

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas
Ambientais

AMANDA ALVES DOS SANTOS

**PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA
CANASTRA E DE SUA ZONA DE AMORTECIMENTO - MG:
ANÁLISE DE PADRÕES ESPACIAIS A PARTIR DE ÁRVORE
DE DECISÃO E MÉTRICAS DE PAISAGEM**

Belo Horizonte
2014

AMANDA ALVES DOS SANTOS

**PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA
CANASTRA E DE SUA ZONA DE AMORTECIMENTO - MG:
ANÁLISE DE PADRÕES ESPACIAIS A PARTIR DE ÁRVORE
DE DECISÃO E MÉTRICAS DE PAISAGEM**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Márcia Magela
Machado

Belo Horizonte
Instituto de Geociências da UFMG
2014

S237p Santos, Amanda Alves dos.
2014 Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua zona de amortecimento – MG [manuscrito] : análise de padrões espaciais a partir de árvore de decisão e métricas de paisagem / Amanda Alves dos Santos. – 2014.

145 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientadora: Maria Márcia Magela Machado.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2014.

Bibliografia: f. 106-

111. Inclui anexo.

1. Ecologia – Parque Nacional da Serra da Canastra (MG) – Teses. 2. Paisagem – Proteção – Parque Nacional da Serra da Canastra (MG) – Teses. 3. Unidades ambientais – Teses. 4. Mineração de dados (Computação) – Teses. I. Machado, Maria Márcia Magela. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 574(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS
AMBIENTAIS



FOLHA DE APROVAÇÃO

**PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA E
DE SUA ZONA DE AMORTECIMENTO - MG: ANÁLISE DE PADRÕES
ESPACIAIS A PARTIR DE ÁRVORE DE DECISÃO E MÉTRICAS DE
PAISAGEM**

AMANDA ALVES DOS SANTOS

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS

Aprovada em 30 de maio de 2014, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Maria Marcia Magela Machado - Orientador
UFMG


Prof(a). Janise Bruno Dias
UFMG


Prof(a). Ursula Ruchkys de Azevedo
UFMG

Belo Horizonte, 30 de maio de 2014.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, por se fazer presente em cada momento da minha vida e me dar forças para a elaboração desse trabalho.

À minha orientadora Dra. Maria Márcia Magela Machado pelas orientações essenciais para a realização dessa pesquisa, pela confiança depositada em mim e pelo carinho e cuidado dedicado.

Aos membros da banca examinadora: professoras Dra. Úrsula Ruchkys de Azevedo e Dra. Janise Bruno Dias, pelas importantes contribuições a este trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e a todos os professores envolvidos, pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal e acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão bolsa de estudos durante todo o mestrado.

Aos colegas do curso pela troca de conhecimentos, em especial, a Liliane e a Maytê, por se fazerem presentes e compartilharem todos os momentos durante essa etapa.

À minha família, em especial a minha mãe Maria do Carmo, a minha avó Ana Maria, as minhas irmãs Ana Cristina e Adriana e aos meus sobrinhos Matheus e Giovana pelo apoio, orações e compreensão em todos os momentos.

Aos profissionais do Instituto Terra Brasilis agradeço pelas conversas enriquecedoras, disponibilidade de dados, apoio ao trabalho de campo e incentivo para a elaboração desta dissertação no Parque Nacional da Serra da Canastra.

Agradeço de forma muito especial ao geógrafo, amigo e noivo Flávio Henrique Nery, pelo companheirismo, paciência, atenção e ajuda em todos os momentos dessa trajetória. Essa conquista só foi possível por você está ao meu lado.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que participaram, incentivaram, apoiaram e, acima de tudo, acreditaram nesta conquista. A todos o meu muito obrigado.

“Serra da Canastra é o nome. As rochas moldaram o destino desse lugar. Antigamente, baú era canastra, caixa grande que protegia tudo o que era importante: a muda de roupa, a comida para viagem, as cartas de amor. Mas, desde muito antes do homem chegar ali, batizando as coisas como bem quis, a Canastra já guardava suas preciosidades, já era uma caixa segura, parte de um conjunto muito antigo de montanhas que pareciam levar a sério a missão de preservar. Um reduto que guarda, por exemplo, uma maternidade de bichos sem distinção de espécie ou tamanho. Desde os minúsculos pássaros aos gaviões, das emas aos gulosos tamanduás, dos tatus que desfilam apressados à paciência do lobo-guará. A Canastra é a serra dos contrastes. É de todos e é para todos, pessoal. É uma só, mas concentra, quase com egoísmo, ambientes diversos. Consegue ser, ao mesmo tempo, grande e íntima, demasiada e aconchegante.”

Trecho do livro

Serra da Canastra: diversidade infinita

Autores: Gambarini, A.; Paula, R, C.; Mota, L.D

RESUMO

O Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), localizado na porção sudoeste do estado de Minas Gerais é uma área de grande relevância ambiental considerada como “Área prioritária para conservação da flora e da fauna”. É a segunda maior unidade de conservação desse estado e de acordo com o Plano de manejo, sua paisagem é composta de ambientes preservados e antropizados e seu entorno vem sendo cada vez mais degradado pelos diferentes tipos de uso da terra, fragmentando a paisagem, aumentando a pressão antrópica sobre o PNSC e causando problemas ambientais como processos erosivos, compactação do solo e contaminação da água. É nesse contexto que este estudo se coloca: a proposta é a construção de uma metodologia de análise da paisagem baseada nas abordagens conceituais da análise sistêmica em geografia e da ecologia de paisagens, associados a métodos computacionais de análise espacial para identificação de padrões, cujo resultado possa subsidiar o planejamento dessa paisagem visando garantir a manutenção de sua viabilidade ecológica. Baseado na teoria da ecologia de paisagem foram obtidas métricas que descrevem a composição e configuração da paisagem por meio do seu padrão espacial possibilitando a identificação das principais formas de pressão antrópica e o mapeamento dos seus graus fragmentação, e fundamentado na análise sistêmica da paisagem, a adoção da proposta de subdivisão da área em Unidades de Paisagem. Para a identificação dessas Unidades considerou-se os seguintes elementos: geologia (CPRM), hipsometria (SRTM), declividade (SRTM), densidade hidrográfica (SRTM), solos (UFV) e cobertura vegetal e uso do solo (Mapeamento a partir de classificação de imagens Landsat 8). A integração desses elementos foi processada por meio da interseção dos seus respectivos layers, no software ArcGIS 10.1, gerando 151.646 combinações de informação. Essas foram submetidas a um processo de mineração de dados com classificação baseada em árvore de decisão, no software Weka Explorer, utilizando algoritmo J48. A classificação apresentou taxa de acerto total de 81,92% e desempenho muito bom, de acordo com o valor do índice Kappa. As associações criadas indicaram subdivisões na área cujos limites foram refinados considerando homogeneidade e contiguidade gerando as Unidades da Paisagem (UPs) do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento. A metodologia desenvolvida mostrou-se eficaz, pois as unidades foram identificadas, delimitadas e caracterizadas de acordo com seus atributos de suporte físico, biótico, de usos do solo e a sua estrutura foi quantificada a partir das métricas de paisagem calculadas. Com isso foi possível levantar as principais fragilidades dessa paisagem apontando os aspectos que demandam atenção aos órgãos públicos e à população visando à gestão sustentável dessa unidade de conservação e de sua zona de amortecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Sistêmica, Unidades de Paisagem, Ecologia da Paisagem, Parque Nacional da Serra da Canastra, Mineração de Dados

ABSTRACT

The National Park of Serra da Canastra (PNSC), located in the southwestern portion of the state of Minas Gerais, is an area of great environmental relevance, considered as a "priority area of flora and fauna preservation". It is the second largest protected area of Minas Gerais, and in accordance with the management plan, the landscape is composed of preserved and anthropogenic environments and its surroundings are being increasingly degraded by different types of its soil uses, fragmenting the landscape, increasing the anthropogenic pressure on the PNSC and causing environmental problems such as erosion, soil compaction and water contamination. It is in this subject, that this study takes place: the proposal is to construct a methodology for landscape analysis based on conceptual approaches of systems analysis in geography and landscape ecology, associated to computational methods of spatial analysis to identify patterns, which result, may support the planning of this landscape, to ensure the maintenance of their ecological viability. Based on the landscape ecology theory, metrics that describe the composition and configuration of the landscape, were obtained through its spatial pattern, allowing the identification of the main forms of anthropic pressure and the fragmentation mapping of their degrees, and based on the systemic analysis of the landscape, the adoption of the proposed area subdivision in Landscape Units. To identify those units, were considered the following: geology (CPRM), hypsometry (SRTM), slope (SRTM), hydrographic density (SRTM), soils (UFLA) and vegetation cover and soil use (mapping through Landsat 8 images rating). The integration of these elements, were processed through the intersection of their respective layers in ArcGIS 10.1 software, generating 151.646 combinations of information. These were subjected to a process of data mining, with classification based on decision tree, at Weka Explorer software, using J48 algorithm. The classification showed an overall accuracy of 81.92% and a very good performance, according to the Kappa Index value. The Associations created, indicated subdivisions in the area, whose boundaries were refined considering homogeneity and contiguity, generating the Landscape Unit (UPs) of the Canastra's Sierra National Park and its Buffer Zone. The methodology proved to be effective, because the units were identified, demarcated, and characterized according to their physical attributes support, biotic, soil use and its structure was quantified from landscape metrics that were calculated. It was then possible, to identify the main weaknesses of this landscape, pointing out aspects that require attention to public agencies and the public, focusing on sustainable management of the protected area and its buffer zone.

KEY WORDS : Systemic Analysis, Landscape Units, Landscape Ecology, National Park of Serra da Canastra, Data Mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de classificação de paisagens (BERTRAND, 1972, p.145)	21
Figura 2 - Esboço de uma definição teórica de geossistema (Bertrand, 1972, p.146)	22
Figura 3 - Elementos da estrutura da paisagem (Burel e Baudry, 2006).....	28
Figura 4 - Características determinantes na matriz de uma paisagem. O uso do solo branco é a matriz e cobre 60% a), 45% b) e 50% nos restantes. As setas indicam a direção dos fluxos. O fator chave de definição de matriz é indicado abaixo do mosaico (area, conectividade e condições de controle sobre a dinâmica da paisagem) (FORMAN, 1995).	29
Figura 5 - Localização da Área de Estudo.....	38
Figura 6 - Processos minerários autorizados a partir de 1980 para a substância diamante	42
Figura 7 - Limites propostos pelo projeto de lei da câmara nº148 de 2010	44
Figura 8 - Modelo Digital de Elevação	49
Figura 9 - Perfil Topográfico.....	50
Figura 10 - Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo	59
Figura 11 - Mapa de Tamanho dos Fragmentos	61
Figura 12 - Mapa de Tamanho de Área Núcleo.....	61
Figura 13 - Mapa de Distância dos Fragmentos	62
Figura 14 - Mapa de Densidade Hidrográfica	65
Figura 15 - Mapa Hipsométrico.....	66
Figura 16 - Mapa de Declividade	66
Figura 17 - Arquivo de entrada do <i>Software</i> Weka Explorer	67
Figura 18 - Relatório de desempenho da classificação	68
Figura 19 - Mapa Resultante da Classificação por Árvore de Decisão	70
Figura 20 - Mapa Resultante da Classificação por Árvore de Decisão (sema variável geologia)	71
Figura 21 - Mapa do Grau de Fragmentação da Cobertura Vegetal	75
Figura 22 - Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento	78
Figura 23 – UP1 - Superfícies Aplainadas das Chapadas	84
Figura 24 – UP1- Campos Quartzíticos	84
Figura 25 – UP1- Nascente do rio São Francisco	84
Figura 26 – UP1 – Chapada.....	84
Figura 27 – UP2 – Colinas Amplas	87
Figura 28 – UP2 – Represa Mascarenhas de Moraes	87

Figura 29 - UP2 - Área de Cultivo (Cana de Açúcar).....	88
Figura 30 – UP2 – Área de Cultivo (Milho).....	88
Figura 31 – UP3 - Vale dos Cândidos.....	91
Figura 32 – UP3 - Formações Campestres do Vale dos Cândidos	91
Figura 33 - UP4 - Processos Erosivos do Ribeirão das Bateias.....	94
Figura 34 - UP4 - Vale do Ribeirão Babilônia	94
Figura 35 – UP5 - Pastagem.....	98
Figura 36 – UP5 - Morros Alongados.....	98
Figura 37 – UP5 - Processos Erosivos	98
Figura 38 – UP5 - Rio São Francisco.....	98
Figura 39 – UP6 – Formações Campestres com Formações Florestais no Vale	101
Figura 40 – UP6 - Morros Alongados Elevados	101
Figura 41 - UP7 - Represa de Furnas	104
Figura 42 – UP7 - Serra da Grota Feia.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métricas de Paisagem	33
Quadro 2 - Cronologia do Parque Nacional da Serra da Canastra 1972 a 2013	45
Quadro 3 - Descrição das Classes de Cobertura Vegetal e Uso do Solo	57
Quadro 4 - Características Predominantes das Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contribuição percentual da área de cada município no total da área do PNSC e sua ZA.....	37
Tabela 2 - Reclassificação das métricas de paisagem	63
Tabela 3 - Métricas de Paisagem UP1 – Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra	83
Tabela 4 - Métricas de Paisagem UP2 – Colinas Amplas da Bacia do rio Grande.....	87
Tabela 5 - Métricas de Paisagem UP3 – Vale dos Cândidos.....	90
Tabela 6 - Métricas de Paisagem UP4 - Vale da Babilônia.....	93
Tabela 7 - Métricas de Paisagem UP5- Alto São Francisco	97
Tabela 8 - Métricas de Paisagem UP6 - Morros Alongados da Bacia do rio Araguari.....	100
Tabela 9 - Métricas de Paisagem UP7 – Serra da Grota Feia.....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - UP1 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	82
Gráfico 2 - UP2 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	86
Gráfico 3 - UP3 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	89
Gráfico 4 - UP4 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	92
Gráfico 5 - UP5 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	96
Gráfico 6 - UP6 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	100
Gráfico 7 - UP7 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDBF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PLC	Projeto de Lei da Câmara
PNSC	Parque Nacional da Serra da Canastra
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRTM	<i>Shuttler Radar Topography Mission</i>
UC	Unidade de Conservação
UHE	Usina Hidrelétrica
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
ZA	Zona de Amortecimento
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

2. ANÁLISE DA PAISAGEM: ABORDAGENS CONCEITUAIS	19
2.1. Análise Sistêmica da Paisagem.....	19
2.2. Ecologia de Paisagem.....	25
2.2.1. Características Estruturais da Paisagem	27
2.2.2. Métricas de paisagem.....	32
2.3. Mineração de dados	35
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	37
3.1. Aspectos Históricos do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	39
3.2. Características Físico-naturais da Área de Estudo.....	46
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	54
4.1. Materiais	54
4.2. Métodos.....	55
4.2.1. Trabalho de campo	55
4.2.2. Tratamento e Processamento dos Dados.....	55
4.2.3. Mapeamento da Cobertura Vegetal e Uso do Solo	57
4.2.4. Mapeamento da Composição e Configuração da Paisagem	60
4.2.5. Identificação e Delimitação das Unidades de Paisagem.....	63
4.2.6. Caracterização das Unidades de Paisagem	71
5. RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	73
5.1. Composição e Configuração da Paisagem.....	73
5.1.1. Composição da Paisagem.....	73
5.1.2. Configuração da Paisagem	74
5.2. Unidades de Paisagem Propostas	77
5.3. Caracterização das Unidades de Paisagem	80
5.3.1. UP1 – Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	80
5.3.2. UP2 - Colinas Amplas da Bacia do rio Grande	84
5.3.3. UP 3 – Vale dos Cândiaos	88
5.3.4. UP4 – Vale da Babilônia	91
5.3.5. UP5 – Alto São Francisco.....	94
5.3.6. UP6 – Morros Alongados da Bacia do rio Araguari	98
5.3.7. UP7 – Serra da Grota Feia.....	101
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	105

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
8. ANEXOS	113
ANEXO A - Regras de classificação definidas pela árvore de decisão.	113
ANEXO B – Croqui das Unidades de Paisagem	143

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países do mundo mais ricos em megadiversidade¹ (MITTERMEIER, 2005). Entretanto, as crescentes ameaças aos recursos naturais existentes apontam para a redução, cada vez maior, desse patrimônio. Essas ameaças podem ser encontradas em todos os biomas brasileiros em função, principalmente, das atividades agropecuárias, mineração, industrialização e urbanização. Elas se expressam na paisagem por meio, por exemplo, do desmatamento, que é a origem da fragmentação de habitats, da extinção de espécies, da contaminação da água e do ar e da intensificação de processos erosivos.

Neste contexto, a criação das unidades de conservação (UC's) no Brasil vem sendo utilizada como estratégia para a preservação e ou conservação dos recursos naturais de áreas remanescentes, isto é, áreas cujo entorno sofreu algum processo de descaracterização. Assim a maioria das UC's brasileiras já apresentam, desde a sua origem, conflitos territoriais, de acesso aos recursos e de pressão antrópica interna e externa (CASTRO JUNIOR, 2009).

Esta realidade reforça a necessidade de ações voltadas para a conservação da biodiversidade que considerem o planejamento da paisagem da área protegida e do seu contexto regional. A ausência de práticas nessa direção pode levar ao fracasso parcial ou total do objetivo de conservação proposto, uma vez que as UC's "precisam estar integradas a suas áreas periféricas para evitar seu isolamento genérico e fragmentação" (DIOS; MARÇAL, 2009).

No sentido de garantir uma maior eficácia na proteção dos recursos naturais das UC's brasileiras o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) prevê a delimitação das Zonas de Amortecimento (ZA). Essas são áreas localizadas no "entorno de uma UC, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade" (BRASIL, 2000). Elas são criadas no entorno de UC's de proteção integral e uso sustentável exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Em meio às unidades de proteção integral existentes no Brasil, o Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), localizado na porção sudoeste de Minas Gerais é caracterizado como uma significativa área de preservação do bioma Cerrado possuindo grande importância relacionada a fatores históricos, ecológicos, hidrológicos e de geodiversidade, além de ser a segunda maior UC desse estado. Essa reconhecida importância fez com que em 2005 o parque e seu

¹ Termo utilizado por Mittermeier (2005) para designar alta biodiversidade.

entorno fossem indicados como Área Prioritária para Conservação da Flora e Fauna pelo estudo realizado no estado de Minas Gerais intitulado “Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação”.

O Plano de Manejo, elaborado em 2005, indica que essa UC é composta por ambientes preservados e antropizados, sendo os principais ambientes naturais as formações campestres, savânicas e florestais e os ambientes antropizados, os acessos, as lavras a céu aberto, as culturas e as pastagens (IBAMA, 2005). A presença de ambientes antropizados é devida aos usos anteriores a sua criação e a falta de regularização fundiária de parte dessa unidade de conservação.

Sua Zona de Amortecimento ocupa, aproximadamente, 270.000 ha interceptando onze municípios. Também apresenta alta diversidade biológica e é composta, predominantemente, por ambientes com usos diversificados, destacando-se as atividades agropecuárias, as áreas com urbanização e os lagos artificiais do reservatório da UHE de Furnas e da UHE Mascarenhas de Morais.

Os estudos existentes apontam que a associação entre as formas de usos atuais e pretéritas e os elementos do meio físico (geologia, relevo e rede de drenagem) constituem os principais responsáveis pelos processos de degradação ambiental existentes na área de estudo. Em especial, a substituição da cobertura vegetal por formas de uso antrópico que vem descaracterizando a paisagem do parque, na área onde ainda não foi realizada a regularização fundiária, e de sua ZA caracterizando um cenário de fragmentação de habitats.

A complexidade dos fatores que se interagem formando a paisagem da área de estudo e dos processos geradores de degradação ambiental requer para sua análise estudos que integrem informações dos elementos do meio físico, biótico e antrópico. A correlação e integração dessas informações devem apresentar resultados que possam subsidiar a elaboração de um planejamento da paisagem com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos naturais. O uso das abordagens conceituais da análise sistêmica em geografia e da ecologia de paisagens, associados a métodos computacionais de análise espacial para identificação de padrões, pode ser utilizado para o estudo e planejamento ambiental de paisagens.

Apoiada nessa base conceitual metodológica e visando contribuir para o aprimoramento das discussões sobre a conservação ambiental do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento e conseqüentemente auxiliar em tomadas de decisão é que esse

estudo se coloca: a proposta é a construção de uma metodologia de análise da paisagem baseada nas abordagens conceituais da análise sistêmica em geografia e da ecologia de paisagens, associados a métodos computacionais de análise espacial para identificação de padrões, cujo resultado possa subsidiar o planejamento ambiental dessa paisagem visando garantir a manutenção de sua viabilidade ecológica. Os objetivos específicos consistem em:

- Analisar a Cobertura Vegetal e o Uso do Solo quanto à sua composição e configuração e gerar um mapa de sua fragmentação.
- Identificar e delimitar Unidades de Paisagem através de uma análise integrada dos elementos geográficos;
- Nomear e caracterizar as Unidades de Paisagem propostas considerando a quantificação da estrutura das classes de cobertura vegetal que as compõe.

Para a concepção desses objetivos o trabalho foi estruturado da seguinte forma. Após essa introdução é apresentado o referencial teórico onde foram abordadas as três bases teóricas que embasam a metodologia desenvolvida. Em seguida, a caracterização da área de estudo com os aspectos históricos e as características dos elementos físico-naturais seguido da apresentação dos materiais utilizados e das etapas necessárias aos procedimentos metodológicos realizados na concepção dos resultados. Esses são expostos com as conclusões e foram divididos de acordo com os objetivos específicos definidos. Para finalizar algumas considerações finais foram tecidas vislumbrando possibilidades de aplicação desse trabalho e direcionando a continuidade do mesmo.

2. ANÁLISE DA PAISAGEM: ABORDAGENS CONCEITUAIS

Neste capítulo é apresentado a revisão bibliográfica das abordagens conceituais que fundamentaram análise proposta. Ele encontra-se dividido em três partes: Análise Sistêmica da Paisagem, Ecologia da Paisagem e Mineração de Dados.

2.1. Análise Sistêmica da Paisagem

O conceito de paisagem vem sendo estudado e discutido desde a metade do século XVIII pelas várias escolas do pensamento geográfico propiciando várias interpretações e significados para paisagem como: “espaço vivenciado”, “espaço limitado com determinadas características”, espaço “criado pela própria natureza”, espaço “criado pela ação do homem”, entre outros (SCHMITHUESEN, 1963 apud TROPMAIR e GALINA, 2006). As discussões sobre esse conceito conduziram à noção de paisagem que considera as interações entre as dimensões sociais e naturais existentes em um determinado espaço. Para Bertrand (1972):

“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, 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.”

Admitindo essa noção de paisagem tem-se a possibilidade do uso da abordagem sistêmica para a leitura das inter-relações entre os elementos naturais e sociais. Essa abordagem “desempenha um papel epistemológico, prático e de grande importância na análise da construção da paisagem” (DIAS, 2007).

De acordo com Vicente e Perez Filho (2003) as discussões a cerca da análise sistêmica na ciência remontam ao início do século XIX quando há os primeiros enunciados físico-matemáticos buscando a compreensão sistêmica do comportamento de seus elementos. Esse método de análise foi aprimorado e discutido por outros pesquisadores nessa época, mas encontrou resistência, em um primeiro momento, devido ao contexto histórico vivido no qual a especialização da ciência estava em foco.

A partir do início dos anos 50 do século XX, com o sucesso da Teoria Geral dos Sistemas do biólogo Ludwig Von Bertalanffy, a análise sistêmica passa ter influência em vários campos do conhecimento contemplando a definição, análise de componentes e da estrutura funcional do sistema (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003) e a interrelação e organização entre esses componentes. Conforme essa teoria o sistema é composto por subsistemas relacionados

hierarquicamente entre si e quanto mais complexos, maior a quantidade de subsistemas relacionados, sendo necessário o estudo de suas características totais e não de seus elementos individualizados.

Christofolletti (1979) indica que existem várias definições para o conceito de sistemas entre elas a que considera um sistema como um conjunto com relações entre si. O uso da palavra conjunto indica que as unidades apresentam propriedades comuns e que “o estado das unidades depende do estado de outras unidades” (CHRISTOFOLLETTI, 1979). Nessa definição percebe-se que o conjunto apresenta certa organização e interrelações possibilitando que a análise do conjunto seja maior do que a análise da soma das partes isoladas.

Com o fortalecimento da Teoria Geral dos Sistemas e da Ecologia o conceito de sistema é incorporado ao estudo da paisagem. Segundo Troppmair e Galina (2006), foi Sothava que, em 1960, introduziu na geografia o conceito de geossistemas enquanto “(...) um modelo teórico conceitual destinado a identificar, interpretar e classificar a paisagem terrestre, vista enquanto uma classe peculiar dos sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados” (FERREIRA, 2007).

Sothava elaborou esse conceito a partir das pesquisas realizadas nas estações experimentais da antiga União Soviética e que tinham o objetivo de identificar a dinâmica dos componentes naturais da paisagem por meio de uma série extensiva de dados coletados diariamente. Na classificação de geossistemas adotada por Sothava as subdivisões eram baseadas em formações biogeográficas, sendo as unidades superiores denominadas de “Geômeros” e “Geócoros” (MONTEIRO, 2001). Além disso, a escala de trabalho de Sothava estava relacionada com o espaço geográfico das planícies siberianas considerando como geossistema extensas áreas que abrangem centenas a milhares de quilômetros quadrados.

Essa abordagem trouxe uma nova concepção para a geografia naturalista buscando agregar seus elementos físicos e/ou antrópicos, condicionando-os um para o outro e entendo que o sistema ambiental possui uma forma de organização espacial visualizada através de seus elementos naturais (água, vegetação, solo, entre outros), que sofrem influência direta das implicações do sistema sócio econômico e se materializam de forma singular em uma área. Essa passará por mudanças espaciais e temporais representativas da dinâmica interna e externa própria dos sistemas ambientais. Neste contexto, o conceito de geossistemas passou a

ser discutido e utilizado por outros geógrafos que imprimiram conteúdo, metodologia, escala e enfoque diferenciado (TROPPEMAIR; GALINA, 2006).

Monteiro (2001) aponta que por volta de 1970 um artigo de Georges Bertrand trouxe para o Brasil uma proposta de Análise da Paisagem e Geografia Física Global por meio do geossistema. O artigo de Bertrand teve impacto significativo sobre a forma de os geógrafos brasileiros pensarem a geografia trazendo uma noção de análise integrada dos elementos do geossistema a partir do triplico “*potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica*” (MONTEIRO, 2001).

Nessa proposta Bertrand (1972) visualiza um aporte teórico de taxonomia para a classificação das paisagens com apoio predominante nos elementos físicos. Assim as paisagens serão delimitadas em unidades hierarquizadas em função da escala e os elementos básicos capazes de descrever essas unidades vão depender do nível hierárquico adotado num dado sistema taxonômico. O sistema de classificação escolhido comporta seis níveis temporo-espaciais sendo a zona, o domínio e a região as unidades superiores e o geossistema, o geofácies e o géotopo as unidades inferiores (Figura1).

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILLEUX J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADES ELEMENTARES				
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM (3)
ZONA	G I grandeza G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III-IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. IV-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faixa higrófila a <i>Asperula odorata</i> em “terra fusca”)	Unidade estrutural	local		Zona equipotencial	
GEOFÁCIES	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morainico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G. VII	“Lapiés” de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótopo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

NOTA: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente a título de exemplo.
 1 - conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2 - conforme M. Sorre; 3 - conforme R. Brunet.

Figura 1 - Sistema de classificação de paisagens (BERTRAND, 1972, p.145)

Dentre essas entidades a que condiz com a escala desse trabalho é o geossistema caracterizado por Bertrand (1972) como:

“(…) uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta 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. Nos níveis superiores a ele só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. Enfim, o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana”.

Ainda segundo esse autor o esboço teórico que melhor condiz com a definição de geossistema relaciona o potencial ecológico, que é representado pelos elementos físicos da paisagem, a exploração biológica, através da vegetação, solo e fauna, e a ação antrópica (Figura 2). A interação desses elementos resulta em estruturas e dinâmicas próprias, expressas através de uma categoria espacial, com características fisionômicas relativamente homogêneas, forte unidade ecológica e biológica e processos de evolução similares.

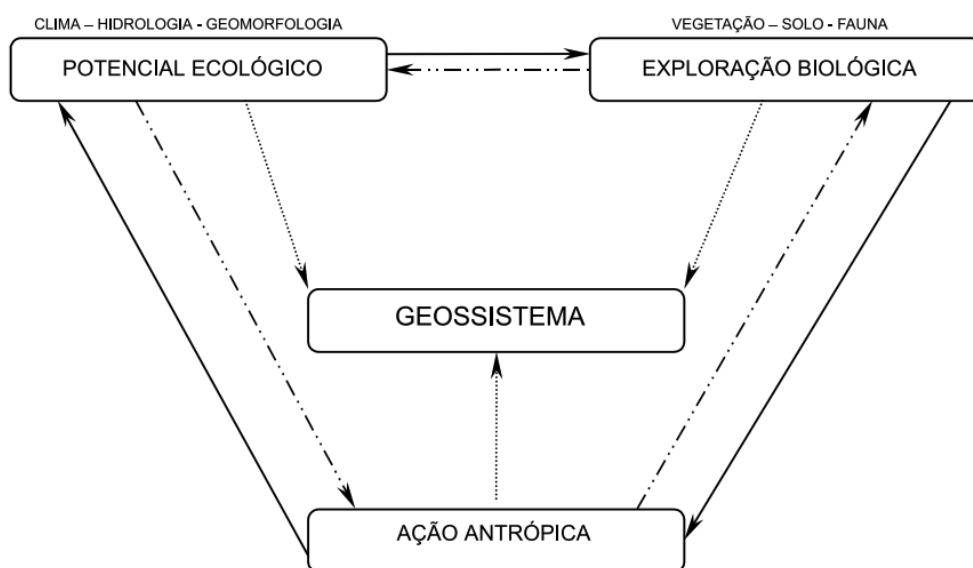


Figura 2 - Esboço de uma definição teórica de geossistema (Bertrand, 1972, p.146)

O geossistema é formado por dados instáveis com variações tanto no tempo quanto no espaço. A sua dinâmica interna está intimamente relacionada com a instabilidade dos dados que variam mesmo num espaço-tempo muito breve. Bertrand (1972) afirma que devido a sua dinâmica externa o geossistema não apresentará, necessariamente, uma fisionomia homogênea, sendo formado, na maior parte do tempo, por paisagens diferentes capazes de expressar os seus diversos estágios de evolução.

Assim é incontestável a importância e a necessidade da análise integrada da paisagem, entretanto a compreensão de sua dinâmica interna esbarra na dificuldade de se obter observações complexas e permanentes de todos os elementos que a compõe.

O brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em 2001 apontava que os métodos utilizados pelos franceses e russos tinham bom funcionamento para sua realidade, tanto tecnológica quanto espacial, mas apresentava dificuldades para a aplicação em um país como o Brasil, onde há uma grande extensão espacial e falta de acesso a tecnologias e aos dados de alta precisão. Entretanto, esse mesmo autor indica ser possível a realização de adaptações para o preenchimento da lacuna existente nos dados brasileiros. Para isso ele sugere o uso de dados como: imagens de satélite, fotografias aéreas, levantamentos censitários, mapeamentos temáticos, monitoramento meteorológico, projetos de mapeamento para regiões específicas, mapeamento geomorfológico, geológico, entre outros que são necessários e podem potencializar a análise geossistêmica da paisagem.

Monteiro (1974 *apud* Monteiro 2001) trabalha com os conceitos do binômio paisagem-geossistema definindo a paisagem sob o enfoque sistêmico como uma

“entidade espacial segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único em perpétua evolução”.

Nessa perspectiva é possível perceber uma aproximação teórica entre os dois conceitos, sendo o geossistema uma forma sistêmica de organização da paisagem. Conhecedor das discussões sobre esses conceitos e das dificuldades de trabalho com essa temática, Monteiro propõe o uso de modelos múltiplos como forma de modelização dos geossistemas, dessa forma, seria possível considerar as peculiaridades geográficas de tamanho (continental), grau de desenvolvimento econômico e capacidade científica e tecnológica.

Este autor realizou diversos trabalhos práticos com a finalidade de planejamento ambiental e urbano dos espaços e identificou a integração proposta pela análise geossistêmica como meta a ser alcançada. Ele afirma que por volta de 1978 essa era a concepção de vários pesquisadores adeptos a essa teoria, mas que fugiam dessa terminologia específica e, sobretudo de suas subdivisões. A designação de geoeologia caía bem ao agrado de alguns pesquisadores e

diante da diversidade de opiniões, a designação de “**unidades**” foi adotada, sendo que essas podem ser denominadas geocológicas, geossistêmicas, de paisagem e entre outras. (MONTEIRO, 2001).

Com essa visão Monteiro conduziu um trabalho intitulado “A Compatibilização dos Usos do Solo e Qualidade Ambiental na Região Central da Bahia” no qual foi produzido um roteiro metodológico onde se observa a tentativa de análise integrada da paisagem com a utilização de materiais de diversas fontes, realização de diagnósticos, prognósticos e apontamentos de soluções para intervenção política do poder público.

Diante de um problema, com uma base teórica disponível, uma base cartográfica compatível e trabalhos de campo, o roteiro sugere ser possível extrair variáveis naturais (elementos do meio físico e biótico) e antrópicas que através de análise e do inter-relacionamento terão como resultado o potencial geocológico e a exploração antrópica que também se inter-relacionam, em uma mesma escala, e possibilitam a análise integrada da paisagem. Da correlação dessas informações integradas deve resultar a identificação das unidades de paisagem com base nas quais se formula o entendimento das fragilidades da área de estudo (ROSS, 2009).

A delimitação das unidades é dependente das variáveis que a compõe, sendo que no processo de inter-relação elas podem apresentar maior ou menor representatividade. De acordo com Guerra e Marçal (2006) “(...) a geomorfologia pode servir de parâmetro importante de delimitação das unidades de paisagem, quando a área trabalhada expressar prioritariamente a relação do uso da terra com as formas de relevo”. Já ROSS (2009) indica que a homogeneidade das unidades de paisagem é dada pelos “elementos que se revelam concretamente às vistas humanas: o relevo, a vegetação e os usos da terra”. Tem-se então que dependendo das características da área de estudo e do objetivo do trabalho é possível definir diferentes variáveis como elemento condutor, ou seja, como elemento de maior representatividade na delimitação.

Assim a subdivisão em unidades de paisagem ou unidades geossistêmicas permite o diagnóstico das relações funcionais desencadeando no levantamento de um quadro geral das condições ambientais, dos atributos e usos, dos problemas configurados e das sugestões de ações para o devido planejamento ambiental da paisagem.

2.2. Ecologia de Paisagem

O termo ecologia de paisagem foi empregado pela primeira vez pelo geógrafo alemão Carl Troll em 1939 com o objetivo de vincular as disciplinas geografia e ecologia ligando estruturas espaciais com processos ecológicos. Dramstad, Olson e Forman (1996) apontam que por volta de 1950 já é possível encontrar estudos envolvendo a história natural com os padrões espaciais de grandes áreas. Ainda segundo esses autores os estudos normalmente eram realizados por geógrafos, pesquisadores de solo, climatologistas e pesquisadores de história natural.

Entre 1950 e 1980 emergiram várias temáticas importantes para essa ciência e começou a se modelar que seria denominado ecologia de paisagem. A utilização desse termo e o entendimento do conceito principal dessa ciência estiveram vinculados às facilidades de acesso das fotografias aéreas e imagens de satélite (DRAMSTAD; OLSON e FORMAN, 1996). De acordo com Metzger (2001) o ponto de partida dessa ciência é a observação das inter-relações da biota (incluindo o homem) com o seu ambiente como um todo, sendo esse uma entidade espacial heterogênea que engloba aspectos geomorfológicos e de recobrimento, tanto naturais quanto culturais (Delpoux, 1974 *apud* Metzger, 2001). Em termos práticos, essa ciência

“combina a abordagem horizontal do geógrafo, através do exame das inter-relações espaciais de um fenômeno natural, com a abordagem vertical de um ecologista. Por isso, ela se desenvolveu a partir de uma interface comum as duas ciências, cujo tema central é conhecido como paisagem” (SOARES-FILHO, 1998).

O nascimento dessa ciência foi caracterizado por uma dupla abordagem, e conseqüentemente, pela utilização de duas visões distintas de paisagem que culminaram na proposição de duas linhas de pesquisa bem definidas, a geográfica e a ecológica.

A abordagem geográfica teve forte influência da geografia humana, fitossociologia, biogeografia e de disciplinas de planejamento territorial relacionadas com a geografia e com a arquitetura. Objetiva estudar a heterogeneidade espacial englobando aspectos do suporte físico (relevo) e de recobrimento tanto natural quanto cultural. Envolve o estudo das inter-relações do homem com o seu espaço de vida e com aplicações práticas na solução de problemas ambientais. De acordo com Metzger (2001) ela apresenta três características fundamentais:

“(...) a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, através do conhecimento dos limites e das potencialidades de uso econômico de cada “unidade de paisagem” (definida, nessa abordagem, como um espaço de terreno com características comuns); o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, as “paisagens culturais”, que predominam no espaço europeu; e a análise de amplas áreas espaciais, sendo a ecologia de paisagem diferenciada, nessa abordagem, por focar questões em macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais (sendo assim uma macro-ecologia)”.

Já na abordagem ecológica, essa ciência está focada em paisagens naturais e aplica seus conceitos e métodos para a conservação da diversidade biológica e manejo de recursos naturais (METZGER, 2001), com escala de análise dependendo do objeto de estudo, ou seja, dependendo das necessidades da espécie estudada. A problemática principal dessa abordagem está relacionada com o estudo do efeito dos padrões espaciais sobre os processos ecológicos (TURNER, 1989 apud METZGER, 2001). É uma linha de pesquisa relativamente mais recente do que a anterior, com surgimento na década de 1980, sendo apresentada como uma sub-disciplina da ecologia e da biologia. O seu desenvolvimento inicial está vinculado com a elaboração de procedimentos e métricas de quantificação da estrutura da paisagem.

As definições de ecologia da paisagem variam em função da abordagem escolhida e também dos autores que discutem esse tema. Essas abordagens mostram uma nítida divisão entre o foco principal de interesse dessa ciência, entretanto, elas não são tão distintas quanto aparentam e a sua integração apresenta um novo desafio para os pesquisadores (METZGER, 2001).

Uma sugestão para a integração dessas abordagens pode ser observada na definição de paisagem proposta por Metzger (2001) “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo essa heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”. Nessa definição, o olhar sobre o mosaico heterogêneo pode ser realizado por meio das espécies, de suas características biológicas e requerimentos em termos de vida ou do homem, sendo que o olhar desse observador é que vai definir a escala de trabalho e os padrões que serão analisados.

O ponto central dessa análise integrada é a dependência espacial entre as unidades da paisagem por meio de relações horizontais que avaliam, por exemplo, como os processos ecológicos de uma unidade podem ser explicados em função das modificações existentes na

unidade adjacente. Dessa forma, a ecologia de paisagem busca identificar os padrões espaciais em um mosaico heterogêneo de forma a entender suas implicações em termos de funcionamento.

O desenvolvimento, a dinâmica, a gestão de fatores bióticos e abióticos e a influência das interações espaciais e temporais na heterogeneidade da paisagem são objeto de estudo dessa ciência (WIENS et al., 2006). Essa heterogeneidade pode ser causada por fatores abióticos como clima, topografia, solos e umidade, fatores bióticos como a interação entre as espécies em face do ambiente abiótico ou ainda por perturbações naturais ou antrópicas como fogo e eventos climáticos para o primeiro tipo de perturbação e desmatamento e fragmentação para as perturbações antrópicas.

Nesse sentido, o estudo da paisagem apresenta três aspectos básicos e essenciais: **estrutura**, **função** e **mudança**. A estrutura é o arranjo ou padrão espacial da paisagem produzido pelo relacionamento de suas unidades interativas, que podem ser: unidades de ecossistemas, de vegetação ou de uso e ocupação do solo (METZGER, 2009). As funções são o movimento e os fluxos de animais, plantas, água, vento, materiais e energia por meio da estrutura da paisagem (DRAMSTAD; OLSON e FORMAN, 1996). Já a mudança se refere às transformações que ocorrem na estrutura e nas funções da paisagem através do tempo (TURNER, 1989).

Esses três aspectos da ecologia da paisagem podem ser analisados possibilitando uma avaliação aprofundada sob o ponto de vista ecológico e geográfico envolvendo diagnósticos, prognósticos, análises geoecológicas de hábitats, entre outros. Neste estudo, foram realizadas análises envolvendo apenas um dos aspectos apresentados: a estrutura espacial da paisagem.

2.2.1. Características Estruturais da Paisagem

As características estruturais da paisagem são observáveis, descritíveis e quantificáveis, além de possuírem um conteúdo explicativo para o desenvolvimento de processos que produziram determinada visão sobre a paisagem (LANG e BLASCHKE, 2006). Trata-se do estudo dos padrões e organização espacial de seus elementos em uma determinada área de estudo.

O desenvolvimento do conceito de estrutura da paisagem se deu em meio a um cenário de avanço no uso de ferramentas apoiadas em computador e por meio de métodos geográficos espacialmente explícitos. O conjunto de métodos e técnicas que apoiam a análise da estrutura

da paisagem foi denominado de medidas de estruturas da paisagem ou métricas de paisagem. Segundo Lang e Blaschke (2006) essas medidas podem ser consideradas o ponto central da análise da estrutura da paisagem e tiveram o seu nascimento associado à exigência de uma ciência prospectiva com orientação quantitativa. Esse conceito se estabeleceu cientificamente e demonstrou seu potencial para interesses relacionados ao planejamento ambiental do território.

De acordo com Soares-Filho (1998) a importância do conceito de estrutura da paisagem advém do reconhecimento de que um arranjo espacial da paisagem, em um determinado tempo, pode revelar não só os processos que estão ocorrendo, mas também refletir os processos que determinaram o seu desenvolvimento. Por assim dizer, os **componentes da paisagem** interagem, resultando em padrões, que são reflexos de mecanismos causais. A organização espacial resultante é denominada por Lang e Blaschke (2006) de **configuração da paisagem** correspondendo à estrutura espacial explícita do mosaico da paisagem, tal como se originou pela heterogeneidade das unidades interativas da paisagem.

O padrão estrutural da paisagem é composto por três elementos: matriz, manchas e corredores (Figura 3). Esses são utilizados para a compreensão da estrutura da paisagem e também como instrumentos de comparação entre paisagens muito diferentes. Além disso, eles podem ser empregados no planejamento das formas de uso e ocupação do solo e conseqüentemente no planejamento ambiental da paisagem (DRAMSTAD; OLSON e FORMAN, 1996).

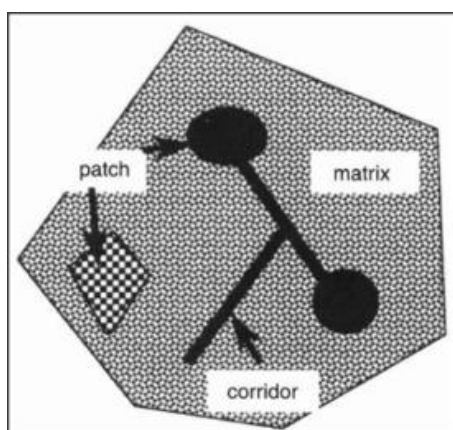


Figura 3 - Elementos da estrutura da paisagem (Burel e Baudry, 2006)

A **matriz** é a unidade dominante da paisagem, o elemento mais extensivo e que apresenta o maior grau de homogeneidade e conectividade, sendo considerada como o fator mais

importante no funcionamento e na compreensão efetiva da estrutura da paisagem (CASIMIRO, 2002).

De acordo com Forman e Godron (1986), existem essencialmente três critérios por meio dos quais a matriz é determinada. Esses devem ser analisados na respectiva ordem e quando a condição é confirmada o critério em questão é determinado como elemento de definição da matriz (Figura 4).

- Componente de área: o elemento de maior representatividade na paisagem;
- Grau de conectividade: quando há um elemento mais conectado com os outros tipos de mancha;
- Condições de controle sobre a dinâmica da paisagem: quando o elemento exerce maior controle nas funções da matriz.

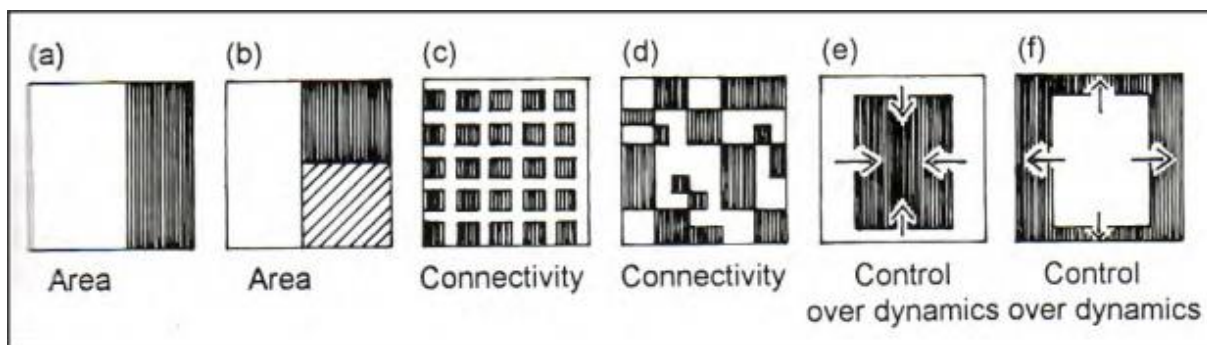


Figura 4 - Características determinantes na matriz de uma paisagem. O uso do solo branco é a matriz e cobre 60% a), 45% b) e 50% nos restantes. As setas indicam a direção dos fluxos. O fator chave de definição de matriz é indicado abaixo do mosaico (area, conectividade e condições de controle sobre a dinâmica da paisagem) (FORMAN, 1995).

As **manchas** ou fragmentos são definidos como uma superfície não linear que se difere do entorno, ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais e possuem uma estrutura interna. Essas podem ter características diversificadas em função dos mecanismos causais e de origem. Uma área que está aparentemente em equilíbrio contém várias manchas em estágios de sucessão distintos. Ao longo do tempo as manchas aparecem e desaparecem do mosaico da paisagem dependendo da força causadora das mudanças, essas podem ser naturais como a sucessão ou antrópicas como o desmatamento. A taxa e a direção da mudança de uma mancha vão depender dos processos causadores. No geral, a existência e persistência das manchas variam em torno de várias ordens de grandeza dependendo das causas da perturbação e quantidade de repetições do evento (FORMAN, 1995).

Para fins de geoprocessamento, uma mancha, de qualquer tipo ou origem, é apresentada como um polígono, para uma representação vetorial ou como um conjunto de pixels contínuos e de igual valor, para uma representação matricial. Em termos cartográficos essas manchas vão possuir atributos definidos pelos tipos de elementos da paisagem que as compões (mata, pastagem, agricultura, estradas, edificações, entre outros) (SOARES-FILHO, 1998). Através da representação cartográfica é possível analisar os atributos espaciais das manchas como: tamanho, forma, textura, quantidade e distribuição (DRAMSTAD; OLSON e FORMAN, 1996). Neste trabalho daremos maior ênfase aos componentes: tamanho e forma.

Tamanho: É “a dimensão, a área de cada mancha e tem influência no nível de energia e nutrientes disponíveis e no número, tipo e fluxo de espécies” (CASIMIRO, 2002). De acordo com Forman e Godron (1986) manchas grandes são responsáveis pela manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos de larga escala como: efeito tampão contra processos de extinção durante grandes modificações ambientais, proteção da qualidade da água para aquíferos e lagos e capacidade de sustentar populações no seu interior. Já os fragmentos menores, apesar da redução de sua função ecológica, funcionam como elementos de ligação, trampolins ecológicos (*stepping stones*) entre grandes áreas promovendo um aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuando como refúgio de espécies que requerem ambientes particulares que só correm nessas áreas (FORMAN; GORDON, 1986)

Forma: Tem relação direta com a borda: quanto mais irregular a forma maior será a proporção de área de borda a qual apresenta características próprias de grande diversidade e dinâmica, mas que se comportam de maneira diferente do que o seu interior (CASIMIRO, 2002). Potencialmente as manchas mais regulares são naturais e as mais irregulares são antropizadas, já que há uma tendência ao desmatamento da cobertura vegetal e consequente recorte das manchas pelo homem. Para o primeiro tipo há maior diversidade de espécies, menor número de barreiras em seu interior e maior eficácia na alimentação de suas espécies. Já para o segundo há expressiva atuação do efeito de borda. Esse efeito pode ser definido como a modificação das características naturais que ocorrem na borda de dois ecossistemas adjacentes (MURCIA, 1995), promovendo modificações nas populações e nos processos ecológicos. Sabe-se que a extensão desses efeitos pode variar de alguns poucos metros a centenas de metros dependendo do processo e ou espécie analisada. Como nesse estudo não foi utilizado nenhuma espécie alvo ou processo específico, optou-se por eleger uma largura de borda restritiva, quando considerado vegetação do bioma cerrado: 50 metros.

Em termos gerais, um importante pressuposto em relação às manchas é que as mudanças no uso e ocupação do solo modificam além do tamanho e da forma das manchas a distância média entre elas, constituindo um processo de fragmentação da paisagem, ou seja, transformando habitats contínuos em manchas ou fragmentos mais ou menos isolados. Esse processo altera as condições estruturais e de conservação dessa paisagem resultando na “criação em larga escala, de habitats ruins, ou negativos, para um grande número de espécies” (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003).

Quanto aos **corredores**, eles são definidos como uma área com certa homogeneidade e linear na paisagem que se distingue das unidades vizinhas e fazem conexão entre as manchas. A ligação entre elementos de mesma classe na paisagem estabelece o fator de conectividade. Esse pode funcionar como intercâmbio genético e de nutrientes entre animais e plantas ou como barreiras e filtros, que auxiliam na redução do número de espécies como ocorre com as estradas, ferrovias, linhas de alta tensão, entre outras. Assim algumas características dos corredores a serem estudadas incluem: largura, forma, continuidade e conectividade (DRAMSTAD; OLSON E FORMAN, 1996).

Esses autores ressaltam que a perda e isolamento de habitats é um problema recorrente em todo o mundo e que cada vez mais os planejadores e ecologistas da paisagem terão que lidar com a perda de biodiversidade de forma a interromper e retardar esses processos. Eles também salientam que há muitos ecologistas da paisagem indicando os corredores e trampolins como forma de aumentar o fluxo de espécies entre manchas e que o uso dos corredores formados por córregos e rios são componentes essenciais na paisagem, sendo sua conservação um desafio para o trabalho de planejadores e ecologistas da paisagem.

Como visto, as paisagens são heterogêneas e compostas de diferentes elementos (mancha, corredor e matriz) que apresentam origem, tamanho e formas variadas e se inter-relacionam formando um mosaico heterogêneo com paisagens funcionalmente diversificadas. Assim torna-se importante a análise a partir da quantificação da estrutura da paisagem, de forma a possibilitar o entendimento dos padrões espaciais que podem ser utilizados em avaliações da biodiversidade e no planejamento da paisagem.

2.2.2. Métricas de paisagem

Por meio de interpretação visual de fotografias aéreas e/ou classificação de imagens de satélite é possível detectar a variabilidade espacial de paisagens e representá-la em um mapa temático com dados categóricos, ou seja, formado por classes ou unidades descontínuas. Esse mapeamento, ou seja, o mapeamento da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo é essencial para o cálculo das métricas ou índices de paisagem sendo necessário, de acordo com Metzger (2009), ter, nesta etapa, maior cuidado com dois aspectos: “a legenda e a validação do mapeamento em campo”.

A legenda deve ser definida de acordo com o objeto de estudo, isso porque uma legenda “demasiadamente detalhada ou demasiadamente simples para os objetivos propostos resulta em um esforço desnecessário ou na impossibilidade de se atingir o objetivo” (METZGER, 2009). Em relação à validação do mapeamento é necessário ter mapas com boa qualidade para que seja possível quantificar corretamente o padrão espacial. Além dos dois aspectos indicados, é necessário que sejam utilizados mapas com uma escala minimamente compatível com o objetivo do estudo. Assim será possível quantificar corretamente os padrões de paisagem.

A estrutura da paisagem pode ser quantificada por meio de diferentes índices ou métricas baseados na análise da distribuição, forma e arranjo espacial das manchas (CASIMIRO, 2009). No geral as métricas são agrupadas em duas classes: composição e configuração ou disposição.

A **composição** traz “uma ideia de quais unidades estão presentes na paisagem, da riqueza dessas unidades e da área ocupada por elas” (METZGER, 2009), em outras palavras engloba a variedade e a abundância dos tipos de mancha na paisagem. Já os parâmetros de **configuração** “descrevem a distribuição física das manchas na paisagem” (CASIMIRO, 2002). Ainda de acordo com esse autor algumas das variáveis consideradas nesse parâmetro são: “isolamento das manchas, dimensão e forma da área interna das manchas, justaposição e distância entre manchas do mesmo tipo ou complexidade de bordas”. Essas medidas de configuração podem ser utilizadas para caracterizar três níveis: fragmento, classe e paisagem (LANG e BLASCHKE, 2006).

As métricas relativas ao fragmento descrevem as características individuais de cada mancha da paisagem (fragmento) em termos de tamanho, formato ou isolamento. As métricas ao nível

de classes trazem valores resumidos de todas as manchas de uma determinada classe, por exemplo, fragmentação das matas e o isolamento de lagos. Já as métricas ao nível da paisagem analisam a paisagem como um todo calculando a interação entre as diferentes classes de manchas (LANG e BLASCHKE, 2006; METZGER, 2009; CASIMIRO, 2009).

Metzger (2009) aponta que existem centenas de métricas disponíveis para estudos da paisagem, mas que muitas delas medem a mesma coisa de formas diferentes. Assim,

“(…) mais importante do que classificar os índices de métrica de paisagem numa dicotomia composição/disposição, (…) é reconhecer que a estrutura da paisagem consiste tanto da composição quanto da configuração e que foram desenvolvidos vários índices para representar esses aspectos da estrutura da paisagem, separadamente ou de uma forma combinada” (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

Neste trabalho foram utilizadas métricas ao nível de fragmentos e de classes para indicar a composição e a configuração da cobertura vegetal da paisagem da área de estudo e, conseqüentemente, apontar aspectos relacionados com a sua fragmentação. As fórmulas e o significado de cada métrica proposta por McGarigal e Marks (1995)² e utilizadas nesse trabalho são descritos a seguir no Quadro 1 apresentado a seguir:

Quadro 1 - Métricas de Paisagem

Métrica	Sigla	Equação	Descrição	Caracterização
Área dos fragmentos	AREA	$AREA = a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$	a_{ij} = área (m ²) de cada fragmento ij .	Área de cada fragmento (ha).
Total de área da classe	CA	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$	a_{ij} = área (m ²) de cada fragmento ij .	Área total de cada classe (ha)
Coefficiente de variação área dos fragmentos	AREA_CV	$CV = \frac{SD}{MN} (100)$	SD = Desvio padrão da área dos fragmentos MN = Média da área dos fragmentos	Coefficiente de variação da área média de fragmentos que é a razão do desvio padrão pela área média dos fragmentos da mesma classe (%).
Média ponderada da área de todos os fragmentos da classe	AREA_MN	$MN = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$	x_{ij} = Área dos fragmentos ij . n_i = Número de fragmentos i .	Média ponderada da área dos fragmentos da classe (ha).

² Desenvolvedores do software Fragstats

Métrica	Sigla	Equação	Descrição	Caracterização
Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe	LPI	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100)$	a_{ij} = Área (m ²) de cada fragmento ij . A = Total de área da paisagem (m ²).	Quantifica a porcentagem da área total da paisagem composta pela maior mancha. É uma medida simples de dominância (%).
Porcentagem ocupada pela classe na Paisagem	PLAND	$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	P_i = Proporção da paisagem ocupada pelo tipo de fragmento i . a_{ij} = Área (m ²) de cada fragmento ij . A = Total de área da paisagem (m ²).	Porcentagem da paisagem ocupada pela classe do mapa de cobertura vegetal e uso do solo analisada (%).
Número de fragmentos	NP	$NP = n_i$	n_i = Número de fragmentos de cada classe i na paisagem.	Número de manchas verificado na classe
Área núcleo dos fragmentos	CORE	$CORE = a_{ij}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$	a_{ij}^c = Área núcleo (m ²) de cada fragmento ij baseado na borda especificada.	Área núcleo de cada fragmento (ha).
Total de Área Núcleo na Paisagem	TCA	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$	a_{ij}^c = Área núcleo (m ²) de cada fragmento ij baseado na borda especificada.	Soma da área núcleo de todos os fragmentos da classe (ha).
Porcentagem de Área Núcleo na Paisagem	CPLAND	$CPLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{A} (100)$	a_{ij}^c = Área núcleo (m ²) de cada fragmento ij baseado em uma borda especificada. A = Total de área da paisagem (m ²).	Porcentagem da paisagem ocupada pelas áreas núcleo da classe do mapa de cobertura vegetal e uso do solo analisada (%).
Número de Áreas Núcleo Disjuntas	NDCA	$NDCA = \sum_{j=1}^n n_{ij}^c$	n_{ij}^c = Número de áreas núcleo disjuntas em cada fragmento ij baseado em uma borda especificada.	Soma das áreas núcleo dos fragmentos da classe.
Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo	ENN_MN	$ENN_MN = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_i}$	h_{ij} = Distância de cada fragmento ij ao seu vizinho mais próximo. n_i = Número de fragmentos i .	Média das distâncias euclidianas em metros entre pontos de borda de fragmentos vizinhos mais próximos da mesma classe de cobertura(m).

2.3. Mineração de dados

Os bancos de dados sejam eles tradicionais ou geográficos tem capacidade de armazenar grandes conjuntos de dados. A transformação desses dados em informações significativas e conhecimento é objeto de análise de um campo de pesquisa denominado de *Knowledge Discovery in Databases* (KDD). Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996) definiram KDD com sendo um “processo não trivial de identificação de padrões válidos, novos, úteis e implicitamente presentes em grandes volumes de dados”. O núcleo central do KDD é composto pelo método de mineração de dados (*Data mining*). Esse consiste num processo de prospecção de conhecimento em grandes conjuntos de dados com o objetivo de reconhecer padrões consistentes e consequentemente, detectar relacionamentos sistemáticos entre variáveis (NEVES; FREITAS e CÂMARA, 2001). A proposta dessa pesquisa é utilizar esse método de análise computacional para a identificação de padrões de relacionamento entre as variáveis componentes do sistema ambiental visando à identificação de unidades de paisagem.

A mineração de dados é um campo interdisciplinar que emergiu da interseção entre várias áreas do conhecimento, principalmente, banco de dados, estatística e a inteligência artificial. De acordo com Gouveia (2009) ela pode ser dividida em seis fases: Entendimento do problema, Entendimento dos dados, Preparação dos dados, Modelagem do Problema, Avaliação do Modelo e Publicação do Modelo. Nas duas primeiras etapas ocorre a definição dos objetivos da análise, na etapa seguinte os dados são tratados (organizados e limpos) e transformados em formato específico de acordo com software que será utilizado. A quarta etapa é de extrema importância, pois nela será definida a técnica de análise e o seu respectivo algoritmo de implementação e ocorrerá o efetivo processamento do modelo. Nas etapas seguintes o modelo é avaliado e validado e ocorre a publicação das informações.

As técnicas utilizadas na etapa de “Modelagem do Problema” podem ser classificadas como: métodos estatísticos, redes neurais, regras de indução, árvores de decisão, séries temporais, análise exploratória de dados, algoritmos genéticos e conjuntos nebulosos (NEVES; FREITAS e CÂMARA, 2001). Cada uma delas apresenta um conjunto de algoritmos específicos que tenham uma limitação aceitável de eficiência computacional e que sejam capazes de identificar padrões nos dados (FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO e SMYTH, 1996) Esses algoritmos utilizam técnicas de aprendizagem de máquina possibilitando que o computador aprenda com o conjunto de dados de análise e seja capaz de extrair conhecimento através de amostras e da interação dos dados. Cada técnica apresentada oferece vantagens e

desvantagens e sua escolha é dependente dos propósitos da análise em questão. Para este trabalho a técnica utilizada é a árvore de decisão.

Árvore de decisão é de acordo com Souza (1998) uma forma simples de classificar amostras em um número finito de classes. Ela consiste na determinação de regras para divisão de um conjunto de dados em grupos, de forma que uma determinada amostra seja caracterizada pelo comportamento do grupo onde está inserida. Essas regras variam de acordo com o algoritmo escolhido, sendo essa escolha dependente do objetivo da análise. Este trabalho utilizou o algoritmo J48 disponível no software WEKA³ versão 3.6.10.

Esse algoritmo é uma implementação *open source* do algoritmo C4.5 para o software WEKA. Ele gera o modelo de árvore de decisão a partir da análise de dados de treinamento construindo uma árvore do topo (nó raiz) para a base (folhas), onde a variável definida como o topo representa o elemento mais integrador da análise, portanto a variável mais significativa da classificação. O funcionamento do algoritmo é semelhante ao de um fluxograma em forma de árvore criando sub-árvores até chegar às folhas (categoria final da classificação), o que implica numa sequência hierárquica de divisões. Após a árvore de decisão montada, para classificar uma nova amostra, basta seguir o fluxo na árvore começando do nó raiz até chegar a uma folha.

O algoritmo J48 aprende com os dados com elevada acuidade, entretanto para a solução de problemas mais complexos, com a mesma acuidade, é necessário uma quantidade considerável de dados (Souza, 1998).

A utilização de árvores de decisão como técnica de mineração de dados apresenta vantagens sobre outras técnicas que também buscam a classificação dos dados. Souza (1998) indica que na árvore de decisão o tempo de elaboração do modelo é consideravelmente menor apresentando acuidade similar a outras técnicas, além disso, ela permite a aplicação em grandes conjuntos de dados possibilitando uma visão real da natureza do processo de decisão.

³ Weka – *Waikato Environment for Knowledge Analysis*

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) foi criado em 1972, por meio do decreto nº 70.355, contemplando uma área de aproximadamente 200.000 ha. Localiza-se na região sudoeste do Estado de Minas Gerais abrangendo parte dos municípios de São Roque de Minas, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória, Capitólio e Vargem Bonita (Figura 5). Do total da área definido pelo decreto de criação, apenas 71.525 ha estão com situação fundiária regularizada, ou seja, sobre domínio do ICMBIO, o restante é constituído por propriedades ou posses, não estando ainda regularizado. Essa situação gerou uma divisão na área decretada para o PNSC criando áreas com duas situações ambientais distintas. Essas foram denominadas por este trabalho de: Área decretada e regularizada e Área decretada e não regularizada.

O limite da sua Zona de Amortecimento foi definido pelo plano de manejo em 2005 contemplando uma área de aproximadamente 270.000 ha e abrangendo parte de 11 municípios. A delimitação de seus limites foi baseada nos seguintes critérios: áreas de risco pela expansão urbana, áreas contíguas à UC onde são realizadas atividades que possam comprometer a integridade do parque, áreas que necessitam de regulamentação do uso da terra e de outros recursos com vistas à proteção da unidade e das microbacias, necessidade de proteção de habitats para o pato-mergulhão (*Mergus octocetaseus*) (IBAMA, 2005).

O percentual de área ocupada, em cada município, pelo PNSC e sua Zona de Amortecimento pode ser visualizado na Tabela 1 apresentada a seguir.

Tabela 1 - Contribuição percentual da área de cada município no total da área do PNSC e sua ZA

Município	% Abrangido pelo (a)	
	ZA	PNSC
Alpinópolis	0,39	0
Capitólio	54,89	18,68
Cássia	8,29	0
Delfinópolis	53,18	40,63
Ibiraci	2,49	0
Passos	3,67	0
Piumhi	15,67	0
Sacramento	8,80	2,43
São João Batista do Glória	44,67	47,10
São Roque de Minas	32,67	40,98
Vargem Bonita	50,18	31,14

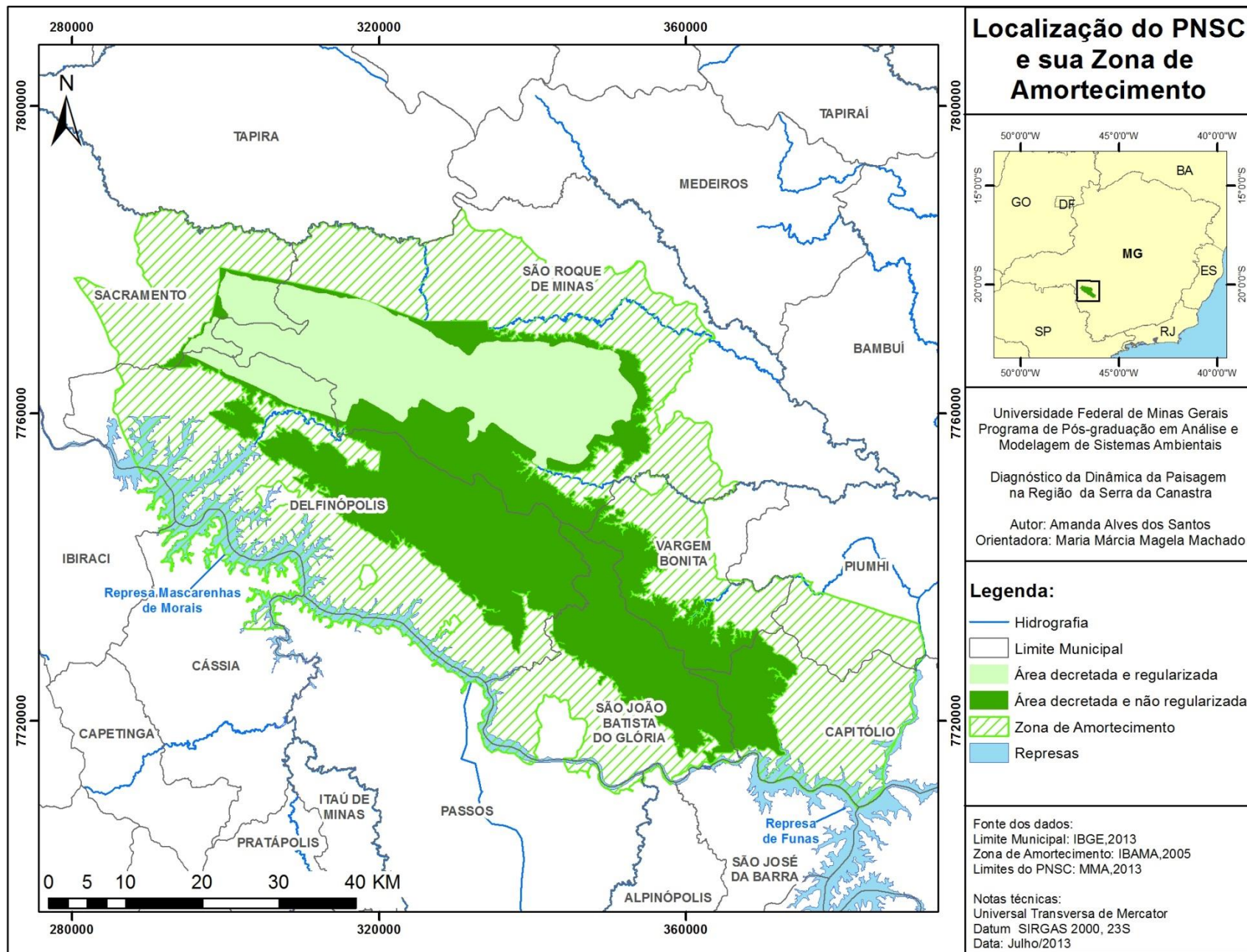


Figura 5 - Localização da Área de Estudo

A área total de estudo compreende, aproximadamente, 470.000 ha, entretanto devido a divergências de área entre o decreto de criação, a revisão bibliográfica e os limites de mapeamento, considerou-se como área total de estudo 466.747 ha.

3.1. Aspectos Históricos do Parque Nacional da Serra da Canastra

A denominação dessa região como Serra da Canastra está ligada com a tradição de bandeirantes nomearem acidentes naturais como marcos sinalizadores de seus roteiros. Canastra é um vocábulo português de origem grega utilizada para denominar um tipo de baú retangular carregado pelos bandeirantes para armazenar objetos. Esse topônimo já aparece relacionado a essa serra desde os primeiros documentos descritos para a região, no início do século XVIII (IBAMA, 2005).

O Parque Nacional da Serra da Canastra foi criado durante a segunda fase do período militar (1971-1985) ressaltando um dito “compromisso ecológico” presente nesse momento da história para amenizar as transformações ocorridas na primeira fase do período militar (1964 – 1970) (FERREIRA, 2013). Há várias versões que explicam o motivo da criação dessa unidade de conservação. A versão oficial remonta ao ano de 1971 quando uma forte seca assolou essa região e dificultou a navegação no rio São Francisco. Nessa época jornalistas apontaram o desmatamento e a construção da represa de Furnas como responsáveis pela situação do rio. De acordo com o IBAMA (2005) as imagens da seca, associadas ao desmatamento e às políticas de reflorestamento com eucalipto culminaram num sentimento de salvação do rio São Francisco e acabaram impulsionando uma campanha para salvação de nascentes.

Soares, Bizerril e Santos (2008) apontam que nos bastidores da ditadura militar ouvia-se que a principal razão para a criação dessa unidade de conservação era a “segurança nacional”, já que essa é uma área de serras nas proximidades da usina de Furnas, “que estaria supostamente ameaçada de sofrer represálias por causa do regime militar” (SOARES; BIZERRIL; SANTOS, 2008). Outra versão sobre a criação do parque é indicada pelas entrevistas, com antigos moradores, realizadas por Ferreira (2013). Nesse estudo, os moradores apontam que antes da criação do parque, o garimpo era uma das principais atividades econômicas da Serra da Canastra e entorno e que, cientes dessa atividade, órgãos oficiais do governo realizaram levantamentos minerários na região, a fim de levantar as riquezas minerais existentes, as quais podem ter dado origem à criação do parque como forma de reserva mineral.

Para definir os limites do parque e sua viabilidade foram realizados estudos com avaliações técnicas e financeiras pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e como resultado foi encaminhado, em 1972, a proposta de criação da unidade de conservação.

Por meio do decreto nº 70.335, de 03 de abril de 1972 foi criado o Parque Nacional da Serra da Canastra com área de 200.000 hectares abrangendo parte dos municípios de Sacramento, São Roque de Minas, Vargem Bonita, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio.

A partir do decreto de criação começaram os problemas relativos à efetividade da unidade de conservação como: questão fundiária, dificuldade de fiscalização da área, equipamentos, pessoal para trabalho, entre outros. Oliveira (1992) coloca em discussão os chamados “*Paper paks*” – Parques no Papel, indicando que algumas unidades de conservação são criadas através dos decretos, mas não tem condições mínimas para se efetivarem, como é o caso do Parque Nacional da Serra da Canastra.

No tocante a questão fundiária esse problema se agrava à medida que não são alocados recursos financeiros para a desapropriação das terras antes do ato de criação e implementação das unidades. Essa questão cria um problema fundiário que, normalmente, só é resolvido muitos anos após a implantação da UC. De acordo com Oliveira (1992) a consequência dessa atitude é que

“(…) essas áreas ficam mais sujeitas a um impacto ambiental muito maior que antes de sua criação, uma vez que o descontentamento dos proprietários com o processo de desapropriação de suas terras tem motivado invasões, queimadas, caça, pesca, retirada de madeira e etc.”

Esse é um processo que continua acontecendo no PNSC, mas que teve entre os anos de 1972 e 1974 o período de maior incidência, já que não havia nenhuma forma de controle no parque. Em 1974 através dos decretos nº 74.446 e 74.447 foram realizados os primeiros esforços para a regularização dessa UC. Esses decretos declaram a área do parque que abrange os municípios de Vargem Bonita, Sacramento e São Roque de Minas, aproximadamente 106 ha, como prioritária de interesse para a reforma agrária permitindo, assim, “a desapropriação e o pagamento em títulos da reforma agrária” (IBAMA, 2005). Essa forma de pagamento trouxe um descontentamento dos proprietários, já que eles não receberiam o valor das propriedades em dinheiro e poderiam demorar até 30 anos para receberem os títulos da reforma agrária.

O processo de desapropriação se arrastou por muito tempo e gerou conflitos com os proprietários de terras, principalmente, devido à forma de pagamento e ao preço das terras que não correspondiam à realidade. Nessa época foram realizados novos estudos que excluía a área denominada Vale dos Cãndidos e as áreas do Chapadão da Babilônia restando uma área de aproximadamente 61.000 hectares. Mesmo com a redução temporária da área continuaram os conflitos fundiários.

Em 1977 foi realizado um levantamento topográfico que definiu uma área de 71.525 ha (área decretada e regulamentada). De acordo com IBAMA (2005) “a partir desse momento um grande equívoco foi instalado, pois foi assumido para o Parque Nacional da Serra da Canastra uma área de 71.525 ha e não os 200.000 ha”, como havia sido definido no decreto de criação do parque. Mesmo com equívoco do novo limite os conflitos permaneciam prejudicando a conservação dos recursos naturais até mesmo da área regulamentada, já que era comum a ocorrência de incêndios criminosos e a soltura de animais para pastagem dentro do limite dessa área.

Neste sentido o plano de manejo destaca que um novo acordo foi tentado, mas que diante resistência dos proprietários houve uma intervenção da Polícia Federal em setembro de 1980 retirando todas as pessoas que estavam em propriedades no limite dos 71.525 ha definidos (IBAMA, 2005). Nessa intervenção existiram confrontos entre a Polícia Federal e os proprietários. De acordo com as entrevistas feitas por Ferreira (2013) os moradores ainda guardam na memória, com muita revolta, as dificuldades do processo de desapropriação onde os proprietários que resistiam em sair de suas terras eram ameaçados pela polícia com tiros e, em alguns casos, viam suas casas serem queimadas. Essa ação trouxe traumas para a população que dificultam até hoje a relação dos proprietários com essa UC.

Alguns questionamentos são traçados sobre a causa da regulamentação de apenas parte (71.525 ha) da área decretada como PNSC. E as respostas podem estar direcionadas para o potencial minerário da região. Ferreira (2013) conta essa história pelo olhar dos moradores indicando que a partir do decreto de criação do parque o garimpo foi proibido nessas áreas, entretanto, após 1980 foram liberados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) autorizações de pesquisa para área não regulamentada (Figura 6). Ainda segundo os moradores as empresas utilizavam as autorizações de pesquisa para extrair diamantes de forma comercial. As autorizações só foram suspensas em 2006 quando voltou a ser discutido o limite real dessa UC.

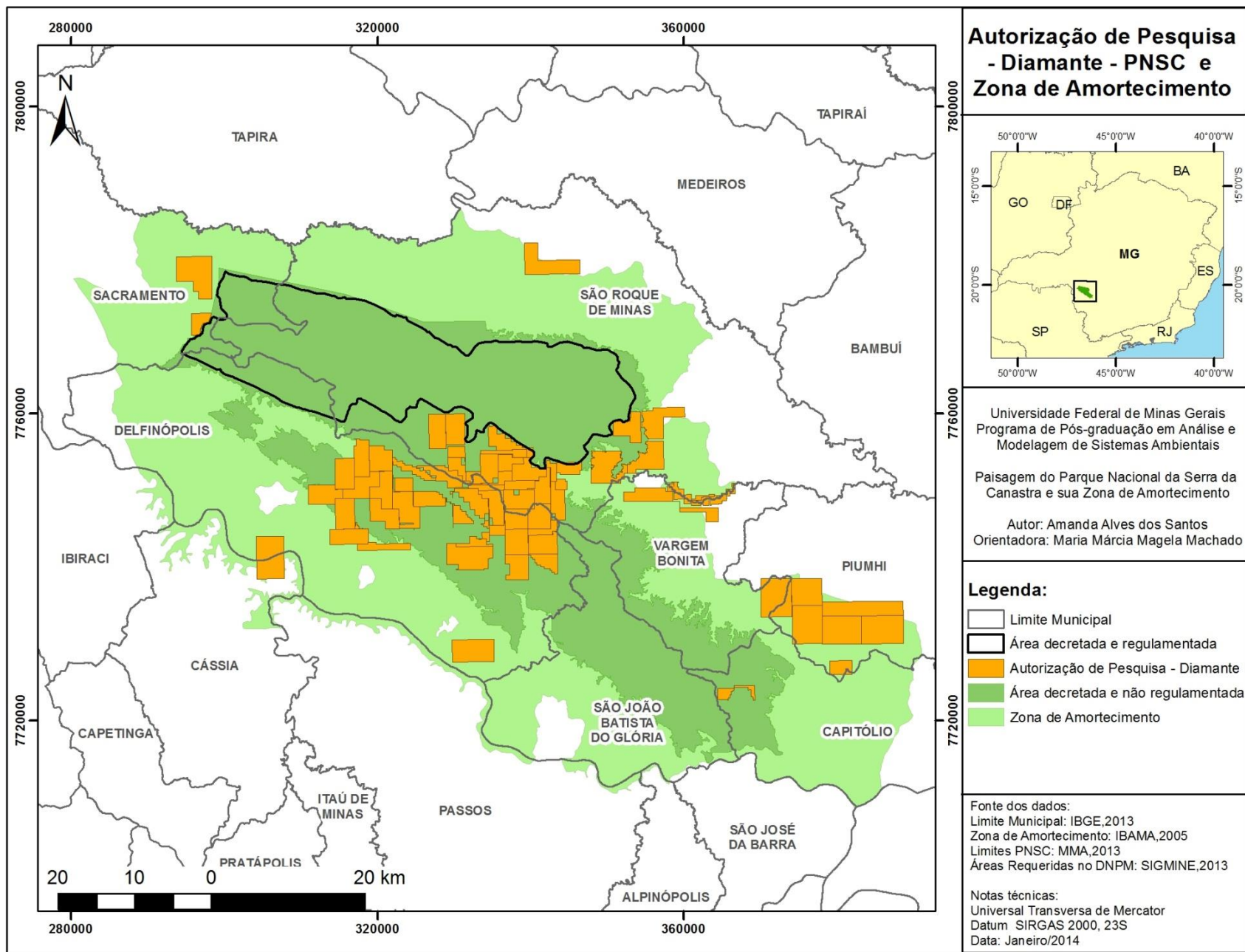


Figura 6 - Processos minerários autorizados a partir de 1980 para a substância diamante

Outra versão para a regulamentação apenas dessa área é pautada no artigo 4º do Decreto nº 70.355 que expõe de maneira clara que “Das áreas definidas no artigo 2º do presente Decreto poderão ser excluídas, a critério do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, aquelas que tenham alto valor agricultável, desde que esta exclusão não afete as características ecológicas do Parque”. Assim as áreas que não estivessem inclusas nos 71,525 ha poderiam ser consideradas como de alto valor agricultável e excluídas do limite dessa UC.

Atualmente apenas a área de 71.525 ha está protegida e o restante do parque vive o impasse da desapropriação e ou da mudança de categoria da unidade de conservação. A proposta atual que tramita no congresso através do Projeto de Lei da Câmara nº 148 de 2010 é que o PNSC seja dividido em Parque Nacional da Serra da Canastra, e Monumento Natural dos Vales da Canastra, sendo que esse será dividido em Monumento Natural Vão dos Cândidos e Monumento Natural Vale da Babilônia (Figura 7).

De acordo com o SNUC o Monumento Natural objetiva “preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica”, ele pode ser construído em áreas particulares desde que seja possível compatibilizar o uso da terra pelos proprietários com os objetivos da unidade de conservação. Caso os usos não sejam compatíveis, pode ocorrer a desapropriação de terras.

Nos limites dos Monumentos Naturais propostos foram excluídas áreas de mineração de quartizito e kimberlito e os distritos de São João Batista da Serra da Canastra e São José do Barreiro localizados no município de São Roque de Minas (Figura 7).

O Quadro 2 apresenta um resumo de algumas datas, legislações e os respectivos governos que atuaram no debate da regularização fundiária do PNSC.

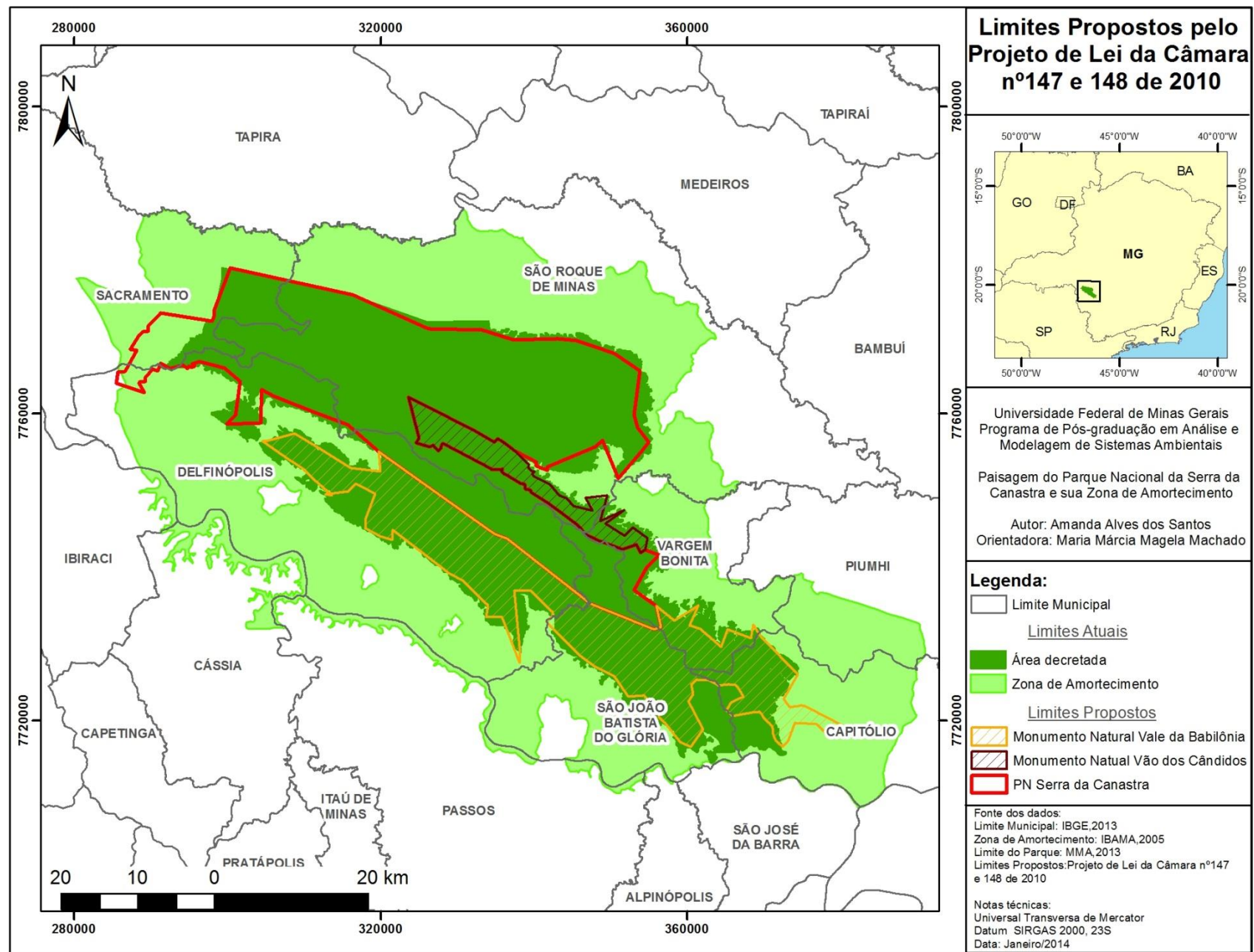


Figura 7 - Limites propostos pelo projeto de lei da camâra nº148 de 2010

Quadro 2 - Cronologia do Parque Nacional da Serra da Canastra 1972 a 2013

Governo	Ano	Acontecimentos
Emílio Garrastazu Médici	1972	O Dec. Lei nº 70.355/72 cria o PARNA da Serra da Canastra, podendo atingir 200.000 hectares. O Decreto foi assinado ainda por Luiz Fernando Cirne de Lima ministro da Agricultura.
Emílio Garrastazu Médici	1973	A Fundação João Pinheiro (FJP) é contratada para fazer levantamento identificando apenas 106.185,50 hectares, em comum acordo entre o Delegado Regional do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e FJP.
Ernesto Geisel	1974	Os Decretos de lei nº 74.446 e 74.447 declaram de interesse social 106.000 hectares.
Ernesto Geisel	1977	A Fundação João Pinheiro é contratada para realizar o levantamento para fins de demarcação topográfica, delimitando uma área de 71.525 hectares em um perímetro de 173,4 Km; excluindo a parte sul, ou seja, o Chapadão da Babilônia.
João Figueiredo	1981	É publicado o 1º Plano de Manejo da UC para uma área de 71.525 hectares, delimitada em um perímetro de 173,4 Km.
Fernando Collor de Mello	1991	Em 13/05/91 o Pres. Collor publica dec. s/n que revoga entre outros o dec. Nº 74.447/74.
Itamar Franco	1993	É criado um Plano Emergencial para os 71.525 hectares.
Luiz Inácio Lula da Silva	2005	Em 07/03/05, é publicado no D.O.U, o novo Plano de Manejo, agora para área de 200.000 hectares. O referido Plano de Manejo iniciou-se em 2001 sob responsabilidade do IBAMA com recursos da Compensação Ambiental do empreendimento UHE Igarapava.
Luiz Inácio Lula da Silva	2006	Grupo de Trabalho Interministerial – GTI (Pres. República – Casa Civil), publicado em 10 de maio.
Luiz Inácio Lula da Silva	2007	- PLCs nº 1.448 e nº 1.517/2007: Altera os limites do Parque e cria APA e Mosaico da UC (Reapresentados em 2010) - Criação do ICMBio.
Dilma Rousseff	2011	- MP 452/11 para redução da UC na Amazônia com emenda para outras UC's inclusive para o PNSC. - Grupo de Trabalho Interministerial – GTI, para Plano de Regularização Fundiária de Unidades de Conservação Federais, Portaria Interministerial MMA-MDA-MPOG de 7 de outubro. - Proposta de revisão de limites do Parque Nacional da Serra da Canastra, com a criação do Monumento Natural Vales e Águas da Canastra (Proposta alternativa aos PLCs nº 147/2010 e nº 148/2010).
Dilma Rousseff	2012	- Aprovação do Novo Código Florestal – Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. - Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle do Senado Federal, na 55ª Reunião de 18/12/2012 contempla a pauta Proposta alternativa aos PLCs nº 147/2010 e nº 148/2010, tendo a discussão e a votação adiada.
Dilma Rousseff	2013	- Rejeição do Projeto de Lei da Câmara nº 147/2010 - Aprovação pela Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle do Projeto de Lei da Câmara nº 148/2010

Fonte: Adaptado Ferreira (2013).

3.2. Características Físico-naturais da Área de Estudo

O ambiente físico-natural do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento compõe o bioma Cerrado. Esse é o segundo bioma do Brasil em extensão e está situado entre 5° e 20° de latitude sul e de 45° a 60° de longitude oeste estando a maior parte localizada no Planalto Central do Brasil na região denominada por Ab'Saber (2003) de Domínio dos Chapadões Recobertos por Cerrados e Penetrados por Florestas-Galeria. É um domínio com “planaltos maciços de estrutura complexa e planaltos sedimentares ligeiramente compartimentados (300 a 1700 m na área core)” (AB’SABER, 2003). A vegetação apresenta fisionomias savânicas e campestres nos interflúvios e formações florestais nos fundos de vales. A biodiversidade é elevada, sendo considerado a savana tropical mais diversa do mundo (KLINK e MACHADO, 2005) com grande diversidade de habitat e alternância de espécies.

Inserida nesse contexto a área de estudo apresenta regime climático tipicamente tropical ocorrendo uma estação chuvosa e outra seca. Devido à sua posição geográfica, é controlado por sistemas atmosféricos equatoriais (Massa Equatorial Continental) e tropicais (Massa Tropical Atlântica e Massa Tropical Continental), além de contar com considerável atuação extratropical (Massa Polar Atlântica) (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007). Essas características refletem diretamente na variação climática local com verões quentes e úmidos e invernos quentes e secos.

Conforme Nimer (1979), durante o período do inverno, o cinturão de altas pressões subtropicais expande sua área de influência sobre o continente sul americano. Sob sua influência, a atmosfera se caracteriza por forte estabilidade, só quebrada pela penetração de sistemas frontais que, no entanto, penetram no Brasil Central sem causar fortes precipitações nesta época do ano. Durante o verão, o aquecimento do continente sul americano ocasiona uma nova configuração atmosférica, favorecendo a ocorrência de chuvas convectivas, a organização da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a ocorrência de chuvas associadas à penetração de sistemas frontais, dentre outros sistemas, de menor importância relativa.

Segundo Cavalcanti et al. (2009), a temperatura média anual dessa região fica em torno de 20° C, sendo que as médias mensais apresentam pequena estacionalidade. Já as mínimas absolutas mensais variam bastante, podendo ser inferiores a 0°C durante a atuação de sistemas polares

bem caracterizados. Em geral, a precipitação média anual fica entre 1.500 e 1.700 mm. Ao contrário da temperatura, a precipitação média mensal apresenta uma grande sazonalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar à zero. Disto resulta uma estação seca com três a cinco meses de duração. Outro fator que favorece a precipitação é a topografia local, pois atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, notadamente durante a passagem de correntes perturbadas. A ascendência orográfica ocorre devido à presença de formas de relevo com elevação expressiva que obrigam o ar a se elevar e, conseqüentemente, a perder temperatura.

A geologia é a base estrutural da paisagem apresentando, no PNSC e sua zona de amortecimento, um arranjo complexo com diversas unidades que representam o arcabouço geológico regional. De acordo com o mapeamento realizado pela CODEMIG em parceria com o CPRM, em 2004, as unidades geológicas da área de estudo são da base para o topo: Grupo Canastra (Mesoproterózoico – Esteniano 1200 a 1000 Ma), Grupo Araxá (Neoproterózoico – Criogeniano 750 a 700 Ma), Grupo Bambuí (Neoproterozóio – Criogeniano 700 a 650 Ma). Na seqüência, do Fanerozóico, a formação Marília (Mesozóico – Cretáceo Superior 96 a 66 Ma) e, por fim, as Coberturas Detrito-Lateríticas-Ferruginosas (Cenozóico – Mioceno) e os Depósitos Aluvionares (Cenozóico – Holoceno).

O grupo Canastra é predominante, constituindo-se basicamente de quartzitos sobrepondo rochas xistosas estruturados em anticlinais, ambos estão relacionados à Série Minas (CHAVES; BENITEZ e ANDRADE, 2008). Estes materiais sustentam a paisagem local, nas zonas elevadas formadas pelos chapadões, nas encostas e nos vales esculpidos em materiais mais macios à base de xistos, filitos e quartzitos argilosos. IBAMA (2005) aponta que as rochas quartzíticas são o arcabouço de sustentação das formas exuberantes de relevo e dos condicionamentos hidrográficos do PNSC.

O grupo Araxá, na área de estudo subdivide-se em duas unidades. A primeira localiza-se no contato com o Grupo Canastra (Chapadão da Babilônia) e apresenta maior ocorrência de quartzitos e xistos, enquanto que a segunda, localizada ao sul da área da área de estudo (Bacia do rio Grande), é composta principalmente por: xistos constituídos, além de quartzo e mica branca, de granada, biotita, clorita, estauroлита, hornblenda e feldspato (CHAVES; BENITEZ e ANDRADE, 2008).

Na porção NE / E tem-se o grupo Bambuí mais especificamente o Subgrupo Paraopeba constituído, predominantemente nessa área, por rochas sedimentares do tipo: argilitos, siltitos, marga, filitos e xistos.

Os sedimentos da Formação Marília afloram em pequena faixa do Chapadão da Canastra e são compostos por arenito e argilito arenoso. As coberturas detríticas correspondem aos sedimentos não consolidados e materiais parcialmente laterizados que ocupam as zonas de superfícies aplainadas das chapadas e os topos de pequenos morros isolados (IBAMA, 2005). Já os Depósitos Aluvionares correspondem a pequenas faixas da porção NE/E da área de estudo e são constituídos de depósitos de área, cascalho, silte e argila.

A partir dessa base geológica a paisagem da área de estudo apresenta relevo com alternância de platôs, encostas escarpadas e vales encaixados, inseridos principalmente no limite da área decretada para o PNSC, e morros alongados e colinas, predominantes na Zona de Amortecimento. O modelo digital de elevação da área de estudo é exposto na Figura 8 apresentando as classes altimétricas e os limites bem demarcados da estrutura geral do relevo.

Os planaltos são as estruturas proeminentes do relevo da área de estudo. Eles apresentam orientação NW/SE e são condicionados pela estrutura de rochas quartzíticas com dobras total ou parcialmente realçadas pelos processos erosivos. São denominadas pelo IBAMA (2005) de “Serras da Canastra” e podem ser divididos basicamente em duas faixas. A primeira, conhecida regionalmente como Chapadão da Canastra, é formada pelos platôs do Chapadão da Zagaia e do Chapadão Diamante. Já a segunda, denominada Chapadão da Babilônia, é formado pelo relevo mais movimentado e dissecado com ocorrência de vales fluviais da Chapada da Babilônia e das Serras: das Sete Voltas, Preta, Capão Alto, da Gurita e dos Canteiros.

Chaves, Benitez e Andrade (2008) apontam que em termos geomorfológicos, as “Serras da Canastra” constituem uma superfície de aplainamento

“com estrutura NW-SE, extremamente alargada ao norte, que é divisora de águas dos rios que fluem para SE na bacia do Rio São Francisco, como os rios Samburá e Bambuí, daqueles que vertem para o Rio Paranaíba a N-NE (exemplos dos rios Quebra-Anzol e Araguari) e ainda dos pequenos rios que fluem para o Rio Grande a S-SW”.

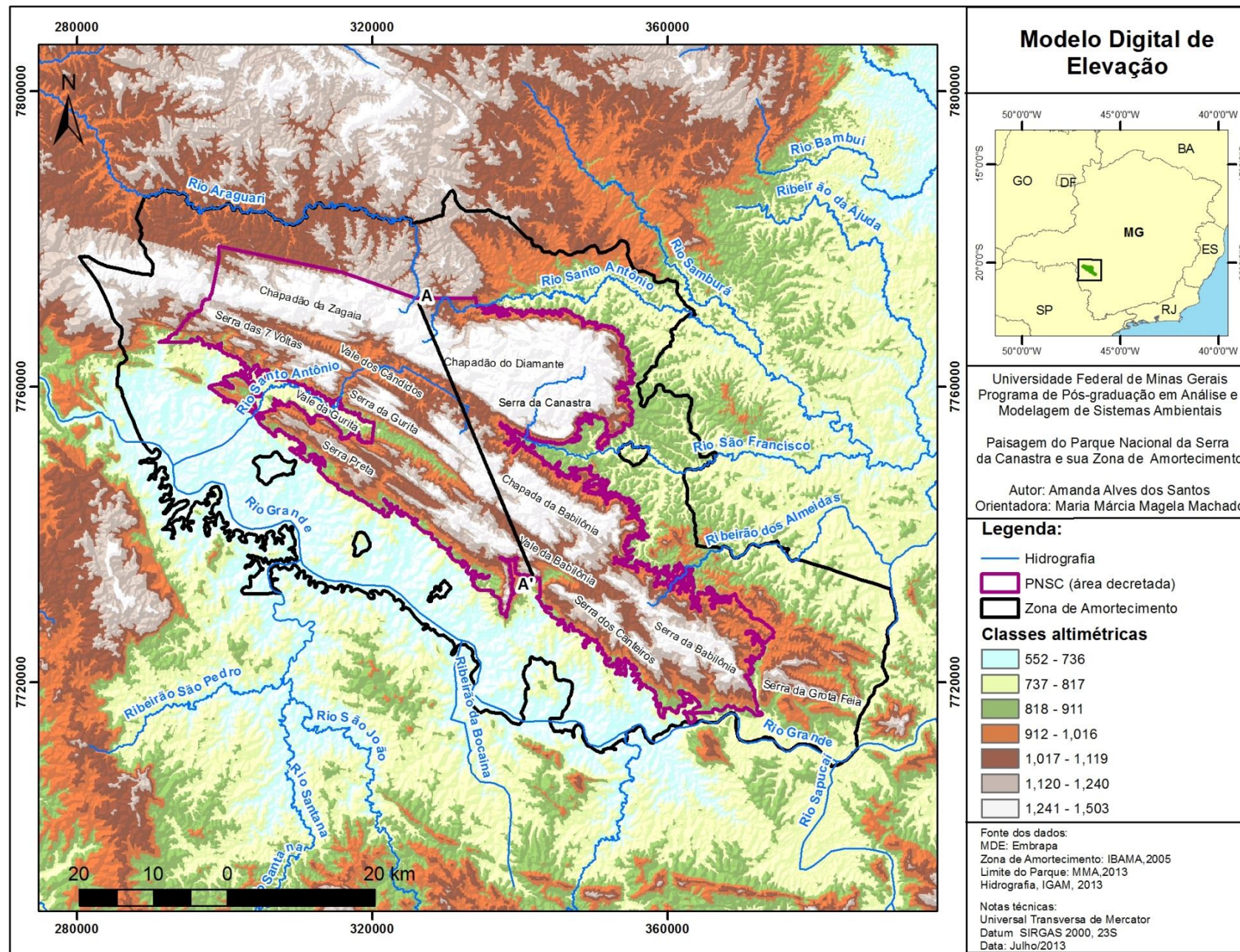


Figura 8 - Modelo Digital de Elevação

Esses planaltos separam contextos geomorfológicos bastante distintos: o Planalto Central Brasileiro a norte, a bacia do São Francisco a leste e a depressão do Rio Grande a sul e a oeste.

Encaixados nas Serras da Canastra estão níveis topográficos mais rebaixados denominados de: Vale dos Cândidos, Vale da Gurita e Vale da Babilônia. De acordo com IBAMA (2005) “as sequências direcionais, por onde foram esculpidos os vales de maior ordem de drenagem são o reflexo dos contatos das rochas quartzíticas com as rochas de menor compacidade”. A Figura 9 apresenta o perfil topográfico da área descrita e demarcada no modelo digital de elevação.

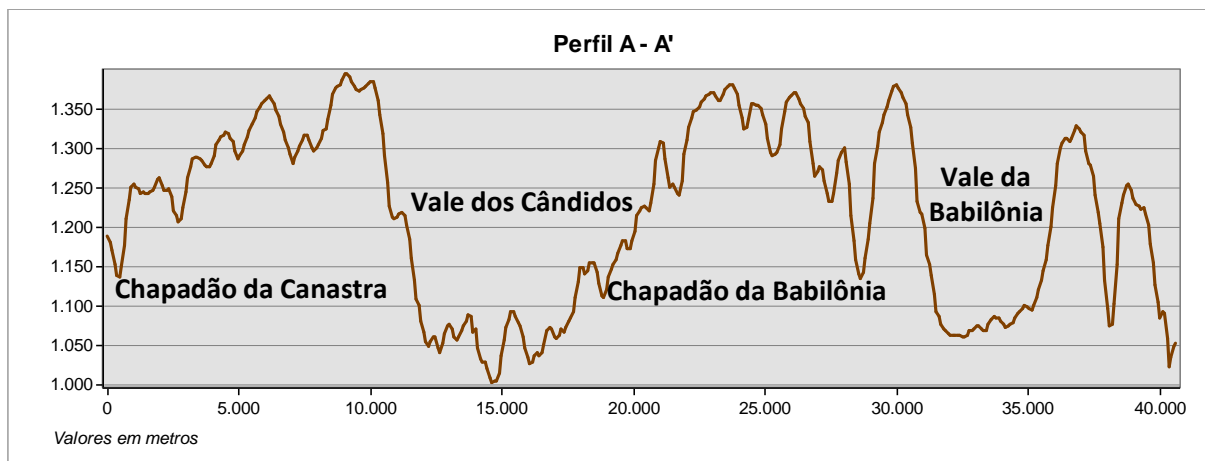


Figura 9 - Perfil Topográfico

Esse perfil ratifica o que foi apresentado acima e demonstra graficamente a presença dos vales encaixados e a maior dissecação do Chapadão da Babilônia.

A porção do entorno da área decretada para o PNSC, ou seja, a Zona de Amortecimento é caracterizada por um relevo que não sofreu significativas deformações tectônicas, mas que foi afetado por diferentes ciclos erosivos. Essa área é composta basicamente por morros alongados elevados e por colinas suavemente onduladas ou com vertentes convexas (IBAMA, 2005; CHAVES; BENITEZ e ANDRADE, 2008).

IBAMA (2005) propõe uma compartimentação do relevo da área de estudo, isto é, a divisão em Unidades de Relevo. Essa divisão foi baseada em características topográficas e morfológicas distintas e sujeitas às mesmas condicionantes climáticas. Segue uma breve descrição das características de cada unidade de acordo com IBAMA (2005):

Compartimento das Chapadas (CP) é formado por três blocos rochosos com altas altitudes (faixas que compõe as Serras da Canastra), e com orientação NW-SE, delimitado por escarpas rochosas bem marcadas na paisagem. É constituído, predominantemente, pelos quartzitos do Grupo Canastra que se encontram metamorfizados, falhados e fraturados.

Compartimento das Depressões Intermontanas (DI) é formado por corredores rebaixados, localizados entre as chapadas quartzíticas. São caracterizados pela ocorrência de sistemas fluviais, que recebem denominações tais como vale dos Cândidos, vale da Gurita e vale da Babilônia.

Compartimento dos Morros Alongados e Elevados (MAE) é formado por morros com interflúvios alongados em diversas direções com intensa rede de vales e ravinas, responsáveis pela dissecação do relevo. Localiza-se na porção norte da área decretada do PNSC compondo a bacia do Rio Araguari.

Compartimento dos Morros Alongados e Colinas com Vertentes Convexas (MACVC) é formado pelo sistema de drenagem do Alto São Francisco, localizado na porção Leste (E) da área de estudo. Pode ser subdivido em dois setores: o setor posicionado mais ao norte é constituído por morros com interflúvios alongados. Esses vão se modificando ao sul com ocorrência de colinas mais amplas e mais convexas que proporcionam um aspecto mais colinoso ao modelado definindo o segundo setor.

Compartimento das Colinas Amplas, Suavemente Onduladas (CASO) é formado por colinas com topos aplainados e vertentes convexas. Localiza-se ao Sul da área de estudo, predominantemente na bacia do rio Grande, e em função da dissecação fluvial é o compartimento mais rebaixado dessa paisagem.

Cada um desses compartimentos ou unidades de relevo tem características morfológicas específicas diretamente relacionadas à sua composição e estrutura geológica.

O sistema hidrográfico, constitui um dos principais elementos na composição dessa paisagem, sendo o ponto de partida para os processos geomorfológicos exógenos existentes como: intemperismo, erosão, transporte e deposição, entre outros. Segundo o IBAMA (2005) esse sistema hidrográfico pode ser subdivido em dois domínios, de acordo com a sua conformação geomorfológica, são eles: as zonas de recarga delimitadas pelos altos topográficos das serras e

chapadas e as zonas de descarga, quase coincidentes ao limite demarcado pela faixa da Zona de Amortecimento.

Essas zonas de recarga abrangem porções das cabeceiras de bacias hidrográficas com importância nacional, bacia dos rios São Francisco e Paraná. Essa última é representada pelas bacias do rio Grande, ao sul e do rio Paranaíba, ao norte, o qual recebe aportes das cabeceiras do rio Araguari. Destaca-se que na área de estudo há uma densa rede de drenagem com inúmeros tributários e centenas de nascentes dando origem a bacias hidrográficas de importância regional. Segundo o plano de manejo (IBAMA, 2005) as mais significativas são relacionadas aos seguintes cursos d'água: rio Grande, ribeirão Santo Antônio, ribeirão Grande, ribeirão das Bateias, rio São Francisco, rio Araguari e rio Santo Antônio (localizado na porção norte).

Em relação à pedologia, tem-se um mosaico de tipos de solo que são denominados genericamente de: Cambissolo, Afloramento rochoso, Argissolo, Latossolo, Neossolo e Plintossolo (UFV et.al, 2010).

O Cambissolo é o mais representativo na área de estudo ocupando 28,23% do total. São solos pouco profundos, com horizonte B incipiente e associados a áreas com relevo mais movimentado. Os Latossolos e Neossolos ocupam praticamente parcelas iguais da paisagem, 26,62% e 26,11% sendo o primeiro um tipo de solo profundo e muito intemperizado com ocorrência predominante no Vale dos Cândidos e na porção sul da área de estudo e o segundo um solo pouco evoluído sem ocorrência de horizonte B diagnóstico distribuído na porção Leste do Chapadão da Canastra e pelo Chapadão da Babilônia. Os Plintossolos, que representam 14,10% da área de estudo, são solos com horizonte plintico logo abaixo do horizonte superficial localizados, principalmente, no Chapadão da Babilônia. A porcentagem restante é ocupada pelos Afloramentos rochosos do Chapadão da Canastra (2,71%) e por solos intemperizados com acúmulo de argila no horizonte B, os Argissolos (2,23%). Esses estão localizados em uma pequena faixa a SE.

No geral percebe-se que os tipos de solo estão diretamente relacionados com o relevo. Nos chapadões e porções mais elevadas há predominância de solos com o horizonte B menos desenvolvido ou inexistente, enquanto que nas porções mais rebaixadas são predominantes os solos mais profundos e intemperizados.

Segundo o mapeamento da vegetação original do Brasil disponibilizado pelo IBGE (2004) a maior parte da área de estudo pertence à fisionomia Savana com formações Gramíneo-lenhosa⁴. A pequena porção restante se localiza ao Sul, próximo à represa Mascarenhas de Moraes e é composta por áreas de tensão ecológica com fisionomias de Savana e Floresta Estacional.

Utilizando a classificação proposta por Ribeiro e Walter (1998) apud IBGE (2012) essa área é composta por formações campestres: Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo e por formações savânicas: Cerrado e Cerrado Sentido Restrito (cerrado denso, cerrado ralo e cerrado rupestre). Além dessas, são encontradas savana-parque (campo cerrado) e formações florestais diversas dependendo do substrato. Essas já sofreram, em graus diferentes, algum tipo de alteração e encontram-se em estágio secundário em função dos usos atuais e pretéritos da área de estudo relacionados, principalmente, com uso de fogo para manejo de pastagens (IBAMA, 2005).

De acordo com o mapeamento da cobertura vegetal realizado em 2009 pela Universidade Federal de Lavras a cobertura vegetal remanescente da área de estudo é representada pelas fisionomias: Campo, Campo cerrado, Campo rupestre, Cerrado e Floresta estacional semidecidual montana. De maneira geral têm-se as formações florestais concentradas em zonas mais úmidas e de solos mais férteis, principalmente nos vales e as formações campestres e savânicas concentradas em solos mais drenados, com maior disponibilidade de nutrientes e localizados em áreas de altitudes mais elevadas.

⁴ São denominadas também de Campo-Limpo-de-Cerrado (IBGE, 2012)

4. MATERIAS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos propostos para essa pesquisa.

4.1. Materiais

Os materiais utilizados foram subdivididos, em categorias, de acordo com suas características específicas conforme descrito à seguir:

Dados cartográficos

- Imagens Landsat 8/Sensor OLI (2013) – USGS – Resolução: 30 metros
- Modelo Digital de Elevação (MDE) /SRTM (2005)- Embrapa – Resolução: 90 metros
- Geologia (2010) – CODEMIG/CPRM – Escala: 1.1.000.000
- Solos (2010) – UFV – Escala: 1.650.000
- Unidades de relevo (2005) – IBAMA - Escala: 1.250.000
- Processos minerários (2013) – SIGMINE
- Limite municipal (2010) – IBGE
- Zona de amortecimento (2005) – IBAMA
- Área decretada e regulamentada (2005) - MMA
- Limite do PNSC (Área decretada) (2005) - MMA
- Coordenadas levantadas em campo (2013)
- Cartas topográficas (1971) – IBGE

Dados alfanuméricos

- Memorial descritivo do Monumento Natural Vale da Babilônia – PLC 148-2010
- Memorial descritivo do Monumento Natural Vão dos Cândidos – PLC 148-2010
- Memorial descritivo limite proposto PNSC – PLC 148-2010

Softwares

- ArcGIS 10.1
- ENVI 4.5
- ENVI EX
- FRAGSTATS

- Weka Explorer
- GPS TrackMaker Pro

Equipamentos de campo

- GPS Garmin 62
- Câmera Fotográfica Power Shot SX50 HS

4.2. Métodos

O desenvolvimento deste trabalho deu-se a partir apropriação do conceito de Paisagem considerando as abordagens, geográfica e de ecologia da paisagem. A metodologia proposta é baseada na análise integrada de elementos que compõe a paisagem e na quantificação da estrutura gerada pela interação desses elementos. As etapas que compõem os procedimentos adotados são descritas a seguir:

4.2.1. Trabalho de campo

Foram realizados dois trabalhos de campo. O primeiro no mês de março de 2013 e o segundo em no mês de maio do mesmo ano. No primeiro, foi percorrido a área regulamentada do PNSC e o entorno do rio São Francisco que está localizado no interior do limite decretado desse parque. Já o segundo foi realizado na chapada da Babilônia e seu entorno prolongando até as proximidades do rio Grande.

4.2.2. Tratamento e Processamento dos Dados

Em função de discrepâncias os dados cartográficos foram convertidos para a mesma projeção e datum (UTM-23S/SIRGAS 2000). Os dados cartográficos em formato vetor foram tratados para correção de erros topológicos e organização e atualização da tabela de atributos. Já para os dados em formato matricial, procedimentos como georreferenciamento, vetorização, composição das bandas, montagem de mosaico, realce e recorte foram realizados.

- Imagens de satélite Landsat 8, sensor OLI, cena da órbita ponto 219/074 e 220/074, 2013 foram disponibilizadas ortorretificadas dispensando a etapa inicial de correção geométrica. O realce das bandas foi realizado a partir do método de ajuste linear de contraste buscando melhorar a qualidade visual e facilitar a interpretação. Na etapa

seguinte, composição das bandas, visando potencializar as informações e, conseqüentemente, a capacidade de distinção de alvos durante a classificação foram utilizadas 6 bandas, a saber 2, 3, 4, 5, 6 e 7, todas com resolução espacial de 30 metros. As imagens resultantes da composição foram recortadas de acordo com a área de estudo, para facilitar elaboração do mosaico. O mosaico foi realizado pelo método de georreferenciamento com balanceamento automático de cores, de forma a minimizar as diferenças na visualização das imagens utilizadas. Todos os procedimentos foram realizados no *software* Envi 4.5

- O modelo digital de elevação é derivado das imagens do radar SRTM (*Shuttler Radar Topography Mission*), cartas SF-23-V-B, SF-23-V-A, SE-23-Y-D, SE-23-Y-C, do ano 2005. As cartas foram mosaicadas utilizando o mesmo método descrito para as imagens de satélite e, posteriormente, recortadas de acordo com o limite da área de trabalho. Todos os procedimentos foram realizados no software Envi 4.5.
- Mapas de Solos e Unidades de Relevo: as bases matriciais obtidas foram georreferenciadas utilizando, transformação geométrica polinomial de primeiro grau e reamostradas a partir do método de interpolação por vizinho mais próximo. Em seguida foram vetorizadas e produzida a respectiva tabela de atributos. Um procedimento de verificação topológica foi implementado buscando corrigir possíveis erros derivados da vetorização.
- O mapa geológico disponibilizado, em formato vetorial abrangendo todo o estado de Minas Gerais foi recortado de acordo com limite da área de estudo. Foi realizada também a verificação topológica a fim de suprimir erros possíveis em análises posteriores. Todos os procedimentos foram realizados no software ArcGIS 10.1.
- Processos minerários, limite municipal, zona de amortecimento, área decretada e regulamentada e limite do PNSC (área decretada) foram obtidas em formato vetorial, sendo realizada apenas a conversão do sistema de coordenadas e datum.
- Pontos levantados em campo: as coordenadas obtidas por meio de GPS foram descarregados utilizando o software GPS Trackmaker Pro e convertidos para o formato shapefile. As informações de cobertura vegetal, uso do solo e fragilidades ambientais observadas in loco deram origem a uma base de dados georreferenciada aos pontos.

- Memoriais descritivos: os limites propostos para os Monumentos Naturais e para o PNSC foram espacializadas possibilitando a criação das poligonais para cada proposta de limite de unidade de conservação

4.2.3. Mapeamento da Cobertura Vegetal e Uso do Solo

As imagens utilizadas para o mapeamento da Cobertura Vegetal e Uso do Solo foram pré-processadas conforme apresentado no item anterior. Em seguida, foi realizada a classificação não supervisionada da imagem utilizando o algoritmo ISODATA com o objetivo de investigar os padrões espectrais existentes para a área de estudo. Por meio desse procedimento foi possível iniciar a identificação das classes que poderiam ser mapeadas de acordo com a resolução espacial da imagem utilizada (30 metros).

Para definição das classes de mapeamento foi realizado levantamento bibliográfico e trabalho de campo. Foram identificadas dez classes que abrangem diferentes usos do solo e cobertura vegetal da área, conforme descrito no Quadro 3 apresentado a seguir.

Quadro 3 - Descrição das Classes de Cobertura Vegetal e Uso do Solo

Classe	Descrição
Formações Florestais	Vegetação de porte arbóreo-arbustivo: Floresta estacional semidecidual, savana arborizada, matas de galeria e formações secundárias, como as capoeiras.
Formações Campestres	Vegetação de porte gramíneo-arbustiva: Campo Rupestre Quartzítico, Campo Limpo, Campo Sujo.
Cultivo	Áreas com culturas temporárias, perenes e eucalipto.
Solo Exposto	Solo exposto, estradas não pavimentadas, processos erosivos, áreas com colheita recente.
Pastagem	Áreas com pastagem plantada.
Área Alagada	Áreas nas proximidades das represas que ficam parte do ano submersas.
Corpos d'água	Lagos e represas naturais ou artificiais e parte de rios representativos.
Área Urbana	Áreas de ocupação urbana.
Mineração	Áreas com atividade minerária.
Nuvem	Sem informação. A informação foi sobreposta por nuvens.

Na etapa seguinte foi realizada classificação baseada em objeto. Nesse método a segmentação é o passo preliminar, e consiste na divisão da imagem em objetos homogêneos e contíguos, de acordo com a heterogeneidade da imagem (forma, textura e cor) e com o limiar de escala

definido (tamanho dos objetos). Após alguns testes foi escolhido, para esse trabalho, o nível de escala 60, sendo que esse varia entre o nível mais grosseiro (100) ao mais detalhado (1) e para o parâmetro de união dos segmentos em subgrupos o valor de 70.

A classificação final foi realizada no modo supervisionado, com a indicação de no mínimo 20 segmentos para cada uma das classes pré-determinadas, sendo esses utilizados como amostras. Aplicou-se o algoritmo K-Nearest Neighbor que calcula a distância euclidiana entre cada objeto da imagem segmentada e todos os objetos de treinamento definidos para avaliar o grau de pertencimento do segmento em cada classe. A classificação baseada em objeto foi realizada por meio da ferramenta *Feature Extraction* do software Envi EX.

A pós-classificação, realizada no software ArcGIS 10.1, consistiu de conversão da imagem classificada em vetor, validação da classificação por meio de sobreposição com a imagem de satélite, com os pontos de campo e com as imagens disponibilizadas pelo Google Earth e edição vetorial dos polígonos classificados de forma incorreta para sua correção.

O mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo é apresentado a seguir na Figura 10.

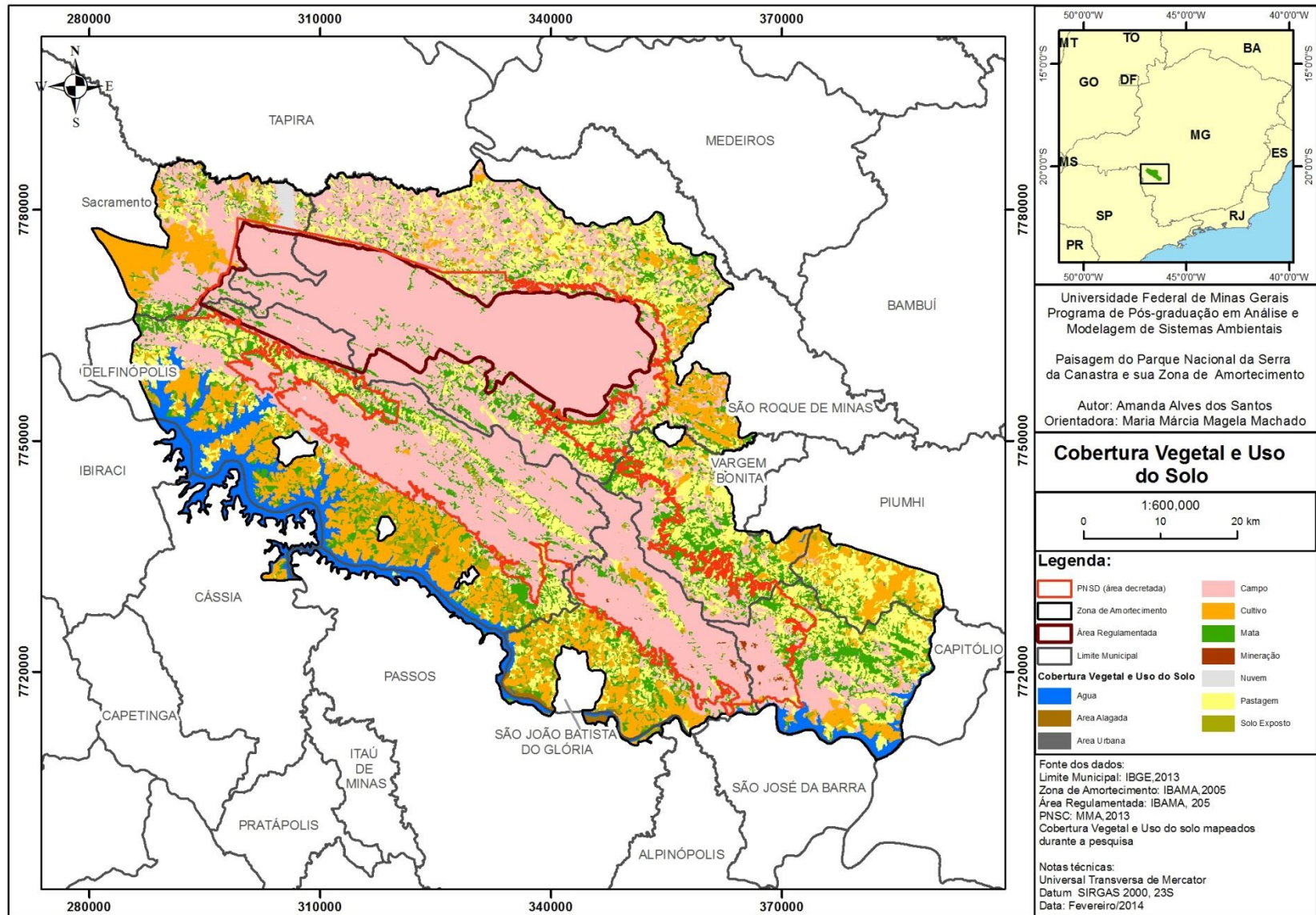


Figura 10 - Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo

4.2.4. Mapeamento da Composição e Configuração da Paisagem

Este mapeamento permite a análise geral da distribuição das feições identificadas no mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo e de sua estrutura espacial.

A análise da composição foi realizada a partir das classes de Cobertura Vegetal e Uso do Solo constantes no mapa produzido. Foram calculadas, utilizando o software *Fragstats*, as métricas de paisagem de análise de área (CA) e de diversidade (PLAND) para caracterizar de maneira geral a composição da paisagem da área de estudo.

A análise configuração foi realizada a partir dos fragmentos das Formações Florestais e Formações Campestres constantes no mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo. Foram calculadas as seguintes métricas de paisagem: análise de área (AREA), análise da área núcleo (CORE) e análise de vizinhança (ENN_MN). Essas métricas, calculadas no software *Fragstats*, foram relacionadas aos fragmentos por meio do procedimento de união de tabelas (*join*) disponível no software ArcGIS. As métricas de área e área núcleo foram agrupadas segundo o tamanho nas seguintes classes: menor que 1, 1 a 10, 10 a 50, 50 a 100, 100 a 500, 500 a 10.000 e maior que 100.000 (valores em hectares). Já a métrica de vizinhança foi subdividida em 7 classes utilizando o método de classificação por quebra natural (*Natural Breaks*). Os mapas a seguir apresentam a espacialização das métricas calculadas (Figuras 11, 12 e 13).

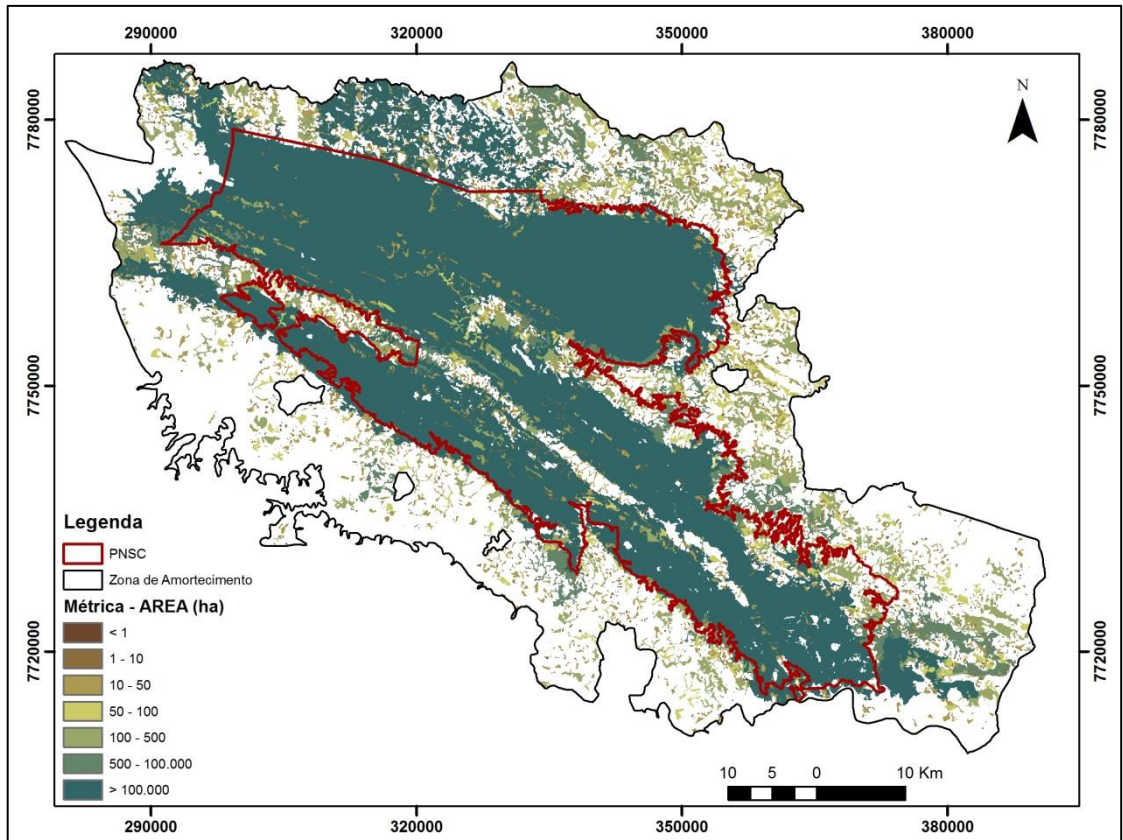


Figura 11 - Mapa de Tamanho dos Fragmentos

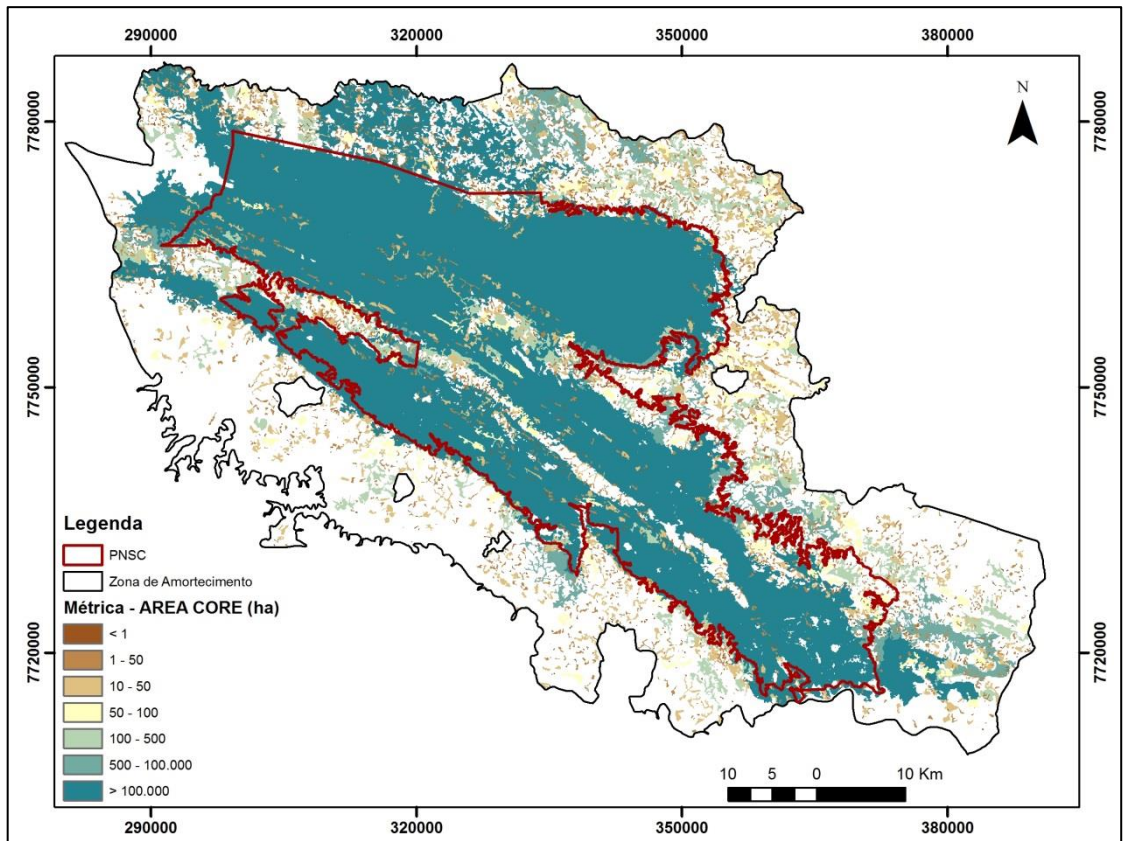


Figura 12 - Mapa de Tamanho de Área Núcleo

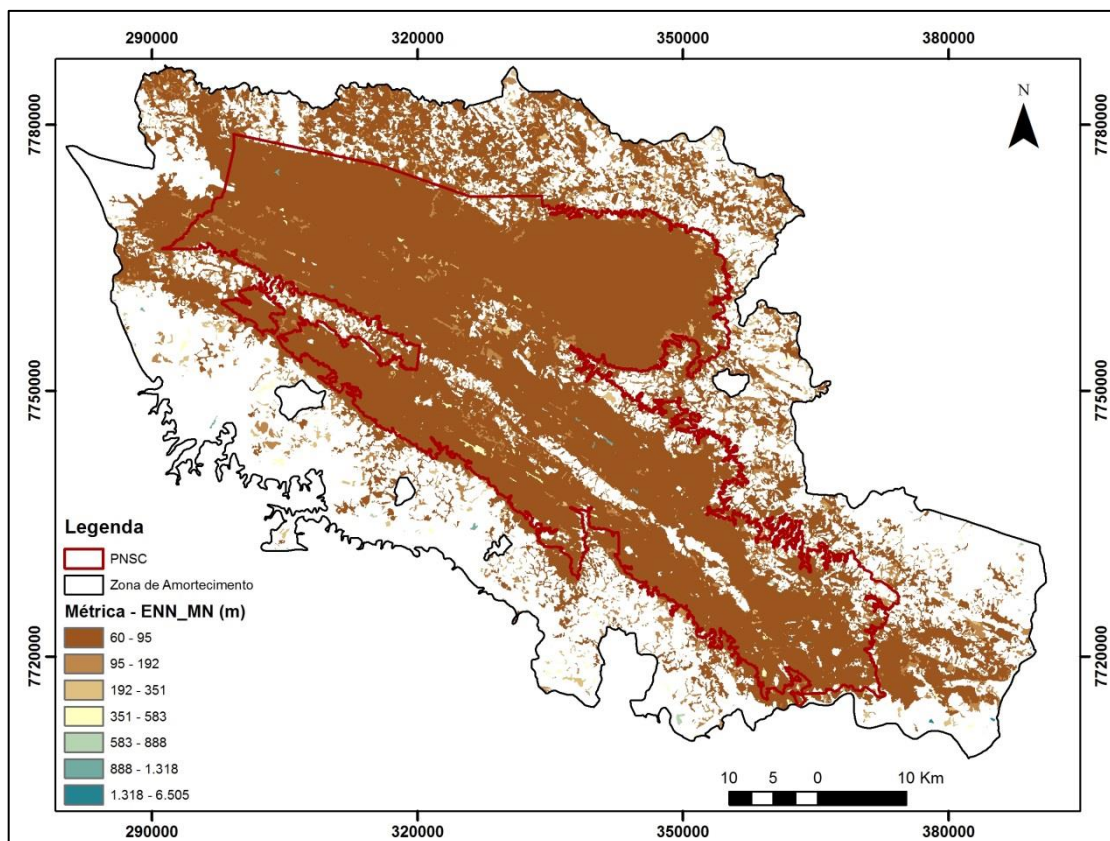


Figura 13 - Mapa de Distância dos Fragmentos

Como cada uma dessas métricas tem significado ecológico e seus resultados estão relacionados com o nível de fragmentação da paisagem e seus principais efeitos conforme já explicitado no Capítulo 2, foi realizado uma reclassificação dos valores agrupados das métricas para obtenção do Mapa Síntese de Fragmentação da Cobertura Vegetal.

A reclassificação foi realizada inserindo valores de 1 a 7 para cada grupo de resultados das métricas calculadas. Os valores maiores estão relacionados com condições que propiciam um alto grau de fragmentação, por conseguinte os valores menores relacionam-se com as condições contrárias a essas. Na Tabela 2, apresentada a seguir, podem ser observados os valores definidos para cada categoria das métricas calculadas.

Tabela 2 - Reclassificação das métricas de paisagem

Métrica	Categoria	Reclassificação
Área (ha)	< 1	7
	1 - 10	6
	10 - 50	5
	50 - 100	4
	100 - 500	3
	500 - 10.000	2
	> 10.000	1
Área núcleo (ha)	< 1	7
	1 - 10	6
	10 - 50	5
	50 - 100	4
	100 - 500	3
	500 - 10.000	2
	> 10.000	1
Vizinhança (m)	60 - 95	1
	96 - 192	2
	193 - 351	3
	352 - 583	4
	584 - 888	5
	889 - 1.318	6
	1.319 - 6.505	7

Os mapas com as métricas reclassificadas foram submetidos ao processo de álgebra de mapas por meio da equação soma. Os valores resultantes desse processo de somatória pixel a pixel foram classificados por método de quebra natural em três faixas de grau de fragmentação alto, médio e baixo gerando o Mapa Síntese de Grau de Fragmentação da Cobertura Vegetal da área de estudo. Esse será apresentado no capítulo Resultados e Conclusões.

4.2.5. Identificação e Delimitação das Unidades de Paisagem

Neste item são apresentados os procedimentos utilizados para identificação e delimitação das Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento.

Nesse trabalho o conceito proposto por Monteiro (1974)⁵ para geossistemas é adotado como Unidade de Paisagem. Para tanto foi desenvolvida uma metodologia para a compartimentação da paisagem em unidades.

Para identificar e definir essas Unidades foram utilizados métodos de análise espacial e mineração de dados considerando os seguintes elementos: unidades de relevo, solos, geologia, cobertura vegetal e uso do solo, hipsometria, hidrografia e declividade. Com exceção dos três últimos, as bases de dados dos demais elementos já haviam sido tratadas para a construção das variáveis que irão compor a análise.

A hidrografia foi extraída do MDE utilizando a ferramenta *Hidrology* do *Spatial Analyst Tools* (Software Arcgis 10.1). A validação da base hidrográfica gerada, assim como a denominação dos cursos d'água foi realizada a partir da sobreposição com a imagem de satélite e com as cartas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000 e 1:100.000. Como esse elemento é linear foi necessário, transformá-lo em superfície para o uso na análise espacial. O método definido para a transformação foi a densidade de Kernel a qual estima curvas de densidade a partir do dado escolhido, neste caso a hidrografia. A superfície de Kernel resultante foi categorizada utilizando o método de classificação por quebra natural com três classes. O resultado desse procedimento foi o mapa com as densidades hidrográficas da área de estudo (Figura14).

⁵ “entidade espacial segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único em perpétua evolução”(MONTEIRO, 1974 apud MONTEIRO, 2001).

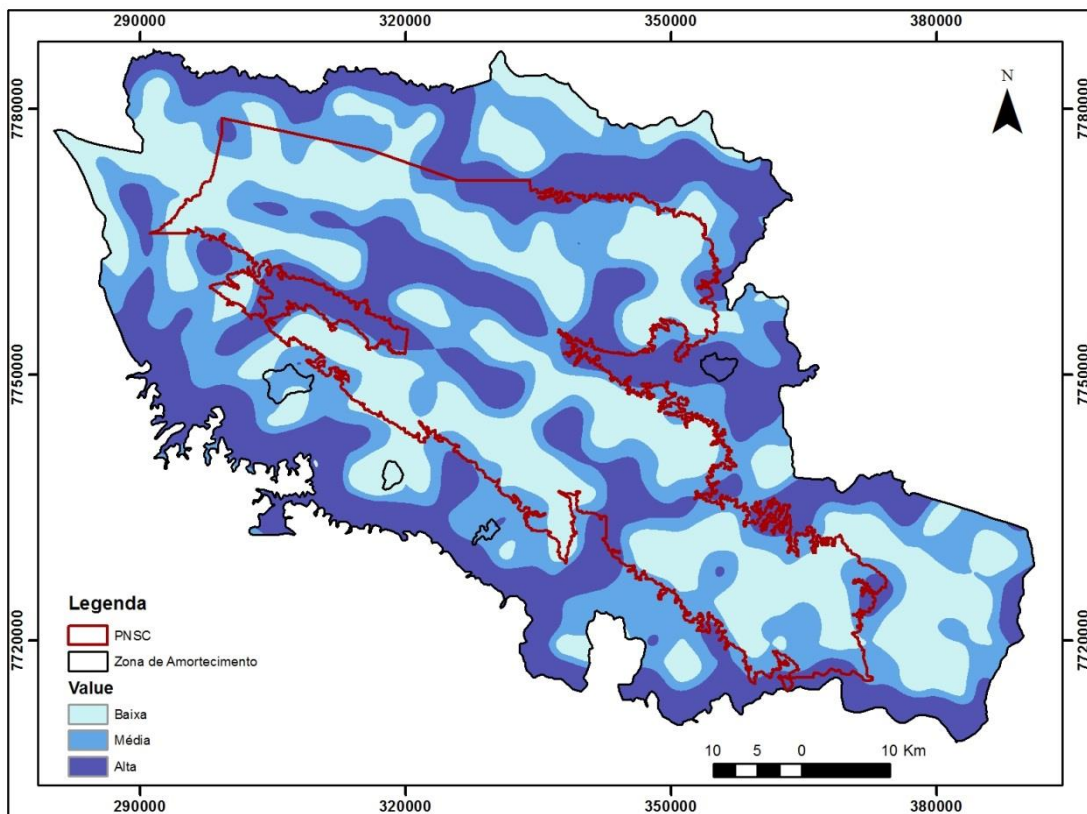


Figura 14 - Mapa de Densidade Hidrográfica

A hipsometria e a declividade também são derivadas do MDE. O mapa hipsométrico foi elaborado a partir da representação do relevo em faixas de elevação de 100 metros (Figura 15). Para o mapa de declividade foram utilizadas as faixas definidas pela classificação da declividade das formas de relevo adotado pelo IBGE e EMBRAPA (Plano 0 a 3%, Suave Ondulado 3 a 8%, Ondulado 8 a 20%, Forte Ondulado 20 a 45%, Montanhoso 45 a 75% e Escarpado > que 75%) (Figura 16).

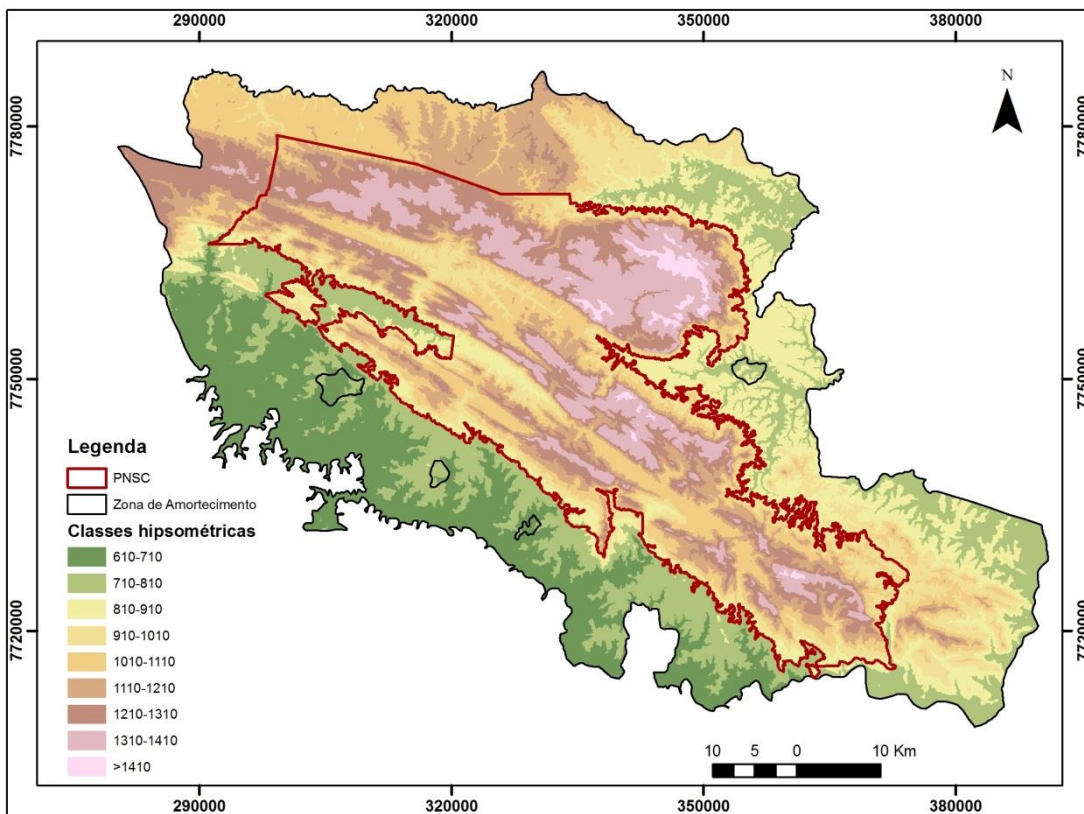


Figura 15 - Mapa Hipsométrico

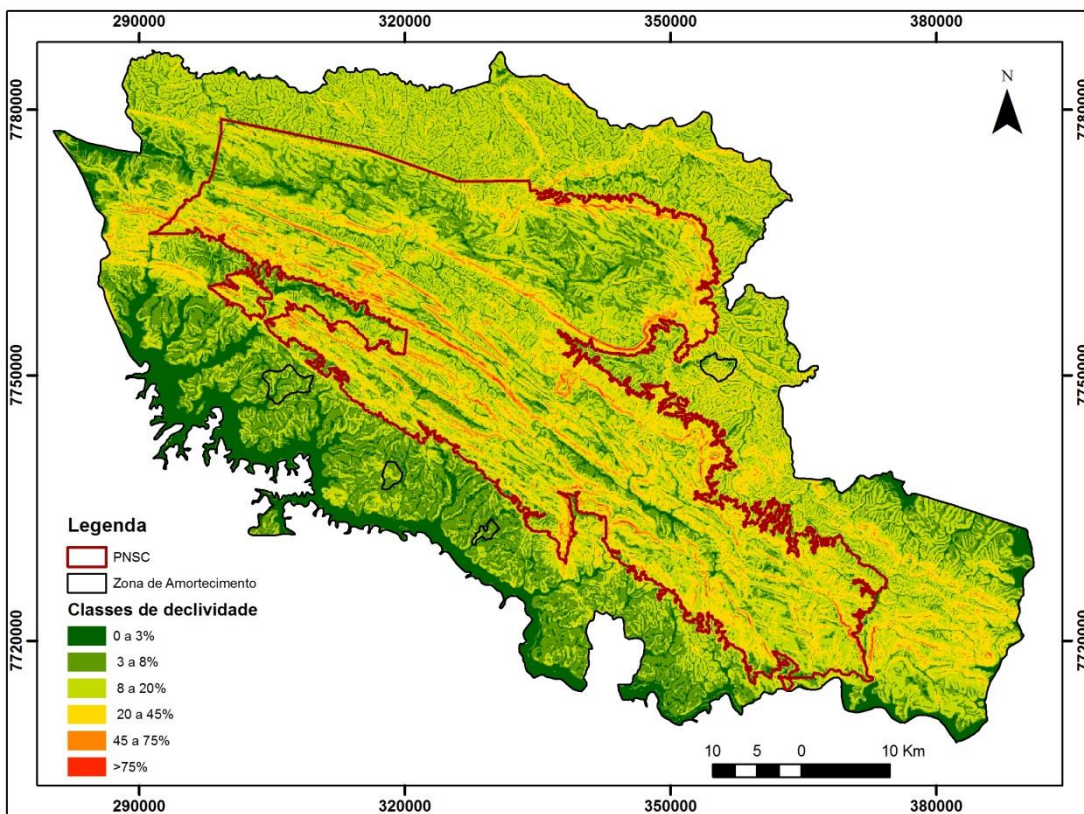
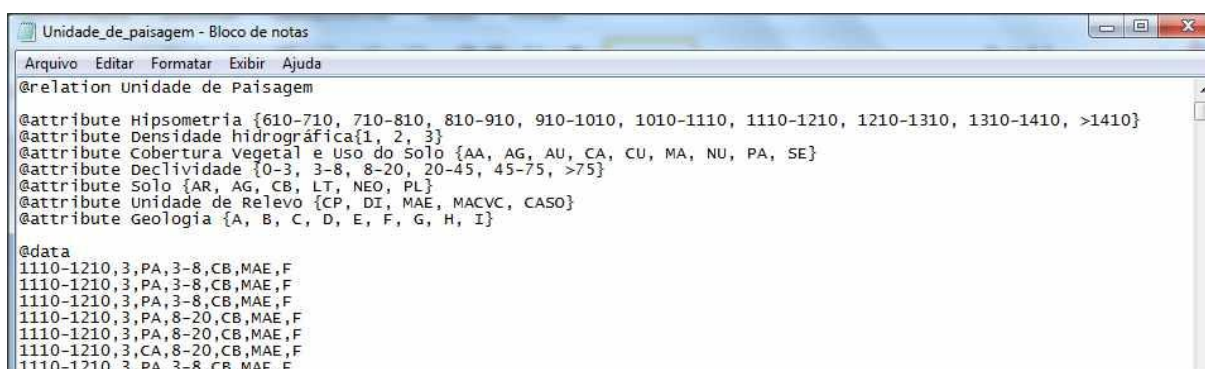


Figura 16 - Mapa de Declividade

A integração dos elementos da paisagem, ou seja, das variáveis consideradas foi processada por meio da interseção dos seus respectivos layers, no *software* ArcGIS 10.1. Foram geradas 151.646 combinações possíveis de informação. Essas combinações foram formatadas em um arquivo de bloco de notas (Figura 17) e salvas em formato compatível com o *software* Weka Explorer (.arff).



```
Unidade_de_paisagem - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
@relation Unidade de Paisagem
@attribute Hipsometria {610-710, 710-810, 810-910, 910-1010, 1010-1110, 1110-1210, 1210-1310, 1310-1410, >1410}
@attribute Densidade hidrográfica{1, 2, 3}
@attribute Cobertura Vegetal e uso do Solo {AA, AG, AU, CA, CU, MA, NU, PA, SE}
@attribute Declividade {0-3, 3-8, 8-20, 20-45, 45-75, >75}
@attribute Solo {AR, AG, CB, LT, NEO, PL}
@attribute Unidade de Relevo {CP, DI, MAE, MACVC, CASO}
@attribute Geologia {A, B, C, D, E, F, G, H, I}
@data
1110-1210,3,PA,3-8,CB,MAE,F
1110-1210,3,PA,3-8,CB,MAE,F
1110-1210,3,PA,3-8,CB,MAE,F
1110-1210,3,PA,8-20,CB,MAE,F
1110-1210,3,PA,8-20,CB,MAE,F
1110-1210,3,CA,8-20,CB,MAE,F
1110-1210,3,PA,3-8,CB,MAE,F
```

Figura 17 - Arquivo de entrada do *Software* Weka Explorer

Visando encontrar padrões nas combinações geradas e conseqüentemente orientar a identificação das Unidades de Paisagem foi implementado, no *software* Weka Explorer, um procedimento de aprendizagem por computador denominado mineração de dados.

Neste trabalho, a mineração de dados foi baseada em classificação por árvore de decisão utilizando o algoritmo J48. Conforme descrito no Capítulo 2 essa técnica permite encontrar regras para divisão de um conjunto de dados em grupos, de forma que uma determinada amostra seja caracterizada pelo comportamento do grupo onde está inserida. O algoritmo cria uma árvore de decisão construída do topo (nó raiz) para a base (folhas), onde a variável definida como o topo representa o elemento mais integrador da análise, portanto a variável mais significativa da classificação. O funcionamento do algoritmo é semelhante ao de um fluxograma em forma de árvore criando sub-árvores até chegar as folhas (categoria final da classificação), o que implica numa seqüência hierárquica de divisões. Após a árvore de decisão montada, para classificarmos uma nova amostra, basta seguir o fluxo na árvore começando do nó raiz até chegar a uma folha.

Mesmo tratando de uma análise integradora de vários elementos, admite-se que determinado elemento pode ter preponderância na configuração espacial da paisagem (MONTEIRO, 2001). Neste trabalho, foi utilizado como elemento condutor da análise as Unidades de Relevo

baseado em Ross (2009) que indica que a compartimentação geomorfológica auxilia na identificação das Unidades de Paisagem.

Utilizando as 151.646 combinações, divididas nas cinco classes do elemento condutor, variável Unidades de Relevo, foi então gerada a árvore de decisão na qual a geologia foi apresentada como topo. O próximo nó da árvore, isto é, o segundo elemento mais significativo apresentou variações entre os elementos solos e hipsometria, dependendo da classe de geologia utilizada como nó superior. Os demais elementos foram sendo dispostos hierarquicamente na árvore de decisão, em função das regras de classificação implementadas pelo algoritmo J-48. O relatório de desempenho com as estatísticas geradas durante a classificação pode ser visualizado na figura 18 apresentada a seguir.

```

Classifier output

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      124222          81.9158 %
Incorrectly Classified Instances    27424           18.0842 %
Kappa statistic                     0.7645
Mean absolute error                 0.1029
Root mean squared error            0.2278
Relative absolute error             33.3083 %
Root relative squared error        57.9527 %
Total Number of Instances         151646

=== Detailed Accuracy By Class ===

          TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  ROC Area  Class
          0.814   0.087   0.782     0.814   0.798     0.945    CP
          0.49    0.032   0.66     0.49    0.562     0.909    DI
          0.834   0.033   0.808     0.834   0.821     0.977    MAE
          0.911   0.057   0.871     0.911   0.89     0.98     MACVC
          0.874   0.025   0.876     0.874   0.875     0.99     CASO
Weighted Avg.  0.819   0.054   0.814     0.819   0.815     0.963

=== Confusion Matrix ===

   a   b   c   d   e  <-- classified as
34341 2535 1870 2241 1207 | a = CP
 4894 8383  636 1559 1640 | b = DI
   765  541 17885 2248    0 | c = MAE
 1802  131  1755 41050  342 | d = MACVC
 2101 1120    0    37 22563 | e = CASO
    
```

Figura 18 - Relatório de desempenho da classificação

O índice Kappa calculado foi de 0,7645 demonstrando, de acordo com a tabela de limiares proposta por Landis e Koch (1977 apud Hayakawa et al., 2009), que o desempenho da classificação foi muito bom. Corroborando com essa informação, o erro quadrático médio calculado foi de 0,2278 indicando que o modelo de classificação proposto está ajustado aos dados.

A matriz de confusão (Tabela 3) apresenta taxa de acerto de 81,92%, ou seja, nas combinações relativas a esse percentual o elemento utilizado como condutor (Unidades de Relevo) contém um padrão capaz de distinguir porções da paisagem. A porcentagem restante 18,08% contempla as combinações que foram reagrupadas de acordo com as regras estabelecidas pela classificação por árvore de decisão.

Tabela 3 - Matriz de Confusão (%)

Unidade de Relevo	Dados da Classificação				
	CP	DI	MAE	MACVC	CASO
CP	81.4	6.0	4.4	5.3	2.9
DI	28.6	49.0	3.7	9.1	9.6
MAE	3.6	2.5	83.4	10.5	0.0
MACVC	4.0	0.3	3.9	91.1	0.8
CASO	8.1	4.3	0.0	0.1	87.4
Taxa de acerto total 81,92%					
<p>CP: Chapadas, DI: Depressões Intermontanas; MAE: Morros Alongados Elevados; MACVC: Morros Alongados e Colinas com Vertentes Convexas, CASO: Colinas Amplas, Suavemente Onduladas.</p>					

Dentre as classes da variável condutora as Depressões Intermontanas (DI) foi a que apresentou maior confusão na classificação (51%). As demais apresentaram percentuais de acerto acima de 80% contribuindo para a alta porcentagem de acerto total.

O mapa com o resultado dessa classificação foi elaborado por meio da espacialização das regras de associação de variáveis geradas pela árvore de decisão (ANEXO A). Para esse procedimento, foram realizadas, utilizando o *software* ArcGIS 10.1, consultas SQL (Structured Query Language) e inserção, na tabela de atributos, das novas classes definidas. O mapa resultante é apresentado na Figura 19 a seguir.

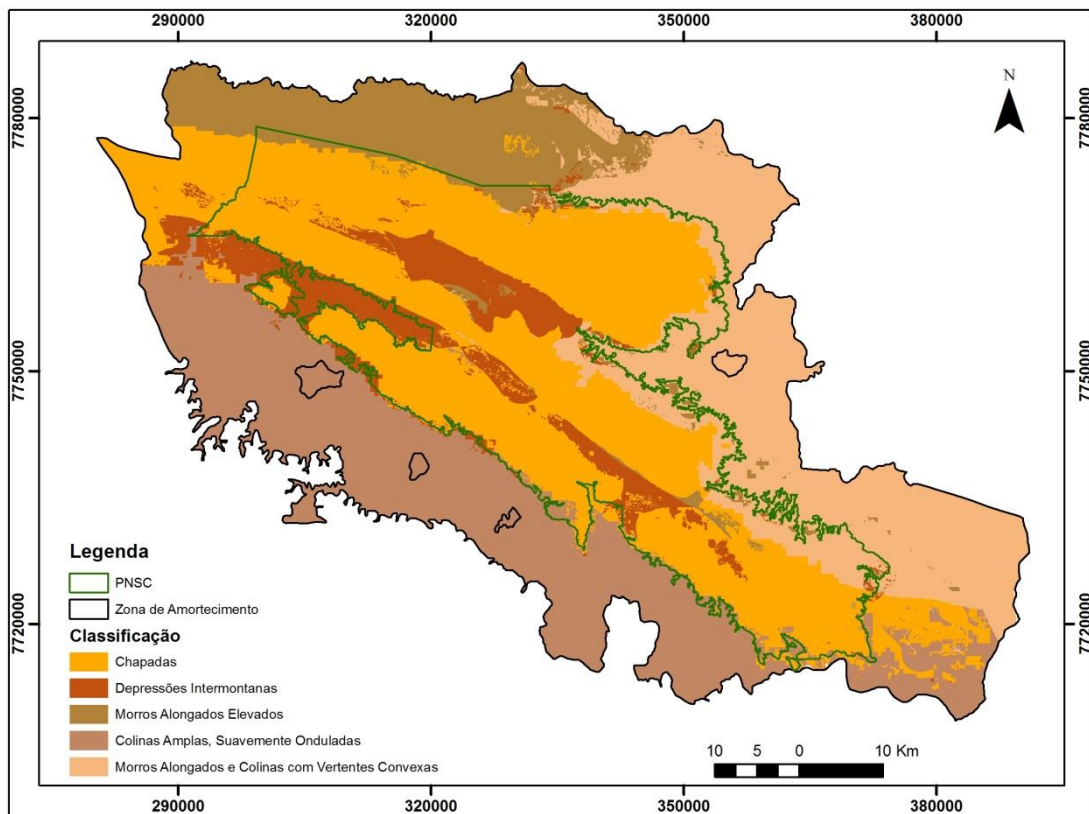


Figura 19 - Mapa Resultante da Classificação por Árvore de Decisão

Como a geologia é o dado com menor nível de detalhamento e foi indicado pela classificação como nó raiz optou-se por fazer uma verificação dessa importância indicada. Assim foi realizada a classificação, utilizando os métodos já descritos e considerando apenas os elementos: unidade de relevo, declividade, hipsometria, densidade hidrográfica, solos e cobertura vegetal e uso do solo. Nessa classificação, o índice Kappa e a taxa de acerto total foram reduzidos para 0,6499 e 73,22% respectivamente e a espacialização das regras de associação produziu um mapa com menor homogeneidade do que o apresentado anteriormente (Figura 20) dificultando a identificação das Unidades de Paisagem. Desta forma, foi possível comprovar a importância do uso da variável geologia na classificação e consequentemente na identificação das Unidades de Paisagem.

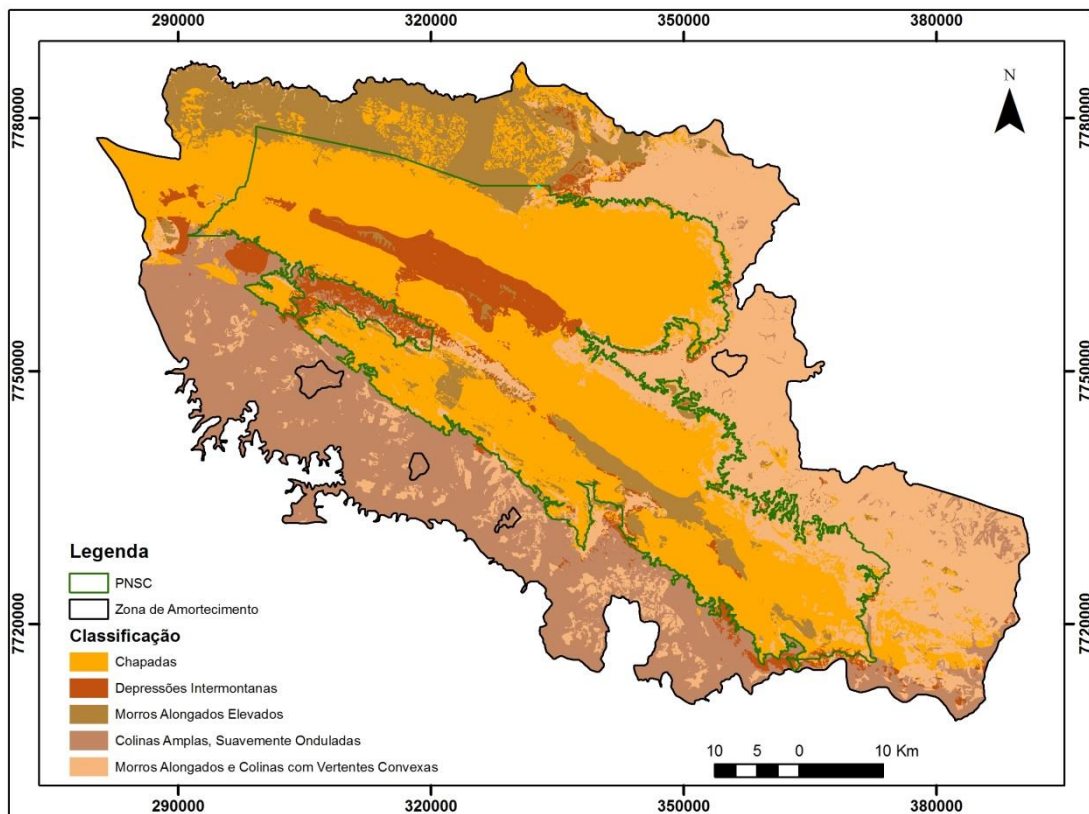


Figura 20 - Mapa Resultante da Classificação por Árvore de Decisão (sem a variável geologia)

Para identificação e mapeamento das Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento foi utilizado o mapa gerado a partir da primeira classificação proposta. Esse foi refinado por meio da vetorização das porções com certo grau de homogeneidade considerando também as feições visualizadas por meio da sobreposição com a imagem de satélite Landsat8. Desse procedimento resultou a delimitação de 7 unidades de paisagem que, posteriormente, foram nomeadas considerando aspectos de reconhecida relevância em cada UP. Ressalta-se que entre os limites definidos para as UPs há uma faixa de transição conforme foi indicado por Monteiro (2001) e Dias (2006). O mapa com a delimitação das Unidades de Paisagem foi a apresentado no Capítulo 5 - Resultados e Conclusões.

4.2.6. Caracterização das Unidades de Paisagem

As Unidades de Paisagem foram caracterizadas buscando descrever as propriedades e relações intrínsecas aos elementos do sistema ambiental. Para isso foram analisados de forma integrada os elementos, cobertura vegetal e uso dos solos, geologia, relevo (hipsometria e declividade), solos e hidrografia específicos de cada Unidade.

Métricas de Paisagem de área (CA) e diversidade (PLAND) foram calculadas para as classes do mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, em cada UP, com o objetivo de quantificar o padrão de distribuição espacial das tipologias existentes. Buscando o detalhamento dos aspectos relacionados com a conservação dos remanescentes de cobertura vegetal, um número maior de métricas foi calculado para as classes de Formações Florestais e Formações Campestres, a saber: área (CA, AREA_AM, AREA_CV, LPI), diversidade (PLAND), heterogeneidade (NP), área núcleo (TCA, CPLAND, NDCA) e vizinhança (ENN_MN). Esse cálculo foi realizado utilizando o *software* FRAGSTATS 4.1. A descrição das métricas utilizadas e de seu significado ecológico foi apresentado no Capítulo 2.

Essa caracterização, realizada por meio da análise integrada dos elementos e do cálculo das métricas, possibilitou a identificação dos aspectos impulsionadores da degradação da paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento e consequente apontamento das fragilidades existentes em cada Unidade de Paisagem.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados estão subdivididos de forma a atender o objetivo geral e os objetivos específicos propostos para esse trabalho.

5.1. Composição e Configuração da Paisagem

A análise da cobertura vegetal e uso do solo, tendo como referência o mapeamento produzido, e o cálculo das métricas de paisagem aliado a álgebra de mapas permitiu a caracterização, respectivamente, da composição e da configuração da paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento, de acordo com os conceitos e métodos de ecologia da paisagem. Essa permite avaliar o grau de conservação da área e auxilia na adoção de medidas que contribuem para o planejamento de paisagens sustentáveis (UEZU; CULLEN JUNIOR, 2012). Seus aspectos são apresentados a seguir:

5.1.1. Composição da Paisagem

A área do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento somam aproximadamente 466.747 ha, desses 220.359 ha ou 47,21% equivalem às formações campestres constituindo assim a classe predominante. Essa predominância está relacionada com a existência do PNSC e com o relevo que apresenta altas altitudes dificultando o acesso e, portanto a degradação das áreas ocupadas por essa classe. Entretanto, vale ressaltar que foi constatado em campo que há pastoreio do gado em algumas dessas áreas de formações campestres e, por conseguinte, já começam a apresentar características de antropização como compactação do solo e inserção de espécies invasoras como o capim braquiária. No mapeamento não foi possível distinguir essas áreas devido à resolução da imagem utilizada.

As formações florestais correspondem a 13,71% (63.990 ha) da área, sendo representadas por florestas estacionais e formações arbóreas de cerrado que são denominadas pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira como Savana-arborizada ou Cerradão. Essas formações são encontradas, principalmente, em áreas com menores altitudes próximas à hidrografia ou em falhas presentes no relevo.

A pastagem ocupa 17% da área, em termos de uso é a maior representatividade. A pecuária leiteira é uma atividade histórica na região visando, principalmente, a produção de queijos é “famoso” o queijo Canastra (tombado como patrimônio cultural imaterial brasileiro). Ela está

dispersa pela área de estudo e ocupa uma parcela significativa da área decretada e não regulamenta do PNSC.

Já o cultivo corresponde a 13,43% da área total e ocupa de forma significativa e contígua a porção sul e sudoeste da Zona de Amortecimento. Aparece ainda, com expressão a sudeste, também na zona de amortecimento pertencente aos municípios de São Roque de Minas e Piumhi. São predominantes as culturas temporárias como milho, feijão e cana de açúcar e as permanentes como café e banana (IBGE, 2012).

Os corpos d'água representam 5,61% de área de estudo. Eles são constituídos por cursos d'água e represas, notadamente as grandes represas Mascarenhas de Moraes e de Furnas encontradas na porção sul.

As demais classes de uso do solo correspondem a 2,67% da área e compreendem área alagada, solo exposto, mineração e área urbana. A parcela urbana representa uma área corresponde a apenas 0,01% deste valor. A pequena incidência desse uso é função de se ter, quando da delimitação da zona de amortecimento, excluído as áreas urbanas. Vale colocar que para o percentual restante (0,37%) há falta de informação devido à presença de nuvens na imagem de satélite.

5.1.2. Configuração da Paisagem

A análise da configuração foi realizada para os fragmentos de formações campestres e florestais buscando, por meio da quantificação dos padrões da paisagem relacionados à fragmentação da cobertura vegetal, revelar tendências gerais da influência das atividades humanas sobre o mosaico da paisagem. A fragmentação é uma das principais causas de heterogeneidade na paisagem (LANG E BLASCHKE, 2009) e foi quantificada, nesse estudo, a partir das métricas de área (AREA), área núcleo (CORE) e vizinhança (ENN) dando origem ao mapa com o Grau de Fragmentação da Cobertura Vegetal (Figura 21).

De acordo com os índices ou métricas calculados os fragmentos maiores que 10 ha correspondem a 270.756 ha do total ocupado por remanescentes de cobertura vegetal (282.857 ha) e estão concentrados em apenas 25% dos fragmentos, sendo que a mancha mais representativa corresponde a 194.587 ha da área total. Devido à alta porcentagem de fragmentos menores que 10 ha (75%) e a sua distribuição espacial constatou-se uma heterogeneidade significativa nessa paisagem causada, principalmente, por fatores abióticos e perturbações naturais e antrópicas.

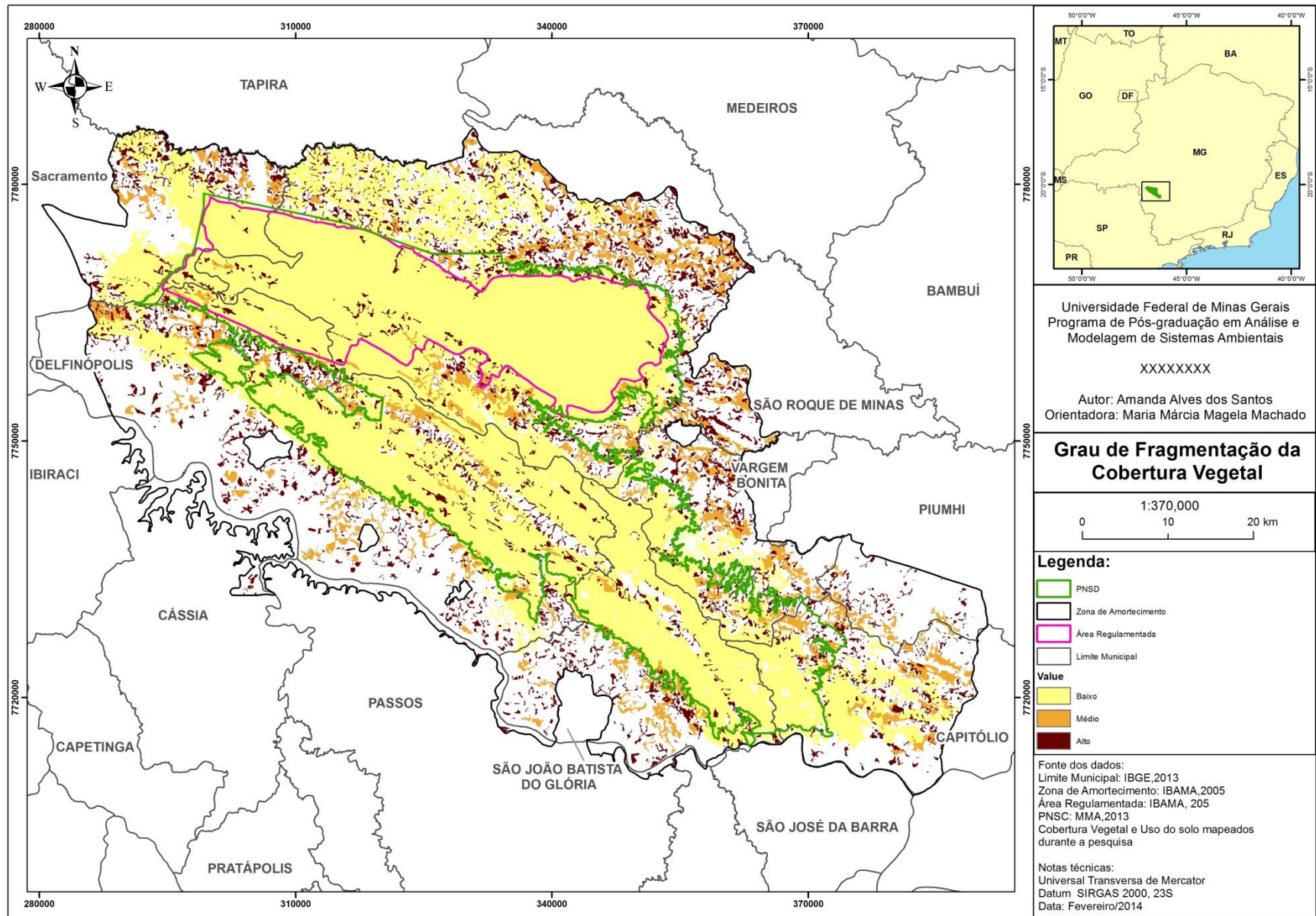


Figura 21 - Mapa do Grau de Fragmentação da Cobertura Vegetal

Os graus de fragmentação identificados para área de estudo estão associados diretamente com o significado ecológico de cada métrica utilizada da na análise. Por meio do mapa apresentado é possível observar que as manchas com baixo grau de fragmentação ocupam áreas maiores e estão espacialmente concentradas, ou seja, apresentam menor distância entre vizinhos da mesma classe e conseqüentemente, maior conectividade. Já os fragmentos com alto e médio grau de fragmentação correspondem a áreas menores, não apresentam padrão de distribuição espacial e tem menor área utilizável para espécies sensíveis ao efeito de borda.

Dentre as manchas de cobertura vegetal mapeadas há um expressivo fragmento localizado, principalmente, nos chapadões que, mesmo tendo um formato bastante irregular, apresenta baixo grau de fragmentação devido a sua significância em termos de área e área núcleo e ao potencial de conectividade apresentado pela proximidade com outros fragmentos. Além desse, há poucas manchas com baixo grau de fragmentação nessa paisagem.

As formações florestais que, na maioria das vezes, são representadas por uma vegetação ciliar degradada, ocupando pequenas áreas e distantes de outros fragmentos, ou seja, com pouca conectividade tem relação predominante com o alto grau de fragmentação apresentado, sendo esse identificado, principalmente, nas áreas com altitudes menores que as encontradas nos chapadões.

Dessa forma, percebe-se com clareza que o grau de fragmentação está diretamente relacionado com o relevo, sendo inversamente proporcional a altitude. Nos locais onde há maiores altitudes há menor fragmentação do que nas áreas do entorno, onde as altitudes são menores. Esta constatação também pode ser ratificada pela observação da redução da cobertura vegetal e pelo grau de fragmentação identificado nos vales entre as chapadas e, principalmente, nas porções leste e sul do PNSC.

É importante ressaltar que, apesar da existência de alta proporção de áreas com baixo grau de fragmentação, elas se mantêm, principalmente, por causa das altas altitudes delimitadas por encostas escarpadas. Assim faz-se necessário, ações para recuperar, por meio do reestabelecimento da conectividade e contigüidade, as áreas com baixo e médio grau de fragmentação. Além disso, as áreas que não apresentam cobertura vegetal devem ser avaliadas sob os aspectos de manejo e restauração de forma reestabelecer os processos ecológicos dessa paisagem.

5.2.Unidades de Paisagem Propostas

As Unidades de Paisagem (UPs) foram delimitadas por meio da interação dos elementos geologia, solos, declividade, densidade hidrológica, hipsometria, cobertura vegetal e uso do solo. Esses elementos foram combinados com as unidades de relevo, propostas no plano de manejo, e submetidos a um processo de mineração de dados que utilizou como metodologia árvore de decisão.

Esse procedimento indicou perfis de possíveis Unidades de Paisagem. Um processo de refinamento considerando homogeneidade e contiguidade foi implementado para definição e delimitação das Unidades da Paisagem (UPs) do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento conforme apresentado no mapa a seguir (Figura 22).

O mapa das Unidades de Paisagem é apresentado na escala de 1:1.000.000 respeitando a menor escala dos dados envolvidos na análise. De acordo com Moura (2007) é comum em uma análise espacial à utilização de dados de fontes e escalas diferentes, sendo que o procedimento indicado, nessa situação, é a adoção da pior escala entre as utilizadas, “pois não é cartograficamente correto reduzir a resolução e melhorar a representação de um dado cuja fonte era de pior qualidade”.

É importante destacar que se “houver modificação do atributo condutor ou da escala, seja espacial, seja temporal, haveria outras unidades com um novo padrão” (DIAS, 2006). Assim, a proposição das 7 unidades é em função da escala adotada. Certamente, utilizando a metodologia proposta, o maior detalhe dos elementos considerados poderia permitir o detalhamento da delimitação e mesmo subdivisões das unidades encontradas.

O Quadro 4 apresenta as características predominantes de cada Unidade de Paisagem identificada.

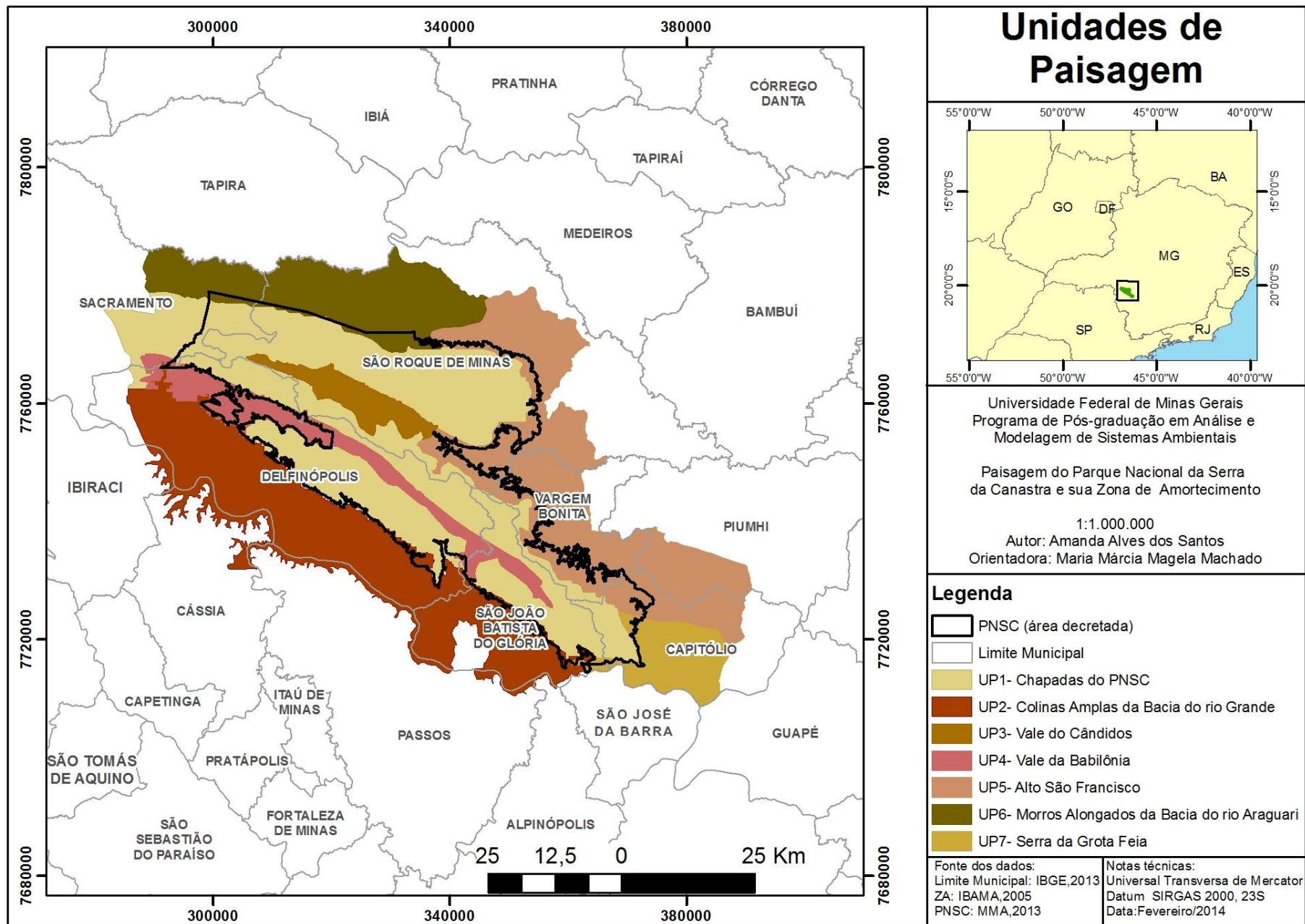


Figura 22 - Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento

Quadro 4 - Características Predominantes das Unidades de Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento

Unidade de Paisagem	Geologia	Solo	Cobertura Vegetal e Uso do Solo	Hipsometria	Declividade	Unidades de relevo	Área (ha)	Área (%)
UP1 - Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra	Grupo Canastra – Quartzitos, Filito, Xisto, Sericita xisto, Grafita xisto, Metarenito Grupo Araxá - Filito, Xisto, Sericita xisto, Grafita xisto, Metarenito	Neossolo e Plintossolo	Formações Campestres	1010-1503m	3 a 20% nas chapadas 20 a 75% nas vertentes	Chapadas	156.924	33,40
UP2 - Colinas Amplas da Bacia do Rio Grande	Grupo Araxá - Clorita xisto, Muscovita biotita xisto, Xisto	Latossolo	Cultivo	610-810m	0 a 8%	Colinas Amplas Suavemente Onduladas	99.895	21,27
UP3 - Vale dos Cândidos	Grupo Canastra - Quartzitos, Filito, Xisto, Sericita xisto, Grafita xisto, Metarenito	Latossolo	Formações campestres	910-1110m	3 a 20%	Depressões Intermontanas	12.751	2,71
UP4 – Vale da Babilônia	Grupo Araxá - Xisto	Neossolo	Formações campestres e florestais	710-1110m	8 a 20%	Depressões Intermontanas	27.182	5,79
UP5 – Alto São Francisco	Grupo Bambuí - Calcarenito, Arcóseo, Dolomito, Siltito, Folhelho, Argilito, Ritmito, Marga Grupo Canastra - Quartzitos, Filito, Xisto, Sericita xisto, Grafita xisto, Metarenito	Cambissolo	Pastagem	710-1110m	20 a 45%	Morros Alongados e Colinas Vertentes Conexas	100.889	21,48
UP6 - Morros Alongados da Bacia do Rio Araguari	Grupo Canastra - Filito, Xisto, Sericita xisto, Grafita xisto, Metarenito	Cambissolo	Formações Campestres	1010-1210m	3 a 20%	Morros Alongados Elevados	51.616	10,99
UP7 – Serra da Grota Feia	Grupo Araxá – Xisto, Quartzitos	Neossolo	Formações campestres e florestais	710-1110m	20 a 45% nas serras 8 a 20% nas colinas	Colinas Amplas Suavemente Onduladas e Chapadas	20.535	4,37

5.3. Caracterização das Unidades de Paisagem

As unidades de paisagem, definidas nesse trabalho, foram caracterizadas e detalhadas individualmente nos itens que seguem. No anexo B é apresentado os croquis dos seus mapas de origem de forma a facilitar o entendimento de sua caracterização.

Para cada UP também foram calculadas as métricas de paisagem relativas às classes do mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo a fim de entender o padrão espacial e as condições ambientais desses fragmentos em nível local. Além disso, são pontuadas, a partir da análise integrada das características de cada UP, as suas fragilidades conforme sugerido por Ross (2009).

5.3.1. UP1 – Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra

Essa Unidade é formada, principalmente, pelas chapadas e serras do Parque Nacional da Serra da Canastra, sendo possível distinguir a presença de duas grandes faixas, de sentido NW/SE, delimitadas por escarpas rochosas bem marcadas na paisagem. A primeira faixa, conhecida regionalmente como Chapadão da Canastra, é formada pelos platôs do Chapadão da Zagaia e do Chapadão Diamante apresentando altitudes predominantes entre 1210-1503m e baixa declividade. Já a segunda, denominada de Chapadão da Babilônia, é formado pelo relevo mais movimentado da Chapada da Babilônia e das Serras das Sete Voltas, Preta, Capão Alto, da Gurita e dos Canteiros. Apresenta altitudes predominantes entre 1010-1440m e maior variação de declividade. As escarpas que delimitam esses segmentos são constituídas predominantemente por quartzitos (IBAMA, 2005) e apresentam declividade maior que 45%.

Do ponto de vista geológico esta UP é constituída por rochas dos grupos Canastra e Araxá e tem como litologia predominante quartzitos sobrepondo rochas xistosas, sendo possível encontrar boas exposições de quartzitos de coloração branca e granulação fina, com intercalações de filitos sericíticos. “A presença conspícua de mica (sericita) confere aos quartzitos um aspecto geral placóide, realçada pela erosão diferencial” (CHAVES; BENITEZ e ANDRADE, 2008). De acordo com IBAMA (2005) essas rochas “encontram-se metamorfizadas, fraturadas e falhadas, condicionando fortemente a morfologia do embasamento físico da paisagem”.

Essa tipologia e conformação litológica têm implicações no comportamento dos fluxos de água sendo responsável pelo padrão da rede de drenagem, pela qualidade natural das águas e

pela dinâmica de fluxos subterrâneos (IBAMA, 2005). São encontradas nessa UP inúmeras nascentes com destaque para as nascentes dos rios de importância regional Araguari e de importância nacional São Francisco.

A Unidade é formada por um mosaico de solos. Nas superfícies aplainadas da porção leste do Chapadão da Canastra, os solos são pouco profundos do tipo litólico denominados de Neossolo e no relevo mais movimentado da vertente norte da Chapada da Babilônia, prevalecem solos com um horizonte plúntico abaixo do horizonte superficial, denominados Plintossolos. Em menor proporção são encontrados, nas superfícies aplainadas da porção oeste do Chapadão da Canastra, Latossolos geralmente profundos com coloração vermelho amarelada e baixa fertilidade; e, associados ao relevo forte ondulado a montanhoso da vertente sul do Chapadão da Babilônia os Cambissolos com horizonte B incipiente.

A classe formações campestres constitui a matriz dessa paisagem ocupando 138.312 ha dos 156.924 ha de área total dessa UP. Um único fragmento dessa classe ocupa 87,33% (LPI) da área total o que caracteriza um altíssimo grau de agregação. Os demais 213 fragmentos mapeados apresentam áreas muito menores em relação a este maior fragmento, o que implica em um alto coeficiente de variação, aproximadamente 1.446%. Considerando uma área de borda de 50 metros, aproximadamente 131.000 ha são formados por áreas núcleo. Tem-se então que 97,4% das formações campestres dessa UP sofrem menor influência do entorno.

As formações florestais ocupam 7.364 ha o equivalente a 4,69% da área dessa Unidade. Está distribuída em 708 fragmentos sendo que o maior ocupa apenas 0,22% (LPI) da área total dessa UP. Os fragmentos com área entre 1 e 10 ha constituem aproximadamente a metade das formações florestais dessa UP, a outra metade é ocupada praticamente em partes iguais por fragmentos menores que 1 ha e fragmentos com área entre 10 e 50 ha (Gráfico 1). As áreas núcleo correspondem à aproximadamente metade da área total dessa classe, ou seja, 49,1% das formações florestais dessa Unidade estão menos susceptíveis a influências externas. A existência de seções menores ou iguais a 100 metros nos fragmentos, quando da aplicação da borda gerou um efeito de disjunção do núcleo, ou seja, geração de mais de um núcleo no mesmo fragmento. O que pode ser constatado pelo número obtido de 815 (valor de NDCA) áreas núcleo.

As formações florestais apresentam pouco mais que o dobro da distância euclidiana média entre vizinhos mais próximos, calculada para as formações campestres. Ratificando maior agregação dos fragmentos nesta última classe.

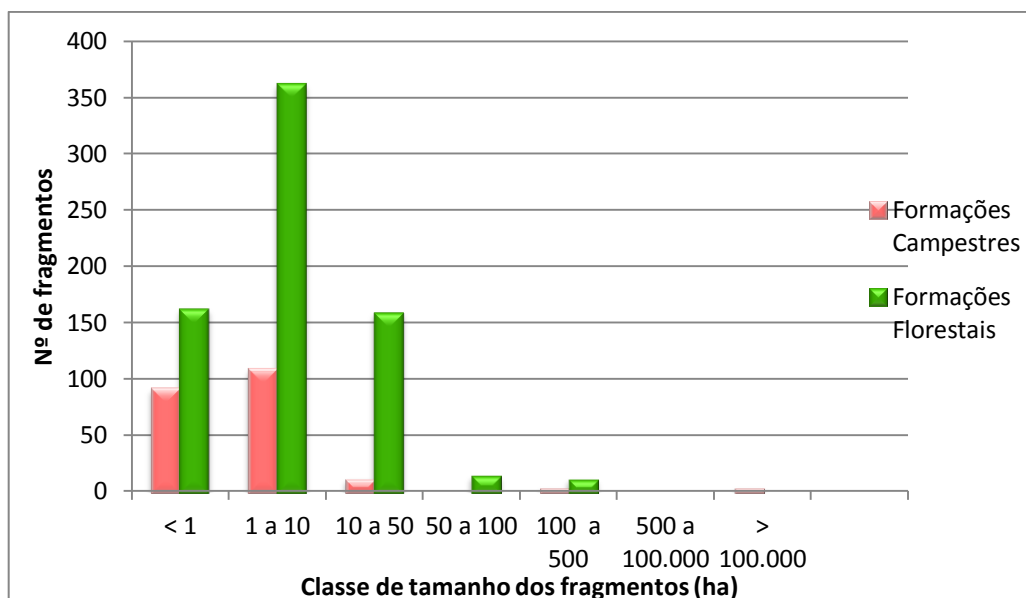


Gráfico 1 - UPI - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

As outras classes presentes nesta UP (pastagem, cultivo, corpos d'água, mineração e solo exposto) correspondem a menos de 10% da área total e não foram tratadas a partir de métricas de paisagem.

Em função da preponderância das formações campestres pode se dizer que esta Unidade apresenta baixa suscetibilidade à ação externa, uma vez que, apresenta alto grau de agregação e, por conseguinte, áreas núcleo correspondendo a 86% da área total, o que potencializa sua conservação. Entretanto alguns aspectos devem ser levantados. O grau de preservação existente está claramente relacionado as altas altitudes delimitadas por encostas escarpadas, o que inibe a ação antrópica. Vale ressaltar que, mesmo apresentando as mesmas características da área decretada e não regulamentada, a parcela regulamentada e decretada apresenta melhores condições de preservação, o que vale dizer que a primeira merece atenção, já que há uso para pastoreio do gado o que intensifica a ocorrência de processos erosivos, compactação do solo, degradação da vegetação e inserção de espécies exóticas, como por exemplo, o capim braquiária.

As métricas calculadas são apresentas a seguir na Tabela 3.

Tabela 3 - Métricas de Paisagem UP1 – Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	138.312	7.364
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	88,14	4,69
NP	Número de fragmentos	214	708
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	87,33	0,22
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	135.785,23	64,96
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	1.446,00	229,02
TCA	Total de áreas núcleo (ha)	131.302	3.616
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	83,67	2,30
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	229	815
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	129	274,58

Quanto aos aspectos físicos, as principais fragilidades estão relacionadas com a alta declividade das bordas e proximidades, associada à litologia que apresenta rochas com alternâncias xistosas.

As formas de uso também potencializam essas fragilidades. Além do já citado uso para pastagem, no Chapadão da Babilônia há várias estradas secundárias que geram compactação do solo e erosão, no Chapadão da Canastra os processos associados ao uso também ocorrem devido à existência da estrada que liga São Roque de Minas a São João Batista da Canastra e Sacramento e ao grande fluxo de visitantes, principalmente, na nascente do rio São Francisco e na parte alta da cachoeira Casca d'anta.

As áreas de mineração de quartzito estão localizadas no chapadão da Babilônia (área decretada e não regulamentada do parque) e apesar de pontuais causam impactos significativos na paisagem como a retirada da vegetação, o assoreamento dos rios, a intensificação do uso de estradas, a alteração da drenagem e do relevo (IBAMA, 2005). A análise atual dos processos minerários de quartzito indica que há 44 em diferentes fases,

sendo que, 21 deles estão com o prazo suspenso desde 2007 e o restante se encontra em andamento.

Considerando a proposta existente de mudança no limite do PNSC uma parte importante da UP1 estaria sobre novas regras de conservação, o que pode implicar em alterações nas condições de uso atuais.

As Figuras 23 a 26 apresentadas a seguir são representativas da paisagem dessa UP.



Figura 24 – UP1- Campos Quartzíticos



Figura 23 – UP1 - Superfícies Aplainadas das Chapadas



Figura 26 – UP1 – Chapada



Figura 25 – UP1- Nascente do rio São Francisco

5.3.2. UP2 - Colinas Amplas da Bacia do rio Grande

A Unidade Colinas Amplas da Bacia do rio Grande está localizada na Zona de Amortecimento do PNSC, em sua porção sul e sudoeste, que engloba parte da bacia do rio Grande e o entorno da represa Mascarenhas de Moraes. É caracterizada pela presença de

formas de relevo levemente onduladas com longas encostas e declividades baixas, apresentando predomínio de valores entre 0 e 8% o que caracteriza um relevo plano a suavemente ondulado. As classes hipsométricas variam predominantemente entre 610 e 810 metros.

Apresenta densidade hidrográfica, predominante, variando entre valores médios a altos, sendo possível destacar como alta densidade as áreas ocupadas pelo rio Santo Antônio, ribeirão Grande e pela represa Mascarenhas de Moraes.

Do ponto de vista geológico é formada por xistos do grupo Araxá com variações mineralógicas como Clorita xisto e Muscovita biotita xisto que são rochas de baixa resistência e que segundo IBAMA (2005) apresentam-se, nessa região, muito alteradas e intemperizadas. Os solos, predominantes, são profundos e bem drenados do tipo Latossolo vermelho distrófico que associado ao relevo e ao sistema fluvial favorece a utilização, dessa UP, para atividades agropecuárias.

Por meio do mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo é possível observar que nessa UP há o predomínio das classes de uso, sendo a matriz dessa paisagem composta pelo cultivo. Essa classe ocupa 36.084 ha dos 99.895 ha da área total, o equivalente a 36,22% da paisagem. Outra classe com representatividade significativa são os corpos d'água com 22.838 ha ocupando 22,86% da UP devido, principalmente, à presença da represa Mascarenhas de Moraes.

As formações florestais com 14.697 ha ocupam 14,71% da UP distribuídos em 814 fragmentos, sendo que quase a metade é ocupada por manchas com áreas entre 1 e 10 ha. A outra parte é dividida, praticamente, em partes iguais por fragmentos menores que 1 ha e fragmentos com área entre 10 e 50 ha (Gráfico 2), não existindo manchas com expressividade significativa, uma vez que o maior fragmento ocupa apenas 1,36% (LPI) da área total da Unidade. Considerando o efeito de borda (50m), aproximadamente, 45% da área das formações florestais está mais suscetível a influências externas, sendo capaz de gerar, nos fragmentos onde há seções menores ou iguais a 100 metros, uma quantidade significativa de áreas núcleo disjuntas como pode ser constatado pelo valor de NDCA (1267). A distância euclidiana média entre os fragmentos é de 208 m indicando juntamente com as outras métricas calculadas alto grau de fragmentação.

As formações campestres com 7.958 ha ocupam apenas 7,97% da UP e estão divididas em 238 fragmentos com predominância de áreas menores que 10 ha (Gráfico 2). Localizam-se, principalmente, nos sopés das chapadas e são contíguas com áreas de formações campestres de outras UP's. Apresenta baixa dominância com o maior fragmento da classe ocupando apenas 1,51% da Unidade. Nesses fragmentos o efeito de borda teve menor expressividade gerando poucas áreas com núcleos disjuntos (valor de NDCA próximo ao valor de NP) e afetando diretamente apenas 26% da área total da classe.

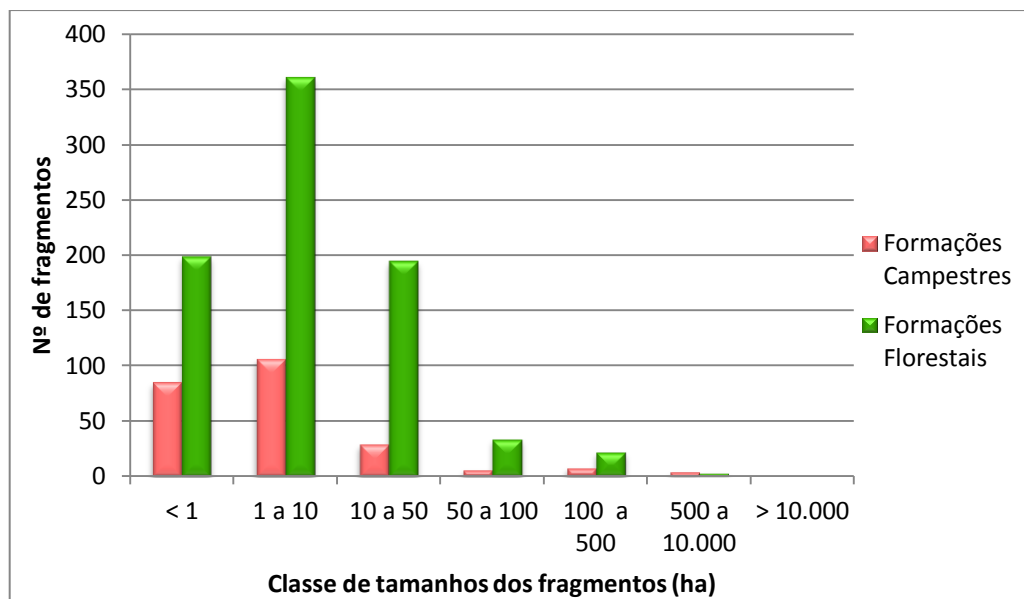


Gráfico 2 - UP2 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

As outras classes que compõe a Unidade são representadas por: pastagem (11.870 ha), solo exposto (4.820 ha), área urbana (185 ha), área alagada (1.016 ha) e nuvem (422 ha). Elas representam 18,34% da área total da Unidade.

O cálculo das métricas aponta para o predomínio do uso solo em detrimento da cobertura vegetal, que corresponde apenas a 22,68% da área total, tem baixa dominância e se encontra com alto grau de fragmentação. Essa característica traz à tona a necessidade de discutir práticas de manejo, de forma a evitar processos erosivos, contaminação de rios através do uso de agrotóxicos, práticas inadequadas de manejo do solo entre outros impactos ambientais que podem ser causados pelas formas de uso estabelecidas. Além disso, é necessário o uso de medidas de restauração para essa paisagem, já que a substituição dos campos naturais por pastagens plantadas constituem um fato de difícil reversibilidade.

A Tabela 4 apresenta as métricas de paisagem calculadas para a cobertura vegetal.

Tabela 4 - Métricas de Paisagem UP2 – Colinas Amplas da Bacia do rio Grande

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	7.958	14.697
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	7,97	14,71
NP	Número de fragmentos	238	814
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	1,51	1,36
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	33,43	18,05
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	475,65	362,49
TCA	Total de área núcleo (ha)	5.878	8.056
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	5,88	8,06
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	246	1.267
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	229,87	207,93

Outro aspecto que envolve a utilização da UP está relacionando ao turismo. Devido aos aspectos físicos e à presença da represa, a Unidade é muito utilizada para atividades turísticas como pescaria, esportes náuticos, turismo rural, visitas às cachoeiras, turismo de aventura, entre outros. Essa característica pode ser apresentada como uma fragilidade ou como uma potencialidade dependendo da forma como os turistas utilizam esses locais e das ações de planejamento turístico implantadas pelos órgãos públicos.

As figuras 27 a 30 apresentadas a seguir são representativas da Paisagem dessa UP.



Figura 27 – UP2 – Colinas Amplas



Figura 28 – UP2 – Represa Mascarenhas de Morais



Figura 30 – UP2 – Área de Cultivo (Milho)



Figura 29 - UP2 - Área de Cultivo (Cana de Açúcar)

5.3.3. UP 3 – Vale dos Cândidos

Essa Unidade está localizada entre as faixas dos chapadões da Babilônia e da Canastra sendo formada pelos vales do córrego dos Coelho e ribeirão das Posses. É constituída pela unidade de relevo depressões intermontanas onde predominam rochas menos resistentes do grupo Canastra como os xistos e filitos.

Apresenta um relevo suavemente ondulado com declividade predominante entre 3 e 20% e hipsometria variando, principalmente, entre 910 e 1110 metros. Nessa depressão há alta densidade hidrográfica favorecendo a intensificação do escoamento por sistemas fluviais, principalmente nos períodos chuvosos. Esses sistemas transportam e depositam materiais das vertentes das chapadas sendo responsável por processos erosivos na UP.

Os solos são profundos e bem estruturados do tipo Latossolo vermelho distrófico o que auxilia na infiltração dos sistemas fluviais e, associado ao relevo suavemente ondulado, confere a Unidade boas condições para a realização de atividades agropecuárias.

A matriz dessa paisagem é composta por formações campestres que ocupam 9.874 ha dos 12.751 ha dessa Unidade, o equivalente a 77,44% da UP. Distribuída em 69 fragmentos com predomínio de áreas menores que 50 ha (93% dos fragmentos) apresenta apenas um fragmento com área entre 500 e 10.000 ha (Gráfico3) o que contribui para o alto valor da média ponderada das áreas, aproximadamente 143 ha, e do coeficiente de variação, 744,98%. Esse fragmento ocupa 70% da área total da UP e associado ao valor da distância euclidiana média em relação aos vizinhos mais próximos (105 m) indica baixa fragmentação e alta dominância dessa classe na Unidade. Considerando a área de borda de 50m, cerca de 8.568 ha

são formados por áreas núcleo. Tem-se então que 86,8% da área ocupada por formações campestres sofre menor influência do entorno, ou seja, 13,2% da área dessa formação provavelmente não será utilizada por espécies sensíveis ao efeito de borda.

As formações florestais com 2.015 ha correspondem a 15,8% da área total da UP e estão divididos em 87 fragmentos localizados, principalmente, ao longo do córrego dos Coelhos, ribeirão das Posses e seus tributários. Os fragmentos com áreas entre 1 e 10 ha (Gráfico 3) representam quase a metade das formações florestais nessa UP, sendo que 32% dos fragmentos restantes apresentam áreas entre 10 e 50 ha e os outros estão distribuídos em pequenas porções, com o maior fragmento da classe ocupando 481 ha, o que equivale a 3,77% da área total da Unidade. Em função disso constata-se a baixa dominância das formações florestais em relação à UP. As áreas núcleo correspondem à aproximadamente a metade da área total dessa classe, ou seja, 52% das formações florestais dessa UP estão menos suscetíveis a influências externas. Nesses fragmentos existem seções menores que 100 metros que quando considerado a área de influência externa direta (50m) gerou o efeito de disjunção de núcleos, como pode ser observado pelo valor de NDCA (212). As características apontadas pelas métricas de paisagem de área núcleo são esperadas para áreas onde as formações florestais são compostas, principalmente, por mata ciliar, como acontece nessa UP.

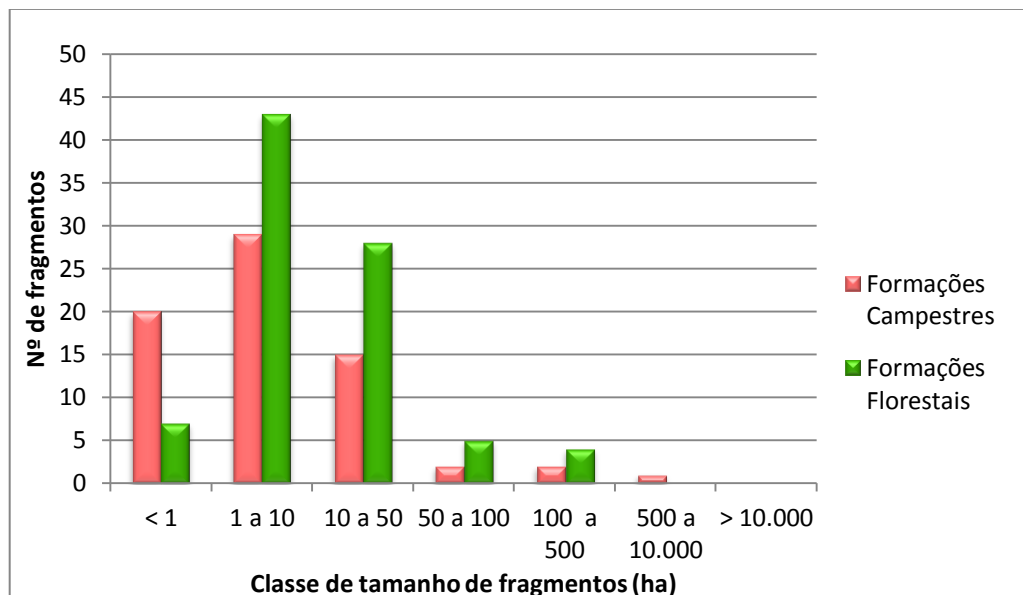


Gráfico 3 - UP3 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

As outras classes que compõe essa Unidade são representadas por cultivo, pastagem e solo exposto. Elas estão localizadas, principalmente, na porção sudoeste da UP nas proximidades

do ribeirão das Posses. Ocupam 862 hectares que correspondem a 6,76% da área total da Unidade, sendo a pastagem a classe com maior representação (6,54%).

A Tabela 5 apresenta as métricas de paisagem calculadas para cobertura vegetal nessa Unidade de Paisagem.

Tabela 5 - Métricas de Paisagem UP3 – Vale dos Cândidos

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	9.874	2.015
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	77,44	15,80
NP	Número de fragmentos	69	87
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	70,04	3,77
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	143,10	23,16
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	744,98	245,19
TCA	Total de área núcleo (ha)	8.568	1.039
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	67,20	8,15
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	87	212
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	105,20	193,48

Por meio do resultado das métricas foi possível identificar que a cobertura vegetal apresenta alta dominância e baixo grau de fragmentação correspondendo a, aproximadamente, 93% da área total da Unidade. Como essa UP não está inserida na área decretada e regulamentada do PNSC o estado de conservação da vegetação merece atenção, já que, nesse local, há fazendas onde a vegetação campestre é utilizada para o pastoreio do gado.

Quanto aos aspectos físicos, as principais fragilidades estão relacionadas com o sistema fluvial. A falta de vegetação ciliar associada à alta densidade hidrográfica intensifica os processos erosivos e de deposição causando, por exemplo, estreitamento dos cursos d'água e movimentos de massa nos barrancos.

Além disso, há usos do solo não condizentes com a utilização permitida por um Parque Nacional o que causa problemas ambientais como incêndios, introdução de gramíneas

invasoras, dificuldade de restauração da mata ciliar, entre outros que caracterizam um conflito de interesse entre proprietários e a unidade de conservação. A proposta atual de mudança dos limites do PNSC recomenda a modificação da categoria da área mais antropizada dessa UP (porção sudoeste) para Monumento Natural, o que poderá acarretar em mudanças significativas nas formas de uso e conservação dessa paisagem.

As figuras 31 e 32 são representativas da paisagem dessa UP.



Figura 32 – UP3 - Formações Campestres do Vale dos Cândidos



Figura 31 – UP3 - Vale dos Cândidos

5.3.4. UP4 – Vale da Babilônia

A Unidade está localizada na faixa denominada Chapadão da Babilônia e é formada pelo vale entre a Serra da Guarita, Serra Preta e a Chapada da Babilônia. O relevo é rebaixado em relação ao entorno da UP apresentando predomínio de hipsometria entre 710 e 1110 metros, sendo as menores altitudes localizadas na porção NW e as maiores na porção SE. A declividade varia entre 0 e 20% nas proximidades dos cursos d'água e de 20 a 75% nas vertentes e suas proximidades apresentando predomínio de valores entre 8 e 20% o que caracteriza um relevo ondulado.

Do ponto de vista geológico a UP é constituída, principalmente, por rochas metamórficas do grupo Araxá do tipo xisto, sendo essas menos resistentes do que os quartzitos encontrados no entorno.

Os solos predominantes são do tipo Neossolo litólico distrófico que apresentam um horizonte A assentado diretamente na rocha, o que determina baixo potencial agrícola, na Unidade

devido ao encontro da rocha a pouca profundidade. Solos do tipo Cambissolo, Latossolo e Plintossolo são encontrados na UP, em menor proporção.

O sistema fluvial é marcante, com concentração do escoamento e formação de uma rede de canais, que de acordo com IBAMA (2005) “são controlados por estruturas tectônicas (fraturas, falhas e xistosidade)”. Há o predomínio de altas densidades hidrográficas sendo definidas, principalmente, pelo rio Santo Antônio, ribeirões da Babilônia e Grande e por seus afluentes.

A matriz dessa paisagem é composta por formações campestres que ocupam 11.891 ha dos 27.182 ha da UP. Está distribuída em 409 fragmentos sendo que o maior deles ocupa aproximadamente 10% da área total dessa Unidade. Estão localizados, principalmente, nas porções com maior altitude e nas vertentes das chapadas inseridas nessa UP. Os fragmentos com área menor que 10 ha são predominantes e correspondem a cerca de 80% da área ocupada por essas formações (Gráfico 4). Considerando uma área de borda de 50 metros, aproximadamente, 8.924 ha são formados por áreas núcleo. Tem-se então que 25% das formações campestres dessa UP sofrem alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância relativa de espécies devido à localização na porção marginal do fragmento.

A pastagem é a segunda classe com maior área ocupada, ocupando 7.772 ha o que representa 28,59% da área total da UP. Está distribuída em 173 manchas com área média de 44,92 ha e alto valor de desvio padrão (253%) o que indica alta variabilidade no tamanho das manchas.

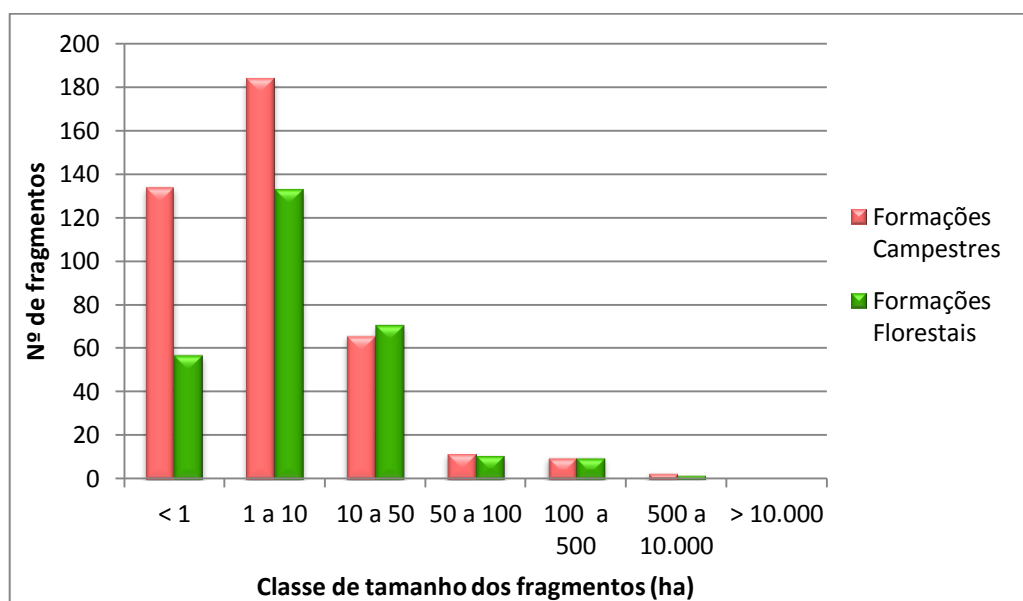


Gráfico 4 - UP4 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

As formações florestais ocupam 6.203 ha o que corresponde a 22,82% dessa UP. Distribuído em 284 manchas com distância euclidiana média entre os fragmentos (ENN_MN) de 176 m e o maior fragmento da classe (LPI) representando apenas 1,93% da área total da Unidade. Os fragmentos com área entre 1 e 10 hectares constituem, aproximadamente, a metade das formações florestais, a outra metade é distribuída de forma predominante entre os fragmentos menores que 1 ha e fragmentos com área entre 10 e 50 ha (Gráfico 4). Assim como ocorre em outras unidades, as formações florestais dessa UP estão localizadas, principalmente, no entorno dos cursos d'água e apresentam alta influência do efeito de borda que atua diretamente em 45% da área ocupada por formações florestais, ou seja, apenas 55% dessas formações sofrem menor influência do entorno. A borda de 50 metros aplicada gerou um efeito de disjunção de núcleo significativo, que pode ser constatado pelo alto valor de NDCA obtido (507).

As classes solo exposto, cultivo e corpos d'água estão presentes nessa UP em menores proporções ocupando 1.316 ha o que corresponde a 4,84% da UP.

A Tabela 6 apresenta as métricas de paisagem calculadas para a cobertura vegetal nessa Unidade de Paisagem.

Tabela 6 - Métricas de Paisagem UP4 - Vale da Babilônia

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	11.891	6.203
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	43,74	22,82
NP	Número de fragmentos	409	284
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	10,08	1,93
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	29,07	21,84
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	661,72	299,21
TCA	Total de área núcleo (ha)	8.924	3.451
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	32,83	12,69
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	393	507
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	133,44	176,07

Os valores calculados indicam baixa dominância e alto grau fragmentação para as classes de cobertura vegetal existentes indicando que mesmo quando a classe mais representativa da paisagem é formada por remanescentes de cobertura vegetal os processos antrópicos podem interferir, de maneira considerável no padrão estrutural dessa paisagem.

Considerando os aspectos físicos as fragilidades associadas a essa Unidade estão relacionadas, principalmente, com o sistema fluvial e são semelhantes àquelas indicadas para a UP3 - Vale dos Cândidos, já que as duas apresentam muitas similaridades. Os principais pontos a serem observados são: a falta de vegetação ciliar, os processos erosivos e de deposição nos cursos d'água.

Além disso, essa UP também apresenta usos do solo não condizentes com a utilização permitida por uma unidade de conservação de proteção integral, o que causa eliminação e alteração de habitats, dificuldades de regeneração da mata ciliar, devido ao pisoteio do gado, introdução de espécies exóticas, contaminação da água pelo uso de agrotóxicos e por eliminação de efluentes, entre outros impactos ambientais causando um conflito de interesse entre proprietários e a unidade de conservação. A proposta atual de mudança dos limites do PNSC recomenda a modificação da categoria de, aproximadamente, 30% da área da UP (porção sudeste) para Monumento Natural.

As figuras 33 e 34 apresentadas a seguir são representativas da paisagem dessa UP:



Figura 34 - UP4 - Vale do Ribeirão Babilônia



Figura 33 - UP4 - Processos Erosivos do Ribeirão das Bateias

5.3.5. UP5 – Alto São Francisco

A Unidade está localizada na porção Leste da Zona de Amortecimento do PNSC, na área conhecida como Alto São Francisco. Compreende porções da cabeceira da bacia hidrográfica

do rio São Francisco apresentando como característica marcante a densa rede de drenagem com inúmeros tributários e nascentes. A densidade hidrográfica, predominante, varia entre valores médios e altos, com destaque para as drenagens dos rios Santo Antônio, São Francisco e Piui.

É formada por rochas dos grupos Canastra e Bambuí (subgrupo Paraopeba). Destacam-se os tipos: argilitos, siltitos, margas, filitos e xistos. Os solos são representados por um mosaico com características bem distintas dos tipos Latossolo, Cambissolo, Neossolo e Argissolo com predominância dos solos rasos e com horizonte B incipiente do tipo Cambissolo.

Apresenta variações de relevo com morros com interflúvios alongados na porção localizada município de São Roque de Minas e colinas com vertentes convexas no município de Capitólio e Vargem Bonita. A hipsometria varia predominantemente entre 710 e 1110 metros apresentando maiores valores nas proximidades das chapadas. A declividade predominante caracteriza um relevo ondulado a forte ondulado com valores de declividade entre 20 e 45%.

A matriz dessa UP é composta por uso antrópico do tipo pastagem. Essa classe ocupa 39.710 ha o equivalente a 39,36% da área da total. Esse tipo de uso está disperso por toda Unidade e podem ser pastagens do tipo plantada ou natural.

As formações florestais abrangem 23.812 ha correspondendo a 23,60% dessa Unidade. Está dividida em 1.093 fragmentos sendo que o maior deles ocupa apenas 2,29% do total dessa UP. Os fragmentos com área entre 1 e 10 ha constituem mais da metade das formações florestais, a outra metade está, praticamente, concentrada entre os fragmentos menores que 1 ha e com área entre 10 e 50 ha, com pequena representatividade de fragmentos maiores que 50ha (Gráfico 5). Considerando a área de borda de 50 metros, aproximadamente 13.941 ha, o equivalente a 13,81% da área da UP são formados por área núcleo dessa classe, ou seja, aproximadamente 59% das formações florestais sofrem menor influência do entorno. O efeito considerado foi capaz de gerar disjunções de núcleo, o que pode ser constatado pelo número obtido de 1.731(valor de NDCA) áreas núcleo.

As formações campestres com 18.707 ha, o equivalente a 18,54% da área total da Unidade, está distribuída em 987 fragmentos com o maior deles ocupando apenas 1,87% da UP. O tamanho dos fragmentos segue o mesmo padrão das formações florestais e pode ser visualizado no Gráfico 5. As áreas núcleo representam 11.743 ha indicando que o efeito de borda atinge diretamente 37% das formações campestres nessa Unidade, entretanto esse efeito

apresenta capacidade relativamente baixa de dividir fragmentos, como demonstrado pela proximidade existente entre os resultados obtidos para as métricas NDCA e NP.

As classes de cobertura vegetal apresentam valores aproximados para distância média euclidiana entre vizinhos mais próximos (EMN_MN). Para formações florestais o valor obtido é de 169,17 m e para formações campestres é de 155,91m. Esses valores associados aos resultados das outras métricas calculadas indicam que essas formações estão fragmentadas, tem baixa dominância na paisagem e as manchas remanescentes sofrem considerável influência do entorno.

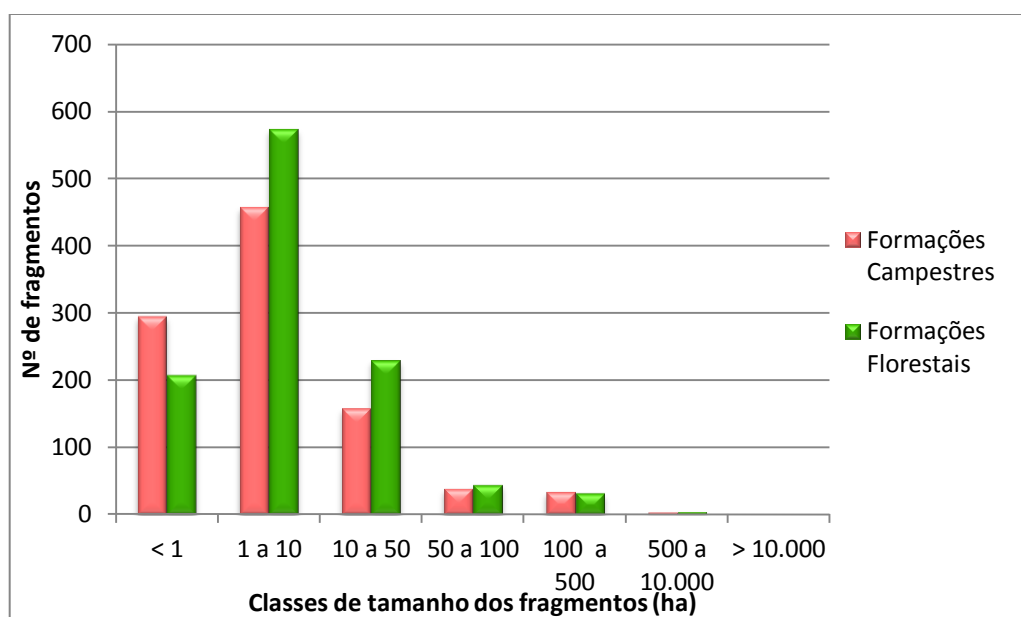


Gráfico 5 - UP5 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

O cultivo também é uma classe com representatividade expressiva, nessa UP, ocupando 16.249 ha o equivalente a 16,10% da área total. As outras classes compõem essa Unidade de Paisagem, tem menor representatividade e ocupam área total de, aproximadamente, 2.410 ha, são elas: solo exposto (2.119 ha), área urbana (56 ha) e corpos d'água (235 ha).

A Tabela 7 apresenta as métricas de paisagem calculadas para a cobertura vegetal.

Tabela 7 - Métricas de Paisagem UP5- Alto São Francisco

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	18.707	23.812
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	18,54	23,60
NP	Número de fragmentos	987	1093
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	1,87	2,29
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	18,95	21,78
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	439,87	472,20
TCA	Total de área núcleo (ha)	11.743	13.941
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	11,64	13,81
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	1.063	1.731
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	155,91	169,17

Como foi exposto as classes de uso do tipo pastagem e cultivo são bastante representativas nessa UP e somadas ocupam, aproximadamente, 56% de sua área total. Esses usos remontam ao histórico de ocupação dos municípios que compõe essa Unidade, os quais apresentam como usos predominantes a pecuária leiteira e o plantio de milho e café (Censo Agropecuário, 1996). Essa UP é bastante suscetível à ocorrência de processos erosivos e consequente assoreamento dos rios devido a suas características físicas e ao tipo de uso existente, sendo essa a fragilidade mais emergente para essa Unidade de Paisagem. Além da fragilidade apontada destaca-se o uso de agrotóxicos devido às extensas áreas com cultivo e a compactação do solo gerada pela atividade pecuária.

O estudo do ITB (2012) sobre a dinâmica de uso do solo da bacia do rio do Peixe, localizada nessa UP, demonstra que nos últimos anos tem-se observado um grande crescimento das áreas dedicadas a cafeicultura indicando modificações na forma de utilização dessa paisagem, que tradicionalmente, tem como principal ocupação antrópica a pecuária leiteira. Esse fato não é específico da bacia do rio do Peixe e vem ocorrendo de forma significativa nessa Unidade de

Paisagem, trazendo questionamentos sobre os impactos gerados pela mudança, em termos de uso do solo e, conseqüentemente na conservação dos recursos naturais.

Assim, é necessário pensar em um planejamento agrário visando minimizar os impactos causados pelas práticas agropecuárias existentes e propor metodologias para reduzir os impactos que poderão ser gerados pela mudança dos tipos de uso do solo.

As Figuras 35 a 38 apresentadas a seguir representam a paisagem dessa UP.



Figura 36 – UP5 - Morros Alongados



Figura 35 – UP5 - Pastagem



Figura 38 – UP5 - Rio São Francisco



Figura 37 – UP5 - Processos Erosivos

5.3.6. UP6 – Morros Alongados da Bacia do rio Araguari

Localiza-se na porção NW da área de estudo e é composta, principalmente, pela parte da bacia hidrográfica do rio Araguari que se encontra na Zona de Amortecimento do PNSC. É caracterizada pela presença de morros com interflúvios alongados preponderando valores de

hipsometria entre 1.010 e 1.210 metros. As declividades predominantes variam entre 3 e 20% caracterizando um relevo ondulado.

A Unidade é sustentada por rochas do grupo Canastra em uma sequência de filitos e quartzitos apresentando em sua porção superior predominância da rocha mais resistente. Os solos são rasos com horizonte B incipiente, de baixa fertilidade natural, quase sempre apresentando material em estado de transformação.

A principal fragilidade diagnosticada nessa UP relaciona-se com a associação entre solos e relevo. Os solos, que apresentam pouca profundidade e permeabilidade juntamente com o relevo movimentado dos morros alongados propiciam condições para a ocorrência de processos erosivos e conseqüentemente assoreamento do rio Araguari e de seus afluentes.

A matriz dessa paisagem é composta por formações campestres que ocupam, aproximadamente, 26.964 ha o equivalente a 52,24% da área dessa Unidade. Distribuída em 502 fragmentos sendo que o maior ocupa 22,73% (LPI) de sua área total o que caracteriza um grau de agregação intermediário. Entretanto, a presença de manchas de outras classes inclusas nesse fragmento aumenta o efeito de borda e torna sua forma mais complexa impactando diretamente no seu grau de agregação. Os fragmentos com áreas menores que 10 ha correspondem a cerca de 80% do total, a porcentagem restante está concentrada, principalmente, nas manchas com áreas entre 10 e 50 ha (Gráfico 6). Considerando a área de borda (50 m), aproximadamente, 19.684 ha são formados por área núcleo. Tem-se então que 27% das formações campestres dessa UP são áreas de habitat não efetivamente utilizável para espécies de fauna sensíveis à borda. A existência de seções menores ou iguais a 100 metros nos fragmentos, quando da aplicação da borda gerou um expressivo efeito de disjunção de núcleo, que pode ser constatado pelo valor obtido para o NDCA (653).

As formações florestais abrangem 5.253 ha o equivalente a 10,18% do total dessa Unidade de Paisagem. Está dividida em 738 fragmentos que se localizam, principalmente, nos vales próximos aos cursos d'água sendo o maior fragmento da classe responsável por apenas 0,30% da área total da UP, o que indica baixa dominância. Os fragmentos com área entre 1 e 10 ha representam, aproximadamente, dois terços das formações florestais, a fração restante é ocupada praticamente em partes iguais por fragmentos menores que 1 ha e com área entre 10 e 50 ha. As áreas núcleo ocupam 1.775 ha pouco mais que um terço da área total, ou seja, somente 33,8% das formações florestais dessa Unidade estão menos susceptíveis a influências

externas o que potencializou o efeito de efeito de disjunção de núcleo, como pode ser observado pelo valor obtido de 986 (Valor de NDCA).

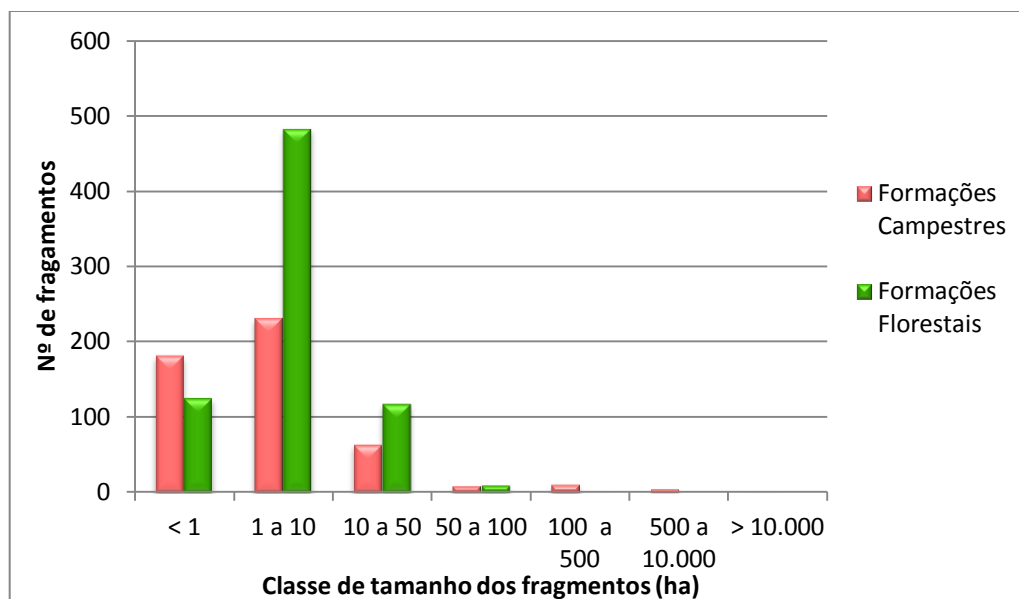


Gráfico 6 - UP6 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

As outras classes presentes nessa UP (pastagem, cultivo e solo exposto) somadas ocupam 19.398 ha o que equivale a 37,58% da área total indicando que, apesar dessa significativa porcentagem a Unidade é formada predominantemente por cobertura vegetal, sendo considerada a UP, fora dos limites do PNSC, com melhores condições de conservação e com conectividade com o Parque.

Para avaliação da importância dessa conectividade faz-se necessário, estudos aprofundados de fauna e flora para verificar, em detalhe, o grau de conservação da vegetação e as espécies que utilizam e que potencialmente poderão utilizar essa Unidade como corredor.

As métricas de paisagem calculadas para cobertura vegetal nessa UP podem ser encontradas na Tabela 8.

Tabela 8 - Métricas de Paisagem UP6 - Morros Alongados da Bacia do rio Araguari

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	26.964	5.253
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	52,24	10,18

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
NP	Número de fragmentos	502	738
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	22,73	0,30
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	53,71	7,12
AREA_CV	Coefficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	1075,47	165,91
TCA	Total de área núcleo (ha)	19.684	1.775
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	38,14	3,44
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	653	986
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	110,99	222,68

As figuras 39 e 40 apresentadas a seguir representam paisagem dessa UP.



Figura 40 – UP6 - Morros Alongados Elevados



Figura 39 – UP6 – Formações Campestres com Formações Florestais no Vale

5.3.7. UP7 – Serra da Grota Feia

Essa Unidade localiza-se na Zona de Amortecimento do PNSC, em sua porção sudeste. É formada por um conjunto de serras ao norte e por colinas amplas suavemente onduladas ao sul com valores de altitude, predominante, entre 710 e 1010 metros. A declividade caracteriza um relevo ondulado a forte ondulado com predominância de valores de 20 a 45% nas serras e de 8 a 20% nas colinas.

É composta por litologias do grupo Araxá com predominância de xistos e quartzitos. Sobre essas rochas estão solos rasos do tipo Neossolo litólico distrófico que apresentam horizonte A imediatamente sobre o C e baixa fertilidade (LEPSCH, 2011).

A rede de drenagem apresenta inúmeras nascentes associadas às vertentes da porção norte da UP e diversos afluentes do rio Grande como os ribeirões Turvo e do Grotão e os córregos Tamborete e do Paredão, que alimentam a represa de Furnas, localizada na porção sul da UP.

A matriz dessa paisagem é composta por formações campestres que ocupam 6.727 ha o que corresponde a 32,76% da área total. Distribuídos em 189 fragmentos, sendo que, aproximadamente 85% deles apresentam áreas menores ou iguais a 10 ha (Gráfico 7). A dominância dessa classe na UP é constatada pelo percentual obtido com a métrica LPI (18,27%) que apresenta o maior valor entre todas as classes do mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, presentes nessa Unidade. Quando considerado a borda de 50 metros, as áreas núcleo ocupam 5.346 ha representando 26,03% da área total da UP, tem se então que, aproximadamente, 80% dessas formações campestres sofrem menor influência do entorno. Mesmo com o expressivo percentual de áreas núcleo foi observado, pelo menor valor de NDCA (169) em relação ao valor de NP (189), que nessa Unidade há fragmentos de formações campestres que não apresentam área útil para espécies sensíveis ao efeito de borda.

As formações florestais com 3.986 ha representam 19,41% da UP. Distribui-se em 150 manchas localizadas, principalmente, nas vertentes das serras da porção norte da Unidade. Os fragmentos com área entre 1 e 10 ha constituem, aproximadamente, a metade das formações florestais dessa UP, a outra metade é ocupada praticamente em parte iguais por fragmentos menores que 1 ha e fragmentos com área entre 10 e 50 ha (Gráfico 7). As áreas núcleo correspondem 2.563 ha o que corresponde a 12,48% da área total da Unidade indicando que 64% das formações florestais podem ser ocupadas por espécies sensíveis ao impacto existente nas margens do fragmento. Aplicação da borda de 50 metros potencializa a fragmentação gerando manchas com mais de um núcleo. O que pode ser constatado pelo número obtido de 214 (Valor de NDCA) áreas núcleo.

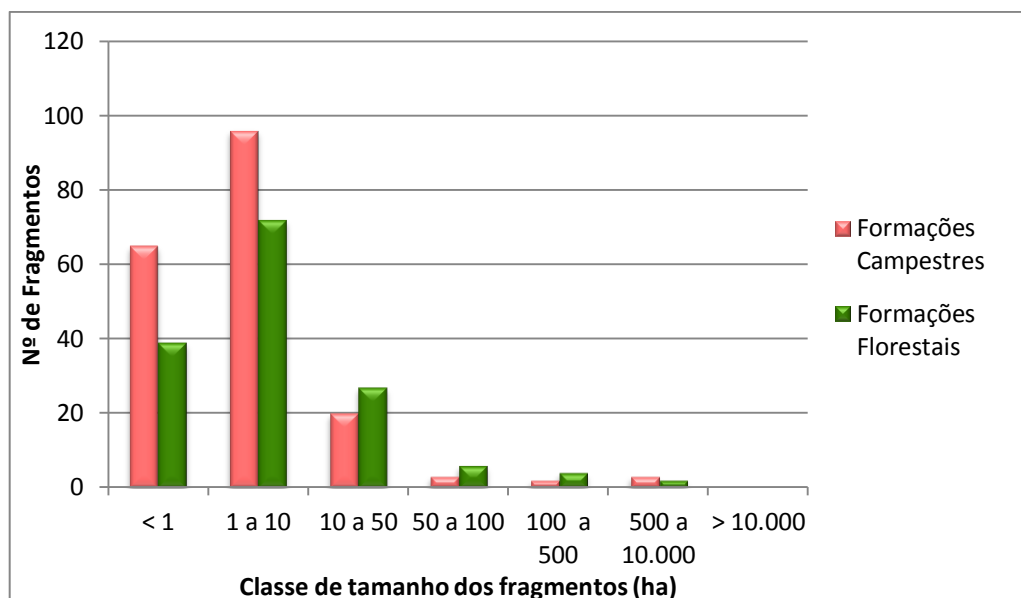


Gráfico 7 - UP7 - Número de fragmentos de cobertura vegetal por classe de tamanho

A pastagem é a terceira classe de maior representatividade na Unidade ocupando uma área de 3.925 ha o que representa 19,11% da área total. As outras classes correspondem a 28,72% da área da Unidade e são representadas por cultivo, corpos d'água e solo exposto. Os corpos d'água ocupam 3.263 ha e são representados nessa Unidade, pelo lago da represa de Furnas. O cultivo com 2.355 ha corresponde a 11,47% da área total da UP e está localizado em sua porção sul devido, principalmente, ao tipo de relevo que se encontra nessa área. O solo exposto representa a menor parcela da área total ocupando uma área de 278 ha.

As métricas de paisagem calculadas para cobertura vegetal nessa UP podem ser encontradas na Tabela 9.

Tabela 9 - Métricas de Paisagem UP7 – Serra da Grota Feia

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
CA	Área total ocupada por classe mapeada (ha)	6.727	3.986
PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na UP (%)	32,76	19,41
NP	Número de fragmentos	189	150
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	18,27	6,22
AREA_MN	Média da área de todos os fragmentos da classe (ha)	35,59	26,57

Métrica	Descrição	Formações Campestres	Formações Florestais
AREA_CV	Coeficiente de variação da área do fragmento (razão do desvio padrão pela média) (%)	796,25	46,77
TCA	Total de área núcleo (ha)	5.346	2.563
CPLAND	Porcentagem de área núcleo na paisagem (%)	26,03	12,48
NDCA	Número de áreas núcleo disjuntas	169	214
ENN_MN	Distância Euclidiana Média ao fragmento vizinho mais próximo (m)	139,86	189,86

Considerando as métricas de paisagem obtidas é possível inferir que essa Unidade apresenta dominância das classes de cobertura vegetal, entretanto elas se encontram bastante fragmentadas com predominância de manchas menores que 10 ha e com formato capaz de intensificar o efeito de borda e conseqüentemente diminuir as áreas utilizadas por espécies sensíveis a esse efeito. Além disso, os fragmentos da classe com maior dominância (formações campestres) são utilizados, em alguns locais, para o pastoreio do gado causando a degradação das manchas, a compactação do solo e a introdução de espécies invasoras.

Quanto aos aspectos físicos as principais fragilidades estão relacionadas com o relevo fortemente ondulado associado à presença de rochas xistosas e a intensa rede de drenagem. Essa combinação juntamente com falta de vegetação ciliar causa processos erosivos nas vertentes e nos cursos d'água. Esses processos também ocorrem no entorno das estradas secundárias presentes, principalmente, na serra da Grota Feia.

As figuras 41 e 42 são representativas das características dessa Unidade:



Figura 42 – UP7 - Serra da Grota Feia



Figura 41 - UP7 - Represa de Furnas

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Unidades de Conservação brasileiras ainda tem um longo caminho a trilhar para cumprirem mais adequadamente os seus objetivos básicos. No Parque Nacional da Serra da Canastra há uma intensa pressão antrópica causada pela indefinição dos limites do parque, presença de rodovias, estradas, áreas de mineração, pastagem e agricultura. O planejamento e a gestão dessa UC são de grande importância para a manutenção de sua viabilidade ecológica e devem considerar a análise sistêmica dos elementos do meio físico, biótico e antrópico que a compõem e a seu entorno imediato.

A realização desse trabalho foi baseada em uma abordagem de cunho geográfico/ecológico, por meio da perspectiva integradora do estudo da paisagem e do uso de métodos de análise espacial. Esses possibilitaram a realização de análises da estrutura da Paisagem no nível regional e local, a identificação e delimitação de sete Unidades de Paisagem e sua caracterização das mesmas por meio da descrição dos elementos que a compõe.

O cálculo das métricas permitiu obter valores descritivos da estrutura e do padrão da paisagem revelando importantes aspectos de sua heterogeneidade. Ao nível regional foram mapeados os graus de fragmentação propiciando a compreensão da disposição dos fragmentos e das suas diferentes situações ambientais. Percebeu-se que o grau de fragmentação está mais relacionado com as formações geomorfológicas do que com a existência da Unidade de Conservação por conseguinte à polêmica de seus limites.

O fragmento remanescente mais significativo, localizado nas chapadas e nos morros alongados da porção norte, está praticamente isolado, ou seja, não há outros fragmentos com condições ambientais semelhantes em suas proximidades. Sendo assim, vale ressaltar a importância da restauração dos fragmentos menores, já que esses cumprem funções relevantes ao longo da paisagem, funcionando como trampolins ecológicos (*stepping stones*), promovendo um aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuando como refúgio de espécies que requerem ambientes particulares que só correm nessas áreas.

A metodologia aqui proposta para identificação e delimitação das Unidades de Paisagem mostrou-se eficiente na integração dos diversos elementos de análise e o elemento condutor, na indicação do elemento preponderante e na consequente identificação de padrões com homogeneidade suficiente a ponto de indicar limites de fácil reconhecimento na paisagem.

Essa proposta metodológica pode ser aplicada nos diversos tipos de zoneamento ambiental que tenham a análise sistêmica da paisagem como teoria norteadora.

As Unidades identificadas, delimitadas e caracterizadas servem ao planejamento na medida em que materializam um zoneamento e efetivamente podem facilitar o processo de gestão da paisagem desse UC e de sua Zona de Amortecimento. Acredita-se que, por essas unidades serem o resultado da compartimentação da área de estudo por meio de uma análise integrada, as fragilidades apontadas a partir da caracterização e análise dos diferentes aspectos de cada UP, apresentam importantes direcionamentos para as ações de manejo da área de estudo.

Predominantemente, as fragilidades identificadas estão relacionadas com a pressão antrópica exercida pelos diferentes tipos de uso existentes dentro do Parque e em sua Zona de Amortecimento. O novo limite proposto para o PNSC e para os Monumentos Naturais adjacentes visam, teoricamente, reduzir essa pressão e aumentar a área sobre efetiva preservação. Entretanto, a redução da área decretada pode ter efeito contrário, regulamentando determinados tipos de uso que podem causar aumento da pressão antrópica nessa UC e em sua ZA.

Uma próxima etapa dessa pesquisa pode ser a análise da evolução da cobertura vegetal e uso do solo e a modelagem de possíveis cenários futuros, utilizando as métricas de paisagem para a sua validação. Este tipo de análise poderá subsidiar de maneira significativa a discussão sobre as melhores formas de planejamento e gestão do PNSC e sua Zona de Amortecimento.

É importante ressaltar que, embora a pesquisa tenha alcançado os objetivos propostos novas perspectivas podem surgir a partir da utilização de: imagens de satélite de melhor resolução espacial, bases cartográficas com maior escala de detalhamento e métricas que quantifiquem outros aspectos da estrutura da paisagem. Propõe-se também que o estudo do efeito de borda considere o tipo de vizinhança do fragmento e que no cálculo das métricas de paisagem o relevo da área de estudo seja considerado, conforme sugere o trabalho de Hoechstetter *et al.* (2008).

Por fim, este estudo representa um avanço na proposta de uma metodologia para zoneamentos ambientais e no entendimento da paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento, sendo capaz de fornecer base para novas discussões sobre as melhores formas de planejamento e gestão da área de estudo, e uma nova proposta metodológica para a delimitação de unidades da paisagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A.N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 6º ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003 160 p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Cadernos de ciências da terra, São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1972.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Arquivos Digitais *Shapefiles*. Disponível em: < <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>> Acesso em: 20/04/2013.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Arquivos Digitais *Shapefiles*. Disponível em: < <http://sigmine.dnpm.gov.br/sirgas2000/MG.zip>> Acesso em: 10/01/2014.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Brasil em Relevo. Arquivos Digitais. Disponível em:< <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/se-23-y-c.htm>> Acesso em 22/04/2013.

_____. Arquivos Digitais. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/se-23-y-d.htm>> Acesso em 22/04/2013.

_____. Arquivos Digitais. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/sf-23-v-a.htm>> Acesso em 22/04/2013.

_____. Arquivos Digitais. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/sf-23-v-b.htm>> Acesso em 22/04/2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Arquivos digitais *Shapefiles*. Disponível em: < http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm> Acesso em 25/04/2013.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal 2012. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=316430&search=minas-gerais> > Acesso em: 15/03/2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da Vegetação do Brasil. Rio de Janeiro, 2004.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

BRASIL. Decreto nº 70.355, de 3 de abril de 1972. Cria o Parque Nacional da Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais, com os limites que especifica, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 04/04/1972, página 2873.

_____. Decreto nº 74.446, de 21 de agosto de 1974. Dispõe sobre a criação de área prioritária de emergência, para fins de Reforma Agrária, Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário Oficial da União. 22/08/1974; Seção 1, página 8511.

_____. Decreto nº 74.447, de 21 de agosto de 1974. Declara de interesse social para fins de desapropriação, imóveis rurais situados nos Municípios de Vargem Bonita, Sacramento e São Roque de Minas, compreendidos na área prioritária de emergência, para fins de Reforma

Agrária, de que se trata o decreto nº 74.446 de 21 de agosto de 1974. Diário Oficial da União. 26/08/1974; Seção 1, página 9704.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União. 19/07/2000; Seção 1, página 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Arquivos Digitais *Shapefiles*. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>> Acesso em: 20/04/2013.

BUREL, F.; BAUDRY, J. Landscape Ecology: concepts, methods and applications. New Hampshire: Science Publishers, 2003. 362p.

CASIMIRO, P. C. Estrutura, composição e configuração da Paisagem, Conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da Ecologia da Paisagem. Revista Portuguesa de Estudos Regionais, Revista da APDR, Coimbra, nº 20, p. 75-97, 1º quadrimestre 2009.

_____. Uso do Solo, Teledetecção e Estrutura da Paisagem, Ensaio Metodológico – Conselho de Mértola. 2002. 585f. Tese – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2002.

CASTRO DA, T.C.C.; COSTA, L. M. Análise Comparativa do Meio Físico e Socioeconômico de Três Municípios com Parques Florestais: Araporanga, Caparaó e São Roque de Minas – MG. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. p.42.

CASTRO JUNIOR, E; COUTINHO, B.H; FREITAS, L.E. Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. . In GUERRA, A.J.T; COELHO, C. N.(Org.). Unidades de Conservação: Abordagens e Características Geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil LTDA, 2009. p. 25-65.

CAVALCANTE, F. A. et al. (org). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 432 p.

CHAVES, M.L.C.C.; BENITEZ, L.; ANDRADE, K.W. Cachoeira da Casca D’Anta São Roque de Minas, MG. SIGEP, Brasília, v.027, dez.2008. Disponível em: <<http://www.yumpu.com/pt/document/view/12932359/capitulo-impreso-sigep-cprm>>. Acesso em 24/07/2013.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo: HUCITEC: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979. 106 p.

CURRY, R.T.S.; CARVALHO JUNIOR, O. Manual de Restauração Florestal: Florestas de Transição. Belém: IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011. 78 p.

DIAS, J.B. A dimensão dos sistemas naturais na (re)produção dos sistemas agrícolas da agricultura familiar: análise da paisagem de três comunidades rurais na região metropolitana de Curitiba (em São José dos Pinhais, Mandirituba e Tijucas do Sul). 2006. 357 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DIAS, J.B; SANTOS. L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão sócio-ambiental rural. Confins [Online], v.1, 2007. Disponível em: <<http://confins.revues.org/10> ; DOI : 10.4000/confins.10> Acesso em: 23 de setembro de 2013

DIOS, C. B; MARÇAL, M. S. Legislação Ambiental e a Gestão de Unidades de Conservação: O Caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. In GUERRA, A.J.T; COELHO, C. N.(Org.). Unidades de Conservação: Abordagens e Características Geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil LTDA, 2009. p. 173-199.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T.T. Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning. Island Press, 1996. 80 p.

DRUMMOND, G. M. et al. (Org.). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

ESTADOS UNIDOS. *United States Geological Survey*. Arquivos Digitais. Disponível em: < <http://earthexplorer.usgs.gov/> > Acesso em: 25/04/2013.

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From data mining to discovery knowledge in databases. *AI Magazine*, v.3, p. 37-54. 1996.

FÁVERO, O.A. Paisagem e sustentabilidade na bacia hidrográfica do rio Sorocaba (SP). 2007. Tese - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

FERREIRA, G. H. C. A Regularização Fundiária no Parque Nacional da Serra da Canastra e a Expropriação Camponesa: Da Baioneta À Ponta da Caneta. 2013. 261f. Dissertação – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FERREIRA, V.O. Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na bacia do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais. 2007. 291f. Tese – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

FORMAN, R.T. Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions. 1ªed. Cambridge. Cambridge University Press, 1995. 633p.

FORMAN, R.T; GODRON, M. Landscape Ecology. New York: Wiley, 1986. 619p.

GOUVEIA, R.M.M. Mineração de Dados em Data Warehouse para Sistema de Abastecimento de Água. 2009. 147f. Dissertação – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

GUERRA, J. A. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. 1ª ed. São Paulo. Bertrand Brasil, 2006. 192p.

HAYAKAWA, E. H. et al. Avaliação multitemporal da planície de inundação do Alto Rio Paraná (região de Porto Rico, PR) através de classificação supervisionada e não supervisionada de imagens Landsat-5/TM. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009. p. 5865-5872.

HOECHSTETTER, S. et al. Effects of topography and surface roughness in analyses of landscape structure – A proposal to modify the existing set of landscape metrics. *Landscape Online*, v.3, fevereiro/ 2008. Disponível em <<http://www.landscapeonline.de/103097lo200803/>>. Acesso em 16/01/2014

IBAMA, Ministério do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra. Brasília: IBAMA/Terra Brasilis, 2005.

ITB, Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Socioambiental. Diagnóstico do Uso do Solo e Processos Erosivos da Bacia do Rio do Peixe. Belo Horizonte, 2012, p.52.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. MEGADIVERSIDADE , Belo Horizonte, v.1, n.1 , 2005, p.147-155.

KNOGGE, C.; MARTENSEN, A. C.; UEZU, A. Introdução na Ecologia de Paisagens. Nazaré Paulista: Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), 2013. 144 slides: color. Slides gerados a partir do software Power Point.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 424p.

LEPSCH, I.F.; 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de textos, 2011. 456p.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, P. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. Revista do Departamento de Geografia, v.14, 2001, p. 39-46.

MATEO, J.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2ªed. Fortaleza: Edições UFC, 2007, 222 p.

MCGARIAL, K.; MARKS, B.J. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. U.S. Forest Services General Technical Report PNW 351, 1995. 122 p.

MENDONÇA, A. H. Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação do cerrado *stricto sensu* inserido em matriz de pastagem. 2010. 171f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade Federal de São Paulo. 2010.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.N. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206 p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. Biota Neotropica (ED. Portuguesa), Campinas, v.1, n.1/2, p.1-9, 2001.

_____. Estrutura da paisagem: O uso adequado de métricas. In: CULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org). 2ªed. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2009, p. 423-453.

MITTERMEIER, A.R. et al. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. MEGADIVERSIDADE, v.1, n.1, p.14-21, 2005.

MOURA, Ana Clara M.; Reflexões Metodológicas para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. São Paulo: INPE, 2007. p.2899-2906.

MONTEIRO, C.A.F. Geossistemas: a história de uma procura. 2ªed. São Paulo: Editora Contexto, 2001, 127p.

- MURCIA, C. Edges effects in fragmented forests: implications for conservation. Elsevier Science. v. 3, n. 10, p. 58-62, 1995.
- NEVES, M. C.; FREITAS, C.C.; CÂMARA, G. Mineração de Dados em Grandes Bancos de Dados Geográficos: relatório técnico. São José dos Campos: INPE, 2001, 35 p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.
- OLIVEIRA, Lyria C. de A. Produtores rurais e Parque Nacional: um estudo de caso na Serra da Canastra – MG. 1992. 121f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Escola Superior de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1992.
- RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A.S. (orgs.). Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003.501 p.
- REATTO, A. et al. Cerrado: ecologia e flora. 1ªed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. V.1. p.406.
- ROSS, Jurandy. Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208p.
- SALGUEIRO, T. Paisagem e a Geografia. Finisterra, XXXVI, 72, 2001, p. 37-53.
- SOARES-FILHO, B. S. Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças. Apostila. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências – UFMG, 1998.
- SOARES, C. C.; BIZERRIL, M. X.; SANTOS, J. P. (orgs). Um lugar chamado Canastra. Atibaia-SP: Instituto Pró-Carnívoro, 2008.
- SOUZA, M. S.; MATOSO, M. L. Q.; EBECKEN, N.F.F. Data Mining: a database perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA MINING, 1998, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998, pp.413-432.
- TAMBOSI, L.R.; SILVA, M.M.; RODRIGUES, R.R. Adequação Ambiental de Propriedades Rurais e Priorização da Restauração Florestal para Otimizar o Ganho de Conectividade da Paisagem. In: PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, A.L.; CUNHA, A.(Org). Conservação da Biodiversidade com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p. 25-39.
- TROPPEMAIR,H.; GALINA,M.H. Geossistemas. Mercator - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v.5, n.10, p.79-89, 2006.
- TURNER, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. Annual Review of Ecology and Systematic, v. 20, p.171-197, 1989.
- Uezu, A., Cullen Jr., L., 2012. Da fragmentação florestal à restauração da paisagem: aliando conhecimento científico e oportunidades legais para a conservação. In: Paese, A., Uezu, A., Lorini, M.L., Cunha, A. (Org.). Conservação da Biodiversidade com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, p.13-22.
- UFV. Universidade Federal de Viçosa. et al. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Arquivos Digitais. Disponível em: < http://www.dps.ufv.br/?area=mapa_solos> Acesso em: 15/05/2013

UFLA. Universidade Federal de Lavras. Mapa da Cobertura Vegetal 2009. Arquivos Digitais *Shapefiles*. Disponível em: <
<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/inventarioFlorestal/>> Acesso em: 14/05/2013

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. *GEOGRAFIA*, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003.

ZEDLER, J. B.; DOHERTY, J. M.; MILLER, N. A. Shifting restoration policy to address landscape change, novel ecosystems, and monitoring. *Ecology and Society*. 2012.

WIENS, J. A. et al. *Foundation papers in landscape ecology*. New York. Columbia University Press. 2006.

8. ANEXOS

ANEXO A - Regras de classificação definidas pela árvore de decisão.

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2

Relation: unidade

Instances: 151646

Attributes: 7

Hipsometria

Densidade hidrografica Hidrografica

Cobertura Vegetal e Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Solos

Declividade

Soloss

Unidades de Relevô

Geologia

Test mode:10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree

Geologia = A

| Hipsometria = 610-710: CP (0.0)

| Hipsometria = 710-810: CP (0.0)

| Hipsometria = 810-910: MACVC (280.0)

| Hipsometria = 910-1010: CP (0.0)

| Hipsometria = 1010-1110: CP (0.0)

| Hipsometria = 1110-1210: CP (2.0)

| Hipsometria = 1210-1310: CP (101.0/1.0)

| Hipsometria = 1310-1410: CP (289.0)

- | Hipsometria = >1410: CP (13.0)
- Geologia = B: CP (1574.0/38.0)
- Geologia = C: MACVC (23917.0/383.0)
- Geologia = D: CASO (15252.0/4.0)
- Geologia = E: MACVC (327.0)
- Geologia = F
- | Solos = AR
- | | Densidade hidrografica = 1: CP (681.0/3.0)
- | | Densidade hidrografica = 2
- | | | Hipsometria = 610-710: CP (0.0)
- | | | Hipsometria = 710-810: CP (0.0)
- | | | Hipsometria = 810-910: DI (4.0)
- | | | Hipsometria = 910-1010: DI (98.0/3.0)
- | | | Hipsometria = 1010-1110
- | | | | Cobertura Vegetal e Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Solos = AA: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (104.0/25.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (25.0/1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (11.0/4.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (3.0)
- | | | Hipsometria = 1110-1210
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (144.0/24.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (13.0/7.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (19.0/10.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (1.0)

| | | Hipsometria = 1210-1310

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (112.0/14.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (43.0/6.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (10.0/3.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (0.0)

| | | Hipsometria = 1310-1410: CP (8.0)

| | | Hipsometria = >1410: CP (0.0)

| | Densidade hidrografica = 3

| | | Hipsometria = 610-710: CP (0.0)

| | | Hipsometria = 710-810: CP (0.0)

| | | Hipsometria = 810-910: CP (0.0)

| | | Hipsometria = 910-1010: DI (11.0)

| | | Hipsometria = 1010-1110

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (64.0/18.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (15.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CP (6.0/2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (0.0)

| | | Hipsometria = 1110-1210: MAE (68.0/32.0)

| | | Hipsometria = 1210-1310: CP (22.0/7.0)

| | | Hipsometria = 1310-1410: CP (0.0)

| | | Hipsometria = >1410: CP (0.0)

- | Solos = AG
- | | Densidade hidrografica = 1
- | | | Hipsometria = 610-710: MACVC (0.0)
- | | | Hipsometria = 710-810: MACVC (19.0)
- | | | Hipsometria = 810-910: MACVC (93.0/3.0)
- | | | Hipsometria = 910-1010: MACVC (736.0/217.0)
- | | | Hipsometria = 1010-1110
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MACVC (70.0/23.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (86.0/28.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (215.0/77.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (276.0/90.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (35.0/11.0)
- | | | Hipsometria = 1110-1210
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MACVC (39.0/8.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (6.0/1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (29.0/4.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (16.0/1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (0.0)
- | | | Hipsometria = 1210-1310: MACVC (0.0)
- | | | Hipsometria = 1310-1410: MACVC (0.0)
- | | | Hipsometria = >1410: MACVC (0.0)
- | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (488.0/20.0)
- | | Densidade hidrografica = 3: MACVC (82.0)
- | Solos = CB

| | Hipsometria = 610-710: MAE (0.0)

| | Hipsometria = 710-810: MACVC (1184.0/76.0)

| | Hipsometria = 810-910: MACVC (4423.0/474.0)

| | Hipsometria = 910-1010

| | | Densidade hidrografica = 1: MACVC (1050.0/238.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | | declividade = 0-3: MAE (213.0/51.0)

| | | | declividade = 3-8

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (3.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (197.0/38.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (33.0/16.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (165.0/72.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (208.0/95.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (8.0/4.0)

| | | | declividade = 8-20: MACVC (513.0/188.0)

| | | | declividade = 20-45: MACVC (295.0/90.0)

| | | | declividade = 45-75: MACVC (22.0/2.0)

| | | | declividade = >75: MACVC (0.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | | declividade = 0-3: MAE (334.0/74.0)

| | | | declividade = 3-8

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (244.0/39.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (48.0/15.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (229.0/95.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (22.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (176.0/83.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (36.0/12.0)

| | | | declividade = 8-20

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MAE (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (141.0/60.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (42.0/18.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (172.0/89.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (6.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (140.0/64.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (40.0/19.0)

| | | | declividade = 20-45: MACVC (313.0/131.0)

| | | | declividade = 45-75: MACVC (11.0/3.0)

| | | | declividade = >75: MAE (0.0)

| | Hipsometria = 1010-1110: MAE (8666.0/1087.0)

| | Hipsometria = 1110-1210: MAE (6524.0/562.0)

| | Hipsometria = 1210-1310

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | declividade = 0-3: CP (121.0/49.0)

| | | | declividade = 3-8: MAE (345.0/170.0)

| | | | declividade = 8-20: MAE (188.0/83.0)

| | | | declividade = 20-45: MAE (132.0/48.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (14.0/2.0)

| | | | declividade = >75: CP (2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU

| | | | Densidade hidrografica = 1

| | | | | declividade = 0-3: CP (9.0/3.0)

| | | | | declividade = 3-8: CP (32.0/13.0)

| | | | | declividade = 8-20: MAE (22.0/9.0)

| | | | declividade = 20-45: MAE (8.0/1.0)

| | | | declividade = 45-75: MAE (1.0)

| | | | declividade = >75: MAE (0.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: MAE (18.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: MAE (5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | Densidade hidrografica = 1: MAE (110.0/14.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: MAE (32.0/2.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: CP (8.0/2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (278.0/36.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (104.0/23.0)

| | Hipsometria = 1310-1410: CP (80.0)

| | Hipsometria = >1410: MAE (0.0)

| Solos = LT

| | Densidade hidrografica = 1

| | | Hipsometria = 610-710: MACVC (0.0)

| | | Hipsometria = 710-810: MACVC (0.0)

| | | Hipsometria = 810-910: MACVC (39.0)

| | | Hipsometria = 910-1010

| | | | declividade = 0-3: MAE (71.0/33.0)

| | | | declividade = 3-8

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (30.0/11.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (14.0/4.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (77.0/26.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (117.0/46.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (10.0)

| | | | declividade = 8-20: MACVC (162.0/36.0)

| | | declividade = 20-45: MACVC (79.0/6.0)

| | | declividade = 45-75: MACVC (10.0)

| | | declividade = >75: MACVC (0.0)

| | | Hipsometria = 1010-1110

| | | declividade = 0-3: MAE (46.0/13.0)

| | | declividade = 3-8: MAE (188.0/67.0)

| | | declividade = 8-20

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (48.0/29.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (10.0/4.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (71.0/32.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (65.0/15.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (8.0/3.0)

| | | declividade = 20-45: MACVC (130.0/53.0)

| | | declividade = 45-75

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: DI (21.0/9.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (4.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (8.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (0.0)

| | | declividade = >75: DI (12.0/5.0)

| | | Hipsometria = 1110-1210

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (273.0/144.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (58.0/23.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (139.0/86.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | declividade = 0-3: MAE (9.0/2.0)

| | | declividade = 3-8: MAE (27.0/6.0)

| | | declividade = 8-20: MAE (19.0/9.0)

| | | declividade = 20-45: MACVC (14.0/4.0)

| | | declividade = 45-75: MACVC (8.0/1.0)

| | | declividade = >75: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (10.0/2.0)

| | | Hipsometria = 1210-1310

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (133.0/29.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (92.0/19.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (29.0/12.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | declividade = 0-3: MAE (1.0)

| | | declividade = 3-8: MAE (5.0/2.0)

| | | declividade = 8-20: MAE (7.0/4.0)

| | | declividade = 20-45: MACVC (10.0/3.0)

| | | declividade = 45-75: MACVC (7.0/1.0)

| | | declividade = >75: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (8.0)

| | | Hipsometria = 1310-1410

| | | declividade = 0-3: CP (5.0)

| | | declividade = 3-8: CP (10.0)

| | | declividade = 8-20: CP (6.0/2.0)

| | | declividade = 20-45: MACVC (8.0/2.0)

| | | declividade = 45-75: CP (0.0)

| | | declividade = >75: CP (0.0)

| | | Hipsometria = >1410: MACVC (0.0)

| | Densidade hidrografica = 2

| | | Hipsometria = 610-710: MAE (0.0)

| | | Hipsometria = 710-810

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (4.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (8.0/3.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (7.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (0.0)

| | | Hipsometria = 810-910

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (100.0/17.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (25.0/12.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (137.0/35.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (146.0/38.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (5.0/1.0)

| | | Hipsometria = 910-1010: MAE (1472.0/443.0)

| | | Hipsometria = 1010-1110

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: DI (638.0/220.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (9.0/4.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (281.0/134.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (165.0/70.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MAE (14.0/4.0)

| | | Hipsometria = 1110-1210

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | declividade = 0-3: CP (26.0/8.0)

| | | declividade = 3-8: CP (72.0/19.0)

| | | declividade = 8-20: CP (69.0/20.0)

| | | declividade = 20-45: CP (78.0/33.0)

| | | declividade = 45-75: DI (62.0/29.0)

| | | declividade = >75: DI (20.0/5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (61.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (153.0/71.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (20.0/5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (5.0)

| | | Hipsometria = 1210-1310: CP (179.0/4.0)

| | | Hipsometria = 1310-1410: CP (22.0)

| | | Hipsometria = >1410: MAE (0.0)

| | Densidade hidrografica = 3

| | | Hipsometria = 610-710: DI (0.0)

| | | Hipsometria = 710-810

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MACVC (7.0/2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (5.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (8.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (1.0)

| | | Hipsometria = 810-910

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: MAE (73.0/23.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (12.0/5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (38.0/8.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MAE (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (36.0/14.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (8.0)

| | | Hipsometria = 910-1010

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | declividade = 0-3: DI (203.0/16.0)

| | | declividade = 3-8: DI (429.0/59.0)

| | | declividade = 8-20: DI (149.0/78.0)

| | | declividade = 20-45: DI (100.0/47.0)

| | | declividade = 45-75: CP (24.0/9.0)

| | | declividade = >75: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (31.0/10.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | declividade = 0-3: DI (105.0/10.0)

| | | declividade = 3-8: DI (163.0/31.0)

| | | declividade = 8-20: DI (124.0/39.0)

| | | declividade = 20-45: MAE (49.0/24.0)

| | | declividade = 45-75: MAE (10.0/3.0)

- | | | | declividade = >75: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (179.0/65.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (14.0/9.0)
- | | | Hipsometria = 1010-1110: DI (1555.0/287.0)
- | | | Hipsometria = 1110-1210
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: DI (224.0/96.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (17.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (96.0/17.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (56.0/1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (23.0/3.0)
- | | | Hipsometria = 1210-1310: CP (70.0/26.0)
- | | | Hipsometria = 1310-1410: DI (0.0)
- | | | Hipsometria = >1410: DI (0.0)
- | Solos = NEO
- | | Hipsometria = 610-710: MACVC (0.0)
- | | Hipsometria = 710-810: MACVC (203.0/82.0)
- | | Hipsometria = 810-910
- | | | Densidade hidrografica = 1: MACVC (119.0/5.0)
- | | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (631.0/63.0)
- | | | Densidade hidrografica = 3
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA
- | | | | declividade = 0-3: MACVC (29.0/15.0)
- | | | | declividade = 3-8: MAE (106.0/67.0)
- | | | | declividade = 8-20: MAE (162.0/103.0)

| | | | declividade = 20-45: MAE (106.0/68.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (32.0/16.0)

| | | | declividade = >75: CP (3.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MAE (62.0/26.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | declividade = 0-3: MACVC (41.0/16.0)

| | | | declividade = 3-8: MACVC (128.0/62.0)

| | | | declividade = 8-20: MACVC (147.0/87.0)

| | | | declividade = 20-45: MACVC (106.0/70.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (22.0/10.0)

| | | | declividade = >75: DI (2.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (378.0/154.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (24.0/6.0)

| | Hipsometria = 910-1010

| | | Densidade hidrografica = 1: MACVC (976.0/132.0)

| | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (1427.0/516.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | declividade = 0-3: MAE (28.0/18.0)

| | | | declividade = 3-8: MAE (119.0/55.0)

| | | | declividade = 8-20: MAE (227.0/140.0)

| | | | declividade = 20-45: DI (159.0/116.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (66.0/32.0)

| | | | declividade = >75: CP (8.0/3.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (78.0/34.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | declividade = 0-3: MACVC (22.0/12.0)

| | | | declividade = 3-8: MACVC (84.0/54.0)

| | | | declividade = 8-20: MACVC (176.0/116.0)

| | | | declividade = 20-45: MACVC (138.0/91.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (36.0/19.0)

| | | | declividade = >75: DI (4.0/2.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (438.0/244.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (43.0/11.0)

| | Hipsometria = 1010-1110

| | | Densidade hidrografica = 1: MACVC (1409.0/460.0)

| | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (1272.0/514.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (314.0/160.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (3.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | declividade = 0-3: MAE (1.0)

| | | | declividade = 3-8: CP (18.0/9.0)

| | | | declividade = 8-20: MAE (61.0/36.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (74.0/51.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (30.0/19.0)

| | | | declividade = >75: DI (8.0/3.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (144.0/96.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (14.0/1.0)

| | Hipsometria = 1110-1210

| | | Densidade hidrografica = 1

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (3.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | declividade = 0-3: CP (25.0/7.0)

| | | | declividade = 3-8: CP (114.0/58.0)

| | | | declividade = 8-20: MACVC (183.0/80.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (177.0/91.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (114.0/47.0)

| | | | declividade = >75: CP (41.0/16.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (17.0/5.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (286.0/117.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: MACVC (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (264.0/121.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: MACVC (82.0/29.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (466.0/229.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MACVC (140.0/85.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MACVC (120.0/62.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (7.0/3.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | | declividade = 0-3

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (29.0/7.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (3.0)

| | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (0.0)

- | | | | declividade = 3-8: CP (60.0/11.0)
- | | | | declividade = 8-20: MAE (90.0/42.0)
- | | | | declividade = 20-45
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (47.0/16.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: MAE (19.0/9.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: MAE (11.0/5.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (0.0)
- | | | | declividade = 45-75: CP (45.0/13.0)
- | | | | declividade = >75: CP (13.0/1.0)
- | | Hipsometria = 1210-1310: CP (2217.0/525.0)
- | | Hipsometria = 1310-1410: CP (1632.0/65.0)
- | | Hipsometria = >1410: CP (328.0)
- | Solos = PL: CP (11681.0/1600.0)

Geologia = G

- | Solos = AR: MACVC (0.0)
- | Solos = AG: MACVC (1270.0)
- | Solos = CB: MACVC (362.0)
- | Solos = LT
- | | Densidade hidrografica = 1: MACVC (0.0)
- | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (14.0)
- | | Densidade hidrografica = 3: CASO (13.0)
- | Solos = NEO: MACVC (5.0)
- | Solos = PL: MACVC (0.0)

Geologia = H

- | Hipsometria = 610-710
- | | Solos = AR: CASO (0.0)
- | | Solos = AG: CASO (4.0)

| | Solos = CB: CASO (558.0)

| | Solos = LT: CASO (130.0)

| | Solos = NEO: CASO (1727.0/373.0)

| | Solos = PL: DI (161.0/36.0)

| Hipsometria = 710-810

| | Solos = AR: CASO (0.0)

| | Solos = AG: MACVC (81.0)

| | Solos = CB: CASO (1254.0/73.0)

| | Solos = LT: CASO (248.0/33.0)

| | Solos = NEO

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA

| | | | Densidade hidrografica = 1: CASO (0.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: MACVC (82.0/46.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: CASO (173.0/26.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CASO (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CASO (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | Densidade hidrografica = 1: CASO (414.0/205.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: CASO (1142.0/589.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: DI (895.0/462.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (881.0/104.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | Densidade hidrografica = 1: CASO (328.0/112.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: CASO (1094.0/463.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: DI (797.0/381.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CASO (6.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | | Densidade hidrografica = 1: CASO (181.0/86.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: CASO (788.0/336.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: DI (610.0/280.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CASO (364.0/162.0)

| | Solos = PL: DI (797.0/233.0)

- | Hipsometria = 810-910
- | | Solos = AR: CP (0.0)
- | | Solos = AG: MACVC (65.0/12.0)
- | | Solos = CB
- | | | Densidade hidrografica = 1
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (95.0/9.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (6.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (32.0/10.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CASO (11.0/1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (4.0)
- | | | Densidade hidrografica = 2
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (177.0/41.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (131.0/65.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CASO (64.0/24.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (9.0/1.0)
- | | | Densidade hidrografica = 3
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CASO (5.0/2.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA
- | | | | declividade = 0-3: DI (53.0/19.0)
- | | | | declividade = 3-8: DI (108.0/44.0)
- | | | | declividade = 8-20: CP (104.0/48.0)

| | | | declividade = 20-45: DI (59.0/28.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (21.0/7.0)

| | | | declividade = >75: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (7.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (267.0/83.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (171.0/9.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (30.0/6.0)

| | Solos = LT

| | | Densidade hidrografica = 1: CP (91.0/37.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | | declividade = 0-3: CP (0.0)

| | | | | declividade = 3-8: CP (2.0/1.0)

| | | | | declividade = 8-20: DI (7.0/2.0)

| | | | | declividade = 20-45: CP (12.0/4.0)

| | | | | declividade = 45-75: CP (0.0)

| | | | | declividade = >75: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (28.0/13.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (15.0/5.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (2.0)

| | | Densidade hidrografica = 3: DI (64.0/1.0)

| | Solos = NEO

| | | Densidade hidrografica = 1

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (616.0/327.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: MACVC (35.0/22.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | declividade = 0-3: CASO (41.0/18.0)

| | | | declividade = 3-8: CASO (104.0/57.0)

| | | | declividade = 8-20: CASO (129.0/82.0)

| | | | declividade = 20-45: DI (83.0/55.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (11.0/4.0)

| | | | declividade = >75: CP (3.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | | declividade = 0-3: CASO (28.0/11.0)

| | | | declividade = 3-8: CASO (53.0/28.0)

| | | | declividade = 8-20: CASO (61.0/40.0)

| | | | declividade = 20-45: MACVC (32.0/20.0)

| | | | declividade = 45-75: CASO (6.0/3.0)

| | | | declividade = >75: CASO (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (61.0/29.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: MACVC (8.0/4.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (1066.0/507.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (110.0/40.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (651.0/412.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CP (482.0/338.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (109.0/39.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CASO (14.0/2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | declividade = 0-3: CP (75.0/33.0)

| | | | declividade = 3-8: CP (215.0/108.0)

| | | | declividade = 8-20: DI (240.0/123.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (131.0/75.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (22.0/11.0)

| | | | declividade = >75: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (86.0/25.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (462.0/172.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (368.0/164.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (80.0/37.0)

| | Solos = PL

| | | Densidade hidrografica = 1: DI (77.0/29.0)

| | | Densidade hidrografica = 2: CP (222.0/109.0)

| | | Densidade hidrografica = 3: DI (167.0/25.0)

| Hipsometria = 910-1010

| | Densidade hidrografica = 1

| | | Solos = AR: CP (0.0)

| | | Solos = AG: MACVC (29.0/7.0)

| | | Solos = CB: CP (695.0/106.0)

| | | Solos = LT: CP (165.0/15.0)

| | | Solos = NEO

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (531.0/236.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (43.0/19.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (300.0/143.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CP (237.0/118.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CASO (36.0/5.0)

- | | | Solos = PL: CP (234.0/52.0)
- | | Densidade hidrografica = 2
- | | | Solos = AR: CP (0.0)
- | | | Solos = AG: CP (21.0)
- | | | Solos = CB: CP (935.0/226.0)
- | | | Solos = LT
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: DI (60.0/19.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (59.0/18.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (52.0/16.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (9.0)
- | | | Solos = NEO: CP (866.0/327.0)
- | | | Solos = PL: CP (358.0/77.0)
- | | Densidade hidrografica = 3
- | | | Solos = AR: DI (0.0)
- | | | Solos = AG: DI (0.0)
- | | | Solos = CB
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA
- | | | | declividade = 0-3: CP (20.0/10.0)
- | | | | declividade = 3-8: DI (86.0/40.0)
- | | | | declividade = 8-20: CP (114.0/54.0)
- | | | | declividade = 20-45: DI (89.0/38.0)
- | | | | declividade = 45-75: CP (50.0/17.0)
- | | | | declividade = >75: DI (1.0)
- | | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (220.0/92.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (119.0/17.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (34.0/6.0)

| | | Solos = LT: DI (25.0)

| | | Solos = NEO

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (159.0/66.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CASO (10.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | declividade = 0-3: CP (1.0)

| | | declividade = 3-8: CP (12.0/3.0)

| | | declividade = 8-20: DI (23.0/11.0)

| | | declividade = 20-45: DI (20.0/7.0)

| | | declividade = 45-75: DI (3.0/1.0)

| | | declividade = >75: DI (1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CP (44.0/23.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (4.0/2.0)

| | | Solos = PL: DI (191.0/52.0)

| Hipsometria = 1010-1110

| | Solos = AR: CP (0.0)

| | Solos = AG: CP (2.0)

| | Solos = CB

| | | Densidade hidrografica = 1

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (860.0/60.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (53.0/20.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (311.0/66.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (6.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | | declividade = 0-3: DI (11.0/5.0)

| | | | declividade = 3-8: CP (25.0/12.0)

| | | | declividade = 8-20: DI (18.0/6.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (16.0/3.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (12.0/1.0)

| | | | declividade = >75: CP (5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (43.0/17.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (624.0/117.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (68.0/19.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | declividade = 0-3: DI (51.0/12.0)

| | | | declividade = 3-8: DI (85.0/32.0)

| | | | declividade = 8-20: DI (66.0/27.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (59.0/26.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (11.0/1.0)

| | | | declividade = >75: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA

| | | | declividade = 0-3: DI (50.0/6.0)

| | | | declividade = 3-8: DI (64.0/16.0)

| | | | declividade = 8-20: DI (67.0/31.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (42.0/11.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (18.0/6.0)

| | | | declividade = >75: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (55.0/22.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | declividade = 0-3: DI (41.0/7.0)

| | | | declividade = 3-8: DI (105.0/31.0)

| | | | declividade = 8-20: CP (117.0/57.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (55.0/24.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (31.0/10.0)

| | | | declividade = >75: DI (3.0/1.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (10.0/2.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (184.0/27.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (190.0/18.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: DI (48.0/18.0)

| | Solos = LT

| | | Densidade hidrografica = 1: CP (69.0/5.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | | declividade = 0-3: DI (2.0)

| | | | declividade = 3-8: DI (11.0/2.0)

| | | | declividade = 8-20: CP (18.0/6.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (10.0/1.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (0.0)

| | | | declividade = >75: CP (0.0)

| | | Densidade hidrografica = 3: CP (0.0)

| | Solos = NEO: CP (990.0/389.0)

| | Solos = PL

| | | Densidade hidrografica = 1

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (414.0/32.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (6.0/1.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (189.0/43.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (42.0/18.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (43.0/5.0)

| | | Densidade hidrografica = 2

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (357.0/67.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (2.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (124.0/38.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (82.0/38.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (43.0)

| | | Densidade hidrografica = 3

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: DI (106.0/37.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: DI (30.0/6.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (18.0/7.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (5.0)

| Hipsometria = 1110-1210

| | Solos = AR: CP (0.0)

| | Solos = AG: CP (0.0)

| | Solos = CB: CP (1439.0/234.0)

| | Solos = LT: CP (45.0)

| | Solos = NEO

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA

| | | | Densidade hidrografica = 1

| | | | declividade = 0-3: CASO (11.0/4.0)

| | | | declividade = 3-8: CASO (58.0/25.0)

| | | | declividade = 8-20: CASO (74.0/34.0)

| | | | declividade = 20-45: CP (79.0/30.0)

| | | | declividade = 45-75: CP (45.0/17.0)

| | | | declividade = >75: CP (6.0/1.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: CP (111.0/33.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU: CP (4.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA: CP (155.0/57.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: CP (107.0/41.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (66.0)

| | Solos = PL

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AA: CP (4.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AG: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = AU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CA: CP (1394.0/158.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = CU

| | | | Densidade hidrografica = 1: CP (28.0/13.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: DI (6.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: DI (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = MA

| | | | Densidade hidrografica = 1: CP (323.0/39.0)

| | | | Densidade hidrografica = 2: CP (115.0/29.0)

| | | | Densidade hidrografica = 3: DI (5.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = NU: CP (0.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = PA: DI (178.0/74.0)

| | | Cobertura Vegetal e Uso do Solo = SE: CP (152.0/15.0)

| Hipsometria = 1210-1310: CP (2468.0/263.0)

| Hipsometria = 1310-1410: CP (829.0/12.0)

| Hipsometria = >1410: CP (29.0)

Geologia = I: CP (272.0)

Number of Leaves : 751

Size of the tree : 880

Time taken to build model: 0.42 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	124222	81.9158 %
Incorrectly Classified Instances	27424	18.0842 %
Kappa statistic	0.7645	
Mean absolute error	0.1029	
Root mean squared error	0.2278	
Relative absolute error	33.3083 %	
Root relative squared error	57.9527 %	
Total Number of Instances	151646	

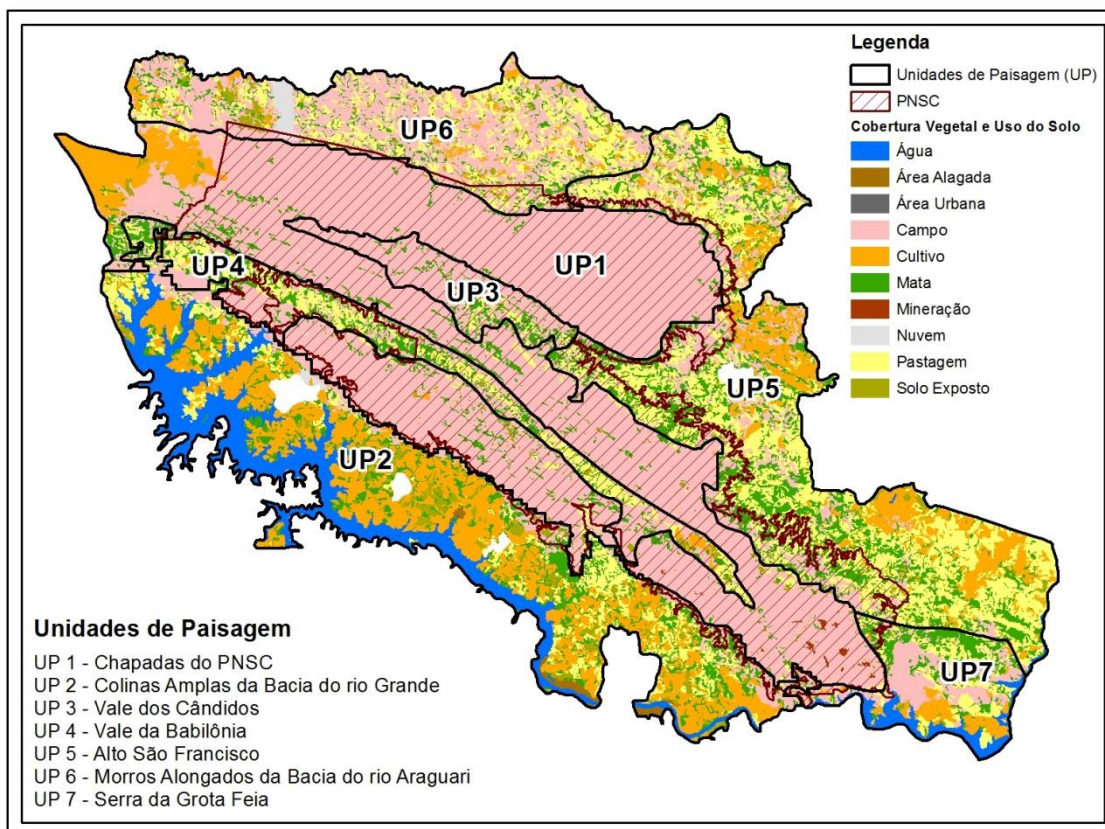
=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.814	0.087	0.782	0.814	0.798	0.945	CP
	0.49	0.032	0.66	0.49	0.562	0.909	DI
	0.834	0.033	0.808	0.834	0.821	0.977	MAE
	0.911	0.057	0.871	0.911	0.89	0.98	MACVC
	0.874	0.025	0.876	0.874	0.875	0.99	CASO
Weighted Avg.	0.819	0.054	0.814	0.819	0.815	0.963	

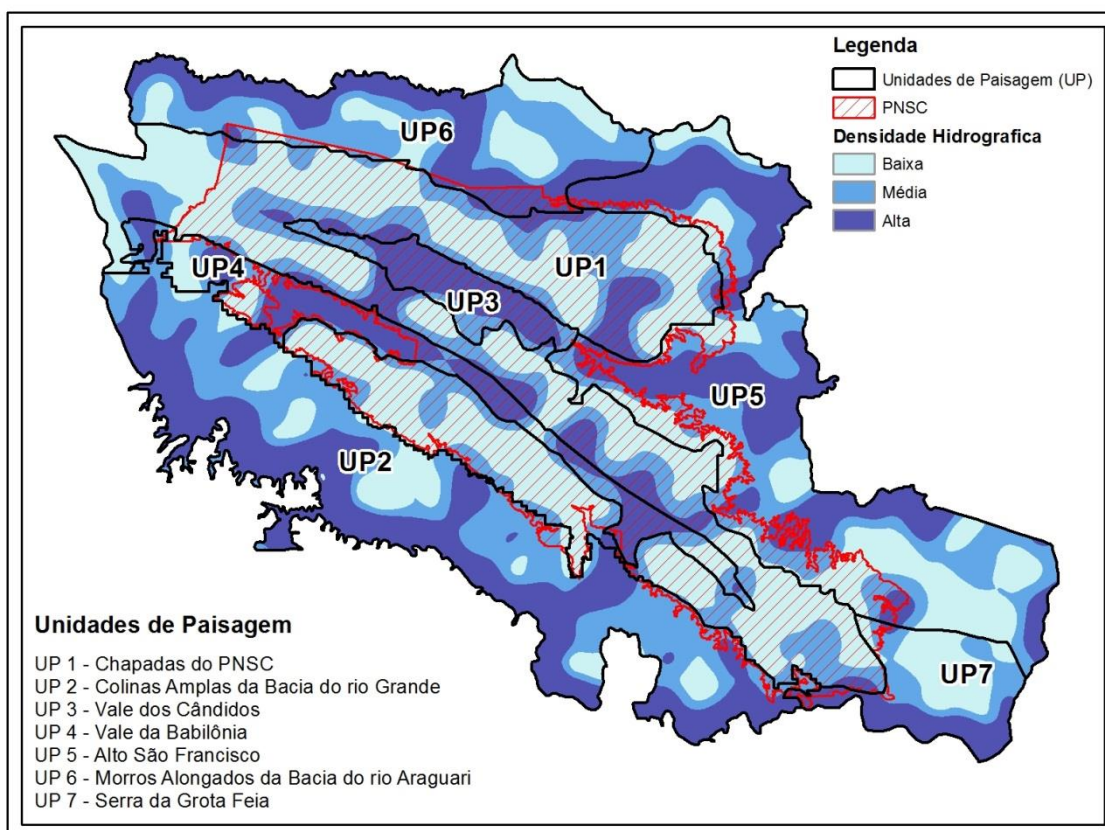
==== Confusion Matrix ====

```
  a  b  c  d  e <-- classified as
34341 2535 1870 2241 1207 |  a = CP
4894 8383 636 1559 1640 |  b = DI
765 541 17885 2248 0 |  c = MAE
1802 131 1755 41050 342 |  d = MACVC
2101 1120 0 37 22563 |  e = CASO
```

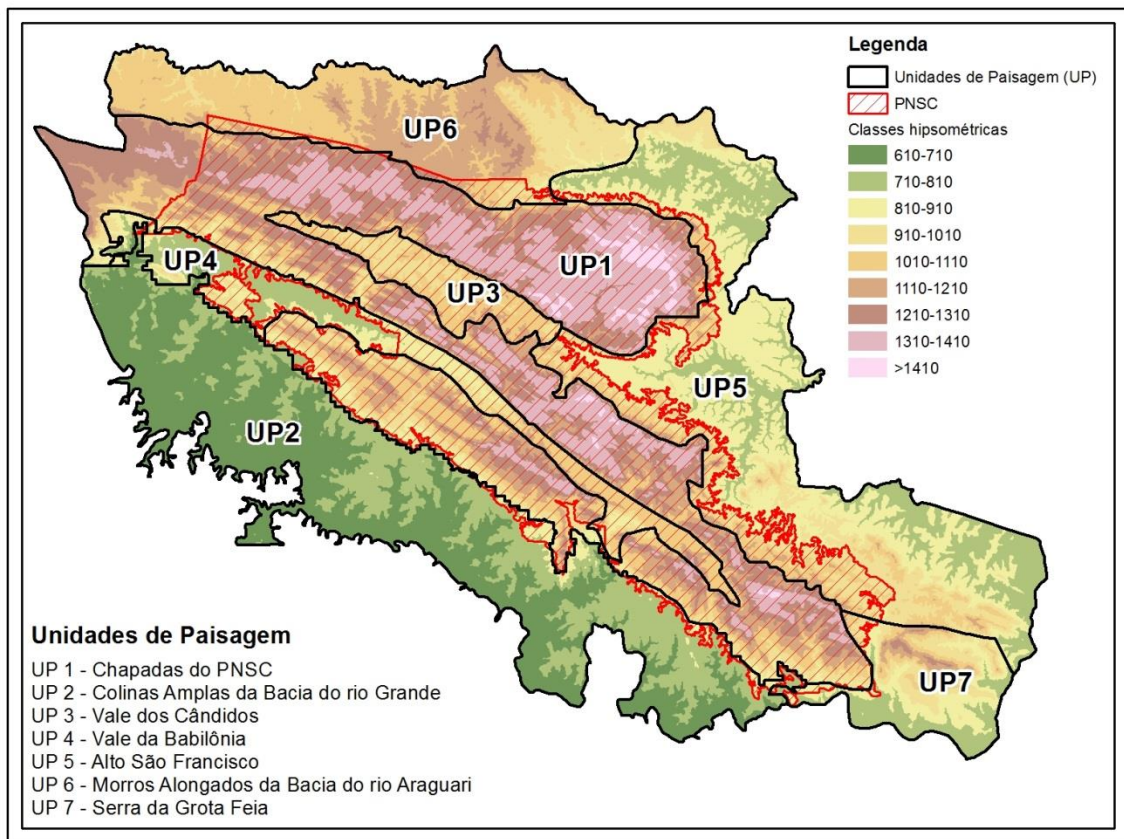
ANEXO B – Croqui das Unidades de Paisagem



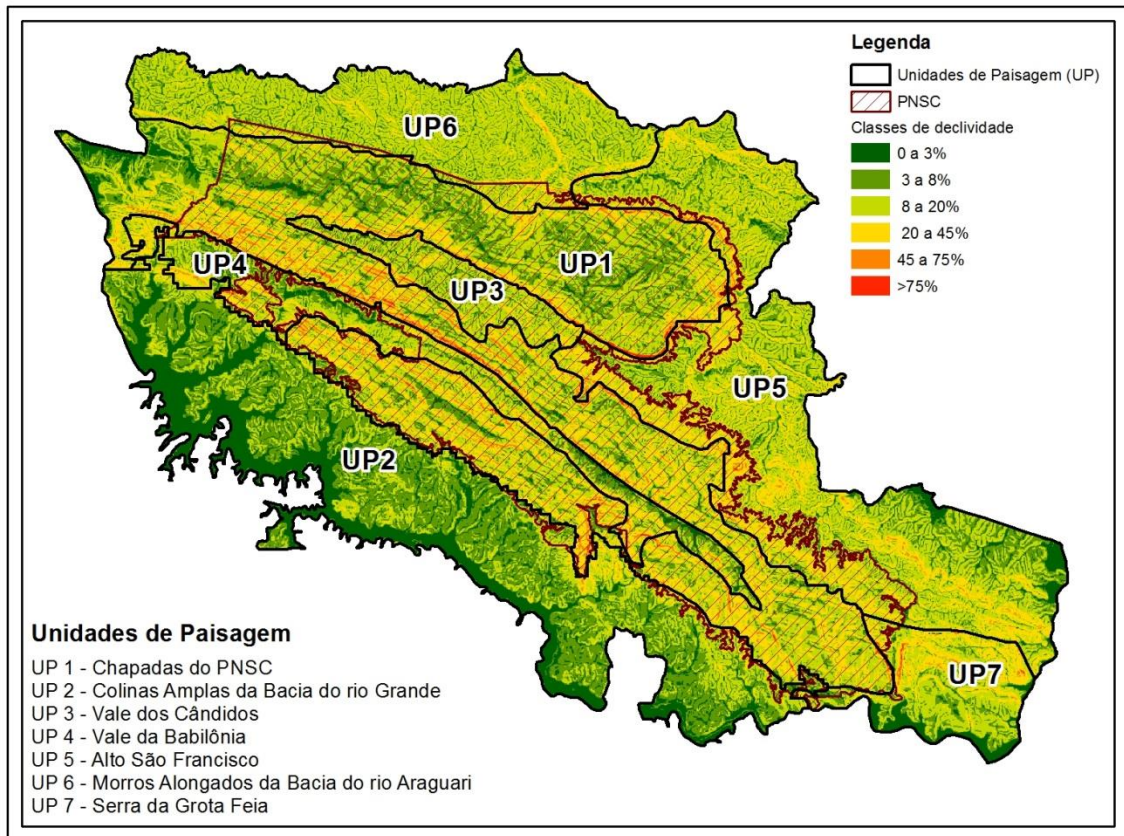
Croqui 1 - Cobertura Vegetal e Uso do Solo



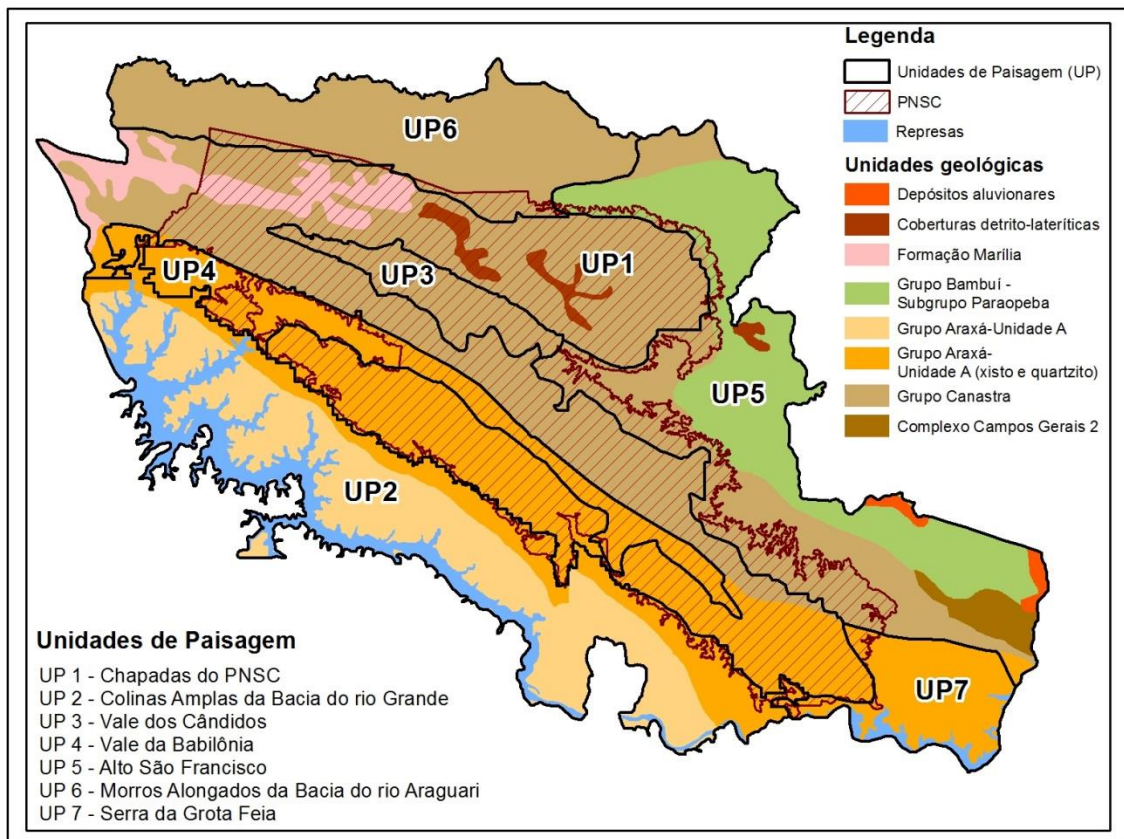
Croqui 2 - Densidade Hidrográfica



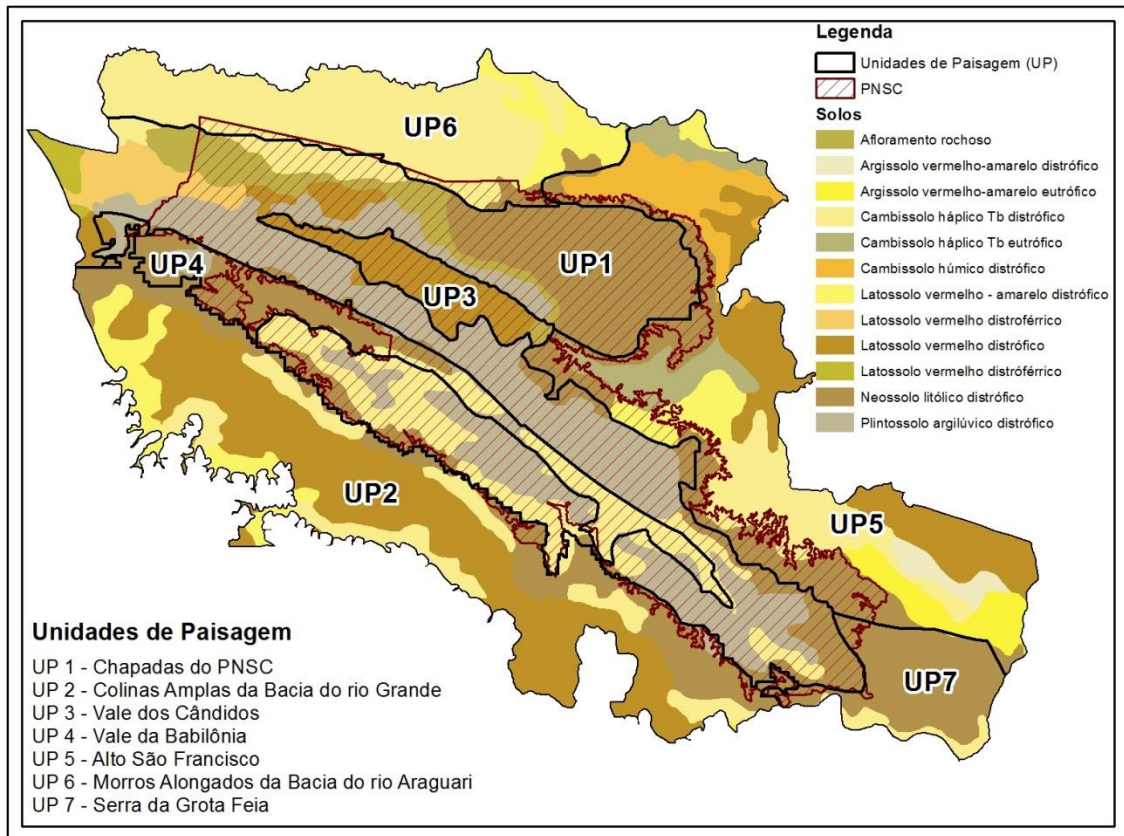
Croqui 3 - Hipsometria



Croqui 4 - Declividade



Croqui 5 – Geologia



Croqui 6 - Solos