na escala do homem*” (VEADO 1998, pág. 24). Na verdade, acreditamos que o sistema físico básico se altera de maneira significativa, porém, na escala de tempo do homem torna-se difícil identificar os mosaicos criados a partir dessa alteração. Essa reflexão, remete às discussões que se processam por sobre a definição de Sochava (1977;1978), sobre o invariante dos geossistemas.

Para a realidade desse trabalho, adotamos a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho como uma unidade de área composta por geossistemas detentores de fluxos de matéria e energia e que são expressos por unidades hierarquizadas de paisagem. Tais unidades podem estar sob maior ou menor influência do homem, nos diferentes tipos de utilização da terra. Sua dinâmica é externalizada pelos processos que atuam em seu interior e verificada aqui, a partir da Fragilidade

Ambiental, ante a presença de um ou outro tipo de uso da terra, podendo ou não resultar em homogeneidade.

Essa concepção, de certa forma, alia os pressupostos apresentados por Sochava (1971;1977;1978) Bertrand (1968;1972), Beroutchachvili e Bertrand (1978), Demek (1978) e Christofolletti (1999), mas é em Sochava (1971;1977;1978) que buscamos os alicerces para a estruturação do trabalho.

Aqui, em resumo, aplicamos a proposta de Sochava (1971;1977;1978) para a classificação das unidades geossistêmicas e correlacionamos as mesmas com a Fragilidade Ambiental da bacia, advinda da integração dos atributos característicos da área, naturais e antropizados. Como resultado definimos as unidades geossistêmicas, hierarquizadas em dois níveis de classificação, reguladas aos Táxons **Classe de Fácies** e **Grupo de Fácies**, pautados nas suas semelhanças, representadas pelas unidades geoméricas e diferenças, representadas pelas unidades geocóricas, no âmbito da bacia hidrográfica selecionada para estudo.

Na fileira do geômeros, o nível superior é representado por **Classe de Fácies** e o inferior por **Grupo de Fácies**. Na fileira dos geócoros o nível superior é o **Topogeócoro** e o inferior o **Mesogeócoro**. A possibilidade de se trabalhar em níveis hierárquicos diferenciados e em duas fileiras, onde aparecem as homogeneidades e as heterogeneidades, dá qualificação às análises efetuadas em prol do planejamento ambiental da bacia hidrográfica selecionada para estudo.

4.2 – Geossistema: Concepção e Modelo

Inicialmente proposto como uma concepção norteada pela abordagem sistêmica e dirigido ao estudo dos mosaicos areolares criados em superfície ante a exploração biológica e à interação dos elementos constituintes dos sistemas naturais antropizados ou não, os geossistemas comportam-se também como modelos aplicáveis às investigações que possuem como fim a organização territorial e o seu entendimento.

Modelos exigem concepções mais ou menos complexas referentes ao funcionamento de determinado sistema a fim de caracterizar sua dinâmica. Em outras palavras, buscam explicar a relação existente entre os elementos componentes de um sistema e a evolução ou dinâmica dos mesmos ante a entrada

e saída de energia. Essa função básica dos modelos é a mesma que a concepção geossistêmica se propõe efetuar quando lançada à análise de uma unidade de área pré-definida onde exista uma representatividade mínima de relações entre os elementos analisados.

Dessa forma, desenvolve-se abaixo uma pequena discussão acerca das características dos modelos, embasada em reflexões e trabalhos apresentados por alguns autores e que remetem a reflexões sobre as características da concepção geossistêmica e sua adequabilidade como um modelo aplicado aos estudos dos sistemas ambientais, em contato ou não com as atividades antrópicas, em escalas e contextos variados.

Na tentativa de justificar a ocorrência de fenômenos e caracterizá-los, alguns autores desenvolveram pesquisas voltadas à utilização e à experimentação de modelos.

Chorley e Hagett (1975) em “Modelos Físicos e de Informação em Geografia” expõem a problemática da construção dos modelos em diversas áreas de estudo correlatas à Geografia Física e apresentam, sob a forma de capítulos, possibilidades de utilização dos mesmos, por exemplo, nas análises geomorfológicas, climatológicas, hidrológicas e cartográficas.

Segundo os autores (op. cit.) os modelos em Geografia são passíveis de utilização ante a necessidade de representação do mundo real, em determinada escala, sob a perspectiva temporo-espacial e resultam em análises históricas e espaciais, onde os elementos constituintes do sistema abordado tornam-se estudáveis e suas relações compreensíveis ao nível da escala escolhida. A seletividade ou a seleção das informações é outra natureza dos modelos, uma vez que, são construídos com a finalidade de representação de algum fato ou reprodução do macro em escala reduzida. Possibilitam, portanto, a exclusão das informações menos significantes e redobrada atenção às informações de maior relevância.

Em trabalho anterior Chorley e Hagett (1974) já haviam chamado atenção para o fato de que os modelos necessitam da idealização de um quadro simplificado que represente o mundo real e, nessa linha, os sistemas devem se sustentar a partir de abstrações. Para os autores (op. cit.) o valor dos modelos está em função do seu nível de abstração.

A estrutura, segundo os autores (op. cit.) é outra característica natural dos modelos, correlata à exploração das relações ou conexões existentes entre os elementos considerados e dessa forma, os modelos funcionam ainda como analogias do mundo real, sempre próximos ao mesmo, porém, nunca exatamente iguais a ele.

A funcionalidade dos modelos, segundo Chorley e Hagett (1974), advém da possibilidade de visualização e compreensão de um grupo de fenômenos, os quais não poderiam ser analisados de forma não integrada, dada a sua complexidade e abrangência. Devem oferecer organização aos dados coletados, hierarquizando-os e normatizando as comparações entre os fenômenos analisados sendo, portanto, organizacionais e normativos. Outra função dos modelos é a sistêmica, ou seja, demandam uma visão integrada da realidade, com inferências elaboradas frente a uma análise conjunta dos elementos considerados e conseqüentemente dos fenômenos desencadeados.

Christofolletti (1999) lembra que os modelos representam não uma visão da realidade, mas sim a visão e a maneira de como percebemos essa realidade.

A respeito dos modelos voltados à sintetização de sistemas, Christofolletti (1999) comenta que:

“ Os modelos que sintetizam sistemas têm a finalidade de fornecer um quadro global da totalidade do sistema, estabelecendo o grau de conhecimento sobre as partes componentes, interações entre os elementos e funcionamento interativo entre os *inputs* e os *outputs* do sistema. O objetivo é compreender o sistema como um todo em vez de se basear no estudo detalhado de elementos individuais do sistema ou numa determinada seqüência encadeante dos processos envolvidos em uma categoria de fluxo.” (CHRISTOFOLLETTI 1999, pág. 11)

Tal como Chorley e Hagett (1974), Christofolletti (1999) definiu, também, as características e a funcionalidade dos modelos.

Para Christofolletti (1999) modelos são ainda seletivos, na medida em que se valem das informações mais importantes em detrimento daquelas menos expressivas. Possuem estruturação, uma vez que denunciam o aspecto integrativo das variáveis selecionadas a partir das suas características morfológicas e funcionais. Devem ser de simples compreensão e manipulação, sem, portanto, perder sua representatividade sistêmica. São analógicos enquanto procuram

aproximações com o mundo real. Por fim, devem apresentar capacidade de reaplicação em casos de mesma categoria de análise.

Sua funcionalidade recai nos pressupostos da lógica ao explicar a dinâmica de um fenômeno; da normatização, ao possibilitar a comparação entre categorias de fenômenos; da comunicação, uma vez que é por meio deles que se processa a comunicação das ideias e concepções; da adequação, sendo flexíveis às análises pretendidas; da previsibilidade, quando orientados ao fornecimento de previsões para a tomada de decisões; da simulação de cenários futuros, quando utilizados como ferramentas voltadas ao planejamento ambiental; das relações de mensuração, ao extrapolar as informações de curto prazo para outras escalas temporais mais longevas; da condensação temporo-espacial, ao comprimir as informações numa escala temporo-espacial inferior àquela do mundo real, porém com significância nos resultados quando extrapolados para a escala do real.

Modelos cumprem, ainda, funções psicológicas ao permitirem a visualização e a compreensão de uma categoria de fenômenos que, ante sua complexidade, não poderia se dar de outra forma. Por fim, como elucidado por Christofolletti (1999), modelos devem fornecer explicações aplicáveis a sistemas de diferentes ordens escalares.

A discussão apresentada por Stoddart (1974) e direcionada para considerações entre organismo e ecossistema como modelos geográficos traz à tona um debate importante, já apresentado anteriormente por outros autores, e que revela a necessidade da Geografia em voltar-se para as analogias orgânicas a fim de explicar o funcionamento da Terra, tal como ela é, um organismo.

Sobre a modelagem em geossistemas, Sochava (1977) destaca que:

“ Um modelo representa a reflexão sintética regulada do sistema por meio de símbolos, signos numéricos ou descrições matemáticas, muitas vezes graficamente, o que, na aparência exterior, o assemelha a um gráfico. As investigações de campo por um físico-geógrafo são reduzidas, principalmente, à coleta de informações, para posterior estabelecimento de gráficos e modelos.” (SOCHAVA 1977, pág. 13)

Sochava (1977) distingue três tipos de modelos em geossistemas, a depender da reprodução idealizada pela pesquisa. O primeiro diz respeito às semelhanças geográficas de âmbito geral. O segundo aos geômeros de diferentes categorias. Um terceiro modelo pauta sobre os geócoros de diferentes ordens.

É nessa linha de reflexão que o trabalho aqui proposto se desenvolve, a partir de uma estrutura de análise tomada, inicialmente como concepção, mas aqui tratada como um modelo utilizado para esboçar o funcionamento sistêmico de uma área, a partir das relações verticais existentes entre os elementos analisados, com expressões horizontais representadas pelos geossistemas.

3.3 Geossistemas e o Planejamento da Paisagem

Desde a sua apresentação primordial por Sochava (1968), a concepção geossistêmica de análise viu-se passível de utilização ante a uma série de estudos dirigidos, em geral, à organização territorial, tendo como base, a análise integrada dos elementos contextualizados nas mais diversas temáticas abordadas. A proposta geossistêmica oferece essa oportunidade, uma vez que, preconiza a utilização de variáveis múltiplas na delimitação, ou no zoneamento de uma unidade de área, frente às suas características, potencialidades, dinâmica e evolução.

Trabalhos orientados a essa linha vem sendo desenvolvidos, principalmente por instituições de pesquisa estrangeiras, com destaque para as russas e alemãs, onde a Geografia tomou a frente dos trabalhos de planejamento da paisagem, visando a adequação da utilização dos recursos naturais.

Como exemplo, figuram os trabalhos desenvolvidos por Haase (1989) em discussão orientada ao planejamento das paisagens urbanas e industrializadas na República Democrática Alemã alertando a importância de se considerar as propriedades e potencialidades da paisagem no que toca ao desenvolvimento do planejamento regional com ecos no equilíbrio econômico, social e geobioecológico; por Ganzei e Ganzei et. al., em dois trabalhos publicados em 2010, que utilizaram a abordagem geossistêmica para definir a dinâmica do uso da terra na bacia do rio Amur ao longo do século XX e para inferir a mudança na estrutura da paisagem nas ilhas Currilas em fins do século XX e início do século XIX; por Artobolevskii et. al. (2010) que utilizaram a metodologia geossistêmica em estudo voltado à problemática espacial concernente aos ambientes naturais e socioeconômicos a fim de apresentar subsídios à uma política de desenvolvimento regional para a Federação Russa. Esses trabalhos foram desenvolvidos em escalas que variam entre as médias (1:100.000) e pequenas (1:5.000.000; 1:10.000.000) e mostram a

adaptabilidade do conceito e de seus métodos às diferentes regiões e áreas da superfície terrestre. Retratam também a possibilidade de utilização dos geossistemas em trabalhos voltados à temáticas diversas, principalmente àquelas entretidas com ordenamento de um território ou área natural.

No Brasil, o setor energético, ante a necessidade de melhoria nos processos de geração e distribuição de energia elétrica, incentivou a elaboração de projetos referendados à construção de Unidades Geradoras de Hidroeletricidade. Nesse âmbito, a Agência Nacional de energia Elétrica – ANEEL definiu a obrigatoriedade, nos estudos de viabilidade e inventário para a implantação de Usinas Hidrelétricas de Energia-UHE e Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH, da apresentação de um relatório contendo, em um dos itens, estudos ambientais. Tais estudos, de acordo com os artigos 17 da resolução 395/98 e artigo 14 da resolução 393/98, da ANEEL, devem apresentar uma *“caracterização dos meios físico, biótico e sócio-econômico, com abordagem dos principais impactos ambientais e correspondentes medidas mitigadoras”* (ANEEL, 2012). A ANEEL preconiza a utilização de um *“check list”* padronizado visando à elaboração de estudos de inventário e projeto básico para a viabilidade de implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). O sistema de *“check list”* reflete a necessidade da adoção de estudos integrados na caracterização do perfil de determinada unidade de área.

Estes estudos devem ser apresentados em escala compatível ao tamanho da área a ser direta e indiretamente afetada. Mais uma vez, a metodologia geossistêmica oferece recurso interessante para o trabalho proposto, uma vez que, é extremamente versátil no que toca à escala de abordagem.

Alguns trabalhos, desenvolvidos no âmbito das instituições e órgãos federais de ensino e pesquisa, vêm sendo apresentados, e de forma experimental utilizam a concepção de análise integrada da paisagem, porém, ainda assim, diferenciados dos pressupostos primeiramente apresentados e correlatos à metodologia geossistêmica.

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado de Minas Gerais – EMATER vem trabalhando a paisagem a fim de melhor orientar o uso da terra nas áreas rurais do estado. As unidades de área de abordagem são as bacias hidrográficas. A metodologia de mapeamento pressupõe uma caracterização física, pautada na identificação das principais unidades de paisagem; uma caracterização

socioeconômica, embasada no cadastramento da população residente e no reconhecimento da infra-estrutura existente; uma caracterização ambiental, embasada no mapeamento dos problemas ambientais visualizados na bacia, tal como, processos erosivos e deposição de resíduos sólidos. Fernandes e Bamberg (2009) desenvolveram trabalho voltado à estratificação de ambientes para a gestão ambiental e pormenorizam os métodos e as técnicas utilizadas nos trabalhos desenvolvidos no âmbito da EMATER.

Um trabalho já consolidado, desenvolvido no âmbito das secretarias de meio ambiente estaduais em parceria com outros órgãos ambientais, Institutos de Pesquisa Federais e Universidades, sob mando do decreto N^o. 4297 de 10 de julho de 2002 que dá regulamentação ao artigo 9^o, inciso II, da Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, é o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). O mesmo funciona como ferramenta destinada à caracterização e organização territorial e se propõe a servir de documento de orientação em caso da implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, além de estabelecer medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade dos recursos hídricos e do solo. Objetiva também assegurar a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. Como exemplo é interessante citar o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) desenvolvido pelo Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA do estado de Minas Gerais, em parceria com outros órgãos estaduais, que disponibiliza informações integradas sobre temas referentes ao meio físico e ao território. A base de dados oferece a possibilidade de acesso virtual e permite a utilização dos dados em estudos e projetos voltados ao planejamento territorial, em escalas variadas.

Mais recentemente Rodriguez e Silva (2013) abordaram o tema sobre o Planejamento e a Gestão Ambiental e elencaram uma série de considerações que balizam a aplicação da concepção geossistêmica nos trabalhos de planejamento das paisagens. Na ocasião os autores (op. cit.) comunicaram que o planejamento da paisagem pelo viés geossistêmico deve possibilitar a determinação do estado ambiental e os problemas ambientais das unidades de área selecionadas para estudo, além de apresentar propostas para o ordenamento ambiental e espacial do território. Dessa forma, estão em consonância o mapeamento das unidades sistêmicas e a relação entre essas e a condição ambiental das áreas a elas

correlatas. A análise sistêmica é inerente a esses trabalhos e a concepção geossistêmica, sob a forma de modelo, oferta a possibilidade de aplicação direcionada a esse fim.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 – Aspectos Gerais

Contextualizada na região Sudeste, mais especificamente na porção sul do estado de Minas Gerais, a bacia do rio Lourenço Velho é unidade hidrográfica com 655,01 km² de área e perímetro equivalente a 173,31 km. Seu eixo longitudinal, com inclinação de aproximadamente 6° graus em relação a W/E, em sua maior extensão, tomada do topo mais alto ao seu extremo mais longínquo, junto à foz, mede aproximadamente 51 km e o eixo latitudinal 23 km.

É tributária direta da bacia hidrográfica do rio Sapucaí pela porção direita, importante sistema hidrográfico da região sudeste e parte integrante da bacia hidrográfica do rio Grande, pertencente ao grande sistema hidrográfico do rio Paraná.

O rio Lourenço Velho, que tem a seu comando todas as drenagens componentes da unidade de área estudada, tem pouco mais de 81 km de extensão e suas nascentes contextualizam-se em terrenos pertencentes ao município de Passa Quatro-MG, região geográfica da Serra da Mantiqueira, a cotas superiores a 1800 metros. Alguns de seus tributários nascem a cotas superiores a 2.250 metros em terrenos graníticos e gnáissicos e despencam apressadamente por entre as falhas e juntas do embasamento pré-cambriano.

Como drenagens afluentes principais destacam-se os ribeirões Jacuzinho, dos Pintos, Sabará e Cambuí junto à margem direita e ribeirões da Ponte Alta, Cubatão, Claro e córrego do Sertão Pequeno pela margem esquerda.

Ao longo de seu curso as águas do Lourenço Velho drenam uma sucessão de serras e superfícies escalonadas elaboradas em meio à tectônica Pré-cambriana e retrabalhadas pela neotectônica Cenozóica. Das porções mais altas e íngremes às porções mais baixas, o Lourenço Velho transpassa terras dos municípios de Passa Quatro, Virgínia, Marmelópolis, Maria da Fé, Itajubá e São José do Alegre, quando entrega suas águas ao rio Sapucaí. Destes municípios, apenas Maria da Fé e Marmelópolis possuem sede inserida nos domínios hidrográficos da bacia.

O uso da terra se traduz por meio de cultivos temporários, com destaque para a batata, o arroz, a cebola e o tomate e cultivos permanentes dentre os quais

adquirem destaque a bananicultura, a cafeicultura e as culturas frutíferas do figo, pêssego, marmelo, pera e caqui. Estas últimas encontram guarida nas porções mais elevadas da bacia, onde o clima é mais brando em temperatura e benevolente em umidade. Pastagens cobrem boa parte da bacia e tal como a bananicultura e a cafeicultura, se impuseram por sobre extensos domínios, outrora cobertos pelas Florestas Ombrófila Montana, Ombrófila Mista Montana e Alto Montana.

Áreas de pinheirais, compostas por *Araucária angustifolia* e *Podocarpus lamberti* ainda preservadas encontram-se fixadas junto às vertentes de cimeira da bacia ou acuadas em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's) e outras reservas de proteção à biodiversidade. Campos de altitude compõem o cenário das porções mais elevadas, junto ao limite dessa bacia com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, já no estado de São Paulo.

Pontualmente, aqui e ali, por sobre matacões dispersos na paisagem e muitas vezes “engolidas” pela vegetação mais espessa brota uma vegetação xerofítica, representada, principalmente pelo gênero *Cereus*. Bromeliáceas são também de ocorrência comum. A presença dessas fitofisionomias confere à bacia caráter de banco de pólen a espera de condições mais amistosas à expansão de um ou outro tipo vegetacional. Tal fato a condiciona também a integrar o *rol* das áreas de interesse à preservação e turístico.

Possui grande capacidade geradora de hidroeletricidade, fato advindo do seu condicionamento aos alinhamentos estruturais e presença de soleiras que marcam a presença de rupturas de declives com amplitudes altimétricas interessantes para tal, além do volume de águas que escoam pelo leito da drenagem principal. Disso decorre a instalação, na bacia, de uma pequena central hidrelétrica (PCH), a usina Luis Dias, em operação desde 1914 e o desenvolvimento de estudos para a instalação de mais outras PCH's ao longo do curso do rio principal e afluentes.

Um mapa de localização da bacia contextualizando-a no estado de Minas Gerais e também, na grande bacia hidrográfica do rio Paraná é apresentado na Figura 5.

O perfil fisiográfico da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho reflete as informações obtidas com o inventário pré-paisagístico calibrado para as informações geológicas, de solos, climáticas, vegetacionais, de uso e ocupação da terra e

geomorfológicas, que vieram em caracterização da mesma e são apresentadas a seguir.

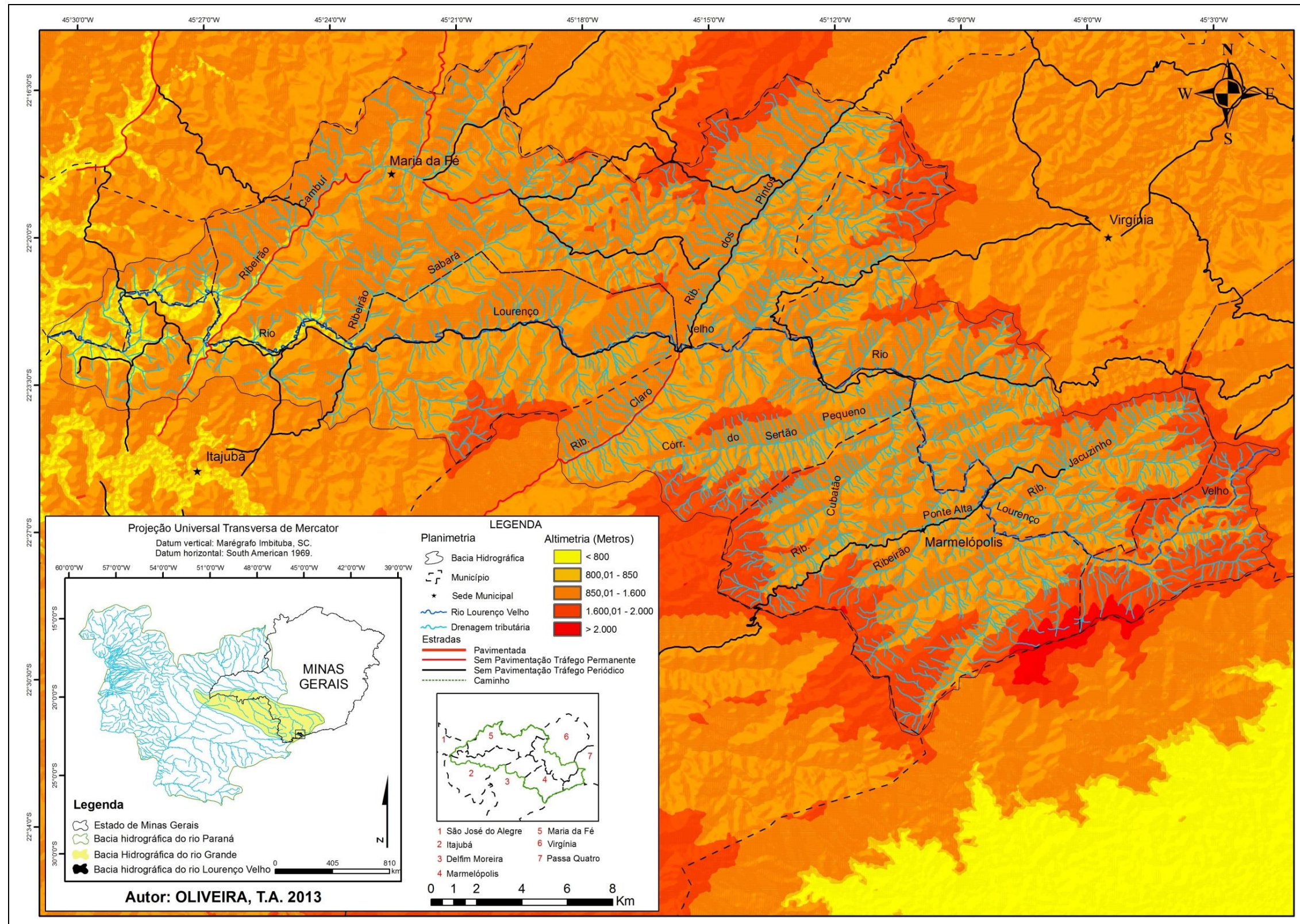


Figura 5 – Contexto regional da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho

5.2 – O Corte Geológico

O arcabouço geológico/estrutural regional, expresso no contexto do Sul do estado de Minas Gerais, área correlata à Serra da Mantiqueira, distingue-se em imbricado conjunto de rochas pré-cambrianas, tensionadas por cinturões de cisalhamento e feixes de falhas.

O conteúdo geológico dos terrenos inseridos no contexto da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, reflete o mesmo conteúdo regional, marcado pela presença, principalmente, dos granitóides Pré-Cambrianos correlatos à província geológica Mantiqueira, em seu setor central, e dos depósitos aluvionares Quaternários, Pleistocênicos e Holocênicos. Estes últimos, na calha das principais drenagens, constituem planícies aluvionares de tamanho considerável, compostas por camada também considerável de sedimentos, que atestam o entulhamento dessas áreas frente à mobilização gravitacional comandada por regimes pluviais de torrente e por compensações isostáticas.

Em âmbito regional, a área de pesquisa está inserida no embasamento da Plataforma Sul-Americana, tradicionalmente chamada de Complexo Cristalino, constituído essencialmente por rochas magmáticas e metamórficas de alto grau.

Foi no século XX, principalmente na segunda metade do mesmo, que os levantamentos e estudos geológicos realizados na região sul do estado de Minas Gerais trouxeram maior detalhamento e riqueza de informações.

São destaque, nesse âmbito, os trabalhos de Ebert (1968;1971) sobre o metamorfismo, a estrutura e a estratigrafia da porção sul do estado de Minas Gerais; a contribuição, sob a forma de nota, de Leonardos Jr et. al. (1971), a respeito da formação Pouso Alegre; e os estudos de Wernick e Penalva (1974) a respeito dos granitóides da região sul do estado de Minas Gerais e leste de São Paulo.

Esses autores, dentre outros, embasaram o mapeamento desenvolvido por Cavalcante et. al (1979) a cargo do DNPM, intitulado Projeto Sapucaí.

Nesse trabalho, elaborado em 5 (cinco) volumes, os autores (op. cit.) abordam a geologia no primeiro deles. Traz informações geológicas em escala 1:250.000, das folhas Ribeirão Preto, Campinas, Varginha e Guaratinguetá, sendo essa última de especial importância para a fundamentação teórica sobre a geologia da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

Dada a escala do trabalho, aparecem correlacionadas à unidade de área em estudo litologias do complexo Paraisópolis, do complexo Andrelândia e do complexo Piquete.

O Complexo Paraisópolis, segundo Cavalcate et. al (1979) é uma das unidades com maior heterogeneidade petrográfica e petrológica. Junto à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, na sua porção mais baixa, próximo à confluência com o rio Sapucaí, são dominantes migmatitos de estrutura dobrada, rochas metabásicas e níveis cataclásticos. Ocorrem ainda, na porção centro-sul, rochas granulíticas parcialmente migmatizadas e migmatitos-biotita-gnaisses, granada-biotita-gnaisses, metabásicos e charnoquitos.

O Complexo Andrelândia é representado por migmatitos de estruturas diversas com paleossomas gnáissico e anfibolítico, separados do complexo Piquete pela falha de Passa Quatro. Ocorre na porção média e alta da bacia.

Biotitas-gnaisses e migmatitos oftálmicos compõem o complexo Piquete. Encontram-se subordinadas à essas litologias, mármore dolomíticos, quartzitos e núcleos graníticos gnaissificados, além de massas híbridas estromáticas. É substrato da porção alta da bacia onde é seccionado pelas falhas de Sapucaí Mirim, Wenceslau Brás, Marmelópolis e Delfim Moreira.

Obra que deve ser citada, dada a sua importância como norteadora aos estudos geológicos pré-cambrianos no Brasil, é a de Almeida e Hasui (1984). Apesar da escala de abordagem, o seccionamento e a delimitação das províncias estruturais tendo como base fundamentos tectônicos auxiliaram, em muito, a compreensão do arranjo das grandes unidades litológicas num contexto regional, mais abrangente.

Mais recentemente, Trouw et. al. (2008) em projeto parceiro com a CPRM, desenvolveu estudos voltados ao mapeamento geológico da região aqui estudada e que culminaram na edição da carta geológica de Itajubá (SF.23-Y-B-III). Esse trabalho, juntamente com outro, também elaborado pela CPRM (2006), denominado Geodiversidade, foram aqueles que balizaram as considerações mais pertinentes e incisivas a respeito do arcabouço geológico/estrutural da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Apresentam conformidades com os trabalhos de Cavalcante et.al (1979) e Almeida e Hasui (1984), salvo considerações pertinentes à escala.

As litologias foram agrupadas em Unidades, Corpos, Litofácies e Formações, somadas à classe “Não definida” dos depósitos quaternários, ainda em posição indeterminada na coluna das épocas, dada a idade recente do material. Essa classe foi enriquecida com as informações de campo.

- Unidades

São representadas pelas unidades Arantina (fácies granulito), Ortognaisses Migmatíticos, Varginha Guaxupé (granulítica basal, ortognáissica migmatítica intermediária e paragnáissica migmatítica superior).

A unidade Arantina (fácies granulito), segundo Trouw et. al. (2008), é composta por gnaisses fitados com cianita e K-feldspato e ausência de muscovita. Ocorrem quartzitos e quartzo xistos em sucessões de camadas lenticulares estendidas de espessura métrica. As rochas da unidade Arantina ocorrem na porção baixa da bacia, embasando os sedimentos fluviais quaternários e nas porções noroeste e centro-norte, onde assumem posição de cimeira.

Ortognaisses Migmatíticos embasam boa parte da bacia, nas porções centro-norte e noroeste e, de acordo com Trouw et. al. (2008), “afloram como lajedos em encostas e drenagens, paredões rochosos e morros isolados com até dezenas de metros de altura. São intercalados por lentes de anfibolitos”.

O complexo Varginha-Guaxupé, representado por gnaisses de origem ígnea e sedimentar foi subdividido por Trouw et. al. (2008) nas unidades granulítica basal, ortognáissica migmatítica intermediária e paragnáissica migmatítica superior.

Os gnaisses da unidade Granulítica Basal ocorrem na porção norte da bacia e podem ser visualizados nos cortes de estradas bem como em matacões ao longo das vertentes. Embasam colinas suaves, alcançando até dezenas de metros de espessura.

A unidade Ortognáissica Migmatítica Intermediária embasa extensa superfície da bacia e apresenta granulometria fina com aspecto migmatítico e textura estromática.

A Unidade Paragnáissica Migmatítica Superior compõe-se por litologias posicionadas sobre as duas unidades anteriores. Geralmente, estes gnaisses encontram-se intercalados com granitos anatóticos, de granulometria média a grossa, localmente gnaissificados. Formam corpos tabulares, com espessura

decimétrica a métrica, paralelos a foliação principal dos paragneisses. A porção central da bacia é embasada por essa unidade juntamente com as outras duas.

A unidade São Vicente embasa boa parte da superfície da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, e de acordo com Trouw et. al. (2008), revela a predominância de litologias paragneissicas bandadas de granulometria fina.

- Formação

A formação São Tomé das Letras ocorre sob a forma de pequena “língua” posicionada na direção W-E, na porção sul da bacia. Segundo Trouw et. al. (2008), assenta-se sobre os paragneisses da unidade São Vicente e compõe-se por sucessões quartizíticas e subordinadamente, intercalações de muscovitaxistos. A granulometria é fina.

- Corpo

O Corpo é uma associação de rochas intrusivas ou magmáticas, formadas, a princípio por apenas um tipo de rocha. É representado, na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, pelo Granito Marins, Granito Marmelópolis e Granito Serra do Cubatão,

O Granito Marins ocorre na porção centro sul da bacia, na sua porção alta, onde embasa topos e serras. Apresenta granulometria variada fina a média, média a fina e média a grossa a depender do litotipo principal.

O Granito Marmelópolis, corpo intrusivo ao paragneisse da Unidade São Vicente, compõe-se por quartzo, microclina, plagioclásio e biotita.

O Granito Serra do Cubatão possui granulação média e apresenta textura inequigranular porfirítica, com fenocristais de microclina centimétricos. Ocorre como enclave de rocha diorítica, intrusiva à Unidade São Vicente.

O Granito Serra dos Coelho é corpo com dimensões quilométricas que se estende na direção NE/SW. Apresenta partes equidimensionais de granulometria média a grossa. Compõe-se por microclina, quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda. Allanita, apatita, titanita, opacos e zircão são minerais acessórios.

- Litofácies

Apresentam-se como pequenos corpos na porção leste da bacia, com fraca deformação e espessura métrica a decamétrica, representadas por rochas ultramáficas.

- Não definidas

Relacionam-se a, principalmente, sedimentos quaternários inconsolidados aluvionares, especialmente bem desenvolvidos na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Depósitos de colúvio/talus adjacentes às escarpas das serras e sopé das vertentes representam também, os materiais quaternários.

Um mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho foi elaborado a partir da integração das informações disponibilizadas por Trouw et. al. (2008), ajustado com informações disponibilizadas pela CPRM (2006), e aqui é apresentado no Anexo 1.

5.3 – O Corte Pedológico

A espacialização das tipagens de solos no estado de Minas Gerais foi retratada por alguns mapeamentos elaborados por órgãos federais na década de 80 e 90 do século XX e mais recentemente na primeira década do século XXI, também por órgãos federais.

Os mapeamentos disponibilizados apresentam-se em escalas muito pequenas, com informações não muito detalhadas para trabalhos de expressão regional, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

Citamos aqui as informações disponibilizadas por Cavalcante et. al (1979), no âmbito do Projeto Sapucaí, inseridas no relatório final de geologia. Comungam com informações extraídas de outras publicações como, por exemplo, pelo Projeto RADAMBRASIL Folha SF. 23 Rio de Janeiro), disponibilizado no ano de 1983; pelo mapeamento de solos do estado de Minas Gerais disponibilizado pela Universidade Federal de Viçosa-UFV, em 2010, na escala 1:650.000, além de bibliografias diversas pautadas na temática aqui abordada.

Resende et. al. (2007) apresentam uma série de considerações referentes à gênese e comportamento dos solos frente aos ambientes a eles relacionados e destaca que as características e concentrações minerais dos solos, bem como suas particularidades e potencialidades condicionam a fixação e a estruturação da vegetação de superfície. Tais fatores estão em consonância ao clima vigente o qual subsidia os processos de pedogênese.

Cavalcante et. al. (1979), referem-se à um mapeamento sistemático básico das áreas sudoeste de Minas Gerais e Noroeste de São Paulo, com informações

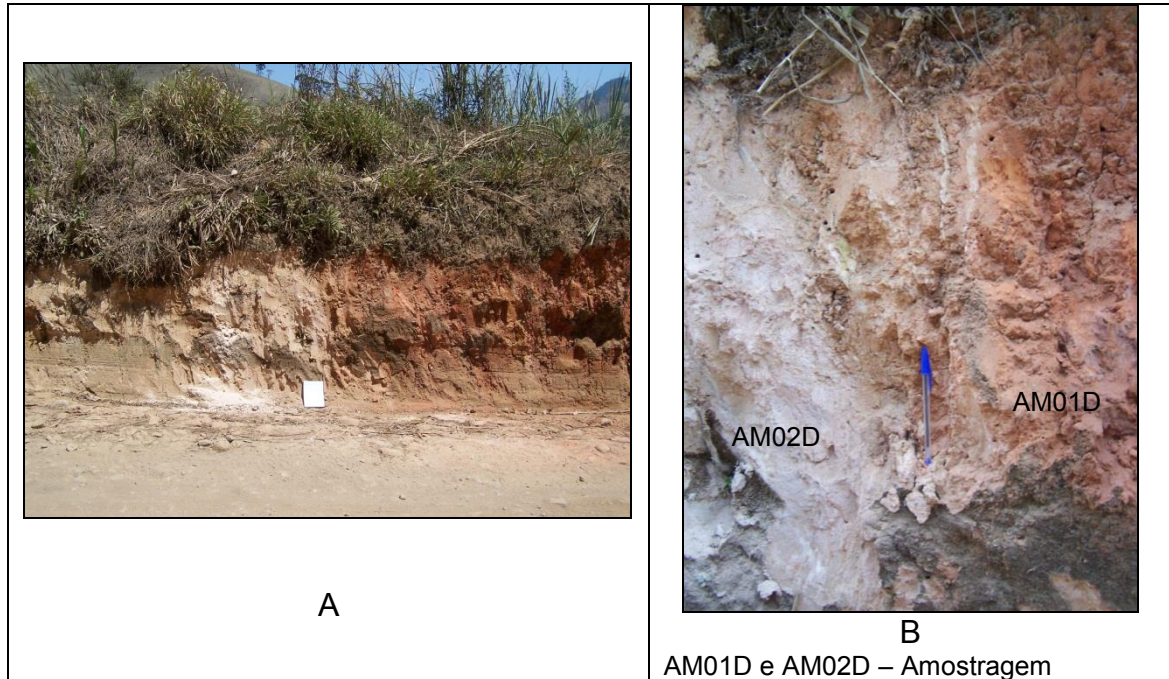
geológicas levantadas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral-DNPM (1979). Esse documento aponta a presença, para a área limítrofe entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, planalto de Campos do Jordão, de solos do tipo Latossolos Vermelho-Amarelos fase rasa e Podzólicos Vermelho Amarelos (atuais Argissolos) intermediário para Latossolo Vermelho-Amarelo. É registrada também a presença de solos pouco desenvolvidos e hidromórficos.

A associação de Latossolos com Podzólicos é destacada no trabalho de Ker (1997), principalmente para as áreas menos estáveis, correlacionadas à superfície de aplainamento Velhas, descrita por KING (1956). Nesse caso, segundo Ker (1997), os Latossolos apresentam-se menos intemperizados, com predominância de minerais de caulim. Corrêa (apud. KER, 1997) destaca a presença de Latossolos Vermelho-Amarelos com espessuras consideráveis nas porções de sopé das encostas nos terrenos pertencentes ao sudeste do estado de Minas Gerais. (CORRÊA, 1984 apud KER, 1997, pág. 31)

A nova classificação de solos da EMBRAPA (2006) denomina de Argissolos os antigos solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. São solos com evolução avançada e processo de ferralitização incompleto. Os solos hidromórficos caracterizam-se por estarem permanentemente ou periodicamente encharcados e ocorrem nas regiões de baixadas, junto aos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais, áreas de contato entre vertentes e fundos de vale. São essencialmente formados por sedimentos.

É certo afirmar que, uma caracterização pedológica da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho infere a necessidade de exaustivos trabalhos em campo, tendo em vista o levantamento da história geológica da área, com sucessivas investidas da tectônica e retrabalhamento dos materiais de topo e fundo de vale.

Exemplo mor do exposto acima é o posicionamento de tipagens de solos truncadas horizontalmente pela ação da tectônica recente, em ponto estudado junto à sub-bacia do ribeirão dos Pintos, afluente pela margem direita do rio Lourenço Velho. (Figura 6 A e B)



AM01D e AM02D – Amostragem

Autor: OLIVEIRA, T. A 2011.

Figura 6 – A e B - Contato entre material pedológico mineralogicamente distinto, exibindo caulinitização e ferralitização, com truncamento dos materiais gerado por tectônica recente. Sub-bacia do ribeirão dos Pintos. (Autor: Oliveira, T. A. set/2011)

Análises efetuadas pelo Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras comprovaram diferenças entre os dois materiais no que tange à textura e à concentração de matéria orgânica e ferro.

A amostra AM01D configurou-se como pertencente a solo de textura média, tipo 2 (Areia Grossa: 7 dag/kg / Areia Fina: 17 dag/kg / Silte: 55 dag/Kg / Argila: 21 dag/kg). Análises de rotina referentes às concentrações de matéria orgânica (MO) e Ferro (Fe), apresentaram valores de 0,5 dag/kg e 65,6 mg/dm³, respectivamente.

A amostra AM02D caracteriza solos de textura arenosa, tipo 1 (Areia Grossa: 15 dag/kg / Areia Fina: 37 dag/kg / Silte: 34 dag/kg / Argila: 14 dag/kg) . A concentração de matéria orgânica apresentou valor de 0,4 dag/kg e a concentração de Ferro (Fe) 7,3 mg/dm³, muito inferior que o valor apresentado pela amostra AM01D.

Os valores apresentados mostraram a diversificação do substrato pedológico e a dificuldade em se desenvolver um mapeamento para a escala considerada, o que culminou na adoção do mapa de solos elaborado pela Universidade de Viçosa-UFV (2010), como norteador da distribuição das tipagens de solos da unidade de área aqui em pesquisa. Informações adicionais foram acopladas ante inferências e observações em campo. Vale ressaltar a pertinência das análises de solos no que

toca às discussões orientadas aos efeitos da neotectônica sobre a configuração dos perfis pedológicos e sua relação com a morfologia da superfície.

Na bacia hidrográfica, segundo a UFV (2010), ocorrem duas tipagens de solos relacionadas à ordem de classificação da EMBRAPA (2006). Os Cambissolos, mais especificamente os Háplicos (CXbd1) e os Argissolos (PVd1 e PVAd8). Os Argissolos se especializam em duas subordens, os Argissolos Vermelhos (PVd1) e os Argissolos Vermelho-Amarelos.

Cambissolos Háplicos são caracterizados pela UFV (2010) como distróficos, com horizonte A fraco a moderado. Possuem textura argilosa, fase caatinga hipoxerófita, ou seja, a menos seca, e aparecem em relevo forte ondulado.

Os Argissolos Vermelhos são distróficos com horizonte A moderado a fraco. Possuem textura argilosa, fase floresta subperenifólia, com estação seca de dois a três meses, e ocorrem em relevos forte ondulados.

Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos possuem textura média argilosa e horizonte A moderado. Aparece em associação com Latossolos Vermelho-Amarelos de textura argilosa e Cambissolos Háplicos, fase floresta subcaducifólia, com estação seca de três a cinco meses. Ocorrem em relevos forte ondulados.

Na bacia do rio Lourenço Velho, Neossolos Flúvicos e Gleissolos ocorrem associados, ao longo da drenagem principal e junto às planícies de alguns tributários, como no caso do vale dos ribeirões Cambuí, Sabará, dos Pintos e Jacuzinho. O posicionamento desses solos nas porções mais altas da bacia é indicador de possível movimentação tectônica.

Segundo a Embrapa (2006) Neossolos “*são solos pouco evoluídos e constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura*” (EMBRAPA, 2006, pág. 181). Neossolos de caráter Flúvico são derivados de sedimentos aluviais. Os Gleissolos são associados a ambientes com influência relevante de sedimentos aluviais e ocupam porções do terreno sujeitos a alagamento, temporário ou não.

A ocorrência de Neossolos Litólicos na área de estudo foi inferida pela presença de manchas campos da altitude, ante a análise das informações topográficas ofertadas pelas cartas topográficas. E por atividades desenvolvidas em campo. O Anexo 2 apresenta o mapa de solos elaborado para a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

5.4 – O Corte Climático

O Brasil, país de dimensões continentais, apresenta grande diversificação climática decorrente de fatores como a amplitude latitudinal considerável, o posicionamento das extremidades leste, sudeste e nordeste junto ao litoral e à extensão de terras interiores, as quais sofrem os efeitos da continentalidade.

Igualmente, a região Sudeste, apresenta espetacular diversidade climática, tanto pela sua extensão latitudinal, propiciando a continentalidade, quanto pela presença do litoral na borda leste, responsável pela incidência da umidade oceânica. Soma-se a esses fatores a diferenciação significativa das altitudes, responsáveis por movimentos convectivos e advectivos, com ressonância nos padrões de temperatura e precipitação. A orografia condiciona índices pluviométricos mais elevados e temperaturas mais baixas, nas porções de cimeira das principais serras. Assim, ao mesmo tempo em que a proximidade com o litoral oferece condições à evaporação e aos processos formadores das precipitações o relevo separa as zonas de maiores e menores pluviosidades e de temperaturas superiores e inferiores.

O estado de Minas Gerais, apesar de não possuir terras litorâneas, sofre influência das massas oceânicas, dentre elas a tropical atlântica (mTa) e a polar atlântica (mPa). A primeira é responsável pela injeção de umidade com aumento do volume de precipitações, principalmente na porção leste, nos meses de verão e a segunda pelo declínio das temperaturas, na sua porção sul e sudeste, nos meses de inverno.

As áreas serranas, com destaque para a Mantiqueira, apresentam padrões de temperatura e precipitação diferenciados, uma vez que, encontram-se posicionadas paralelamente ao oceano e subjugadas à amplitude topográfica significativa, comumente superior a 1.500 metros.

A bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, inserida nesse contexto, encontra seus divisores, das porções mais altas, a cotas superiores a 2.200 metros. A confluência com o rio Sapucaí, ocorre entre as cotas de 820 metros e 830 metros. Fica assim, evidenciada a grande amplitude topográfica da bacia o que implica em diversidade nas temperaturas e pluviosidades.

Nimer (1989) em estudos climatológicos realizados em âmbito nacional apresenta capítulo importante referente à dinâmica climatológica da região Sudeste, onde são encontradas informações referentes à temperatura e precipitação para os

quatro estados a ela relacionados. Dada a diversidade de fatores expostos anteriormente e que são preponderantes para o regime de precipitações e temperatura incidentes sobre a região Sudeste, a área correlata aos terrenos pertencentes à bacia do rio Lourenço Velho, insere-se segundo Nimer (1989) nos domínios de três tipos climáticos: o clima subquente, o mesotérmico brando e o mesotérmico médio.

No clima subquente, segundo o autor (op. cit), a baixa frequência de temperaturas elevadas no verão e as temperaturas amenas de inverno são frutos, principalmente da influência da topografia elevada. Essas áreas encontram-se a cotas inferiores a 900 metros e registram ao menos um mês, dentre os meses mais frios, com temperatura média inferior a 18⁰ C. Os meses mais frios são junho e julho. Os verões são quentes, apesar de não registrarem máximas diárias elevadas e o mês mais quente registra temperaturas médias superiores a 22⁰ C. A temperatura média anual é inferior a 22⁰ C.

O clima mesotérmico brando correlaciona-se às superfícies alçadas a cotas superiores a 900 metros e inferiores a 1.600 metros. As temperaturas mais amenas são fruto da orografia, e a média anual varia entre 18⁰ C e 19⁰ C. De acordo com Nimer (1989) o verão é brando e o mês mais quente, geralmente janeiro, a média é inferior a 22⁰ C. O inverno possui destaque pelas temperaturas sensíveis e ao menos um mês, geralmente junho ou julho, apresenta temperatura média inferior a 15⁰ C, mas sempre superior a 10⁰ C. Importante ressaltar a ocorrência de geadas em número de dias que oscila entre 5 e 20.

O clima mesotérmico médio ocorre nas cotas altimétricas superiores a 1.600 metros. A média de temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 17⁰ C e temperaturas diárias superiores a 30⁰ C, são raras ou inexistentes. A média das temperaturas anuais é inferior a 14⁰ C (nivelamento com os valores das serras catarinenses e Sul riograndenses). Estas áreas registram ao menos um mês do ano com temperaturas médias inferiores a 10⁰ C.

Esses três domínios agrupam outros dois subdomínios calcados nas características das precipitações. Dessa forma ocorrem os subdomínios superúmido e úmido, sendo que o primeiro relaciona-se às porções mais elevadas da Mantiqueira, em cotas superiores a 1.600 metros, sem seca ou subseca e o segundo ao restante da área, com 1 a 2 ou 3 meses secos.

Em relação aos totais precipitados para a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, Miagui (2006) apresentou valores superiores a 1530 mm ao ano, sendo que o mês de janeiro é o mais chuvoso e o de Julho o menos chuvoso. O autor (op. cit.) utilizou os métodos de Thiessen e das Isoietas para o tratamento de dados de quatro estações pluviométricas referentes ao período 1967-2005.

De acordo com Villela e Mattos (1975), o método das isoietas, é o mais indicado para tratamento de dados pluviométricos em áreas onde a diferença altimétrica é significativa, desde que considerados os efeitos da orografia. Assim, para a obtenção dos resultados pretendidos, por esse método, multiplica-se a área de intersecção da isolinha de precipitação pela precipitação da isoieta correspondente, obtida anteriormente por meio da interpolação dos dados das estações meteorológicas.

A partir da aplicação do método das isoietas, Miagui (2006) dividiu a bacia hidrográfica em nove setores pluviométricos distintos e obteve valores referentes à precipitação específica para cada um desses nove setores.

Para fins de utilização dos dados no trabalho ora desenvolvido os valores apresentados por Miagui (2006) foram retrabalhados e culminaram na compartimentação da bacia em três setores pluviométricos distintos, caracterizados pela média da precipitação específica para cada um desses setores.

A

Tabela 5 apresenta os setores considerados, a porcentagem da área desses setores em relação à área total da bacia e a média total precipitada.

Tabela 5 – Média do total precipitado por setores da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho.

Setores	% da área do Setor em relação à Bacia	Média do Total Precipitado (mm)
Setor 1	40	1450
Setor 2	39	1600
Setor 3	21	1750
ÁREA TOTAL DA BACIA = 655,1 km ²		

Elaboração: OLIVEIRA, T.A, 2011

Os valores encontrados refletem os efeitos da orografia, sendo que, o setor três, que engloba as maiores altitudes, apesar de apresentar um valor precipitado superior se comparado aos outros dois setores, representa a menor porcentagem de área na bacia. Assim, esse setor mostrou um valor precipitado relativo maior que os

outros dois. O setor 1 foi o que apresentou o menor valor relativo de precipitação e o setor 2, valor intermediário entre os dois.

Em acordo com os dados apresentados por Miagui (2006), o período seco ou subseco, ocorre junto aos meses de junho, julho e agosto. Dezembro, janeiro e fevereiro são os meses em que a precipitação é mais expressiva.

Ramos et. al. (2009) apresentam dados da estação meteorológica de Maria da Fé, locada na sub-bacia do ribeirão Cambuí, afluente direto do rio Lourenço Velho. Os dados são referentes à precipitação do período compreendido entre 1961-1990. De acordo com os autores (*op. cit.*) a média total anual precipitado no período considerado foi de 1797,9 mm, sendo, portanto, próximos aos valores apresentados por Miagui (2006).

Um mapa ombrotérmico da área, com informações referentes à precipitação e temperatura é apresentado no Anexo 3.

5.5 – O Corte Vegetacional

Os tipos vegetacionais originalmente dispostos nas áreas correlatas ao sudeste brasileiro, em muito, encontram-se representados por pequenas manchas isoladas ou porções protegidas por lei em parques nacionais e áreas de preservação ambiental. O estado de Minas Gerais, particularmente, compreende grande diversidade de tipos vegetacionais, sendo que, muitos deles ocorrem de forma transicional, uns entre os outros. É visível a interpenetração entre um tipo e outro, fato este que representa alterações no estado biológico dessas vegetações.

Na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho a vegetação nativa, ocorre nas porções mais altas, geralmente onde o uso agropastoril se mostra difícil ou ineficiente. Essas formações vêm resistindo aos mais de três séculos de ocupação, pautada nas culturas de café, nas roças rotativas de subsistência e posteriormente na atividade extensiva de criação de gado.

Dessa forma, retratar a vegetação nativa é tarefa difícil, uma vez que dados específicos para a área são inexistentes e os mapeamentos disponíveis mostram-se em escalas muito inferiores àquela considerada para o trabalho.

A situação original da vegetação na área de estudo foi retratada a partir de dados coletados e sistematizados em outros estudos, calibrados com informações

de campo e a partir de documentos cartográficos em pequena escala, pré-existentes.

As porções central e oeste da bacia hidrográfica foram mapeadas como áreas de tensão ecológica pelo IBGE (2004), por representarem contatos entre tipos vegetacionais distintos, denunciados pela Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. São presentes também na área, sob a forma de pequenos mosaicos, a Floresta Estacional Semi-decidual, nas áreas onde os períodos de estiagem são mais extensos e tipagens de cerrados, estes últimos possivelmente associados aos terrenos com ocorrência de solos lixiviados.

Segundo o IBGE (1997) o setor meridional ou sul da serra da Mantiqueira compreende os planaltos de Campos do Jordão e do Itatiaia onde a vegetação apresenta padrões que variam entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, separadas por áreas climaticamente distintas. A primeira ocorre nas porções mais quentes com temperaturas médias superiores a 22° C e com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Já a segunda, aparece nos altos planaltos, onde a temperatura média anual oscila entre 18° C e inferiores, mas com meses mais frios onde a média cai para 15° C.

Trabalho de grande importância para a pesquisa aqui considerada foi elaborado pelo IBGE em 1992, intitulado de Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Segundo o mesmo, a Floresta Ombrófila Densa tem larga abrangência no território nacional, nas áreas onde as precipitações são bem distribuídas durante o ano e as médias de temperaturas são superiores a 22°, o que determina períodos biologicamente úmidos, sem seca. A grande extensão de sua ocorrência levou a uma subclassificação da mesma em cinco formações, tendo em consideração a variação climática de 1°C para cada 100 metros de altitude e 2°C para cada 10° de latitude ao nível do mar.

Assim, de acordo com a classificação do IBGE (1992), são presentes na bacia do rio Lourenço Velho, a Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto-Montana.

A Floresta Ombrófila Densa Montana, segundo o IBGE (1992), ocorre nas altitudes entre 500 metros e 1.500 metros entre as latitudes de 16° e 24° S. Na serra da Mantiqueira sua ocorrência se dá a partir de altitudes de 1.000 - 1.100 metros. Apresenta dossel uniforme de aproximadamente 20 metros e abriga o ecótipo *Podocarpus*, característico dessa formação. A Floresta Ombrófila Densa Alto-

Montana, ou nuvígena, ocorre acima dos limites topográficos estabelecidos para a anterior e se instala sobre solos litólicos, nas porções de cimeira. Possui estrutura uniforme de 20 metros de altura e é considerada como vegetação de refúgio.

O mesmo estudo classifica a Floresta Ombrófila Mista em quatro subtipos, sendo que um, a Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana é de ocorrência na bacia do rio Lourenço Velho. De acordo com o IBGE (1992) essa formação vincula-se à cotas de altitude superiores a 1.000 metros e caracteriza-se pela ocorrência da *Araucaria angustifolia* sobressaindo-se em relação ao dossel florestal. A ela associam-se ecótipos de *Podocarpus lambertii*, ou pinheirinho e uma série de angiospermas. Segundo Joly (1970) à Floresta Ombrófila Mista estão associados ainda a Imbuia (*Ocotea porosa*), um número considerável de canelas (*Ocotea pulchella*, e *Nectandra ssp*) e mirtáceas dos gêneros *Myrceugenia* e *Gomidesia*.

Romariz (1974) caracterizou a Floresta Aciculifoliada ou Pinheiral, denominação recorrente ao Pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*), destacando que a distribuição areal dessas formações encontra-se relacionada ao clima e que este último condiciona-se pelo relevo e pela altitude. A ocorrência de mosaicos esparsos de pinheirais junto às áreas limítrofes entre os estados de Minas Gerais e São Paulo em terrenos alçados a cotas superiores a 1000 metros, ilustra bem a resistência de um tipo vegetacional nas porções mais elevadas em decorrência de condições climáticas similares àquelas presentes nas latitudes mais altas, onde a Floresta Aciculifoliada é endêmica.

A mesma consideração pode ser feita para os terrenos correlatos à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Nas porções posicionadas a cotas superiores a 1000 metros a *Araucaria angustifolia* é relativamente comum e está vinculada à procedência de climas anteriores reinantes na região. Não raro aparece em meio aos pastos recém criados, conotando a possibilidade de dominância em tempos pretéritos. (Figura 7)



Autor: OLIVEIRA, T. A. 2011.

Figura 7 – *Araucaria angustifolia* compondo a paisagem em meio à pastagem e conotando a ideia de dominância florestal da Ombrófila Mista no passado.

Behling (1997) desenvolveu estudos palinológicos em terrenos inseridos no contexto da serra da Mantiqueira, limite entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, em altitude superiores a 1.800 metros. Segundo o autor (*op. cit.*) a composição da vegetação se alterou nos últimos 35.000 anos. Os dados mostraram que entre 35.000-17.000 anos A.P houve uma expansão dos campos de altitude e retração das Florestas Ombrófila Mista e Ombrófila Densa, com instalação de um clima frio e mais seco nessas áreas. Entre 17.000-10.000 anos A.P os dados de Behling (1997) registraram a presença de Ombrófila Mista, Ombrófila Densa nebulosa ou nuvígena e, nas porções mais baixas a Ombrófila Densa ou Floresta tropical. Nesse período o clima passou a mais fresco com pouco mais de umidade. Os últimos 10.000 anos A.P, início do Holoceno, marcaram a expansão da Ombrófila Densa para as partes mais altas, nas encostas leste e expansão da Ombrófila Mista nas porções interioranas da bacia. Tal fato, de acordo com Behling (1997) é resultado da instalação de um clima mais úmido e ao mesmo tempo mais quente.

Em outro trabalho, Behling (2002) informa que vegetações campestres mais

abertas, hoje confinadas às latitudes entre 28^o e 27^o, se expandiram até as latitudes de 20^o, e ocuparam áreas onde hoje ocorre a Floresta Ombrófila Mista, no Pleistoceno tardio. De acordo com o autor (op. cit.) as matas de araucárias, provavelmente substituíram essas vegetações campestres há aproximadamente 3000 anos A.P. Essas informações mostram o quanto a Floresta Ombrófila Mista é “novata” nos terrenos correlatos à área de estudo e denunciam a importância do clima na sustentação da vegetação. Retratam ainda a dinâmica evolutiva das fitofisionomias em consonância com as alterações de temperatura e precipitação vigentes na passagem do Pleistoceno para o Holoceno.

Não raro percebe-se a presença de xerófitas em meio aos solos litólicos e afloramentos. Em interpretação a essas ocorrências avultamos a possibilidade de existência de “bancos de sementes naturais” especializados em preservar determinados tipos vegetacionais, para que, em momento oportuno de nova alteração climática, os mesmos possam se expandir e adentrar novas áreas. (Figura 8)



Autor: OLIVEIRA, T. A 2011.

Figura 8 – Vegetação xerofítica em meio à arbustivas, assentadas por sobre solos litólicos, bacia hidrográfica do ribeirão Cambuí. Afluente pela margem direita do rio Lourenço Velho. (Destaque na flecha em branco)

De posse das informações acima destacadas, o Anexo 4 apresenta um mapa que esboça a disposição da vegetação natural da área, compatível com as informações textuais e às informações prestadas pelo IBGE (2004).

5.6 – Uso e Ocupação da Terra

As terras inseridas no contexto da área estudada vêm sendo ocupadas e utilizadas, há muito, tanto para a extração aurífera, processada até início do século XIX, quanto para uso agropecuário, dessa época aos dias atuais.

Relatos de Guimarães (1978) atentam para a presença humana, precedente à chegada de Cabral ao Brasil. São relíquias de artefatos de pedra utilizados como mobília por grupos indígenas. De acordo com o autor (op. cit.) os Puri-Coroados, foram predominantes até o início do século XIX, quando da expansão dos cultivos pela região. Os Puri-Coroados eram, por excelência, coletores e viviam daquilo que a natureza os oferecia, oferecendo quase nenhuma interferência aos sistemas ambientais da área.

Spix e Martius (1981) dão conta de uma região povoada por mineradores do ouro, cortadas por roças de subsistência. Com a queda da atividade mineradora em finais do século XVIII e início do século XIX, a lavoura e a pecuária se expandiram pelas vertentes e fundos de vale. Sobre as características do uso da terra na região, no início do século XIX, Von Spix (1975) escreveu:

“Observamos na vasta fazenda de Santa Bárbara⁶ a aplicação dos princípios de uma lavoura inteligentemente administrada, que somente agora, no declínio da produção das minas de ouro, se está fazendo valer na província. Antigamente era a lavagem do ouro a única fonte de riqueza de Minas e os fazendeiros descuidavam-se até de cultivar os necessários gêneros, para alimentar os escravos, que eram exclusivamente empregados no outro mister. A sucessiva mingua dos rendimentos do ouro, porém, levou ao aproveitamento das terras férteis. O nosso fazendeiro entregava ainda, é certo, ouro no valor de mil cruzados como tributo real anual; todavia a principal produção de sua fazenda consistia em milho, farinha, feijão e alguma cana-de-açúcar. A provisão de milho era colossal e enchia diversos grandes paióis até ao teto. A cana era espremida em pequeno engenho da fazenda, parte utilizada para a cachaça, parte para melado e parte vendida aos vizinhos. As cinzas da palha do feijão, batidas com varas compridas no terreiro enxuto defronte a cada, para retirar os grãos, utilizam-se para fazer sabão, que, entretanto, é pouco puro e nunca toma consistência sólida. Também não é desleixada aqui a criação de gado, especialmente gado

⁶ A Fazenda de Santa Bárbara é hoje parte do município de Piranguinho, região limítrofe entre as bacias hidrográficas dos rios Sapucaí e Lourenço Velho.

bovino. Uma manada de seiscentas cabeças fornece carne, leite, queijos e couros para a economia doméstica inteira. Assim, se encontra nos produtos da fazenda todo o abastecimento para satisfazer às mais importantes necessidade da vida...” (VON SPIX 1981, pág. 184)

Esse tipo de uso, acima retratado, ainda hoje se faz presente, logicamente que de forma muito mais incisiva. Porém, os cultivos e as criações se mostram os mesmos em muitos locais, com a utilização das mesmas técnicas rudimentares do passado. (**Figura 9 A e B**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 9 A e B – Preparo da terra em sistema de cultivo morro abaixo para plantio da batata, utilizando-se arado de tração animal, em terrenos contextualizados na área de estudo.

Sobre as características atuais do uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, raras são as bibliografias que abordam o tema diretamente, estando o mesmo, subjugado à considerações em escalas menores.

O IBGE (2010) apresenta dados referentes aos principais cultivos dos municípios inseridos na bacia, porém, sem dar definição se os mesmos estão inseridos junto à unidade de área aqui considerada.

Segundo a Instituição (op. cit.) cultivos permanentes de banana, arroz, cana-de-açúcar, laranja e pera são os mais expressivos. Os cultivos temporários da batata inglesa, do milho, da mandioca e da cebola são responsáveis por grande extensão de terra plantada, principalmente nas áreas onde as declividades são extremas e comportam-se como limitadoras ao uso do solo. Essas áreas geralmente são aquelas em que os processos erosivos atuam de forma mais incisiva.

O mapa de uso e ocupação da terra, apresentado no Anexo 5, em confronto com as informações do mapa da cobertura vegetal nativa, expõe a intensa utilização dos terrenos da bacia para fins agropecuários e denuncia a retração da

vegetação original em função desse tipo de atividade. Manchas de solo exposto, pastagem e agricultura organizam-se por toda a bacia, exceção à porção leste inserida no contexto da APA Mantiqueira e alguns mosaicos isolados na porção Central e Sul. Em consonância com essas áreas ocorrem mosaicos esparsos de reflorestamento, sob a forma de manejo, principalmente do *Eucalyptus sp.* e da *Araucaria angustifolia*.

As classes de uso abordadas nesse trabalho são representadas pelas variáveis solo exposto, pastagem, agricultura, reflorestamento, floresta nativa e campos de altitude.

- *Solo Exposto*

Manchas de solo exposto se espalham por toda a bacia e estão, em muito, associadas às culturas temporárias da batata e da cebola. Cobrem cerca de 10% da área da bacia.

- *Pastagem*

Pastagens são os mosaicos mais representativos de uso e ocupação da terra e ocupam mais da metade da área da bacia, cobrindo cerca de 47% do total. Muitos desses mosaicos representam áreas de criação extensiva de gado.

- *Agricultura*

A agricultura na bacia do rio Lourenço Velho é representada por cultivos temporários e perenes. As manchas de cultivo cobrem cerca de 9% da área considerada para estudo, sendo mais expressivas nas várzeas e nas porções norte, limítrofes com a bacia do rio Verde.

- *Reflorestamento*

A silvicultura abrange as porções leste e oeste da bacia, e avança em supressão às fitofisionomias nativas. Possui a segunda menor representatividade em área, cobrindo cerca de 5% do total, mas esse número mostra forte tendência ao crescimento.

- *Florestas Nativas*

As porções cobertas por florestas nativas são, apesar da pressão que vêm sofrendo, a segunda maior em representação em área, cobrindo cerca de 28% das terras inseridas no contexto da bacia. Mosaicos mais significativos encontram-se junto aos terrenos mais altos, na porção leste e central.

- *Campos de Altitude*

Mosaicos representativos de campos de altitude encontram-se distribuídos na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho sob a forma de pequenas manchas, cobrindo cerca de 1% do total da área de estudo. Concentram-se nas porções de cimeira, limítrofes à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Essas áreas, nos trabalhos de classificação da Fragilidade Ambiental, foram consideradas em conjunto com as florestas nativas, tendo em vista o peso atribuído e essas variáveis.

5.7 – O Corte Geomorfológico

A configuração geomorfológica do estado de Minas Gerais estrutura-se sob a influência dos arenitos e basaltos fanerozóicos, em porção reduzida do território, relacionada, principalmente, às regiões oeste e centro-oeste. Nessas áreas os topos são amplos e as vertentes apresentam grande extensão, com declividades modestas e amplitudes altimétricas igualmente modestas. Outra porção assenta-se sobre as serras e zonas de morrarias, domínio dos granitóides neoproterozóicos, onde o relevo é mais íngreme e as diferenças altimétricas são mais significativas, com declividades acentuadas. Nesse contexto está inserida a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, terrenos contextualizados no Sul do estado de Minas Gerais.

Importantes trabalhos de caracterização geomorfológica foram desenvolvidos tendo como palco a serra da Mantiqueira e conseqüentemente a região Sul do estado de Minas Gerais. São destaque aqueles elaborados por De Martonne (1943;1944) orientados à discussão da morfologia da área tropical atlântica do Brasil e suas particularidades, por King (1956) em caracterização à geomorfologia da porção oriental do Brasil, por Abreu (1973) em estudo das paisagens dos rebordos de maciços antigos, em área que o autor (op.cit.) denomina de Mantiqueira Ocidental e por Ab'Sáber (1966;1970;2003), em estudos aprofundados sobre as províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil.

Mais recentemente, novas informações foram disponibilizadas por Magalhães Jr. e Diniz (1997) em estudo realizado na bacia do rio Sapucaí, versando sobre os padrões e direções de drenagem e por Magalhães Jr. e Trindade (2004;2005) em estudos pautados na relação entre paleoníveis topográficos e domínios morfotectônicos e na morfodinâmica fluvial cenozóica em zonas de contato entre estruturas geológicas lineares, respectivamente.

A bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho apresenta logo às primeiras observações, um modelado trabalhado pela incisão vertical, tendo os alinhamentos geológicos estruturais função primordial na configuração e orientação dos vales e topos de interflúvios. Consequentemente, influem na orientação dos fluxos de sedimentos e deposição dos mesmos.

De Martonne (1943) já destacava essa preponderância da estrutura em relação à morfologia nas serras do Mar e Mantiqueira e a desigualdade de resistência entre os granitos e gnaisses, fato que, de certa forma, orienta o entalhe das drenagens, ao valerem-se das zonas de menor resistência dessas rochas. O autor (op. cit.) sugere, para essas áreas, uma erosão comandada pelas estruturas antigas, onde, num primeiro momento, dá-se a instalação das drenagens, que acabam por delimitar os vales e linhas de cumeada, com posterior evolução por meio da incisão vertical. As bacias hidrográficas circunvizinhas apresentam o mesmo padrão, como apresentado por Oliveira e Viadana (2011) em estudo desenvolvido na bacia do ribeirão do Salto, limítrofe à bacia do rio Lourenço Velho.

É dessa forma que, por exemplo, o córrego Cambuí, e os ribeirões Claro e dos Pintos, afluentes diretos do rio Lourenço Velho, desenvolveram seus vales e hoje, ainda, se encontram em franco processo de incisão, na busca dos seus perfis de equilíbrio. (**Figura 10**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 10 – Vale encaixado do Ribeirão Cambuí, denunciando a preponderância da estrutura no alinhamento das drenagens na unidade de área considerada.

Da mesma forma, configuraram-se as Serras da Água Limpa e do Medanha, com altitudes superiores a 1.400 metros e amplitudes altimétricas superiores a 300 metros, fato registrado por De Martone (1943) comentando que *“às vezes, aí se insinua vales de 200 a 300 metros de profundidade, mas de seção larga e dilatada (“evasée”), como as cabeceiras do Sapucaí, tributário do rio Grande, que sobem até a crista principal da Mantiqueira...”* (DE MARTONNE, 1943 pág. 18)

Os fraturamentos correlatos à Zona de Cisalhamento de Caxambu, transcorrente destal e à Zona de Cisalhamento de Maria da Fé, transcorrente sinistral, alinhados na direção NE/SW com mergulho de aproximadamente 80° NW impuseram às drenagens e topos um aspecto retilinizado, alinhados na mesma direção, ou seja, NE/SW. Outras estruturas lineares representadas pelos contatos entre litologias graníticas e gnáissicas também representam importantes elementos orientadores das drenagens e dos seus padrões e, conseqüentemente, do alinhamento dos topos. Exemplos são os vales dos córregos do Sertão Pequeno e do ribeirão Cubatão e das serras do Cubatão e do Mogiano, contextualizados no contato entre o Granito Marins e os paragneisses da unidade São Vicente.

Mudanças bruscas na direção dos fluxos dos canais formando cotovelos de drenagem são também comuns e caracterizam as áreas onde o embasamento cristalino é presente e as declividades são mais acentuadas. Esses terrenos

encontram-se sob forte pressão dos canais de drenagem em busca dos seus perfis de equilíbrio. Capturas fluviais consumadas e em vias de se concretizarem são observadas por toda a bacia, principalmente na porção norte, onde a mesma limita sua influência com outras bacias tributárias, pertencentes ao sistema hidrográfico do rio Grande.

De forma geral, a relação entre a estrutura e a morfologia se dá pela predominância dos juntas e falhas direcionadas a NE/SW que subsidiaram a gênese e o posicionamento de algumas serras, as quais, por sua vez, acompanham as drenagens tributárias diretas do Lourenço Velho. Os afluentes dessas drenagens mostram, muitas vezes, paralelismo, exibindo o aprofundamento vertical pelos planos de menor resistência da rocha. Estes aspectos foram retratados no trabalho desenvolvido por Magalhães e Diniz (1997), que denuncia o fatiamento do relevo em diversas cristas de direção principal (NE/SW) e a padronagem paralela das drenagens, reflexos dos sistemas estruturais de direções NE/SW, NNE/SSW e ENE/WSW. (**Figura 11**)



Autor: OLIVEIRA, T.A. 2011

Figura 11 – Vista geral da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, apresentando paralelismo entre as cristas direcionadas a NE-SW.

Em relação ao aspecto do modelado da região na qual está contextualizada a bacia em estudo, informações importantes foram registradas por King (1956), e Ab'Sáber (1966;1970;2003).

King (1956) denuncia a presença “de picos gnáissicos arredondados” e de formas oriundas da erosão, da agradação ou de origem tectônica. O autor (op. cit.) em estudo pautado nos ciclos erosivos denudacionais atuantes na região sudeste

destaca particularidades da geomorfologia regional que contextualizam-se na bacia do rio Lourenço Velho, principalmente no que tange ao aspecto degradacional do relevo, com localizada agradação em direção ao fundo dos vales. Segundo o autor (op. cit.) é imperial, na área, a predominância da superfície Sul-americana preservada nas porções superiores a 1000 metros, erodida pelo ciclo Velhas, atualmente em franco trabalho de degradação do planalto produzido pelo ciclo Sul-americano.

Ab'Sáber (1966;1970;2003) insere a bacia no “Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros” onde, segundo o autor (op. cit.) são presentes vertentes baixas e médias mamelonizadas, mantos profundos de alteração, superposição de solos com o aparecimento de linhas de pedras e de pães de açúcar⁷, drenagens perenes, cobertura florestal contínua, antropro-resistasia determinados pelos tipos de uso do solo e presença de planícies alveolares, estas últimas, comportam-se como registros da atuação do ciclo denudacional Velhas, descrito por King (1956).

O perfil hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho revela amplitudes topográficas significativas, tanto no que se refere à diferença altimétrica entre foz e nascente da drenagem principal (superior a 1450 metros), quanto às diferenças altimétricas entre fundos de vale e topos dos interflúvios (superiores a 400 metros).

Altitudes inferiores a 850 metros concentram-se junto à planície do Lourenço Velho, a partir do ponto de cruzamento do canal com o fraturamento pertencente à Zona de Cisalhamento de Maria da Fé (ver Anexo 1). Deste ponto à montante observa-se um progressivo aumento das altitudes, tanto pela margem direita quanto pela margem esquerda, culminando com o registro de cotas superiores a 2000 metros nas porções limítrofes leste, nordeste e sudeste, representadas pelas serra da Boa vista e serra da Goiabeira, respectivamente, contextualizadas junto à serra da Mantiqueira. À jusante, as altitudes decrescem gradativamente, porém, sustentam a cota mínima de 1000 metros, exceção aos terrenos representados pela serra da Água Limpa e serras da Beleza e de Pouso Frio, locadas a cotas superiores a 1900 metros e à planície do Lourenço velho, com altitudes citadas anteriormente.

⁷ Na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho essas formas aparecem recobertas, por um dos lados, por um perfil pedológico que sustenta a vegetação. Pelo outro, observa-se a exposição da rocha frente onde a declividade é extrema.

O mapa hipsométrico, apresentado no Anexo 6, explicita a ocorrência de setores com altitudes variadas e quase que na totalidade da área, sempre superiores a 1000 metros.

A bacia do rio Lourenço Velho apresenta boa parte de sua área assentada por sobre terrenos com declividades acentuadas, fato que infere grande potencial erosivo por movimentos gravitacionais, e confere ao escoamento pluvial papel importante no consumo da superfície, tal como destacado por Ruellan (1953).

O mapa de declividades, exposto no Anexo 7, destaca, mais uma vez, a importância da estrutura na conformação da morfometria da unidade de área aqui considerada. Os alinhamentos de serras produzidos pela zona de cisalhamento de Caxambu e Maria da Fé foram preponderantes para a instalação de declives superiores a 25° , não raramente ultrapassando 45° .

De forma geral, a conformação das declividades da bacia é de rampas com inclinações entre 15° e 25° , exceção aos fundos de vales. Nestas áreas as declividades oscilam entre 5° e 15° , atingindo valores inferiores a 5° nos vales mais largos, onde o trabalho de sedimentação encontra-se mais adiantado.

A exemplo das declividades, a orientação das vertentes inseridas no contexto da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho responde aos alinhamentos das zonas de cisalhamento de Caxambu e Maria da Fé e dos contatos litológicos (erosão diferencial) posicionando grande parte da área em orientação ao segundo quadrante, com direções a Sul, Sudeste e Sudoeste. O mapa de orientação das vertentes é apresentado no Anexo 8.

A orientação das vertentes comanda a intensidade da ação dos agentes externos sobre as vertentes. Como exemplo pode-se citar a incidência de radiação solar na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, que aqui é demonstrada, no anexo 9, pelos mapas de incidência de radiação nos solstícios de inverno e verão do ano de 2011. A grande diferença nos valores entre os meses de junho e dezembro retrata a oscilação do balanço térmico para a área, importante fator condicionante dos processos de intemperismo e ao estabelecimento da vegetação.

Faces voltadas aos quadrantes Sudeste (SE), Sul (S) e Sudoeste (SW) representam porcentagem significativa no montante total das exposições pautadas as extensões das mesmas em confronto com as vertentes opostas, expostas a

Noroeste (NW), Norte (N) e Nordeste (NE). Perfazem extensões menos significativas as faces voltadas a oeste e leste.

Com base nessas informações, calibradas com os dados disponibilizados pela topografia, foi elaborado um mapa de compartimentos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Para tanto foram considerados o arranjo das formas, no que toca às características topomorfológicas e o comportamento das drenagens no que tange aos seus padrões e densidades. O trabalho de compartimentação geomorfológica aliou as orientações de Soares e Fiori (1976) e Ross (1992) com aquelas derivadas do IBGE (2009).

Dessa forma seis grandes compartimentos morfológicos foram definidos e individualizados em agradacionais e degradacionais.

Os compartimentos agradacionais são representados por Planícies e Terraços Fluviais e os degradacionais por Morros Dissecados, Pontões e Vertentes Dissecadas, Espigões e Escarpas Estruturais, Serras e Cristas Alinhadas e Planaltos.

- Planícies e Terraços Fluviais

Terrenos com declividades inferiores a 5⁰ sob forte influência da dinâmica hídrica, principalmente no que toca à oscilação da vazão dos canais de maior ordem, nos períodos de cheias e estiagem. Ocorrem margeando o canal de ordem maior e seus tributários diretos, nas cotas inferiores a 860 metros e junto aos ribeirões Cambuí, Sabará e dos Pintos, sendo que, nestes três últimos casos, os compartimentos de Planícies e Terraços fluviais mostram forte influência da tectônica recente no que toca à sua conformação. (**Figura 12**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 12 - Visão das Planícies e Terraços do rio Lourenço Velho, em porção próxima à confluência com o rio Sapucaí.

A tectônica foi responsável pela formação de duas planícies alinhadas ao ribeirão Cambuí. A primeira encontra-se alçada a cotas superiores a 1.200 metros e serve como nível de base às drenagens do compartimento denominado Planalto de Maria da Fé. Alinha-se à estrutura na direção NE-SW e após brusca inflexão passa a orientar-se a NW-SE. (**Figura 13**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 13 – Aspecto geral do compartimento de Planícies e Terraços Fluviais. Planície do ribeirão Cambuí.

Planícies e Terraços fluviais, vinculados ao ribeirão Cambuí, têm origem, também, junto às cotas inferiores a 860 metros e apresentam coalescência com a planície do rio Lourenço Velho. Essas orientam-se a NE-SW. (**Figura 14**)



Autor: OLIVEIRA, T. A. 2012.

Figura 14 – Planícies e Terraços do ribeirão Cambuí, em área coalescente às planícies e terraços fluviais do rio Lourenço Velho. A linha tracejada mostra o contato aproximado entre terraço e a planície.

O mesmo padrão ocorre no ribeirão Sabará, onde são formadas duas planícies fluviais. Uma coalescendo com as áreas inundáveis do rio Lourenço Velho em cotas inferiores a 880 metros e outra, locada em posição topográfica 100 metros acima. (**Figura 15**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 15 – Planícies e Terraços do ribeirão Sabará, inserida no contexto do compartimento de Pontões e Vertentes Dissecadas.

O compartimento de Planícies e Terraços do ribeirão dos Pintos apresenta-se encaixado no alinhamento referente à zona de cisalhamento de Caxambu (ver anexo 1). Sendo assim, sua ocorrência encontra-se balizada em cotas compreendidas entre 1000 metros e 1100 metros. Onde o encaixamento da drenagem é menor, o vale assume largura mais expressiva. (**Figura 16**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 16 – Aspecto geral de área de Planícies e Terraços Fluviais do ribeirão dos Pintos.

As planícies e terraços dessas drenagens, suspensas por basculamento de blocos e desvinculadas do contato com as planícies e terraços do rio Lourenço Velho não foram consideradas no mapa geomorfológico, tendo em vista a escala aqui utilizada, incompatível com a possibilidade de representação das mesmas.

- *Morros Dissecados*

Compartimento formado por topos convexizados cuja amplitude topográfica média é de 200 metros, podendo chegar a valores superiores a 350 metros, mas sempre abaixo de 400 metros. São presentes vertentes convexas e retilinizadas. Rampas coluvionares ocorrem na transição vertente/fundo de vale, mas também desvinculadas da sua posição original, face à ação dos processos tectônicos atuantes na área. A drenagem, de padronagem dendrítica, fatia o relevo criando alvéolos e reentrâncias que culminam na elaboração de cristas rebaixadas e alongadas em direção ao vale do rio Lourenço Velho. As declividades mais expressivas apresentam valores entre 25⁰ e 45⁰ graus e raramente ultrapassam esse último valor. De forma geral, as declividades médias oscilam entre valores superiores a 5⁰ e inferiores a 25⁰. A exposição das vertentes mostra orientações diversas com pequena predominância daquelas voltadas a Sul na porção da unidade situada à margem direita do rio Lourenço Velho e Norte na porção situada à margem esquerda. (**Figura 17**)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 17 – Compartimento de Morros Dissecados exibindo rampa de colúvio em contato entre vertente e fundo de vale (Planícies e Terraços Fluviais).

- Pontões e Vertentes Dissecadas

O compartimento denominado Pontões e Vertentes Dissecadas caracteriza-se pela presença, em grande parte de sua área, de terrenos com declividades entre 15° e 25° , sendo que, valores superiores a esses são encontrados nas porções de contato entre esse compartimento e aquele denominado Espigões e Escarpas Estruturais. Nessas áreas afloram paredões rochosos que vez ou outra se destacam na paisagem como pontões granito-gnaissicos. A altimetria revela amplitudes que superam 300 metros, mas raramente ultrapassam 350 metros. A exposição das vertentes revela predomínio de faces voltadas a S e SE e N e NW. De forma localizada, ocorrem rampas de colúvio, nas porções de contato das vertentes com os fundos dos vale.

São terrenos que vem sendo consumidos pela erosão diferencial, onde o aprofundamento vertical é realizado de forma perpendicular aos alinhamentos estruturais mais significativos, mormente orientados a SW-NE.

O padrão característico da drenagem é subparalelo a paralelo, que formam treliças expressivas na medida em que confluências ortogonais são estabelecidas com coletores de maior nível hierárquico e, são organizados em acordo com os alinhamentos estruturais existentes na área, transparecendo o controle da estrutura na dinâmica dos processos de superfície e que estão em função dos níveis de base estabelecidos. (**Figura 18**)



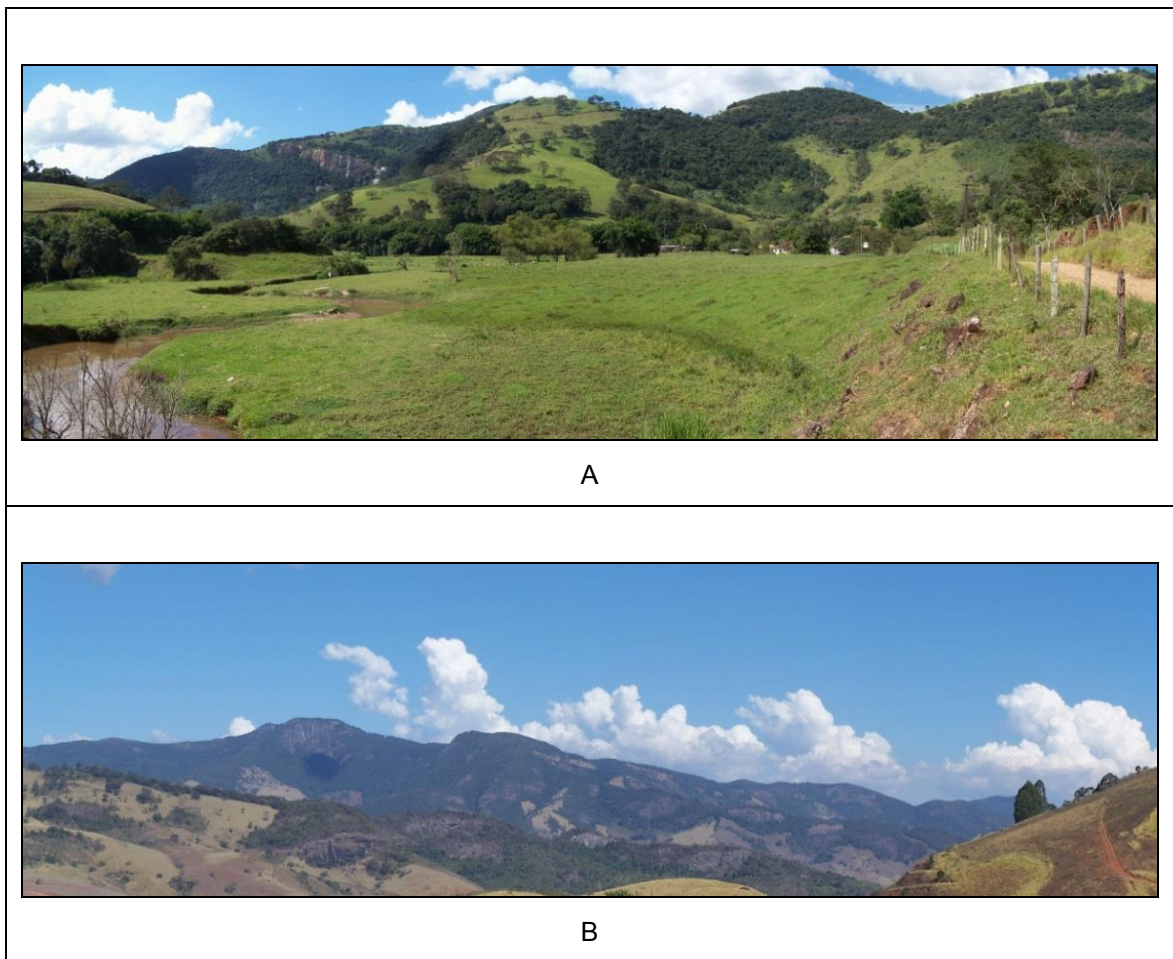
Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 18 – Compartimento de Pontões e Vertentes Dissecadas, exibindo paredões rochosos granito-gnáissicos e amplitude altimétrica significativa.

- Espigões e Escarpas Estruturais

Compartimento delimitado a partir das quebras positivas que representam o topo das escarpas que separam bruscamente os patamares superiores, representados pelos Planaltos e das quebras negativas, que separam esse compartimento daquele denominado Pontões e Vertentes Dissecadas. A passagem do compartimento anterior para este, em bom número de situações, coincide com a mudança de ordem da rede hidrográfica.

Os terrenos aqui contextualizados apresentam declividades acentuadas, normalmente entre 25° e 35° não raro, ultrapassando esse último valor. Os espigões, de forma geral, expressam-se, como porções que adentram a bacia na direção da calha da drenagem principal, onde, em geral, são constatadas cotas inferiores àquelas encontradas nas porções de contato desse compartimento com os planaltos de Maria de Fé (Figura 19 - A) e Virgínia e outras superfícies localizadas fora da bacia aqui contextualizada (**Figura 19 A e B**).



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

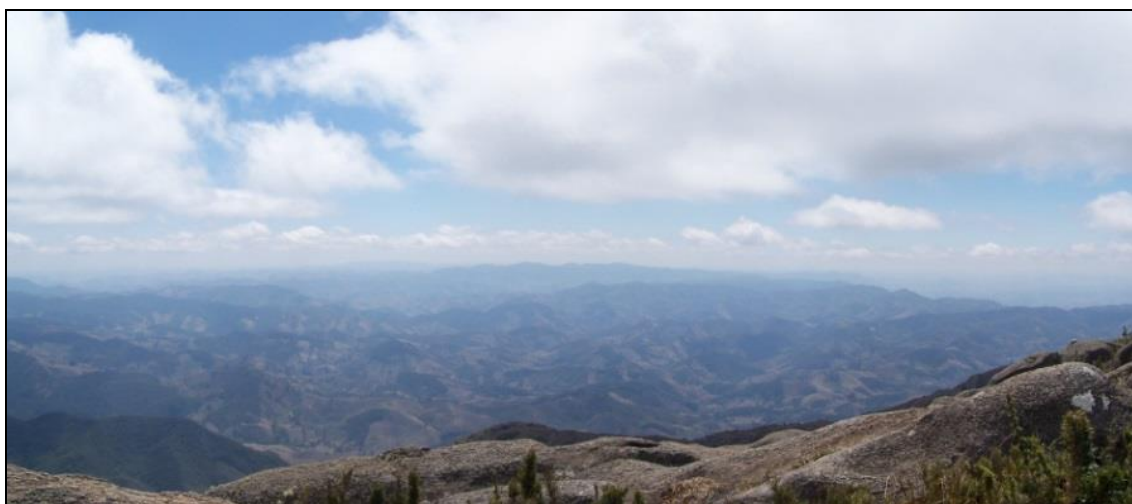
Figura 19 A e B – Compartimento de Espigões e Escarpas Estruturais, evidenciando fortes declividades. A) Espigões e Escarpas Estruturais em contato com o Planalto de Maria da Fé, na porção de cimeira. B) Espigões e Escarpas Estruturais representados pela Serra da Água Limpa.

- *Serras e Cristas Alinhadas*

Esse compartimento caracteriza-se pela presença de cristas alinhadas no sentido SW-NE, que funcionam como divisores de água para tributários diretos do rio Lourenço Velho, que corta o compartimento, grosso modo, de leste para oeste.

As altitudes variam entre 960 metros, junto à calha da drenagem principal (rio Lourenço Velho), culminando em cotas superiores a 2.380 metros, porção leste da bacia, limítrofe com a bacia do rio Paraíba do Sul. Declividades entre 25^o e 45^o são recorrentes

O alinhamento paralelo das cristas deve-se à incisão vertical das drenagens tributárias diretas do rio Lourenço Velho, que entalham o relevo de NE para SW, quando afluentes pela margem direita e de SW para NE quando afluentes pela margem esquerda aproveitando-se das zonas de menor resistência. O mapa de orientação das vertentes (Anexo 8) oferece boa visualização para o fato acima destacado, onde predominam as exposições voltadas aos quadrantes SE/NW. A drenagem assume padrão paralelo a subparalelo e também treliçado, e os canais afluentes das drenagens tributárias diretas do Lourenço Velho, de ordens menores, recebem afluentes que cortam o relevo no sentido NW/SE e SE/NW. Tal fato, aliado à grande densidade de drenagem com padronagem paralela, revela a presença, em tempo geológico pretérito, de um bloco cortado por planos de fraqueza que serviram de apoio à instalação da rede hidrográfica e que hoje desenvolve o trabalho de incisão vertical, carreando o manto intempérico das vertentes para as áreas situadas à cotas inferiores. **(Figura 20)**



Autor: OLIVEIRA, T. A. 2012.

Figura 20 – Compartimento de Serras e Cristas Alinhadas, esculpido pela erosão diferencial processada por sobre os lineamentos litológicos.

- Planaltos

Os planaltos representam superfícies maciças, com relevo menos movimentado que o compartimento descrito anteriormente e densidade de drenagem inferior. Encontram-se delimitados por escarpas, por ao menos um dos

lados. Quando a observação é feita sobre o conjunto da rede de drenagem, o padrão dendrítico sobressai, entretanto, se a observação é feita a partir dos canais de menor ordem, o padrão subparalelo passa a ser característico. Nas bordas nordeste, norte e noroeste, limítrofes à bacia do rio Verde, visualizam-se processos de captura de drenagens em vias de concretização, denotando reativação erosiva.

Os estudos processados na imagem ASTER a partir dos pressupostos de Soares e Fiori (1976), pautados na interpretação das rupturas positivas e negativas o confronto com as informações oferecidas pelas curvas de nível, com auxílio ainda, do mapa geológico, permitiram a identificação de dois planaltos, separados pela zona de cisalhamento de Caxambu.

O Planalto de Maria da Fé engloba terrenos compreendidos entre cotas de 1200 metros a 1800 metros, sendo que em geral as altitudes variam entre 1400 e 1500 metros na porção central do compartimento. Os ribeirões Cambuí e Sabará são níveis de base para os terrenos aí contextualizados. As declividades raramente ultrapassam 25° , salvo as áreas divisoras de águas da bacia, na porção norte do compartimento. Há grande predomínio de vertentes voltadas ao quadrante Sul, as quais possuem maior comprimento que as suas opostas direcionadas aos quadrantes Nordeste e Noroeste. O planalto de Maria da Fé esboça um contexto morfológico composto por feições mamelonares, intercaladas por rampas coluvionares no contato das vertentes com o fundo dos vales. (**Figura 21**)

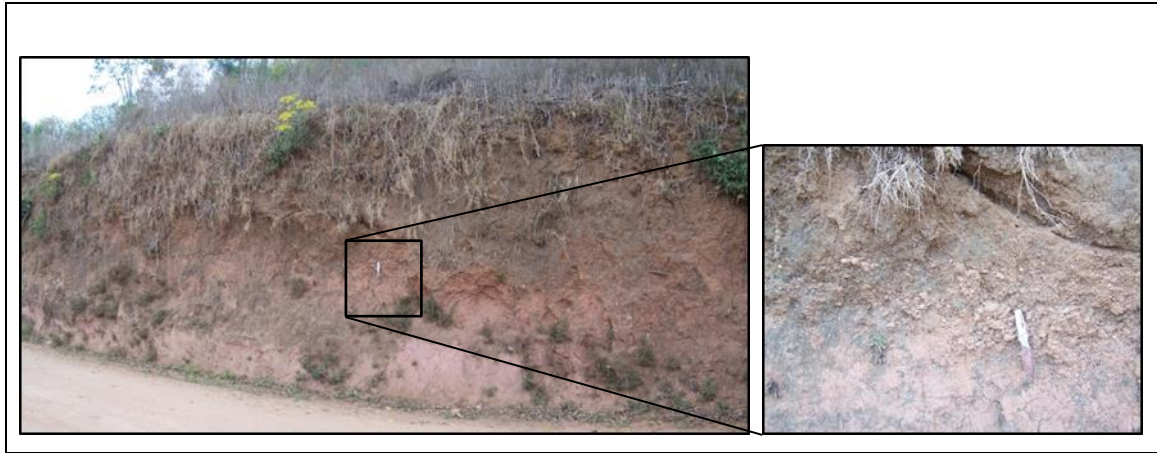


Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 21 – Aspecto do Compartimento geomorfológico Planalto de Maria da Fé.

A expressão morfológica do Planalto de Maria da Fé encontra ecos na tectônica Cenozoica, atuante junto aos terrenos aí inseridos. O perfil das vertentes e

a presença, mesmo que pontual, de linhas de pedra associadas a porções de meia vertente, infere um contexto de movimentação e reorganização morfológica e pedológica dos terrenos aí inseridos. **(Figura 22)**



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 22 – Presença de linhas de pedra no compartimento geomorfológico denominado Planalto de Maria da Fé.

Em consequência, essas áreas apresentam diferenças quanto à extensão das vertentes a depender dos quadrantes a serem considerados, sendo que aquelas vinculadas aos quadrantes SE/S/SW mostram-se mais extensas que as suas opostas, orientadas aos outros quadrantes e à E e W. Desse fato decorre particularidades quanto à dinâmica de superfície aí envolvida, tal como a exposição à incidência de radiação.

O Planalto de Virgínia foi delimitado a partir de superfície erosiva nivelada a cotas entre 1750 e 1500 metros. Predominam declividades entre 9° e 15° , atingindo valores entre 25° e 45° e o padrão dos canais é dendrítico. Expõe uma pequena área que se configura nos domínios da bacia hidrográfica aqui considerada e o contexto geológico configura-se com as unidades Ortognaissicas Migmatíticas e Arantina, que se fazem também presentes no Planalto de Maria da Fé. **(Figura 23)**



Fonte: THERE GORGULHO, In: Google Earth, 2013.

Figura 23 – Vista geral do Planalto de Virgínia, porções alta e baixa.

Terrenos pertencentes a esses dois planaltos, com origem no Arqueano e representados pela unidade de Ortognaisses Migmatíticos, foram posteriormente interceptados pelas rochas da unidade Arantina e pelos ortognaisses migmatíticos da unidade Varginha-Guaxupé (basal;intermediária;superior) no Proterozóico, em decorrência da ativação da zona de cisalhamento de Caxambu, entre o Proterozóico e o Cambriano. A tectônica Cenozóica, ativa na área, desencadeou processos que se desenvolveram posteriormente a esses eventos e deu condições, em tempo mais recente, para a instalação da drenagem referente ao ribeirão do Pintos entre os dois blocos. Para as considerações geossistêmicas esses dois planaltos foram unificados a fim de representarem apenas uma unidade geossistêmica, posicionada no Táxon, Classe de Fácies.

O Anexo 10 apresenta o mapa de compartimentos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho e ilustra as informações repassadas anteriormente.

6. GEOSSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO E A DINÂMICA DA PAISAGEM

A paisagem, na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, é o cenário advindo da união dos elementos naturais, representados pelas nuances retratadas anteriormente na caracterização da área sob intervenção dos elementos antrópicos, representados pelas atividades agrosilvopastoris.

A concepção das unidades geossistêmicas da bacia do rio Lourenço Velho, deu-se mediante a integração das informações de base, por meio do levantamento pré-paisagístico da área, com destaque para as informações do mapa de compartimentos geomorfológicos (Anexo 10) que serviu como norteador para a classificação das unidades geossistêmicas hierarquicamente superiores, enquadradas no Táxon *Classe de Fácies*. Os mapas de declividade, uso da terra e solos foram preponderantes para o enquadramento das unidades inferiores, balizadas no Táxon *Grupo de Fácies*, quando da integração dessas informações para a composição do mapa de Fragilidade Ambiental da bacia em questão, exposta no Anexo 11. O mapa da vegetação natural da bacia (Anexo 4) deu condições para inferências sobre a supressão das fitofisionomias nativas em função do avanço do uso e ocupação agrosilvopastorial da terra.

As características das unidades superiores e inferiores foram, ainda, discutidas ante as informações ombrotérmicas, hipsométricas, de incidência de radiação à superfície e de orientação das vertentes. O arcabouço geológico, de forma geral composto por granitóides e depósitos quaternários, foi elemento considerado, principalmente, no que toca aos lineamentos pré-estabelecidos pelos contatos litológicos e pelas falhas e fraturas que condicionaram o estabelecimento e entalhamento da rede de drenagem e que, por sua vez, processou o consumo do relevo em orientação característica, quase sempre expondo as vertentes aos quadrantes SE/S/SW e aos seus “antípodas” NW/N/NE. Tal fato é relevante, por exemplo, quando as discussões recaem sobre as características das unidades geossistêmicas, no que toca à incidência de radiação à superfície.

O **Quadro 2** apresenta as unidades Geossistêmicas da bacia hidrográfica, assentadas nos dois Táxons classificatórios definidos por Sochava (1971;1978) tanto para a fileira dos Geômeros quanto para a fileira dos Geócoros. A fileira dos

Geômeros expõe a individualidade de cada uma das unidades e a fileira dos Geócoros unifica as unidades geossistêmicas geoméricas, posicionadas em cada um dos níveis classificatórios, *Classe de fácies* e *Grupo de Fácies*. Essas unidades personificam a paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho e possuem relação com a Fragilidade Ambiental da área.

Quadro 2 – Geossistemas da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, enquadrados no sistema de classificação proposto por SOCHAVA (1971;1978).

UNIDADES GEOSSISTÊMICAS	
Geômeros	
Classe de Fácies	Grupo de Fácies
I – Planícies e Terraços	Recobertos por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem.
	Recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.
II – Morros Dissecados	Recobertos originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem.
	Recobertos originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.
III – Pontões e Vertentes Dissecadas	Recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Mista Alto Montana).
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem/culturas agrícolas/solo exposto.
IV - Espigões e Escarpas Estruturais	Recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana/Campos de Altitude).
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem/culturas agrícolas.
V – Planaltos	Recobertos por Vegetação Nativa/ (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana).
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem.
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.
VI – Serras e Cristas Alinhadas	Recobertas por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana/Campos de Altitude).
	Recobertas originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana/ Campos de Altitude) sob uso atual de pastagem.
Topogeócoro	Mesogeócoro
Geócoros	

Autor: OLIVEIRA, T. A. 2013

Característica marcante na bacia hidrográfica são os consórcios advindos da utilização da terra e caracterizados pela presença de pastagens e culturas agrícolas, temporárias e/ou perenes. As pastagens são preponderantes em toda a bacia e, portanto, foram mapeadas em todas as unidades geossistêmicas, balizadas no Táxon Grupo de Fácies. Nas porções mais declivosas, onde os perfis de Cambissolos são preponderantes, as pastagens são potenciais incentivadores à dinâmica erosiva.

No mapeamento dos geossistemas ora apresentado não é feita uma distinção entre cultivos temporários e perenes, porém em campo, algumas características foram observadas e ofereceram margem para comentários.

Os cultivos temporários, representados principalmente pela bataticultura, definem um cenário de maior potencial à ativação dos processos erosivos, quando assentados sobre Cambissolos ou Argissolos, dada a necessidade de preparo sazonal da terra e conseqüente exposição do solo à dinâmica morfogênica. Tais áreas vinculam-se, em geral, às classes de Fragilidade Ambiental Alta (4) e Muito Alta (5). Os cultivos temporários que ocupam as porções menos declivosas e, portanto, mais estáveis da paisagem, em algumas **Classes de Fácies**, tendem a influenciar na alteração das classes de Fragilidade Ambiental levando-as para a classe de Fragilidade Média (3).

Os cultivos perenes, representados principalmente pela bananicultura e pela cafeicultura, ocorrem nas porções mais declivosas das unidades mapeadas, principalmente na Classe de Fácies definida como Pontões e Vertentes Dissecadas. Nessas áreas a Fragilidade Ambiental tende a ser Alta (4) ou média (3) a depender da configuração angular das rampas.

Os consórcios de terras em uso agrícola e em preparo para tal (solo exposto), quando da existência desse último, foram mapeados em conjunto, uma vez que respondem arealmente a mosaicos que possuem correlação, e enquadrados nos *Grupos de Fácies* à frente identificados.

Culturas agrícolas/solo exposto não foram considerados no mapeamento processado para a classe de fâcies definida como Serras e Cristas Alinhadas, dada a pequena expressividade dos mosaicos a eles correlatos e à configuração esparsa dos mesmos, muitas vezes entremeados por pastagens.

As Fitofisionomias nativas ocorrem, em grande extensão da bacia, associadas a esses usos, sob a forma de mosaicos esparsos, mas particularmente nas Classes de Fácies definidas como *Pontões e Vertentes Dissecadas, Espigões e Escarpas Estruturais, Planaltos e Serras e Cristas Alinhadas* produzem mosaicos significativos para serem mapeados na escala aqui considerada.

É importante ressaltar que algumas manchas de reflorestamento cuja fragilidade oscila entre Baixa (2) e Muito Baixa (1), ao analisarmos os geossistemas a partir da Fragilidade Ambiental, passaram a compor parte dos mosaicos de vegetação nativa. Esses cultivos, de ciclo longo, tendem a oferecer proteção ao solo da ação dos agentes erosivos mais agressivos. As manchas restantes não apresentaram expressão areal para detalhamentos na escala proposta para o trabalho ou encontram-se dispersas pelas unidades e, assim, foram apenas comentadas na descrição das *Classes e Grupos de Fácies*.

O produto cartográfico final, apresentado no Anexo 12, expõe as unidades geossistêmicas da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho em dois níveis hierárquicos diferenciados, tanto para a fileira dos geômeros quanto para a fileira dos geócoros. As unidades definidas, aqui possuem relação direta com as condições de Fragilidade Ambiental da bacia. De forma geral, as unidades exibem uma síntese dos mosaicos predominantes na bacia e da dinâmica que se processa sobre os terrenos peculiares à mesma unidade de área. Essa dinâmica está em função, primordialmente, de três elementos: declividades; uso da terra; tipos de solo.

A seguir é apresentada a caracterização das unidades geossistêmicas mapeadas na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho com discussões acerca da dinâmica existente nas unidades. Um diagnóstico ambiental é apresentado como orientador às atividades futuras que possam integrar o planejamento ambiental da bacia.

6.1 – Classe de Fácies: Planícies e Terraços

A *Classe de Fácies* denominada Planícies e Terraços é representada pelas porções do terreno sob forte influência da dinâmica hídrica, comandada, principalmente pela drenagem principal, o rio Lourenço Velho. Abrange ainda as porções de planícies e terraços dos ribeirões Cambuí e Sabará, que coalescem com

a planície da drenagem principal, tal como apresentado no mapa de compartimentos geomorfológicos. (Anexo 10)

Predominam os Neossolos Flúvicos onde dois grupos de fácies foram distinguidos para essa unidade. O primeiro refere-se às áreas originalmente recobertas pela floresta Ombrófila Densa Montana e que atualmente encontram-se sob o uso de pastagem e o segundo caracteriza-se pelas áreas recobertas originalmente pela floresta Ombrófila Densa Montana e que atualmente encontram-se sob a intervenção de culturas agrícolas/solo exposto. Assim, a vegetação nativa encontra-se hoje sob a forma de mosaicos esparsos por entre os dois tipos de uso anteriormente citados, principalmente nos rebordos que margeiam a drenagem principal, e não são mapeáveis na escala de apreço do trabalho. De forma geral as informações ombrotérmicas dão conta da presença de um clima subquente, com precipitações médias anuais de 1750 mm, e presença de um a três meses de seca, tal como apresentado no Mapa Ombrotérmico da bacia (Anexo 3).

Uso e ocupação da terra é a variável de relevância para a classe de fácies ora considerada, denunciando que sob condições de uso agrícola com a necessidade de preparo sazonal da terra a fragilidade ambiental aumenta consideravelmente. Tal fato se deve à exposição da camada superficial aos processos de carreamento, principalmente nas épocas que definem as maiores vazões para os canais de drenagem, reconhecidamente àquelas que configuram os meses de verão.

A dinâmica que se processa nos grupos de fácies pertencentes a essa unidade hierárquica superior, está em função da existência ou não de cobertura fixa do solo e da sazonalidade das precipitações e vazões dos canais de drenagem e é expressa pelos trabalhos de remoção e deposição dos materiais disponíveis à superfície.

- Grupo de Fácies: Planícies e Terraços recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem.

Grupo de fácies caracterizado por mosaicos criados pela intervenção antrópica sob a forma de pastagens utilizadas em sustento à criação extensiva do gado e direcionada, principalmente, à subsistência, em supressão à Floresta Ombrófila Densa Montana. São áreas cuja interferência hídrica se mostra menos

danosa nas épocas das vazões mais expressivas, nos meses de verão, devido à inatividade de preparo do solo para o plantio, tal como ocorre nas áreas onde os cultivos são presentes.

A fragilidade desses mosaicos, em geral, oscila entre Muito Baixa (1) a Média (3), mostrando que a supressão da vegetação nativa, em determinadas áreas, pouco interferiu na alteração das condições de fragilidade ambiental dessa unidade, tendo em vista os pesos definidos no mapa de fragilidade ambiental da bacia para as informações de declividades, uso e ocupação da terra e solos. A criação voltada à subsistência, apesar de oferecer interferência a esses ambientes, minimiza a fragmentação e compactação do solo em comparação às atividades intensivas de criação, onde a visita aos terrenos é constante e processada por um número maior indivíduos. Aqui predominam os processos deposicionais em relação aos erosivos.

(Figura 24)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 24 – Planícies e Terraços sob uso atual de pastagens.

- *Grupo de Fácies: Planícies e Terraços recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de cultivos agrícolas/solo exposto.*

Grupo de Fácies caracterizados por mosaicos elaborados pela utilização da terra para plantios, em grande parte temporários, e que se encontram sob interferência significativa da dinâmica hídrica, principalmente nos períodos onde as precipitações se fazem presentes de forma mais contumaz e conseqüentemente as vazões tendem a ser maiores. Nessas épocas, o nível do freático tende a subir e o extravasamento dos canais é comum, o que coloca o material utilizado para o plantio ou sob o preparo para tal, à mercê dos processos de remobilização e transporte, onde são retrabalhados e redistribuídos nas porções de jusante. Os cultivos ou as superfícies expostas, a depender da posição, mais próximas ou mais distantes dos canais de drenagem, apresentam classes de Fragilidade que oscilam entre Média (3), Alta (4) e Muito Alta (5), sendo que a Fragilidade Média (3) vincula-se às áreas de cultivo mais afastadas dos canais de drenagem. As classes de fragilidade Alta (4) e Muito Alta (5) vinculam-se às áreas onde há presença de cultivo nas áreas inundáveis e/ou com presença de solo exposto. (Figura 25)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 25 – Planícies e Terraços sob uso atual de cultivos agrícolas/solo exposto.

6.2 – Classe de Fácies: Morros Dissecados

Originalmente recobertos pela Floresta Ombrófila Densa Montana e pela Ombrófila Mista Alto Montana, cujas características já foram anteriormente citadas e que encontram-se hoje como pequenos mosaicos preservados nas porções de topo e meia vertente mas sob forte pressão antrópica, denunciável pelo efeito de borda produzido ante a expansão das pastagens e das culturas agrícolas.

Manchas de reflorestamento, representadas pelo cultivo do gênero *Eucalyptus*, são presentes, mas foram aqui desconsideradas como mosaicos dadas a extensão desses cultivos, a fragmentação dos mesmos e a consonância dessas informações com a escala trabalhada.

Predominam o Argissolo Vermelho e Argissolo Amarelo.

Nas porções mais altas é característico o clima mesotérmico brando e nas áreas mais baixas o subquente, os dois com médias de precipitação de 1750 mm.

Foram identificados e diferenciados, para essa unidade, dois Grupos de Fácies representados por terrenos recobertos originalmente pela vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana e Ombrófila Mista Alto-Montana) sob o uso atual de Pastagens e sob o uso atual Culturas Agrícolas/Solo Exposto.

A dinâmica nesses mosaicos advém, principalmente, da instalação de processos erosivos laminares, nas áreas de uso agrícola, que oferecem carreamento direto dos materiais à superfície em direção aos terrenos contextualizados na classe de fácies definida como Planícies e Terraços.

As variáveis declividade e uso da terra são aquelas de maior relevância no que toca à fragilidade ambiental da unidade considerada.

- Grupo de Fácies: Morros Dissecados recobertos originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana/Mista Montana sob uso atual de Pastagem.

Mosaicos que se destacam na Classe de Fácies aqui considerada tendo em vista a intensa utilização para criação extensiva do gado. Essas áreas, a depender do comportamento das declividades apresentam a Fragilidade oscilando entre as classes Muito Baixa (1), Baixa (2) e Média (3), com predominância dessa última. São as porções limítrofes da bacia, parcialmente ainda recobertas pela vegetação nativa presente em pequenos mosaicos em meio às pastagens, onde as declividades

oscilam entre 25° e 45° que a Fragilidade Ambiental atinge a classe Média (3). Nas outras porções, com as mesmas características, onde há predomínio das rampas entre 15° e 25° , a Fragilidade mostra-se Baixa (2) e nas porções enquadradas na classe de declividades de 5° a 15° a Fragilidade Ambiental tende a ser Muito Baixa (1).

A dinâmica erosiva nessas áreas é representada pela erosão laminar e pontualmente por processos lineares, desencadeados pelo pisoteio do gado. (Figura 26)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 26 – Morros dissecados recobertos por Pastagens. (Em segundo plano, ao fundo.)

- *Grupo de Fácies: Morros Dissecados recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas /solo exposto.*

O consórcio de terras sob o uso agrícola e em preparo para tal é característico dos terrenos que representam esse Grupo de Fácies. A bataticultura e o cultivo do milho respondem por quase que toda a produção agrícola dessas áreas. Recobrem comumente as porções de topo, se estendendo, por vezes, ao contato com a Classe de Fácies de Planícies e Terraços Fluviais. Compõem mosaicos cuja

Fragilidade oscila entre Muito Alta (4) a Alta (5) e que estão em consonância com os processos erosivos desencadeados a partir da utilização que é dada à terra. Nas áreas tomadas pelas culturas agrícolas onde as declividades são mais expressivas, mormente superiores a 25° , a atuação dos processos erosivos e de transporte de material é reforçada, mas ainda minimizados pela presença de uma cobertura vegetal, mesmo que ínfima.

Essas porções do terreno apresentam Fragilidade Alta (4). Onde os cultivos ainda não foram estabelecidos e o solo encontra-se em preparo a ação dos agentes erosivos é máxima e a Fragilidade apresenta-se como Muito Alta (5).

As áreas de cultivos agrícolas assentadas por sobre as vertentes expostas aos quadrantes SE/S/SW são aquelas que recebem os menores índices de radiação no inverno e portanto, podem oferecer déficit de energia para o desenvolvimento de determinados cultivos. No verão, quando a radiação incidente é maior e propicia melhores condições de desenvolvimento das culturas, essas áreas ficam sob a atuação das águas pluviais, importante agente erosivo, principalmente nas porções do terreno onde as declividades superam valores de 25° . Essas áreas sofrem com a erosão laminar e contribuem com quantidade significativa de sedimentos que são introduzidos na classe de Fácies de Planícies e Terraços, interferindo, dessa forma, na dinâmica desta última. (Figura 27)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2012.

Figura 27 - Morros dissecados sob uso de culturas agrícolas/solo exposto.

6.3 – Classe de Fácies: Pontões e Vertentes Dissecadas

Pontões e Vertentes Dissecadas compõem a Classe de Fácies que expõe as superfícies rebaixadas pelo escalonamento dos terrenos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho. Argissolos Vermelho e Argissolos Amarelo são preponderantes por sobre os grupos de Neossolos Flúvicos. Estes últimos, condicionados às áreas sob a influência das águas escoadas pelos ribeirões dos Pintos e Sabará, mostram intensa atividade de sedimentação, advinda das interferências do uso da terra nas porções de montante. Aqui, estes últimos grupamentos de solos não apresentam informações representativas, dada a escala estabelecida para o trabalho, mas em campo a realidade acima relatada é facilmente identificada. A Zona de cisalhamento de Caxambu infere forte condicionamento à unidade, no que toca ao arranjo do posicionamento das vertentes, orientadas aos quadrantes SE/S/SW e NW/N/NE. O clima Subquente é predominante e as médias pluviométricas oscilam entre 1450 mm e 1750 mm.

Para essa unidade foram identificados dois grupos de fácies caracterizados pelos mosaicos compostos por vegetação nativa, ainda resistente em algumas áreas e pelos mosaicos criados ante as superfícies outrora composta por essa mesma vegetação nativa e hoje ocupadas em grande parte por pastagens e cultivos agrícolas. Esses dois mosaicos apresentam classes de fragilidade diferenciadas, onde a declividade e o uso e a ocupação da terra são variáveis preponderantes para tal classificação.

A dinâmica concernente à essas áreas está aliada à utilização da terra nas áreas mais declivosas pelos cultivos e pastagens. Instalam-se aí processos erosivos laminares e lineares, decorrentes da potencialização dos fluxos pluviais, preponderantes para a remoção do material exposto à superfície. Sob a presença da vegetação nativa, fica garantida a circulação hídrica de subsuperfície e, conseqüentemente, a alimentação dos canais de drenagem nos períodos de maior estiagem.

- Grupo de Fácies: Pontões e Vertentes Dissecadas recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Mista Alto Montana).

Áreas sob forte pressão antrópica, principalmente pela expansão das pastagens e culturas de banana e café. A vegetação nativa ainda se encontra resistente nas porções de cimeira dos cumes mais proeminentes e topos rebaixados e junto às vertentes mais declivosas. As vertentes orientadas aos quadrantes SE/S/SW são aquelas em que os mosaicos de vegetação nativa apresentam-se de forma mais compacta e são aquelas também em que a oscilação da incidência de radiação no verão e inverno atinge níveis próximos a máximos e mínimos respectivamente. Guardadas considerações mais incisivas, estas áreas funcionam como potenciais recargas da circulação de subsuperfície, uma vez que a umidade proveniente de leste, oriunda da ação das massas Tropical Atlântica (mTa) no verão e Polar Atlântica (mPa) no inverno, sob a forma de precipitação é interceptada pela vegetação e direcionada ao solo de forma mais branda, onde encontra condições de percolação e armazenamento, em detrimento do escoamento de superfície.

Os mosaicos que caracterizam esse Grupo de Fácies exibem Fragilidade que oscila entre Muito Baixa (1) e Baixa (2), e que estão em dependência das

declividades, sendo que, nas porções onde os declives atingem valores entre 25° e 45° a Fragilidade tende a ser Baixa (2) e abaixo disso Muito Baixa (1). (Figura 28)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 28 – Pontões e Vertentes Dissecadas recobertas por vegetação nativa.

- Grupo de Fácies: Pontões e Vertentes Dissecadas recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagens/ culturas agrícolas.

Pastagens e culturas agrícolas se intercalam na Classe de Fácies ora apresentada e compõem um mosaico característico, representado pela preponderância das pastagens por sobre as manchas de cultivos agrícolas e solo exposto. Vinculam-se, primordialmente às porções onde as declividades assumem valores inferiores a 5° , junto à calha do rio Lourenço Velho e ribeirões dos Pintos e Sabará, até 25° nas outras porções. Para essas áreas a Fragilidade Ambiental oscila entre Média (3) a Alta (4), a depender da presença de pastagens ou de cultivos agrícolas. Nas porções do terreno onde as declividades se distanciam do valor de 25° e se aproximam dos valores de 45° a Fragilidade Ambiental tende a ser Muito

Alta (5), principalmente se estiverem sob intervenção de preparo do solo para uso agrícola. São áreas primordialmente vinculadas às vertentes orientadas aos quadrantes NE/N/NW e que apresentam os menores valores diferenciais no que toca à incidência de radiação entre inverno e verão. Tal como relatado anteriormente para a Classe de Fácies Morros Dissecados, a utilização da terra nas porções mais declivosas dinamiza a ação dos processos erosivos desencadeados à superfície. Das unidades consideradas, essa é que apresenta problemas mais incisivos relacionados a essa dinâmica. São presentes feições erosivas lineares que se instalam assim que as mínimas condições sejam propícias. Os processos erosionais laminares se fazem também presentes, principalmente nas áreas onde o solo se encontra exposto, em cultivo, ou ainda, nas porções onde a ramagem é rala e não oferece proteção adequada ao substrato.

Esse grupo de fácies contribui de forma significativa, com sedimentos que são transportados e depositados nas baixadas, interferindo de forma substancial na dinâmica de sedimentação da Classe de Fácies denominada de Planícies e Terraços Fluviais. (Figura 29 e Figura 30)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 29 - Pontões e Vertentes Dissecadas sob uso atual de pastagens/ culturas agrícolas.



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 30 – Pontões e Vertentes Dissecadas sob a ação de processos erosivos laminares e lineares.

6.4 – Classe de Fácies: Espigões e Escarpas Estruturais

A classe de Fácies de Espigões e Escarpas Estruturais interpõe-se às duas outras denominadas de Pontões e Superfícies Dissecadas e Planaltos (a ser comentada em seguida).

São áreas em que a vegetação nativa representada pelas Florestas Ombrófila Densa Montana e Mista Alto Montana resistem nas porções mais altas e declivosas como mosaicos sob a forte pressão das atividades agropastoris, tal que, nas áreas onde os declives se mostram mais brandos, essas fitofisionomias já se encontram suprimidas, ou resistem em pequenos nichos, separados por esses tipos de uso. Junto às áreas onde os perfis de solo são mais ínfimos assentam-se manchas da Floresta Ombrófila Densa Alto Montana e pequenos nichos de Campos de Altitude, mormente vinculados a Neossolos Litólicos que ocorrem, principalmente, sob a forma de pequenas manchas. De forma geral predominam Argissolos Vermelhos e Argissolos Amarelos, porém, os Cambissolos também são presentes. Pequenos mosaicos representados pela silvicultura de espécies do gênero *Eucalyptus*, e que

avançam igualmente por sobre áreas compostas pela vegetação nativa característica, também são presentes. Aqui esses mosaicos ainda não encontram expressividade representativa para delimitações areais, na escala proposta para o trabalho e a fragilidade das áreas a eles correlatas, muitas vezes se confunde com aquelas concernentes às áreas onde a vegetação nativa se faz presente. O clima Mesotérmico brando é predominante, com períodos de seca de um a três meses. O clima Mesotérmico médio ocorre nas porções de cimeira, em terrenos limítrofes à bacia hidrográfica do rio Verde, onde geralmente, não há períodos secos. Em geral, as precipitações médias oscilam entre 1450 mm e 1600 mm, sendo que este último valor recobre maior porcentagem em área. Dois grupos de fácies se destacam nesse âmbito e foram aqui mapeados. O primeiro refere-se às áreas originalmente recobertas por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana / Campos de Altitude) e o segundo caracteriza áreas recobertas por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem / culturas agrícolas.

As variáveis uso da terra e declividade são aquelas que possuem preponderância relevante na definição da Fragilidade Ambiental e, conseqüentemente, aquelas que interferem de forma mais incisiva na dinâmica dessa unidade.

Tal como na classe de fácies descrita anteriormente, Pontões e Superfícies dissecadas, a presença da vegetação nativa é preponderante para a alimentação da circulação de subsuperfície, garantindo a vazão dos canais, nos períodos de estiagem. Nas áreas onde a presença de solos litólicos é registrada a vegetação nativa tem redobrada importância, principalmente no que toca à dinâmica do escoamento pluvial e suas conseqüências para as áreas situadas à jusante.

- Grupo de Fácies: Espigões e Escarpas Estruturais recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana / Campos de Altitude)

Vinculam-se primordialmente às porções onde as declividades se expressam de forma mais evidente, quase sempre com valores entre 25⁰ e 45⁰. Essas áreas, impróprias ao aproveitamento agrícola, são aquelas em que as diferenças de

radiação incidente à superfície se fazem com maior intensidade, principalmente quando vinculadas às vertentes expostas aos quadrantes SE/S, que são predominantes. No verão, em algumas áreas, os valores de radiação atingem os níveis máximos e no inverno ficam próximos dos limites mínimos. São importantes áreas de interceptação da umidade proveniente das massas atuantes na região e consequentemente recargas naturais dos níveis freáticos locais. A Fragilidade Ambiental desse Grupo de Fácies oscila entre Muito Baixa (1) e Baixa (2), a depender das declividades. Nas porções onde os declives se aproximam dos 45° a Fragilidade Ambiental é tida como Baixa (2). Declividades próximas a 25° e inferiores a esse valor, inferem Fragilidade Ambiental Muito Baixa (1). (Figura 31 A e B)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

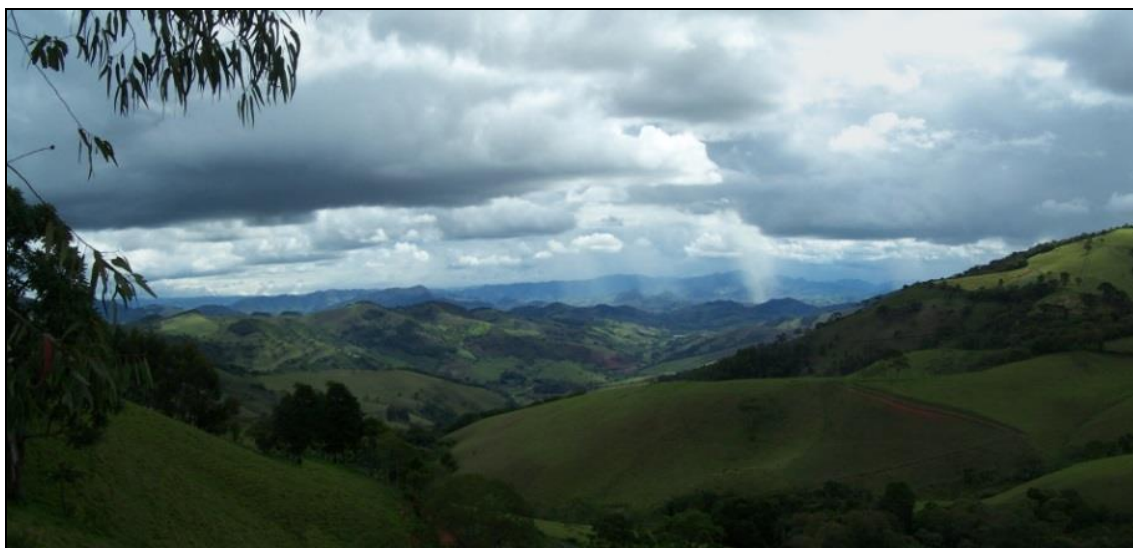
Figura 31 A e B – Espigões e Escarpas Estruturais recobertas por vegetação nativa.

- *Grupo de Fácies: Espigões e Escarpas Estruturais recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana / Campos de Altitude) sob uso atual de pastagens / culturas agrícolas.*

Dadas as características dos terrenos correlatos a esses mosaicos, o Grupo de Fácies aqui considerado é aquele em que pastagens e culturas agrícolas se mostram com menor expressividade em área, se contrastados com os mosaicos discutidos anteriormente e relacionados às outras Classes de Fácies. Vinculam-se, primordialmente às porções norte da bacia, onde pastagens recobrem boa parte da área, mas vêm sendo gradativamente substituídas pela bataticultura.

A Fragilidade Ambiental desse Grupo de Fácies oscila entre Média (3) a Muito Alta (5) a depender das características do uso da terra e das declividades dos terrenos correlatos. Nas áreas de pastagens, onde as declividades oscilam entre 15° e 25° a Fragilidade Ambiental tende a ser Média (3). Em declividades superiores a 25° , a Fragilidade Ambiental passa a ser considerada Alta (4).

As porções do terreno utilizadas pelas culturas agrícolas e aquelas onde a exposição do solo é presente, a Fragilidade Ambiental aumenta, oscilando entre Alta (4) e Muito Alta (5), a depender da inclinação das rampas. Em suma, solos expostos condicionam o estabelecimento da mais alta classe de Fragilidade Ambiental. (Figura 32)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 32 – Espigões e Escarpas Estruturais sob uso atual de pastagens/culturas agrícolas.

6.5 – Classe de Fácies: Planaltos

Áreas delimitadas a partir da ruptura de declive que marcam a presença de escarpas de falha, onde, os terrenos situados interiormente a essas superfícies encontram-se alçados a cotas topográficas que se destacam das porções posicionadas nos flancos. Os Planaltos de Maria da Fé e de Virgínia foram agrupados como uma unidade geossistêmica, tendo em vista a particularidade acima apresentada e a conseqüente dinâmica que se impõe a esses ambientes.

O uso e a ocupação das terras dessa unidade é bem diferenciado, sendo que, nas porções mapeadas como Planalto de Virgínia as matas nativas apresentam os mosaicos mais significativos. No Planalto de Maria da Fé destacam-se os usos voltados às pastagens e cultivos agrícolas, intercalados por porções do terreno onde o solo encontra-se exposto. Dessa forma, três grupos de Fácies foram identificados. O primeiro refere-se àquelas áreas onde as fitofisionomias nativas persistem em extensão, o segundo é referente às áreas onde a utilização da terra se faz pelas atividades pastoris e o terceiro onde o uso se dá pelas culturas agrícolas temporárias com expressividade para a bataticultura e onde, ainda, são presentes manchas de solos expostos.

O uso da terra e a declividade são as variáveis que balizam a dinâmica dessa unidade geossistêmica e aquelas que melhor representam as classes de fragilidade ambiental. Nas áreas sob uso agrícola são observados processos erosivos, principalmente laminares, que conduzem boa parte do material exposto à superfície às drenagens que funcionam como nível de base para essas áreas, os ribeirões Cambuí e Sabará, onde são visíveis processos de sedimentação e colmatação dos seus leitos.

- Grupo de Fácies: Planaltos recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana).

Mosaicos que se destacam junto aos terrenos correlatos ao Planalto de Virgínia, onde os Cambissolos e pequenas manchas de Neossolos Litólicos se fazem presentes e estão correlacionados a terrenos onde a declividade raramente ultrapassa 25⁰. No Planalto de Maria da Fé esse Grupo de Fácies, assentado por sobre Argissolos Vermelhos e Argissolos Amarelos, mostra a persistência da vegetação nativa, representada principalmente pela Ombrófila Densa Montana e Ombrófila Mista Alto Montana, nas porções mais declivosas, onde as rampas atingem valores entre 25⁰ e 45⁰, se aproximando, comumente, desse último valor. Os mosaicos característicos posicionam-se, preferencialmente, nas porções do terço superior das vertentes, reconhecidamente, áreas de proteção permanente.

São áreas onde a Fragilidade Ambiental é enquadrada na classe Muito Baixa (1), mostrando que declividades e uso da terra são importantes delimitadores desse

parâmetro. A diferença na distribuição da radiação incidente à superfície entre os meses de inverno e verão é máxima, tal como nos outros grupos de Fácies pertencentes às Classes de Fácies descritas anteriormente e assim, essas áreas relacionam-se também, às vertentes orientadas aos quadrantes SE/S/SW. (Figura 33)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 33 – Planaltos recobertos por vegetação nativa nas porções de cimeira.

- *Grupo de Fácies: Planaltos recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem.*

Esse Grupo de Fácies é predominante e recobre as porções onde as declividades apresentam-se com valores, geralmente abaixo de 25° . São comuns porções do terreno onde as rampas apresentam inclinações entre 5° e 15° , onde as pastagens e a silvicultura se intercalam nos mosaicos criados à superfície. No Planalto de Maria da Fé sobressaem as primeiras, assentadas por sobre Argissolos e, no Planalto de Virgínia, onde prevalecem Cambissolos, a Silvicultura vem se desenvolvendo com intensidade. A fragilidade Ambiental dessas áreas intercala classes de Fragilidade Baixa (2) a Média (3).

Em termos gerais, nas porções onde as pastagens se instalaram junto aos terrenos com declividades inferiores a 25° , a Fragilidade Ambiental tende a ser baixa. Pastagens em porções mais declivosas do terreno, geralmente com rampas superiores a 25° , oferecem à Fragilidade Ambiental um acréscimo na classe a ser

considerada, passando a mesma, a ser Média (3). A erosão laminar é atuante nas porções onde as forrageiras apresentam-se mais ralas. (Figura 34)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 34 - Planaltos sob uso atual de pastagens.

- *Grupo de Fácies: Planaltos recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana) sob uso atual de culturas agrícolas / solo exposto.*

Os cultivos agrícolas se destacam no Planalto de Maria da Fé, onde a utilização da terra por cultivos temporários é extrema, com destaque para a bataticultura e o cultivo da cebola, que têm nessa área, grande expressividade e dessa forma, inferem diferenciação à Fragilidade Ambiental, se comparada aos outros dois Grupos de Fácies. Assentadas por sobre Argissolos, essas lavouras necessitam do preparo sazonal da terra, o que expõe o horizonte superficial às atividades erosionais. Dessa forma, são áreas que potencialmente elevam a Fragilidade Ambiental às classes Alta (4) e Muito Alta (5) a depender das porções do terreno em que a terra é trabalhada e se a mesma encontra-se ou não em preparo para. Solos expostos estão relacionados à classe de Fragilidade Muito Alta (5) e aqueles já cultivados e com as brotas à superfície, em geral, enquadram-se na classe Alta (4). A erosão laminar é extrema, sendo potencial contribuidora aos processos de entulhamento das planícies fluviais e canais de drenagem. Ocupam, em geral, terrenos com declividades superiores a 15⁰. (Figura 35)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 35 – Planaltos sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.

6.6 – Classe de Fácies: Serras e Cristas Alinhadas

Serras e Cristas Alinhadas compõem uma Classe de Fácies onde os mosaicos compostos pela vegetação nativa se mostram com maior expressividade. São presentes a Floresta Ombrófila Densa Montana, a Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana, a Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana e os Campos de Altitude. Estes últimos encontram-se bem caracterizados nessa unidade geossistêmica, principalmente nas áreas limítrofes entre a bacia do rio Lourenço Velho com a bacia do rio Paraíba do Sul, porções que se destacam topograficamente no conjunto morfológico da bacia e regionalmente, da Serra da Mantiqueira. Outro mosaico característico é composto por pastagens que se estendem vastamente sobre as porções interioranas da unidade. O alinhamento das cristas, orientadas a NE/SW e derivadas das ressonâncias tectônicas produzidas pelas zonas de cisalhamento de Caxambu e Maria da Fé, com destaque para a primeira, impõem condições características às vertentes correlatas a essa Classe de Fácies. Assim, um elemento que se destaca sob essas condições é a incidência de radiação à superfície, chegando, em algumas áreas a atingir os índices máximos e mínimos, a depender da orientação das faces. A predominância dos Cambissolos por sobre os outros grupos revela certa inadequabilidade às culturas agrícolas. Porém, em porções reduzidas são presentes cultivos de marmelo e pera, espécies adaptadas às temperaturas reinantes na área. São presentes também Neossolos Litólicos, onde assenta-se a Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana e os Campos de Altitude.

Uso da terra e declividades são as variáveis mais preponderantes no que toca à configuração das Fragilidades dessas áreas. A dinâmica dos grupos de fácies mapeados fica à mercê da alteração dos fluxos de energia mediante a retirada da

vegetação nativa para imposição dos cultivos e das pastagens, quando a fragilidade ambiental mostra-se mais acentuada.

As áreas de cimeira, cobertas pela vegetação nativa são importantes interceptadoras da umidade proveniente da atuação das massas Tropical Atlântica (mTa) e garantem o suprimento hídrico para um número expressivo de drenagens, inclusive o rio Lourenço Velho, que têm aí, suas nascentes instaladas. São ainda, reconhecidamente, refúgios naturais de fitotipos reliquiares, tais como a *Araucaria angustifolia* e um número expressivo de rupícolas representadas por famílias de Bromeliaceae.

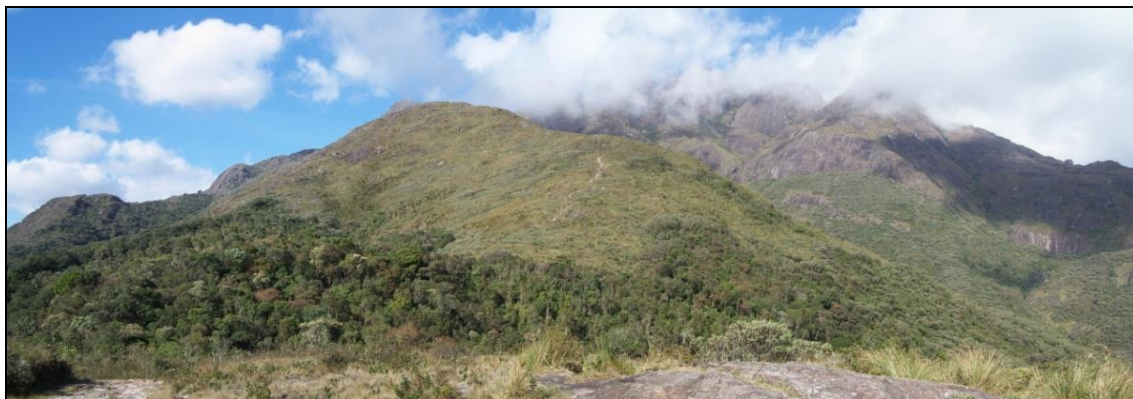
- *Grupo de Fácies: Serras e Cristas Alinhadas recobertas por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana / Campos de Altitude).*

Esse Grupo de Fácies é expressivo na Classe de Fácies a qual está vinculado. As vegetações nativas sobressaem nas porções de cimeira de algumas Serras e nas áreas onde Cambissolos menos evoluídos e Neossolos Litólicos são predominantes. Essas áreas são ainda reconhecidos refúgios vegetacionais e funcionam como banco de polém aos gêneros *Araucaria angustifolia* (Araucária; Pinheiro do Paraná) vinculada à Floresta Ombrófila Mista Montana e de inúmeras famílias de Bromeliaceae, principalmente rupícolas, vinculadas aos Campos de Altitude. Algumas espécies dessas famílias encontram-se ainda em aberto no tocante à classificação taxonômica final. Em contato com o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, vinculado ao Museu de História Natural, alguns exemplares fotografados de Bromeliaceae foram enviados para possível catalogação, sendo que um deles apresentou abertura na chave de classificação, constituindo-se em possibilidade de nova espécie endêmica.

As vertentes orientadas a SE/S/SW são aquelas em que as fitofisionomias se mostram mais preservadas e também, são as áreas onde a diferença da incidência de radiação entre os meses de inverno e verão se mostra mais acentuada chegando próximo aos valores mínimos e máximos respectivamente. Nas porções topograficamente mais altas, já na borda leste da bacia a diferença de radiação incidente à superfície entre os meses de inverno e verão é menor, o que garante,

além de umidade proveniente das correntes de ar que acompanham a Massa tropical Atlântica (mTa), condições de luminosidade para a resistência dos fitotipos que aí se instalaram. Nessa mesma porção, são verificadas manchas de silvicultura do gênero *Eucalyptus* e que avançam sobre as áreas constituídas originalmente pela Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e a Ombrófila Densa Alto Montana.

Os mosaicos derivados correlatos a essas áreas, apesar de subsistirem a declividades, mormente superiores a 25⁰, correlacionam-se a Fragilidade Ambiental que oscila entre Muito Baixa (1) e Baixa (2) e que estão em função dos declives, uma vez que a tipagem de solos é praticamente constituída por Cambissolos. Essas áreas servem, antes de tudo, como promissoras áreas de preservação de fauna e flora, sendo que boa parte desta já insere-se em contextos de unidades de conservação (UC). (Figura 36)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 36 – Serras e Cristas Alinhadas recobertas por vegetação nativa.

- *Grupo de Fácies: Serras e Cristas Alinhadas recobertas originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana / Campos de Altitude) sob uso de Pastagem.*

Áreas cuja expansão se encontra ativa por sobre as fitofisionomias do Grupo de Fácies acima comentado. A criação extensiva do gado é atividade de peso e ocupa as porções interioranas da unidade, onde as declividades entre 15⁰ a 25⁰ são predominantes. O perfil de alteração, pouco desenvolvido nos Cambissolos, propicia esse tipo de uso em detrimento aos cultivos agrícolas, principalmente os temporários. As pastagens instalam-se nas porções menos movimentadas do relevo e intercaladas a elas são visíveis pequenos mosaicos representados pela vegetação

nativa ainda resistente, mas que se vê sob forte pressão por esse tipo de uso. Sob a forma de pequenas manchas são presentes também cultivos de Marmelo e Pera e que se interpõem aos mosaicos de pastagens.

Essas áreas, a depender das declividades, mostram oscilação no que toca às classes de Fragilidade Ambiental consideradas. Em suma, enquadram-se nas classes Muito Alta (5) e Alta (4), nas porções onde as rampas atingem ângulos entre 25° a 45° e 15° a 25° respectivamente. Nessas áreas, processos erosivos laminares são comuns. A Fragilidade Ambiental é Média (3) a Muito Baixa (1), nas porções onde as pastagens ocupam terrenos com declividades abaixo de 15° , sendo que, quanto mais distantes desse valor para menos, menor a Fragilidade Ambiental. (Figura 37)



Autor: OLIVEIRA, T. A., 2011.

Figura 37 – Serras e Cristas Alinhadas sob uso atual de pastagens.

6.7 – Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Lourenço Velho: Orientações Gerais.

Tendo em vista as características dos geossistemas descritas acima e relacionadas à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, inferências sobre possibilidades para um planejamento ambiental da área podem ser apontadas, balizando-se em documentos orientadores, tal como o Código Florestal Brasileiro (2012), os manuais técnicos sobre proteção e conservação do solo e da água, tais

como aqueles coordenados por Lombardi Neto e Drugowich (1994), Macedo et. al, (2009), Prado et. al. (2010) e nas próprias características dos grupos de fácies mapeados.

Em linhas gerais, os terrenos situados nas porções atingidas pelas oscilações dos regimes hídricos, os cultivos de ciclo curto (temporários) para pequenas propriedades, em acordo com o Código Florestal Brasileiro (2012), são permitidos nas faixas de terra não atingidas diretamente pelas águas fluviais, desde que não alterem a qualidade da água e do solo ou danifiquem a expressão da vegetação nativa. Assim, nas áreas atingidas pelas águas fluviais, principalmente aquelas vinculadas à Classe de Fácies “Planícies e Terraços”, onde as culturas temporárias já se instalaram, orienta-se a imposição de programas educativos de orientação rural para adequação aos preceitos exigidos por lei e programas de recuperação e preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) pela realocação das matas ciliares ao longo dos canais de drenagem.

Os terrenos que apresentam rampas com valores superiores a 45° são reconhecidamente Áreas de Preservação Permanente (APP) e, portanto, devem estar isentas de qualquer tipo de uso que venha a descaracterizar os mosaicos pré-existentes, representados pelas fitofisionomias nativas, salvo se não estiverem sob disposições contrárias à Lei acima citada. Nas porções onde a vegetação original já foi suprimida, devem ser orientadas atividades de recomposição dessa vegetação.

Nas porções onde as declividades oscilam entre 25° e 45° , deve-se atentar para os tipos de cultivo a serem instalados, lembrando que, aqueles que necessitam do preparo sazonal da terra, oferecem os maiores riscos e as melhores condições para o desencadeamento de processos erosivos, com prejuízos, inclusive, para as áreas situadas à jusante.

As áreas recobertas pela vegetação nativa, na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (2012), enquadram-se como Áreas de Preservação Permanente (APP), uma vez que, possuem função de preservação dos recursos hídricos e dos solos e impõem estabilidade à paisagem, inibindo, em grande medida, a instalação de processos erosivos desencadeados à superfície. Assim, os mosaicos ainda resistentes devem ser protegidos e desvinculados das atividades agrosilvopastoris. Na Classe de Fácies denominada de “Planaltos” essas áreas encontram-se sob forte pressão antrópica, advinda das

culturas temporárias e da expansão da silvicultura e, assim, merecem atenção redobrada dos órgãos competentes. Na Classe de Fácies definida como “Cristas e Serras Alinhadas” a expressividade areal desses mosaicos deve ser vista como incentivadora à criação de áreas protegidas (além daquelas já existentes), destinadas à pesquisa científica, à visita ou, em alguns casos, abertas ao uso assistido por técnicas de manejo sustentável.

Projetos voltados à minimização da perda de solo devem ser pensados e colocados em prática, principalmente na Classe de Fácies denominada “Pontões e Vertentes Dissecadas”. Tal como relatado anteriormente, são os terrenos inseridos nesse contexto que se mostram mais problemáticos no que toca ao desencadeamento de processos erosivos, laminares e lineares. Consequentemente, interferem de forma significativa nos processos de sedimentação das áreas à jusante, principalmente aquelas situadas na Classe de Fácies definida como “Planícies e Terraços”.

No intuito de sistematizar as informações referentes às possibilidades de um planejamento ambiental para a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, o Anexo 13 apresenta um quadro geral sobre as características dos mosaicos geossistêmicos mapeados e determina algumas orientações com vistas à minimização dos impactos advindos da inserção das atividades antrópicas sobre os ambientes naturais e à recomposição e/ou preservação do quadro natural existente.

7. CONCLUSÕES

No processo de elaboração do trabalho ora apresentado, direcionado ao estudo geossistêmico de uma unidade hidrográfica de área, discussões de ordem prática e teórica devem ser levadas a cabo, principalmente no que toca ao levantamento e organização das informações de base (lineamento pré-paisagístico) e à evolução da conceituação geossistêmica e seus “entendimentos” por nós aqui assimilados, culminando na concretização das hipóteses e objetivos por nós pretendidos.

Trabalhos tematizados no âmbito geossistêmico não são tarefas fáceis de serem realizadas, tendo em vista as complexidades que envolvem o assunto e os materiais disponíveis para a concretização dos mesmos.

Dessa forma, logo no início das atividades, na etapa de levantamento das informações de base, a falta de sincronismo escalar entre os documentos oferecidos anunciou certas generalizações aos trabalhos de integração que, em determinada instância, poderiam apresentar um cenário um pouco distante daquele observado na escala proposta. São exemplos as informações de Geologia (Anexo 1), de Solos (Anexo 2), Ombrotérmicas (Anexo 3) e da Vegetação Natural (Anexo 4). Porém, sendo estes documentos aqueles que ofereceriam os melhores dados, foram aqui utilizados para as discussões e representações cartográficas finais. Dos documentos citados, apenas o mapa geológico tem escala calibrada com esta proposta para o trabalho.

O mapa de solos da bacia (Anexo 2) deriva de trabalho elaborado pela Universidade Federal de Viçosa-UFV (2010) em escala 1:650.000 e seu conteúdo infere generalizações que, ao tempo proposto para a concretização das nossas atividades, não puderam ser remediadas. Ainda assim, essas informações conseguiram representar os grandes grupamentos de solos da bacia.

As informações Ombrotérmicas (Anexo 3), reorganizadas e adaptadas para a nossa realidade a partir de obras textuais e mescladas com documento cartográfico pré-existente, mostrou-se ainda ineficiente para considerações mais pertinentes direcionadas aos totais precipitados e às tipagens climáticas características. Dessa vez a área da bacia hidrográfica, mostrou não comportar tais informações, dada a

sua extensão reduzida. Essas informações foram então citadas nas discussões, mas carecem de calibragem para a escala ora trabalhada.

O mapa representativo da vegetação natural (Anexo 4), produzido a partir de referências textuais, exibiu um cenário muito geral para a escala aqui adotada. Porém, em suma, conseguiu esboçar um quadro pretérito referente ao assentamento das fitofisionomias características, reconhecidas em atividades desenvolvidas em campo.

Os documentos cartográficos elaborados a partir das imagens ASTER e LANDSAT 5 mostraram fidedignidade em relação às informações almeçadas. Ao final do trabalho, verificou-se apenas que, a calibragem das informações, no que toca à adoção das classes representativas desses mapas, poderiam ter sido ajustadas de forma mais eficaz. O mapa de Declividades (Anexo 7), por exemplo, foi calibrado com uma configuração de classes muito distanciadas, principalmente no que se relaciona a antepenúltima classe considerada. Tal fato impôs dificuldades às discussões integradas sobre o uso e a ocupação das terras e a configuração clinográfica dos terrenos.

As dificuldades encontradas nos trabalhos deliberados à elaboração da cartografia de base não indeferiram o desenvolvimento da pesquisa e servem como sinal de alerta àqueles que, futuramente, se lançarem aos trabalhos tematizados na linhagem aqui proposta.

Desde a sua elaboração e concretização como concepção voltada aos estudos do ordenamento do território, a temática geossistêmica vem sendo trabalhada e repensada por diferentes profissionais entretidos com trabalhos de planejamento da paisagem, em diferentes escolas geográficas, representadas em grande parte, pelos países do antigo “bloco socialista”, além de outros.

Sendo assim, sobre o embasamento teórico apresentado e aqui assimilado, é digno de destaque a ampla divulgação de bibliografias ainda desconhecidas ou muito pouco citadas no cenário científico nacional, mesmo que as informações a elas concernentes tenham sido divulgadas nas décadas de 60 e 70 do século XX e estejam disponíveis em algumas bibliotecas de Instituições nacionais de ensino superior e de pesquisa. São textos, em grande parte, alicerçados num contexto de desenvolvimento da ciência Geográfica e dos seus métodos de pesquisa na ex-União Soviética, berço da temática central desse trabalho. Os desdobramentos

advindos da utilização dos geossistemas, direcionados ao planejamento da paisagem, puderam ser averiguados em comunicações científicas propagadas por pesquisadores do antigo bloco comunista europeu e por outros, alinhados à Geografia Francesa, e aqui ofereceram inestimáveis reflexões sobre as possibilidades futuras relacionadas à sua empregabilidade.

Para o desenvolvimento e concretização desse trabalho a concepção geossistêmica foi adotada como *modelo de análise* tendo em vista sua flexibilidade e adequabilidade frente às necessidades impostas.

Em discussão apresentada anteriormente, uma série de quesitos que caracterizam os modelos foi elencada e aqui concluímos que a concepção geossistêmica é *modelo de análise orgânica para os trabalhos orientados à esfera ambiental, produzindo informações valiosas referentes à dinâmica, à caracterização e à relação entre os elementos analisados.*

Esse posicionamento vem em reconhecimento de que os modelos resultam das análises temporo-espaciais, calibradas em escalas pré-definidas, onde as relações existentes tornam-se compreensíveis a partir de uma pré-seleção dos elementos que devem “explicar”, de forma integrada, as relações existentes na unidade sistêmica considerada. A *seletividade das informações* é quesito de destaque no reconhecimento dos modelos, uma vez que, é por meio dela que se torna possível a idealização de um quadro simplificado, mas representativo do mundo real e, principalmente, do tema a que se dispõe dissertar.

A *estruturação* das informações é outro ponto que se destaca no reconhecimento dos modelos, pois explora o contexto das relações e conexões existentes entre os elementos considerados e apresenta um funcionamento, por vezes, não visível no mundo real, ou, se visível, mostra-se mascarado pelas observações na escala 1:1. Essa particularidade caracteriza a *funcionalidade* dos modelos, que possibilita a visualização integrada do grupo de elementos e dos fenômenos a eles correlatos e que, quando analisados de forma fragmentada, não apresentam as relações, dadas as complexidades existentes.

Ao adotarmos os procedimentos elucidados pela concepção geossistêmica, concluímos que a mesma:

- Possui uma estrutura de análise concreta e ao mesmo tempo adaptável às diferentes bacias hidrográficas consideradas, bem como, aos

elementos considerados e dessa forma, funciona como um *modelo*. A análise horizontal, a partir da identificação das unidades hierarquizadas que estão em consonância com os fluxos energéticos verticais (geohorizontes), configuram a estrutura básica do *modelo*. Os elementos a eles relacionados, ou seja, os elementos de análise, podem se alterar de uma bacia hidrográfica para outra, porém aqueles considerados estão sempre em interação uns com os outros e reproduzem mosaicos de superfície a partir das relações verticais.

- Oferece a oportunidade de visualização da dinâmica da bacia hidrográfica a partir da análise integrada de seus elementos, e assim mostra-se como *modelo funcional e analógico*.
- Fornece explicações aplicáveis a sistemas de diferentes ordens escalares, outro quesito importante dos *modelos*.

Os trabalhos desenvolvidos por Haase (1989) Ganzei (2008;2010) Cavalcanti et. al. (2010) e Marques Neto (2012) tem relevância no que tange às considerações acima apresentadas, pois dão margens à aceitação da concepção geossistêmica como *modelo de análise aplicável ao estudo de diferentes ambientes, onde a paisagem, ou as paisagens, são apresentadas em níveis escalares diferenciados, inferindo maior ou menor detalhamento ao se considerar os níveis hierárquicos as quais foram estudadas.*

Como *modelo* a teoria geossistêmica atende as necessidades dos geógrafos em trabalhos de multiescala por ofertar a possibilidade de enquadramento da paisagem nos diferentes táxons geoméricos propostos por Sochava (1971) subsidiando ainda, o grupamento desses mesmos Táxons em unidades geocóricas.

As propriedades e atributos dos geossistemas que personificam as paisagens abarcam temas de primeira importância e, para as análises direcionadas à estrutura, ao funcionamento, à dinâmica e evolução e aos atributos, merecem destaque, também, como ferramenta de trabalho do geógrafo, preocupado com a dinâmica e a evolução dos meios naturais sob pressão antrópica.

Em contato com o jovem pesquisador russo acima citado (Kirill Sergei Ganzei), por meio de correspondências virtuais que se desdobraram no decorrer dos estudos, o mesmo deixou explícita a flexibilidade dos geossistemas, ao trazer ao

nosso conhecimento uma série de bibliografias produzidas, mais recentemente, nos “intradomínios” russos e direcionadas ao repasse dos métodos utilizados para as pesquisas voltadas ao planejamento da paisagem.

A unidade de área escolhida, a bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, dadas as suas características físicas e biológicas em contato ou não com as atividades antrópicas, *mostrou-se como interessante palco de aplicação do modelo geossistêmico para averiguação da relação existente entre os mosaicos geossistêmicos e a fragilidade ambiental.*

O mapa de compartimentos geomorfológicos (Anexo 10) exibiu um cenário próximo àquele visualizado em campo, quando da composição das classes de fácies. As variáveis declividade, uso e ocupação da terra e solos, mostraram-se adequadas à composição do mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia (Anexo 11), e ofertaram a possibilidade de se discutir a dinâmica geossistêmica que se processa nos grupos de fácies e, conseqüentemente, nas classes de fácies a eles correlatas.

A concepção dos Grupos de Fácies a partir da Fragilidade Ambiental, apesar de inferir generalizações quanto ao grupamento de um ou outro tipo de uso, expressou de forma satisfatória as relações dinâmicas que se processam no interior desses mosaicos.

Sendo assim, a adoção da Fragilidade Ambiental como elemento balizador das relações existentes entre as unidades geossistêmicas fica justificada por permitir a visualização da dinâmica na unidade de área selecionada ante a integração das informações de base.

A dinâmica que se processa entre os geossistemas mapeados expõe a tênue relação existente entre o ambiente natural, que ainda resiste e é representativo em mosaicos de Grupos de Fácies em algumas Classes de Fácies e entre esse mesmo ambiente sob intervenção antrópica, representado por Grupos de Fácies que ocorrem em todas as Classes de Fácies. Sua expressão se dá pela alteração das classes de Fragilidade Ambiental quando da entrada dos fluxos de matéria e energia advindos dos *inputs* e *outputs* derivados dessa intervenção. Expressam-se, principalmente, pelos processos erosionais e deposicionais desencadeados à superfície e pela transferência, mais ou menos acentuada, das águas precipitadas à circulação de subsuperfície.

De forma geral, a declividade é elemento que baliza a fragilidade ambiental da bacia, juntamente com a presença ou não do uso antrópico, sendo que, nas áreas onde a opção antrópica foi a retirada da vegetação natural e a introdução de pastagens e cultivos agrícolas se faz de forma mais agressiva, a Fragilidade Ambiental é catalisada. As áreas de ocorrência dos Cambissolos são aquelas em que a erosão se desenvolve com mais veemência quando em contato com as atividades agrosilvopastoris, o que mostra a necessidade de ressalvas quanto à utilização antrópica dessas áreas.

Em conclusão geral pode-se afirmar que a linha de abordagem e a escala escolhida para o desenvolvimento do trabalho permitiram atestar as hipóteses levantadas e alcançar os objetivos propostos. Os métodos adotados e as decisões tomadas levaram à concretização da pesquisa em nível satisfatório, com a oferta de um documento cartográfico que aproxima a ideia da característica dos mosaicos geossistêmicos e da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, tema central do trabalho.

A contribuição às reflexões sobre os métodos de análise do espaço geográfico e/ou aos trabalhos onde a temática geossistêmica seja requisitada é máxima. É oferecida uma grande quantidade de informações textuais e cartográficas que, a priori, definem um horizonte amplo às publicações científicas e aos trabalhos que venham, posteriormente, se desenvolver na unidade de área considerada ou ainda, àqueles onde a temática geossistêmica seja requisitada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Adilson Avansi de. Paisagens dos rebordos de maciços antigos na Mantiqueira ocidental. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 38, p.1-79, 1973.

ABREU, Adilson Avansi de. Considerações a respeito dos fundamentos conceituais das classificações geomorfológicas utilizadas no Brasil. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, vol. 63, p.49-59, 1983.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O Domínio dos "mares de morros" no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 2, p.1-9, 1966.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, São Paulo, USP-IGEOG, n. 3, p.45-48, 1967.

_____. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p.1-26, 1970.

_____. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 41, p.1-37, 1973.

_____. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p.1-20, 1977.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. **Resolução 395/98**.

Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/pesquisadigitres.cfm>>. Acesso em: 08 maio 2012.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. **Resolução 393/98.**

Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/pesquisadigitres.cfm>>. Acesso em: 08 maio 2012.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. **O Pré-cambriano do Brasil.** Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 1984. 378 p.

ANUCHIN, V. A. **Theoretical problems of geography.** Ohio State University Press, Columbus, 1960, 331 p.

ANUCHIN, V. A. The problem of synthesis in Geography science. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 4, p.34-6, Apr. 1964.

ARTOBOLEVSKII, S. S.; BAKLANOV, P. Ya.; TREIVISH, A. I. Russia's space and development: a multiscale analysis. **Herald Of The Russian Academy Of Sciences**, Moscow, v. 79, n. 1, p.25-34, 2009.

AZEVEDO, Aroldo de. Regiões climato-botânicas do Brasil. **Metodologia**, São Paulo, n. 6, p.32-43, out. 1950.

BEHLING, Hermann. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. **Palaeo: palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology**, Los Angeles, v. 129, p.407-422, abr. 1997.

BEHLING, Hermann. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v. 99, p. 143-156, 1998.

BEHLING, Hermann. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeo: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Los Angeles, v. 177, p.19-27, jan. 2002.

BEHLING, Herman; NEGRELLE, Raquel, R. B.; Tropical Rain Forest and Climate Dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. **Quaternary Research**, v. 56, p.383–389, 2001.

BENITES, Vinícius de Melo et al. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**. vol. 10, n.1, p.76 - 85, jan./jul. 2003.

BEROUTCHACHVILI, N.; RADVANYI, J. Les structures verticales des géosystèmes. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p. 181-198, 1978.

BEROUTCHACHVILI, Nicolas; BERTRAND, Georges. Le Géosystème ou "Système territorial naturel". **Revue Géographique Des Pyrénées Et Du Sud-ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p.167-180, 1978.

BERTRAND, Georges. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique Des Pyrénées Et Du Sud-ouest**, Toulouse, v. 39, n. 3, p.249-272, 1968.

_____. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

_____. Le paysage entre la Nature et la Societé. **Revue Géographique Des Pyrénées Et Du Sud-ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p.239-258, 1978.

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

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL. Resolução n. 393, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece procedimentos gerais para conceituar como inventário hidrelétrico a etapa de estudos de engenharia em que se define o

potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, mediante estudo de divisão de quedas e a definição prévia do aproveitamento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 dez. 1998.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL. Resolução n. 395, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 dez. 1998.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 set.1981.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BROSSARD, Thierry. Paysage visible et simulation numérique. **Bulletin de L'association de Géographes Français**, Paris, v. 64, n. 2, p.163-174, 1987.

BURTON, Richard. **Viagem do Rio de Janeiro a Morro Velho**. São Paulo: Editora Itatiaia, 1976. 366 p. (Reconquista do Brasil).

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [s.l]: Funape, 2005. 211 p. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 24 ago. 2011.

CAVALCANTE, José Carvalho. **Projeto Sapucaí: relatório final de geologia**. São Paulo: DNPM/CPRM, 1979. 299 p.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; ARAÚJO FILHO, José Coelho de. Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p.539-551, 2010.

CHORLEY, Richard J; HAGETTT, Peter. **Modelos Integrados em Geografia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974. 222 p.

CHORLEY, Richard J; HAGETTT, Peter. **Modelos Físicos e de Informação em Geografia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 270 p.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Perspectivas el analisis de la complejidad y la autoorganización en sistemas geomorfológicos. In: MATEUCCI, Silvia Diana; BUZAI, Gustavo D. (orgs). **Sistemas Ambientais Complexos: herramientas de análisis espacial**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 1998. p. 58-99.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 256 p.

CONTI, José Bueno. Resgatando a Fisiologia da Paisagem. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p.59-68, 2001.

CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87 f. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). **Mapas estaduais de geodiversidade: Minas Gerais**. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. 1 v. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em: <geobank.sa.CPRM.gov.br>. Acesso em: 11 fev. 2011.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). **Mapas Geológicos: SF. 23-Y-B-III - Itajubá**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 1 v. (Parcerias com universidades). Documento cartográfico em arquivo shape, acompanhado de relatório técnico.. Disponível em: <geobank.sa.cprm.gov.br>. Acesso em: 11 fev. 2011.

DARBY, H. C et. al.. Geography and Geographers in the Soviet Union: Discussion. **The Geographical Journal**, vol. 127, n. 2, p. 165-167, Jun, 1961.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. São Paulo: Gaia, 1992.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL). **Projeto Radam Brasil: SF 23** Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 775 p. Volume 32.

DEMEK, Jaromir. The landscape as a geosystem. **Geoforum**, vol. 9, pp 29-34, 1978.

DOLFUSS, Olivier. **A Análise Geográfica**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973. 130 p.

DROZDOV, A. V. Three notions of landscape as used in Russian practices of territory planning. In: DYAKONOV, K. N. et al. **Landscape Analysis for Sustainable Development: Theory and applications of Landscape Science in Russia**. Moscow: Alex Publishers, 2007. p. 265-275. (Tradução: José Manuel Mateo Rodriguez)

EBERT, Heinz. Ocorrência de facies granulítica no sul de Minas Gerais, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre a sua origem. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, n. 40, p.215-229, 1968.

EBERT, Heinz. **Os paraibides entre São João Del Rei (Minas Gerais) e Itapira (São Paulo) e a bifurcação entre Paraibides e Araxáides**. Rio Claro: FFCLRC, 1971. 37 p. Il. mapa geológico.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ENGESAT. **ASTER: Ficha técnica resumida**. Disponível em: <<http://www2.engesat.com.br/?system=news&action=read&id=529>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

ERHART, Henri. A teoria bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 6, p.51-58, jun. 1966.

ESPINDOLA, Carlos Roberto. História da Pedologia: um resgate bibliográfico. I **Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra**, Campinas, n. 1, p.349-352, 2007.

FERNANDES, Maurício Roberto; BAMBERG, Soraya Marx. Estratificação de ambientes para a gestão ambiental. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, p.07-16, 2009.

FRENCH, A. R. Geography and geographers in the Soviet Union. **The Geographical Journal**, London, v. 127, n. 2, p.159-167, jun. 1961.

GANZEI, Kirill Sergey. **Re: Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Thomaz Alvisi de Oliveira>. em: 09 ago. 2012.

GANZEI, Kirill Sergey. **Re: Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Thomaz Alvisi de Oliveira>. em: 13 ago. 2012.

GANZEI, Kirill Sergey. **Re: Geosystem of Sochava - A question.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Thomaz Alvisi de Oliveira>. em: 14 ago. 2012.

GANZEI, Kirill Sergey. **Re: Geosystem of Sochava - A question.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Thomaz Alvisi de Oliveira>. em: 15 ago. 2012.

GANZEI, Kirill Sergey e IVANOV, A. N. Landscape Diversity of the Kuril Islands. **Regional Problems of Environmental Studies and Natural Resources Utilization**, vol. 33, n. 2, p.87-94, 2012.

GANZEI, Kirill Sergey; YERMOSHIN, V. V; MISHINA, N. V. The dynamics of land use within the Amur basin in the 20th century. **Geography and Natural Resources**, vol. 31, p.18-24, 2010.

GANZEI, Kirill Sergey. The geosystems of the Southern and Middle Kuril Islands. **Geography and Natural Resources**, vol. 29, p.251-255, 2008.

GERASIMOV, I P; ARMAND, D L; PREOBRAZHENSKIY, V S. Natural resources of the Soviet Union, their study and utilization. **Soviet Geography: Review And Translation**, New York, v. 5, n. 8, p.3-23, Oct. 1964.

GRISHANKOV, G. Ye. The landscape levels of continents and geographical zonality. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 14, n. 2, p.61-76, Feb. 1973.

GROTZINGER, John *et al.* Intemperismo e Erosão. In: PRESS, Frank *et al.* **Para Entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Cap. 7, p. 173-192.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 648 p.

GUIMARÃES, Armelino. **História de Itajubá**. Itajubá: Edição do Autor, 1978. 2 v.

GUMILEV, L. N. On the anthropogenic factor in landscape formation. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 9, n. 7, p.590-602, July 1968.

HAASE, Guenter. Medium scale landscape classification in the German Democratic Republic. **Landscape Ecology**, Tempe (AZ), v. 3, n. 1, p.29-41, 1989.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Folha topográfica SF-23-Y-B-III-3 Itajubá**. [Rio de Janeiro], 1971. Escala: 1:50.000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Folha topográfica SF-23-Y-B-VI-2 Lorena**. [Rio de Janeiro], 1975. Escala: 1:50.000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Folha topográfica SF-23-Y-B-II-4 Santa Rita do Sapucaí**. [Rio de Janeiro], 1975. Escala: 1:50.000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Folha topográfica SF-23-Y-B-III-4 Virgínia**. [Rio de Janeiro], 1975. Escala: 1:50.000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 98 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1994. 113 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Informações sobre os municípios brasileiros. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em 03 de abril de 2011.

INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). **Catálogo de imagens**. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

ISACHENKO, A. G. Fifty years of soviet landscape science. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 9, n. 5, p.402-407, May 1968.

JOLY, Aylthon Brandão. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Polígono, 1970. 181 p.

KAEFER, Libório Quirino (Brasil). Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto Sapucaí, estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais**. Brasília, DNPM, 1979. 299 p.

KAWAKUBO, Fernando Shinji et al. Análise empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José Dos Campos: Inpe, 2005. p. 2203 - 2210.

KELLOGG, Charles E. Soil Genesis, Classification and Cartography: 1924-1974. **Geoderma**, Amsterdam, n. 12, p.347-362, 1974.

KELTING, Fátima Maria Soares. **Paisagem: catálogo de publicações francesas entre 1990 a 2005**. Fortaleza: Edições Gráfica, 2010. 66 p.

KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.17-40, 1997.

KING, Lester C. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 2, p.3-121, 1956.

KOHLER, Heinz Charles. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 3, n. 1, p.21-31, 2002.

KONSTANTINOV, F. V. Interaction between nature and society and modern Geography. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 12, p.61-73, Feb. 1964.

LEHMANN, Herbert. Observações morfoclimáticas na serra da Mantiqueira e no vale do Paraíba. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 5, p.1-13, abr. 1960.

LEONARDOS JUNIOR, Othon Henry et. al. Nota sobre a formação Pouso Alegre. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, p.131-134, 1974. il..

LOMBARDI NETO, Francisco; DRUGOWICH, Mário Ivo. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994.

MACEDO, José Ronaldo de; CAPECHE, Cláudio Lucas; MELO, Adoildo da Silva. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009.

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; DINIZ, Ângela Andréa. Padrões e direções de drenagem na bacia do rio Sapucaí - Sul de Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p.29-32, 1997. Disponível em: <www.igc.ufmg.br/geonomos/indice52.htm>. Acesso em: 02 set. 2011.

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; TRINDADE, Elaine de Souza. Morfodinâmica fluvial cenozóica em zonas de contato entre faixas móveis e cunhas tectônicas na região Sul de Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1/2, p.59-74, 2005.

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; TRINDADE, Elaine de Souza. Relações entre níveis (paleo) topográficos e domínios morfotectônicos na região Sul de Minas Gerais: contribuições aos estudos de superfícies erosivas no Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, n. 1, p.1-10, 2004.

MARQUES NETO, Roberto. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do rio Verde (MG), Sudeste do Brasil**. 2012. 429 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

MARQUES NETO, Roberto. Considerações sobre a paisagem enquanto recurso metodológico para a Geografia Física. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 26, p.243-255, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 08 fev. 2011.

MARTONNE, Emmanuel De. Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, Rio de Janeiro, v. 5, n. 4, p.3-28, 1943.

MARTONNE, Emmanuel de. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico II. Rio de Janeiro, Rev. Bras. Geogr., v. 5, n.4, p. 523-550. 1944.

MATTEUCCI, Sílvia Diana; BUZAI, Gustavo D. **Sistemas Ambientais Complejos: herramientas de análisis espacial**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 1998. p. 58-99.

MEIRELLES, Margaretth Simões Penello; CAMARA, Gilberto; ALMEIDA, Cláudia Maria de. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

MIAGUI, Alessandro Braga. Análise hidrometeorológica simplificada da micro-bacia do rio Lourenço Velho. **Trabalho de conclusão de curso**. Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI, 2006.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000, 127 p.

MOROZOV, N. V. Society and nature as parts of a single whole. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 2, p.21-23, Feb. 1964.

NASCIMENTO, Marilene Dias do; SOUZA, Bernardo Syão Penna e. Mapeamento geomorfológico da área abrangida pela carta topográfica de Santa Maria-RS como subsídio ao planejamento ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 11, n. 2, p.83-90, 2010.

NAKASHIMA, Myriam da Silveira Reis. Carta de fragilidade ambiental da bacia do rio Keller, estado do paraná: subsídio ao estudo dos processos erosivos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 6, p.1547-1560, 2001.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION-NASA; THE MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY-METI. **Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - ASTER: Global Digital Elevation Map Announcement**. Disponível em: <[http:// http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/](http://http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/)>. Acesso em: 03 fev. 2011.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION-NASA; THE MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY-METI. **ASTER: Global Digital Elevation Map Announcement**. Disponível em: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

NIMER, E., 1989: **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.

OLIVEIRA, Paulo E. et al. Paleovegeta o e paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: SOUZA, Célia Regina de Gouveia et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap. 3, p. 52-74.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de et al. Utiliza o de técnicas de fotointerpreta o na compartimenta o fisiográfica do município de Cananéia, SP: apoio ao planejamento territorial e urbano. **Geociências**, Rio Claro, v. 26, n. 1, p.55-65, 2007.

OLIVEIRA, Paula Cristina Almeida de; RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; RODRIGUES, Silvio Carlos. Fragilidade Ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambiente e Água: an interdisciplinary journal of applied science**, Taubaté, v. 3, n. 1, p.54-67, 2008.

OLIVEIRA, Rodolfo Lopes de Souza; FERREIRA, Marta Felícia Marujo. Geossistemas da Região de Alfenas, estado de Minas Gerais, Brasil. **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física - II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**. Sustentabilidade da Gaia: ambiente, ordenamento e desenvolvimento, Universidade de Coimbra (UC), Coimbra, Maio de 2010.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de; VIADANA, Adler Guilherme. O modelo geossistêmico aplicado ao estudo da dinâmica e evolução dos terrenos inseridos na porção Sul do estado de Minas Gerais - Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 14. 2011, Dourados - Ms. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Dourados - Ms: UFGD, 2011. p. 1 - 7. CD-ROM.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de. **Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Kirill Sergey Ganzei>. em: 09 ago. 2012.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de. **RE: Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Kirill Sergey Ganzei>. em: 09 ago. 2012.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de. **RE: Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Kirill Sergey Ganzei>. em: 14 ago. 2012.

OLIVEIRA, Thomaz Alvisi de. **RE: Geosystem of Sochava - A question**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Kirill Sergey Ganzei>. em: 15 ago. 2012.

PAIVA, Luiz Antônio; MERCANTE, Mercedes Abid. Zoneamento ecológico econômico como instrumento de gestão ambiental: modelo da aplicação no Pantanal de MS. **Geografia**, Londrina, v. 13, n. 2, p.37-51, 2004. Disponível em: <<http://www.geo.uel.br/revista>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

PEREIRA, Antônio. **Projeto Pedagógico**. 3. ed. São Paulo: Casa Nova, 2012. 233 p.

PERTSIK, Ye. N. Geographical Principles of regional planning. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 11, p.57-63, Nov. 1964.

PISSINATI, Mariza Cleonice; ARCHELA, Rosely Sampaio. Geossistema Território e Paisagem: Método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Geografia**, Londrina, v. 18, n. 1, p.5-31, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/issue/view/307>>. Acesso em: 11 ago. 2009.

PLAKHOTNIK, A. F. The subject and structure of geosystems theory. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 15, n. 7, p.429-436, Sept. 1974.

PRADO, Rachel Bardy; TURETTA, Ana Paula Dias; ANDRADE, Aluísio Granato de. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2010

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R. dos; FORTES, L. T. G. (Org.). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. rev. e ampl. Brasília, DF: INMET, 2009. 465 p.

RESENDE, Mauro et al. Solo e Paisagem. In: RESENDE, Mauro et al. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. Cap. 6, p. 143-146.

RYABCHICOV, A. M. On the interaction of the geographic science. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 12, p.45-60, Dec. 1964.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. **Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições Ufc, 2013. 370 p.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.95-112, 2002. Semestral. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/>>. Acesso em: 05 abr. 2010.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: UfC Edições, 2007. 222 p.

ROMARIZ, Dora de Amarante. **Aspectos da Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. 61 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia- FFLCH-USP**, São Paulo n. 8, p 63-74, 1994.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia- FFLCH-USP**, São Paulo, n. 10, p.41-58, 1992.

ROUGERIE, Gabriel; BEROUTCHACHVILI, Nicolas. **Géosystèmes et Paysages: bilan et méthodes**. Paris: Armand Colin, 1991. 302 p.

RUELLAN, Francis. O papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 13/14, março/julho, 1953.

SAINT-HILAIRE, Auguste de. **Viagem à província de São Paulo**. São Paulo: Editora Itatiaia, 1976. 229 p. (Reconquista do Brasil).

SANTAMERA, Miguel Angel Jara. **Lectura Del Paisaje de La Comarca Alto Guadarrama/Alto Manzanares: um Legado histórico**. ADESGAM, Madrid, 2005.

SANT'ANNA NETO, João Lima; NERY, Jonas Teixeira. Variabilidade e mudanças climáticas no BRasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, Celia Regina de Gouveia et al. (Comp.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap. 2, p. 28-52.

SAUSHKIN, Yu. G. The interaction of nature and society. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 12, p.39-45, Feb. 1964.

SAUSHKIN, Yu. G. Geographic prediction of anthropogenic processes in nature. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 9, n. 9, p.776-784, sept. 1968.

SAUSHKIN, Y G; SMIRNOV, A M. Geosystems and Geostructures. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 11, n. 3, p.149-154, mar. 1970.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia. **R. RA'EGA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SOARES, Angela Maria. **A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do rio Uberabinha - Minas Gerais**. 2008. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

SOARES, Paulo Cesar & FIORI, Antonio Pio. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v.16, n.32, p.71-104.

SOCHAVA, V. B. The development of geographic science in Siberia and the soviet far east over the last 50 years. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 9, n. 4, p.293-303, Apr. 1968.

SOCHAVA, V. B. The Training of Geographers for work in applied geography. **Soviet Geography: Review And Translation**, New York, v. XI, n. 4, p.730-736, Apr. 1970.

SOCHAVA, V. B. Geography and Ecology. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 12, n. 5, p.277-292, May 1971.

_____. A new work on theoretical geography. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 15, n. 5, p.311-319, May 1974.

SOCHAVA, V. B.; KRAUKLIS, A.; SNYTKO, V. A. Toward a unification of concepts and terms used in integral landscape investigation. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 16, n. 1, p.616-622, Jan. 1975.

SOCHAVA, V. B. Theoretical requisites for the mapping of the human habitat. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 16, n. 2, p.86-96, Feb. 1975.

_____ O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 16, p.1-50, 1977.

_____ **Introducción a la doctrina sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Editora Nauka, 1978. 318 p. (em russo). Tradução de José Manuel Mateo Rodriguez.

_____ Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, n 14, p.1-24, 1978.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 382 p.

STODDART, D. R. Organismo e Eco-sistema como Modelos Geográficos. In: CHORLEY, Richard J.; HAGGET, Peter. **Modelos Integrados em Geografia**. Rio de Janeiro: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. p. 67-93. Tradução de Arnaldo Viriato de Medeiros.

TRICART, Jean. Divisão Morfoclimática do Brasil Atlântico Central. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 31, p.3-44, mar. 1959.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 91 p.

TROPPEMAIR, Helmut. **Geossistemas e Geossistemas Paulistas**. Rio Claro: Edição do Autor, 2000.

TROPPEMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. **Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p.79-90, 2006. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/index>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

TROUW, Rudolph Allard Johannes; NUNES, Rodrigo Peternel Machado; CASTRO, Eduardo Mendes Oliveira; TROUW, Camilo Correia; MATOS, Gabriel Corrêa de. **Geologia da Folha Itajubá SF.23-Y-B-III**. Programa Geologia do Brasil – Levantamentos Geológicos Básicos. Brasília: CPRM, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFLA. **Mapa de solos do estado de Minas Gerais**: legenda expandida. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49 p. Acompanha mapa na escala 1:650.000.

YEFREMOV, Yu. K. The place of physical geography among the natural sciences. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 5, n. 2, p.3-10, Feb. 1964.

YEFREMOV, Yu. K. The landscape sphere and the geographical environment. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 10, n. 45, p.248-254, May 1969.

VEADO, R. W. A e TROPMAIR, H. Geossistemas do estado de Santa Catarina. In: GERARDI, Lucia Helena de Oliveira e MENDES, Iandara Alves. **Teoria, Técnica, Espaços e Atividades: Temas de Geografia Contemporânea**. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP; Associação de Geografia Teorética - AGETEO. Rio Claro, 2001.

VEADO, Ricardo Wagner Ad-víncula. **Geossistemas de Santa Catarina**. 1998. 315 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista/UNESP, Rio Claro, 1998.

VIADANA, Adler Guilherme. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. Rio Claro: Edição do Autor, 2002. 76 p.

VICENTE, Luiz Eduardo; PEREZ FILHO, Archimedes. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 3, p.323-344, set./dez. 2003.

VILLELLA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. Precipitação. In: VILLELLA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mcgraw-hill do Brasil, 1975. Cap. 3, p. 29-63.

VITTE, Antonio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na Geografia. **Mercator: Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, n. 11, p.71-78, 2007.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: George Braziller, 1968. 290 p.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria geral dos sistemas**. 2. ed. Brasília: Vozes, 1975. 351 p.

VON ESCHWEGE, Wilhelm Ludwig. **Pluto Brasiliensis**. São Paulo: Itatiaia, 1979. 2 v.

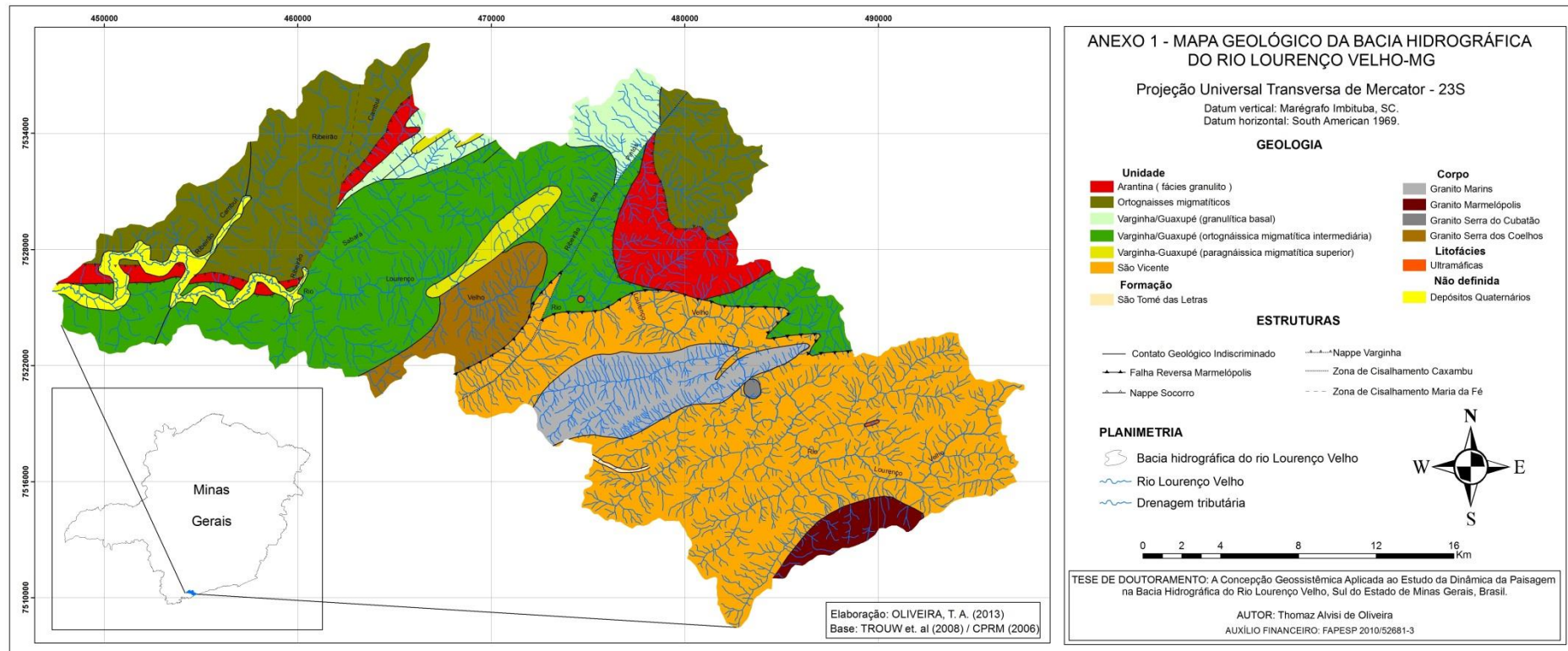
VON SPIX, Johann Baptist. **Viagem pelo Brasil 1817-1820**. São Paulo: Editora Itatiaia, 1981. 3 v. (Reconquista do Brasil).

WERNICK, Eberhard; PENALVA, Faustino. **Migmatização e feldspatização de charnockitos e granulitos no leste paulista e sul de Minas Gerais**. Rio Claro: (s. Ed.), 1974.

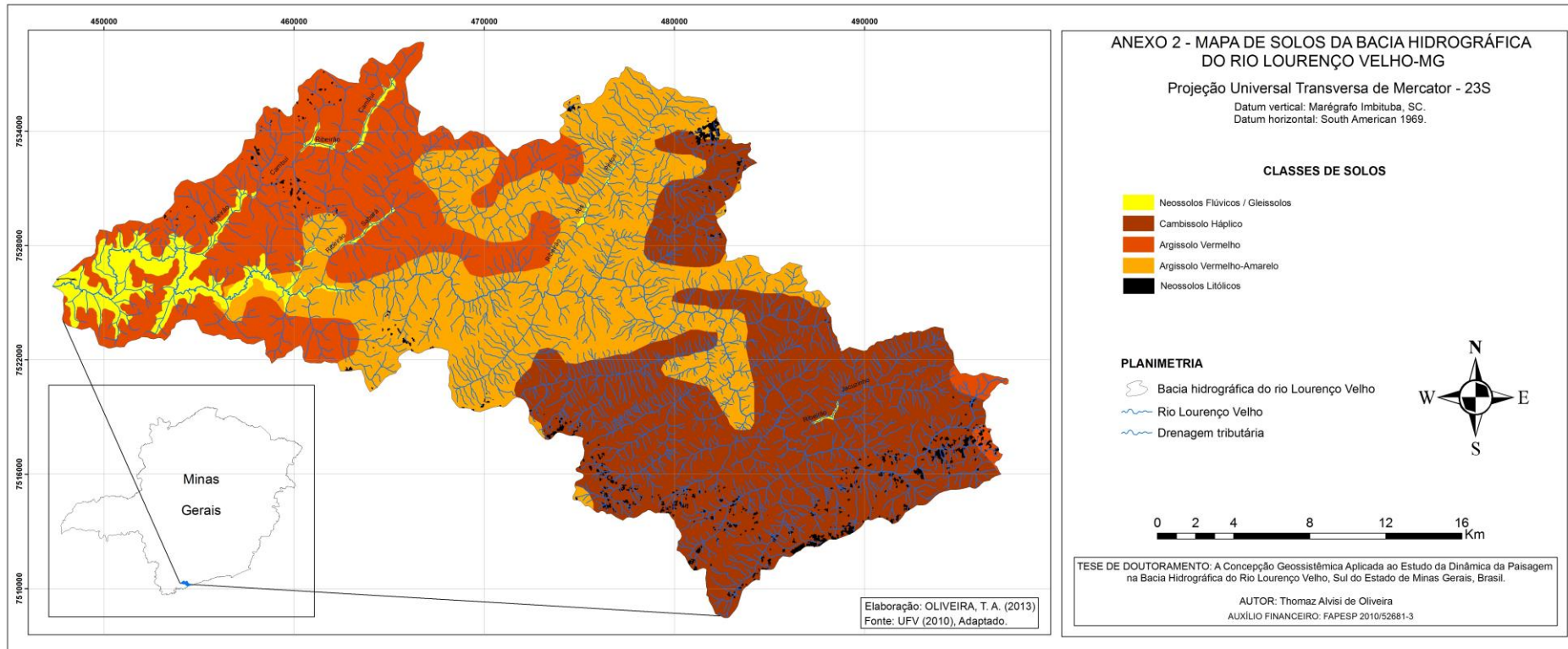
ZVONKOVA, T. V. Practical problems in Physical Geography. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 9, p.378-384, May 1968.

ANEXOS

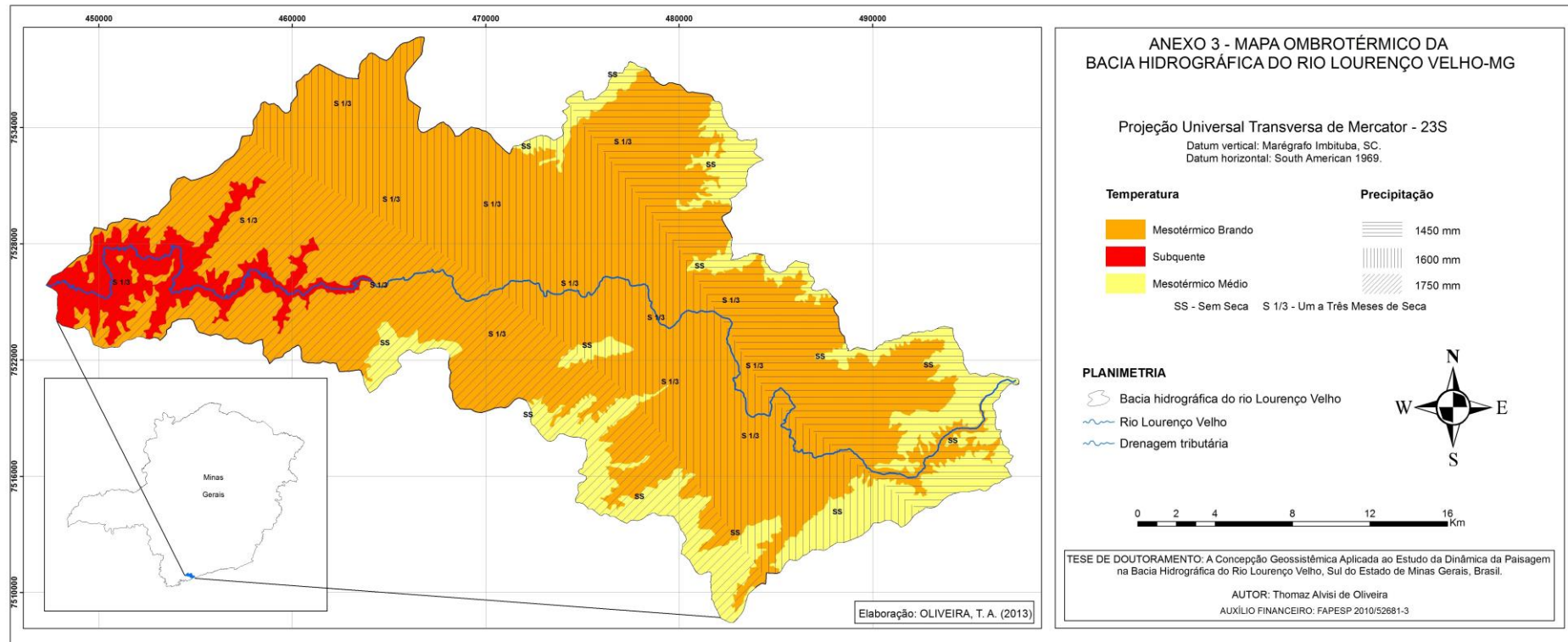
ANEXO 1 - MAPA GEOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



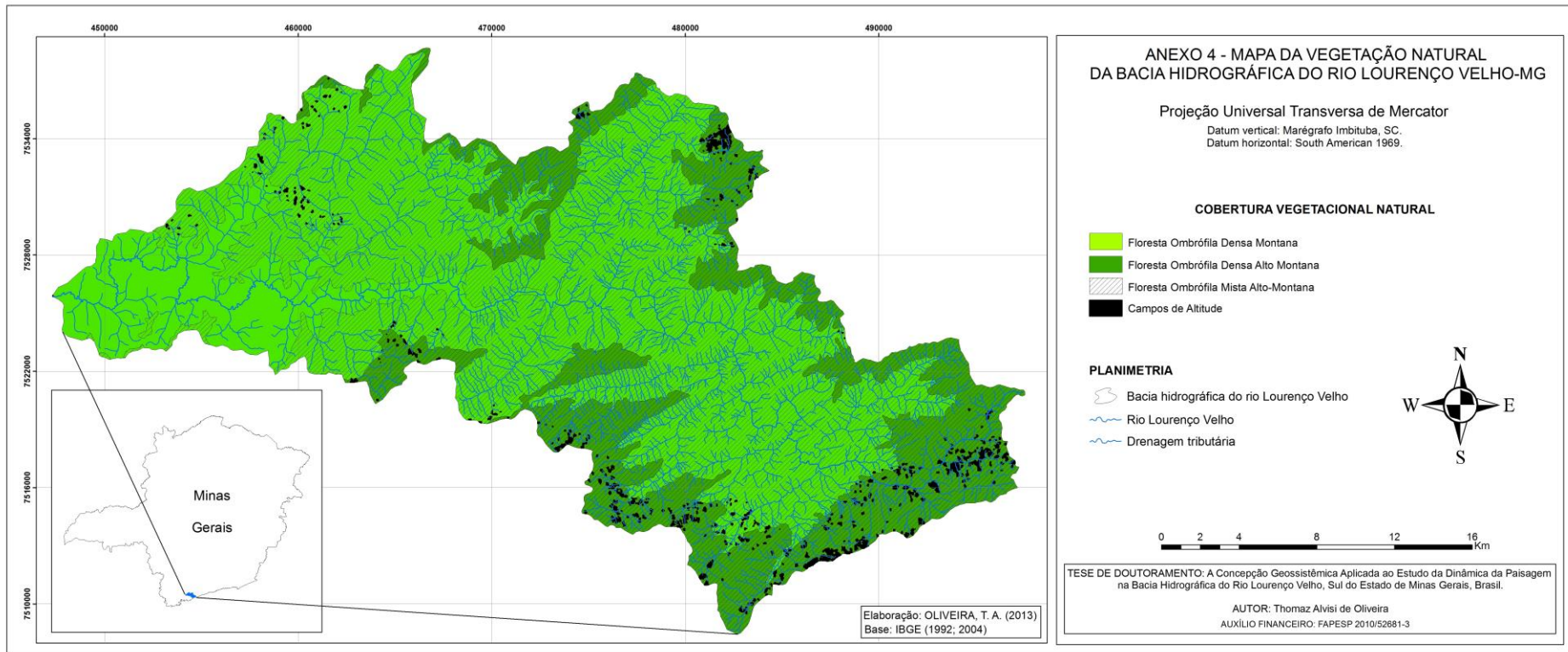
ANEXO 2 - MAPA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



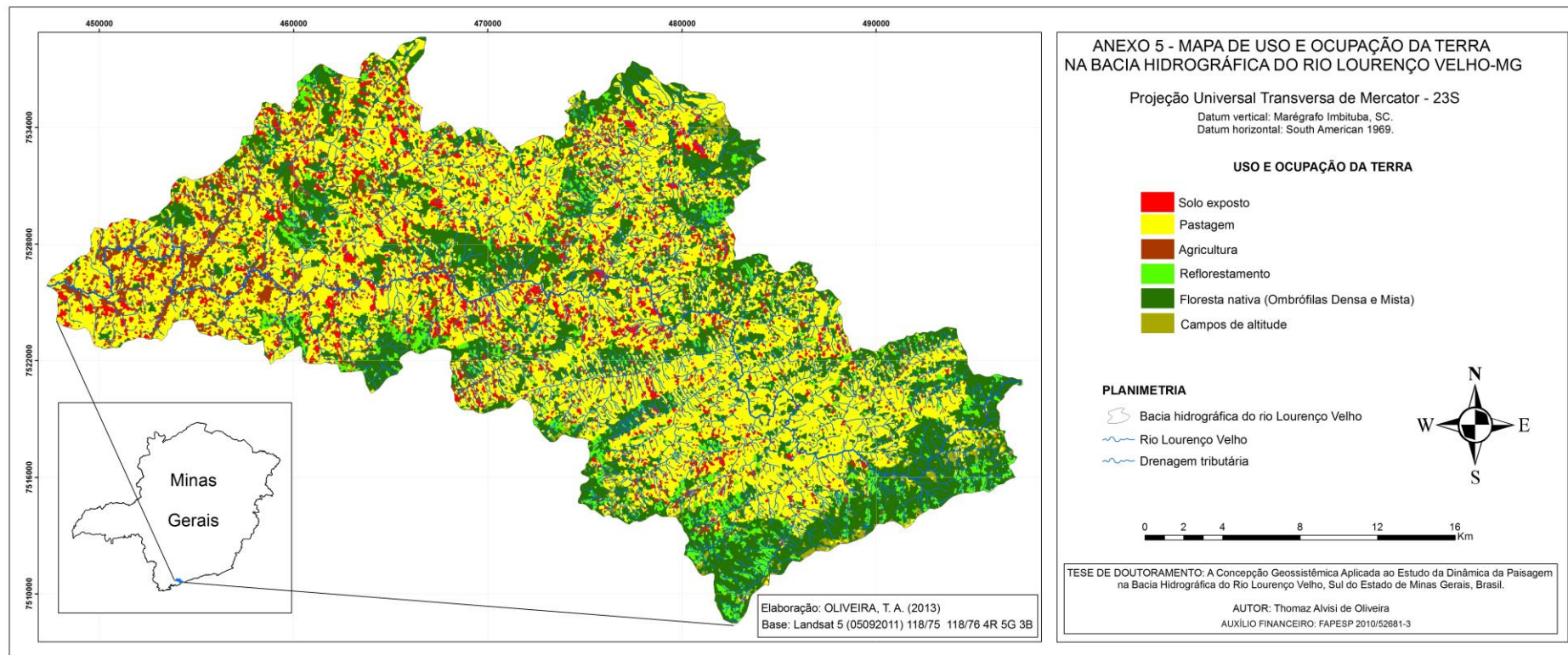
ANEXO 3 - MAPA OMBROTÉRMICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



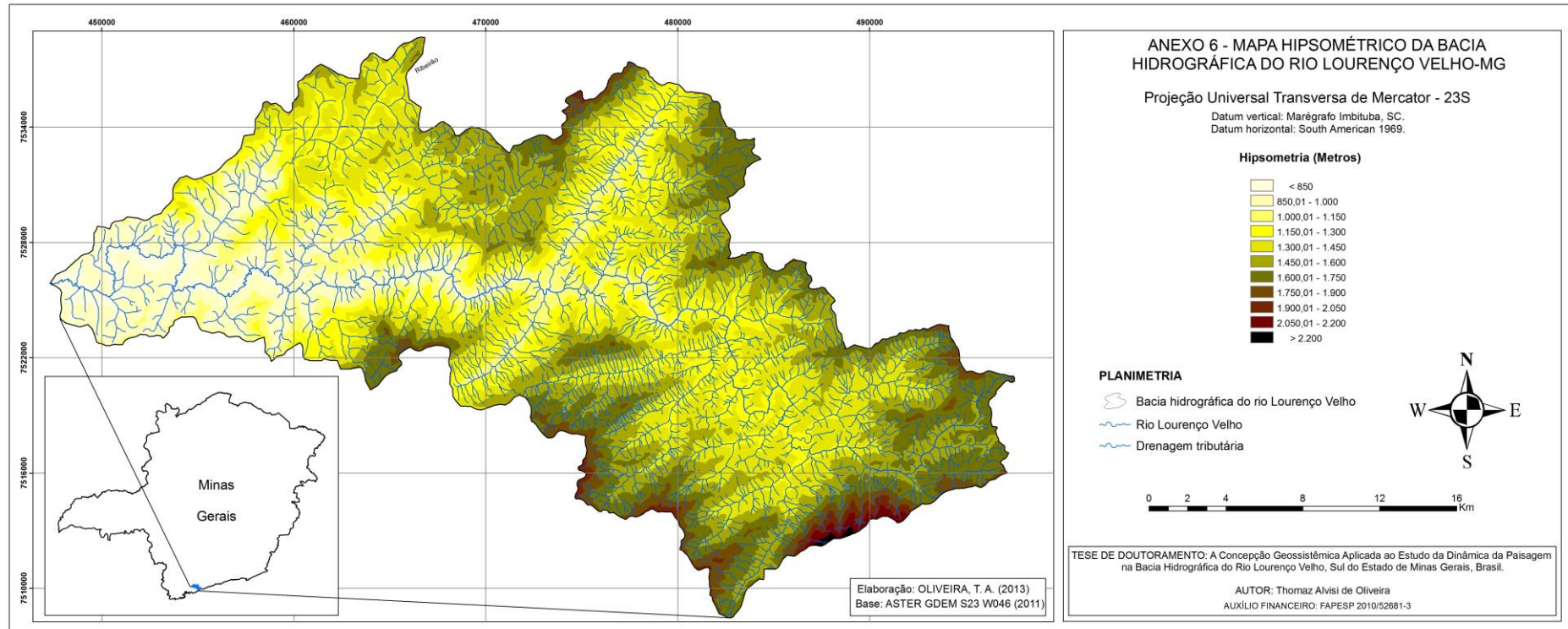
ANEXO 4 - MAPA DA VEGETAÇÃO NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



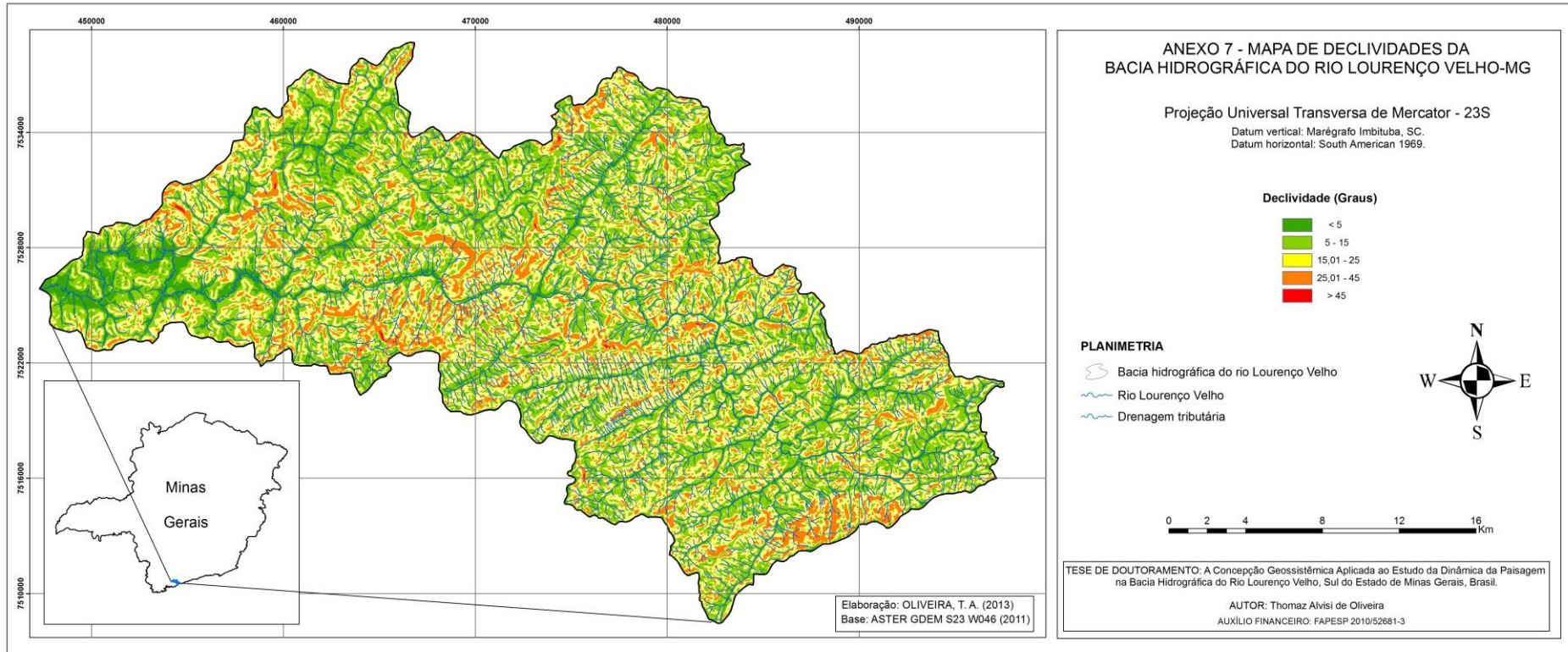
ANEXO 5 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



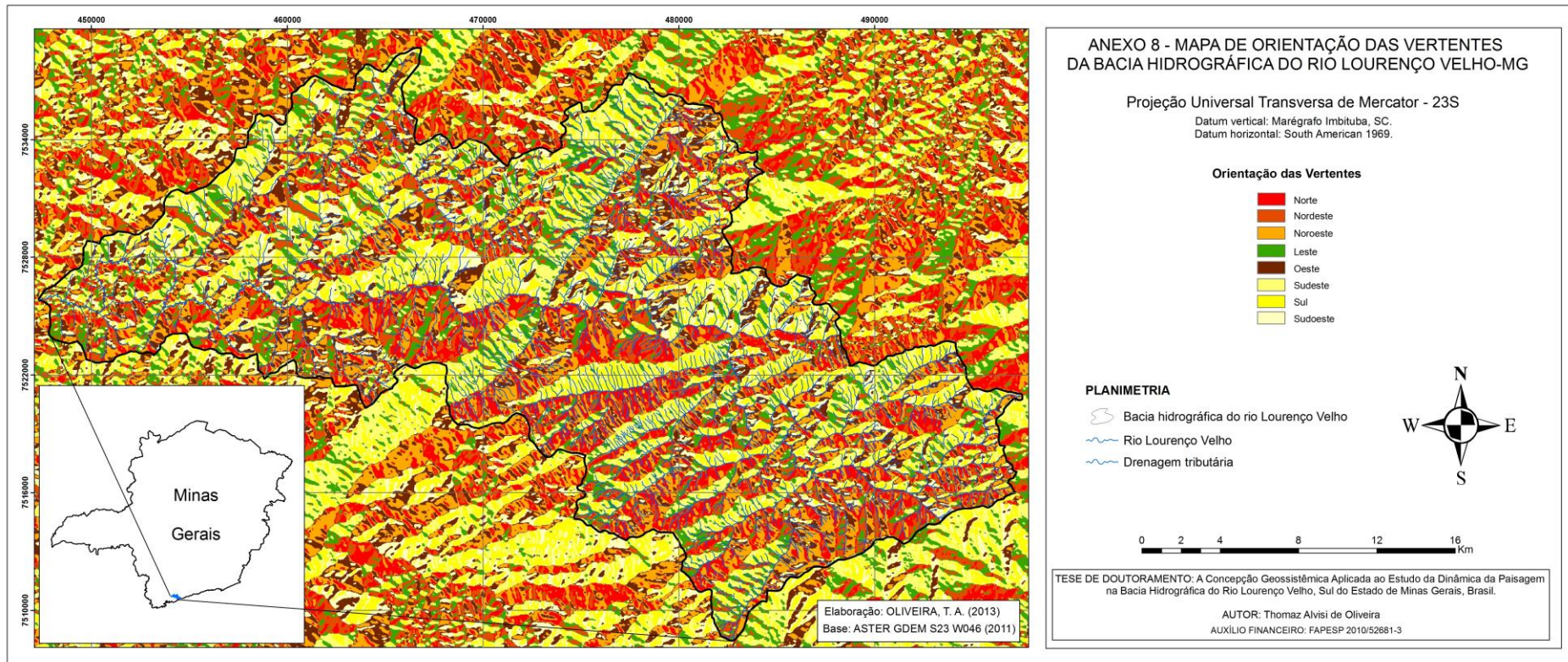
ANEXO 6 - MAPA HIPSOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



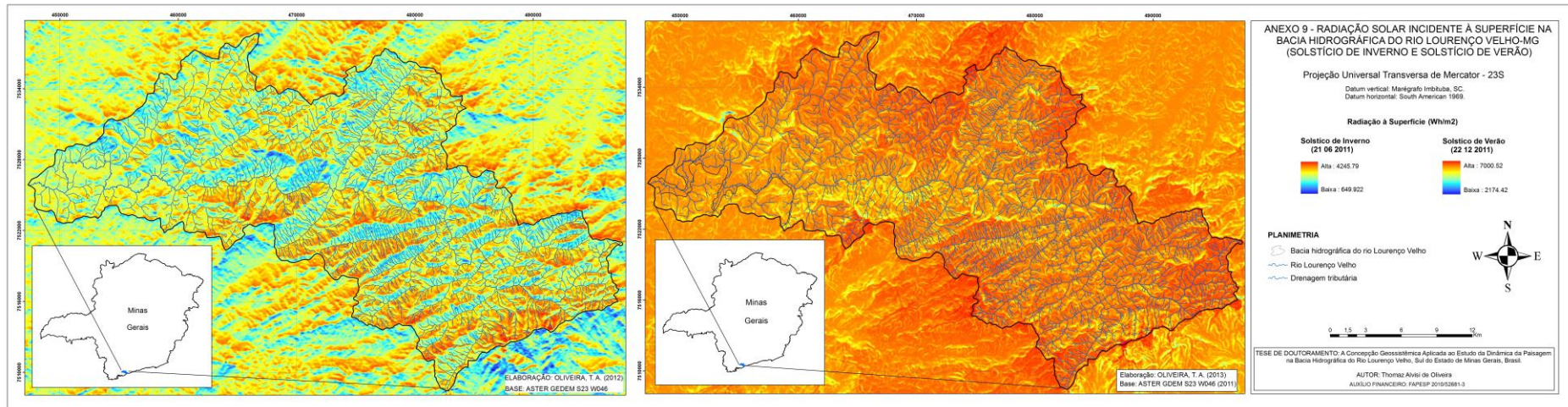
ANEXO 7 - MAPA DE DECLIVIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



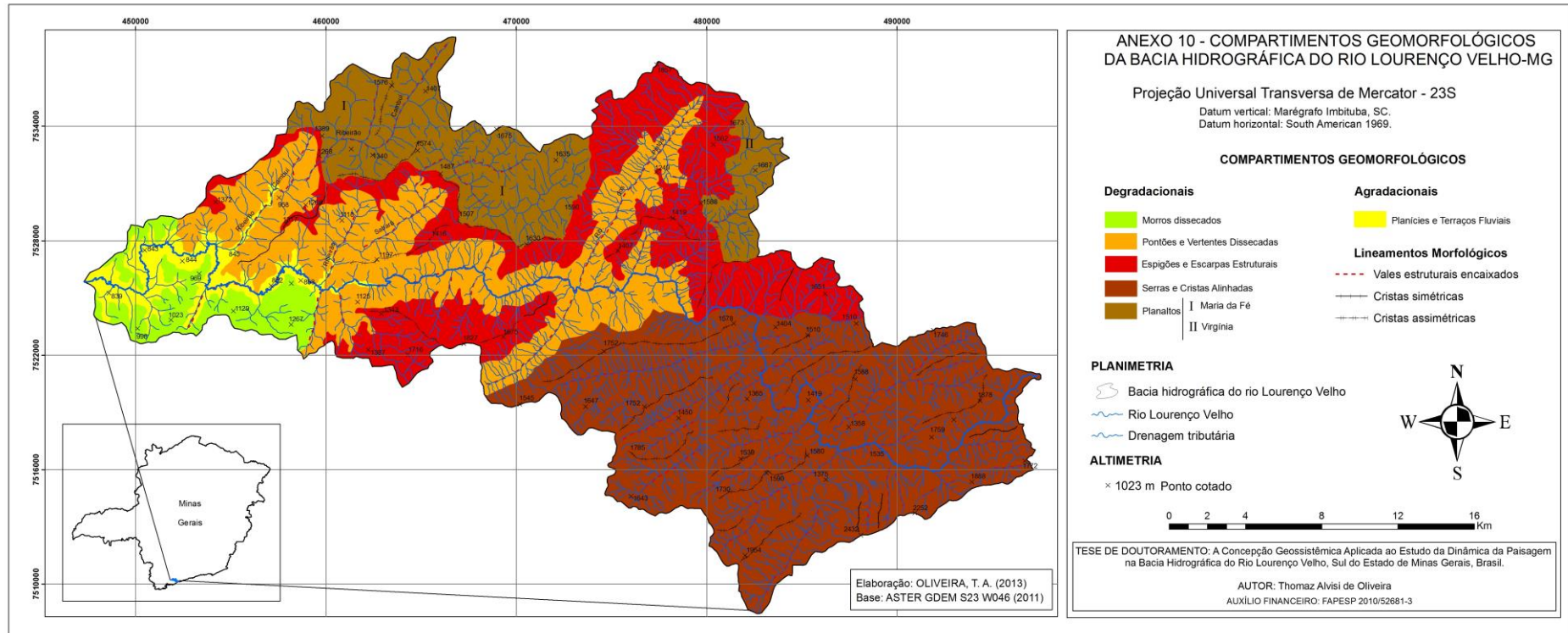
ANEXO 8 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



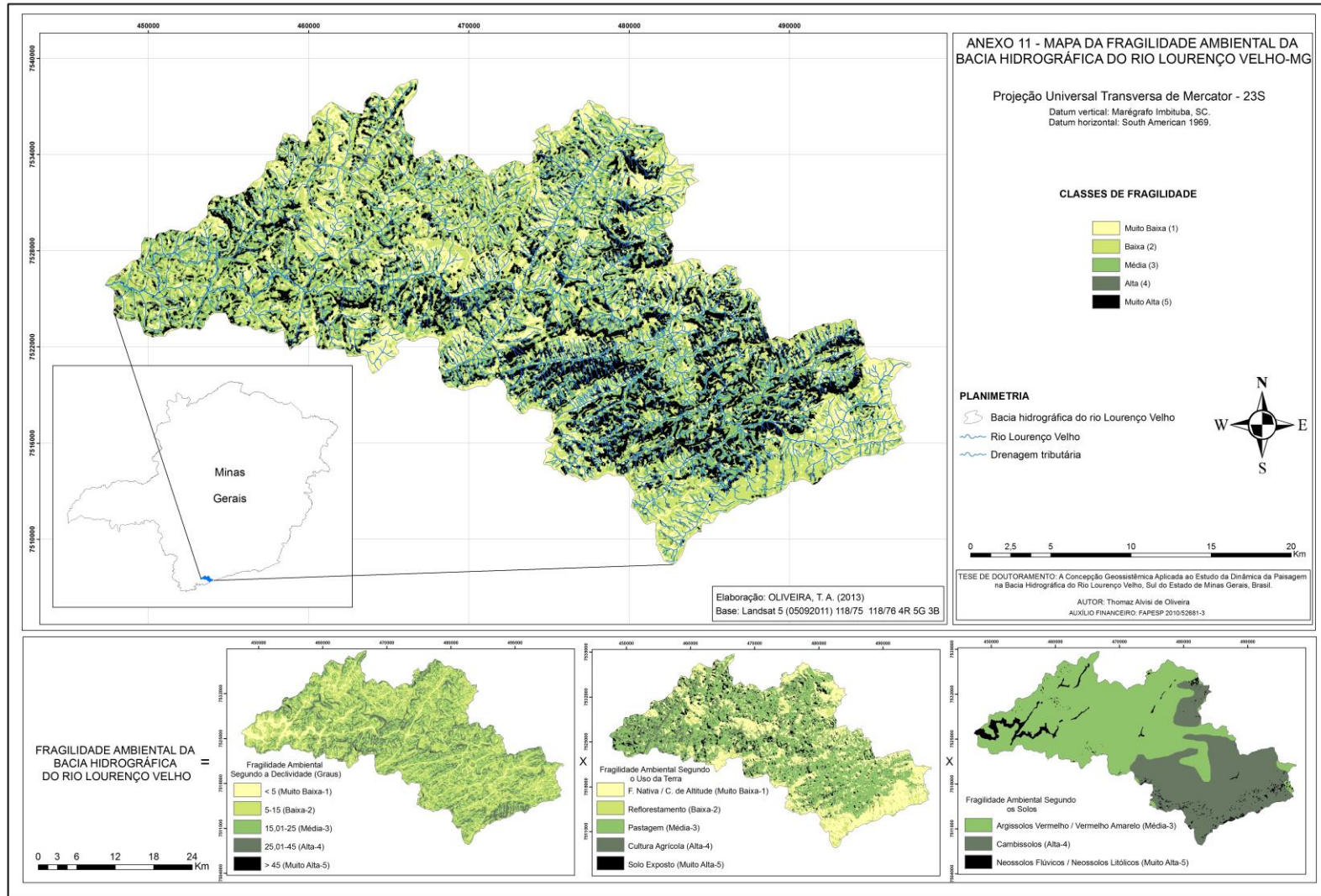
ANEXO 9 - RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE À SUPERFÍCIE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG (SOLSTÍCIO DE INVERNO E SOLSTÍCIO DE VERÃO)



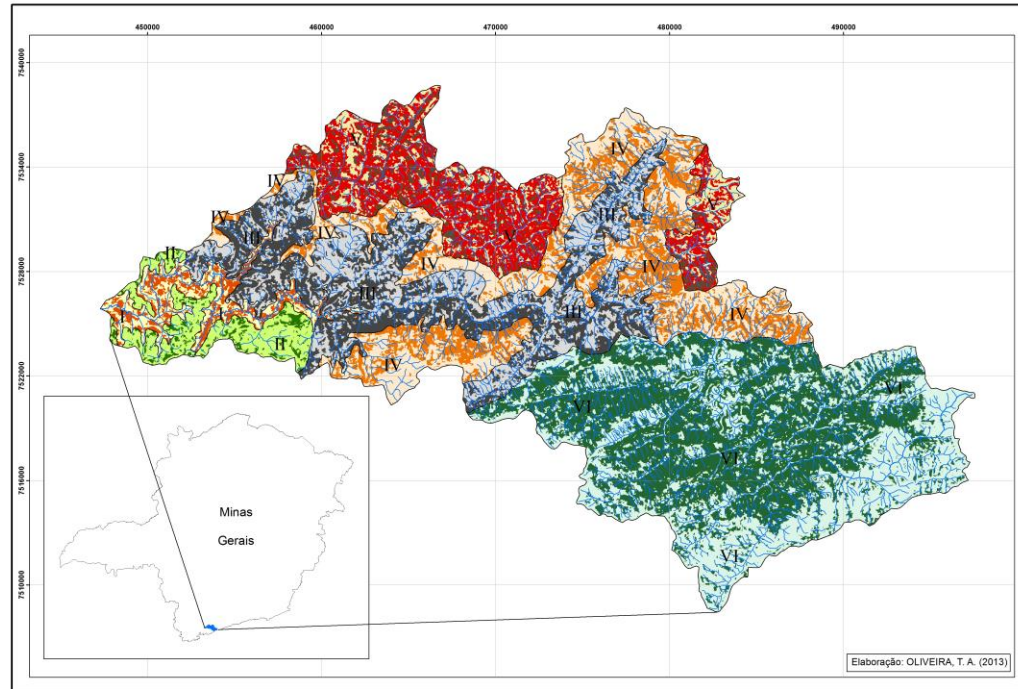
ANEXO 10 - COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



ANEXO 11 - MAPA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



ANEXO 12 - MAPA DE GEOSSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG



ANEXO 12 - MAPA DE GEOSSISTEMAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG

PAISAGEM

GEÔMEROS

Classes de Fácies	Grupo de Fácies
I - Planícies e Terraços	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de pastagens. Recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.
II - Morros Dissecados	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos Originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem. Recobertos Originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.
III - Pontões e Vertentes Dissecadas	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana / Mista Alto Montana). Recobertos originalmente por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/ Mista Alto Montana) sob o uso atual de pastagem/culturas agrícolas.
IV - Espigões e Escarpas Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/Alto Montana/ Mista Alto Montana/Campos de altitude). Recobertos originalmente por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/ Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem/culturas agrícolas.
V - Planaltos	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/Alto Montana/ Mista Alto Montana) Recobertos originalmente por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/ Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de Pastagem. Recobertos originalmente por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de culturas agrícolas / solo exposto.
VI - Serras e Cristas Alinhadas	<ul style="list-style-type: none"> Recobertos por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/Alto Montana/ Mista Alto Montana/Campos de Altitude). Recobertos originalmente por vegetação nativa (Ombrófila Densa Montana/Alto Montana/Mista Alto Montana/Campos de Altitude) sob uso atual de pastagem.

Topogeócoro **Mesogeócoro**

GEÓCOROS

Projeção Universal Transversa de Mercator - 23S

Datum vertical: Marégrafo Imbituba, SC
Datum horizontal: South American 1969.

PLANIMETRIA

- Bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho
- Rio Lourenço Velho
- Drenagem tributária

TESE DE DOUTORAMENTO: A Concepção Geossistêmica Aplicada ao Estudo da Dinâmica da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Lourenço Velho, Sul do Estado de Minas Gerais, Brasil.

AUTOR: Thomaz Alvisi de Oliveira
AUXÍLIO FINANCEIRO: FAPESP 2010/52681-3



ANEXO 13 - CARACTERÍSTICAS E PROGNÓSTICOS COM VISTAS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DOS MOSAICOS GEOSISTÊMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO-MG.

ANEXO 13 – Características e Prognósticos com Vistas ao Planejamento Ambiental dos Mosaicos Geossistêmicos da Bacia Hidrográfica do Rio Lourenço Velho-MG.			
UNIDADES GEOSISTÊMICAS		Características	Prognóstico Ambiental
Classe de Fácies	Grupo de Fácies		
I – Planícies e Terraços	Recobertos por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem.	Fragilidade Ambiental oscilando entre Baixa (1) a Média (3), onde são expressivas pastagens para fins de criação extensiva de subsistência e onde os processos de fragmentação, compactação e remoção do material disponível à superfície são minimizados, dada a inconstância ou mesmo o número reduzido de indivíduos criados na área e a inconstância ou inexistência das oscilações do nível freático.	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação, recuperação e preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) • Elaboração de programas educativos de orientação aos produtores rurais visando a adequação das propriedades às expectativas da Lei.
	Recobertos originalmente por Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.	Áreas que encontram-se à mercê das oscilações do nível freático e que sinalizam processos de remobilização e transporte dos materiais expostos à superfície. Estes são retrabalhados e redistribuídos nas porções de jusante. A Fragilidade Ambiental varia entre Média (3) a Muito Alta (5)	
II – Morros Dissecados	Recobertos originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de Pastagem.	Áreas utilizadas para criação extensiva do gado onde, a depender das declividades a Fragilidade Ambiental oscila entre Muito Baixa (1) a Média (3). São visíveis processos de erosão laminar e pontualmente lineares, desencadeados pelo pisoteio do gado.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimização dos processos erosivos advindos da utilização das áreas mais declivosas com a introdução de forrageiras que ofereçam maior proteção ao solo ou com a supressão das atividades aí instaladas. • Utilização das terras em circuito rotativo. • Proteção das áreas cujos terrenos mostram declividades impróprias aos cultivos temporários, dadas as condições de exposição do solo quando do seu preparo, com a reintrodução da vegetação nativa. • Nas áreas menos declivosas, introdução do manejo dos cultivos e/ou introdução de cultivos mistos/áreas de preservação, intercalados em faixas dispostas entre topos e fundos de vale. • Recuperação e preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP), principalmente aquelas que margeiam os canais de drenagem e porções de topo.
	Recobertos originalmente por Floresta Ombrófila Densa Montana sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.	Áreas utilizadas para o uso agrícola temporário com presença de solo exposto em função do preparo da terra para o plantio. A Fragilidade Ambiental mostra-se Alta (4) nas áreas de plantio em declividades superiores a 25°. Nas porções onde o solo encontra-se exposto a Fragilidade Ambiental passa a ser Muito Alta (5). A erosão laminar é característica dessas áreas e contribui com significativo aporte de sedimentos a serem introduzidos na classe denominada Planícies e Terraços.	
III – Pontões e Vertentes Dissecadas	Recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Mista Alto Montana).	Áreas que funcionam como potenciais recargas da circulação de subsuperfície e hoje encontram-se sob forte pressão da expansão da bananicultura e da cafeicultura. A fragilidade Ambiental está em função das declividades, e varia de Baixa (2) nas áreas onde os declives estão entre 25° e 45° a Muito Baixa (1), nas áreas onde os declives são inferiores a esse primeiro valor.	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de áreas de Proteção Ambiental/Permanente, assistidas por órgãos competentes. • Proteção da vegetação nativa nas áreas mais declivosas e que se encontram sob pressão das atividades agrosilvopastoris. • Proteção das áreas cujos terrenos mostram declividades impróprias aos cultivos temporários e às pastagens, dadas as condições de exposição do solo quando do seu preparo. • Nas áreas menos declivosas, introdução do manejo dos cultivos e/ou introdução de cultivos mistos/áreas de preservação, intercalados por faixas dispostas entre topos e fundos de vale. • Minimização dos processos erosivos advindos da utilização das áreas mais declivosas pelas pastagens com a introdução de forrageiras que ofereçam maior proteção ao solo ou com a supressão das atividades aí instaladas. • Utilização das terras em circuito rotativo.
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem/culturas agrícolas/solo exposto.	Áreas que ocupam terrenos com declividades inferiores a 5°, nas porções localizadas nos fundos de vale até 25° nas outras porções. A Fragilidade Ambiental é média (3) nas áreas de pastagens e Alta (4) nas áreas onde predominam as culturas. A fragilidade Ambiental é Muito Alta (5) nas áreas onde os declives se distanciam dos 25° e se aproximam dos 45°. Processos erosivos laminares e lineares são presentes.	
IV – Espigões e Escarpas Estruturais	Recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana).	Áreas onde as declividades são mais expressivas e impróprias ao aproveitamento agrícola. A Fragilidade Ambiental é Muito Baixa (1) nas rampas com declividades de 25° ou inferiores a esse valor. A Fragilidade Ambiental é Baixa (2) nas porções onde as declividades se aproximam dos 45°. Possuem importância relevante no que toca à alimentação da circulação de subsuperfície.	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de Áreas de Proteção Ambiental/Permanente, assistidas por órgãos competentes. • Proteção da vegetação nativa nas áreas mais declivosas e que se encontram sob pressão das atividades agrosilvopastoris. • Proteção das áreas cujos terrenos mostram declividades impróprias aos cultivos temporários, dadas as condições de exposição do solo quando do seu preparo, com a reintrodução da vegetação nativa. • Nas áreas menos declivosas, introdução do manejo dos cultivos e/ou introdução de cultivos mistos/áreas de preservação, intercalados por faixas dispostas entre topos e fundos de vale. • Minimização dos processos erosivos advindos da utilização das áreas mais declivosas com a introdução de forrageiras que ofereçam maior proteção ao solo ou com a supressão das atividades aí instaladas. • Utilização das terras em circuito rotativo.
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem/culturas agrícolas.	Áreas onde predominam as pastagens que, atualmente, vêm sendo substituídas pela bataticultura. A Fragilidade ambiental varia de Média (3) a Muito Alta (5), sendo que, nas porções utilizadas pelas culturas agrícolas e onde há presença de solo exposto a Fragilidade tende a ser Alta (4) e Muito Alta (5), respectivamente. Pastagens em terrenos com declividades entre 15° e 25° tendem a apresentar Fragilidade Média (3) e acima de 25° a Fragilidade tende a ser Alta (4).	
V – Planaltos	Recobertos por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana).	Áreas compostas por vegetação nativa, principalmente nas porções de cumeira e sob terrenos com declividades entre 25° e 45°, onde a Fragilidade Ambiental apresenta-se Muito Baixa (1).	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de Áreas de Proteção Ambiental/Permanente, assistidas por órgãos competentes. • Proteção da vegetação nativa nas áreas mais declivosas e que se encontram sob pressão das atividades agrosilvopastoris. • Minimização dos processos erosivos advindos da utilização das áreas mais declivosas com a introdução de forrageiras que ofereçam maior proteção ao solo ou com a supressão das atividades aí instaladas. • Utilização das terras em circuito rotativo. • Proteção das áreas cujos terrenos mostram declividades impróprias aos cultivos temporários, dadas as condições de exposição do solo quando do seu preparo, com a reintrodução da vegetação nativa. • Nas áreas menos declivosas, introdução do manejo dos cultivos e/ou introdução de cultivos mistos/áreas de preservação, intercalados por faixas dispostas entre topos e fundos de vale. • Recuperação e preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP), principalmente aquelas que margeiam os canais de drenagem e porções de topo.
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de pastagem.	Áreas que ocupam terrenos onde as declividades em geral são de 5° a 15° e de 15° a 25°, onde a fragilidade Ambiental tende a ser Baixa (2) a Média (3), respectivamente. Ocorrência de manchas de Silvicultura que vem ganhando espaço junto às áreas de pastagens.	
	Recobertos originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana) sob uso atual de culturas agrícolas/solo exposto.	Áreas com predominância de cultivos agrícolas temporários. A erosão laminar é extrema, sendo potencial contribuidora aos processos de entulhamento das planícies fluviais e canais de drenagem. A Fragilidade Ambiental é Alta (4) nas porções onde os cultivos já se encontram instalados e Muito Alta (5) nas porções onde o solo encontra-se em preparo. Geralmente ocupam áreas com declividades superiores a 15°.	
VI – Serras e Cristas Alinhadas	Recobertas por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana /Alto Montana/Mista Alto Montana/Campos de Altitude).	Áreas que funcionam como refúgios vegetacionais ao gênero Araucária angustifolia e de famílias de Bromeliaceae. A Fragilidade Ambiental dessas áreas é Baixa (1) a Muito Baixa (2) a depender das declividades que geralmente são superiores a 25°.	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de áreas protegidas destinadas à pesquisa científica ou à visitação. • Criação de reservas e delimitação das Áreas de Preservação Permanente, onde esteja garantida a proteção dos refúgios vegetacionais. • Minimização dos processos erosivos advindos da utilização das áreas mais declivosas com a introdução de forrageiras que ofereçam maior proteção ao solo ou com a supressão das atividades aí instaladas. • Utilização das terras em circuito rotativo.
	Recobertas originalmente por Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Montana / Alto Montana / Mista Alto Montana/ Campos de Altitude) sob uso atual de pastagem.	Áreas destinadas à criação extensiva do gado, geralmente em terrenos com declividades entre 5° e 25° e onde a Fragilidade tende a ser Alta (4). Terrenos com declividades entre 25° a 45° exibem Fragilidade Muito Alta (5). São recorrentes processos erosivos laminares.	