

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CAMPUS RIO CLARO**

SIANE CRISTHINA PEDROSO GUIMARAES

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MUDANÇAS DE USO DA TERRA PARA
SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

RIO CLARO – SÃO PAULO

2008

SIANE CRISTHINA PEDROSO GUIMARAES

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MUDANÇAS DE USO DA TERRA PARA
SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Tese de Doutorado elaborada junto ao Curso de
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
– Área de Concentração: Geociência e Meio
Ambiente.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

RIO CLARO – SÃO PAULO

2008

621.3678 Guimarães, Siane Cristhina Pedroso
G963s Sistema de informação geográfica e sensoriamento
remoto na avaliação do processo de mudanças de uso da
terra para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas /
Siane Cristhina Pedroso Guimarães. – Rio Claro : [s.n.],
2008

165 f. : il., mapas, fots.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual
Paulista,

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Sensoriamento remoto. 2. Geoprocessamento. 3.
Zoneamento geoambiental. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

SIANE CRISTHINA PEDROSO GUIMARAES

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MUDANÇAS DE USO DA TERRA PARA
SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

COMISSÃO EXAMINADORA

MARCOS ESTEVAN DEL PRETTE
ERALDO APARECIDO TRONDOLI MATRICARDI
ARCHIMEDES PEREZ FILHO
DANIEL MARCOS BONOTTO
JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ-RUEDA

Siane Cristhina Pedroso Guimarães

Rio Claro, 11 de Setembro de 2008.

Dedico, ao meu querido marido Renato, companheiro de todas as horas, pelo amor e confiança, sem os quais jamais conseguiria alcançar este momento e, aos meus filhos Cainã e Caio, pela compreensão e carinho.

“Vocês são minha vida”

AGRADECIMENTOS

Assim, antes de tudo gostaria de agradecer a Deus pela força e saúde necessária para que eu conseguisse finalizar este trabalho.

As pessoas que cooperaram seja com sugestões, apoio, incentivo, críticas, apoio logístico, enfim, de diversas formas e me fizeram, assim, sempre dar um passo a mais em busca de meu objetivo. Enumera-la seria muito difícil, pois haveria sempre a possibilidade de esquecer alguém, assim, obrigada a todos que de alguma maneira contribuíram .

Agradecimento especial ao Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez Rueda, pela dedicação e amizade demonstrada, pela generosidade ao repassar seus conhecimentos, de elucidar cada dúvida que surgia, mesmo estando distante, pela confiança e tranqüilidade a mim repassada nos momentos mais difíceis, e finalmente pela confiança no meu trabalho e no meu desempenho.

Aos professores Juércio Tavares de Mattos e Norberto Morales pelas sugestões tão brilhantemente repassadas no exame de qualificação.

Aos meus colegas Antônio de Melo Lisboa e Luis Cláudio Fernandes pelas longas discussões e companheirismo nos trabalhos conjuntos, que trouxeram crescimento mútuo e engrandeceu o desenvolvimento dos trabalhos.

Aos meus colegas do Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia.

A Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, na pessoa de seu Secretário de Estado Cletho Muniz de Brito, e, o Coordenador Técnico Paulo Brandão pelo apoio que propiciou a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade do curso e pela dedicação de seu corpo docente e do seu pessoal de apoio.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Meu Pai **Raimundo Guimarães**;

A Minha Mãe **Suely Pedroso Guimarães** (*in memoriam*)

As minhas irmãs **Cintia Guimarães, Sâmia Guimarães, Saiane Guimarães**;

Ao meu irmão **João Guimarães**

Obrigada.

RESUMO

A presente pesquisa objetivou elaboração de uma proposta de ordenamento da ocupação territorial da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias, localizada no Estado de Rondônia, utilizando ferramentas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas na avaliação do processo de mudanças de uso da terra para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas. Nesta pesquisa, utilizou-se imagens de satélite digitais e analógicas e Sistema Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING, disponibilizados pelo Instituto Nacional de pesquisas Espaciais – INPE, no qual foram armazenadas, processadas e analisadas todas as informações inerentes a pesquisa. Inicialmente foi realizado um Diagnóstico Zero da sub-bacia, que serviu de base de dados para estabelecer e identificar as deficiências técnicas que necessitam ser complementadas em função das necessidades das comunidades abrangidas. Através da análise da rede de drenagem foi possível analisar a morfoestrutura e morfotectônica da área, identificando as falhas e fraturas, bem como, anomalias do tipo alto/baixo estrutural. Foi realizada uma caracterização das unidades fisiográficas, definidas a partir da interpretação das imagens orbitais, com identificação das formas, reconhecimento e deduções dos fenômenos na elaboração da paisagem atual e subatual. A estas informações foram agregadas, informações de pedologia de fundamental importância para entender a dinâmica e evolução da paisagem e conseqüentemente, na elaboração do mapa de subzonas. Os limites das Subzonas coincidiram com os limites das unidades de solos incrementadas a unidades geológicas, e como resultado definiu-se dezenove subzonas, que agruparam todas as informações (morfoestrutura e morfotectônica, fisiografia, solos, vegetação e litologia) produzidas e pesquisadas durante o desenvolvimento desta pesquisa. A Carta Temática de uso da sub-bacia, com a indicação do manejo proposto, foi estabelecida em função da capacidade de suporte natural das mesmas e grau de ocupação. Assim, 32%, 30% e 28% das classes de uso da terra identificadas na área de estudo foram consideradas aptas, moderadas e restritas para o uso agrícola, respectivamente. Outros 8% da área de estudo foram considerados para preservação e conservação e o restante 2% para recuperação ambiental. A sistemática de Zoneamento Geoambiental aliada às técnicas de geoprocessamento utilizadas nesta pesquisa mostrou-se eficiente na organização da sub-bacia e pode ser utilizada para subsidiar a definição de políticas públicas para o uso sustentável das terras rurais no Estado de Rondônia.

Palavras Chave: Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica, Zoneamento Geoambiental

ABSTRACT

This research objective was to prepare a proposal of suitable land uses for the Lower Candeias River Watershed, geographically located within the State of Rondônia, Brazil, using Remote Sensing and Geographic Information Systems approaches to assess land use and land cover change processes and to provide information to support preparation of a sustainable watershed occupation plan. Satellite imagery and a Geographic Information System (SPRING) developed by the National Space Research Institute (INPE) were used to store, process, and analyze digital datasets. Initially, a “Zero Diagnostic” of the Lower Candeias River Watershed was prepared. This diagnostic was used as supporting information to identify technical weakness in the methodological approaches, which required complementary efforts given the local community and environmental characteristics. In addition, based on the river network analysis, it was possible to define the morphostructure and morphotectonic of the study area, which made possible to identify geologic faults and fractures, and low/high structural anomalies. Physiographic units were identified by analyzing satellite imagery, which included form identification, recognition and deduction of the phenomenon that were shaping current and previous landscape. The critical pedologic information were aggregated to support analysis of the dynamic and evolution of the landscape and, subsequently, to support preparation of the sub-zoning map of the Lower Candeias River Watershed. The subzones limits overlapped the soil unit limits and, by merging them with the geologic units, it resulted in 19 new subzones. Therefore, these new 19 subzones incorporated all information (morfoestrutura and morfotectonica, fisiografia, ground, vegetation and litologia) derived from this dissertation research. Therefore, the land use map of the Candeias River Watershed indicating the land use and management was defined according to the carrying capacity of the natural environment and human occupation level for each subzone in the study area. Based on that, 32%, 30% and 28% of the land use classes identified in the study area were classified as apt, moderate and restricted for agricultural use, respectively. Other 8% of the study area was classified as for preservation and conservation and, the remaining 2%, indicated for environmental recovery. The Geoambiental Zoning and geoprocessing techniques combined showed to be an efficient methodological approach that can be used to support definition of public policies for promoting sustainable land management in the State of Rondônia.

Key Words: Remote Sensing, Geographic Information System, Geo-Ecological Zoning

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de Localização da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	25
Figura 02 – Mapa dos Municípios da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	27
Figura 03 – Mapa da Situação Fundiária da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	33
Figura 04 – Mapa de Evolução do Desmatamento da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	36
Figura 05 – Mapa de Clima da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	38
Figura 06 – Mapa de Solos da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	42
Figura 07 – Mapa de Vegetação e Uso da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	45
Figura 08 – Mapa de Aptidão Agrícola da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	48
Figura 09– Mapa da Geologia da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	51
Figura 10- Mapa da Geomorfologia da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	55
Figura 11 – Mapa de Zoneamento da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	58
Figura 12 - Fluxograma de Execução do Zoneamento da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo rio Candeias	63
Figura 13 – Carta Imagem da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	68
Figura 14 – Mapa da Base Cartográfica da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	70
Figura 15 – Mapa das Curvas de Nível da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	71
Figura 16 – Mapa de Hidrografia da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	73
Figura 17 – Legenda Fisiográfica	81
Figura 18 – Classificação da ordem dos rios	84
Figura 19 – Legenda da Carta Temática de Uso	86
Figura 20 – Desmatamentos da Cobertura Vegetal da Sub-bacia de 1995 – 2007	87
Figura 21 – Mapa da Mata Ciliar Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias	88
Figura 22 – Mapa de Lineamentos de Drenagem	90
Figura 23 – Mapa de Densidade de Alinhamentos de Drenagem da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	92
Figura 24 – Mapa de Isovalores de Densidade de Alinhamentos de Drenagem da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	93

Figura 25 – Diagrama de Roseta – Frequência Absoluta	94
Figura 26 – Mapa de Traços de Juntas	96
Figura 27– Mapa de Máximos 1 e 2 da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	97
Figura 28– Mapa de Eixos de Variação de Máximo 1 e 2 da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias	98
Figura 29 – Mapa Temático de Densidade de Juntas da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	99
Figura 30 – Mapa Morfoestrutural da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	101
Figura 31 – Mapa Fisiográfico da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	103
Figura 32 – Canais Abandonados	108
Figura 33– Confluência de 5ª ordem. – Curvas de Nível	118
Figura 34 – Confluência de 5ª ordem. – 3D	118
Figura 35 – Confluência de 4ª ordem – Curva de Nível	119
Figura 36 – Confluência de 4ª ordem – 3D	119
Figura 37 – Confluência de 3ª ordem – Curva de Nível	120
Figura 38 – Confluência de 3ª ordem – 3D	120
Figura 39 – Confluência de 2ª ordem – Curva de Nível	121
Figura 40 – Confluência de 2ª ordem – 3D	121
Figura 41 – Mapa das Subzonas Geoambientais	146
Figura 42– Carta Temática de Uso	150

ÍNDICE DE TABELAS

TABELAS

Tabela 1- Área ocupada com lavouras e pastagem por município	34
Tabela 2- Sistema Brasileiro de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras	49
Tabela 3- Intervalo de Classes de Lineamentos Estruturais	76
Tabela 4 - Intervalo de Classes de Densidade de Juntas	78
Tabela 5 - Densidade de Traços de Juntas	95

SUMÁRIO

1. Contextualização da Pesquisa	
1.1. Introdução	13
1.2. Objetivo Geral	15
1.3. Justificativa	15
2. Referencial Teórico	18
2.1. Zoneamento Geoambiental	18
2.1. Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto	20
3. Caracterização da Área de Estudo	23
3.1. Diagnóstico Zero	23
3.2. Localização da Área de Estudo	24
3.3. Aspectos Socioeconômicos	26
3.3.1. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias	26
3.3.2. População	28
3.3.3. Pecuária	29
3.3.4. Agricultura	30
3.3.5. Extração Vegetal e Silvicultura	31
3.3.6. Situação Fundiária	32
3.3.7. Desmatamento	34
3.4. Aspectos Físicos	37
3.4.1. Clima	37
3.4.2. Solos	39
3.4.3. Vegetação	43
3.4.4. Aptidão Agrícola	47
3.4.5. Geologia	49
3.4.6. Geomorfologia	52
3.4.7. Zoneamento Socioeconômico e Ecológico	56

4. Material e Método	60
4.1. Material	60
4.2. Metodologia	62
4.2.1. Definição da Pesquisa	64
4.2.2. Aquisição de Dados Bibliográficos pré-existent	65
4.2.3. Aquisição de Dados Cartográficos	65
4.2.4. Aquisição de Dados de Sensoriamento Remoto	65
4.2.5. Mapa Base	69
4.2.6. Mapa de Hidrografia	72
4.2.7. Desmatamento da Sub-bacia	74
4.2.8. Mapa de Alinhamentos de Drenagem e Derivados	75
4.2.9. Mapa de Traços de Juntas e Derivados	76
4.2.10. Mapa Morfoestrutural	78
4.2.11. Mapa Fisiográfico	79
4.2.12. Mapa de Isobases	83
4.2.13. Mapa de Subzonas Geoambientais	84
4.2.14. Carta Temática	85
5. Discussão dos Resultados	87
5.1. Desmatamento da Sub-bacia	87
5.2. Mapeamento de Alinhamento de Drenagem e Derivados	89
5.3. Mapeamento de Traços de Juntas e Derivados	94
5.4. Mapeamento Morfoestrutural	100
5.5. Mapeamento Fisiográfico	102
5.6. Mapeamento das Isobases	117
5.7. Mapeamentos das Subzonas Geoambientais	121
5.8. Carta Temática de Uso	147
6. Considerações Finais e Recomendações	151
7. Bibliografia	154

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

1.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos houve um alto crescimento da população mundial, que teve como consequência um acréscimo na demanda de recursos naturais, desde então, vários são os estudos que buscam o melhor uso desses recursos, principalmente da água, floresta, minérios e solo, visando o melhor aproveitamento e permitindo planejar o uso atual e futuro, orientando quanto aos danos pretéritos, sem que haja consequências drásticas ao desenvolvimento sócio e econômico da população.

Assim, instrumentos legais foram criados visando o planejamento, a organização, e o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, como a Lei Nacional do Meio Ambiente nº 6.938, visando à preservação e melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, objetivando assegurar, as condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e proteção da dignidade da vida humana; e a Lei nº 9433, de 1977, que prevê a criação de comitês, agências de bacias e participação de organizações civis no planejamento ambiental e na elaboração dos planos diretores para as bacias hidrográficas.

Uma das vertentes que vem ganhando força nos últimos anos é a preocupação com o esgotamento do recurso “água potável” que vem se exaurindo em escala mundial, e se tornou uma preocupação em todos os níveis: municipal, estadual, federal e global. A partir de então foi iniciada uma política de Recursos Hídricos buscando assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados de qualidade aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem naturais ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Dentro de uma mesma bacia hidrográfica podem-se encontrar áreas com diferentes características de ocupação, podendo-se visualizar áreas onde o planejamento está comprometido devido à intensidade de formas de ocupação, e outras onde é possível planejar, desde que haja interesse e informações a respeito do meio físico (FRANZONI, 2000).

O Estado de Rondônia, devido a sua localização geográfica e potencial hídrico, foi dividido em 07 grandes bacias e 42 sub-bacias hidrográficas, e detém uma vasta quantidade de rios e igarapés, fazendo parte, como afluente, da macro bacia hidrográfica do rio Amazonas.

Assim, o Governo do Estado por intermédios de suas secretárias estaduais, vem realizando ações que visam à organização dos espaços rondonienses, buscando minimizar os danos causados pela ocupação desorganizada sofrida desde a década de 1970, principalmente por colonos oriundos do nordeste e sul do país. Este intenso fluxo migratório se deu devido às políticas públicas de incentivo a ocupação das terras da Amazônia, por parte do Governo Federal e decorrente dos problemas sociais existentes no meio rural naquelas regiões.

Sob este cenário, o Governo Federal financiado pelo Banco Mundial criou o PLANAFLORO – Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia, visando à organização dos recursos naturais. Executa o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico em sua 1ª aproximação em 1988 e sua 2ª Aproximação, em 2000, sendo este, aprovado pela Lei Complementar nº 233 de 6 de junho de 2000, alterado pela Lei Complementar nº 312, de 6 de maio de 2005, constituindo-se no principal instrumento de planejamento e ocupação e controle de utilização dos recursos naturais do Estado.

Tendo em vista a importância do zoneamento como instrumento de planejamento, reconhecido e recomendado pelos órgãos oficiais, esta pesquisa propõem-se realizar um Zoneamento Geoambiental da sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Candeias, que venha contribuir a sua gestão territorial, visando à organização e/ou reorganização do meio ambiente e a elaboração de uma carta temática que atenda as necessidades da região em consonância com o uso atual essencial pela população local.

Dada a importância de uma sub-bacia, que segundo Rocha (1997) é a área que drena a água de chuvas por ravinas, cainais e tributários para um curso principal, com vazão efluente e o deságüe se dá diretamente em outro rio, estudos vêm sendo realizados na sub-bacia do hidrográfica do baixo rio Candeias, tais como Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Igarapé Tapagem (Zuffo, 1997) e Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias e a viabilidade da piscicultura em tanques-rede (Sobrinho, 2006), dentre outros.

Somando a estes trabalhos, buscar-se conhecer melhor a dinâmica que vem ocorrendo devido à ocupação desta sub-bacia, bem como gerar subsídios, fornecendo informações do meio físico por meio de um zoneamento geoambiental, e utilizando ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Ressalta-se, ainda, o potencial de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, que oferecem possibilidades de desenvolvimento futuros, de forma rápida e

com menos gastos. Sabe-se que as condições financeiras são fatores limitantes para algumas atividades, o uso de sistemas orbitais torna-se uma opção viável financeiramente e confiável tecnicamente, para os levantamentos temáticos necessários.

1.2 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo usar Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto na avaliação do processo de mudanças de uso da terra para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas, utilizando a sistemática de Zoneamento Geoambiental. Especificamente objetiva-se:

- Elaborar uma proposta de Organização e/ou reorganização da ocupação do meio físico da sub-bacia;
- Estabelecer medidas mitigadoras de usos do solo;
- Definir, uma proposta de manejo do solo mais adequado para a sub-bacia, utilizando-se das técnicas de sensoriamento remoto

1.3. JUSTIFICATIVA

As discussões sobre a redução da água doce no mundo vem sendo tema de vários estudos e vêm avançando muito nos últimos tempos, uma vez que todas as pesquisas apontam para situações catastróficas, antecipadas pela ação depredadora do homem sobre o meio ambiente.

Segundo Monteiro (2006) existem aproximadamente 2 bilhões de pessoas vivendo hoje sem água tratada, sujeitas a adquirir ou transmitir doenças. Segundo o mesmo autor, a água tratada é uma forma de assegurar saúde às populações de diversos países, mas o recurso que a princípio é renovável em função do ciclo hidrológico, está cada vez mais comprometido, quando verificamos problemas como: quantidade de população e seu consumo, poluição e desperdício.

Assim, a previsão para 2025 é de que cerca de metade da população mundial, aproximadamente 3,5 bilhões de pessoas, viverão em áreas passíveis de falta de recursos hídricos (COELHO, 2004). Outra estimativa aponta que 30% das bacias perderão mais de 50% da cobertura vegetal, dificultando a retenção dessas águas, aumentando também a erosão e a carga sólida nos rios (MONTEIRO, 2006).

Dentro desse contexto, Lana (1995) propõe a adoção da unidade territorial “bacia hidrográfica” como uma das alternativas para o planejamento e gerenciamento ambiental, destacando algumas vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens argumenta que a rede de drenagem de uma bacia pode ser capaz de indicar relações de causa-efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico. Dentre as desvantagens argumenta que nem sempre os limites municipais e estaduais respeitam os divisores da bacia.

Para Napoleão (2007), a aplicação metodológica de conceitos e técnicas em análise espacial dos geossistemas e do sistema socioeconômico adota as bacias hidrográficas como recorte espacial, entendida como base para tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Este autor acredita, que a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão é de aceitação internacional, pois este recorte espacial constitui-se numa unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração como da funcionalidade de seus elementos, como também porque não há qualquer área que não se integre a uma determinada bacia hidrográfica.

A EMBRAPA (2007) define a bacia hidrográfica como unidade geográfica ideal para se caracterizar, diagnosticar, avaliar e planejar o uso dos recursos, tornando importante o conhecimento de fatores sócio-culturais e o envolvimento da comunidade neste processo; observando a valorização das práticas tradicionais de produção sustentável; o incentivo à capacitação e extensão para melhorar a produção; o desenvolvimento de programas informativos sobre educação ambiental; a elaboração, implementação e avaliação de planos de manejo com baixas inversões; e a criação de condições para que os agricultores possam dar continuidade aos projetos.

Contudo, outros autores acrescentam que a gestão ambiental vem aos poucos tomando as bacias hidrográficas como unidades de planejamento regional, evidenciando os recursos hídricos. Advertem, entretanto, sobre a necessidade de uma política que venha contemplar todos os recursos naturais, sociais e econômicos, não em termos de bacias hidrográficas, mas também considerando sua inserção regional e sua articulação com os problemas nacionais (ROSS & DEL PRETTE, 1998).

O importante é reconhecer que a bacia hidrográfica é a unidade natural de planejamento de recursos naturais e que a água é o agente unificador de integração no manejo de bacias hidrográficas, baseado na sua vital e estreita relação com outros recursos naturais. Portanto, o

conhecimento da hidrologia, bem como do funcionamento hidrológico da bacia hidrográfica, são fundamentais para o planejamento e manejo dos recursos naturais renováveis, visando o uso auto-sustentável em bacias hidrográficas (LIMA, 1996).

Para minimizar a deterioração ambiental é necessário um planejamento, que vise o uso racional dos recursos, proporcionando uma ocupação ordenada e melhor aproveitamento do espaço físico, minimizando prejuízos ao meio, tanto na administração pública, como da população inserida na área (MELLO FILHO, 1994).

Esta pesquisa não está propondo o planejamento como uma forma de travar o desenvolvimento, mas sim, promover o desenvolvimento sustentável. A proposta não é a interrupção do crescimento econômico e social de uma região em prol de um único recurso – “a água”, mas o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, conceito da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas para discutir e propor meios de harmonizar dois objetivos: o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

As pesquisas direcionadas a planejamento em bacias hidrográficas ainda são incipientes no Estado de Rondônia, e mesmo as existentes encontram-se em estudos de rios e/ou igarapés individualizados. Existe a necessidade de pesquisas que utilizem os limites naturais de uma bacia hidrográfica como unidade análise com fins de direcionamento e/ou redirecionamento do uso e ocupação do território. É necessário estabelecer relações de temporalidade na isenção de uso e ocupação em determinadas áreas levando em consideração as características inerentes a cada uma delas.

Neste contexto, o presente trabalho envolve a utilização de Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto na avaliação do processo de mudanças de uso da terra para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas visando contribuir com planejamento local buscando o uso sustentável da sub-bacia e indicação de ambientes frágeis que necessitem de usos especiais, e recuperação de ambientes degradados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Zoneamento Geoambiental

A conservação e aproveitamento racional da natureza pode ser uma realidade, se realizado de forma sustentável, com benefícios para a natureza e o desenvolvimento socioeconômico. Para Sachs (2000), o uso produtivo não necessariamente precisa prejudicar o meio ambiente ou destruir a diversidade, se tivermos consciência de que todas as nossas atividades econômicas estão solidamente fincadas no ambiente natural.

A Constituição Federal de 1988 prevê, no inciso IX do artigo 21, competência à união para elaborar e executar planos de ordenamento do território e de desenvolvimento econômico e social, utilizando metodologias de zoneamento (SENA, 1999). Para Rocha (2000), elaborar um zoneamento consiste em dividir uma área em parcelas homogêneas, com características fisiográficas e ecológicas semelhantes, nas quais se autorizam determinados usos e atividades e se interditam outros.

Diante deste quadro, hoje é possível encontrar-se vários tipos de metodologias de zoneamento, os quais foram implantados de acordo com o uso e a finalidade que se destinam, dentre eles: zoneamento Agroecológico da Serra do Mar no Estado de São Paulo por Jimenez-Rueda, Matos e Pessotti(1989), zoneamento agroecológico, utilizado no zoneamento do Estado de Tocantins (1999), Zoneamento Geoambiental, por JIMÉNEZ-RUEDA & MATTOS (1992) e OHARA (1995), zoneamento Geotécnico Vedovello (1993 e 2000), e zoneamento Socioeconômico-ecológico para Amazônia Legal (PZEEAL) desenvolvido pela Secretaria de Assuntos Estratégico – SAE e adotado por todos os Estados da Amazônia brasileira (BECKER E EGLER, 1997)).

, Para Jiménez-Rueda (1991), o Zoneamento Geoambiental permite a avaliação dos indicadores ambientais, para estabelecer e conhecer os condicionantes ecogeodinâmicos que estão em equilíbrio/desequilíbrio atual, facilitando assim a diagnose e prognóstico de sua ocupação/ uso e minimização e/ou recuperação em função da capacidade de suporte de cada ambiente.

O Zoneamento Geoambiental visa à integração dos dados do meio físico com base nas características fisiográficas, geológicas (estruturais, morfoestruturais e litológicas) e pedológicas para a delimitação da área em zonas e subzonas geoambientais, de acordo com a capacidade de suporte para diversos usos. Sendo esta metodologia já estudada por Jimenez-Rueda e Mattos (1992), Ohara (1995), Vedovello (2000), Rodrigues (2000), Lisboa (2001), Guimarães (2001) e Shimbo (2006).

Guimarães (2001), acrescenta que o Zoneamento Geoambiental busca uma maior integração do homem com o meio em que vive, procurando identificar as áreas potenciais para o desenvolvimento e uso dos recursos naturais. As informações do meio físico permitirão, ainda, que se tenha retorno mais rápido, haja vista, o conhecimento prévio do meio físico com suas potencialidades e fragilidades.

Segundo Del' Arco (1999), o Zoneamento Geoambiental corresponde a um diagnóstico físico-biótico, cujo objetivo é individualizar zonas do terreno com comportamento similar, para orientar as diretrizes de planejamento espacial e possibilitar a elaboração de prognósticos.

O conhecimento da paisagem, e do meio físico da unidade natural, e da situação socioeconômica de uma bacia hidrográfica, leva a prever situações de grande pressão e exaustão para esse ambiente. Tal conhecimento permite estabelecer o uso correto e a sustentabilidade de cada unidade da paisagem. O homem ao trabalhar o meio ambiente sem planejamento e sem conhecimento das fragilidades ou potencialidades de sua área pode levar a graves problemas para ele, a terra e a água. Ao impor, por exemplo, a pastagem em detrimento das matas ciliares, o homem induz ao assoreamento dos rios e conseqüentemente a um diagnóstico nada promissor a este rio ou igarapé e a ele próprio; ao avançar com o desmatamento em áreas frágeis e com grande potencial á erosão, determina a redução de uso da mesma.

O Zoneamento Geoambiental proposto por Jimenez-Rueda e Mattos (1991), permite avaliar a capacidade de suporte do meio físico, para fins de desenvolvimento e implantação de diversas obras civis e desenvolvimento agroindustrial; acompanhar as alterações da superfície terrestre pelo desenvolvimento de técnicas mais precisas de mapeamento e monitoramento destas alterações ocorridas pelo uso e ocupação do meio; avaliar e cadastrar os recursos naturais renováveis ou não, familiarizando os políticos e técnicos com a informação gerada pelos levantamentos geoambientais, para tomar decisões rápidas e coerentes sobre a ocupação do meio físico, de forma a promover o desenvolvimento econômico regional; e avaliar o potencial de

águas superficiais na solução de problemas de energia/suplementação para a população, produção agropecuária e industrial.

O Zoneamento Geoambiental, segundo Ohara (1995) é uma parte do processo de planejamento de uso da terra, com a definição de áreas territoriais homogêneas, segundo suas características naturais e avaliadas em função de suas potencialidades de manejo ou conservação e a sua tolerância às intervenções do homem.

Esta sistemática objetiva a organização do espaço segundo sua capacidade natural, resultado da dinâmica existente entre os elementos físicos da paisagem com os fatores antrópicos, fornecendo subsídios a um manejo adequado de bacias, bem como, de unidades que não possuam limites naturais, como: unidades político-administrativas, unidades de conservação e terras indígenas.

2.2. Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto

O significado de SIG, tradução de GIS (Geographic Information System) já gerou discussão no meio científico, pois sua tradução para “sistemas de informação geográfica” pode levar à crença de que as informações sejam geográficas e, na verdade, nem todas as informações trabalhadas são geográficas, mas o sistema sim, pois os dados são espacializáveis (MOURA, 2005).

Segundo Caetano (2002), os Sistemas de Informações Geográficas nasceram a partir da necessidade da cartografia computadorizada, ou seja, um sistema computacional que suportasse o arranjo de informações em uma base cartográfica.

Segundo Câmara & Medeiros (1998), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) referem-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos, uma vez que os SIG's armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados. Segundo o mesmo autor, as definições de SIG refletem a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.

Os SIG's facilitam a manipulação de um número grande de dados geográficos, realizando inúmeras funções: i) o cruzamento de dados, ii) análise estatísticas, iii) produção de mapas, iv) análise espacial dos dados, v) armazenamento de dados em banco de dados geográficos, dentre

outros. Toda essa gama de informações e dados adquiridos a partir da análise de dados digitais em SIG's vem tornando seu uso cada vez mais difundido, em todos os campos das ciências.

Dentro deste contexto, grande parte dos trabalhos relacionados ao conhecimento do meio ambiente já podem contar com o uso de imagens de satélites digitais, bem como, inúmeros programas de Sistemas de Informação Geográficas – SIG's, que proporcionam um trabalho eficaz, em um espaço de tempo menor, com custos reduzidos. Assim, torna-se quase imprescindível no desenvolvimento de estudos geoambientais o uso do sensoriamento remoto e o geoprocessamento.

Segundo Novo (1993), o sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamento para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre por meio do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações. Para Rosa (1995), pode ser definido, de uma maneira mais ampla direta, como sendo a forma de se obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética, geradas por fontes naturais como o sol e a terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o radar. É a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permite obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da terra, sem contato físico com eles.

De acordo com Novo (1993), a visão sinóptica e os aspectos multiespectral e multitemporal dos sensores orbitais, aliada ao crescente desenvolvimento de sistemas computacionais (hardware e software) de tratamento digital de imagens caracterizam o sensoriamento remoto como uma tecnologia imprescindível no estudo e na análise das variações ambientais terrestres.

Nas últimas décadas o uso da ferramenta de Sensoriamento Remoto vem sendo muito difundido e esta sendo utilizada nos mais diversos campos das ciências. O Sensoriamento Remoto nos dá uma enorme contribuição aos trabalhos inerentes ao meio ambiente, oferecendo uma visão integrada, clara, e atual dos componentes básicos que interagem no processo de perda de solo, e que devem ser analisados em qualquer ação de zoneamento ambiental (GUIMARÃES & GAMA, 1996).

A interpretação de imagens de satélite é utilizada para conhecer os processos que ocorrem na natureza e que são passíveis de serem captados pelos sensores orbitais. As imagens de satélites nos possibilitam conhecer a forma e estágio de evolução, bem como os diferentes tipos de cobertura vegetal que se desenvolvem sobre a superfície da terra, além de formas de relevo e solo (GUIMARÃES, 2001).

Outro fator importante é a frequência com que podemos obter imagens, o que nos permite grande volume de informação adquiridos nos estudos geoambientais, em conjunto aos softwares atuais que permite a manipulação de grande número de dados de forma rápida e confiável, agilizando os trabalhos a serem desenvolvidos, tornando assim, o geoprocessamento numa poderosa ferramenta de mapeamento, monitoramento do meio ambiente e tomada de decisões nos mais diversos campos.

3. Caracterização da Área de Estudo

3.1. Diagnóstico Zero – Base de Dados

O diagnóstico zero é a etapa da pesquisa onde se busca ter conhecimento prévio da região estudada, a partir de dados bibliográficos e cartográficos pré-existentes. É nesta etapa que se procura compatibilizar as diversas escalas existentes para a escala de trabalho, dando uma visão dos aspectos econômicos e físicos da região a pesquisada.

O zoneamento geoambiental prevê como ponto de partida para qualquer atividade ligada ao planejamento do meio ambiente o conhecimento das condicionantes que fazem parte do meio. Assim, faz-se necessário antes de qualquer estudo o conhecimento dos aspectos de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e socioeconômica.

Para realizar o diagnóstico zero da região da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias foram utilizados os dados bibliográficos oriundos da elaboração do Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do estado de Rondônia - ZEE, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, entre outros.

Esta base de dados permitiu fundamentar a situação atual da sub-bacia, servindo de base para estabelecer e identificar os diversos problemas a serem estudados em função das necessidades das comunidades abrangidas nesta sub-bacia, além de determinar as necessidades ou não de estudos complementares e/ou de novos estudos para compatibilizar as informações e seus valores escalares (qualidade e intensidade de informação) para o nível de detalhamento e recomendações pretendidas. Assim, a escala de trabalho utilizada nesta pesquisa foi de 1:100000.

3.2 Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

A sub-bacia hidrográfica do baixo Rio Candeias encontra-se localizada na porção norte do estado de Rondônia, entre os paralelos 8° 35'00" e 9° 53'00" latitude sul e meridianos 63° 08'00" e 64° 10'00" longitude oeste, possui uma área de 786.019ha. (Figura 01).

Esta sub-bacia faz parte da bacia hidrográfica do Rio Candeias, e tem como confrontantes ao norte a sub-bacia do médio rio Madeira, ao oeste as sub-bacias hidrográficas do médio rio Madeira e baixo rio Jaci Paraná, ao sul a sub-bacia do alto rio Candeias, e ao leste a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Jamari.

A principal rodovia que passa no interior da sub-bacia hidrográfica do baixo Rio Candeias é a BR-364, que corta todo o Estado de Rondônia.

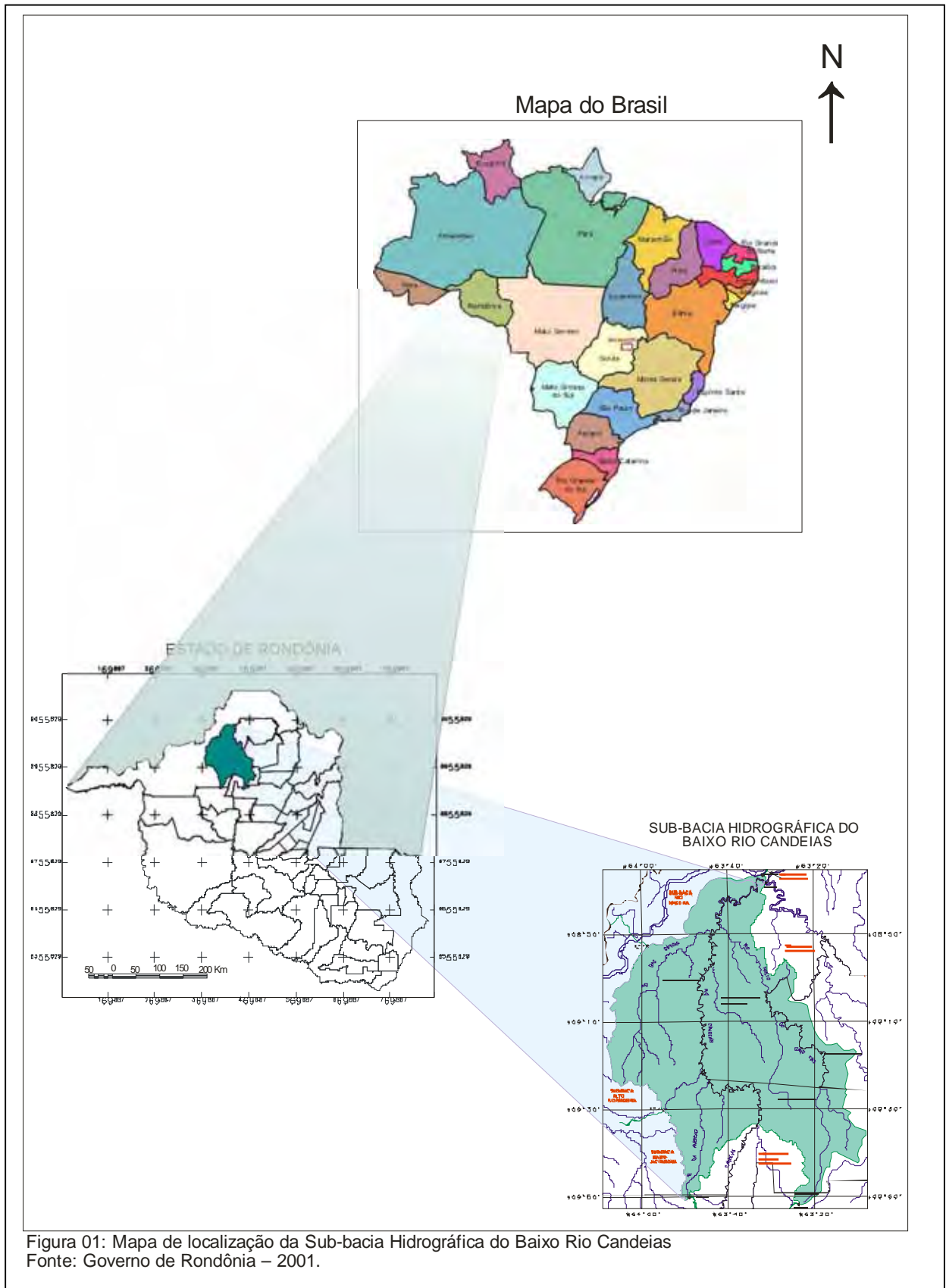


Figura 01: Mapa de localização da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias
 Fonte: Governo de Rondônia – 2001.

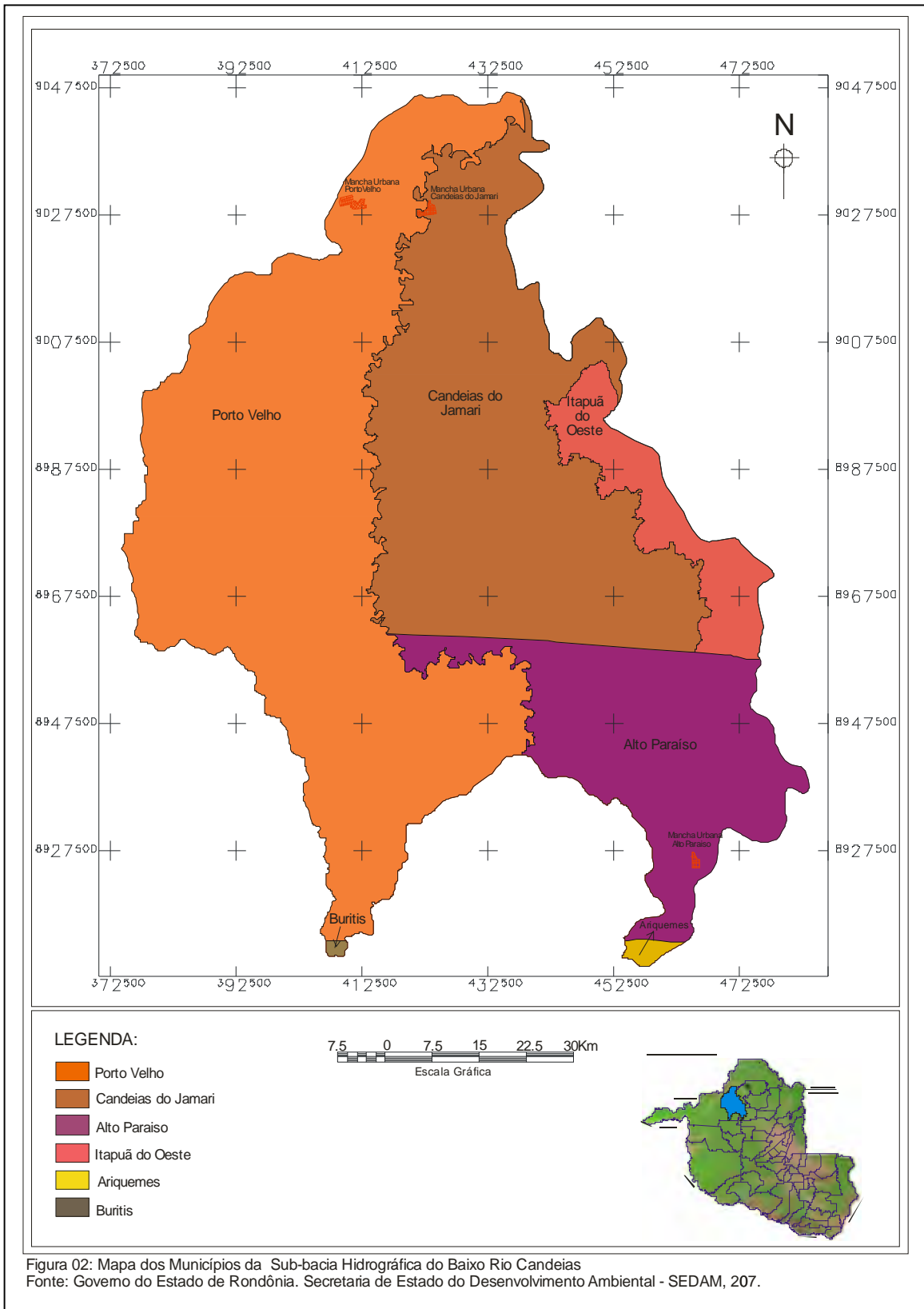
3.3 Aspectos Socioeconômicos

3.3.1 Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

A sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias é composta por frações de seis municípios, sendo estes o município Porto Velho com 365.824 ha, Candeias do Jamari com 248.798 ha, Alto Paraíso com 124.127 ha, Itapuã do Oeste com 44.014 ha, Ariquemes com 2.470 ha, e Buritis com 783 ha. No Interior da sub-bacia encontram-se, ainda, os centros urbanos de Porto Velho, Candeias do Jamari e Alto Paraíso. (Figura 02)

Os municípios de maior importância na sub-bacia são os municípios de Porto Velho e o município de Candeias do Jamari. O município de Porto Velho por possuir a maior área territorial e o município de Candeias do Jamari por desempenhar um papel fundamental na economia local, uma vez que a cidade se estabeleceu as margens do rio Candeias, contribuindo assim, com o abastecimento de água para consumo de parte da população ribeirinha, hidrovias para transporte da produção extrativistas e passageiros; produção de pescado para atender as necessidades alimentares de um contingente de pescadores artesanais residentes em seu entorno; e, potencial turístico nas áreas de lazer doméstico e familiar, entretenimento geral para a comunidade e geração de emprego e distribuição de renda para a população

Em termos de legislação, mesmo a competência dos municípios para legislar sobre meio ambiente já havia sido estabelecida de maneira expressa pela Lei no 6.938/81, de 31 de agosto de 1981, Artigo 6o, Parágrafo 2º. Dessa maneira, os municípios hoje, podem estabelecer normas ambientais e integrar disposições ambientais em sua legislação, criando obrigações, direitos e faculdades, instituindo organizações, mecanismos e instrumentos para a ação ambiental, por meio de leis votadas pelas Câmaras Municipais como também por meio de regulamentos do Executivo (IBGE, 2002). Contudo, dentre os municípios que compõem a sub-bacia, Porto Velho é o único que possui legislação específica para a questão do meio ambiente, que visa regularizar a situação ambiental do município, minimizando os danos causados pelo uso excessivo dos recursos naturais de forma inapropriada e ilegal.



Segundo o IBGE (2002) a vida humana sofreu alterações ambientais relevantes não somente com o desmatamento e a queimada, principais vilões, como também, com a contaminação das nascentes e dos rios, as doenças endêmicas, ocupação desordenada do território, a poluição do ar, redução do estoque pesqueiro e esgoto céu aberto.

Dentro deste contexto, chama-se a atenção para o assoreamento dos cursos d'água que, se persistirem, aos padrões atuais, poderão dificultar o tráfego de embarcações e reduzir a atividade pesqueira e intensificar os processos de inundações, levando ao prejuízo das populações ribeirinhas, principalmente ao município de Candeias do Jamari.

3.3.2 População

O crescimento populacional em Rondônia começa na década de 1970 em decorrência do fluxo migratório na região, principalmente impulsionado pelo processo de colonização agrícola. De acordo com Rondônia (1998b) tanto na década de 1970, como na de 1980, as taxas médias de crescimento anual foram de aproximadamente 16% e 8%, respectivamente, muito superior a média de crescimento da população brasileira no período. Já na década de 1990, o ritmo do crescimento foi muito menos elevado, com taxa média geométrica de crescimento anual abaixo de 3% ao ano, indicando a continuação da tendência de queda já verificada no final da década anterior. Esta redução no ritmo de crescimento da população do Estado é resultado da diminuição do fluxo migratório externo, que para alguns anos da década de 1990 foi negativo.

De acordo com o censo do IBGE (2001) a população da cidade de Porto Velho é de aproximadamente 334,6 mil habitantes, sendo deste total 127,8 mil habitantes do sexo masculino e 130,2 do sexo feminino, destacando que esses valores são referentes a habitantes acima de 10 anos de idade, somando assim, um total de 258,1 mil de residentes no município de Porto Velho. O município de Candeias do Jamari apresenta uma população total de 13,1 mil habitantes, sendo destes 5,26 mil homens e 4,36 mil mulheres, totalizando aproximadamente 9,6 mil acima de 10 anos de idade. O município de Itapuã D'Oeste apresenta 6,8 mil habitantes, dos quais aproximadamente 3,4 mil são do sexo masculino e 2,3 mil são mulheres. Já os municípios de Buritis e Ariquemes possuem 25,6 e 74,5 mil, respectivamente, sendo Ariquemes um município bem mais antigo que o município de Buritis que, no último censo, teve um enorme incremento

populacional, sendo o município que mais cresceu dentro do estado de Rondônia. A representatividade desses dois municípios dentro da sub-bacia é bem pequena, como pode ser observado na Figura 02 acima.

Os municípios de Porto Velho (3,27%), Alto Paraíso (5,19%), Candeias do Jamari (5,37%), Itapuã do Oeste (8,05%), e Buritis (28,97%) apresentam um crescimento populacional superior à média estadual que é de 2,89%. O município de Ariquemes encontra-se com crescimento populacional abaixo da média estadual, com apenas 2,06%, mas superior ao crescimento do Brasil que é de 1,93% (XAVIER, 2001).

Batista (2001) afirma que o fluxo interno no estado de Rondônia é estimulado pela instalação de projetos de assentamentos promovidos pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA em áreas de fronteira, mas que a expansão da pecuária e a concentração de terras têm contribuindo com esse processo.

3.3.3 Pecuária

A pecuária é a atividade do setor primário que mais se expandiu nos últimos anos no Estado, especialmente a bovina, que hoje satisfaz plenamente o consumo interno e ainda oferece excedentes exportáveis.

A pecuária de corte tem evoluído mais rapidamente do que as outras, junto com a expansão das áreas de pastagens, contra uma estagnação ou até mesmo redução de áreas de lavoura. Já a pecuária de leite se desenvolveu mais nas áreas de pequenas e médias propriedades, como fator de agregação de renda aos agricultores tradicionais (FIERO/SEBRAE, 2003).

Segundo Fearnside (1991), as razões que explicam a expansão da pecuária na Amazônia brasileira são os incentivos fiscais e a especulação imobiliária, os incentivos dados aos fazendeiros pelo governo brasileiro incluem isenções de imposto de renda sobre os empreendimentos agropecuários e empréstimos a taxas de juros especiais, muitas vezes inferiores à inflação.

Para Batista (2001), a especulação imobiliária ocorre em função do aumento do valor da terra, que no Brasil cresceu durante muitos anos a taxas superiores as da inflação. O investimento na pecuária torna-se uma estratégia para se proteger contra a inflação. O outro fator de valorização da terra, segundo o mesmo autor, é a construção de infra-estrutura próxima ao local

da propriedade, e por fim, o título definitivo da propriedade valoriza-a e a pastagem é a forma mais rápida e econômica de justificar a ocupação para concessão do título definitivo da terra.

O segmento mais importante no Estado de Rondônia é a pecuária, que se destaca em todos os municípios da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, estando, segundo dados do IBGE (2005), os municípios de Porto velho, Ariquemes e Buritis os maiores produtores de bovinos na área de estudo. As criações de galináceos vêm em segundo lugar, também, com destaque em todos os municípios.

O desempenho do efetivo suíno na região pesquisada não apresenta grande representatividade com relação ao Estado de Rondônia, destacando na sub-bacia 12.063 cabeças de suínos no município de Buritis, 6.374 e 6.160 cabeças em Porto Velho e Candeias do Jamari, respectivamente (IBGE, 2005).

A falta de representatividade do efetivo suíno no Estado pode ser atribuída, em parte, a razão que chega a 80% da produção, a comercialização que conta com ação de atravessadores, e o falta de incentivo para o aumento do rebanho.

3.3.4 Agricultura

A intensificação da atividade agrícola no Estado de Rondônia iniciou na década de 70, com a política de distribuição de terra que privilegiou os pequenos e médios produtores rurais que migravam para esta região. Neste contexto, a agricultura adquiriu caráter familiar, sendo as principais culturas tradicionais plantadas o arroz, o feijão, o café, o cacau, o milho, a banana, a mandioca, destacando dentre as culturas acima citada, o feijão, milho e café por terem apresentado um aumento significativo ao longo dos anos. (IBGE, 2005).

Batista (2001) diz que há predominância de área de pastagem em todo o Estado, havendo em alguns municípios equilíbrio entre o percentual de pastagem e agricultura. Contudo, nos municípios de Porto Velho, Candeias do Jamari e Itapuã do Oeste, municípios de maior representatividade da sub-bacia, a agricultura ocupa um percentual inferior 5% da área total ocupada com lavouras.

A bananeira é a espécie frutífera mais plantada em Rondônia. Introduzida em larga escala nos plantios de cacau, visando o sombreamento, criou uma oferta abundante que levou à abertura de um mercado interno importante. Dos municípios que fazem parte da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, apenas Porto Velho apresenta produção mais significativa deste produto.

A produção mais homogênea em todos os municípios fica por conta da produção de café em côco, quesito lavoura permanente.

Cabe destacar a boa produção de mandioca principalmente em Porto Velho, com 124.348 toneladas e o arroz em casca em Ariquemes com 8.125 toneladas, ambos enquadrados como lavoura temporária. A mandioca e o cacau são as lavouras cujo rendimento médio da produção é superior à média nacional em quase todos os municípios do Estado, destacando na área pesquisada o município de Porto Velho.

Segundo dados do IBGE (2005), a expansão registrada nas lavouras de feijão, milho e mandioca acompanham a evolução da população e da abertura de terra, em processo típico de áreas de fronteira e agropecuária.

O rendimento médio é resultado do nível de tecnologia e da fertilidade natural do solo, como a tecnologia utilizada na agricultura do Estado é, em geral, pouco desenvolvida, o rendimento médio termina sendo resultado da fertilidade natural do solo. Quanto a este aspecto faz-se necessário considerar que as terras de alta fertilidade existentes no Estado são poucas e praticamente já foram ocupadas, de maneira que a incorporação de novas terras ao processo produtivo com fertilidade natural mais baixa implica em diminuição do rendimento médio. Além disso, há naturalmente a redução da fertilidade com o uso freqüente do solo, necessitando correções, o que implica em aumento de custos (BATISTA, 2001)

3.3.5 Extração Vegetal e Silvicultura

O valor da produção extrativista florestal de Rondônia, incluindo os produtos não madeireiros e madeireiros, segundo Batista (2001), atingiu cerca de R\$13,5 milhões em 1994, passando para R\$ 31,2 milhões em 1999, sendo fundamentalmente formado por produtos madeireiros. Deste total, apenas R\$ 700 mil correspondiam ao valor de produtos não madeireiros.

Segundo pesquisas do IBGE (2005), foi extraído dos municípios de Porto Velho e Ariquemes o maior percentual de madeiras em tora na área pesquisada, sendo 314.784 metros cúbicos no município de Porto Velho e 113.966 metros cúbicos no município de Ariquemes.

De acordo com dados da FIERO/SEBRAE (2003) o estudo evolutivo ressalta a redução na produção de madeira em tora, provavelmente, incentivado pela redução da matéria-prima de alto valor econômico, como o mogno, cerejeira, cedro rosa, dentre outras, estando estas quase que

exclusivamente em área de proteção ambiental. Salientando-se, ainda, a retirada ilegal da madeira o que inviabiliza o levantamento de informações.

A castanha-do-pará, apesar da pouca representatividade nos municípios de estudo, sendo registrado apenas no município de Buritis, é o produto extrativista com melhores perspectivas, pois conta com mercados em expansão e condições de preço favorável.

Contudo, a falta de beneficiamento destes produtos, inviabiliza ganhos maiores ao produtor, que comercializa quase toda a produção em estado bruto. A instalação de indústrias de beneficiamento, não só agregaria preço ao produto, como geraria mais emprego e renda.

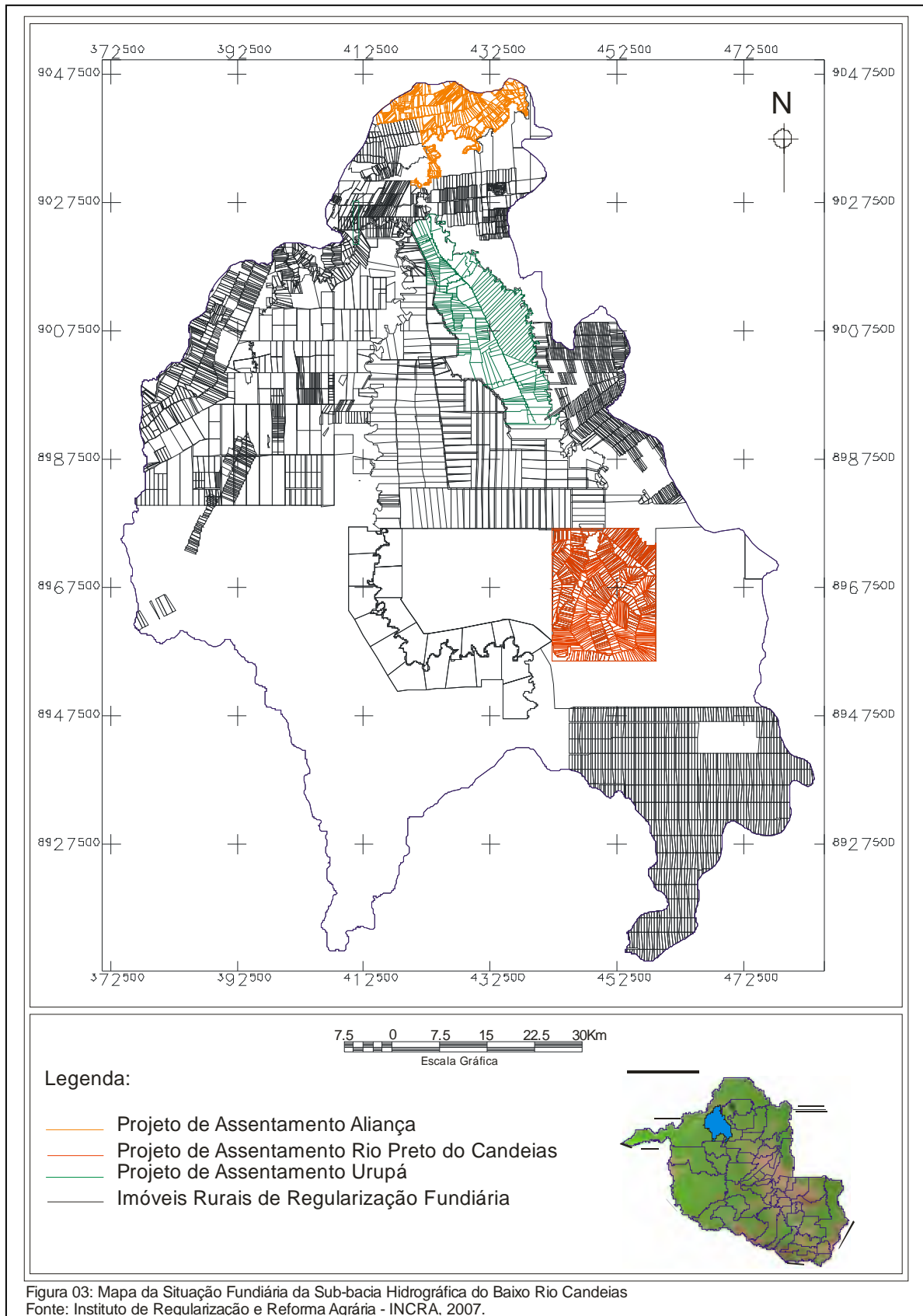
Nos municípios de Itapuã D'Oeste e Porto Velho, são encontrados, em pequena quantidade, o látex. Apesar dos incentivos dados pelo PLANAFLORO e por entidades não governamentais, no tocante à criação e consolidação das reservas extrativistas, a produção deste produto é pouco expressiva, não obstante a sua importância ambiental e cultural.

3.3.6 Situação Fundiária

O Estado de Rondônia, entre 1970 e 2000 implantou 104 projetos fundiários, que juntos totalizaram 926.675 ha. Neste período foram assentadas 64.268 famílias, com a área média das parcelas variando de 13 a 250 ha. Estes projetos são destinados, fundamentalmente, aos pequenos proprietários. Entretanto, existem atualmente mais de 110.000 propriedades rurais no Estado de Rondônia (Rondônia, 2000).

São encontrados na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias 03 (três) Projetos de Assentamentos, destinados para pequenos produtores rurais, que objetivavam, principalmente, a exploração de culturas de subsistência, incentivado pelo tamanho das parcelas licitadas. Estes são: os Projetos de Assentamentos Rio Preto do Candeias, Urupá e Gleba Aliança, visualizados na Figura 03, e descritos abaixo:

O Projeto de Assentamento Rio Preto do Candeias, mas ao sul da sub-bacia, foi criado pela Resolução 966 de 11 de dezembro de 1986 e consolidado pela Resolução nº 52 de 02 junho de 2000, com área de 31.545 ha, e área média das parcelas de 60 ha, com capacidade para atender, inicialmente, 526 famílias, sendo assentadas efetivamente, 522 famílias após a demarcação. Parte deste Projeto de Assentamento objetiva inicialmente a exploração de culturas de subsistência e os demais, para monoculturas e criação de gado bovino já existente.



O Projeto de Assentamento Urupá localiza-se a nordeste da sub-bacia do rio Candeias. Foi criado pela Resolução nº 144 de 06 de julho de 1981 e consolidado pela Resolução nº 52 de 02 de junho de 2000, com área de 60.1 ha. Possui parcelas médias de 48,0 ha. Este Projeto de Assentamento, previa inicialmente o benefício de 4.672 famílias, contudo, após os trabalhos de campo (demarcação) foram assentadas apenas 1.266 famílias.

A Gleba Aliança, localizada ao sul da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, foi um Projeto de Assentamento criado pela portaria nº 98 de 28 de setembro de 1998 e consolidado pela Resolução nº 11 de 19 de novembro de 2002, com uma área de 22.110 ha e com média das parcelas de 58,0 ha, objetivando a exploração de culturas de subsistência e os demais, para monoculturas. Esta Gleba possuía, no projeto inicial, capacidade de atender 500 famílias, embora tenha sido licitado apenas 428 após a demarcação, quando foram realizadas as retificações.

3.3.7 Desmatamento

Dados indicam que o Estado de Rondônia tem passado por um grande processo de pecuarização, onde a redução das áreas de lavoura é evidente. A evolução do rebanho bovino, segundo dados do IBGE (1999), se sobressai, principalmente, nos municípios que ocupam a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, que totalizam área de agricultura inferior a 5% do total ocupado com agropecuária, como são os casos de Candeias do Jamari, Itapuã do Oeste, Porto Velho (Tabela 1).

Tabela 1: Área ocupada com lavouras e pastagem por município

Municípios	Lavouras (%)	Pastagem (%)
Alto Paraíso	15,62	84,38
Buritis	12,19	87,81
Ariquemes	6,49	93,51
Porto Velho	2,08	97,92
Candeias do Jamari	2,03	97,97
Itapuã do Oeste	2,05	97,95

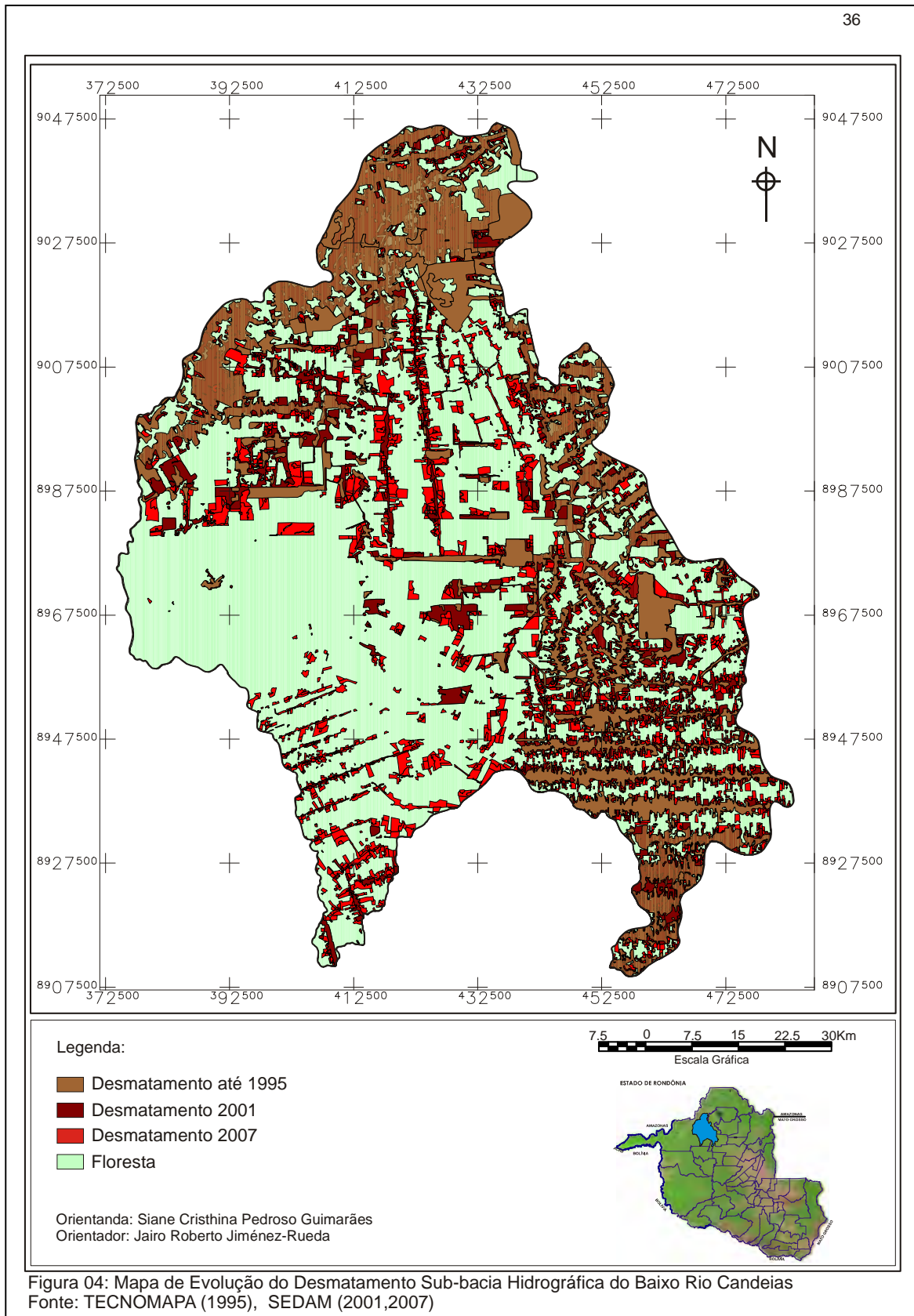
Produção Agrícola Municipal – IBGE, 1996

Este processo de migração interna em busca de novas áreas de fronteira agrícola é resultado da concentração das terras e da expansão da pecuária. Esse fato, para Batista (2001), está associado à implantação de Projetos de Assentamentos Fundiários, regularização fundiária e a expansão da pecuária leiteira entre os pequenos e médios produtores explicam, em grande medida, o desmatamento dos últimos anos (Figura 04).

No intervalo entre 1993 a 1995, houve um grande acréscimo no desmatamento, se comparado aos anos anteriores e posteriores da década de 1990. Segundo o relatório Avaliação do Desmatamento em Rondônia, elaborado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM (Rondônia, 1998a), este fato resultou da política de Reforma Agrária do governo federal, aumentando a pressão sobre os latifúndios improdutivos, que na região significa grandes propriedades com cobertura vegetal natural, podendo ser desapropriados para efeito de reforma agrária e/ou pagamentos de Imposto Territorial Rural – ITR elevados.

Atualmente a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, busca parcerias com o Governo Federal, por meio de seus órgãos afins, tais como INCRA e IBAMA, para regularizar a situação ambiental das propriedades em Rondônia.

Assim, por meio do acordo de cooperação entre a União, Ministério do Meio ambiente e o Governo do Estado de Rondônia, com interveniência da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental, busca a adequação do zoneamento sócio-econômico-ecológico de Rondônia, prevê que a título de reserva legal deve ser observado o mínimo de 80% da propriedade rural; e para fins de recomposição florestal da reserva legal deve-se averbar, observando o mínimo de 50% da propriedade, excluídas, em qualquer caso, as Áreas de Preservação Permanente, os ecótonos, os sítios ecossistemas especialmente protegidos, os locais de expressiva biodiversidade e os corredores ecológicos.



3.4 Aspectos Físicos

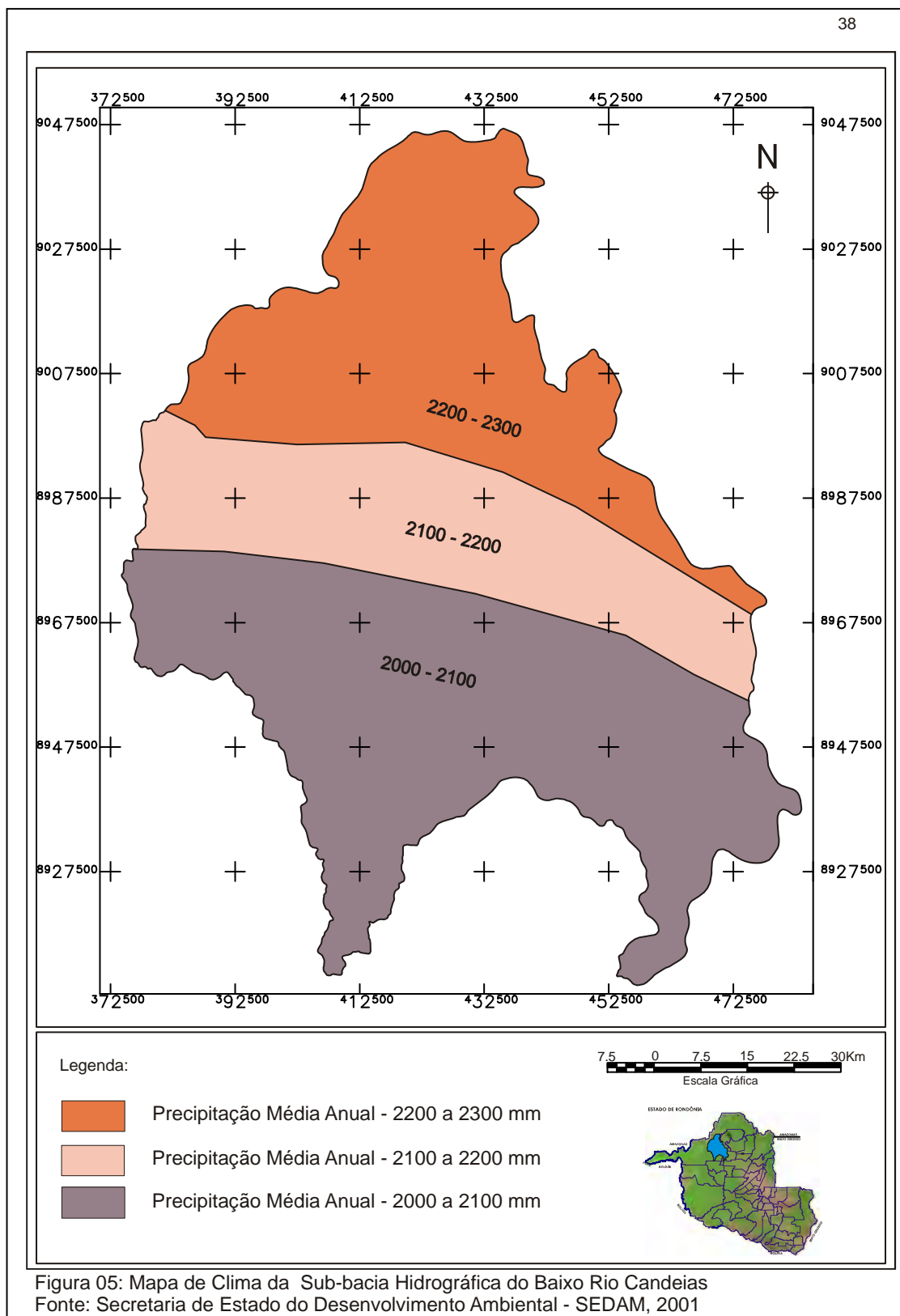
3.4.1 Clima

Assim como toda a região úmida da Amazônia, o estado de Rondônia possui clima equatorial, uma vez que seu microclima é durante todo ano controlado, principalmente, por fracos domínios anticiclônicos (que embora originários de ventos divergentes das latitudes tropicais do Atlântico Norte e Sul, suas propriedades são muito transformadas pela sua longa permanência sobre a superfície quente florestal da Amazônia) e por sistemas de massas de ar originárias das latitudes baixas da zona equatorial (RONDÔNIA,1997).

Sob o ponto de vista do regime térmico, Rondônia participa do clima regional de Amazônia: é quente, uma vez que em qualquer mês a temperatura média se mantém acima de 18°C, permanecendo até mesmo acima de 20°C (Figura 05).

Caracteriza-se por ser: equatorial, porém com transição tropical; úmido, com forte decréscimo de precipitação no inverno; 3 meses ecologicamente secos - junho-julho-agosto - em média; sujeito a fortes desvios pluviométricos estacionais ao longo dos anos; quente, durante todo ano; insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diária, especialmente no inverno, quando as mínimas noturnas descem, com freqüência, abaixo de 18°C nas planícies e abaixo de 9°C nos altiplanos das chapadas(RONDÔNIA,1997).

Existe, ainda, no Estado e conseqüentemente na área estudada, um fenômeno conhecido como “friagem”, ou seja, são alguns dias frios em torno de 16 a 18°C, se considerando as médias mínimas que giram em torno de 20°C. Este fenômeno normalmente acontece no auge do inverno nos outros Estados brasileiros, levando a crer ser este um reflexo do forte frio dos mesmos. O fenômeno da friagem ocorre no mês de julho, um dos meses mais secos do ano na região. Atendendo aos traços predominantes, o clima corresponde ao tipo Aw da classificação de KÖPPEN (1932), temperaturas médias mensais superiores a 18 °C e estação seca bem acentuada.



3.4.2 Solos

Segundo levantamento de solos realizados pelo Rondônia (1977), é encontrado na área de estudo as seguintes classes ou associações de classes de solos descritas abaixo (figura 06):

3.4.2.1. Latossolos: São solos dominantes no Estado, representando 46% do total. Na área em estudo os latossolos representam aproximadamente 82% do total. Geralmente, são solos bastantes intemperizados, apresentando, como principais minerais derivados da argila, caolinita, gibisita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Em razão da forte lixiviação sua capacidade de troca catiônica é baixa, assim como a quantidade de cálcio, magnésio, potássio e sódio adsorvidos. Na classe dos latossolos são encontradas três tipos: Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos e Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (LLD) ocorrem em diferentes posições de relevo (do plano ao ondulado). Apresentam as seguintes subclasses:

- LLD1 – ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado, com textura argilosa;
- LLD3 - ocorre em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado e franco;
- LLD4 – ocorre em terreno ondulado (8-30%), bem drenados, franco e pedregoso;
- LLD16 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado e com textura argilosa, associado com Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, com 2-8% de declividade, bem drenado e textura argilosa;
- LLD18 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso, associado com o Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico, com 0-2% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso;

Os Latossolos Amarelos Distróficos apresentam as seguintes variações:

- LAD1 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado, textura argilosa;
- LAD5 - ocorre em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado, textura argilosa;
- LAD15 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), mal drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso, associado com Gleí Distrófico, em terreno plano (0-2%), mal drenado e argiloso;

→LAD17 - ocorre em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenados, franco, em associação com Concrecionários Distróficos, em terreno ondulado (8-30%), bem drenados, argiloso e ligeiramente pedregoso;

→LAD22 - ocorre em terreno ondulado (8-30%), bem drenado, argiloso, pedregoso, associado com Latossolo Amarelo Distrófico, em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado e argiloso;

→LAD23 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado, argiloso, associado com Latossolo Amarelo Distrófico, 0-2% de declividade, mal drenado e argiloso;

→LAD31 - ocorre em terreno plano (0-2% de declividade), bem drenado, argiloso, associado com Podzólico Amarelo Distrófico, com 8-30% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso;

O Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico ocorre em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso, associado com Concrecionários Distróficos, em terreno ondulado (8-30%), bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso e com Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado, textura argilosa;

3.4.2.2. Podzólicos (Argissolos): Segundo a EMBRAPA (1999) são solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (presença de acumulação de argila neste horizonte), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte textural. Este grupo ocupa aproximadamente 8,5% da superfície do Estado. Na área em estudo representam pouco mais de 6% e ocorrem em duas classes:

→ Podzólico Amarelo Distrófico - (PAD5):

Ocorre em terreno suavemente ondulado (2-8%), bem drenado, argiloso e muito pedregoso, associado com Concrecionários Distróficos, em terreno ondulado (8-30%), bem drenado, textura argilosa;

→ Podzólico Vermelho-Amarelos Distróficos – (PAD10):

Ocorre em suavemente ondulado (2-8%), bem drenado, argiloso e muito pedregoso, associado com Podzólico Amarelo Distrófico, 2-8% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso.

3.4.2.3. Cambissolo: Os Cambissolos se caracterizam pela presença de horizonte “câmbico”, o qual contém uma boa proporção de minerais intemperizáveis. São poucos a moderadamente profundos e ocorrem nas encostas das colinas. Desenvolveram-se a partir de rochas ácidas possuindo, em geral, baixa fertilidade e reação ácida. Em função do seu relevo e de suas características físicas são muito suscetíveis à erosão se desprovidos da sua cobertura vegetal. Perto de 10% dos solos do Estado são cambissolos, representando 8,7% do total da área em estudo. Ocorrem duas subclasses:

→ Cambissolo Distrófico (CD5) – ocorre em terreno plano (0-2%), bem drenado, textura argilosa, associado com Solos Aluviais Distróficos, em 0-2% de declividade, moderadamente drenado e textura argilosa;

→ Cambissolo Distrófico (CD10) – ocorre em terreno ondulado (8-30%), bem drenado, arenoso, muito pedregoso, associado com Solo Litólico Distrófico, com declividade superior a 30%, bem drenado, arenoso e pedregoso.

3.4.2.4. Areia Quartzosa (Neossolo Quartzarênico): São originários de arenitos ricos em quartzo ou em aluviões ou colúvios transportados. . Em geral, os solos apresentam características restritivas tanto físicas quanto químicas: baixa capacidade de retenção de umidade e fertilidade natural muito deficiente. A capacidade de troca catiônica é baixa, apresentando, freqüentemente, reação bastante ácida. Essa unidade ocupa um pouco mais de 5% da superfície do Estado e menos de 1% da área em estudo.

Na área ocorrem em terreno plano (0-2%), mal drenado e textura arenosa.

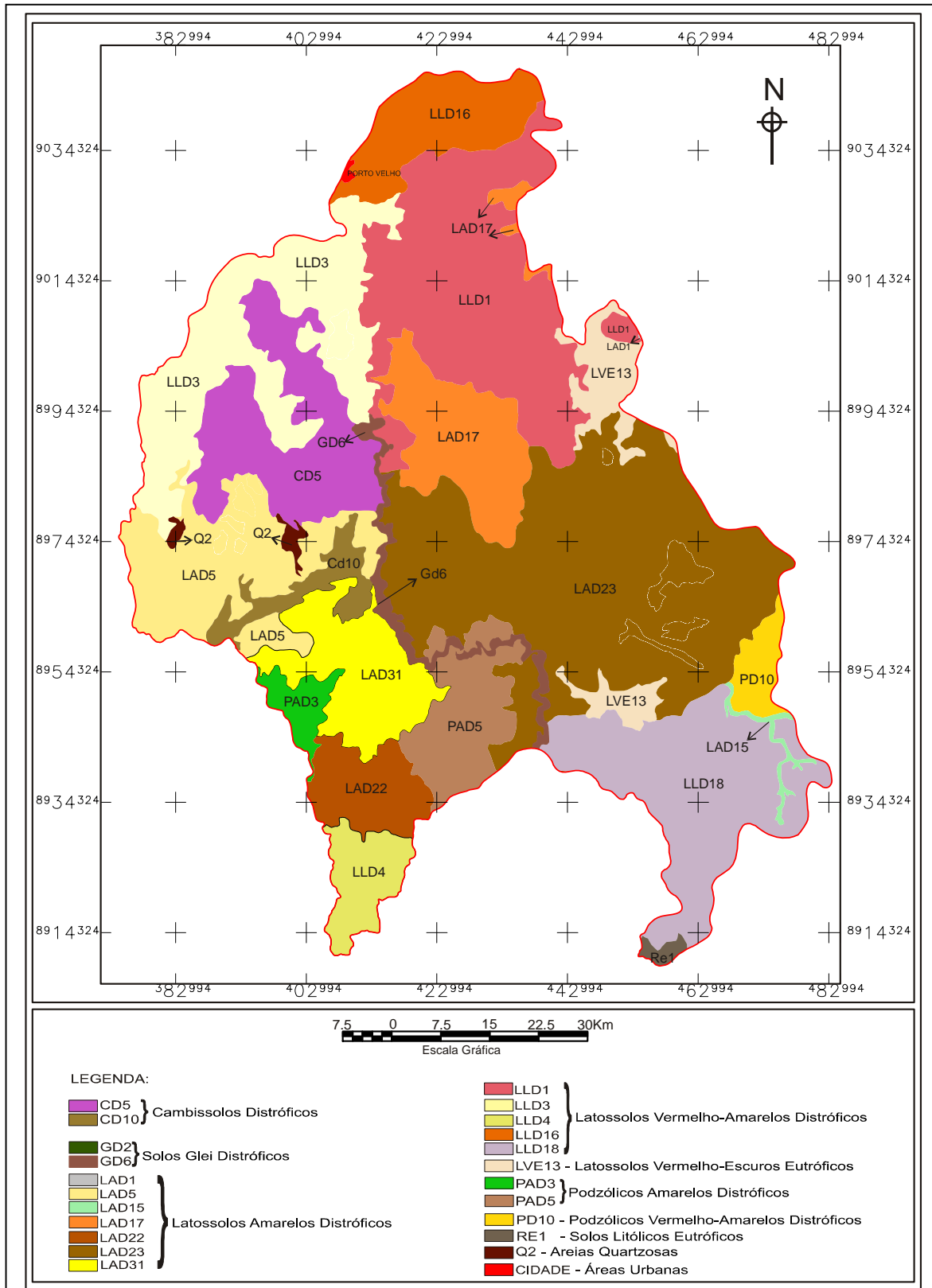


Figura 06: Mapa de Solos da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias
 Fonte: Governo do Estado de Rondônia. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia - PLANAFLO, 1997.

3.4.2.5. Solos Gleí (Gleissolos): São solos ocorrendo em regiões com excesso de água quer temporal, quer permanente. Isto significa drenagem precária com déficit acentuado de oxigênio, o qual, normalmente, restringe o crescimento vegetal, apesar de existirem espécies adaptadas tais como palmeiras, pastagem e forrageiras. Ocupam cerca de 1,4 % da sub-bacia do baixo rio Candeias. Ocorrem duas subclasses:

→ Gleí Distrófico- Ocorre em terreno plano (0-2%), mal drenado e textura argilosa;

→ Gleí Distrófico- Ocorre em terreno plano (0-2%), mal drenado e textura argilosa, associado com Latossolo Amarelo Distrófico (0-2%), mal drenado, e textura argilosa.

3.4.2.6. Solo Litólico (Neossolo Litólico): São normalmente encontrados em terrenos de forte declividade e erodidos. Frequentemente são pedregosos e devido a sua escassa profundidade e relevo dificilmente são agricultáveis. Ocupam 3,5% de Rondônia e menos de 1% da bacia.

Na área são Eutróficos, ocorrendo em terreno ondulado (8-30%), bem drenado, argiloso e pedregoso.

3.4.3. Vegetação

A principal formação vegetal ocorrente é a Floresta Ombrófila. São formações florestais tropicais úmidas, pluviais, sempre verdes. Apresentam dossel bem distinto, com indivíduos emergentes e sub-bosque com estratos. Ocorre sobre latossolos, podzólicos, lateritas de idades variadas desde o quaternário (aluviais), predominando no terciário até o pré-cambriano. Esta formação pode se apresentar Aberta, que são florestas com dossel descontínuo, permitindo ausência de área foliar entre 30 e 40 %, podendo estar associadas a palmeiras, cipós, bambus e sororocas; e Densa, que são florestas com dossel contínuo, fechado, com dominância de árvores na abóbada, sem associações co-dominantes (RONDÔNIA, 1997).

Na área em estudo as florestas ombrófilas constituem 78% da cobertura total (Figura 07). Dentro desta formação, ocorrem na área de estudo três subdivisões:

3.4.3.1. Floresta Aberta Submontana (As):

É a formação de maior abrangência, dominando 67% da área total.

Estas florestas crescem sobre solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas e seixo superficial, rolado do cristalino. A topografia é declivosa (até 40°). A paisagem é dominada por vales e ravinas.

Este tipo de floresta possui indivíduos emergentes ao dossel, podendo estar associadas a palmeiras e cipós. Entre as palmeiras, destacam-se o babaçu (*Attalea phalerata*), o coco-cabeçudo (*A. martiana*) e inajá (*A. maripa*).

3.4.3.2. Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (Ab)

Tipo florestal que cresce sobre latossolos ou solos lateríticos, medianamente profundos e bem drenados. Dominam a paisagem em grande parte do estado de Rondônia, especialmente na zona de transição para a Amazônia. Na área em estudo abrangem aproximadamente 11% do total.

O dossel é aberto até 40 %, podendo ser uni-estratificado ou com emergentes. Nesta categoria as florestas podem ainda ser mistas com palmeiras e/ou cipós. O sub-bosque geralmente é denso, com a presença de pequenas palmeiras (*Geonoma* spp., *Astrocaryum mumbaca*, *Bactris* sp.), *Maranthaceae*, sororocas e guarimãs.

Em geral a estrutura da comunidade comporta até 180 espécies e uma densidade entre 400 e 500 árvores/ha.

3.4.3.3. Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)

Tipo florestal de porte elevado que cresce principalmente sobre os planaltos e nos interflúvios tabulares do período paleozóicos e do período mesozóicos das serras dos Parecis e Pacaás Novos. Cresce sobre solos rasos, antigos e arenosos como podzólicos vermelhos e areias quartzosas.

Associadas a essa categoria podem aparecer encaves de matas de cipós e de bambu, provavelmente produzidas por modificações abruptas no solo. Na área em estudo apresenta-se como uma pequena mancha inserida na floresta ombrófila aberta submontana.

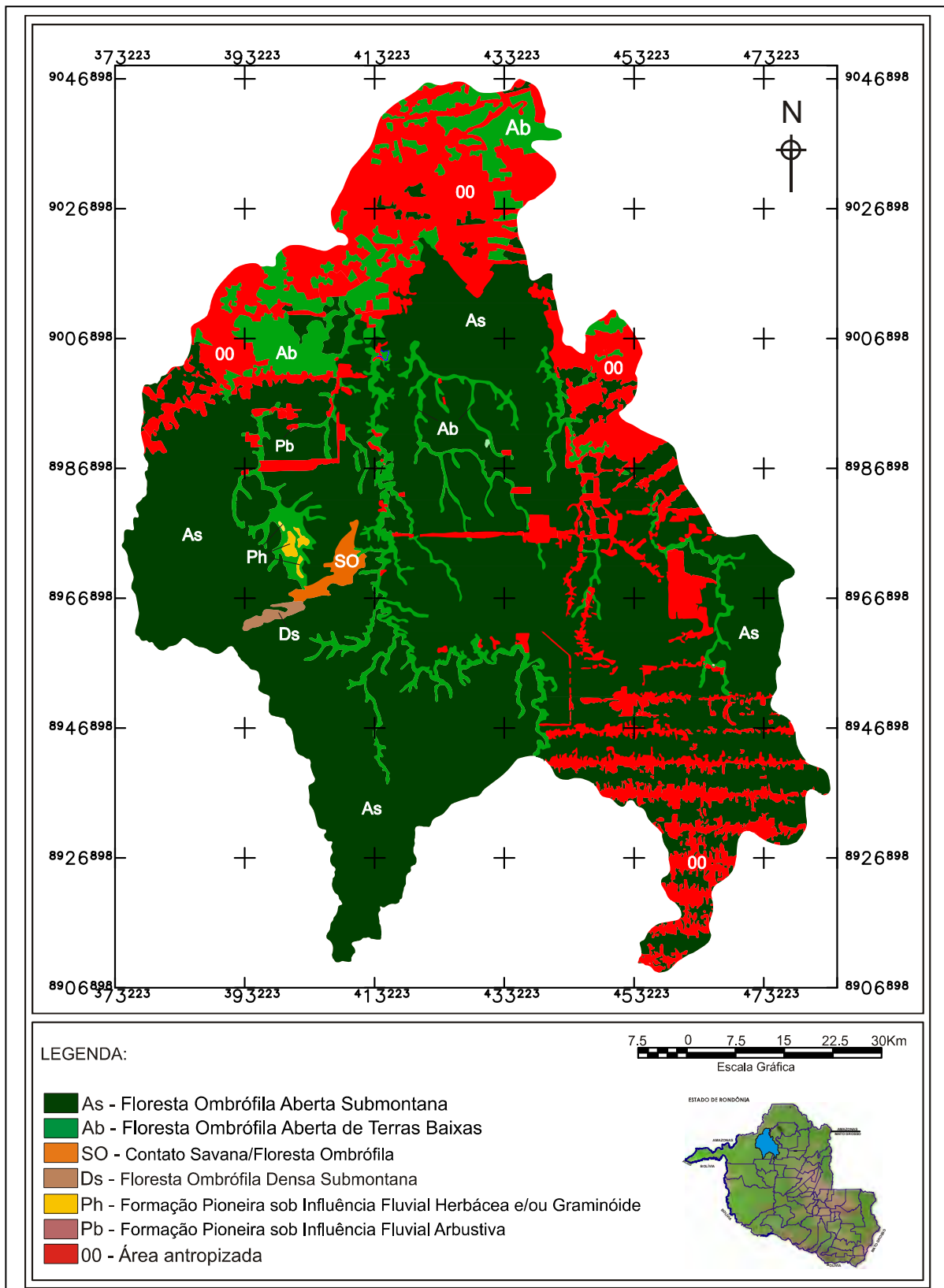


Figura 07: Mapa de Vegetação e Uso da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias
 Fonte: Governo do Estado de Rondônia. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia - PLANAFLORO, 1997.

Além da Floresta Ombrófila, ocorrem na área ainda as seguintes formações:

Contato Savana/Ombrófila Aberta (SO), Formação Pioneira sob Influência Fluvial Herbácia e/ou Graminóide (Ph) e Formação Pioneira sob Influência Fluvial Arbustiva (Pb). Estas formações juntas não chegam a 1% da cobertura vegetal.

3.4.3.4. A formação Contato Savana/Ombrófila Aberta - é característica de terrenos antigos do paleozóico, ocorrendo também em terrenos de relevo dissecado de mesozóico e pleistoceno. Os solos são geralmente pobres. As transições mais significativas são entre as savanas abertas (parque) e florestas ombrófilas abertas com palmeiras e cipós.

3.4.3.5. A Formação Pioneira sob Influência Fluvial Herbácia e/ou Graminóide - constitui formações campestres que crescem sobre solos também aluviais, inundáveis, não consolidados e localizados à baixas cotas altimétricas (até 50 m), próximo a calha dos rios. Este ambiente passa a maior parte do tempo inundado. São conhecidos regionalmente como campos naturais alagados.

3.4.3.6. A formação Pioneira sob Influência Fluvial Arbustiva - é uma categoria de vegetação pioneira também associada a áreas de aluvião recente, não consolidada, localizadas em cotas altimétricas baixas (até 50 m), submetida a longos períodos de inundação. O relevo é plano, com depressões que tornam favoráveis os processos de inundação e colmatagem. No inverno essas áreas estão ligadas às calhas dos rios e no verão formam-se pântanos e lagoas onde dominam ervas e capins aquáticos.

3.4.4. Aptidão Agrícola:

Segundo levantamento do Governo do Estado de Rondônia, seguindo a metodologia desenvolvida pelo CNPS-EMBRAPA para avaliação da aptidão agrícola das terras do Estado, conhecida como “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Centro Nacional de Pesquisas de Solos” (Ramalho Filho *et al.*, 1978), atende necessidade por meio do conhecimento do potencial da produtividade do solo apropriado para a região tropical. Essa metodologia de avaliar a aptidão agrícola das terras, resumidamente, consiste em seis grupos, visando indicar o uso mais adequado de uma determinada região em função das seguintes limitações: fertilidade natural baixa (deficiência de fertilidade); falta de água (deficiência hídrica); excesso de água (deficiência de oxigênio); facilidade de perda de solo (erosão) e impedimento à mecanização (mecanização), (RONDÔNIA, 2001).

Além disso, inclui três níveis de manejo caracterizados pelas letras A, B e C. O manejo A corresponde aos produtores que utilizam baixo nível tecnológico, onde as práticas agrícolas são quase todas realizadas pelo trabalho braçal (manejo primitivo). O manejo B indica produtor que utiliza nível tecnológico médio, com pouca aplicação de capital (manejo pouco desenvolvido). E o manejo C, que representa produtor que envolve alto nível de tecnologia e práticas agrícolas, é realizado por meio de mecanização (manejo desenvolvido) (Tabela 02).

A metodologia constitui-se em seis grupos (tipos de utilização) que são: lavoura, pastagem plantada, silvicultura (reflorestamento), pastagem nativa e área de preservação. Utilizam-se as letras maiúsculas para classe de aptidão boa, minúscula para classe de aptidão regular, minúscula e entre parênteses para classe de aptidão restrita e a ausência de letra indica classe inapta conforme o tipo de utilização e nível de manejo (Figura 08).

Foi observado na sub-bacia a ocorrência de: (1) terras com aptidão agrícola restrita a pelo menos um dos três níveis de manejo (manejo primitivo, manejo de tecnologia média e manejo de alto nível tecnológico), correspondendo a um percentual de 37% do total; (2) terras com aptidão agrícola moderada a pelo menos um dos três níveis de manejo (34%); (3) terras com aptidão boa, moderada ou restrita para pastagens cultivadas (26%) e; (4) terras não aptas para a agricultura (6%) (Figura 08).

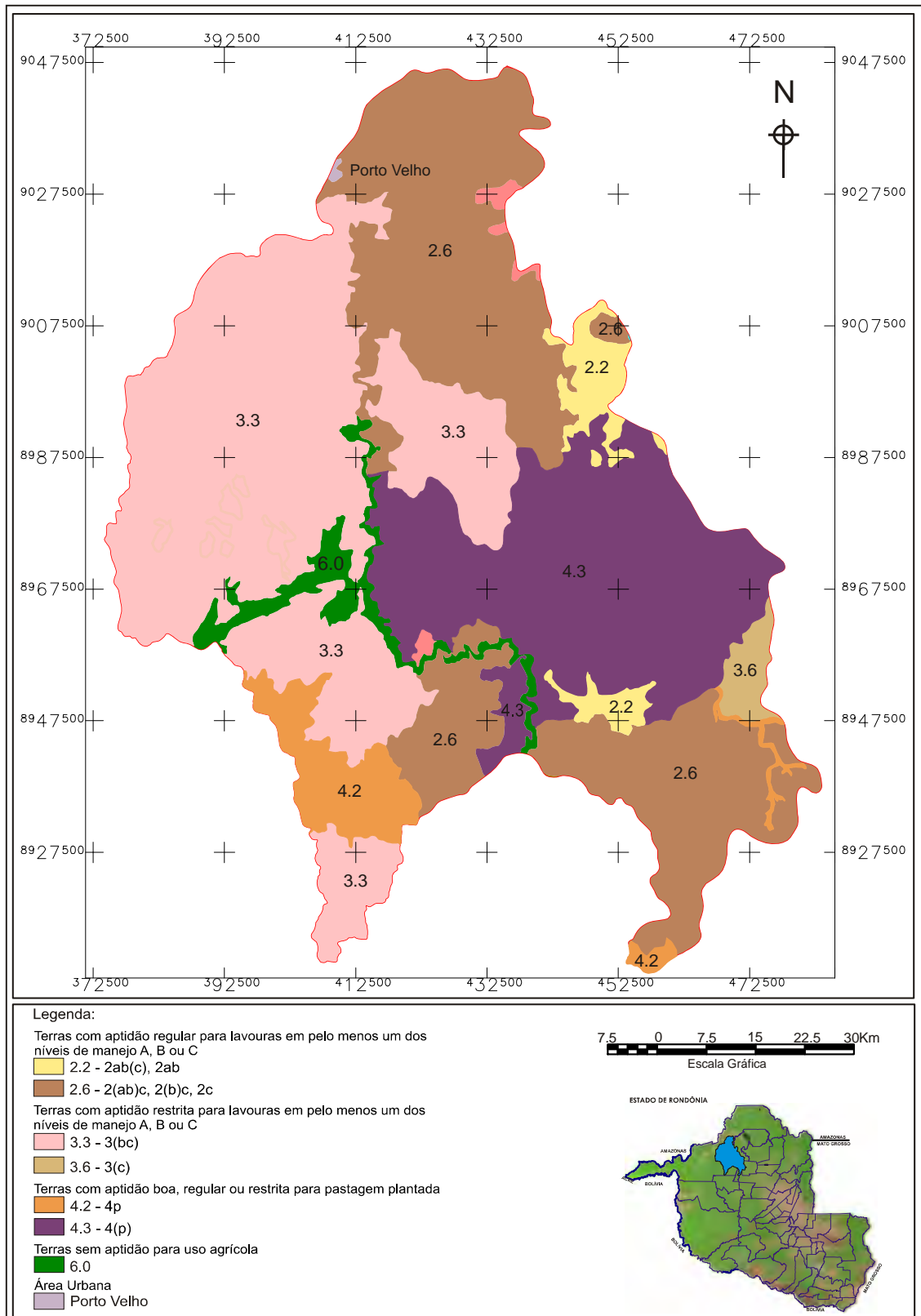


Figura 08: Mapa de Aptidão Agrícola da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias
Fonte: Governo do Estado de Rondônia. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia - PLANAFLORO, 1997.

Tabela 02 – Sistema Brasileiro de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização					
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural
	Nível de manejo A B C			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	—	—	—	—	—	—

Nota Explicativa:
P, S, N → classe de aptidão boa
p, s, n → classe de aptidão regular
(p), (s), (n) → classe de aptidão restrita

Fonte: Ramalho Filho & Beek (1994)

3.4.5. Geologia

Segundo o Diagnóstico Socioeconômico-ecológico do Estado de Rondônia (1997), é possível encontrar as seguintes formações geológicas na área de estudo: (Figura 09)

3.4.5.1. Formações Superficiais (Cenozóica): De idade Quaternária (Pleistoceno ao Recente) e Neogênica.

Dentro desta formação ocorrem os seguintes grupos, com seus respectivos percentuais na área de estudo:

- **TQli** (1,7%) - lateritas imaturas no topo de perfis preservados, mostrando saprólito com mosqueado *spotting* e feições de solução colunar e concrecionária-colunar. Estas feições se desenvolvem sobre rochas com alto conteúdo inicial de ferro e alumínio.

- **TQi (28,5%)** - cobertura sedimentar indiferenciada, associada com leques e canais fluviais, planícies de inundação e depósitos de lago. É constituída de sedimento de tamanho variado, desde fragmentos de laterita a argila, com lateritização significativa.

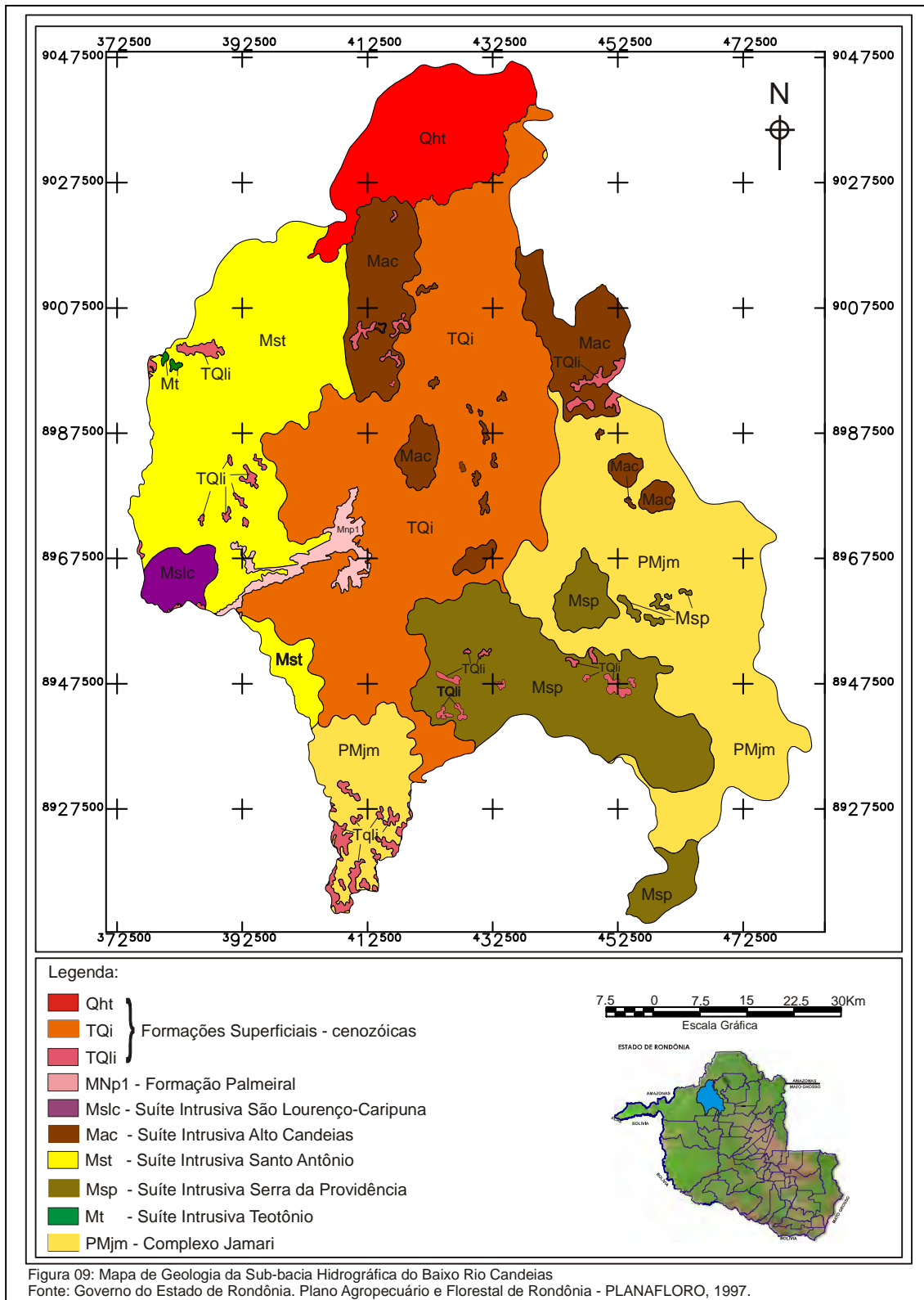
- **QHt (6,8%)** - Terraços fluviais sub-recentes, constituídos por sedimentos mal selecionados, compostos por cascalho, areia e argila, depositados acima do nível médio das águas dos rios atuais.

3.4.5.2. MNp1 (1,2%) - fazem parte da Formação Palmeiral e compõem a bacia sedimentar e datam do Neoproterozóico. No Graben de São Lourenço há predomínio de arenitos ortoquartzíticos esbranquiçados, fortemente cimentados, subordinadamente arenitos feldspáticos com estratificação cruzada de baixo ângulo e ortoconglomerados.

3.4.5.3. Mslc (1,2%) - Suíte Intrusiva São Lourenço/Caripuna – faialita-anfibólio-alkali feldspar granitos, anfibólio-biotita sienogranitos, álcali-feldspato granitos, quartz sienitos, biotita sienogranitos e riocacitos pórfiros (rp).

3.4.5.4. Mac (8,3%) - Suíte Intrusiva Alto Candeias fazem parte do Domínio Porto Velho/Ariquemes, e datam do Mesoproterozóico. Nesta Suíte há predomínio anfibólio-biotita sienogranitos, biotitas sienogranitos, biotita monzogranitos, quartzo-biotita sienogranitos, quartzo-biotita monzogranitos, rochas sienitóides e chanocklitóides (ch) portiríticas e pegmatóides, localmente milonitizadas.

3.4.5.5. Mst (16,9%) - Suíte Intrusiva Santo Antônio fazem parte do Domínio Porto Velho/Ariquemes, e datam do Mesoproterozóico. No Mst predominam a biotita monzotranitos, biotita sienogranios, anfibólio-biotita-quartzo monzonitos, rochas híbridas.



3.4.5.6. Msp (12,2%) - Suíte Intrusiva Serra da Providência compõem o Domínio Central de Rondônia datado do Período Mesoproterozóico.

Há predomínio de anfibólio-biotita monzogranitos (wiborgitos, piterlitos e pórfiros), biotita monzogranito, biotita sienogranitos (pórfiros equigranulares) charnocklitos (ch), mangeritos e rochas básicas deformadas em largas zonas de cisalhamento (termos miloníticos a ultramiloníticos)

3.4.5.7. Mt (0,2%) – Suíte Intrusiva Teotônio faz parte do Domínio Porto Velho/Ariquemes e datam do Mesoproterozóico. Nesta Suíte há o predomínio de faialita-piroxênio-anfibólio-álcali-feldspato granitos, álcali-feldspato-quartzo sienitos, alcalifeldspato granitos-anfibólio-biotita sienitos, quartzo sienitos, sienogranitos, nonzonitos e monzodioritos.

3.4.5.8. PMjm (23,0%) - Supergrupo Gnaiss Jamari: faz parte do domínio Roosevelt, e datam do Neoproterozóico. O complexo jamari é representado, principalmente, por rochas ortoderivadas de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e diorítica, metamorfisadas em condições de P/T condizentes com a fácies anfibolito.

3.4.6. GEOMORFOLOGIA

Segundo levantamento de solos realizados pelo Governo do Estado de Rondônia para o ZEE (1997), é encontrado na área de estudo as seguintes unidades geomorfológicas: (Figura 10)

3.4.6.1. Planícies aluviais e depressões

Este conjunto de unidades geomorfológicas é geneticamente originado por processos agradacionais, realizados, neste caso, em ambientes fluviais na sua maioria e eventualmente por processos lacustres ou associados a áreas com escoamento impedido.

- Depressões, Lagos, Deltas/Cones

São áreas onde o sistema fluvial comporta-se semelhantemente a um padrão distributário, ou onde as baixas declividades não permitem o escoamento concentrado em canais fluviais

estando sujeitas a inundações excepcionais. Na área em estudo, esta unidade aproximadamente 0,63% do total.

A legenda A12 é pertinente aos lagos existentes e a A14 faz referência às áreas alagadas encontradas na região.

- Planícies Inundáveis

Este sistema corresponde às áreas situadas topograficamente poucos metros abaixo do sistema de cones/deltas, com altitudes entre 140 e 190 metros, sofrendo, no entanto, inundações praticamente todos os anos nos períodos chuvosos. O modelado corresponde a uma superfície plana, constituída sobre material sedimentar, correspondendo provavelmente a uma superfície elaborada geneticamente por leques fluviais associados a períodos de aplanamento desenvolvidos em ambiente seco. Ocorrem em pequenas em pequenas áreas.

Estas unidades apresentam pouco mais de 6,22% do total da sub-bacia, com a descrição da legenda A31 relativa aos rios principais e A32 referente aos rios secundários.

3.4.6.2. Planícies Denudacionais

As superfícies de aplanamento é o tipo de unidade geomorfológica que ocupa a maior parcela de território do estado de Rondônia. Compreende extensas superfícies aplainadas, tratadas na literatura geomorfológica brasileira como elaboradas por processos de pediplanação, ocorrendo sobre rochas do embasamento cristalino e situando-se em cotas inferiores a 200 metros.

Na área em estudo representa aproximadamente 90,3% do total.

D 2311- Nível III(200m) com dissecação Baixa e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors

D 2312- Nível III(200m) com Dissecação Baixa e Muitos Tors e Hillrocks Residuais

D 2321- Nível III(200m) com dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors

D 2323- Nível III(200m) com Dissecação Média e Grande Quantidade de Inselbergs

D 2332 - Nível III(200m) com Dissecação Alta e Muitos Tors e Hillrocks Residuais

3.4.6.3 Unidades Denudacionais

- *Footslopes*

Esta unidade geomorfológica encontra-se dispersa por várias áreas do estado de Rondônia. Na área em estudo é de pequena ocorrência.

Compreende áreas posicionadas topograficamente abaixo de uma superfície que está sendo erodida, podendo sofrer processos de erosão, mas também de deposição a partir de processos gravitacionais. Muitas vezes chegam a conformar escarpas erosivas, com depósitos gravitacionais no sopé.

Este sistema, na área mapeada, pode corresponder também a áreas de transição entre Unidades Geomorfológicas, ou áreas de transição entre os níveis de suave e média dissecação de uma mesma Unidade.

A legenda D11 que ocupa 0,13% do total da sub-bacia em estudo refere-se à dissecação baixa na região.

3.4.6.4 Unidades Estruturais/Denudacionais

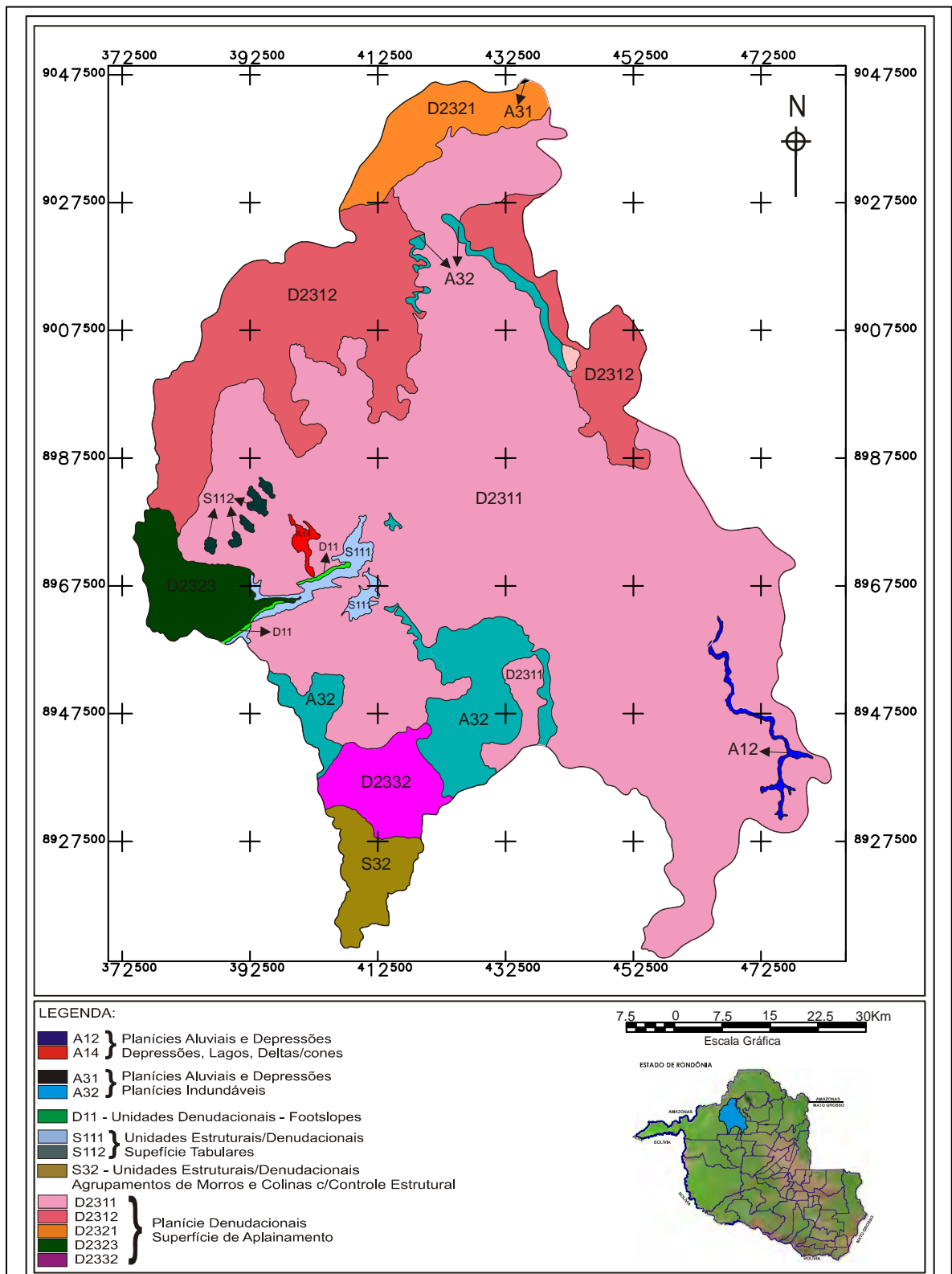
- *Superfícies Tabulares*

Compreendem uma série de relevos elaborados sobre rochas sedimentares de idade cretácica e formações terciário-quadernárias. O padrão de formas predominantes é composto por interflúvios amplos e levemente tabulares, com fundos de vale geralmente aberto e amplo. Pequenas planícies fluviais formam-se em setores restritos da rede de drenagem.

As unidades S111 e S112 correspondem respectivamente às rochas sedimentares de baixa dissecação e rochas sedimentares com baixa média, e ocupam aproximadamente 1,35% de toda a área estudada.

- Agrupamentos de Morros e Colinas com Controle Estrutural, sendo a legenda S32 referente a agrupamentos densos, ocupando 1,3% da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias.

Corresponde a unidades geomorfológicas associadas a forte controle estrutural que resulta em alinhamento das formas de relevo.



Conformam relevos em forma de Morros e Colinas, geralmente agrupados e localmente denominados de serras, pois se encontram alçados geralmente a mais de 100 metros dos relevos aplanados que geralmente os circundam.

O embasamento é variável, predominando rochas do Supergrupo Gnaisse Jamarí e rochas do Embasamento Pré-Rondoniano.

3.4.7. Zoneamento Socioeconômico e Ecológico

O zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia foi aprovado pela Lei Complementar nº 233, de 06 de junho de 2000, constituindo-se no principal instrumento de planejamento da ocupação e controle de utilização dos recursos naturais do Estado. Posteriormente, esta Lei (nº 233, de 6 de junho de 2000) foi alterada pela Lei Complementar nº 312, de 06 de maio de 2005, acrescentando e revogando dispositivos da mesma.

Neste zoneamento o Estado do Rondônia foi dividido em três grandes zonas com características impar e de interesse social, econômico e cultural (Figura 11).

Para elaboração da segunda aproximação foi considerado o conhecimento das condições físicas do território, principalmente as características geomorfológicas e edafológicas dos solos, que juntamente com a ação antrópica constituem elementos fundamentais na definição do zoneamento (RONDÔNIA, 2002).

Os critérios para o estabelecimento dos contornos definidores de zonas em áreas com características homogêneas fundamentaram-se em parâmetros físicos, com preponderância da situação fundiária; da densidade demográfica e pressão sobre a terra; da concentração dos projetos de colonização e agropecuários; da infra-estrutura social e econômica existente; da capacidade potencial e atual do uso dos solos; dos acidentes geográficos e demais toponímias preponderantes; da intensidade do antropismo e das relações do homem com o meio (RONDÔNIA, 2002).

A zona 1, é composta por áreas destinadas aos usos agropecuários, agroflorestais e florestais. São zonas de ocupação da terra para diferentes usos, principalmente agropecuários, com graus variáveis de ocupação e de vulnerabilidade ambiental, que caracterizam diferentes subzonas.

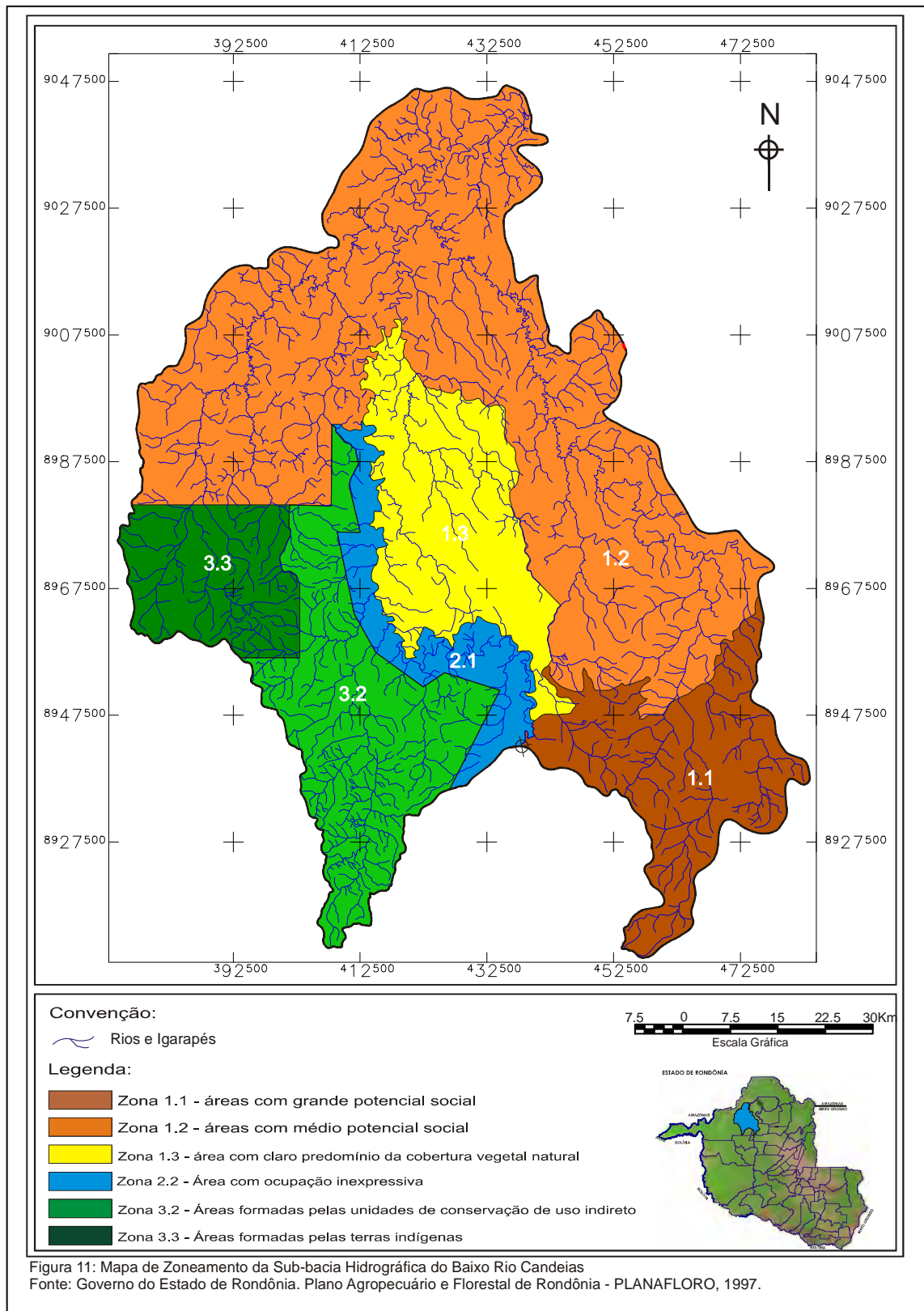
A Zona 1, é subdividida em 4 subzonas com características específicas, abrangendo 120.310,48 km², equivalentes a 50,45% da área total do Estado (RONDÔNIA, 2007).

A sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias conta 72,91% da zona 1, de acordo com sua área total, estando 11,97% da subzona 1.1, que são áreas com grande potencial social, dotadas de infra-estrutura suficiente para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, sobretudo estradas de acesso; concentração das maiores densidades populacionais do Estado; A subzona 1.2 ocupa 48,40% da sub-bacia e são áreas com médio potencial social, onde predominam a cobertura florestal natural, em processo acelerado de ocupação, com conversão da floresta. Os processos de ocupação, geralmente, não estão controlados. A Subzona 1.3 encontra-se com 12,54% da sub-bacia; estas são áreas com claro predomínio da cobertura vegetal natural, com expressivo potencial florestal, em processo de ocupação agropecuária incipiente, com conversão da cobertura vegetal natural, geralmente, não controlado. Aptidão agrícola predominante restrita.

As Subzonas da Zona 2 são áreas destinadas à conservação dos recursos naturais, passíveis de uso sob manejo sustentável, abrangem 34.834,42 km², equivalentes a 14,6% da área total do Estado (RONDÔNIA, 2007).

Na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias encontram-se 5,17% da área total nesta zona, especificamente na subzona 2.1 que são área onde as atividades de conversão das terras florestais são pouco expressivas. O capital natural, sobretudo o florestal, se apresenta ainda em condições satisfatórias de exploração, madeireira e não madeireira. O custo de oportunidade de preservação se mantém entre baixo e médio, com boas possibilidades de conservar o estado natural. O valor das terras florestais pode ser incrementado mediante agregação de valor às existências florestais, por meio da exploração seletiva de seus produtos. Algumas áreas apresentam alto potencial para o ecoturismo e para atividades de pesca em suas diversas modalidades. (Figura 11)

A subzona 3 são áreas institucionais, constituídos pelas áreas protegidas de uso restrito e controlado, previstos em Lei e instituídos pela União, Estado e Municípios e abrange 41.875,32 km², equivalentes a 34,95 % da área total do Estado (RONDÔNIA, 2007).



Na sub-bacia do baixo rio Candeias, encontra-se também as subzonas 3.2 e 3.3. Estas subzonas são caracterizadas pela presença Unidades de Conservação de Uso Indireto. O uso dessa subzona deve se limitar às finalidades das unidades instituídas. Na sub-bacia hidrográfica do rio Candeias esta subzona ocupa 14,54%, desta subzona, com relação a sua área total.

A subzona 3.3. é composta por áreas formadas pelas Terras Indígenas com uso limitado por lei, onde o aproveitamento dos recursos naturais somente poderá ser efetuado mediante autorização ou concessão da União. Esta subzona ocupa, com relação à área da bacia, 7,3%.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Material

Esta pesquisa baseou-se, na análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto, originados a partir do armazenamento, manipulação e processamento de dados por meio de sistemas de informações geográficas.

A base cartográfica foi preparada a partir das cartas da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, folhas SC. 20-V-B-V, SC. 20-V-D-I, SC. 20-V-D-II, SC. 20-V-D-III, SC. 20-V-D-V, e, SC. 20-V D-VI escala 1:100000, a partir da qual se obteve o mapa de altimetria, estradas e hidrografia.

Estes dados, aliados aos dados secundários existentes, forneceram os subsídios iniciais para o desenvolvimento da pesquisa, destacando os Mapas de Geologia da CPRM (1999), Aptidão Agrícola, Geomorfologia, Solos, Vegetação do Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do Governo do Estado de Rondônia, com seus respectivos diagnósticos (PLANAFLORO, 1997).

Foram utilizadas imagens dos satélites: i) CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) órbita-ponto 175/110, 175/111 e 176/110 ano 2007, necessitando a preparação de um mosaico das três imagens para a obtenção do imageamento de toda a área estudada, ii) LANDSAT 2 (Land Remote Sensing Satellite), sensor MSS datadas de 30/06/1978 e 05/08/1978, iii) LANDSAT 5 (Land Remote Sensing Satellite) sensor TM 232_66, 232_67, ano 2007, e, iv) Modelo de Elevação Digital, das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) formato GEOTIFF, Datum WSG-84.

As imagens dos satélites acima mencionados foram escolhidas por apresentar todas as características necessárias à realização dos trabalhos de forma segura, apresentando resolução temporal, espacial e espectral que atende as necessidades dos trabalhos.

O Sistema de Informação Geográfica utilizado para a análise dos dados e a obtenção de resultados advindos dessas análises foi o SPRING (Sistema Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 4.1 para Windows, e seus módulos Scarta 4.1, Iplot 4.1 e Impima 4.1 em português, disponível para “download” no sítio da internet < gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE.

O SPRING é um software de livre distribuição, que opera como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suporta grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco; Administra tanto dados vetoriais como dados matriciais (raster), e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num SIG; Promove um ambiente de trabalho amigável e poderoso, por intermédio da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço- Geográfica baseada em Álgebra); Consegue escalonabilidade completa, isto é, ser capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes que variem desde microcomputadores a estações de trabalho RISC de alto desempenho (NETGISGeoprocessamento e InformáticaLtda., volume 1, p.1-2, 1998).

O Estereoscópio permitiu a obtenção da visão estereoscópica (terceira dimensão). Foi utilizado na interpretação dos dados analisados durante a pesquisa, capaz de fazer, com precisão e segurança, avaliações sobre a posição, forma e tamanho dos objetos interpretados.

O SURFER 8.0, segundo Landim, Monteiro e Corsi (2002) é um pacote de programas comerciais desenvolvidos pela Golden Software Inc., utilizado para a confecção de mapas de variáveis a partir de dados espacialmente distribuídos utilizando plataforma de trabalho em ambientes DOS ou Windows. Nesta pesquisa foi empregado na elaboração dos mapas de isobases, densidade de juntas e lineações de drenagem.

O programa Global Mapper foi utilizado para leitura das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), já no formato 3D, folhas SC.20-V-B e SC.20-V-D.

O CORELDRAW versão 12, foi utilizado para o acabamento dos mapas gerados nos programas citados anteriormente e para exportar extensões que permitam a leitura no SPRING.

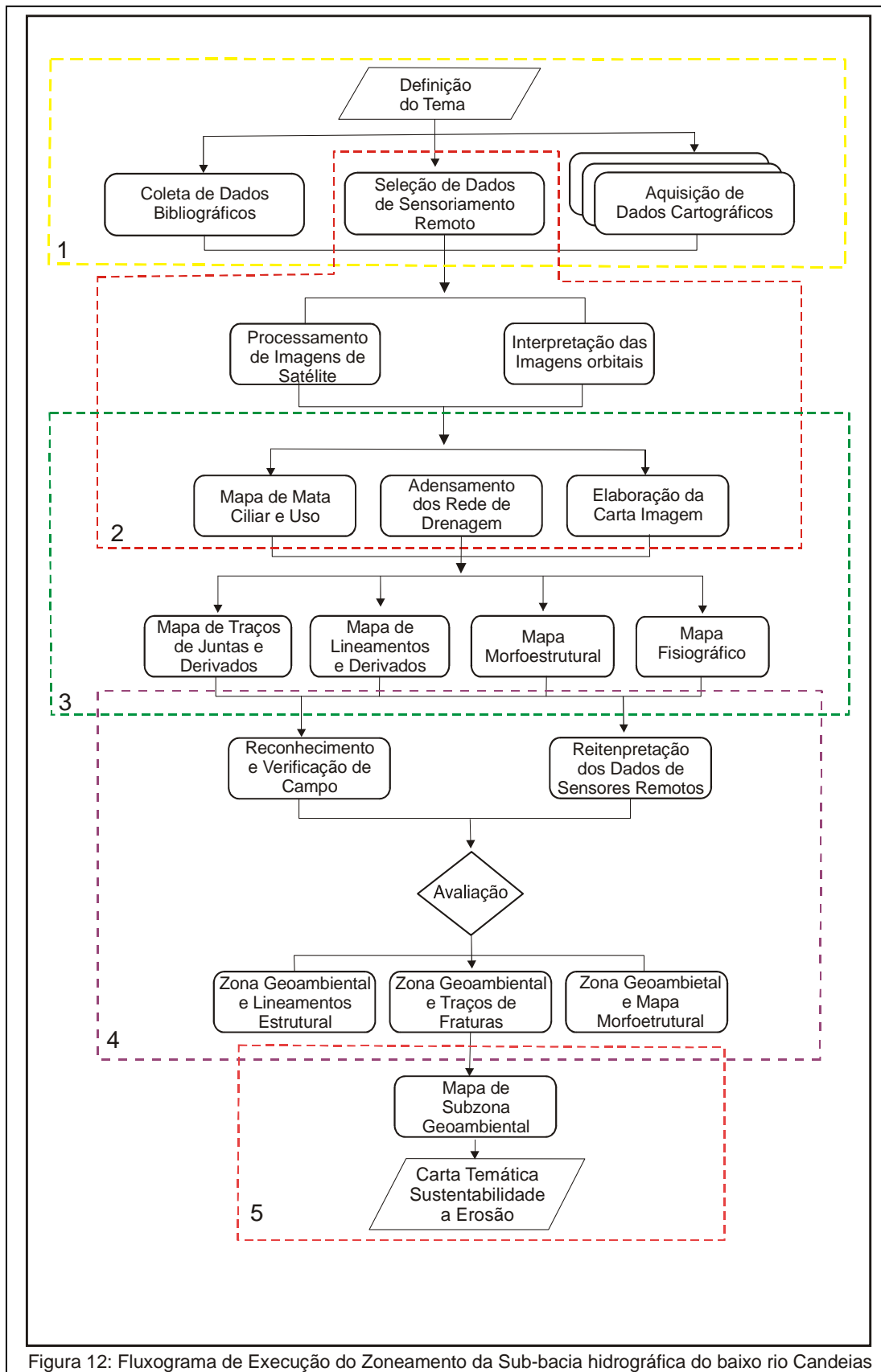
Para processamento das tabelas de dados e edição dos textos foram utilizados os softwares Excel e Word XP, ambos da empresa Microsoft Corporation.

Os equipamentos utilizados para a elaboração e manipulação dos dados foram um laptop Intel celeron, processador 1.4 GHz, 1Gb de memória RAM, com tela de 15"; impressora multifuncional HP Photosmart C3100 series.

4.2. Metodologia

A metodologia para a realização do trabalho foi dividida em etapas, que se articulam no fluxograma geral mostrado na Figura 12. Estas etapas e seus respectivos procedimentos são:

1. Aquisição de Dados Secundários: Compreende a definição do tema, das imagens orbitais, das cartas topográficas, dos mapas temáticos pré-existentes, dos dados bibliográficos, elaboração da base cartográfica;
2. Processamento Digital de dados e imagens orbitais: Compreende o pré-processamento, o realce, contraste, e mosaicos elaborados nas imagens;
3. Análise e Interpretação de Imagens Orbitais: Delimitação das unidades de paisagem natural e dos polígonos de ação antrópica, e a geração dos mapas temáticos;
4. Integração dos Dados: Cruzamento dos mapas temáticos e divisão das unidades geoambientais;
5. Resultado Final: Geração carta temática de indicação de potencialidades/fragilidades da Sub-bacia hidrográfica.



4.2.1 Definição da Pesquisa

A falta de planejamento em Rondônia levou ao uso incorreto dos recursos naturais. Como toda ação não organizada pode trazer prejuízos, a falta de um planejamento prévio na ocupação das terras rondonienses, levou a um desmatamento inicial desenfreado, ocasionado pelo incentivo ao desmate como benfeitoria a manutenção da propriedade. De acordo com dados da TECNOMAPA/LTDA/SEDAM em 2001 o percentual de desmatamento em Rondônia era de 24,94% em 2001 e teve um acréscimo de 1,45% em 2002. A Secretária de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, apontou um incremento no desmatamento de 1,60%, 1,57%, 1,39% e 1,16% para os anos de 2003, 2004, 2005 e 2006, respectivamente.

O uso inadequado do meio ambiente tem como resultados imediatos a longo prazo o esgotamento dos recursos naturais. Vários são os problemas oriundos do uso excessivo dos recursos ambientais, como a erosão causada pelo desmatamento em áreas frágeis e sem potencial agropecuário, a erosão as margens os rios e igarapés que levam ao assoreamento destes, que findam se exaurindo. De acordo com Bartholo & Bursztyn (1999), todas as iniciativas de exploração regional executadas até então, como projetos agropecuários, atividades mineradoras e exploração madeireira trouxeram ao Estado de Rondônia impacto ambientais negativo gerando perda da biodiversidade de seu ecossistema.

Apesar da existência de Leis que visem à proteção e/ou conservação do Meio Ambiente, principalmente, as áreas mais frágeis, as invasões continuam acontecendo de forma acentuada em todo o Estado de Rondônia. A falta de uma fiscalização rigorosa e efetiva nas áreas legalmente protegidas, como as Unidades de Conservação e Terras Indígenas (criadas na sua maioria a partir de 1996), levam a invasão das mesmas para retiradas de suas madeiras de alto valor comercial, pesca predatória e exploração dos recursos minerais.

A busca de ações que visem o desenvolvimento sustentado, objetiva solucionar a problemática do uso inadequado da floresta. A organização espacial é uma meta dos governantes que estão interessados em promover o uso dos recursos ambientais de forma sustentada. A Metodologia do Zoneamento Geoambiental propõe, utilizando o Sensoriamento Remoto e a aplicação de Sistemas de Informações Geográficas, uma avaliação dos processos de uso da terra como forma de auxiliar no planejamento. O Zoneamento Geoambiental visa avaliar

condicionantes eco-geodinâmicas que estão em equilíbrio e desequilíbrio atual, propondo a organização do meio ambiente, direcionando ações de acordo com o potencial de uso de cada área, sendo dessa forma um procedimento metodológico recomendado à realização dessa proposta.

4.2.2 Aquisição de dados bibliográficos pré-existent

Na elaboração da pesquisa foram requeridos dados bibliográficos de interesse do projeto, tais como relatórios geológicos do estado de Rondônia, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM; dados ambientais da Secretária de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM; Diagnósticos Ambientais do Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia – PLANAFLORO; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM; e Federação das Indústrias do Estado de Rondônia – FIERO.

4.2.3 Aquisição de dados Cartográficos

A aquisição dos dados cartográficos se deu nos órgãos oficiais que fornecem informações cartográficas de interesse para a pesquisa. Foram utilizados mapas com os limites da área de estudo disponibilizados pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, mapas geológicos do CPRM, escala 1:100000, cartas planialtimétricas da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG escala 1:100000, do IBGE e do Ministério do Exército, folhas SC. 20-V-B-V, SC.20-V-D-I, SC. 20-V-D-II, SC. 20-V-D-III, SC. 20-V-D-V, e, SC. 20-V D-VI, escala 1:100 000.

Foram utilizados, ainda, os mapas de geomorfologia, solos, aptidão agrícola elaborados no Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do Estado de Rondônia pelo Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, em 1997 em escala 1:250000.

4.2.4 Aquisição de dados de Sensoriamento Remoto

Para elaboração da carta imagens da sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Candeias, foram utilizadas três imagens do satélite CBERS-2, órbita/ponto 175/110, 175/111 e 176/110 de

03/09/2007, duas imagens registradas pelo sensor MSS do satélite LANDSAT 2, datadas de 30/06/1978 e 05/08/1978, e duas imagens LANDSAT-5 TM, órbita/ponto 232/66 e 232/67 de 27/08/2007 e 08/09/2007, respectivamente .

Optou-se em utilizar as bandas 2, 3 e 4 na composição colorida 2 (R), 3 (B), 4 (G) (vermelho, azul e verde), para impressão, no caso do satélite CBERS-2. Foram empregadas, ainda, as bandas 4 (G), 5 (R), 6 (B) e pancromática do satélite LANDSAT 2 e bandas 3 (B), 4 (G), 5 (R) LANDSAT 5.

Durante a elaboração dos dados foi utilizada, ainda, a composição colorida 3(B), 4(R) 5(G), uma vez que esta composição facilita a discriminação visual de unidades fotointerpretadas, tais como o adensamento dos rios, alinhamentos de drenagem, entre outros.

O último ano utilizado foi 2007, por não ter imagens na região de estudo, até a preparação deste manuscrito , sem a presença de nuvens que é fator limitante à interpretação dos dados utilizados na pesquisa. O ano de 1978 foi inserido nos trabalhos por apresentarem pouca ação antrópica, facilitando a identificação de elementos da paisagem, principalmente nos trabalhos fisiográficos.

O procedimento adotado para elaboração da carta imagem foi, em um primeiro momento, o registro das imagens, por meio do comando “registro” do SPRING, com a finalidade de georreferenciamento das mesmas; em um segundo momento, as mesmas foram importadas e utilizando a função “mosaicar”, foram transformadas em um único plano de informação, denominado “imagem”. (Figura 13)

Salienta-se que as bandas foram escolhidas em função das características específicas, conforme descrito abaixo (INPE, 2007):

- Características do Satélite CBERS 2

Banda 2 (0,52 μm – 0,59 μm) – Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, permitindo análise do comportamento da vegetação, causada por desequilíbrio hídrico.

Banda 3 (0,63 μm – 0,69 μm) – Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex. cerrado, campo e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da

drenagem por meio da visualização da mata de galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal.

Banda 4 (0,77 μm – 0,89 μm) – Destaca bem a morfologia do terreno, permitindo análise e mapeamento geomorfológico e pedológico. Permite análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais.

- Características do Satélite LANDSAT 2- Banda 4 (0,5-0,6); Banda 5 (0,6–0,7); Banda 6 (0,7–0,8)

- Características do Satélite LANDSAT 5 (INPE, 2007)

Banda 3 (0,63 μm - 0,69 μm) - A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem via visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

Banda 4 (0,76 μm - 0,90 μm) - Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com *Pinus* e *Eucalipto*. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.

Banda 5 (1,55 μm - 1,75 μm) - Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

4.2.5 Mapa Base

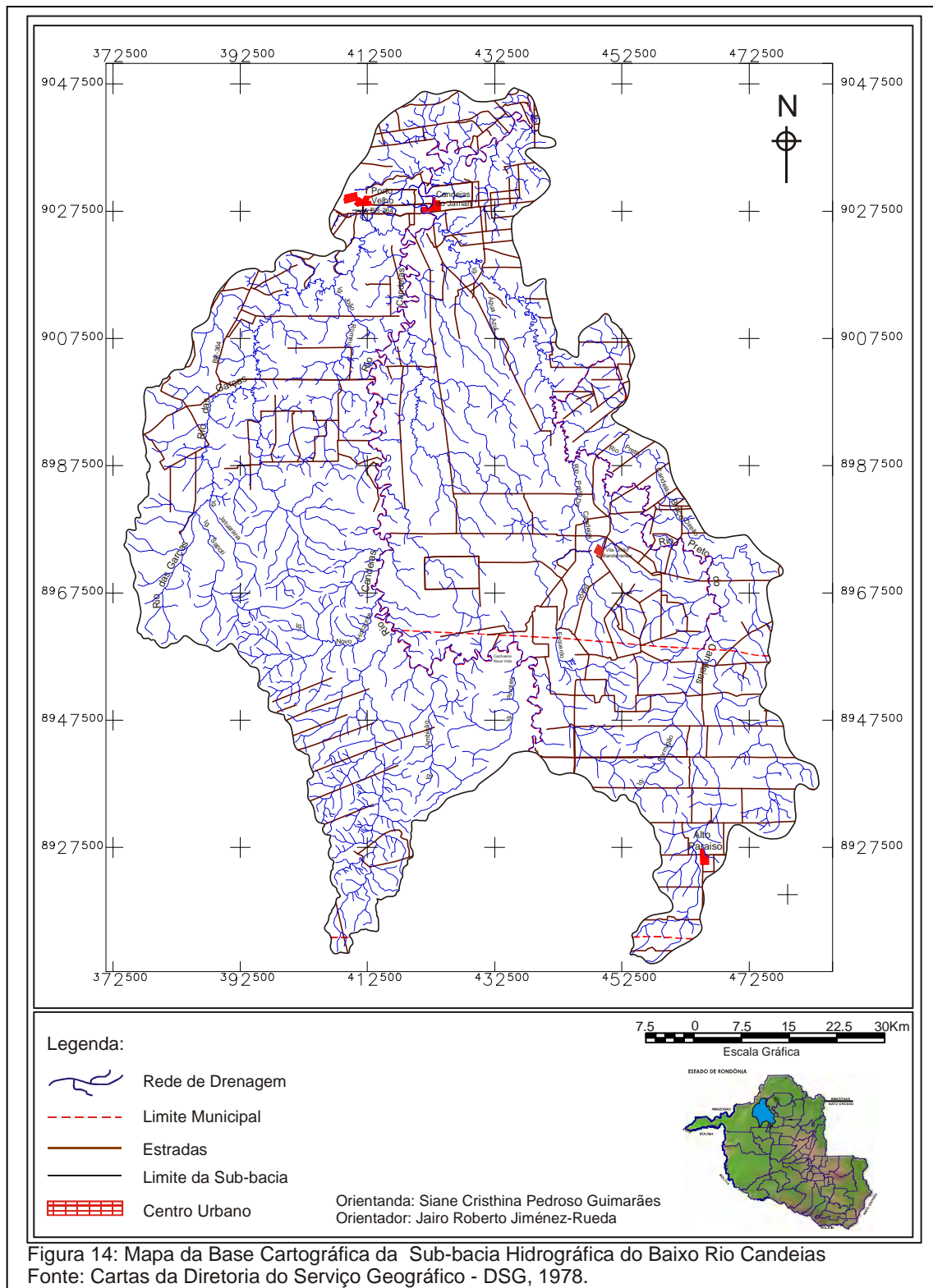
O mapa base é composto pelos limites da sub-bacia e dos municípios, altimetria, estradas, e hidrografia de toda a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, extraídos das cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, escala 1:100000, e teve por objetivo servir de base inicial a todos os demais mapas a serem confeccionados durante a pesquisa. (Figura 14 e 15)

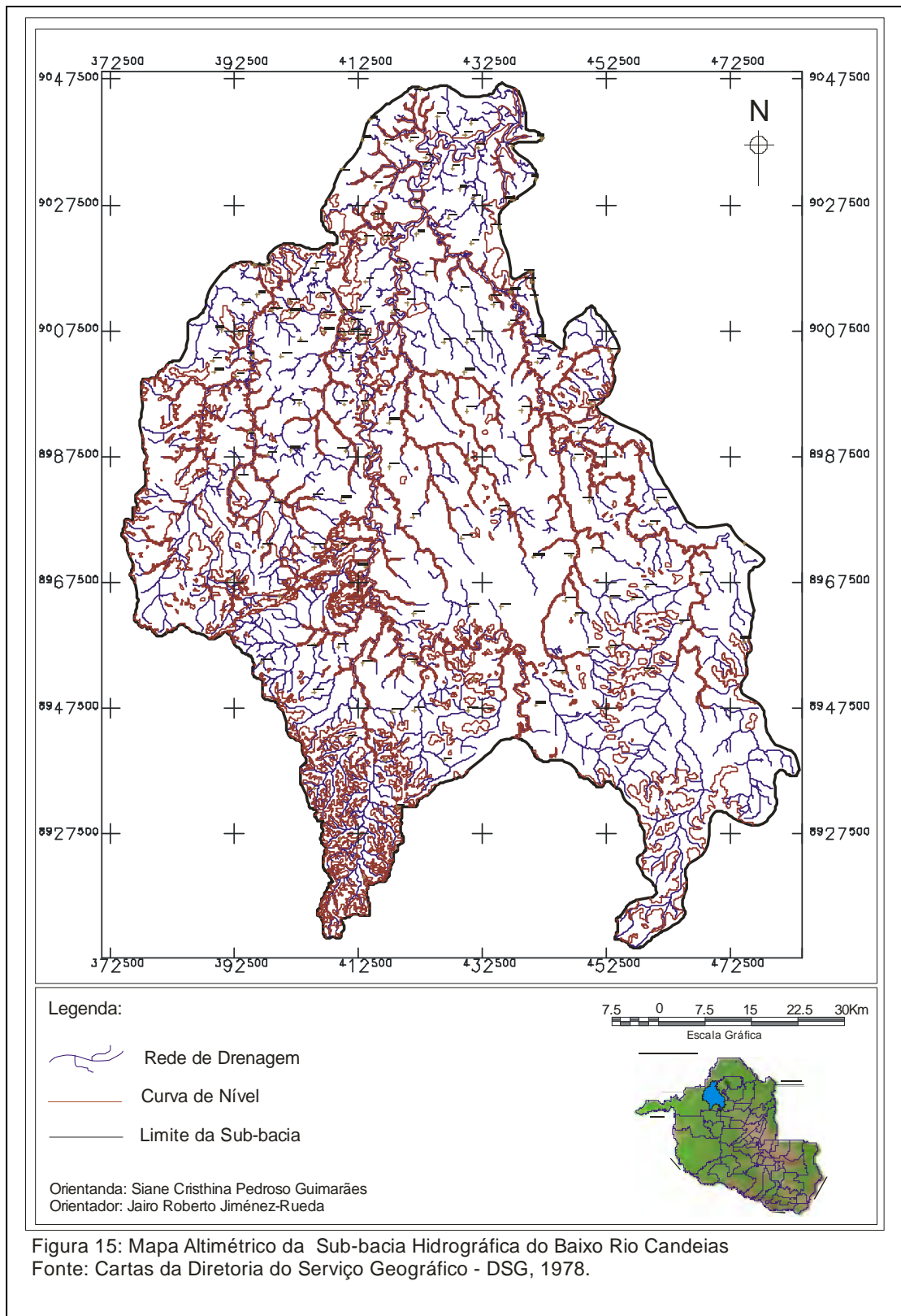
O mapa hidrográfico foi elaborado a partir do mapa base hidrográfico do Estado de Rondônia e cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG com base no Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do Estado, escala 1:250 000.

Este mapa foi modificado e atualizado por meio do uso de imagens de satélite CBERS-2 176/110, 175/110 e 175/111, bandas 2,3,4, composição colorida RBG (vermelho, azul e verde) e GBR (verde, azul e vermelho) e imagens LANDSAT 232/66 e 232/67 ano 1978 e 2007, composição GRB (verde, azul e vermelho).

O adensamento da rede de drenagem se deu por intermédio da interpretação das imagens acima mencionadas, onde foram acrescentados todos os rios que não faziam parte da base do estado, ampliando a escala para 1:50000.

As estradas foram atualizadas considerando os fatores interpretativos de tonalidade, textura, e forma, utilizando as bandas 2 e 4 das imagens CBERS-2, e 4 e 5 do satélite LANDSAT ambas pancromáticas.





4.2.6 Mapa de Hidrografia

Os rios possuem, segundo Guerra (2006), um papel importante no modelado do relevo terrestre, atuando como importantes agentes geomorfológicos, transportando sedimentos, que na maioria das vezes são oriundos das encostas pertencentes às bacias onde esses rios estão situados.

Para o presente estudo, o mapa hidrográfico foi elaborado a partir da base do estado de Rondônia, sendo modificado a partir do acréscimo dos igarapés que não constavam da base inicial. Os padrões de drenagens foram classificados baseado em Villota (1991) referentes aos tipos básicos e modificados, que são consideradas reflexos do relevo e do comportamento geológico da paisagem. Assim, foi fundamental para elaboração dos mapas de traços de juntas, alinhamento de drenagem, isobases e fisiografia. (Figura 16)

O rio Candeias é um rio de 6ª ordem, e no interior da sub-bacia mede, aproximadamente, 303.826 m, atingindo um total de 4.448.953 m, se considerado todos seus tributários. Seus principais afluentes são os rio Garças à margem esquerda e, o rio Preto à margem direita, ambos os rios de 5ª ordem.

O rio Candeias nasce na encosta norte da Serra dos Pacaás Novos em altitude próxima aos 1.000 m sob a denominação de Braço direito do Candeias, e drena uma área de 13.070,778 km². Corre sobre rochas graníticas do complexo Alto Candeias, em relevo de colinas arredondadas e paralelas à bacia do rio Jamari, onde deságua próximo ao rio Madeira (RONDÔNIA, 2002).

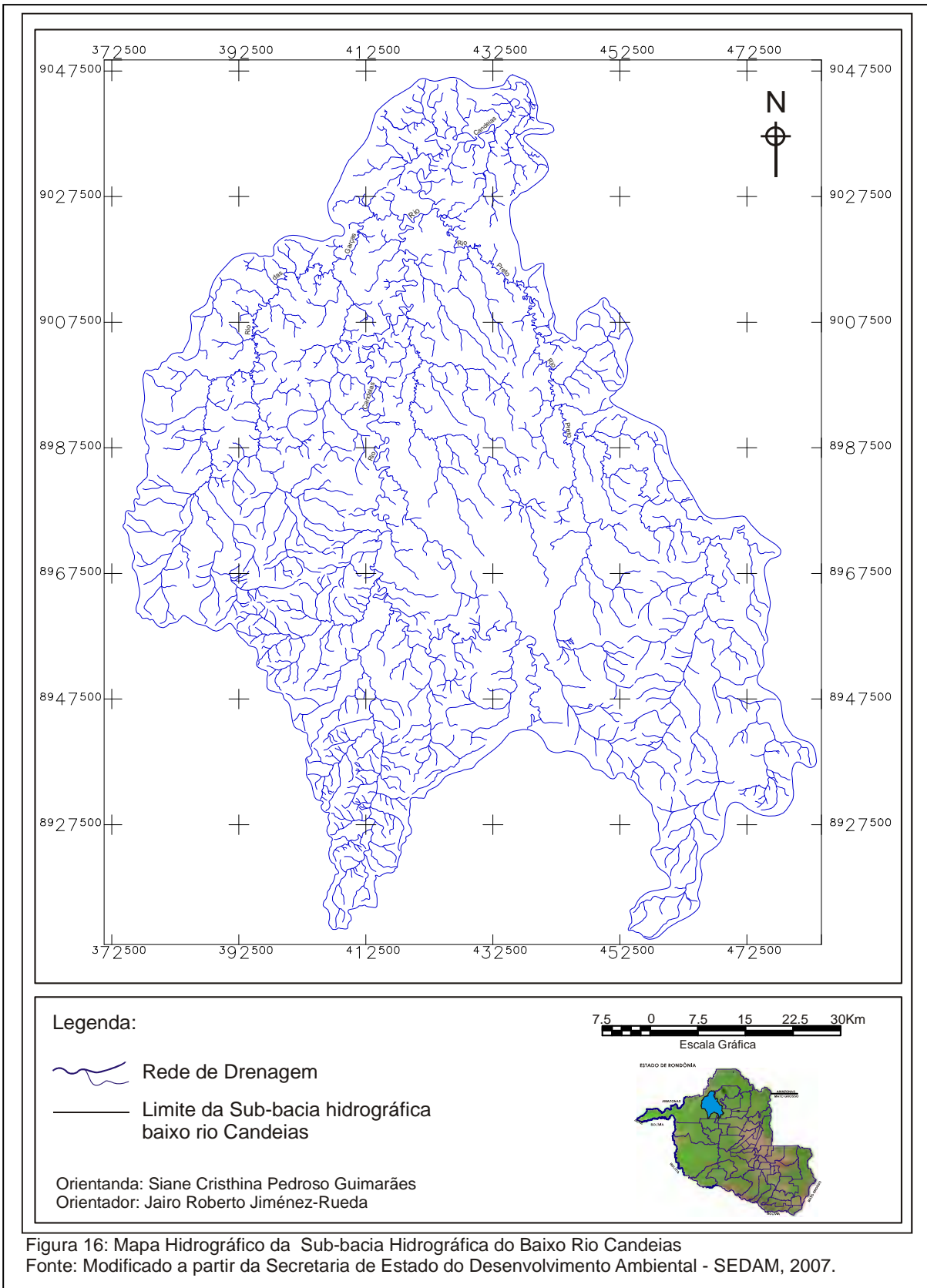


Figura 16: Mapa Hidrográfico da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

Fonte: Modificado a partir da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, 2007.

4.2.7 Desmatamento da Sub-bacia

Mata ciliar é conhecida como uma formação vegetal que localiza-se as margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes. O Código Florestal Federal considera este tipo de mata como "área de preservação permanente", com diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão de área de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente. Este mapa foi elaborado a partir da interpretação, nas imagens de satélite, da ação antrópica sobre a área de preservação permanente dos rios da sub-bacia pesquisada. Foram estimadas áreas referentes ao desmatamento ao longo da área de proteção permanente da rede de drenagem, e de todo o restante da sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias.

Inicialmente foram estimadas áreas de matas ciliares dos entornos dos rios que medem menos de 10m de largura, que segundo Lei nº 4771/1965, devem possuir 30m de proteção permanentes da vegetação em cada um de seus lados, estando incluídos a maior parte dos rios da sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Candeias.

Posteriormente, foram estimadas as áreas de proteção dos rios com largura entre 10m e 50m, que devem possuir preservação permanente de 50m de largura de cada lado, a partir do leito do rio. Finalmente, foram estimadas as áreas de preservação da vegetação de todas as cabeceiras, obedecendo a uma proteção de 50m.

Assim, os Planos de informação ou camadas no SIG correspondentes à áreas de proteção permanente e cabeceiras foram reunidos e editados. Por meio do Sistema de Informação Geográfica – SPRING, foi utilizada a função “mosaicar” para reunir os planos de informações em um único plano chamado “Mata Ciliar”, e por intermédio do comando editar e limpar vetores foi realizado o tratamento final no plano de informação “Mata Ciliar”. Este trabalho de edição em SIG refere-se à eliminação de linhas duplicadas, junção de possíveis linhas separadas, concatenação de linhas.

Finalmente, foi realizada a interpretação das imagens de satélite para extrair as áreas desmatadas e em estado natural.

4.2.8 Mapa de Alinhamentos de Drenagem e Derivados

Lineamento é definido, segundo Shimbo (2006), como uma feição mapeável simples ou composta da superfície alinhada em partes em um arranjo retilíneo ou suavemente curvilíneo, que difere distintamente dos padrões das feições adjacentes e presumidamente reflete um fenômeno em subsuperfície, o que permite apresentar expressões geomórficas (geralmente feições topográficas negativas).

Esta etapa do trabalho foi desenvolvida a partir da interpretação do mapa hidrográfico da sub-bacia de estudo, bem como, do uso de imagens CBERS, nas bandas 2,3, e 4 na composição vermelho-azul-verde e verde-azul-vermelho e, LANDSAT, bandas 3,4, e 5 na composição azul-verde-vermelho. Esta etapa permitiu identificar e delinear a presença de alinhamento de drenagem, que se manifestaram de forma retilínea. Esses traços de alinhamentos foram classificados na direção noroeste-sudeste, nordeste-sudoeste, leste-oeste, norte-sul.

Mapa de Densidade de Alinhamento de drenagem

Para Rodrigues (2000), os lineamentos estruturais evidenciam as áreas de alívio de uma tectônica rúptil provocada, na maioria das vezes, por um processo cataclástico indicando maior ou menor ocorrência de cisalhamento. Neste sentido, estes lineamentos podem ser definidos como uma deformação resultante de forças paralelas e sentidos opostos.

O **mapa de isovalores de densidade de Alinhamento de drenagem** foi obtido a partir da sobreposição dos planos de informação “alinhamentos de drenagem” descrito anteriormente, e uma grade (x,y) de 4 cm por 4 cm, construída na escala de 1:100000, onde cada centímetro no papel corresponde a 1000 metros no terreno, resultando em células de 4000 m por 4000 m, a qual se denominou “unidade de área”.

Para que fosse possível obter a coluna z, foi mensurada a densidade de alinhamentos, e contabilizado o número de elementos por unidade de área, e posteriormente, foram atribuídas classes que variaram de 1 a 4, de acordo com a quantidade de alinhamentos por quadrante. Estas classes foram distribuídas em intervalos, de acordo com a densidade de alinhamento por unidade de área, conforme descrito abaixo (Tabela 03):

Baixa Densidade	- classe 1	-	0-6 (intervalo)
Densidade Moderada	- classe 2	-	7-12 (intervalo)
Alta Densidade	- classe 3	-	13-18 (intervalo)
Muito Alta	- classe 4	-	> 18

Tabela 03: Intervalos de Classe de Lineamentos de Drenagem

Para fins de modelagem, no software SURFER, estas classes atribuídas a cada intervalo corresponderam à cota Z.

Os dados referentes à densidade foram inseridos no software SURFER versão 8.0, no qual, pelo método de interpolação Krigagem foi gerado a representação gráfica das curvas de isovalores.

Para a elaboração do **mapa temático de densidade de Alinhamento de drenagem** foi gerado no SPRING um plano de informação, de categoria MNT, denominado “alinhamentos classes”, onde foram inseridos pontos que equivalem às coordenadas x e y correspondente a cada unidade de área, gerando agora, uma grade de coordenadas (x,y) e classes (z). A partir dessa malha de coordenadas e classes foi criada uma grade de 50 m, para que fosse possível realizar a função “fatiamento”, utilizando os intervalos acima citados.

Após o fatiamento, função do SPRING que permite a confecção do mapa de acordo com a divisão de classe proposta. Foi elaborado um mapa matricial, sendo o mesmo transformado em mapa vetorial, para que fosse possível a edição e mensuração da área de cada polígono.

4.2.9 Mapa de Traços de Juntas e Derivados

Juntas ou diáclases são definidas por Loczy & Ladeira (1980) e IBGE (1999) como planos ou superfícies de fraturas que dividem as rochas e ao longo dos quais não ocorreu deslocamento das paredes rochosas paralelamente ao plano de fratura, ou seja, se este deslocamento ocorreu, ele foi mínimo e não visível.

Neste contexto, o mapa de traços juntas foi elaborado a partir da extração de todos os rios de 1ª ordem da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, e, da análise e extração das dissecações do relevo.

Foi utilizado como âncora para esta etapa o mapa hidrográfico já modificado e adensado e imagens de satélite CBERS bandas 2,3,4 e LANDSAT banda 3,4,5 ambas multiespectral e pancromática. Todo o trabalho foi realizado no SPRING, utilizando as funções de edição de vetorial disponíveis.

Mapa de Máximo 1 e Máximo 2 foram elaborados com base no mapa de traço juntas. No SPRING, todas as juntas foram classificadas quanto a sua direção (NW-SE, NE-SW, E-W, N-S), podendo ser definidos, assim, as principais direções, bem como os comprimentos totais das direções. Assim, por meio de uma grade de 4 X 4 metros, foram definidas as duas direções preferenciais por quadrante, denominadas de máximo 1 e máximo 2.

Mapa de Densidade de Juntas

Foi elaborado respeitando as seguintes etapas:

1. Construção e uma grade ASCII (x,y) de 4 por 4 cm na escala de 1:100000, onde cada quadrícula corresponde a 1000 metros no terreno, conseqüentemente 4000 m por 4000 m. Ao final da construção da grade, obteve-se uma malha de 35 linhas por 28 colunas, obtendo 980 quadrantes, chamados de unidade de área.

2. Após a construção desta grade, a mesma foi importada para o SPRING, onde foi possível sobrepor ao plano de informação denominado de “traços de juntas”, para que pudéssemos identificar o número de traço de juntas por unidade de área;

3. Foi criado um plano de informação, de categoria MNT, denominado “juntas”, onde foram inseridos pontos no centro de cada unidade de área, que passaram a corresponder a x,y;

4. Foi atribuída agora, de acordo com o número de juntas por quadrante, a classe de acordo com o intervalo de cada um;

5. Este arquivo foi importado para o SPRING, e a partir desta grade com valores x,y,z foi gerada uma grade de 50 m;

6. Finalmente foi realizado pela função “fatiamento”, o mapa de densidade de juntas, respeitando os intervalos abaixo (Tabela 04):

- intervalo 0 – 10 → classe 1 – baixa densidade
- intervalo 11 - 20 → classe 2 – densidade moderada
- intervalo 20 – 30 → classe 3 – alta densidade
- > 30 → classe 4 – densidade muito alta

Tabela 04 – Intervalo de Classes de Densidade de Juntas

Após o fatiamento, foi gerado um mapa matricial, sendo o mesmo transformado em vetor, para que fossem possíveis a edição e mensuração da área de cada polígono.

4.2.10 Mapa Morfoestrutural

As feições morfoestruturais são, segundo o IBGE (1999), feições em que a forma do relevo e a drenagem estão estreitamente relacionadas à estrutura geológica, seja ela de caráter dobrado, falhado. Para Jimenez-Rueda et al (1993), o princípio da análise baseia-se na premissa de que muitas estruturas podem ser refletidas em superfície, e esse reflexo é passível de identificação com produtos de sensoriamento remoto.

O conhecimento da morfoestrutura da região (alto e baixo estrutural), quando integradas com outros dados temáticos, de acordo com Ohara (1995), pode fornecer subsídios para estudos de recursos hídricos, proteção ambiental e se determinado local é favorável ou não para implantação de obras de engenharia, usos agrícolas, entre outras aplicações.

Dentro deste contexto, foi possível a partir de uma análise da drenagem, a interpretação (das formas encontradas no relevo, sendo as formas anelares, radiais, assimetria e alinhamento de drenagem) e delimitação, a dedução das linhas de forma e das principais anomalias ou deformações tectônicas manifestas em regiões arrasadas, o que proporcionou a melhor definição de estruturas positivas ou negativas, ou seja, dos altos e baixos estruturais.

Este mapa foi utilizado na melhor definição das subzonas, e conseqüentemente, incrementar na definição das classes de uso a serem definidas na carta síntese final.

4.2.11 Mapa Fisiográfico

As unidades fisiográficas permitem conhecer a dinâmica do meio físico, constituem um conjunto de fatores do lugar, os quais induzem processos formadores e evolutivos das formas do relevo. Por outro lado, estas formas de relevo constituem fatores determinantes na definição e caracterização das diversas paisagens (JIMÉNEZ-RUEDA E MATTOS,1992). Já a descrição das produções da natureza, e têm por objetivo descrever, características de certos processos fisiográficos de modo que aqueles possam conduzir ao reconhecimento do padrão de solos (VILLOTA, 2005).

Neste sentido, Bertrand (1972) acrescenta: “A paisagem não é a simples edição de elementos geográficos disparatados. É 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”.

O mapa fisiográfico foi elaborado mediante a identificação das formas, reconhecimento e deduções dos fenômenos na elaboração da paisagem atual, idealizando-se assim, uma legenda para este fim, a qual foi revisada e ajustada durante as campanhas de campo.

Portanto, este estudo objetivou o conhecimento as várias feições geomofológicas, para poder interpretar ou inferir as características físicas das várias paisagens, que segundo Nunes (1996), incluem: sua história, material de origem e composição, obtendo de forma indireta informações sobre o material geológico.

Para elaboração do mapa fisiográfico foram utilizadas as imagens de satélite 232/066 e 232/067 obtidas pelo sensor MSS do satélite LANDSAT 2, datadas de 30/06/1978 e 05/08/1978 respectivamente, e imagens do satélite LANDSAT 5 sensor TM de órbita ponto 232/66 e 232/67 de 27/08/2007 e 08/09/2007, ambas com composição colorida 3(B), 4(G), 5(R) + pancromático, a partir das quais se elaborou uma carta-imagem da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, em escala de 1:100000, favorecendo uma visualização integral da área de estudo, chegando a escala de 1:50000 nas interpretações.

Foram empregadas, ainda, como apoio as interpretações, as imagens SRTM para possibilitar a observação do relevo realçado, tendo a visão em 3D da área de pesquisa. Essa imagem permite visualizar melhor a dissecação do relevo, a concentração de morros e colinas, largura dos interflúvios, bem como, ajustar a rede de drenagem.

Esta atividade consistiu na análise dos sensores disponíveis como imagens de satélite, que interpretadas conjuntamente com os dados dos mapas geomorfológicos pré-existentes, e trabalho de campo, que permitem a introdução de modificações nos mapas.

Durante a fotointerpretação, foram enfatizados os seguintes aspectos:

- * Interpretação das unidades morfoestruturais com emprego de imagens de satélite, e apoio de mapas geológicos existentes;
- * Análise de propriedades morfológicas (formações superficiais; geometria de vertentes e topos; padrão de drenagem);
- * Interpretação de lineamentos estruturais, anomalias de drenagem;
- * Análise comparativa das feições fotointerpretadas com o mapa geomorfológico preliminar.

Tendo em vista a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias apresentar-se com relevo muito plano e altitudes que atingem no máximo 360m, optou-se por adaptar uma legenda para as condições locais da área pesquisada.

Seguindo essa premissa a legenda adotada possui em sua base as unidades fisiográficas caracterizadas como Planícies de Inundação Atual e Subatual, originando os Diques Marginais, os Complexos de Diques, Canais Abandonados, Várzeas e Terraços, e os Planaltos com seus graus de dissecação.

LEGENDA FISIAGRÁFICA

A - ALUVIAL.

A.1 – Planície de Inundação

A.1.1 - Planície de Inundação Subatual

A.1.1.1 – Canais Abandonados:

A.1.1.1.1 – Retilíneos.

A.1.1.1.2 – Meadrantes

A.1.2 – Planície de Inundação atual.

A.1.2.1 – Canais Abandonados:

A.1.2.1.1 – Retilíneos.

A.1.2.1.2 – Meadrantes.

A.1.2.2 – Diques:

A.1.2.2.1 – Retilíneos.

A.1.2.2.2 – Meadrantes.

A.1.2.3 – Várzeas:

A.1.2.3.1 – Retilíneos.

A.2.2.3.1 – Amplas.

A.1.2.4 – Terraços:

A.1.2.4.1 – Muito baixo.

A.1.2.4.2 – Baixo.

A.1.2.4.3 – Médio.

A.1.2.4.4 – Alto.

A.1.2.4.1 – Muito Baixo.

A.1.2.4.1.1 – Ligeiramente Dissecado.

A.1.2.4.1.2 – Moderadamente Dissecado.

A.1.2.4.1.3 – Forte Dissecado.

A.1.2.4.2 – Baixo.

A.1.2.4.2.1 – Ligeiramente Dissecado.

A.1.2.4.2.2 – Moderadamente Dissecado.

A.1.2.4.2.3 – Forte Dissecado.

A.1.2.4.3 – Médio.

A.1.2.4.3.1 – Ligeiramente Dissecado.

A.1.2.4.3.2 – Moderadamente Dissecado.

A.1.2.4.3.3 – Forte Dissecado.

A.1.2.4.4 – Alto.

A.1.2.4.4.1 – Ligeiramente Dissecado.

A.1.2.4.4.2 – Moderadamente Dissecado.

A.1.2.4.4.3 – Forte Dissecado.

P – Planaltos.

P.1 – Muito Baixo.

P.1.1 – Ligeiramente Dissecado.

P.1.2 – Moderadamente Dissecado.

P.1.3 – Fortemente Dissecado.

<p>P.1.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.2 – Baixo.</p> <p> P.2.1 – Ligeiramente Dissecado.</p> <p> P.2.2 – Moderadamente Dissecado.</p> <p> P.2.3 – Fortemente Dissecado.</p> <p> P.2.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.3 – Médio.</p> <p> P.3.1 – Ligeiramente Dissecado.</p> <p> P.3.2 – Moderadamente Dissecado.</p> <p> P.3.3 – Fortemente Dissecado.</p> <p> P.3.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.4 – Alto.</p> <p> P.4.1 – Ligeiramente Dissecado.</p> <p> P.4.2 – Moderadamente Dissecado.</p> <p> P.4.3 – Fortemente Dissecado.</p> <p> P.4.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.5 – Muito Alto.</p> <p> P.5.1 – Ligeiramente Dissecado.</p> <p> P.5.2 – Moderadamente Dissecado.</p> <p> P.5.3 – Fortemente Dissecado.</p> <p> P.5.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.6 – Extremamente Alto.</p> <p> P.6.1 – Ligeiramente Dissecado.</p> <p> P.6.2 – Moderadamente Dissecado.</p> <p> P.6.3 – Fortemente Dissecado.</p> <p> P.6.4 – Muito Fortemente Dissecado.</p> <p>P.7 – Taludes.</p> <p> P.7.1 – Retilíneos.</p> <p> P.7.2 – Côncavos</p> <p> P.7.3 – Convexos.</p> <p> P.7.4 – Mistos.</p>
<p>M – Montanha.</p> <p> M.1 – serras.</p> <p> M.2 – Colinas.</p> <p> M.3 – Morros</p>

Figura 17 – Legenda Fisiográfica

4.2.12 Mapa de Isobases

Segundo Hernandez (1994), a superfície básica representa uma base que passa por meio da intersecção dos rios, sendo estas superfícies básicas, denominada de bases de erosão do tipo local.

A aplicação de mapas morfotectônicos na análise de evolução da paisagem (neotectônica) foi inicialmente empregada por Filosofov (1960 *in* Rosenthal e Golts1993) e, desde então, métodos de avaliação de parâmetros morfométricos continuam sendo aprimorados com o desenvolvimento de novas técnicas.

As isobases, neste trabalho, objetivam mostrar a evolução temporal da paisagem, evidenciando suas modificações ao longo do tempo, dando idéia das ações sofridas pelas coberturas de alteração intempéricas, que levam ao aparecimento e modificações de antigos e novos elementos na paisagem, como soerguimentos/abatimentos, bem como, evidenciar a dissecação e as tendências de transformação do relevo, no período pleistoceno/holoceno. Rosenthal et al (1993) acrescenta, ainda, que a análise da rede de drenagem em estudos com esta finalidade tem dado grande resultados no entendimento da morfoestrutura básica da paisagem, principalmente na identificação dos processos tectônicos ocorridos.

Para a elaboração desta etapa, foi necessário o mapa hidrográfico e o altimétrico como base de execução dos trabalhos.

Inicialmente, foram criados quatro planos de informações de categoria MNT (modelo numérico do terreno), denominado neste banco “confluência de 2ª ordem, 3ª ordem, 4ª ordem, e 5ª ordem”.

No plano altimétrico foi gerada uma grade retangular, com os valores altimétricos de toda a área de estudo, sendo esta grade criada com 40 m de resolução.

No plano hidrográfico, foi realizada a classificação das ordens dos rios utilizando a metodologia de Strahler (1952), onde os cursos d'água sem ramificação são de ordem 1; dois cursos d'água de ordem n, ao se juntarem, formam outro de ordem n+1; e um curso d'água de ordem maior ao receber outro de ordem menor, mantém sua ordem (Figura 18). Entretanto os cursos de ordem n que chegam num curso de ordem maior ou máximo para a bacia, são denominados de confluentes, sendo assim, sua confluência ou junção denominada n+1.

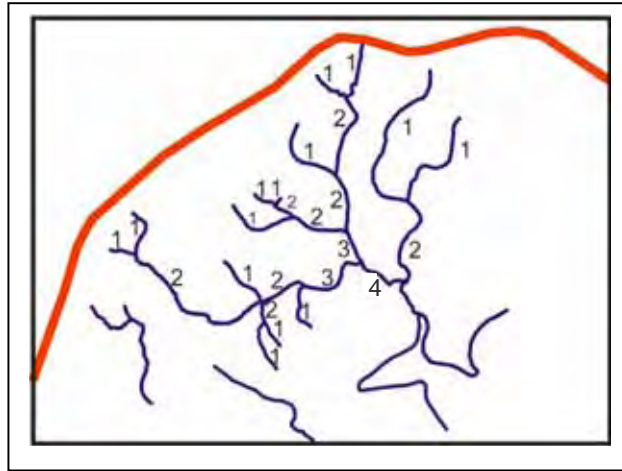


Figura 18: Classificação da ordem dos rios

Utilizando como pano de fundo a rede hidrográfica (classificada) e a grade gerada no SPRING, ativa-se o plano de “confluência 2ª ordem” e cria-se pontos em todas as confluências, com sua respectiva cota altimétrica; o mesmo procedimento repete-se para as demais confluências.

Posteriormente, estes dados são exportados com extensão ASCII, e levados ao SURFER, com seus respectivos dados de coordenadas X, Y e elevação de cada confluência Z.

Vale ressaltar, que quando as áreas são muito planas e muito extensas, os rios de 5ª ordem ou $n+1$ deve levar em consideração as confluências deste e/ou às interseções com as curvas de nível além das confluências normais já comentadas por Hernandes (1994).

A partir do método geoestatístico de interpolação (krigagem), utilizando-se o software SURFER e a função de geração de surface 3D, os mapas de cada confluência, e exportados no formato TIFF para o CORELDRAW, onde foi realizada a elaboração final dos mapas.

4.2.13 Mapa de Subzonas

O mapa de subzona foi elaborado por meio de uma análise integrada das características e informações as sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, considerando neste momento, informações inerentes ao meio físico (incluindo aptidão e uso atual), pedológicas, de morfoestrutura e morfotectonica, fisiográficas, geológicas, e cobertura vegetal.

Salienta-se que na análise realizada utilizou dados pré-existentes, uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento e trabalho de campo.

Os limites das subzonas encontram-se definidas pelos limites das unidades fisiográficas constitutivas da paisagem, as quais mostraram por vezes ambientes transicionais entre elas o que dará lugar ao registro de tais transformações. Além de que cada uma destas unidades fisiográficas pode ou não encontrar-se dissecada em uma ou várias direções, sendo este o elemento diferenciador fundamentalmente.

4.2.14 Carta Temática

É uma carta de integração de dados indicativa das áreas com potencialidade a erosão, permitindo a indicação do uso mais adequado. É uma síntese oriunda da análise da situação atual adquirida a partir da geração de dados do meio físico, incrementada pela análise das variáveis da morfotectônica e morfoestrutura. Assim, foram definidas duas vertentes principais a serem seguidas: as áreas que devem ser destinadas à proteção ou preservação, para que haja a manutenção dos recursos naturais; e as áreas que possuem potencial e/ou restrições para a agricultura, pastagem e outros tipos de usos.

Considerou-se para elaboração da Carta Temática Final, todas as características inerentes a sub-bacia, levantadas no decorrer da pesquisa, entre as quais destacam-se a fertilidade do solo; as informações geoambientais realizadas por meio da rede de drenagem, que contribuiu na avaliação das falhas, fraturas, juntas, eixos de juntas; altos/baixos estruturais; topografia; e o grau de ocupação de cada unidade, que juntos contribuíram para análise e indicação de uso adequado, com menor risco/comprometimento às culturas já estabelecidas e/ou futuras.

Foram geradas 5 classes de uso para a sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias, classificadas em Apta, Moderada, Restrita, Proteção, e Recuperação que variam de acordo com o grau de limitação (fertilidade, erosão, dissecação) e a os perigos oriundos da degradação induzida da terra. As classes estabelecidas foram representadas nas cores primárias: verde, verde claro, amarelo, laranja e vermelho: (Figura 19).

Verde	Áreas aptas, com baixa restrições. Em seu estado natural são classificadas como regulares, mas que se houver investimento podem chegar à boa para lavoura.
Verde claro	Áreas moderadas, com restrições, que irão variar de acordo com o uso determinado.
Laranja	Áreas com sérias restrições de uso, que variam de acordo com o uso proposto.
Amarelas	Áreas de recuperação, com fortes problemas para a produção sustentada, sendo classificadas em alguns casos como inaptas, principalmente pelos fatores limitantes.
Vermelho	Áreas de proteção, apresentam os maiores problemas ao desenvolvimento agrícola.

Figura 19: Legenda da Carta Temática

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Desmatamento da Sub-bacia

No caso da sub-bacia do rio Candeias, o desmatamento exerce a grande pressão sobre os recursos naturais, uma vez que, os cálculos apontam, aproximadamente 86,5% de toda a sub-bacia desmatada (Figura 20).

A principal atividade econômica nesta área é a pecuária, embora os projetos de assentamentos instalados no interior da sub-bacia: P.A. Urupá, P.A. Rio Preto e P.A. Aliança, tenham sido criados visando, principalmente, a agricultura de subsistência. Uma das possíveis causas desta inversão no uso da terra é a qualidade do solo e o processo de substituição da agricultura pela pecuária, que também ocorre em todo o estado de Rondônia.

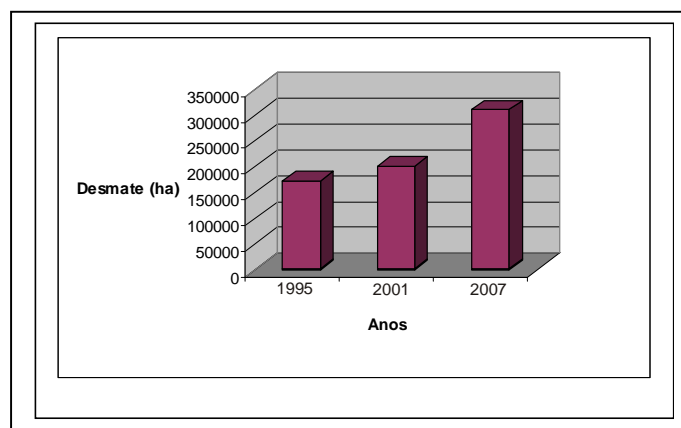


Figura 20: Desmatamentos da Cobertura Vegetal da Sub-bacia de 1995 – 2007

O mapa de mata ciliar objetivou mostrar a situação atual da sub-bacia enfocando a ação antrópica das margens dos rios da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias.

Pode-se verificar que 15,67% das matas ciliares da área de estudo encontram-se desmatadas (Figura 21), ou seja, o desmatamento que ocorre na região vem deteriorando a área de preservação permanente (APP), sendo necessárias ações públicas para recuperação e à conscientização da população local quanto a permanência da área dessas reservas. Uma vez que a retirada da mata ciliar pode levar a escassez da água, erosão e assoreamento dos rios, perda na qualidade da água, impedindo a formação de corredores naturais.

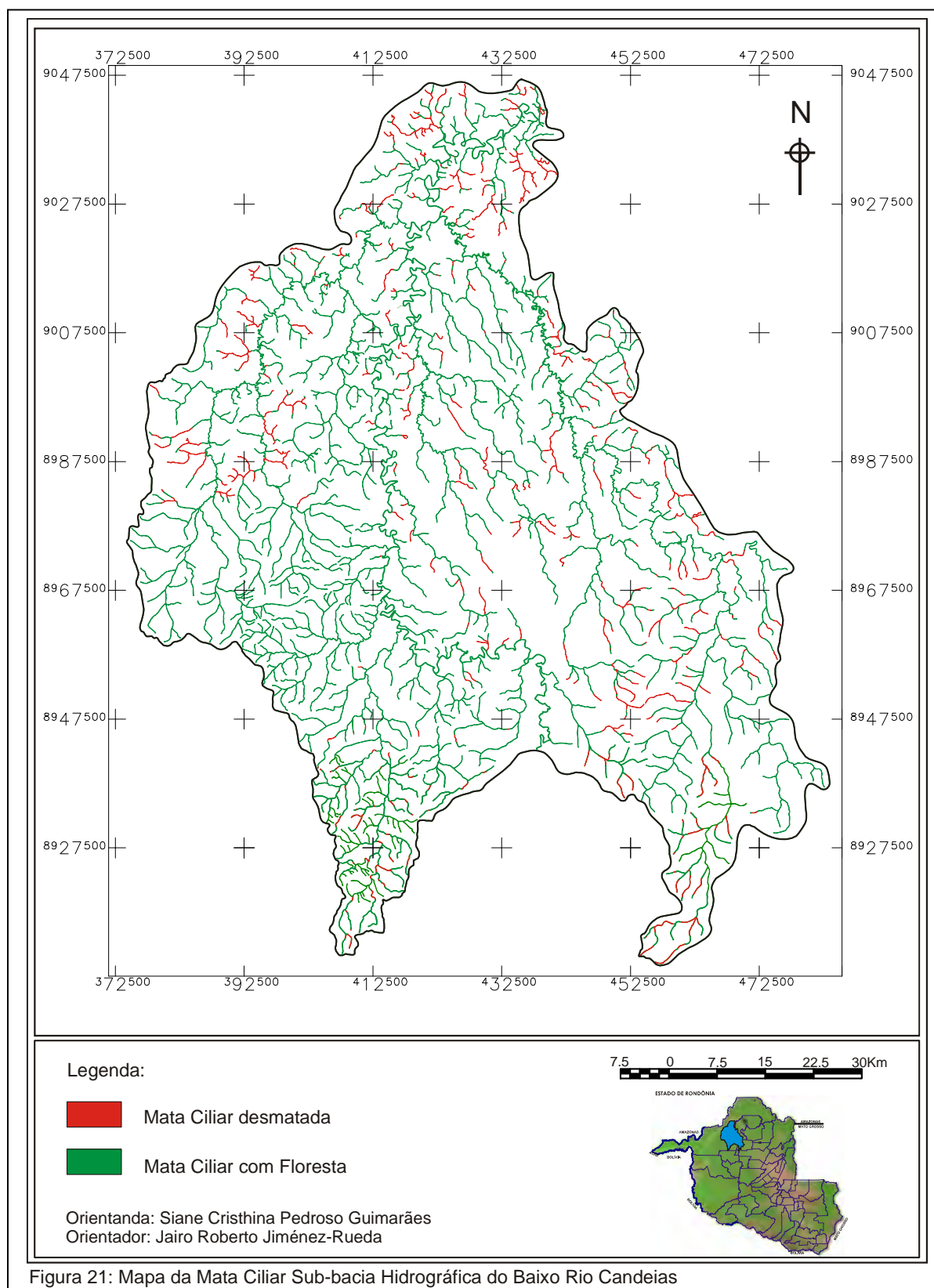


Figura 21: Mapa da Mata Ciliar Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

As matas ciliares são de fundamental importância para o equilíbrio ecológico, oferecendo proteção para as águas e o solo, exemplo disto, é que a manutenção das mata ciliar, possibilita o escoamento superficial mais lento, propiciando boa recarga dos lençóis freáticos e proteção contra a erosão nas margens dos rios, a erosão do solo, e o desmoronamento dos barrancos dos rios, lagos e demais correntes d'água.

Além das atividades agropecuárias, também observou-se que existem empresas que atuam com beneficiamento de pele animal (curtume) e despejam efluentes contendo metais pesados no leito desta Sub-bacia, bem como, a instalação de dragas de extração de areia, sem nenhum plano de controle ambiental, com forte indício de comprometimento da biodiversidade aquática.

5.2 Mapa de Alinhamentos de Drenagem e Derivados

Na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, as principais orientações estão no sentido NW, ficando evidente na interpretação a tendência de eventos estruturais nesse sentido.(Figura 22)

Alguns alinhamentos de drenagem podem ter sido deslocados por lineamentos estruturais, que segundo Shimbo (2006), demonstra a ação da tectônica na estruturação da paisagem, deslocando e soerguendo blocos e gerando estruturas do tipo hort's (blocos elevados) e graben (blocos rebaixados).

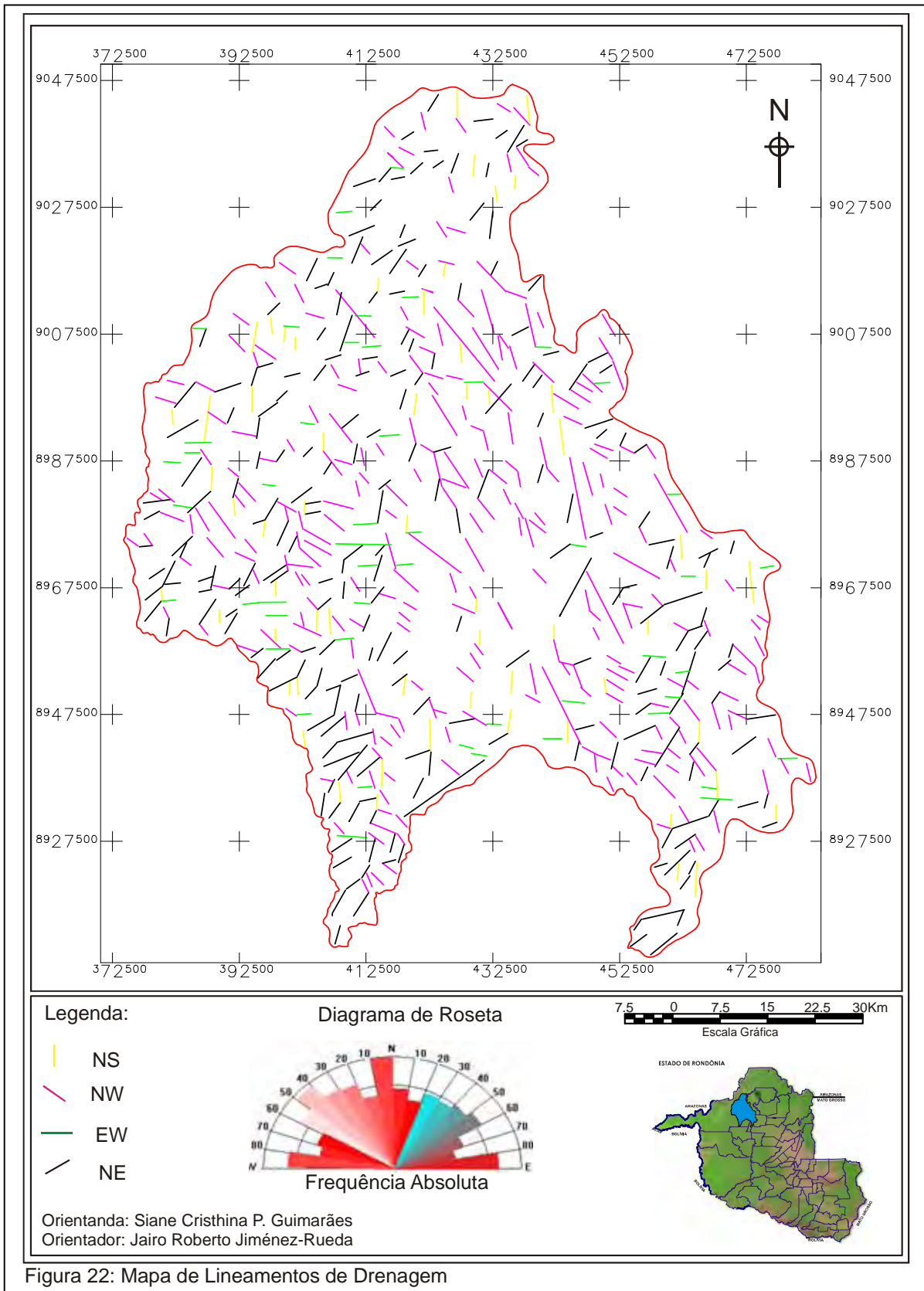


Figura 22: Mapa de Lineamentos de Drenagem

A análise do mapa temático de densidade de lineamentos da sub-bacia, verifica-se que a maior concentração, aproximadamente 59%, encontra-se no intervalo de classe de 7 a 12 lineamentos por unidade de área. Estes são considerados como uma classe moderada, ou seja, áreas que podem ser ocupadas, desde que, respeitando os cuidados relacionados à erosão. Esta classe de densidade de alinhamentos de drenagem encontra-se distribuídos por toda a sub-bacia, dominadas pelas direções N45-60W, o que pode induzir a instabilidade na unidade em que as obras sejam planejadas paralelas a estas direções, o que se torna ainda mais crítico pois é mais difícil de tomar a decisão (Figura 23).

A classe 1, apresenta-se com aproximadamente 26,5% em toda a área de estudo, estando mais adensada na porção sudeste da sub-bacia hidrográfica, tornando-se a segunda classe em representatividade.

A classe 3 e 4 representam aproximadamente 14% e 1% de toda a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias. Estas áreas são consideradas de alta densidade a muito alta densidade, e, requer maiores cuidados quanto ao manejo do solo, sendo indicado no caso da classe 4 a preservação. Estas áreas, geralmente, são dominada pela direção N10W/N10E onde qualquer obra paralela a esta direção vai gerar problemas de estabilidade futura.

O mapa de isovalores de densidade de alinhamentos, foi outro parâmetro analisado, indicado para obter resultados similares àqueles alcançados no mapa de densidade de lineamentos, consideraram-se ambas as metodologias positivas na obtenção dessa informação (Figura 24).

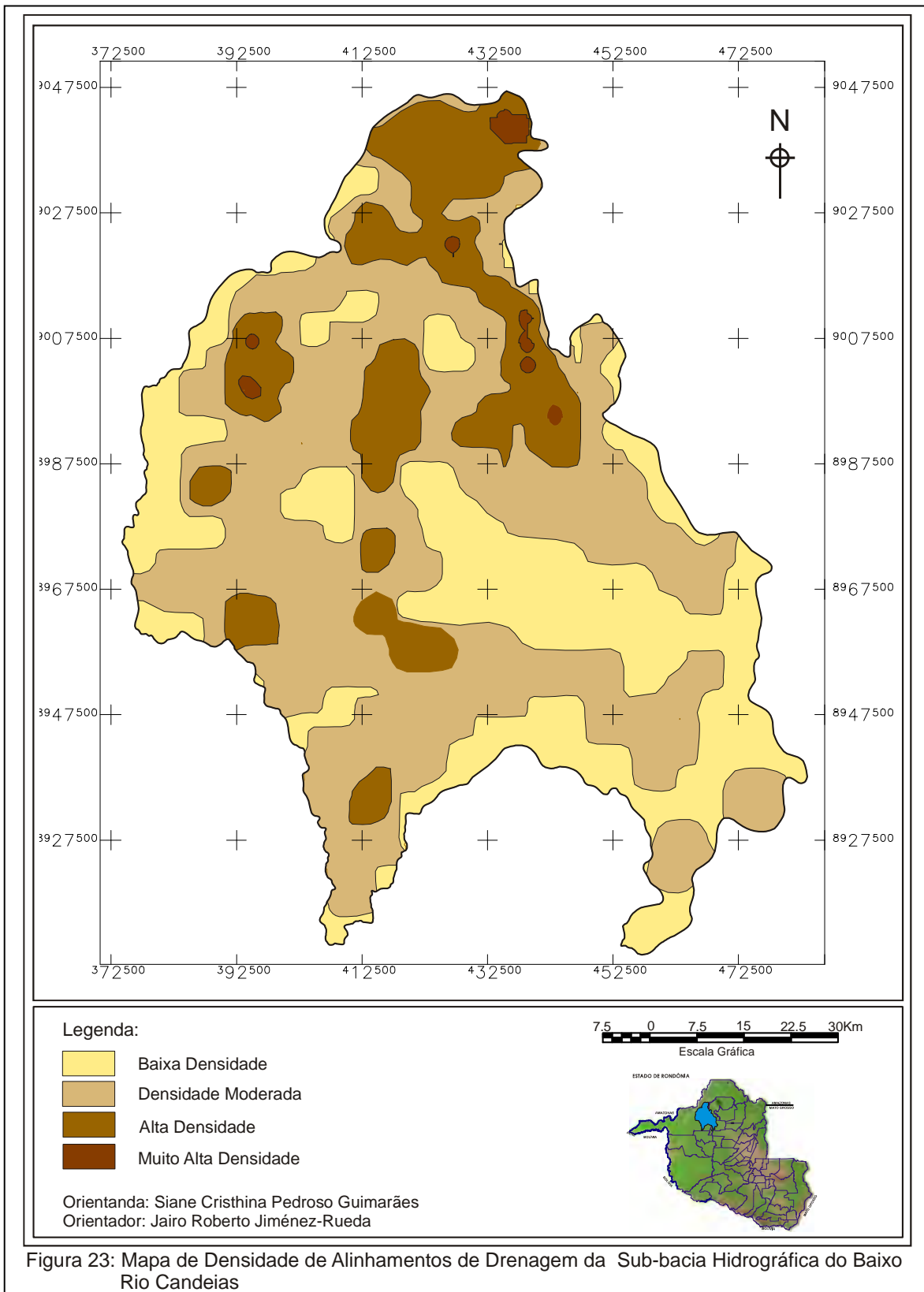
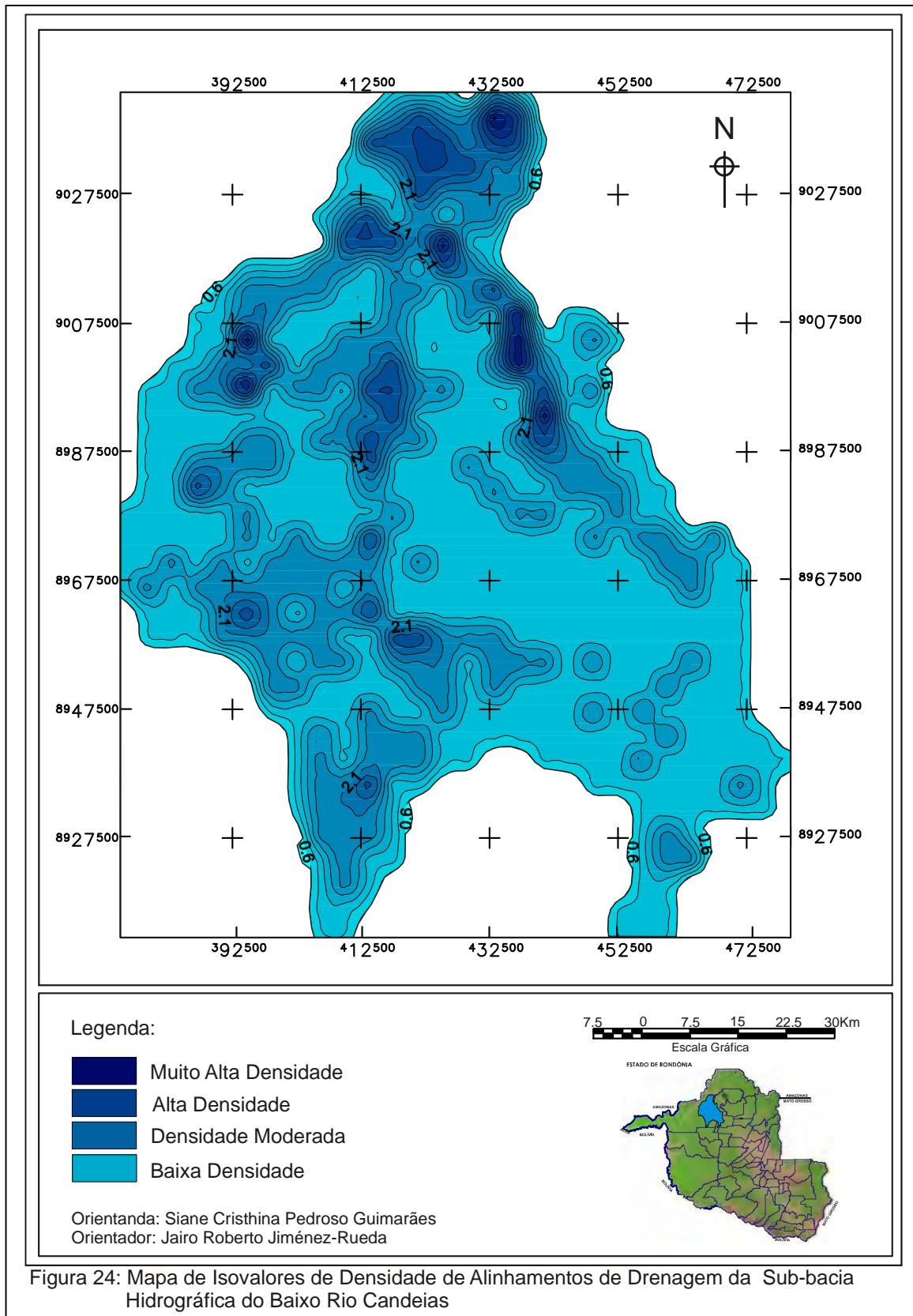


Figura 23: Mapa de Densidade de Alinhamentos de Drenagem da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias



5.3 Mapa de Traços de Juntas e Derivados

Juntas ou diáclases são, segundo Hasui e Costa (1992), descontinuidades paralelas ou subparalelas entre si, compondo famílias, as quais se apresentam geralmente em número de duas ou mais, entrecruzando-se e compondo sistemas de juntas.

Analisando o diagrama de roseta (Figura 25) e o mapa de juntas (Figura 26), foi possível verificar a concentração dessas descontinuidades na porção NW da sub-bacia, apresentando um comprimento acumulado no sentido NW-SE de 1.714.891,40m, principal em toda a sub-bacia; a segunda direção preferencial encontra-se orientada SW-NE com 580.087,35m; a terceira direção L-W com 302.019,143m; e, finalmente, a direção N-S, com menor quantidade de juntas em toda a área pesquisada com 247.314,34m.

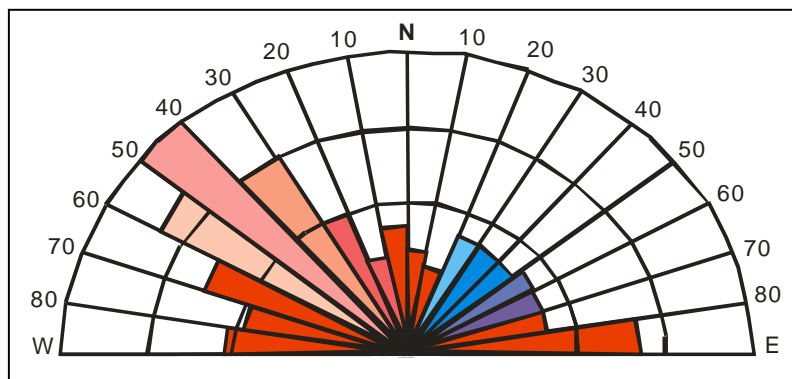


Figura 25 – Diagrama de Roseta – Frequência Absoluta

Observa-se no mapa de traços de juntas (Figura 26), as áreas onde os traços se adensam indicando a direção preferencial das deformações tectônicas NW-SE, apontando as áreas com maiores fragilidades naturais e com maiores probabilidade de ocorrência de erosão.

Com base no mapa de máximo 1 e máximo 2 (Figura 27) e eixos de máximos 1 e 2 (figura 28), é possível observar a concentração de traços de juntas com mais de uma direção, nestes casos, são áreas mais fraturadas e frágeis, cuja recomendação é o manejo cuidadoso, ou proteção ambiental. Nos casos de uso já consolidado, recomenda-se busca de técnicas que minimizem o aparecimento ou avanço de processos erosivos.

Onde ocorrem cruzamentos de traços de tensão são definidas as áreas de maior sensibilidade e por sua vez, de maior susceptibilidade a erosão/instabilidade da paisagem.

O mapa de densidade de juntas possibilitou definir, a localização dos adensamentos desses traços, que também, definem áreas de fragilidade potencial (Figura 29)

Densidade	Percentual (%)
Pouca densidade	17,30%
Moderada	61,17%
Alta densidade	20,18%
Muito alta	1,35%

Tabela 05: Densidade de Traços de Juntas

Observa-se que a classe 1 (pouca densidade), apresenta valores baixos, sendo considerada uma área com pouco potencial a erosão natural, não exigindo maiores cuidados no seu manejo; a classe 2 (densidade moderada) encontra-se distribuído na maior parte da sub-bacia, é bem significativa na área, e, exige um estudo prévio antes do seu uso, já que apresenta maior susceptibilidade à erosão; a classe 3 (alta densidade) é a segunda em expressão, apresenta-se mais concentrada a oeste da área, comprovando o que já foi visto anteriormente, ou seja, é uma área que apresenta maior fragilidade, e tem necessidade de cuidados especiais no manejo, principalmente, porque a mesma já apresenta alto grau de ocupação e degradação dos pequenos igarapés que passam pelas propriedades neste local; e a classe 4 que seria considerada a mais problemática apresenta-se com pequena representação, e espalhadas em pequenos pontos ao longo de toda a sub-bacia.

Em uma análise geral, observa-se que o mapa de traços de juntas indica distribuição destes em praticamente todas as áreas da sub-bacia, demonstrando que toda a área possui probabilidade (mais intensa ou menos intensa) de ocorrência a erosão.

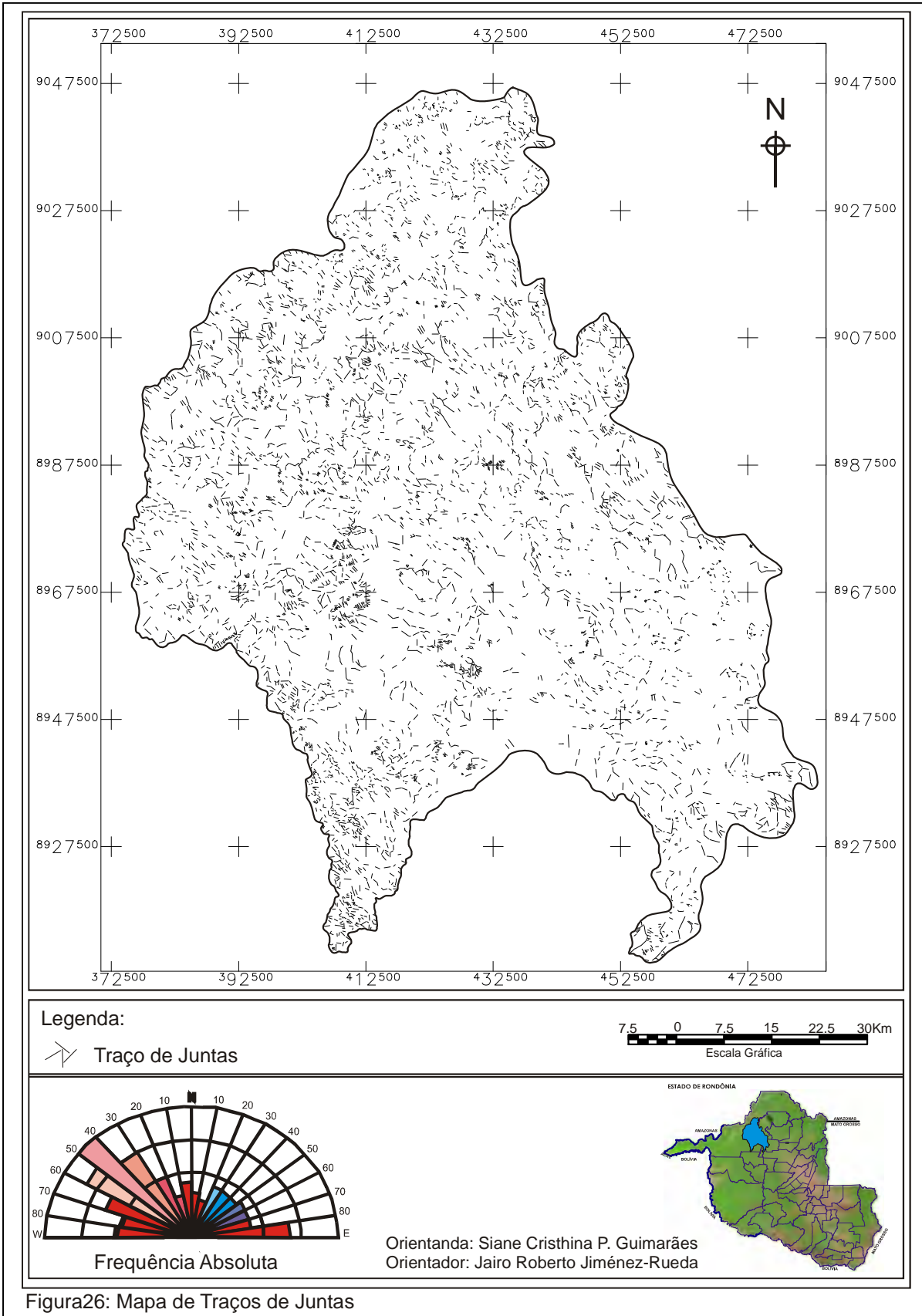


Figura26: Mapa de Traços de Juntas

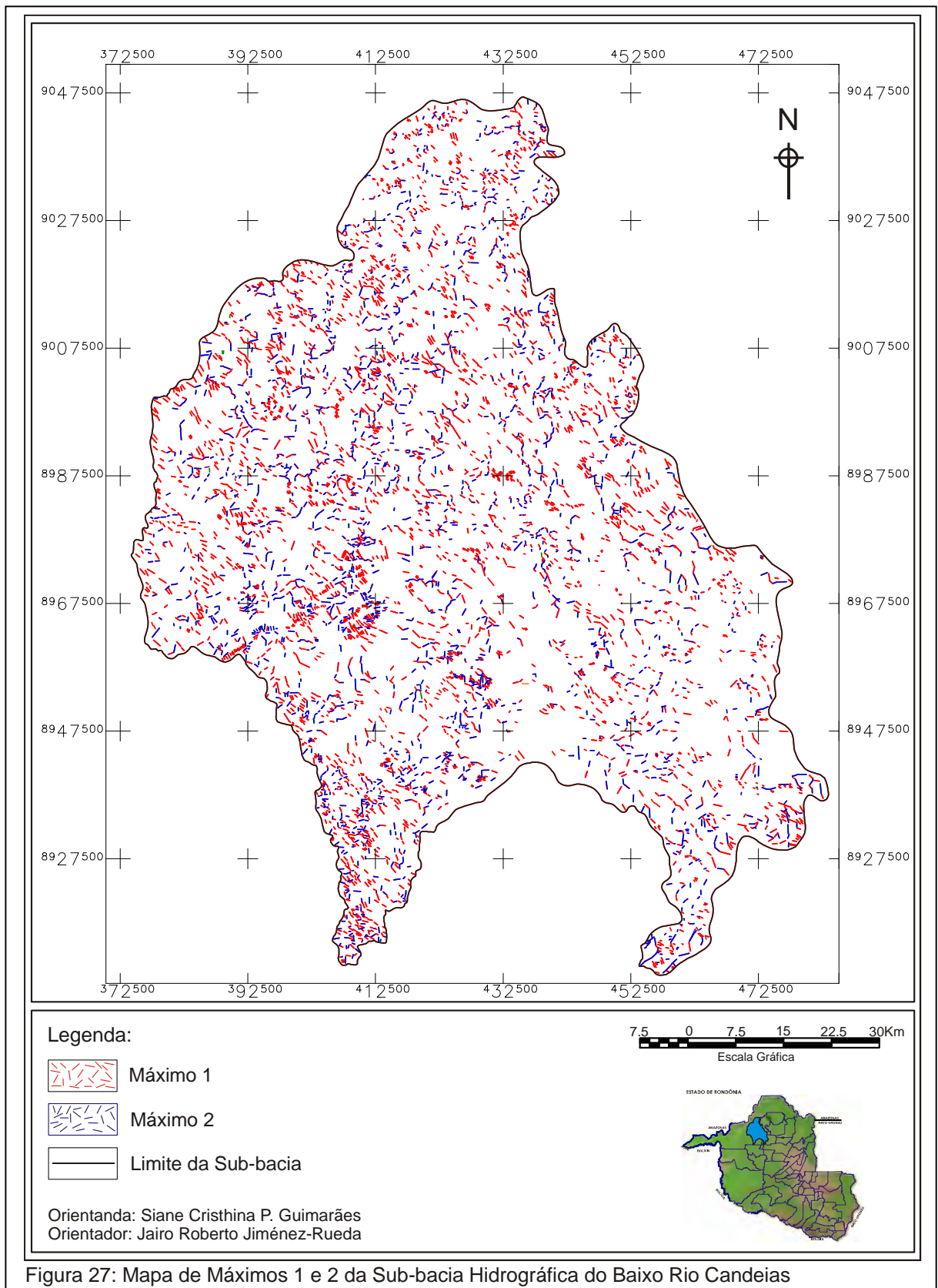


Figura 27: Mapa de Máximos 1 e 2 da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

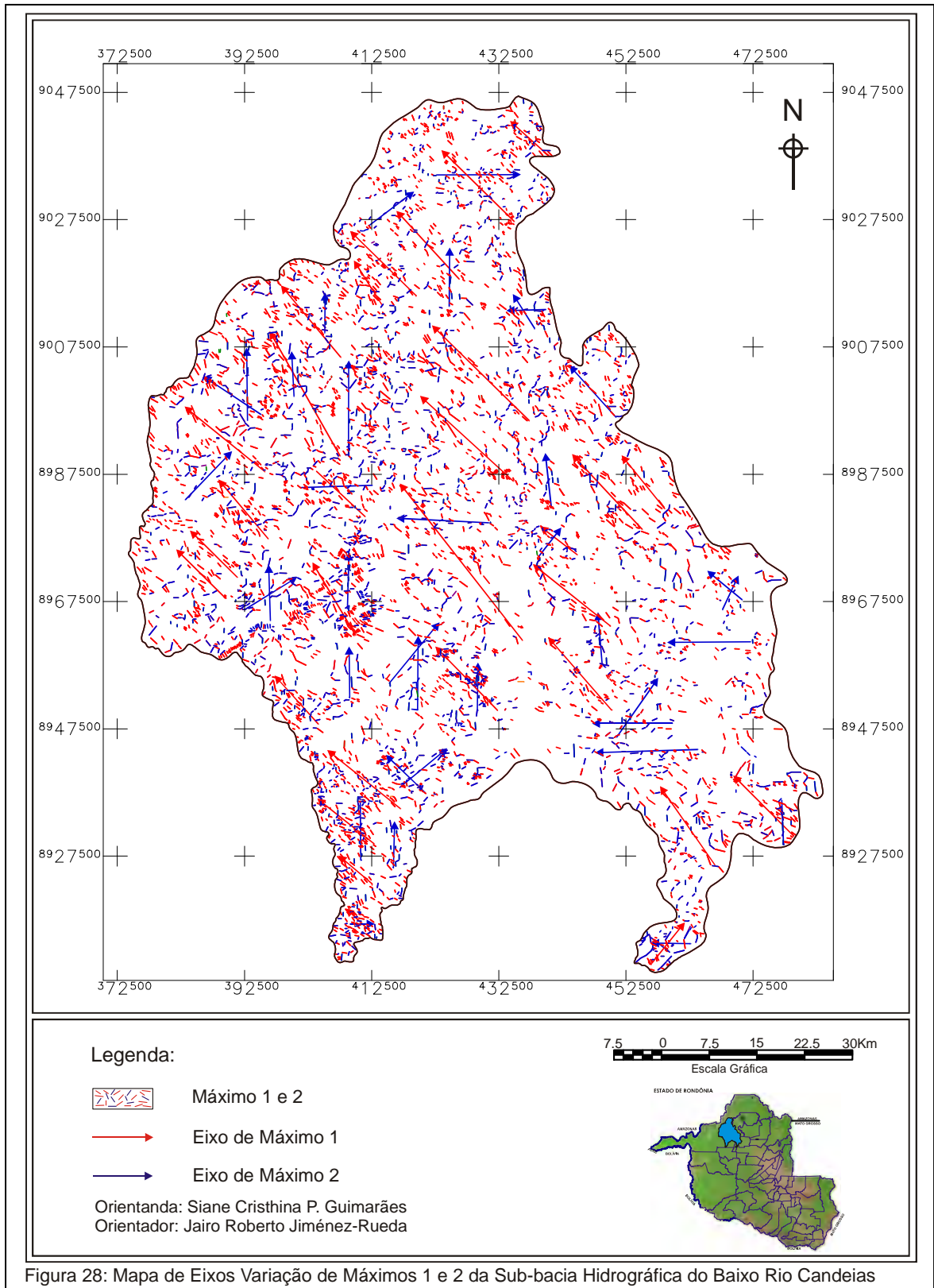


Figura 28: Mapa de Eixos Variação de Máximos 1 e 2 da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

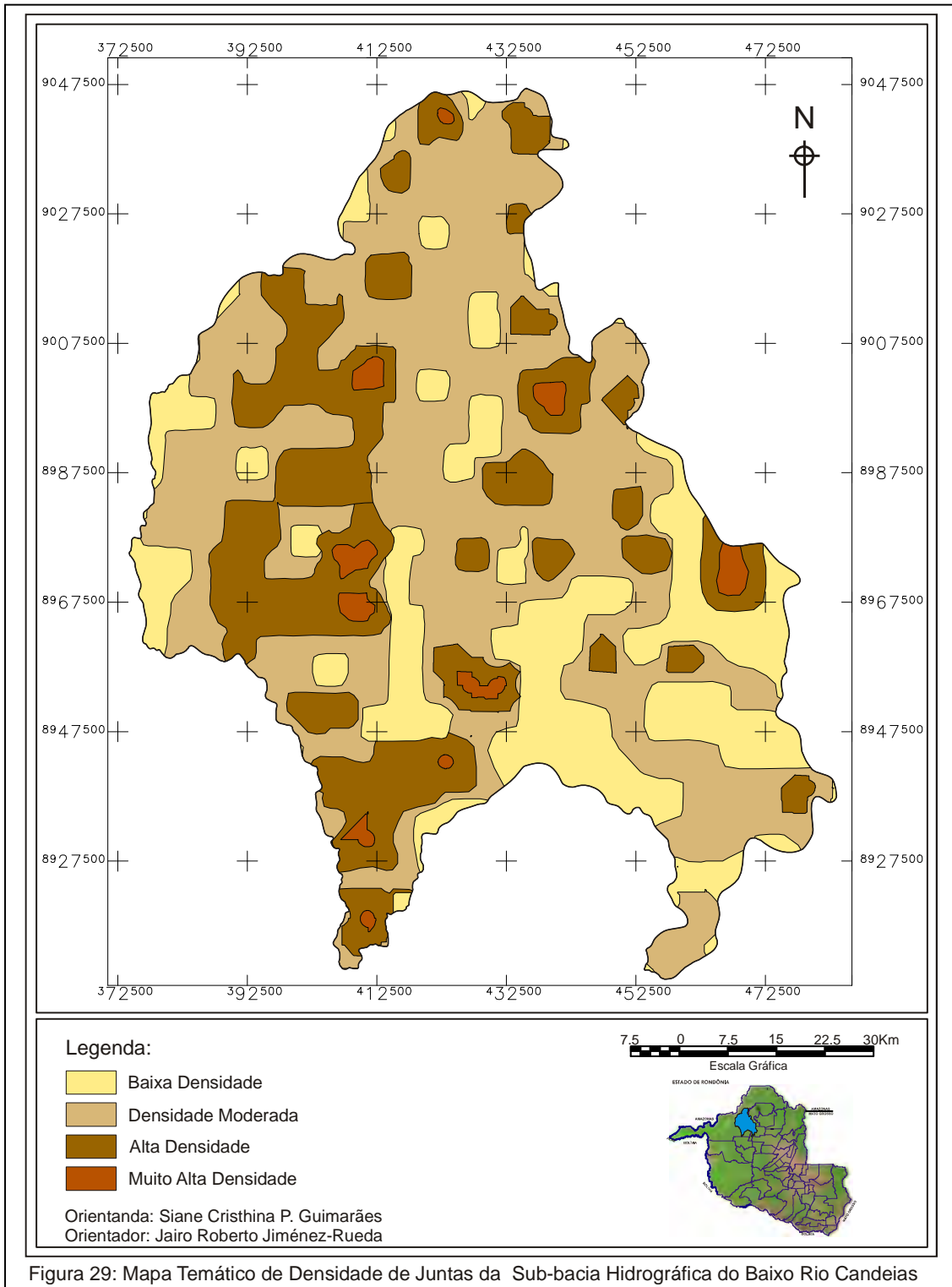


Figura 29: Mapa Temático de Densidade de Juntas da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

5.4 Mapa Morfoestrutural

O mapa morfoestrutural permite deduzir formas anômalas da drenagem, assimétricas, fortemente estruturadas, levando a identificar e caracterizar as feições estruturais existentes na sub-bacia, do tipo alto estrutural (positivas) e baixo estrutural (negativas), e as discontinuidades estruturais, por meio das linhas de falhas, e o comportamento estrutural da região da sub-bacia.

A morfoestrutura esta baseada nas informações da rede de drenagem e da formas de relevo e suas relações espaciais, onde as morfoestruturas são feições que diferem da tendência regional. Esta sistemática foi utilizada por Ohara (1995), Lisboa (2001), Shimbo (2006), Guimarães (2001), Rodrigues (2000), Jimenez-Rueda et al (1989 e 1993), Franzoni (2000) em estudos realizados no Estado de São Paulo e Rondônia, todos comprovando que é fundamental a análise morfoestrutural para estabelecer a dinâmica da paisagem e compreender as suas potencialidades, para que, possa se obter um estudo completo e profícuo que facilite levar a um planejamento de uso e ocupação do solo mais seguro.

Verificou-se ao norte a existência de altos/baixos estruturais em baixos topográficos associados à presença de terraços sedimentares ligeiramente e moderadamente dissecados e planície de inundação atual. As falhas nesta porção da sub-bacia encontram-se com padrão preferencial NW, demonstrando a tendência atual na sub-bacia (Figura 30).

A oeste da sub-bacia há predominância de altos estruturais em baixos topográficos (+B), sendo identificados relevos paleogeográficos acidentados, sustentados por estas estruturas presentes na área com fraturas no sentido NW e alta densidade de intersecção de lineamentos, o que compromete a área. São áreas mais arrasadas e com glebas largas, que devido aos problemas de erosão recomenda-se cuidado quanto ao uso.

A sudoeste há presença de altos estruturais em altos topográficos (+A) apresentam planaltos fortes dissecados de até 350 metros de altitude provavelmente soerguidos por movimentos tectônicos, indicam instabilidade nas formas de relevo ligado a intenso fraturamento, resultando numa tendência das unidades similares a processos erosivos que resultam em morros testemunhos. Esta área, devido à diversidade de direções de lineamentos estruturais, sugere a existência de um sistema aberto, sendo recomendando a manutenção da floresta, como unidade de conservação e preservação, nos casos de áreas ainda não ocupadas.

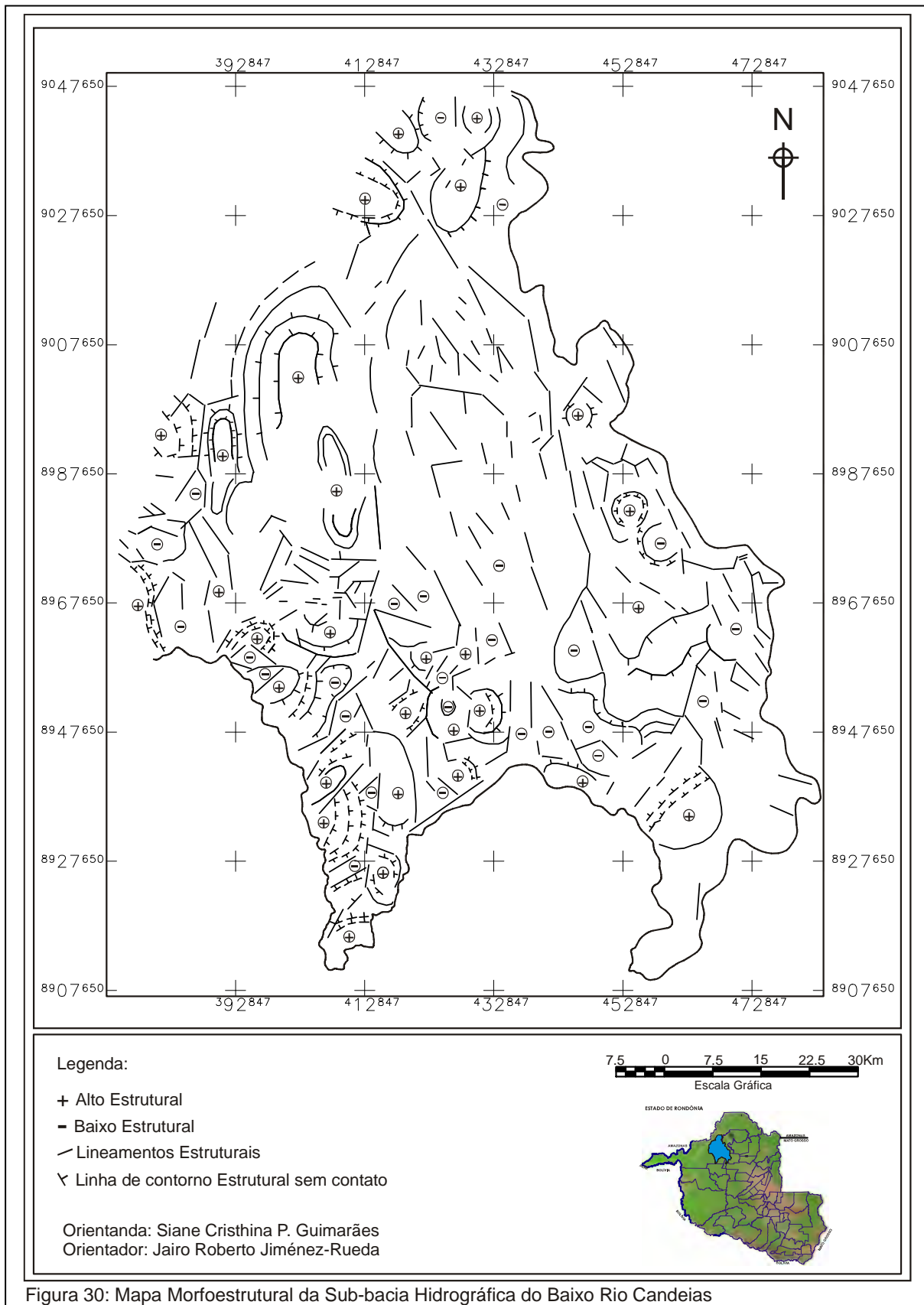


Figura 30: Mapa Morfoestrutural da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

Na porção central da sub-bacia encontra-se um grande baixo estrutural em baixo topográfico (-B), circundado por um grupo de falhas orientadas no sentido noroeste, sugerindo o rebaixamento de toda essa região, restando apenas morros com elevado grau de dissecação. São áreas que necessitam total cuidado no manejo, não sendo recomendando usos que envolvam produtos químicos ou qualquer outro tipo de contaminação, uma vez que os lençóis freáticos estão bem superficiais.

Salienta-se que os Baixos Estruturais normalmente estão associados a sistemas fechados (endorréicos) onde a circulação de água é baixa, enquanto os Altos Estruturais estão ligados a sistemas abertos (exorréicos) onde a circulação de água é mais intensa. De modo geral, os Altos Estruturais são considerados estáveis ambientalmente, contudo, se apresentarem sistemas de falhas e fraturas que podem levar a erosão mais intensa e a formação de solos menos evoluídos. Os Baixos Estruturais, são considerados mais frágeis, apresentam pouca lixiviação e maior acumulação de água e predomínio da argilização e gleização.

5.5 Mapa Fisiográfico

A área da pesquisa apresenta relevo bem dissecado, com presença de morros, com maior frequência, ao sul da sub-bacia. Estes, encontram-se distribuídos em quase toda área, em grande quantidade ou esporádicos, diferindo pelos tamanhos e altura. Provavelmente passaram por alto grau de metamorfismo e moldaram-se ao longo dos anos, até atingirem a forma atual.(Figura 31)

A drenagem da Sub-bacia hidrográfica do rio Candeias tem como rio principal o Candeias, que dá nome a mesma. Este, recebe as águas de dois grandes rios secundários, o rio Garças, à margem esquerda e o rio Preto, à margem direita, constituindo-se nos principais afluentes do rio principal da sub-bacia. A direção preferencial do Rio Candeias é a N-S, bem como as direções dos rios principais da região, como Jamari e Jarú. A drenagem secundária apresenta o padrão do tipo dentrítico e, não muito densa. O rio Garças tem sentido SO-NE e o rio Preto tem sentido SE-NO.

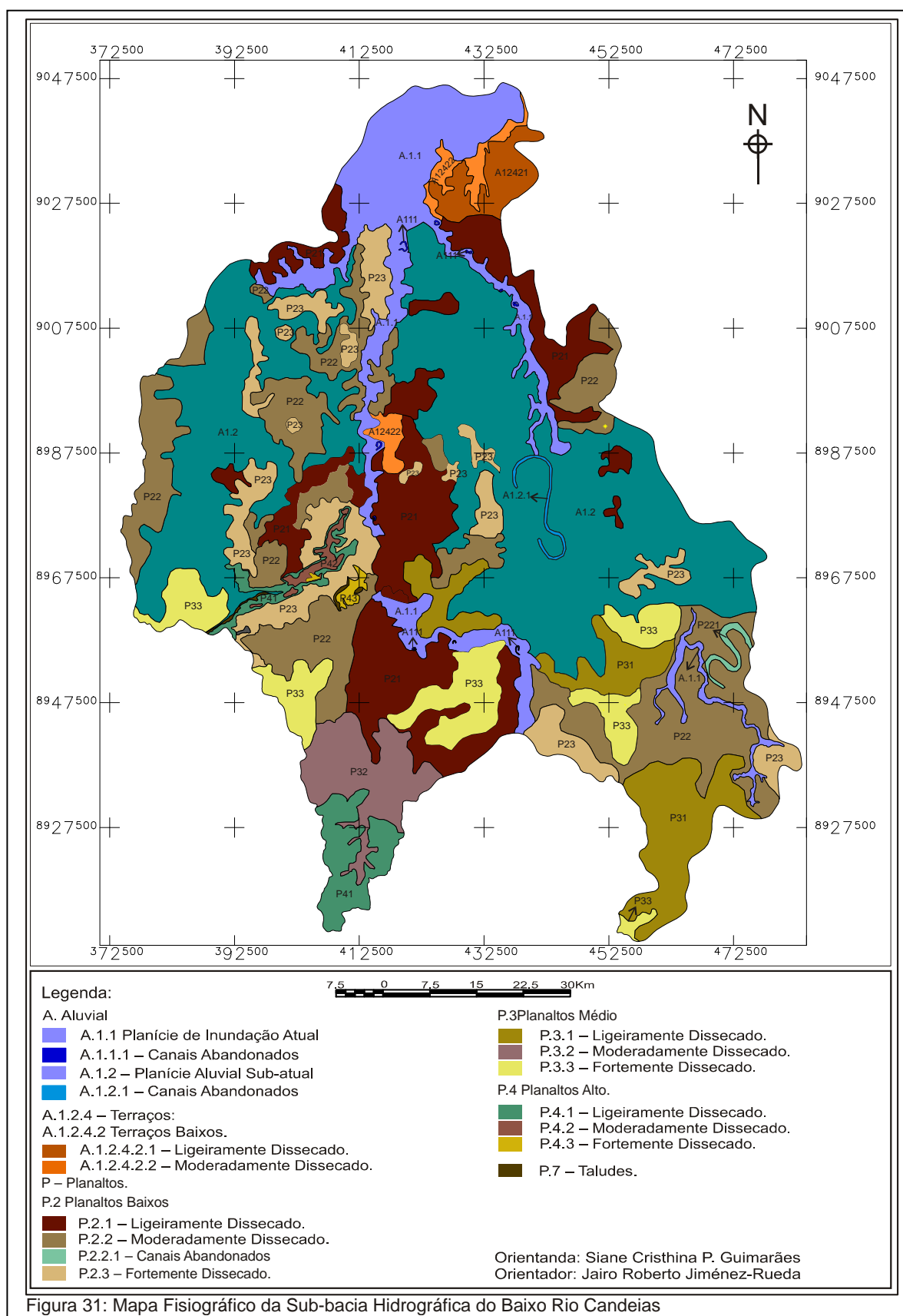


Figura 31: Mapa Fisiográfico da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

Na margem esquerda do rio Candeias ergue-se a serra dos Moraes, que embora tenha aspecto de relevo residual, difere-se do relevo apresentado no restante da sub-bacia. Esta serra tem o aspecto tabular e apresenta uma inclinação muito forte, com vertente bem nítida, que da sua parte mais elevada a sua base há um desnível bem abrupto, para posteriormente se prolongar mais suavemente até encontra-se a superfície mais baixa (BRASIL, 1978).

A fisiografia permite conhecer a dinâmica ocorrida no meio físico. Constitui um jogo de fatores locais, os quais induzem processos formadores e evolutivos das formas de relevo. Por outro lado, as formas de relevo constituem fatores determinantes para a definição e caracterização das diversas unidades homogêneas (JIMENEZ-RUEDA et al., 1993).

Os produtos orbitais nos permitem identificar zonas homólogas, que são caracterizadas por um padrão textural, refletem um conjunto de fatores fisiográficos que contribuíram para a formação da paisagem atual, sendo testemunhos dos processos evolutivos que contribuíram a esta formação.

Dentro das Unidades Fisiográficas (Figura 31), encontradas na Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, destacam-se as que correspondem às paisagens Aluviais e de Planaltos, sendo estas assim descritas:

Aluvial – A

Aluvial é uma designação genérica para englobar depósitos detríticos formados pela ação da água em sistema deposicional fluvial, com granulometria variável, cascalho, areia, silte e argila, que refletem as condições hidrodinâmicas reinantes no momento de sua deposição (IBGE,2004).

As unidades fisiográficas classificadas como aluvial representam 97% de todas as áreas, e estão bem distribuídas em toda a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias.

A1.1 - Planície de Inundação Atual

A planície inundação esta caracterizada por um padrão encontrado ao longo dos rios que compõem a sub-bacia em estudo, e em uma série de afluentes de menor porte. Esta unidade fisiográficas contribui com aproximadamente 10% da área total, localizando-se mais ao centro sul e sudeste da área.

A declividade destas unidades é muito baixa, sofrendo processos de inundação pelo transbordamento do canal em cada período chuvoso. O lençol freático é alto na maior parte do período de vazante.

O embasamento é mapeado como, possíveis Sedimentos Aluvionares e Coluvionares Holocênicos, materiais detríticos mal selecionados, constituídos por areias, siltes e argilas, com níveis conglomeráticos, depositados em canais fluviais e planícies de inundação da rede de drenagem atual.

Esta planície, aparentemente, apresenta marcas de paleocanais/canais abandonados em forma de meandros, localmente são observadas faixas marginais ao rio, prováveis diques marginais, que acompanham o curso atual, com a presença de meandros abandonados, que serão discutidos posteriormente.

Os tipos de solos representativos desta unidade fisiografia são os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com conteúdo de argila variando na superfície que pode ser um Btextural; Cambissolos Húmico Distróficos Concrecionário, moderadamente drenados, bruno-amarelados, argilo-siltosos e argilo-arenosos, apresentam concreções ferruginosas e alta proporção de silte.

Estes Latossolos Vermelho-Amarelo, também, são solos pouco evoluídos e, se encontram sujeitos a inundações periódicas a uma altitude que apresentam os Bt. Os Cambissolos Húmicos ocorrem, geralmente, nas antigas várzeas e/ou alguns canais/igarapés.

Em trabalhos realizados em campo foi possível verificar, ainda, a presença de Neossolo Fluvial Psamentico, Abrupto Gleico, mosqueado com textura media-grossa Flúvico, Abrúptico, Gleico pouco Húmico textura areia barrenta fina a média, Gleico Húmico Flúvico com cascalhos de plintito alterado média a grossa, textura.

A1.2 - Planície de Inundação Subatual

Esta unidade fisiográfica representa a maior em extensão, ocupando 31% de toda a área da sub-bacia, bem distribuída, com relevo plano a suave ondulado em sua maior parte, sem a presença de afloramentos rochosos e erosão aparente.

Estas áreas formadas em clima seco, encontram-se trabalhadas pela atuação do clima úmido que atualmente existe nesta região. Este fato ocorre pela provável instalação de uma rede de drenagem com grande variação de densidade, ocorrendo áreas com forte dissecação e alta densidade e áreas com fraca dissecação e baixa densidade de drenagem.

Ao longo de toda a planície observa-se a presença de uma paisagem de restos de planaltos em processo erosivo natural e, bastante dissecado.

Na parte norte encontram-se altimetrias e declividades baixas, que estão abaixo de 80 metros e 1 a 8%, respectivamente, em contraposição, aos relevos mais elevados que encontram-se na porção sul da sub-bacia.

A drenagem destas unidades se caracteriza por apresentar interflúvios largos, com drenagem boa ao sul, com permeabilidade moderada e drenagem externa normal. Mas a sudeste estas drenagens apresentam-se moderada com pequena permeabilidade, recoberto a um bosque alto com muitas árvores que devem medir de 30 a 40 metros.

O padrão de relevo é composto por planícies aluviais elaboradas por um rio de padrão meandrante, fato este associado a uma baixa declividade do perfil longitudinal do rio, que, possivelmente, não possui energia suficiente e/ou os materiais constitutivos da planície são pouco resistentes para cortar a área em linha reta, necessitando meandrar para encontrar o melhor caminho para o escoamento.

A rede de drenagem dessa área manifestar-se muito densa. Os rios presentes nestas áreas, na porção leste, configuram-se alinhados no sentido NW-SE, com glebas interfluviais amplas variam entre 1.800 a 6.500 metros. A oeste, a sub-bacia apresenta rios com direção SW – NE, e glebas de 1.500 metros podendo chegar a 8.000 metros.

A cobertura vegetal predominante é a floresta Ombrófila Aberta Submontana. Esta vegetação reveste os solos do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, que aparecem em terrenos planos, bem drenado, disposto em associações com Latossolo Amarelo Distrófico, mal drenado, ambos argiloso. Estes mesmos solos aparecem em associação com Podzólico Amarelo Distrófico, com 4-8% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso.

A Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, é representada por uma pequena mancha a noroeste, e cobre solos do tipo Cambissolo que situam-se em terreno plano, bem drenado, textura argilosa, associado com Solos Aluviais Distróficos, moderadamente drenado e textura argilosa; e as A Floresta Ombrófila Aberta Submontana sobrepõem-se a Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos.

A111/A112/P221 - Canais Abandonados

Os canais abandonados estão presentes e distribuídos por toda a área de pesquisa, representando 0,5% da unidade fisiográfica Aluvial, principalmente, ao longo dos rios principais (Candeias e Preto) registro da passagem anterior dos mesmos, que por processo de retrabalhamento ou soerguimento da Planície de Inundação por tectônica, teve seus canais modificados. A largura dos meandros próximos ao rio Candeias e Preto, permanece da largura do rio a que estes faziam parte anteriormente, podendo comprovar um processo evolução dessa paisagem.

A sudeste da área, a uma altitude de 140 metros, pode-se observar a presença de um canal abandonado antigo, que configura uma reorganização da paisagem por tectônica da planície, uma vez que a distribuição da rede de drenagem, difere do palio canal encontrado na interpretação da imagem de satélite, indicando uma evolução desta paisagem no decorrer dos tempos.

Esta modificação dos canais dos rios pode demonstrar um possível soerguimento da planície, de um rio muito mais amplo que os atuais rios Candeias e Jamari, indicando que o redirecionamento dos leitos dos rios, vem-se ajustando a planície do rio atual. (Figura 32).

Os solos encontrados nesta unidade são Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e os Podzólico Vermelho-Amarelos Distróficos associados à Podzólico Amarelo Distrófico, todos com declividade de 2 a 8%.(RONDONIA,1999).

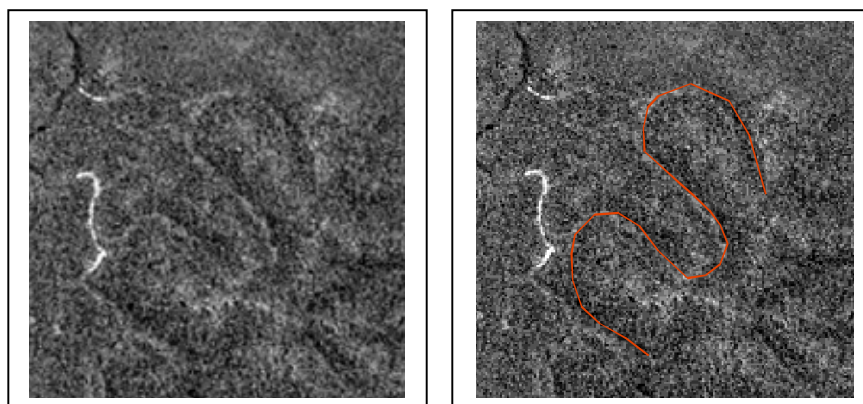


Figura 32: Canais abandonado

A.1.2.4 - Terraços

A subdivisão referente aos terraços altos, médios e baixos foi definida de acordo variações altimétricas relativas, sendo ajustadas arbitrariamente terraços baixos os que apresentavam de 80 - 90 metros de altitude; considerando também, a evolução dos materiais que constituem o solo atual em cada uma das unidades, como originadas durante o mesmo evento e/ou produto da variação destes durante outros desenvolvimentos de planícies.

A subdivisão em fortemente/moderadamente/ligeiramente dissecados ocorreu de acordo com o grau de dissecação do relevo, identificado na imagem trabalhada em zoom com escala entre 1:50 000 e 1:80 000.

Os terraços são unidades fisiográficas desenvolvidas por abandono de canal/Planície de Inundação moderna, o que determina o início da origem dos planaltos e, portanto, pode ser denominado e classificado como proto-planalto, assim como nos planaltos são evidenciadas unidades fisiográficas das planícies (fluvial, eólica, marinha, glacial) e especificamente, neste caso, canais abandonados de no mínimo três ciclos seqüenciais de desenvolvimento aluvionares, assim como: unidades específicas de antigas praias caracterizadas por Neossolos Quartzarenicos; Diques Marginais entre mais antigos Cambissolos Háplicos e/ou Neossolos Flúvicos Concrecionários cascalhentos; várzeas representadas pelos denominados Latossolos Amarelos e/ou Argissolos Amarelos Háplicos Distróficos. Todas estas classes e tipos de solos encontram-se recobrimdo outras seqüências pedológicas iguais ou mais desenvolvidas durante o Holoceno e/ou Pleistoceno superior como alguns Plintossolos testemunhos do Terciário superior (Mioceno-

Plioceno) da Formação Jaciparaná, assim como lateritas do Terciário Inferior a Médio, desenvolvidas dos granitos e gnaiss existentes pré-cambrianas.

Os terraços encontram-se distribuídos à margem direita do rio principal, e caracterizam-se conforme descrito abaixo:

A.1.2.4.2 - Terraços Baixos

Os terraços baixos têm pouca representatividade, aproximadamente, 3% da área total da sub-bacia hidrográfica. Estes são encontrados representados por solos, na sua maioria, Latossolos Amarelos com declividade de 0-8%.

A.1.2.4.2.1 - Ligeiramente Dissecados

Estes representam 2% distribuídos mais norte e ao longo do rio Candeias, com altitudes que variam entre 80 – 90 metros.

Por sua morfologia e posicionamento topográfico, alguns metros acima das planícies e áreas alagadas, devem corresponder a uma antiga área de inundação que atualmente encontra-se acima do nível médio dos alagamentos sazonais, mas que mantém o NA (nível freático) alto, portanto a residência da água é quase permanente.

Indica uma provável instalação da rede de drenagem, sugerindo que a mesma está com nível topográfico que lhe permite estabelecer um sistema de drenagem superficial, com formação de pequenos canais.

Aparenta uma composição predominantemente argilosa. Como as condições hidromórficas não estão presentes ocorrem solos do tipo Latossolo Amarelo, associado às áreas bem drenadas, e Gleissolos Acinzentados, associado às áreas de antigos canais os quais ainda sofram alagamento, durante o inverno (chuvoso).

Os rios apresentam-se bem encaixados ao longo dos lineamentos estruturais, e a declividade total dessas áreas é muito baixa.

A geologia local é composta por coberturas sedimentares indiferenciadas associadas a ambientes de leques aluviais, planícies de inundação e lagos, numa interação complexa de materiais que variam desde cascalho até a fração argila, com lateritização; e dos terraços fluviais pleistocênicos que são constituídos por sedimentos mal selecionados compostos por cascalho, areia e argila, mineralizados a ouro e contendo níveis de turfa, posicionados acima do nível médio das águas dos rios atuais (PLANAFLOORO, 1997).

Os solos nesta unidade são representados, ao norte, pelos Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos em terreno plano-ondulado com 0-8% de declividade, bem drenado, com textura argilosa; ao longo do rio Candeias encontram-se os Latossolos Amarelos Distróficos, em terreno plano com 0-2% de declividade, bem drenado e com textura argilosa, associado com Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, com 2-8% de declividade, bem drenado e textura argilosa.

A.1.2.4.2.2- Moderadamente Dissecados

Esta unidade fisiográfica representa aproximadamente 1% de toda a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, estando localizada ao norte da mesma, com altitude que variam de 90 a 100 metros de altitudes.

As declividades nesta unidade atingem valores que variam de 0 a 5%. As dimensões interfluviais são inferiores a 1000 metros na média, e o relevo dessas áreas são plano e suave ondulados, sem erosão aparente.

A rede de drenagem desta unidade apresenta-se boa, com permeabilidade rápida e drenagem externa lenta, que por vezes apresentam-se moderada.

Os solos existentes, segundo o Governo de Rondônia (PLANAFLORO, 1997), são os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos que ocorrem em terreno suavemente ondulado de 2-0% declividade, bem drenados, argiloso, e os Latossolos Amarelos distrófico, moderados a bem drenados, bruno-verde-olivas claros, muito argilosos, em superfície sobre subsuperfícies bruna amareladas e muito argilosas.

P – Planaltos

P2 – Planaltos Baixos

Os Planaltos Baixos são o primeiro em representatividade na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, apresentando aproximadamente 37% das unidades fisiográfica. Estes se encontram espacializados em quase sua totalidade, na porção sul da área, e estão divididos em ligeiramente dissecados, moderadamente dissecados e fortemente dissecados, e distribuídos em uma altitude que varia de 100 a 160 metros.

P2.1 Ligeiramente Dissecado

De acordo com a legenda adotada para a região pesquisada, os Planaltos Baixos ligeiramente dissecados representam 13% e encontram-se em toda sub-bacia, agrupados mais na porção central (ao longo do rio Candeias) e sudeste da mesma.

Os Planaltos baixos Ligeiramente dissecados apresentam-se com interflúvios que variam de 2000 metros a 5000 metros mais ao centro; e 1.800 metros a 2000 metros a sudeste.

O relevo é plano, suave ondulado e ondulado, com morros convexos, sem a presença de afloramentos rochosos e erosão, com declividade da área atingem de 0 a 2%.

A drenagem é considerada boa, com permeabilidade moderada em algumas unidades, e rápidas em outras.

Os solos que predominam nessas unidades fisiográficas são os Latossolos que se caracterizam por apresentar uma estrutura microgranular bem desenvolvida, conferindo-lhes boas características físicas, dentro das quais se incluem boa drenagem e, como consequência, boa aeração, propiciando um bom desenvolvimento dos sistemas radiculares. Todavia, esta estrutura lhes confere resistência à erosão.

Foram encontrados os Neossolos Flúvicos Gleico Plíntico, com canais trabalhando com mais capacidade de carga de material mais grosso e assentado sobre o plintito local.

Segundo o Governo de Rondônia (PLANAFLORO, 1997), são encontrados, ainda, solos dos tipos Latossolo Amarelo Distrófico, em associação com Plintossolos Distróficos, em terreno ondulado de 8-30% de declividade, bem drenados, argiloso e ligeiramente pedregoso; e Latossolo Amarelo Distrófico dispostos em terreno plano, bem drenado, associado com Latossolo Amarelo Distrófico, mal drenado, ambos com 0-2% de declividade e argilosos.

Ocorrem, ainda, em terrenos planos os Latossolos Vermelho-Amarelos, associado com Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos; e Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos com Plintossolos Distróficos.

P22 - Moderadamente Dissecado

Estas unidades encontram-se distribuídas na porção central e ao sudeste da sub-bacia, respeitando um intervalo proposto na legenda de 120 – 140 metros de altitudes e totalizam 17,0% de representatividade.

A Declividade destas unidades é de aproximadamente 2%, podendo chegar em alguns casos a 8%. O relevo dessa unidade fisiográfica apresenta-se plano, suave ondulado e ondulado, sem a presença de afloramento rochoso e erosão.

As glebas interfluviais nesta unidade então com distâncias que variam de 800 m nos interflúvios mais estreitos, chegando a 3.200 metros nas maiores, com drenagem boa e permeabilidade moderada.

Em campo, verificou-se a presença de Neossolos Flúvico, Neossolos Psamentrico, Neossolos Quartzareno, alguns dos quais encontram-se recobrimdo Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos, como também podem encontrar-se recobrimdo a si mesmo.

P23 - Fortemente Dissecado

Estas unidades fisiográficas encontram-se mais representadas na porção sul e sudoeste da área de pesquisa. Não são as mais representativas dentro dessa categoria, com aproximadamente 7%, e possuem altitude que varia de 140 a 160 metros de altitude.

Estas unidades ocorrem em terrenos planos a suave ondulado, com declividade 0 a 8%, com glebas interfluviais em torno de 1.000 metros, podendo chegar a 2.000 metros aproximadamente, sendo estes interflúvios representados por uma rede de drenagem boa e abundante, com permeabilidade moderada.

Sobrepondo as Florestas Ombrófilas Abertas e de Terras Baixas estão os Latossolos Amarelos Distróficos associados com Argissolos Vermelho-Amarelos Distrófico, encontrados em terreno suavemente ondulado de declividade de 2-8%, bem drenado e argiloso; e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos associados com o Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, com 0-2% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso.

P3 – Planaltos Médios

Estes planaltos encontram-se distribuídos na porção centro-sul da sub-bacia, com representatividade de 14%. Estão divididos em Ligeiramente Dissecados, Moderadamente Dissecados e Fortemente Dissecados, e ocupam altitudes que variam de 160 a 220 metros.

P31 - Ligeiramente Dissecado

Os Planaltos Ligeiramente Dissecados possuem uma representatividade de aproximadamente 6% da área total da sub-bacia, e as altitudes topográficas, adotadas pela legenda variam de 160 a 180 metros de altitudes.

Encontram-se representados mais no sudeste da região de estudo, onde estão áreas mais altas. Estas áreas apresentam-se ligeiramente dissecadas, o que resulta em um relevo levemente erosionado.

Os interflúvios estão em torno de 1.000 metros e 2.000 metros. A drenagem em geral, apresenta-se boa com permeabilidade moderada.

Em campo verificou-se a presença de Argissolos Vermelho-Amarelos, Nítico, Flúvio Cascalhento Concrecionário, caracterizado por um Btextural com cutans abundantes, Nítico com Bt concrecionário cascalhento de 1 a 5 cm diâmetro, associados à Argissolos Vermelhos, Concrecionários, cascalhentos, com seixos de quartzitos angulares e subangulares, seixos arredondados de lateritas, que indicam um processo gravitacional.

São encontrados, ainda, os Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico associado à Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, ambos bem drenados, argilosos e ligeiramente pedregosos; e Latossolos Amarelos Distróficos, bem drenados e argilosos.

P32 - Moderadamente Dissecadas

Estas unidades fisiográficas encontram-se mais representadas na porção sul da área de pesquisa. São representadas, dentro dessa categoria, com aproximadamente 3%, e possuem altitudes que variam de 180 a 200 metros de altitude.

Estas unidade ocorrem em terrenos planos a suave ondulado, com declividade 0 a 8%, com glebas interfluviais em torno de 2.000 metros, podendo chegar a 3.000 metros, sendo estes interflúvios representados por uma rede de drenagem boa e abundante, com permeabilidade moderada, sendo um caso singular em toda a sub-bacia, haja visto, a quantidade de canais apresentados.

Sobrepondo as florestas Ombrófilas estão os Latossolos Amarelos Distróficos associado com Argissolos Vermelho-Amarelos Distrófico, encontrados em terreno suavemente ondulado de declividade de 2-8%, bem drenado e argiloso; e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos associado com o Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, com 0-2% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso.

P33 - Fortemente Dissecadas

Os Planaltos Fortemente Dissecados apresentam-se na região sul e sudeste da área trabalhada, representando 5%. Estes possuem altitudes que variam de 200 a 220 metros.

Estas unidades possuem relevo ondulado, com encostas íngremes, algumas colinas com camadas de laterita, que se erguem aproximadamente 40-120m sobre a superfície da planície. Os poucos córregos presentes nesta unidade são estreitos e profundos, a maioria perene.

Os solos com camadas de laterita das encostas íngremes cobrem, aproximadamente, metade das unidades descritas, sendo encontrados os Concrecionários Distróficos, Bruno-avermelhados com textura argila-pesada, bem desenvolvidos e com muitas concreções ferruginosas e ferro-mangnesianas, inclusive dentro de 30 cm da superfície; os Latossolos Vermelho-Escuros Bruno-avermelhados com textura argilosa bem desenvolvidos, e com muitas concreções ferruginosas preto-avermelhadas, muitas vezes presentes até na superfície; os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com textura que muda abruptamente de franco-arenosa, na superfície, para argilo-arenosa no subsolo.

P4 - Planaltos Altos

Entre os planaltos estas unidades fisiográficas são as menos representativas com apenas 4,0%, aproximadamente, da área total da sub-bacia, contendo as classes referentes aos planaltos ligeiramente dissecados e moderadamente dissecados. Estas estão localizadas a sudoeste e sul, com altitudes que variam de 200 a 240 metros.

Na parte baixa deste sistema ocorre um forte processo de dissecação gerando morros alongados que possuem entalhamento dos vales e dimensões interfluviais entre 1.400 e 2.400 m.

O material superficial tende a possuir granulometria variando de grosseira a fina, formando depósitos de tálus dentríticos.

P41 - Ligeiramente Dissecadas

Estes são representados por, aproximadamente, 3,0% das unidades encontradas na área. Compreendendo, de acordo com as altitudes definidas, áreas que apresentassem altitude entre 220 a 240 metros.

Compreende uma morfologia de planaltos alçados acima da planície aluvial e que apresentam processo de incisão de uma rede de drenagem incipiente, mas que já apresenta um processo de dissecação da forma.

As declividades nesta unidade atingem valores médios acima de 8%. As dimensões interfluviais são inferiores a 2.500 metros na média.

A rede de drenagem é rica em nascentes, bem acentuada, com permeabilidade e escoamento externo, considerados, rápidas.

Apresenta afloramentos rochosos, com presença de erosão laminar.

Os solos ali presentes são Neossolos Litólicos Eutróficos. Esta tipologia corresponde a solos que geralmente encontra-se em terrenos cuja declividade é forte. Frequentemente são predegosos e devido a sua escassa profundidade e relevo não são agricultáveis. Estão presentes, ainda, os Latossolos Amarelos Distróficos que ocupam terrenos planos com 0-2% de declividade, mal drenado e franco.

As unidades com presença de Neossolos Litólicos não são recomendáveis a agricultura. Contudo, são áreas que já se encontram bastante exploradas.

P42 - Moderadamente Dissecadas

Estes planaltos encontram-se na porção noroeste da sub-bacia, com de 260 metros, e possuem alinhamento NW-SE. Sua representatividade é pequena, ocupando aproximadamente 0,5%.

As declividades nesta unidade são 7 a 12%. As dimensões interfluviais são amplas, acima 1000 metros na média. Seus topos apresentam a forma convexa e são subnivelados. A erosão laminar apresenta-se com baixa intensidade.

Os solos apresentados nesta unidade são os Cambissolos Distróficos 8-30%, bem drenados, arenosos, muito pedregoso associados à Neossolos Litólicos Distróficos, bem drenados, arenosos e pedregosos; e Neossolos Quartzarênicos.

P43 - Fortemente Dissecadas

Estes encontram-se representados por aproximadamente 0,5% das unidades encontradas na área. Compreende, as altitudes definidas acima de 300 metros, e a declividade apresentam-se superior a 13%.

Os materiais superficiais nestas áreas possuem granulometria variando de grosseira a fina. Os solos associados a essas paisagens são Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Amarelos Distróficos que ocupam os topos e vertentes; e os Cambissolos Distróficos bem drenados, arenosos e muito pedregosos.

Uma vez que a vegetação continua sem alteração, podemos sugerir que toda a dinâmica local venha de fenômenos naturais que possam ter ocorridos na área.

P7 - Taludes

Esta unidade encontra-se localizada a sudoeste da sub-bacia, ocupando 0,2% da área, com altitudes médias de 150 metros e relevo bastante dissecado.

Estas áreas encontram-se, em uma superfície abaixo dos planaltos que estão sofrendo processo de erosão. De acordo com PLANAFLOORO (1999), este sistema, pode corresponder a áreas de transição entre Unidades Geomorfológicas, ou áreas de transição entre os níveis de suave

e média dissecação de uma mesma Unidade. Nos rebordos erosivos proeminentes, os processos de dissecação fluvial são preponderantes na esculturação do modelado, gerando um desmantelamento da escarpa e um forte processo de recuo de cabeceiras.

O solo predominante nesta unidade fisiográfica é o Cambissolo Distrófico, bem drenado, arenoso, muito pedregoso, declividade de 8 a 30% associados aos Solos Litólicos Distróficos, bem drenado, arenoso, pedregoso, e declividade acima de 30%.

Morros – M3

Estes estão dispersos em toda a área estudada, representando 3%, com relevos residuais, associado a diferentes embasamentos litológicos e não possuindo controle estrutural evidente. Apresentam-se bastante dissecados, provavelmente, pela ação fluvial, circundado por áreas aplanadas. Estes muitas vezes se apresentam agrupados, outras apresentam-se sozinhos, como testemunhos. Nas vertentes íngremes de morros podem ocorrer processos erosivos causados por escoamento superficial difuso e concentrado, gerando ravinas e sulcos.

Os interflúvios variam de 1.500 a 3500 metros, com declividade de 2 a 8%.

Estes apresentam diferentes tipos de solos, com predomínio argilo-arenoso, nos quais destacam-se os Latossolos, Argissolos, e Cambissolos, estando assim caracterizados: Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, com drenagem boa e argilosa; Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, bem drenagem e franco; Latossolos Amarelos Distróficos, bem drenagem e franco associado com Solos Concrecionários, bem drenados, argilosos, ligeiramente pedregosos; associação de Latossolos Amarelos Distróficos, bem drenado/mal drenado e argilosos; Argissolos Amarelos Distróficos, bem drenados, pedregosos; Cambissolos Distróficos, bem drenados, argilosos.

5.6. Mapa das Isobases

O mapa de isobases permite ter uma visão da evolução da paisagem, mostrando possíveis vestígios deixados pela natureza ao longo dos tempos. Da análise desses eventos marcados pelo tempo, é que chegamos aos mapas mostrados abaixo.

Após a aplicação da metodologia proposta, foram geradas 644 confluências de 2ª ordem, 196 confluências de 3ª ordem, 25 confluências de 4ª e, 03 confluências de 5ª ordem.

O mapa de isobases, resultante das confluências de 5ª ordem mostram uma possível paisagem da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias. Neste estágio, observa-se uma elevação em todo o oeste da área com cotas superiores a 130m, enquanto a sudeste parece a indicação de uma área mais aplainada, podendo ser uma planície (Figura 33 e 34)

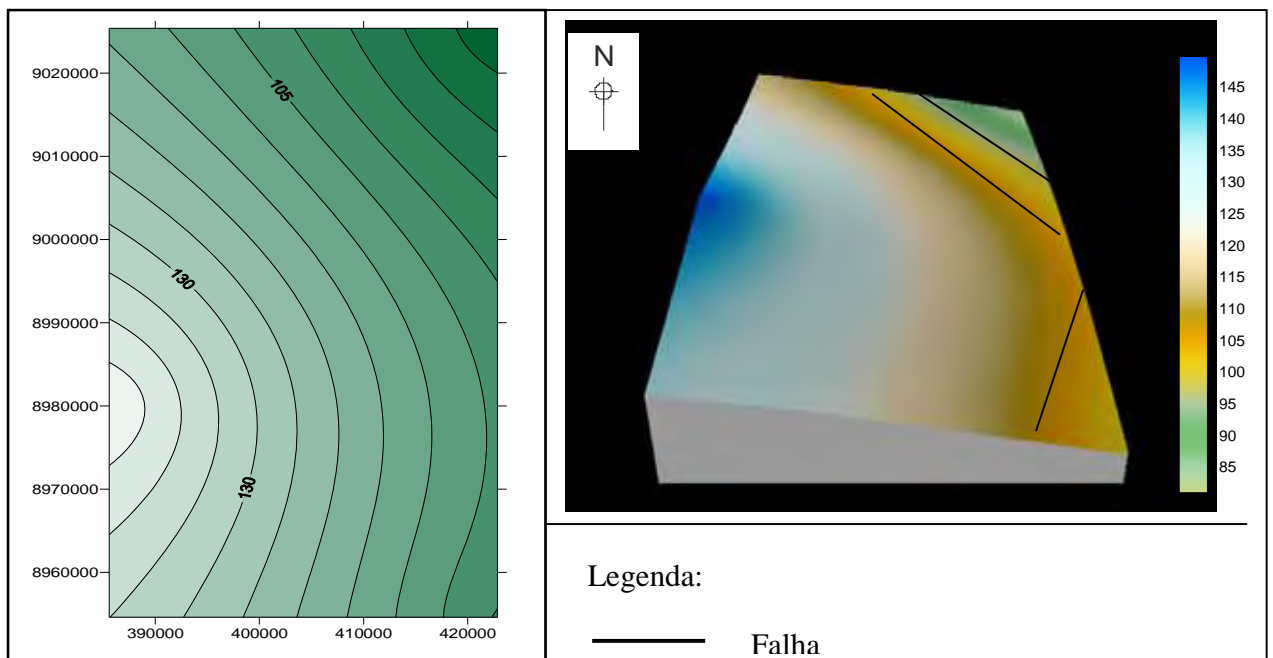


Figura 33: Confluência de 5ª ordem – Curvas

Figura 34: Confluência de 5ª ordem – 3D

Das características mostradas, com as tendências das curvas apresentadas pelo mapa altimétrico das confluências de 4ª ordem, pode-se deduzir que estes alinhamentos podem nos levar a pensar na origem devido à influência de falhamentos, os quais levaram a mudança aparente da altimetria quando comparadas a confluência de 5ª ordem.

Assim sendo, foram traçados alinhamentos de relevo que podem indicar os falhamentos visualizados na figura 35 e 36 que mostram um soerguimento mais marcante na região NW, e apresentam o aparecimento de nascentes a uma altimetria de 90 metros acima do nível médio do mar. Esta porção parece estar, já como planície de inundação subatual, pois na porção NE

observa-se a presença de uma provável planície de inundação atual com morros de 90 metros acima do nível médio do mar a qual pode ser correlacionada com os possíveis canais abandonados, ou possíveis pálio canais encontrados durante a interpretação das imagens de satélite, na elaboração dos trabalhos fisiográficos.

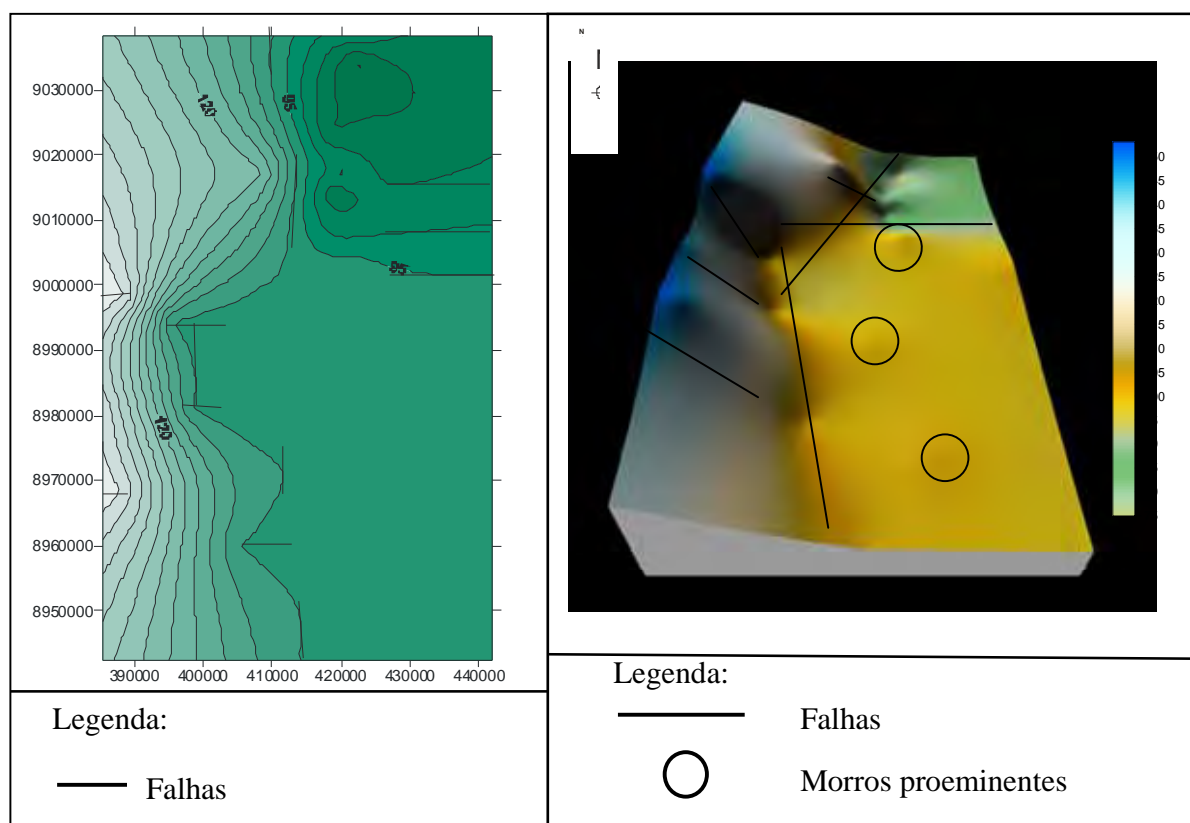


Figura 35: Confluência de 4ª ordem – Curvas Figura 36: Confluência de 4ª ordem – 3D

O mapa de confluência de 3ª ordem (Figura 37 e 38), pode-se observar que as falhas E-W, que iniciaram na 4ª ordem foram-se desenvolvendo e gerando a paisagem de 3ª ordem, assentando e mudando quase totalmente os arranjos paisagísticos da área, dando origem a uma região relativamente alta, na porção sul, com orientação E-W onde se apresenta, inserida uma provável planície entre os planaltos de 155 a 160 metros sobre o nível do mar, sendo o destaque deles localizado no sul com estiramento dirigido para norte. Também, encontra-se outra área mais elevada e este talvez residual das antigas áreas mais alçadas geradas durante a evolução da 4ª

ordem na porção W com dissecação forte e direcionamento N30W, uma segunda elevação pode ser evidenciada na porção N45W. Este localiza-se entre 120 – 130 metros sobre o nível do mar e assim. Além, da presença de morros testemunhos de uma tectônica recente

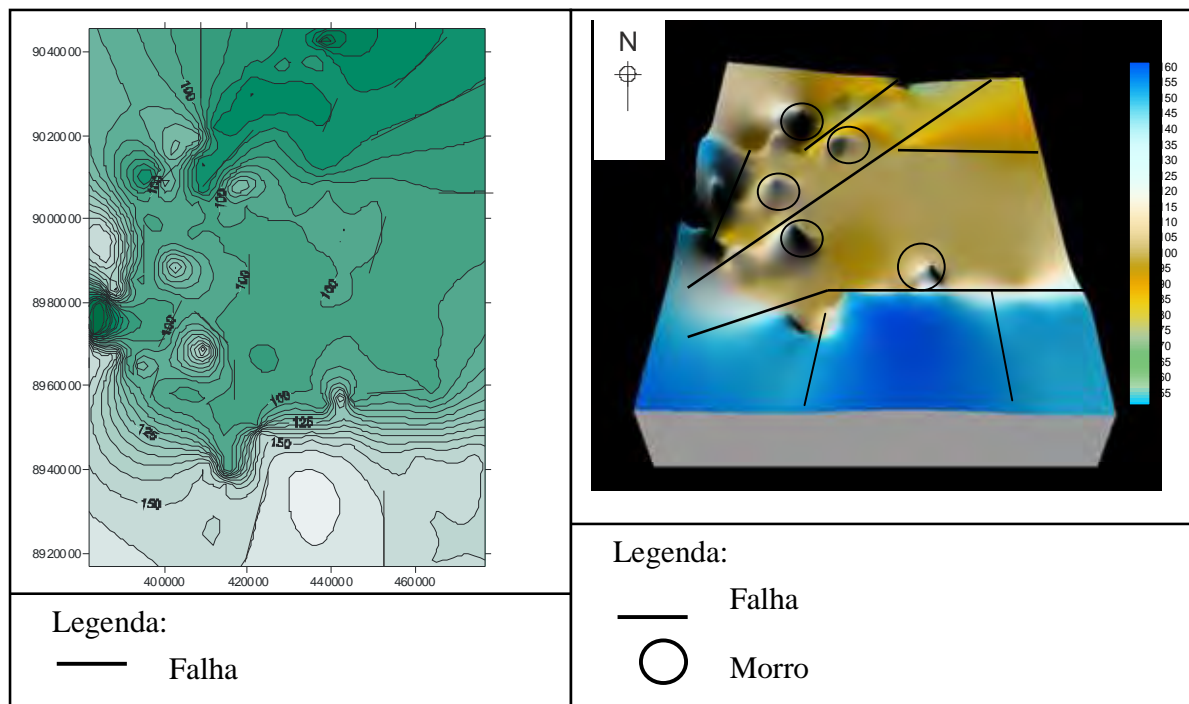


Figura 37: Confluência de 3ª ordem

Figura 38: Confluência de 3ª ordem – 3D

Nesta fase, observa-se que a sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias já se apresenta estabelecida, com a parte inferior mais elevada. (Figura 39 e 40)

Observa-se, que as áreas mais elevadas a sudoeste apresentam-se bem soerguido, tornando-se a porção mais elevada topograficamente de toda a área de estudo. Já a sudeste apresentam-se mais dissecados, demonstrando um maior retrabalhamento do relevo, com aparente movimentação local, com o aparecimento de nascentes nesta porção da sub-bacia.

É possível verificar um incremento na dissecação ao longo de toda a sub-bacia, com padrão de falha mantendo o que foi visto no mapa de confluência de terceira ordem, ou seja, direção preferencial NE, NW e E-W, que se inter cruzam gerando pontões, que podem ser observados na Figura 41.

Ao sul da sub-bacia observa-se o abatimento do bloco, entre as coordenadas 420000 e 440000, possivelmente datado do pleistoceno superior/holoceno, com vários canais correndo para o interior da sub-bacia.

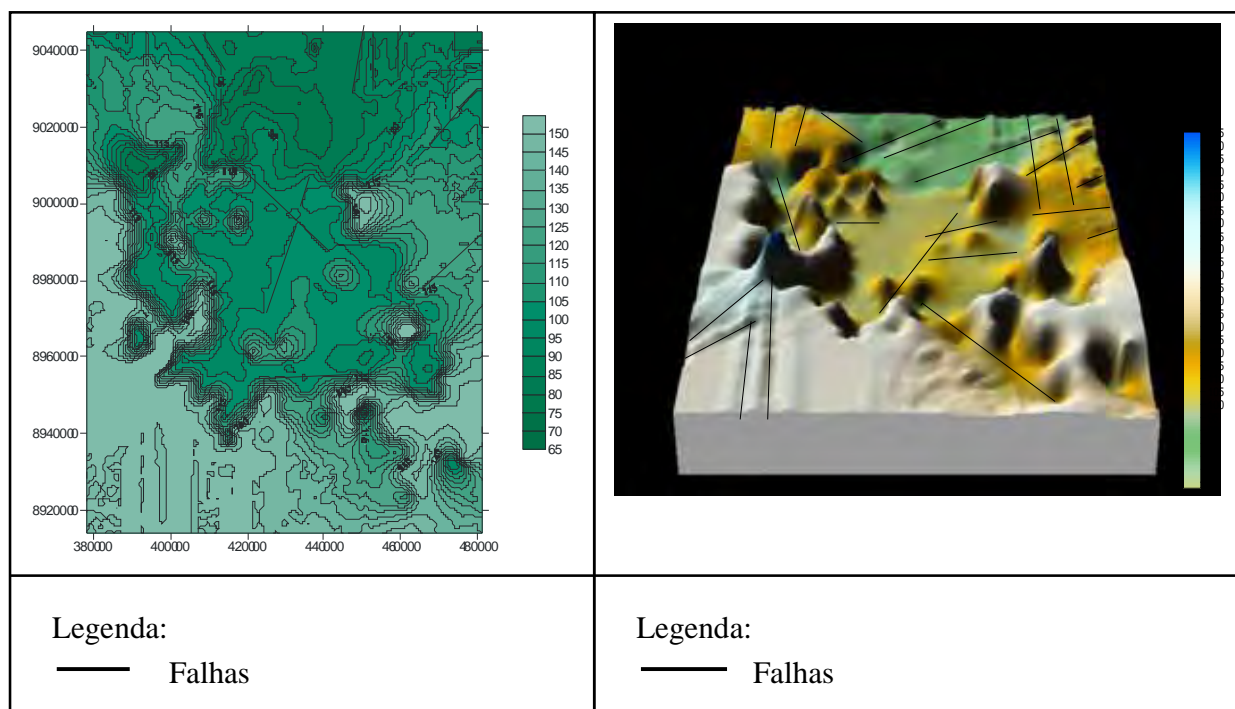


Figura 39: Confluência de 2ª ordem

Figura 40: Confluência de terceira 2ª ordem -3D

5.7. Mapeamento das Subzonas Ambientais

O mapa de subzona geoambientais é resultante da integração de todas as variáveis analisadas até o presente. Estas subzonas serão caracterizadas de acordo com sua tipologia vegetal, litotipos, fisiografia, solos, morfotectonica e morfoestrutura. (figura 41)

Na interação dos dados, obtivemos 19 (dezenove) subzonas geoambientais, as quais foram descritas abaixo:

5.7.1. Subzona Geoambiental – (SZG1)

Esta subzona encontra-se localizada no extremo norte da sub-bacia, e caracteriza-se por uma vegetação do tipo Ambrófila Aberta de Terras Baixas, de altura média. Estas já se encontram bastante antropizadas, com prática de agropecuária, sobrepondo-se a pecuária sobre a agricultura.

As unidades fisiográficas presentes na área são denominadas de Planícies de Inundação Atual (A11), recoberta por solos em terreno ondulado, fortemente dissecados, com algumas terras baixas, onde podem ser encontrados granitos e sienitos.

Nesta subzona os solos são classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico a Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com conteúdo de argila variando na superfície que pode ser um Btextural; Cambissolos Húmico Distróficos Concrecionário, moderadamente drenados, Bruno-amarelados, argilo-siltosos e argilo-arenosos, apresentam concreções ferruginosas e alta proporção de silte. Mais próximos aos córregos encontramos Gleissolos Distróficos, associados à Latossolos Amarelos Distróficos, ambos mal drenados e argilosos.

A declividade destas paisagens é muito baixa, sofrendo processos de inundação pelo transbordamento do canal a cada período chuvoso que ocorre na bacia hidrográfica. O lençol freático é alto na maior parte do período de vazante. Esta subzona é drenada pelo rio Madeira e Candeias, ambos navegáveis o ano inteiro.

O embasamento é mapeado como, possíveis Sedimentos Aluvionares e Coluvionares Holocênicos, materiais detríticos mal selecionados, constituídos por areias, siltes e argilas, com níveis conglomeráticos, depositados em canais fluviais e planícies de inundação da rede de drenagem atual.

Os litotipos encontrados são constituídos por sedimentos mal selecionados, compostos por cascalho, areia e argila, depositados acima do nível médio das águas dos rios atuais. Segundo CPRM (1999) estes datam do pleistoceno e são constituídos por sedimentos mal selecionados compostos por cascalho, areia e argila, mineralizados a ouro e contendo níveis de turfa, posicionados acima do nível médio das águas dos rios atuais.

Estas subzonas localizam-se em Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B), contendo alta densidade de lineamentos estruturais, e direção preferencial dos traços de juntas sentido NW-SE, com densidade moderada a alta. O lençol freático é alto, influenciado pelos rios Madeira e Candeias, o que o deixa quase superficial e/ou totalmente alagado durante períodos prolongados de tempo. Os perigos de erosão se tornam mais eminentes, por tal razão recomenda-se a manutenção da cobertura natural. Todavia, como esta já se encontra bastante ocupada, sugere-se a recuperação das áreas de Reserva Legal, que tenham sido desmatadas, e como indicação de uso, a agricultura de arroz no período em que as terras estejam mas encharcadas.

A baixa fertilidade dos solos, que apresentam a maioria dos componentes baixa, torna esses ácidos em superfície, apresentando saturação de alumínio próxima de 60%, enquanto a saturação de bases é de 20%.

Os solos argilosos dos terrenos ondulados são regulares para o manejo de lavoura, já nos vales considera-se de aptidão restrita para pastagem, mas devem ser deixado em seu estado natural devido à inundação e as condições de má drenagem.

5.7.2.Subzona Geoambiental – (SZG2)

Esta Subzona Geoambiental localiza-se a sudeste da área pesquisada, com uma área de 33.164,6019 ha, representada pelas Formações Superficiais (TQi) constituídas por sedimentos policíclicos que caracterizam ambientes de laterização, latossolização, argilização e sedimentação fluvial, colúvio – aluvionais (gravitacionais), que podem ou não aflorar, sendo de textura argilosa, argilo – cascalhento, média arenosa; e Mac (Suite Intrusiva Alto Candeias) onde predominam anfibólio-biotita sienogranitos, biotitas sienogranitos, biotita monzogranitos, quartzo-biotita sienogranitos, quartzo-biotita monzogranitos, rochas sienitóides e chanoakitóides (ch) porfiríticas e pegmatóides, localmente milonitizadas.

A fisiografia apresenta-se como uma planície plana a suavemente ondulada é ligeiramente dissecada por pequenos vales. As unidades fisiográficas descritas nesta subzona estão inseridas na Planície de Inundação Atual (A11), Planície de Inundação Atual Subatual (A12), Terraços Baixos Ligeiramente/Moderadamente Dissecados (A12421/A12422) e Planaltos Baixos Ligeiramente/Moderadamente (P21/P22) Dissecados, caracterizada, ao norte, por solos do tipo Latossolo Amarelo distrófico moderados a bem drenados, muito argilosos, em superfície sobre subsuperfícies bruna amareladas e muito argilosas; e ao sul, por Neossolos Flúvico Psamentico, Abrupto Gleico, mosqueado com textura media-grossa Flúvico, Abruptico, Gleico pouco Húmico textura areia barrenta fina a média, Gleissolos Húmico Flúvico com cascalhos de plintito alterado, textura média a grossa, textura.. Os Gleissolos aparecem com a presença de canais, e com lençol freático raso. Os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos/Eutróficos, associados à Concrecionários Distróficos, ambos bem drenados, argilosos e ligeiramente pedregosos.

Os solos foram desenvolvidos de rochas ácidas ígneas, incluindo granitos que, ocasionalmente, apresentam grãos muito grossos. Na superfície da peneplanície existe uma frente muito profunda de meteorização.

A Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas possui a maior representatividade nesta subzona, devido à retirada da Floresta Ombrófila Aberta Submontana, que era predominante.

Esta subzona esta localizada sobre um Baixo Topográfico (B) bastante truncado por linhas de falha, o que impede a identificação das linhas de morfoestruturas. Apresentam alta densidade de lineamento de drenagem caracterizado pelo domínio SE-NW, bem dissecada e com glebas largas, com sistema hort's e graben sucessivos. Os traços de juntas com densidade moderada e direções preferenciais SE-NW e N-S, respectivamente, com intersecção de eixos de máximo 2, o que indica capacidade de suporte moderada, requerendo cuidado quanto ao manejo.

A fertilidade do solo no geral é baixa a média, sendo na superfície muito ácidos, com saturação de alumínio. Os conteúdos de matéria orgânica são médios e os níveis de Ca e Mg baixos.

Esta subzona pode tornar-se apta ao manejo de lavouras, desde que aplicadas capital em diferentes modalidades. Contudo, não necessita levar em conta a irrigação, até porque esta área tem um lençol freático alto. Sugerem-se somente práticas agrícolas (lavoura anual ou temporária) de nível moderado (calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal, ou motorizado) e nível alto (aplicação intensiva de capital, de resultados de pesquisa de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras)

Salientam-se os cuidados que devem ser tomados com os vales dos rios, pois os mesmos são considerados de aptidão restrita para pastagem, haja vista, o lençol freático desta subzona ser alto, e o pisoteio dos animais poderia levar ao esgotamento destas áreas.

5.7.3.Subzona Geoambiental – (SZG3)

Localiza-se a noroeste da área estudada, com uma área de 79.562,20 ha, em paisagem ligeiramente dissecada e ondulada. As unidades fisiográficas presentes nesta subzona são as Planície de Inundação Atual (A11), Planície de Inundação Subatual (A12), Canais Abandonados (A111), Planaltos Baixos Ligeiramente Dissecados (21), Planaltos Baixos Moderadamente Dissecados (P22) e Planaltos Baixos Fortemente Dissecados (P23).

As unidades fisiográficas identificadas dentro desta subzona caracterizam-se por presença de Neossolos Fluviais Psamentico, Abrupto Gleico, mosqueado com textura media-grossa Flúvico, Abruptico, Gleico pouco Húmico textura areia barrenta fina a média, Gleico Húmico

Flúvico com cascalhos de plintito alterado média a grossa, textura; e Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, bem drenado, argiloso e franco; Plintossolos Distróficos, bem drenados, bruno-amarelados e argilo-arenosos; e nos morros residuais de laterita, Plintossolos Distróficos, escuros a bruno avermelhado, argilo-arenosos em superfície com poucas concreções ferruginosas.

Os solos da ondulada peneplanície foram desenvolvidos de granitos e gnaisses. Estes vales foram formados de depósitos aluviais.

A Planície de Inundação Subatual configura-se em uma das áreas que contém os materiais mais novos e com a presença de trends. Situa-se em uma pequena porção a noroeste, caracteriza-se por altitudes baixa e processos de inundação causada pelo transbordamento do canal a cada período chuvoso. O lençol freático é alto na maior parte do período de vazante. Os Planaltos distribuídos em toda a subzona, apresentam-se ligeiramente dissecados em grau que diferem em ligeiramente, moderadamente e fortemente dissecados, com altitudes topográficas baixas.

Nesta subzona são encontrados os litotipos TQi – Coberturas constituídas por sedimentos policiclícos que caracterizam ambientes de laterização, latossolização, argilização e sedimentação fluvial, colúvio – aluvionais (gravitacionais), que podem ou não aflorar, sendo de textura argilosa, argilo – cascalhento, média arenosa; e TQli (Formações Superficiais) caracterizados como Coberturas constituídas por sedimentos policiclícos que caracteriza ambientes de laterização, latossolização, argilização e sedimentação fluvial, colúvio – aluvionais (gravitacionais), que podem ou não aflorar, sendo de textura argilosa, argilo – cascalhento, média arenosa.

Estão inseridos em um grande Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B) com moderado grau de dissecação de lineamentos estruturais com predomínio do dominante SW-NE, e alta densidade de traços de juntas com direção preferencial NW-SE e N-S, respectivamente. Esta área apresenta intersecção de máximos 1 e 2 e de máximos 2.

A presença de máximos 1 indica que esta área tem forte tendência à instabilidade, assim como também, os máximos 2, os quais podem estar causando e/ou sobrepondo-se a máximos 1, tornando essas áreas extremamente susceptível a erosão (muito instável), entretanto, a presença de máximo 2 isoladamente torna essas áreas com um incipiente potencial a degradação por erosão destas subzonas. Desta forma, nas áreas onde se apresentam esses máximos chamam à atenção a manutenção das coberturas vegetais naturais, ou em caso de área já explorada, a

obrigatoriedade de recomposição biótica dos mesmos e/ou uso e ocupação por florestas de alto rendimento ou culturas perenes ou semiperenes (frutas/café) consorciadas com floresta nativa.

5.7.4.Subzona Geoambiental – (SZG4)

Localizada no centro-oeste da sub-bacia, com uma área de 57.069,5630 ha, e nela esta inserida na Planície de Inundação Subatual (A12) e Planaltos Baixos Ligeiramente/Moderadamente Dissecados (P21/P22), com altitude média de 120m.

Possui litotipos das Formações Superficiais, descritas na subzona anterior; e da Suíte Intrusiva Santo Antonio, com predomínio de biotita monzotranitos, biotita sienogranios, anfibólio-biotita-quartzo monzonitos, rochas híbridas.

Nesta subzona predominam os Cambissolos, moderados a mal drenados ; Latossolos Amarelos Distróficos, bem drenados; Gleissolos Cinzentos, mal drenados, bruno-escuros e franco- argilo-arenosos em superfície e bruno-amarelados e argilosos em subsuperfície.

A rocha originária predominante é o granito. Ao longo sul do limite com a unidade algumas faixas de solos foram podem terem sido desenvolvidas de arenitos.

A densidade da rede de drenagem é baixa a muito baixa, é dissecada pelos pequenos córregos dos vales, em forma de “V”, que drenam para o rio Candeias.

São encontrados, nesta subzona, Altos Estruturais/Baixos Topográficos (+B), ao norte e sul, respectivamente, cortados por lineamentos estruturais orientados SW-NE, com densidade de lineamento moderada.Os traços de juntas indicam alta densidade de traços, com tensor predominante de máximo 1, no sentido NW-SE, seguido do N-S, indicado instabilidade potencial dessa área.

Os solos do componente são pobres e ácidos na superfície e na subsuperfície; na superfície têm valores de pH variando de 4,2 a 4,6 e sua saturação de bases de 20 a 35%. Eles têm moderados níveis de carbono orgânico, e os níveis de P são médios.

O uso desta subzona é restrito tanto para lavoura como para pastagem, uma vez que apresentam-se com alta incidência de traços de fraturas. Estes traços com alta densidade nesta porção da sub-bacia, tornam esta muito instável do ponto de vista da erosão. Como já é uma região consolidada com a presença de muitos imóveis rurais já regularizados pelo INCRA, recomenda-se o uso desta subzona com restrição, sugerindo a recuperação, reflorestamento, ou consórcio de culturas perenes e semiperenes com floresta nativa.

5.7.5.Subzona Geoambiental – (SZG5)

Esta subzona localiza-se na porção central da sub-bacia a leste do rio Candeias, com uma área de 39.201,3451 ha. Ocupam paisagens ligeiramente dissecada e ondulada, com altitudes que variam de 100 a 110m.

São encontradas nesta subzona as paisagens de Planície de Inundação Subatual (A12), e Planaltos Baixos (P2), divididos em ligeiramente dissecados (P21), moderadamente dissecados (P22) e fortemente dissecados (P23). Nestes últimos encontram-se morros residuais, em áreas de sistema aberto, com trends.

Os litotipos presentes compreendem os TQi descritos na subzona anterior, e os Mac (Suíte Intrusiva Alto Candeias), onde há predomínio anfibólio-biotita sienogranitos, biotitas sienogranitos, biotita monzogranitos, quartzo-biotita sienogranitos, quartzo-biotita monzogranitos, rochas sienitóides e chanocklitóides (ch) portiríticas e pegmatóides, localmente milonitizadas.

A tipologia vegetal encontrada nesta subzona é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, que, normalmente, crescem sobre solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas e seixo superficial; e a Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, onde pode ocorrer a presença de palmeiras O sub-bosque geralmente é denso, com a presença de pequenas palmeiras e/ou cipós.

Os solos encontrados, são na sua maioria Latossolos Amarelos Distróficos, Plintossolos Distróficos, bem drenados, bruno-amarelados e argilo-arenosos; e nos morros residuais de laterita, solos Concrecionários Distróficos, escuros a bruno avermelhados, argilo-arenosos em superfície com poucas concreções ferruginosas.

Os solos desta subzona são ondulados e foram desenvolvidos de granitos e gnaissese, e os que se desenvolveram nos vales foram formados de depósitos aluviais.

Esta Subzona encontra-se sobre um Baixo Estrutural (B), com lineamento de falhas bastante truncado, resultado de um provável soerguimento que gerou um sistema aberto com muitos grabens e horts, e trends. Os lineamentos estruturam indicam predomínio NW-SE, com densidade de moderada a alta. Os eixos de variação de máximos 1 e 2 indicam predomínio NW-

SE, com eixo de variação de máximo indicando intersecção entre máximos 1 e 2, e em remetem a uma capacidade de suporte natural fraca.

São área que devido o alto grau de susceptibilidade a erosão ser marcante/forte, e a fertilidade do solo ser baixa, é recomendado o uso com reflorestamentos, horticultura; não sendo recomendado o uso para aterros sanitário, cemitério, uso efluentes sólidos e líquidos, dentre outras atividades contaminantes.

5.7.6.Subzona Geoambiental – (SZG6)

Encontra-se localizada a leste a sub-bacia, com uma área 10.959,5905 há, sobre relevo ligeiramente onduladas, dissecadas por vários vales de córregos menores, com morros, cujos topos muitas vezes têm camadas grossas de laterita.

Esta inserido na unidade fisiográfica de Planaltos Baixos Ligeiramente/Moderadamente Dissecados (P21/22), com relevo plano, suave ondulado e ondulado, com morros convexos, sem a presença de afloramentos rochosos e erosão. A drenagem é considerada boa, com permeabilidade moderada em algumas unidades e, rápida em outras.

São encontrados os litotipos Mac (Suíte Intrusiva Alto Candeias) e TQli (Formações Superficiais), ambos descritos na Subzona Geoambiental 5 (SZG5).

Os solos dominantes são Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos com declividade 2-8%, bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso, associados com Solos Concrecionários, com declividade de 8-30%, bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso, e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com declividade 2-8%, bem drenando, argiloso. Os solos foram desenvolvidos de rochas ácidas ígneas, incluindo granitos que, ocasionalmente, apresentam grãos muito grossos.

A Vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, já bastante devastada pela ação antrópica, por intermédio da criação extensiva de gado, e agricultura.

Esta se assenta sobre Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B), com direção de lineamentos estruturais SW-NE e NW-SE, que por indicar um sistema aberto, podem apresentar circulação de água intensa, importante para recarga de aquíferos e lençóis subterrâneos. Normalmente os altos estruturais podem ser considerados equilibrados, contudo, é necessário cuidados quando estes vêm acompanhados de um sistema de falha, fraturas e trends, que como consequência pode levar a erosão intensa.

A densidade de lineamentos e de traços de juntas é moderada. O mapa de eixos de variação de máximos indica a direção preferencial de deformação tectônica orientada NW-SE, apenas para o máximo 2, o que indica pouco potencial a erosão.

Como apresenta baixa capacidade a erosão, recomenda-se o uso destas terras para a pastagem e agricultura com as culturas perenes (banana e café) e temporárias (milho e mandioca).

5.7.7.Subzona Geoambiental – (SZG7)

Esta subzona localiza-se na porção centro-sul da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias e ocupa uma área de 39.201,3451 há. A mesma esta assentada sobre uma planície ligeiramente ondulada com a presença de alguns morros residuais, com altitudes médias em torno 120 metros.

As unidades fisiográficas que estão inseridas nesta subzona, são as Planície de Inundação Atual (A11), as Planícies de Inundação Subatual (A12), os Canais Abandonados (A121), os Planaltos Baixos ligeiramente /moderadamente dissecados (P21/ P22), e os Planaltos Médios Ligeiramente Dissecados (P31).

A Planície de Inundação Subatual consiste em uma planície quase plana, dissecada por vales de rios menores. As partes mais baixas da planície têm problemas de drenagem em algumas épocas do ano, principalmente de fevereiro a abril o lençol freático pode atingir a superfície. Dentro desta, três níveis podem ser distinguidos: baixa, imperfeitamente drenada; intermediária, moderadamente drenada; e alta, bem drenada.

A litologia é predominante de gnaisses e granitos que participam com a formação do solo local, encontrados nas formações TQi, Msp e PMjm.

O solo predominante nessa subzona são os Latossolos Amarelo Distróficos em terreno plano com 0-2% de declividade, bem drenado e com textura argilosa; Solos Concrecionários distróficos, com camadas de lateritas nas encostas íngremes; Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos, plano, também com camadas de laterita, são bruno-avermelhados com textura argilosa, com concreções ferruginosas; Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, com declividade 2-8%, bem drenado., argiloso, ligeiramente a muito pedregoso.

O Granito misturado com depósitos aluviais parece ser o material originário predominante do solo desta unidade.

A tipologia vegetal encontrada nessa subzona é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, que crescem sobre solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas e seixo superficial; e em menor quantidade a Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, que costumam crescer sobre Latossolos ou solos Lateríticos, medianamente profundos e bem drenados.

Ao leste esta subzona encontra-se sobre Altos Estruturais/Baixos Topográficos (+B) com moderada densidade de lineamentos estruturais, orientadas, preferencialmente, no sentido NW-SE. Os traços de junta indicam tensores no sentido NW-SE de máximos 1. O lençol freático é alto, o que o deixa quase superficial, e tornam essa área com erosão potencial eminentes; Ao centro e sudeste são encontrados os Baixos Estruturais/Baixos Topográficos (-B), com dissecação moderada e densidade de lineamento variando de baixo a moderado, com predomínio de direção NW-SE. Os traços de juntas indicam um tensor agindo sentido NW-SE, com intersecção de tensores de máximos 1 e 2, indicando uma capacidade de suporte natural fraca, tornando a área muito frágil para determinados usos, sendo os casos dos aterros sanitários, uso indiscriminado de fertilizantes e agrotóxico.

Esta área encontra-se com alto grau de ocupação, sendo os usos mais comuns, a agropecuária, com práticas de desmatamentos, queimadas e pesca.

Os solos desta subzona são geralmente muito pobres quimicamente, e se classificam como aptidão restrita a moderada, sendo necessário investimento que venham a sanar o problema de fertilidade dos solos.

Por se situar em área de sistema aberto com presença de trends, estas se tornam estruturalmente frágeis, contudo, por possuírem glebas largas, podem ser aproveitadas para agricultura e pastagem, sendo recomendado o uso com reflorestamento, cultura temporárias (arroz com casca, abacaxi, mandioca, milho) e as permanentes (coco da baía, abacate, banana, palmito, café, limão, mamão).

5.7.8.Subzona Geoambiental – (SZG8)

Encontra-se localizada a sudeste com uma área de 28.448,0598 há, sobre uma série de áreas de suaves encostas, de altitude mediana. Localiza-se sobre um Planalto Médio Ligeiramente/Fortemente Dissecado (P21/P23), caracterizado por uma dissecação intensa ocasionada por vales e pequenos córregos. A unidade é drenada a leste pelo rio Preto e seus afluentes, e a oeste pelo rio Candeias.

São encontrados litotipos Msp (Suíte Intrusiva Serra da Providência) e PMjm (Complexo Jamari). A Suíte Intrusiva Serra da Providência é constituído por arenitos, filitos, cherts arenitos, hematitos, quartzitos, anfibólio-biotita, monzogranitos e rochas básicas. Onde ocorre este litotipo a tendência à erosão é mais evidente; e o Complexo Jamari é caracterizado por um notável aleitamento tectônico dos litotipos, em condições metamórficas de alto/médio grau, envolvendo ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos, gnaisses bandados, gnaisses paraderivados (biotita-gnaisses, kinzigitos (kiz) e calcissilicatadas.

São encontrados os Argissolos Vermelho-Amarelos, Flúvio, Cascalhentos, Concrecionários, Btextural com cutans abundantes, Nítico com Bt concrecionário cascalhento de 1 a 5 cm diâmetro, associados à Argissolos Vermelhos, concrecionários, com seixos de quartzitos angulares e subangulares, seixos arredondados de lateritas, que indicam um processo gravitacional; e os Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos associado aos solos Concrecionários Distróficos, ambos bem drenados, argilosos e ligeiramente pedregosos.

Os morros, que consistem principalmente nas fortemente meteorizadas rochas básicas ígneas e metamórficas, parecem ser o material originário e predominante do solo desta unidade. Muito poucos afloramentos estão presentes.

A Floresta Ombrófila Aberta é encontrada em toda esta subzona, caracterizada por uma rede de drenagem não muito boa, e exploração florestal intensa.

Esta subzona encontra-se sobreposta a um Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B) com orientação predominante NW-SE, com densidade de lineamento moderada a baixa, com sistemas abertos, indicados pela estrutura lineamentos da rede de drenagem e a presença de grabens e horts. Os traços de juntas indicam predominância sentido NW-SE, com tensor de Máximo 1 no mesmo sentido e intersecção de Máximo 1 e 2,

São áreas instáveis pela presença de tensores de máximos 1 e 2 entrecruzados, contudo, tomados os cuidados necessários à contenção da erosão natural, podem ser utilizados para lavoura e pastagem, atividade que já vem sendo desenvolvida no local. Recomendam-se, ainda, os reflorestamentos e a horticultura.

5.7.9.Subzona Geoambiental – (SZG9)

Esta subzona localiza-se bem a sudeste da Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, abrangendo uma área de 73.320,8857 ha, sobre um relevo que variam em torno de 80 a 200 metros de altitude, planos a ondulados.

São encontras as unidades fisiográfica predominantemente Planaltos Baixos Moderadamente/Fortemente Dissecados (P22/P23) e Planaltos Médios em todos os graus de dissecação, caracterizados por Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, onde por vezes, é possível achar concreções, associados à Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, ambos com declividade de 0 a 2%, bem drenados e ligeiramente pedregosos. São localizados, ainda, Latossolo Vermelho- Escuro Distrófico, e Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico.

O Granito parece ser o material originário predominante desta unidade.

São representados nesta subzona os litotipos Msp (Suíte Intrusiva Serra da Providência) e PMjm (Complexo Jamari). A Suíte Intrusiva Serra da Providência é constituído por arenitos, filitos, cherts arenitos, hematitos, quartzitos, anfibólio-biotita, monzogranitos e rochas básicas. Onde ocorre este litotipo a tendência à erosão é mais evidente; e o Complexo Jamari é caracterizado por um notável aleitamento tectônico dos litotipos, em condições metamórficas de alto/médio grau, envolvendo ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos, gnaisses bandados, gnaisse paraderivados (biotita-gnaisse, kinzigitos (kiz) e calcissilicatadas.

A tipologia vegetal é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, como quase toda a sub-bacia, com floresta média ocupa os vales imperfeitamente drenados, com presença de buritis no fundo desses vales. Atualmente, esta cobertura vegetal encontra-se em quase toda sua totalidade devastada por manejo da agropecuária e exploração florestal. Destaque para o esgotamento dos indivíduos florestais de alto valor econômico.

A SZG9 encontra-se sobre Baixo Estrutural/Baixo Topográfico (-A) a oeste, com densidade de lineamento de pouca a moderada, e direcionamento principal SW/NE. As glebas interfluviais médias são de 2.500 metros. Os traços de juntas apresentam-se com direção preferencial SE-NW, com eixos de variação de máximos com tensor de máximo 2, o que determina a disponibilidade de uso. Ao sul apresenta-se área de Alto Estrutural/Alto Topográfico (+A) com orientação SE-NW, com densidade de lineamentos de pouca a moderada, com traços de juntas indicando tensores nas direções de deformação preferencial SE-NW e NW-SE, respectivamente, designando esta subzona como potencial ao uso.

A maioria dos solos desta unidade é álica, ou com níveis de Al elevados. Contudo, uma parte desta unidade apresenta solos relativamente férteis, localizados nas encostas dos vales.

Apesar dos solos não se apresentarem de alta fertilidade esta subzona pode ser designada para ao manejo de gado e lavoura, fato que já vem ocorrendo na área. Salienta-se a importância da conservação das reservas das propriedades, com forma de manutenção da integridade desta subzona.

5.7.10.Subzona Geoambiental – (SZG10)

Esta subzona encontra-se localizada ao sul da sub-bacia, ocupando uma área de 2.776,3097 ha, em relevos planos e declividade muito baixa, sofrendo processos de inundação pelo transbordamento do canal em cada período chuvoso. O lençol freático é alto na maior parte do período de vazante.

Esta subzona esta inserida na unidade fisiográfica Planície de Inundação Atual (A11), nesta porção da sub-bacia, é representadas pelos Latossolo Vermelho-Amarelo Distróficos, moderadamente a bem drenados, bruno e muito argilosos; Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico a Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com conteúdo de argila variando na superfície que pode ser um Btextural; Cambissolos Húmico Distróficos Concrecionários, moderadamente drenados, bruno-amarelados, argilo-siltosos e argilo-arenosos, apresentam concreções ferruginosas e alta proporção de silte. Mais próximos aos córregos encontramos Gleissolos Distróficos, associados à Latossolos Amarelos Distróficos, ambos mal drenados e argilosos.

Os litotipos presentes são os PMjm (Complexo Jamari) que segundo CPRM (1999) são representado, por rochas ortoderivadas de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e diorítica, metamorfasadas em condições de P/T condizentes com a fácies anfibolito, cujas tramas mostram larga faixa de variação granulométrica e uma considerável variabilidade nas taxas de deformação, materializada por diferentes intensidades de anisotropia estrutural.

A vegetação presente é a Ombrófila Aberta de Terras Baixas, ocupa a planície baixa, Nos fundos dos vales mal drenados, aparece grande número de buritis e palmeiras.

Apresenta-se em um Baixo Estrutural/Baixo Topográfico (-B) com um sistema de falhas aberto, indicando materiais novos. A densidade de lineamento varia de pouco a moderada, com

direcionamento SW-NE. Os traços de juntas indicam direção SE-NE com tensor de máximo 1 indicando as de capacidade de suporte natural moderada.

Por se tratar de uma área que margeia o rio, merece atenção quanto à criação de gado, práticas de desmatamentos, e queimadas. É necessário, que estas, sejam conservadas, e em casos de exploração irregular, recomenda-se a recuperação.

5.7.11.Subzona Geoambiental – (SZG11)

Esta subzona é pouco representativa dentro da sub-bacia, com apenas 1.941,9402 ha, localizada ao sul sobre paisagem moderadamente ondulada, compreende morros e grandes afloramentos de granito.

São encontrados dentro de subzona unidades fisiográficas do tipo Planaltos Médios Ligeiramente e Fortemente Dissecados (P31/P33), com solos predominantes Neossolos Litólicos Eutróficos, com declividade de 8-30%, bem drenados, argiloso, pedregoso, são cobertos por solos rasos e contém quartzo. Encontram-se, também, nos vales Latossolos Amarelos Distróficos que ocupam terrenos planos com 0-2% de declividade, mal drenado e franco; Latossolos amarelados, e Gleissolos com areia, claro, Flúvico, Psamentrico, quartzareno, recoberto por solo esbranquiçado com areia. Os grandes afloramentos rochosos, são cobertos com solos rasos.

A unidade litológica encontrada foi a Msp (Serra da Providência), Segundo CPRM (1999), foi criada para identificar um expressivo conjunto de corpos granitóides, cujo posicionamento estratigráfico foi sugerido com base em dados geocronológicos obtidos pelo método Rb/Sr em rocha total, que forneceu uma idade média de 1.400 ± 57 Ma. Os litotipos encontrados nesta unidade são os anfibólio-biotita-monzogranitos (wiborgito, piterlitos e porfiríticos), biotita-monzogranitos, biotita-senogranitos (pórfiros e equi-granulares), charnoquitos, mangeritos e rochas básicas.

A Floresta Ombrófila Aberta é a encontrada em toda esta subzona, caracterizada rede de drenagem rica em nascentes, bem acentuada, com permeabilidade de boa a moderada.

Esta subzona encontra-se Alto Topográfico (A), cuja estrutura topográfica encontra-se bastante truncada com falhas sucessivas e trends de fratura, sentido NW-SE, que impedem a identificação das morfoestruturas do tipo Alto/Baixo Estrutural. Os lineamentos apresentam pouca densidade de fraturas. As juntas indicam uma direção preferencial semelhante a dos lineamentos (NW-SE), com intersecção de eixos tensores de máximos 1 e 2.

O fato de existir intersecção de máximos 1 e 2, ou seja, duas direções preferenciais de fraturas, elevam a potencialidade natural da erosão, e torna essa área restrita para uso da agricultura, sendo considerada apta se investido capital que venha contribuir com a contenção da erosão.

Desta forma, nas áreas onde se apresentam esses máximos chamam à atenção a manutenção das coberturas vegetais naturais, ou em caso de área já explorada, a obrigatoriedade de recomposição biótica dos mesmos e/ou uso e ocupação por florestas de alto rendimento ou culturas perenes ou semiperenes, consorciadas com floresta nativa.

5.7.12.Subzona Geoambiental – (SZG12)

Esta subzona encontra-se localizada em uma extensão norte/sul com uma área de 13.629,3405 ha, e compreende vales estreitos do rio Candeias. Esta subzona é rodeada de terras altas e apresenta altitude média de 95 m.

A unidade fisiográfica encontrada é a Planície de Inundação Atual (A11), caracterizada por Latossolo Vermelho-Amarelo Distróficos, moderadamente a bem drenados, bruno e muito argilosos; Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico a Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos com conteúdo de argila variando na superfície que pode ser um Btextural; Cambissolos Húmico Distróficos Concrecionários, moderadamente drenados, bruno-amarelados, argilo-siltosos e argilo-arenosos, apresentam concreções ferruginosas e alta proporção de silte. Mais próximos aos córregos encontramos Gleissolos Distróficos, associados à Latossolos Amarelos Distróficos, ambos mal drenados e argilosos.

A unidade litológica encontrada foi o TQi (Formações Superficiais – cenozóicas) caracteriza-se por coberturas constituídas por sedimentos policiclícos que caracteriza ambientes de laterização, latossolização, argilização e sedimentação fluvial, colúvio – aluvionais (gravitacionais), que podem ou não aflorar. Apresenta textura argilosa, argilo – cascalhento, médias e arenosas; e Msp (Suíte Intrusiva Serra da Providência) cujos litotipos são anfibólio-biotita-monzogranitos (wiborgito, piterlitos e porfiríticos), biotita-monzogranitos, biotita-senogranitos (pórfiros e equi-granulares), charnoquitos, mangeritos e rochas básicas.

A Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas apresentam dossel aberto até 40%, podendo ser uniestratificado ou com emergentes. Podem ainda ser mista com palmeiras ou cipós.

O sub-bosque é geralmente denso, com a presença de pequenas palmeiras. Esta tipologia florestal situa-se ao longo do rio Candeias, e encontra-se em estado de conservação boa.

Ao sul desta subzona, encontramos seguidos e alternados Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B) e Baixo Estrutural/Baixo Topográfico (-B). Esses Altos e Baixos Estruturais encontram-se com sistema de fratura intenso, sentido NW-SE, o que incentiva a fragilidade natural da área. Nestes casos recomenda-se o manejo adequado às condições estruturais. Mas ao centro o que se encontra é um sistema aberto de falhas e fraturas, que gerou sucessivos grabens, horts e trends.

Os traços de juntas encontram-se com densidade moderada (ao centro) a alta (ao sul), com tensores orientados NW-SE, onde localizam-se intersecção de tensores de máximo 1 e 2, bem como de máximos 2, o que incrementa a vulnerabilidade natural a erosão, não sendo recomendada a retirada da cobertura vegetal.

Os solos do vale do rio Candeias são muitos pobres. Mesmo aqueles sujeitos a inundação anual, tem baixa fertilidade natural. Seu pH está normalmente no entorno de 4,0 e o teor de alumínio é muito alto. Recomenda-se para esta subzona a recuperação da floresta nativa, pois a mesma não apresenta aptidão agrícola nem para lavoura e nem para pastagem, e ainda, encontra-se as margens do rio Candeias.

5.7.13.Subzona Geoambiental – (SZG13)

Esta situa-se ao sul da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, com uma área de 26.939,1416 há, em relevo ligeiramente ondulado, com algumas colinas e afloramentos rochosos, dissecada por vales largos e rasos. A altitude média é de 160m.

Encontram-se nesta subzona as unidades fisiográficas Aluviais, sendo estas: Planície de Inundação Subatual (A12), Planalto Baixos Ligeiramente Dissecados (P21), e Planaltos Médios Moderadamente/Fortemente Dissecados (P32/P33).

Os solos encontrados são Argissolos Amarelos Distróficos, com 4-8% de declividade, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso; Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, apresentam mudança textural abrupta, são bem drenados, profundos com estrutura bem desenvolvida; Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico, franco-arenosos em superfície, mudando abruptamente para argilosos no subsolo; Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, moderadamente profundos e de estrutura bem desenvolvida. A textura muda de franco-argila-arenosa na superfície para argilosa no subsolo; e Neossolos Fluvial Psamentico, Abrupto Gleico,

mosqueado com textura media-grossa Flúvico, Abruptico, Gleico pouco Húmico textura areia barrenta fina a média, Gleico Húmico Flúvico com cascalhos de plintito alterado média a grossa, textura.

A rocha originária dos solos parece ser granito fortemente meteorizados. Os litotipos encontrados são anfibólio-biotita-monzogranitos (wiborgito, piterlitos e porfiríticos), biotita-monzogranitos, biotita-senogranitos (pórfiros e equi-granulares), charnoquitos, mangeritos e rochas básicas.

A tipologia vegetal desta subzona é a Florestas Ombrófilas Abertas Submontana, medianamente explorada por criação de gado, e exploração madeireira.

Esta subzona encontra-se localizada em um sistema de Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B) e Baixo Estrutural/Baixo Topográfico (-B), ambos circundados por falhas. A densidade de lineamentos é moderada e direciona-se SW-NE, com trends ao norte. As juntas evidenciam tensores sentido SE-NW e N-S, com intersecção de tensores de máximo 1 e máximo 2. Aliado aos fatores estruturais, os solos de baixa fertilidade, indicam aptidão restrita para agricultura, necessitando a aplicação de capital e técnica para a viabilidade dessas atividades. Em casos de já ter instalado a agricultura no local, recomenda-se o manejo de frutas como laranja e limão consorciadas com floresta nativa.

São nos Altos Estruturais/Baixos Topográficos que encontram-se as coberturas de alteração latossolizadas. Tal subzona tem uso restrito para obras sanitárias (efluentes líquidos e sólidos e adubos), por serem predominantemente arenosas, devendo ocorrer a impermeabilização destas. A mecanização é considerada moderada a restrita.

5.7.14.Subzona Geoambiental – (SZG14)

Esta subzona localiza-se na porção sul da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias e ocupa uma área de 16.995,7047 ha. Situa-se em um relevo bem dissecado, com muitos morros, usualmente coroados com afloramentos rochosos.

Nas unidades fisiográfica encontradas estão os Planaltos Médios Moderadamente Dissecados (P32), e os Planaltos Altos Ligeiramente Dissecados (P41), onde são encontrados os solos Litólicos Eutróficos. Esta tipologia corresponde a solos que, geralmente, encontra-se em terrenos cuja declividade é forte. Frequentemente são predegosos e devido a sua escassa profundidade e relevo dificilmente são agricultáveis. Encontram-se, ainda, os Latossolos

Amarelos Distróficos que ocupam terrenos planos com 0-2% de declividade, mal drenado e franco.

Os solos do fundo dos vales são amarelo-acinzentados, de textura franca na superfície mudando para argilosa sub-horizontes. Muitos mosqueados cinzentos são encontrados abaixo de 35 cm de profundidade; estes solos são imperfeitamente drenados e sujeitos a inundação anual. Eles classificam-se como Gleissolos Eutróficos.

A maioria dos solos desta unidade tem baixa fertilidade natural. As encostas dos topos parecem ser ligeiramente mais férteis. As encostas altas das colinas têm solos com valores altos de saturação de bases, mas são, na maioria, rasos e pedregosos.

O Granito parece ser o material originário dominante destes solos.

As unidades litológicas encontradas foram os TQli (Formações Superficiais – cenozóicas), que segundo CPRM (1999), caracteriza-se por lateritos imaturos, regionalmente distribuídos, representam tipos com baixo grau evolutivo, caracteristicamente plintíticos e petroplintíticos mostrando perfis geológicos simples, que permitem observar, onde preservados, uma estruturação geral que consiste horizontes bem definidos, a saber: horizonte de solo, no topo; horizonte colunar/concrecionário; horizonte mosqueado; horizonte pálido e rocha-mãe na base; e os PMjm (Complexo Jamari) caracterizados por um notável aleitamento tectônico dos litotipos, em condições metamórficas de alto/médio grau, envolvendo ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos, gnaisses bandados, gnaisse paraderivados (biotita-gnaisse, kinzigitos (kiz) e calcissilicatadas.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana encontra-se em toda a unidade, possui dossel bem distinto, com indivíduos emergentes e sub-bosque estratificado. Estas encontram-se em avançado processo de ocupação.

Esta subzona encontra-se sobre um Alto Estrutural/Alto Topográfico (+A) com alto grau de falhamento e fraturamento, como pode ser visto pela dissecação desta subzona. Os lineamentos estruturais apresentam-se orientados SW-NE, com densidade moderada, promovendo o aparecimento de áreas frágeis do ponto de vista a suscetibilidade natural à erosão. Os traços de juntas apresentam-se intensificados, As direções de máximos indicam intersecção de máximos 1 e 2, sentido preferencial SE-NW.

A maioria dos solos desta unidade tem baixa fertilidade natural. Os solos das encostas colinas e topos das colinas parecem ser ligeiramente mais férteis. O encostas altas dos morros

tem solos com valores altos de saturação de bases, mas são, na maioria, rasos e pedregosos, o que inviabiliza o uso para pastagem e lavoura.

O uso com agricultura é restrito nesta subzona, embora pouco menos de 50% dos solos desta subzona tenham nível aceitável de fertilidade. As encostas íngremes e altos níveis de pedregosidade fazem a unidade inapta para manejo com culturas e pastagem.

5.7.15.Subzona Geoambiental – (SZG15)

Esta subzona encontra-se ao sul da região estudada, representada por 21.371,9153 ha. Encontra-se altamente dissecada, com a presença de muitos vales rasos, geralmente menores a 1 km de largura e 50 m de profundidade.

Os Planaltos Médios Moderadamente Dissecados (P32) são predominantes, e caracterizam-se por apresentar: relevo plano a suave ondulado, sem pedregosidade aparente; drenagem é boa e permeabilidade rápida.

Os solos encontrados são os Latossolos Vermelho Amarelos distróficos, variam consideravelmente na profundidade efetiva devido à proximidade do material originário e à inclinação da encosta. Material originário (granito) recém meteorizado é encontrado em todos os horizontes, freqüentemente misturado com plintita endurecida (concreções) nos subhorizontes; e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico, bruno-amarelados da peneplanície, apresentam estrutura bem desenvolvida, textura argilosa, são bem drenados e algumas vezes concreções; Latossolos Amarelos Distróficos que ocorrem em terreno suavemente ondulado de 2-8% declividade, bem drenados, franco, em associação com solos Concrecionários Distróficos, em terreno ondulado de declividade 8-30%, bem drenados, argiloso e ligeiramente pedregoso. São encontrados também, a oeste do rio Candeias os Cambissolos que acontecem em terreno plano com 0-2% de declividade, bem drenado, textura argilosa, associado com Solos Aluviais Distróficos, com 0-2% de declividade, moderadamente drenado e textura argilosa.

A rocha originária, geralmente granito, parece ter sido fortemente meteorizada. Nas encostas, há superfícies de granito de Rondônia.

As unidades litológicas encontradas são os PMjm (Complexo Jamari) caracterizados por um notável aleitamento tectônico dos litotipos, em condições metamórficas de alto/médio grau, envolvendo ortognaisses graníticas, granodioríticos, tonalíticos, gnaisses bandados, gnaisses paraderivados (biotita-gnaisses, kinzigitos (kiz) e calcissilicatadas.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana ocupa quase toda essa subzona, e encontra-se em estado avançado de ocupação, com uso de agricultura e exploração de madeira, via corte seletivo. A Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, ocupa uma pequena porção ao norte, com ocupação incipiente.

A fertilidade dos solos oriundos desta subzona é baixa, e apresentam alto nível de alumínio.

Esta subzona encontra-se sobre um Alto Estrutural/Alto Topográfico (+A), com direcionamento de lineamentos estruturais SW-NE, com moderada a alta (ao centro) densidade de falhas. Os traços de juntas orientam-se SE-NW, com densidade de alta a muita alta, com eixos de máximos dominantes SE-NW e N-S, respectivamente, o que determina o comportamento de uma fragilidade elevada quando da remoção da cobertura vegetal, promovendo assim, uma aceleração na erosão. A grande densidade de lineamentos e de determina um enorme grau de dissecação em toda área.

Os melhores solos são encontrados nas partes mais altas, são medianamente aptos de lavouras, mas com restrição de uso aliado a aplicação de investimento que visem à melhoria da fertilidade. Os solos das encostas são de aptidão restrita para pastagem.

Recomenda-se a recuperação das áreas já exploradas, na impossibilidade (por exploração já estabelecida), sugere-se o uso com restrição de rotação de culturas permanentes e culturas temporárias, procurando minimizar os problemas estruturais e de fertilidade, inerentes a esta subzona.

5.7.16.Subzona Geoambiental – (SZG16)

Esta subzona localiza-se a sudoeste da sub-bacia, com uma área de 8.226,7750 ha, em um relevo ligeiramente ondulado, com altitude média de 170m. Apresenta poucos córregos , a maioria destes, estreitos, profundos, e perenes.

São encontrados nesta subzona os Planaltos Médios Fortemente Dissecados (P33), que apresentam-se bastante dissecadas, resultando em um relevo bastante desgastado, com declividade em torno dos 8%, e interflúvios estão em torno de 2.606 metros e 3.200 metros. A drenagem apresenta-se boa com permeabilidade moderada.

Verificou-se a presença de Argissolos Vermelho-Amarelos, Nítico, Flúvio Cascalhento Concrecionário, Btextural com cutans abundantes, Nítico com Bt Concrecionários cascalhento de

1 a 5 cm diâmetro, associados à Argissolos Vermelhos, Concrecionários, com seixos de quartzitos angulares e subangulares, seixos arredondados de lateritas, que indicam um processo gravitacional; Concrecionários Distróficos, bruno-avermelhados com textura argila-pesada, bem desenvolvidos e com muitas concreções ferruginosas e ferro-mangnesianas, inclusive dentro de 30 cm da superfície. São de baixo nível de fertilidade com declividade entre 6 e 45%; Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, são bruno-avermelhados com textura argilosa, bem desenvolvidos e com muitas concreções ferruginosas preto-avermelhadas, muitas vezes presentes até na superfície. Geralmente, eles têm baixo nível de fertilidade e o relevo varia entre 0 e 8%.

Os solos dessa subzona têm níveis de fertilidade de média a baixa. Os Gnaisses e granitos são os principais materiais de formação do solo desta unidade.

As unidades litológicas encontradas são os da Suíte Intrusiva Santo Antonio, constituída, na sua maior parte, por biotita monzogranitos, biotita sienogranitos, anfibólio-biotita-quartzo.

Esta subzona encontra-se sobre um Alto Estrutural/Alto Topográfico (+A), com os lineamentos estruturais sentido SO-NE, com densidade de lineamentos muita alta. O mapa traços de juntas apresenta-se com orientação predominante SE-NW, com densidade de traços de fraturas alta a muito alta, e eixo de máximo indicando a direção potencial para deformação SE-NW.

Esta subzona apresenta níveis de fertilidade baixa a muito baixo. O uso agrícola e pastagem são restritos devido à qualidade dos solos, presença de concrecionários e da alta densidade de fraturas e falhas, sendo proposto a manutenção da floresta natural, manejo florestal, e/ou aplicação de técnica e capital para a agricultura, que pode ser com rotação de culturas permanentes.

5.7.17.Subzona Geoambiental – (SZG17)

Esta subzona encontra-se localizada a sudeste da subzona, com uma área de 36.734,8868 ha, sobre um relevo de planície ligeiramente ondulado, baixo e dissecado por alguns córregos.

São encontrados nesta subzonas os Planaltos Baixos Ligeiramente e Fortemente Dissecados (P21 e P22). Estas unidades fisiográficas apresentam como solos predominantes os Latossolos Amarelos Distróficos, eles são amarelo oliva, profundos e moderadamente drenados; Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, têm cores bruno-amareladas, são profundos e bem drenados. A textura muda de franco-argilo-arenosa na superfície para argilosa nos horizontes subsuperficiais. A quantidade de fragmentos de quartzo decresce em profundidade

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, encontrados nas encostas dos morros são também bruno-amarelados, profundos e bem drenados. A textura muda de franco-argila-arenosa na superfície para argilosa em subsuperfície. Ocasionalmente, fragmentos de quartzo e poucas concreções ferruginosas.

Os Plintossolos Pétricos Distrófico imperfeitamente drenados que ocorrem ao longo dos córregos têm alta variação de textura; dentro de alguns centímetros podem mudar de argila a areia.

A maioria dos materiais de formação dos solos desta unidade é uma mistura de rochas ígneas e metamórficas ácidas.

O TQi (Formações Superficiais), encontrados nesta subzona são constituídas por sedimentos policíclicos que caracteriza ambientes de laterização, latossolização, argilização e sedimentação fluvial, colúvio – aluvionais (gravitacionais), que podem ou não aflorar. Apresenta textura argilosa, argilo – cascalhento, médias e arenosas

A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, cobre os morros e as planícies baixas, e Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, em épocas de inundação encontra-se ao longo dos fundos dos vales. Aproximadamente 70% dessas tipologias vegetais, nesta subzona, ainda encontram-se intactas.

Estas encontram-se em um Alto Estrutural/Baixo Topográfico (+B) ao norte e leste, e Baixo Estrutural/Baixo Topográfico a oeste e sul. Os Altos Topográficos incrementam a maior lixiviação e oxidação; enquanto os Baixos Topográficos remetem a maior redução e retenção de elementos químicos.

Os lineamentos estruturais presentes, indicam direção SW-NE, com densidade de lineamentos moderada, contudo, não apresenta intersecção de lineamentos. Os traços de juntas indicam pouca à média densidade. Estas áreas não indicam o aparecimento de erosão natural, uma vez que não apresentam um sistema de falha e fratura denso.

Os solos desta unidade têm níveis de fertilidade baixos a muito baixos. Uso agrícola restrito, sendo aptos para pastagem plantada, manejo florestal ou reflorestamento. O uso para construção estradas e edificações é considerado moderado, e restrito para uso de afluentes líquidos e sólidos, e aterros.

5.7.18.Subzona Geoambiental – (SZG18)

Esta subzona localiza-se a sudeste da área estudada, com 14.562,7528 ha, é composta por um planalto de arenito, incluindo escarpas perpendiculares e pés de encosta adjacentes.

Planalto Alto (P4) são encontrados nesta subzona nos três níveis de dissecção (Ligeiramente, Moderadamente e Fortemente), caracterizados pelos Cambissolo Distrófico encontrados nesta subzona são muito rasos e imperfeitamente drenados, desenvolvidos de arenitos intercalados; Neossolos Distróficos arenosos das encostas íngremes e das escarpas são muito rasos e também desenvolvidos de arenitos. São excessivamente drenados e muito susceptíveis à erosão; e os Latossolo Amarelo distrófico, dos pés das encostas, originados de material transportado das colinas adjacentes são profundos e moderadamente drenados. Poucos afloramentos de arenitos projetam-se dos fundos dos seus vales.

Os solos do fundo dos vales são considerados os mais férteis, enquanto os demais desta subzona e apresentam baixa fertilidade.

A rocha originária predominante dos solos é o arenito.

A Formação Palmeiral encontrada é caracterizada por seqüências sedimentares relativamente delgadas, tal como é mostrado por muitos testemunhos (reliquias de erosão) sobre substrato mais velho. Elas representam o assim chamado fácies condensado, depositadas em bacias arqueadas em forma de pires, com subsidência relativamente baixa e deposição em um ambiente plataformal. São encontrados os ortoquartzitos esbranquiçados, arenitos ar-coseanos subordinados, com estratificação cruzada, arcó-seo e conglomerados; tubos abundantes (CPRM,1999)

A floresta predominante é o contato Savana/Floresta Ombrófila descritas como feição para a chapada dos Parecis, em terrenos antigos do paleozóico, ocorrendo também em terrenos de relevo dissecado de mesozóico e pleistoceno. Os solos são geralmente pobres. As transições mais significativas são entre as savanas abertas (parque) e florestas ombrófilas abertas com palmeiras e cipós.

Esta subzona encontra-se localizada em um Alto Estrutural/Alto Topográfico muito truncado por falhas e fraturas, com a presença de um sistema aberto aparente, o que deixa o uso para agropecuária limitado. Os lineamentos orientam-se preferencialmente SW-NE, com densidade de lineamentos estruturais de moderada a alta, mais ao sul da subzona. Os traços de juntas apresentam-se eixo de tensores sentido SE-NW de máximo 1e Máximo 2, respectivamente.

A densidade de juntas encontra-se classificada de alta a muito alta. Os dados obtidos com a morfoestrutura e morfotectônica indicam uma área muito frágil do ponto de vista natural, não sendo recomendado o uso para agropecuária ou qualquer outra atividade que necessite a retirada da vegetação natural.

Uma vez que a mesma ainda encontra-se intacta sem interferência humana, os solos na sua maioria apresentam pouca fertilidade e bastante dissecados, recomenda-se o uso direcionado a áreas de conservação.

5.7.19.Subzona Geoambiental – (SZG19)

Esta subzona encontra-se localizada a sudeste a área de pesquisa, com área de 44.792,7537, esta unidade compreende um complexo de paisagens, que pode ser caracterizado como uma planície ligeiramente ondulada, dissecada por poucos pequenos córregos e com afloramentos de granito, encostas íngremes, muitas vezes com colinas com capas de laterita e savanas arenosas naturais (campo limpo misturado com campo sujo). Compreende também uma série de relevos tabulares elaborados sobre rochas meta-vulcano sedimentares. Com diferentes graus de dissecação e dimensões interfluviais.

A Planície Atual Subatual (A12), os Planalto Baixo Fortemente Dissecado (P23), os Planalto Médios Fortemente Dissecados (P33), caracterizam-se por apresentar solos do tipo Latossolos Vermelho Amarelos de textura argilosa, bem desenvolvidos, moderadamente drenados, de baixa fertilidade e profundos; Solos Concrecionários são capeados com laterita, têm textura argila pesada e são bem desenvolvidos. No entanto, muitas concreções ferruginosas e ferro-magnesianas estão normalmente presentes dentro de 30cm da superfície. Geralmente sua fertilidade é baixa; Neossolos Quartzarênicos Distróficos de cores escuras, são ricas em matéria orgânica; Cambissolos Distróficos que compreende solos quase que sem vegetação, com afloramentos de granitos (profundidades menor que 50cm), e excessivamente drenados; e os solos Gleissolos Distróficos ao longo dos rios, têm textura e drenagem variadas; geralmente apresentam cores cinza e são mal drenados.

Estes solos têm baixa a muito baixa fertilidade, como é mostrado pelos valores de $\text{pH} < 4,5$ e pelos altos níveis de saturação de alumínio.

O Gnaisse e granitos de Rondônia e alguns depósitos residuais de areia são os principais materiais de formação dos solos desta unidade, sendo encontrada a unidade Mst (Suíte

Intrusiva Santo Antonio), litologicamente é constituída por quartzo-alcalifeldspato-granito, faialita-clinopiroxênio-quartzo-alcalifeldspato-sienito, cortados por meladorito simplutônico.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana é dominante em toda a Subzona, seguida da Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas e a Formação Pioneira sob a influência Fluvial Herbácia e/ou Gramíninóide. A Floresta Ombrófila Aberta Submontana de altura média, cobre as colinas e planícies da floresta, enquanto Formação Pioneira cobrem os setores arenosos, e a Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, com épocas de inundação, está presente ao longo dos fundos dos vales.

Esta subzona encontra-se sobre vários Altos Estruturais/Altos Topográficos (+A) (leste e oeste), com um denso padrão de drenagem dentrítico. Ao norte, observa-se um sistema de falhas sentido SE-NW, truncadas sugerindo um sistema aberto, e ao sul, um Baixo Estrutural/Alto Topográfico (-A) sobre área bastante dissecada. Toda esta subzona encontra-se com densidade de lineamentos moderado. O mapa de traço de juntas indica a direção preferencial de deformação desta área SE-NW, e densidade de fratura alta, evidenciando o fraco potencial natural da mesma.

Neste caso, é uma subzona naturalmente susceptível a erosão, uma vez que apresentam moderada densidade falhas, alta densidade fraturas e até mesmo trends de fratura, agregado a baixa fertilidade do solo, entre outros fatores associados aos estudos efetuados, indicam que mesmo com aplicação de técnicas e tecnologias que minimizem a erosão, estas não serão suficientes, e apenas protelarão a erodibilidade natural dessa subzona.

Salienta-se, que esta atualmente esta área é ocupada por população indígena, que é protegida por Lei.

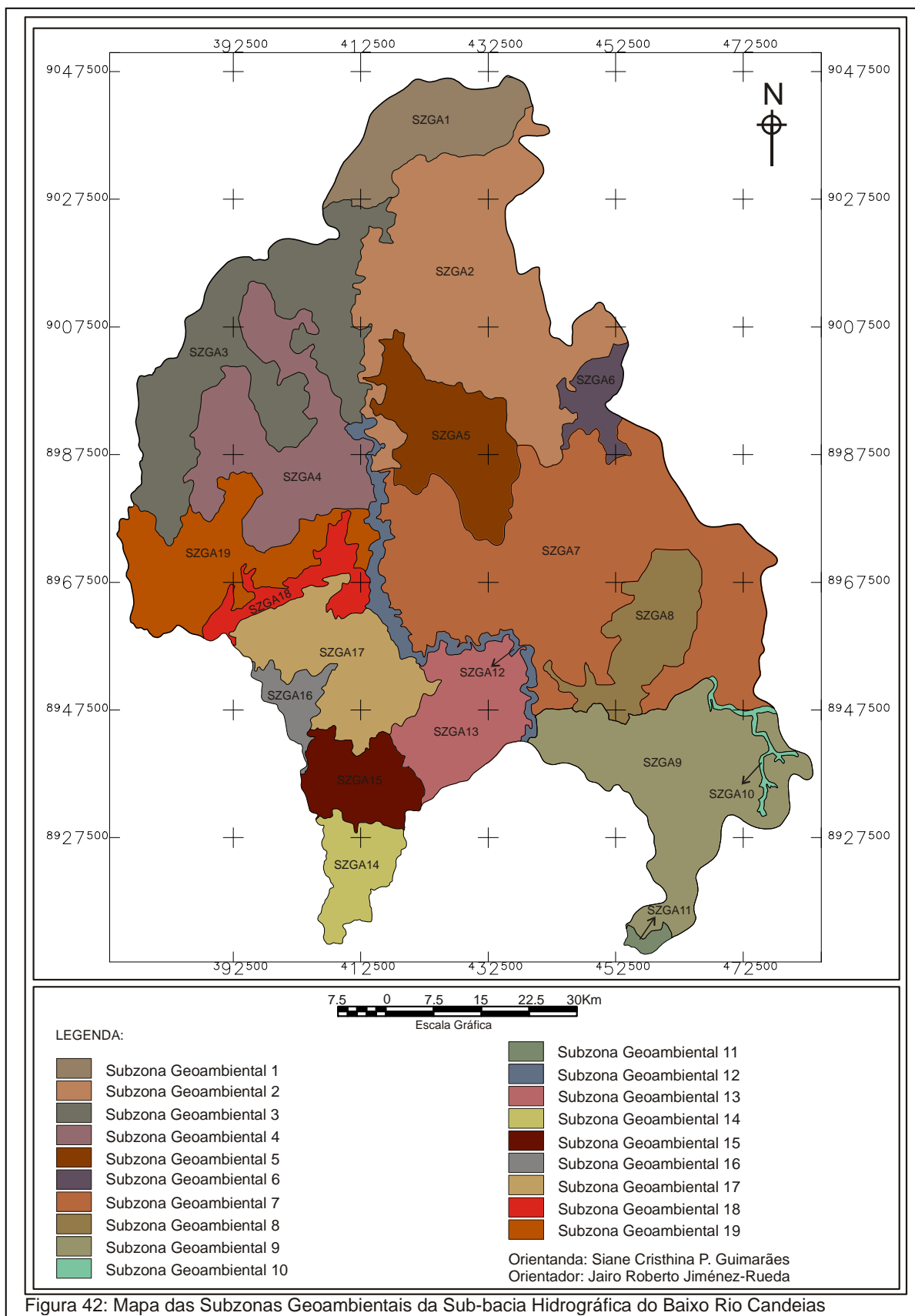


Figura 42: Mapa das Subzonas Geoambientais da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias

5.8. Carta Temática de Uso

Em uma análise geral desta sub-bacia, o primeiro obstáculo/limitação é a baixa fertilidade dos solos. Inerente a esta, o meio físico apresenta-se com alta densidade de falhas, principalmente, a SE, onde estas se aglomeram em função do rio Preto e seus afluentes, que apresentam um sistema de fratura proeminente e acentuando. Na porção W, em alguns pontos mais isolados, a densidade de fraturas é mais proeminente, indicando a necessidade de cuidados quanto ao uso.

O impedimento, quanto à fertilidade do solo pode ser incrementada por meio da aplicação de tecnologias e capital, entretanto, as falhas presentes podem configurar-se em fator limitante ao manejo das áreas. É necessária, uma avaliação individualizada, considerando as demais variáveis descritas nas subzonas, para indicar o uso de cada classe.

Dentro deste contexto, foi realizada uma análise integrada das cartas de morfoestruturas, fisiografia, e todos os dados gerados no decorrer da pesquisa, o que proporcionou uma compreensão do meio físico permitindo a geração da carta temática de uso, com uma leitura simples, cuja finalidade é facilitar a sua utilização pelos órgãos de planejamento urbano municipal e/ou estadual e a comunidade em geral, orientando a escolha do uso do solo para finalidades específicas (Figura 42).

- Descrição das Classes Geoambientais de Uso

Apta (cor verde) – Esta classe ocupa 32,5% da sub-bacia, possui potencial a erosão natural baixa. Apresentam-se com baixa fertilidade do solo ao norte, e fertilidade relativamente boa a sudeste. Encontra-se com um sistema de falhas aberto, e moderada densidade de falhas e fraturas, contudo, apresentam glebas largas o que as torna aptas para o uso com agropecuária. Chama-se a atenção que a prática da pastagem as margens dos rios, que podem inviabilizar esse uso, pelo esgotamento do solo, uma vez que são áreas que apresentam o lençol freático alto.

São áreas que já estão muito ocupadas (SZGA2, SZGA8, SZGA9), e apesar das limitações naturais (solo e estrutura), ainda podem se tornar adequadas para a criação de gado e plantio de culturas permanentes (Urucum, tangerina, pimenta do reino, palmito, laranja, limão, côco e banana) e temporárias (abacaxi, amendoim, mandioca, melancia e milho), devido o relevo se apresentar predominantemente plano, glebas largas e circulação de água intensa.

Ao sul, onde encontramos a SZGA 8 e SZGA9 encontram-se as áreas com menores problemas com a fertilidade dos solos, mas que ainda assim, por estarem sobre Altos Estruturais em altos Topográficos necessitam de cuidados com a erosão e contaminação, principalmente em obras de aterro sanitário, fossas sépticas e cemitério devendo-se proceder a impermeabilização destas coberturas evitando a contaminação dos lençóis freáticos. Ao longo do rio Candeias, pode-se praticar a pesca artesanal e de subsistência, bem com a implantação de tanque-redes.

Moderada (cor verde claro) – esta classe representa 30% da sub-bacia, e apresenta potencial à erosão moderado. É menos estável que a anterior, e diferem principalmente, pela dissecação do relevo, neste caso, com grande concentração de traços de fraturas e presença de morros bastante dissecados. Apresenta solos de baixa fertilidade, e sobre o domínio fundamentalmente dos altos Estruturais/Baixos topográficos, principalmente a SZGA13 e SZGA17, o que torna a área muito susceptível a erosão.

Nestas coberturas, por serem predominantemente arenosas e possuírem lençol superficial, não é recomendado a construção de aterros sanitários, implantação de cemitério, fossas sépticas, lagoas de rejeitos industriais e lagoas de captação e infiltração de águas pluviais em virtude destas possuírem, obras de saneamento básico com estação de tratamento, e uso indiscriminado de fertilizantes e agrotóxico, sendo necessário a impermeabilização destas áreas com concreto ou asfalto.

É recomendado o manejo de culturas perenes e temporárias consorciadas, bem como, o uso para pecuária (exceto SZGA13 e SZGA17). De maneira geral, sanadas as limitações inerentes a fertilidade e erosão podem aumentar a produtividade, contudo se manterão inferiores com relação à classe I (apta).

Restrita (cor laranja) – Esta classe ocupa 28% das áreas representadas, e possui alto potencial a erosão. São as áreas mais problemáticas de toda a sub-bacia, justamente por apresentar alto o grau de dissecação. No caso da SZGA14, SZGA15 e SZGA16 o problema se agrava, haja vista, se tratar de área de Planaltos Altos/Médios muito dissecados, por uma alta densidade de traços de juntas, o que determina esta área como extremamente susceptível a erosão (muito instável). A indicação seria para a manutenção da cobertura vegetal natural, como já são áreas exploradas,

recomenda-se a obrigatoriedade de recomposição biótica dos mesmos e/ou uso e ocupação por florestas de alto rendimento ou culturas perenes ou semiperenes consorciadas com floresta nativa.

A SZGA7 (parte) representada pela unidade de fisiográfica de Planície de Inundação Subatual plana e dissecada por vales de rios menores, ocorrendo inundações em algumas partes do ano, e por se encontrarem sobre um Alto/Baixo Estrutural favorece a manutenção de problemas oriundos do excesso de água, e em consequência problemas de tecnologias aplicadas a preparo das lavouras, como por exemplo a mecanização. Possui uso restrito para obras enterradas e como fonte de empréstimo de material para a construção civil (areia e argila).

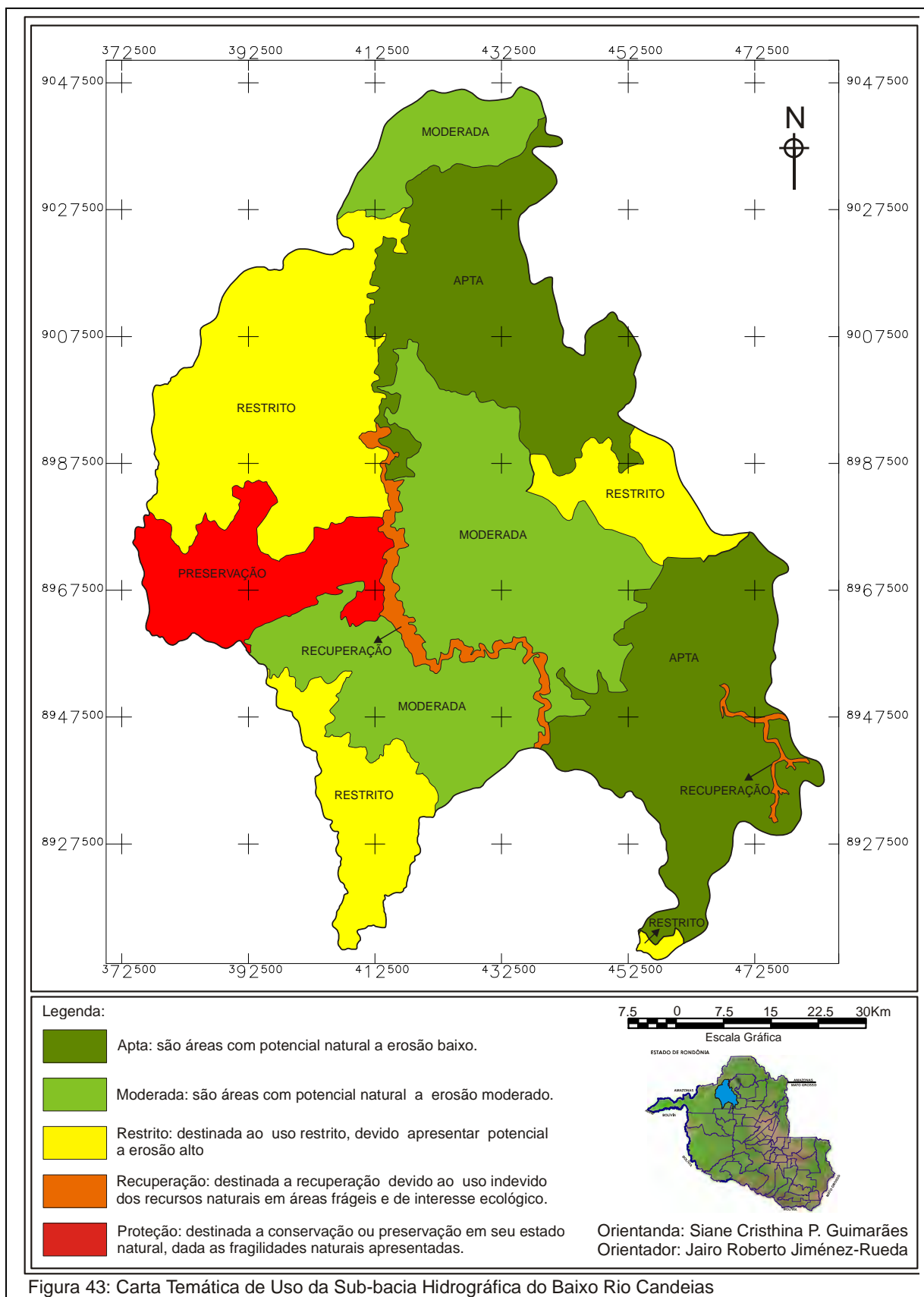
Recuperação (cor amarela) – Estas classes ocupam apenas 2% de toda a sub-bacia. São áreas que compreendem a SZGA12 e SZGA10, ambas as planícies de inundação, de baixa fertilidade natural dos solos. Estas encontram-se sobre um sistema de falha moderada/alta, com a presença de tensores cruzados, o que incrementa a vulnerabilidade natural à erosão, não sendo recomendada a retirada da cobertura vegetal.

Recomenda-se para esta subzona atividades pesqueiras, como a criação de peixes em tanque redes e/ou a pesca artesanal; a recuperação das áreas de preservação permanentes. Chama-se a atenção quanto à restrição de uso de efluentes líquidos e sólidos nesta área.

Preservação (cor vermelha) – Representam 7,5% da área trabalhada. São áreas que se apresentam com alto grau de dissecção, representadas por planaltos altos bastante dissecados. São inviáveis para uso muito intensivo (lavoura), bem como usos menos intensivos (silvicultura ou pastagem natural). São representadas nesta classe pelas SZGA18 e SZGA19, caracterizadas por solos de baixa fertilidade natural, e susceptibilidade natural a erosão muito alta.

Apresenta muitos morros residuais, que foram classificados como áreas inaptas, uma vez, não terem tamanho tabular suficiente que justifique um investimento, sendo recomendado para uso à conservação.

São áreas que mesmo com a aplicação de técnicas que minimizem a erosão, não serão suficientes, e apenas protelarão a erosão natural, sendo indicado para a preservação da flora e fauna, pesquisa científica, e ecoturismo.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias, assim como todo o Estado de Rondônia vem sofrendo com o uso indiscriminado dos recursos naturais. A situação dos recursos hídricos e a utilização da água como um recurso renovável a ser preservado, vem buscando metodologias que indiquem/direcione o uso deste recurso de forma sustentada.

O estudo agora finalizado teve como objetivo o uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas na avaliação do processo de mudanças de uso da terra para subsidiar o planejamento de bacias hidrográficas, utilizando a sistemática de Zoneamento Geoambiental.

O Zoneamento Geoambiental subsidia o planejamento ambiental do uso e ocupação da terras, e a otimização do manejo dos recursos naturais, indicando as potencialidades e/ou limitações do meio físico e suas condições para sustentabilidade de acordo com os diversos interesses econômicos. Por meio da integração e compartimentação de características oriundas do meio físico, permite estabelecer condicionantes econdinâmicos que estão em equilíbrio/desequilíbrio atual, facilitando uma melhor indicação ou orientação quanto à ocupação, buscando minimizar e recuperar os ambientes de acordo com a capacidade de suporte.

Os estudos realizados por meio de levantamentos integrados dos recursos naturais, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica, foram fundamentais na elaboração e conclusão dos objetivos propostos, e proporcionaram a adoção do procedimento metodológico para conduzir à delimitação de unidades geoambientais, com suas devidas restrições de uso.

Por meio da interpretação dos dados drenagem, altimetria em imagens de satélites foram analisados e avaliados as deformações morfotectônicas, identificando falhas e fraturas, fundamentais na diferenciação de áreas instáveis e conseqüentemente, potenciais a erosão natural. A densidade ou intersecção dessas estruturas e seu grau de fraturamento e/ou falhamento, proporcionaram a identificação da espacialização das concentrações. A morfoestrutura com as deformações do tipo alto/baixo estrutural, é outra análise de fundamental importância no zoneamento geoambiental, e quando associados às formas topográficas do relevo contribuem para melhor planejar obras de engenharia e recursos agrícolas, enfatizando a importância de diferentes usos, para diferentes ambientes.

A interpretação e descrição das unidades fisiográficas, permitiram uma análise da dinâmica e evolução da paisagem, que vieram sugerir abatimentos e soerguimentos com o aparecimento de grabens e horts, identificados pela grande quantidade de falhas truncadas, principalmente da planície de inundação subatual. Estas informações vieram somar aos resultados finais alcançados, dada sua importância para o planejamento local, compatibilizando possibilidades e limitações do ambiente natural e seus recursos.

Para a avaliação das condições das terras da Sub-bacia, foram ainda, utilizados dados litológicos, pedológicos, grau de ocupação atual e os dados das subzonas propriamente ditas, que vieram complementar os estudos anteriormente citados, e que juntos originaram um mapa síntese integrado.

O trabalho obteve como resultado uma carta síntese de uso da terra, em concordância com o grau de restrição imposto pela potencialidade natural à erosão, gerando cinco classes de uso, que variaram em função das características físicas inerentes a cada uma dessas classes, e que irão indicar áreas de uso apto, moderado, restrito, recuperação e proteção

Outras áreas, consideradas suscetíveis à erosão, portanto, frágeis naturalmente, foram indicadas para recuperação, por meio de reflorestamentos. Outras igualmente frágeis, mas sem ocupação humana, foram indicadas para preservação, com intuito de prevenir de impactos ambientais negativos a dinâmica da paisagem.

A Sistemática de Zoneamento Geoambiental mostrou-se muito eficaz, como parte do processo de planejamento do uso da sub-bacia, permitindo analisar e ordenar as características naturais do meio ambiente, tendo como ponto de partida da análise de sua estrutura (base de sustentação para o equilíbrio de qualquer atividade), tornando o estudo muito mais consistente e confiável, fornecendo subsídios para o processo de planejamento urbano/rural da sub-bacia, nos quais se recomenda que as áreas a serem mapeadas obedçam limites geográficos (bacias hidrográficas).

Devem-se ressaltar a importância do zoneamento como instrumento orientador do poder público e a sociedade sobre a necessidade de criação e demarcação de unidades de conservação, oriundas das fragilidades naturais de alguns ambientes.

O uso de Sistemas de Informações Geográficas e técnicas de Sensoriamento Remoto contribuiu para a análise e criação de todos os dados, e o Zoneamento Geoambiental mostrou-se

eficaz na organização da sub-bacia, e indicado como gerador de subsídio à gestão ambiental, e orientação de políticas públicas de interesse da comunidade.

Vale ressaltar, que os trabalhos desenvolvidos com sensoriamento remoto, para a interpretação, análise e elaboração de mapas temáticos em escalas maiores, recomenda-se o uso de imagens orbitais com melhores resoluções espaciais.

A aplicação dessa sistemática em bacias hidrográficas foi positiva e importante, uma vez que foram respeitados os limites naturais desta unidade de paisagem, que tem toda uma funcionalidade própria, com características inerentes a este ambiente, portanto pode ser planejada de forma sustentada, para assim, a população usufruir deste espaço de forma organizada.

Para o melhor funcionamento da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, recomenda-se:

1. Reflorestamento das áreas de mata ciliar, com espécies nativas, observando um nível adequado de diversidade biológica para que a floresta e seus componentes se recuperem de forma completa, obedecendo às condições necessárias ao desenvolvimento sustentável;

2. Atuação dos órgãos públicos no monitoramento das reservas, políticas de conscientização da sociedade, adesão e desenvolvimento de tecnologias e incentivos, que permitam aos agricultores e produtoras a recuperação de áreas degradadas;

3. Que sejam coibidas, de forma mais efetiva, as práticas de corte e queimadas da floresta tropical em áreas de morros, principalmente, onde a composição dos solos seja arenosa e siltosa;

4. Que sejam monitoradas, de forma mais efetiva as empresas que atuam com beneficiamento de pele de animais (curtumes) e despejam efluentes contendo metais pesados no leito da sub-bacia do rio Candeias;

5. A criação de cursos profissionalizantes nas áreas de piscicultura e de tecnologia do pescado, especificamente para os municípios em que os pescadores desenvolvem a atividade de criação de peixes em tanques-rede;

6. Aproveitar racionalmente a matéria prima disponível na região, acessível ao pescador ribeirinho, a baixo custo;

7. Monitoramento das atividades de dragas de extração de areia, que operam sem critérios ambientais, com indícios de comprometimento da biodiversidade da sub-bacia do Rio Candeias;

8. A viabilização de programas e projetos, incluindo educação ambiental e capacitação tecnológica;

7. BIBLIOGRAFIA

ANGRA, KLONDY LÚCIA DE OLIVEIRA. Visão Colonizadora e Desenvolvimento de Rondônia. SESC: Serviço Social do Comércio. Rondônia. www.primeiraversao.unir.br/artigo137, acesso em 25 de março de 2007.

BATISTA XAVIER, Israel. Desenvolvimento Sustentável em Rondônia: Políticas Públicas, Desmatamento e Evolução Socioeconômica. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2001. Dissertação de Mestrado

BECKER, B. E EGLER, C. Detalhamento da Metodologia do Zoneamento Ecológico Econômico pelos Estados da Amazônia Legal. SAE: Secretaria de Assuntos Estratégicos. Brasília-DF, 1997.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboços Metodológicos. USP. Instituto de Geografia. Caderno de Ciências da Terra (13). 1972. São Paulo. P.1-27. Tradução: O.Cruz. Publicado originalmente na Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest, Toulouse, 39 (3), 249-272, 1968 sob o título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse methodologique.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.20 Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 668p.

BORTHOLO JR., ROBERTO S. & BURSZTYN, MARCEL. Amazônia Sustentável: Estratégia de Desenvolvimento Rondônia 2020. Brasília, IBAMA, 1999.

CAMARA, G. & MEDEIROS, J.S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D. Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura. Editado por Eduardo Delgado Assad; Edson Eyji Sano. 2 edição,. Ver e ampl. – Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CPAC, 1998. (3-11). 434p.

CAETANO, N.R. Utilização de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informação Geográfica na fase de Planejamento do Projeto de Rodovias. Estudo de caso. Via Carvalho Pinto. INPE: Instituto Estadual de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002. Dissertação de Mestrado. Medeiros, J.S. de; Câmara, G.. GIS para Estudos Ambientais. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. [on line]. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/libro>>Fev.2001.

COELHO, A.C.P. Agregação de Novas Variáveis ao Processo de Planejamento Urbano e Regional sob a Perspectiva de Gestão dos Recursos Hídricos. 2004, 233p. Dissertação apresentada ao Curso de Pós - Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental da Universidade Federal do Paraná.

CPRM. Mapa Geológico do Estado de Rondônia.CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. J.E. SCANDOLA & G.J. RIZZOTTO. Porto Velho (RO), 1999.

DEL' ARCO, 1999. Projeto Porto Seguro – Santa Cruz Cabralia. Acesso: www.cprm.gov.br/gestao/acaaju.html. Acesso 10 fev. 2006.

EMBRAPA. CNPS. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ª edição. Porto Alegre. 1999. 412p.

EMBRAPA. Manejo de Bacia Hidrográficas. Michelliny de Matos Bentes-Gama. Disponível em: mbgama@cpafro.embrapa.br. Acesso em 03 março 2007.

FEARNSIDE, Philip M. Desmatamento e Desenvolvimento Agrícola na Amazônia Brasileira. In Lena Oliveira, A.E de (org.) Amazônia: a fronteira agrícola 20 anos depois. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1991, 363p.

FIERO; SEBRAE/RO.Rondônia: Perfil Socioeconômico Industrial. Porto Velho. 422p.: il. 2003

FILOSOFOV, V.P. 1960. Brief guide to morphometric methods in search of tectonic structures. Saratov Univ. Publi. House. Saratov (in Russian) in: ROSENTHAL, E. & GOLTS, S. A Morphotectonic map of the northern Arava in Israel, derived from isobe lines. Elsevier Science Publishers B. V. Geomorphology. 7 . Amsterdam. 1993. 305-315.

FRANZONI, Ana Maria Benciveni. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na Caracterização do Meio Físico para fins de Traçado e Manutenção de Rede Viária. Ilha de Santa Catarina – SC. Rio Claro, UNESP, IGGE, 2000. (Tese de Doutorado)

GUERRA, Antônio José Teixeira e MARÇAL, Mônica dos Santos. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006,192p.

GUIMARÃES, C.P. & GAMA, J.M. Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica para Zoneamento Sócioeconômico e Ecológico. Monografia de Especialização, UNIR: Universidade Federal de Rondônia, UNB: Universidade de Brasília,1996.

GUIMARÃES, Siane Cristhina Pedroso. Zoneamento geoambiental como subsídio a aptidão agrícola das terras do Município de Cujubim, RO. Rio Claro – SP, 2001. 140p. Dissertação de Mestrado.

HASUI, Y. & COSTA, J.B.S. Regimes Tectônicos. In: Y. Hasui & J.A.Mioto (eds). Geologia Estrutural Aplicada, São Paulo, ABGE/VOTORANTIM, 1992. 459p.

HERNANDES, L.O. Curso de Neotectonica. Centro de Estudos Aplicados Al desarrollo nuclear. Vicedireccion de Geologia. 1994.

IBGE. Censo Agropecuário -Rondônia- 1995/1996. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1998.

_____. Glossário Geológico. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 214p.

_____. Censo 2000. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/sidra/população/censo>>. Acesso em 17 junho 2004.

_____. Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 2002

_____. Instituto Brasileiro de Estatística. Resultado da Amostra do Censo Demográfico 2000 – Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro. IBGE, 2004

_____. Produção da Pecuária Municipal 2005; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2005.

_____. Produção da Agrícola Municipal 2005; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. IBGE.

_____. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2005; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2005.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 20 de outubro de 2007

JIMENEZ-RUEDA, J.R., MATOS, J.T. e PESSOTT, J.E.S. Uso do Sensoriamento Remoto no Zoneamento Agroecológico da Região da Serra do Mar, Estado de São Paulo. IV Simpósio Latino Americano de Percepcion Remota. Selper. Bariloche-Argentina, 1989.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. et al. Controle geoambiental da irrigação com efluentes da indústria canavieira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE MEIO AMBIENTE, 3., 1991. Londrina. Comunicações. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1991. p. 518-537. v. 2

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. e MATTOS, J.T. Monitoreo de Lãs Actividades Antropicas para La Evolucion de La Capacidad de Suporte Del Médio Físico: Diagnostico Pronostico. II Simpósio Latinoamericano de Riesgo Geológico Urbano. Volume 1, Pereira, Colômbia, 1992, pgs 181-192.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R., NUNES, Elias e MATTOS, J.T. de. Caracterização Fisiográfica e Morfoestrutural da Folha São José de Mipibu – RN. Geociências (Fundação para o desenvolvimento da UNESP). São Paulo, 12(2): 481-491, 1993.

KOEPPEN, W. Climatologia. Com um estúdio de los climas de la terra. Version: Pedro R. Hendrichs Pérez Fundo da Cultura Econômica. México – Buenos Aires.1932.

LANNA, A.E. Gestão dos Recursos Hídricos. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia – Ciência e Aplicação. Porto Alegre: EDUSP. 1993. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4.

LANDIM, P.M.B.; MONTEIRO, R.C.; CORSI, A.C. Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER. Rio Claro: DGA/IGCE/UNESP. 2002. 21p. Apostila.

LIMA, ELIANA BEATRIZ NUNES RONDON. Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. [Rio de Janeiro] 2001. Tese Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

LIMA, Walter de Paula. MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Departamento de Ciências Florestais. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996. Atualizado em Junho de 2006 por Cláudia Moster. <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lcf/lab/lhf/arquivos/CAPITULO%201.pdf> acesso Internet - 07/05/2007

LISBOA, A. de Melo. Caracterização do Meio Físico para fins de projetos de colonização no município de Cujubim. 2001. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP.

LEONEL, Mauro. A morte social dos rios. São Paulo: Perspectiva, 263 p. 1998.

LOCZY, L. & LADEIRA, E. A. Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica. Ed. Edgard Blucher, Rio de Janeiro, CNPq, 134p., 1980

MELLO FILHO, J. A. Estudo de microbacias hidrográficas, delimitadas por compartimento geomorfológicos, para o diagnóstico Físico Conservacionista. 1994. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.

MIRANDA, Evaristo Eduardo de & Bognola, Itamar Antonio . Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins. Embrapa Monitoramento por Satélite . Campinas, maio de 1999. <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/auto.html>. Acesso – 07/05/2007

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jun. 2008.

MONTEIRO, Marcos Ferraz. Análise Socioambiental de Bacias Hidrográficas de Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, Baseada No Acelerado Processo de Urbanização. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2006. Dissertação de Mestrado.

MOURA, Ana Clara Mourão. Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano. 2ª edição. Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2005. 294p.

NAPOLEÃO, R.P. Análise espacial de geossistemas e sistemas socioeconômico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (SP). Rio Claro, 2007. 180f. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista (Campus Rio Claro).

NETGIS-Geoprocessamento e Informática Ltda., SPRING Versão 2.0 – Release 2.0.5. São José dos Campos, 1998. Volume 3, Modelagem, análise e consulta espacial.

NOVO, EVELYN M.L. DE MORAES. Sensoriamento Remoto : Princípios e Aplicações. 2a. Edição, editora Edgard Blugher LTDA, São Paulo - SP, 1993. 308p.

NUNES, E. Aspectos Morfo-Estruturais, Fisiográficos e de Coberturas de Alteração Intempéricas da Grande Natal (RN), como Base para o Macrozoneamento Geoambiental. UNESP: Universidade Estadual Paulista.IGCE, 1996.191p. (Tese de Doutorado).

OHARA, T. Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul (SP) com Sensoriamento Remoto. Rio Claro, UNESP: Universidade Estadual Paulista, IGCE, 1995. 235 p. (Tese de Doutorado).

RAMALHO, A.F. E BEEK, K.J. Programa de Integração Nacional. Levantamento de Recursos Naturais. Volume 16.. Ministério das Minas e Energia. RAMALHO, A.F. E BEEK, K.J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. 3ª edição, ver , Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1994.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**.Brasília: MMA, 1997. 446 p.

RODRIGUES, Rosana M. Estudo e Caracterização do Meio Físico da Bacia do Rio Camboriú/SC, Visando Zoneamento Geoambiental. Tese de Doutorado. Apresentada no IGCE, UNESP- Rio Claro, 2000.

ROCHA, C.H.B. Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora - MG: Ed. Do Autor. 2000. 200p. il.

RONDÔNIA. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, 1997.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2005/SEDAM, Porto Velho, 2007. 40p.,il., tab.

_____. Governo do Estado de Rondônia. Zoneamento Socioeconômico-Ecológico. Porto Velho, Rondônia, 2000.

_____. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. CLIMATOLOGIA. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, Volume 1, Texto, Dezembro de 1997.

RONDÔNIA. Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia. Relatório de Desmatamento (1978-1997). Porto Velho, Rondônia, 1998a.

_____. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. VEGETAÇÃO. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, Volume 1, Texto, 1997.

_____. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. SOLOS. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, Volume 1, Mapa, 1997.

_____. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. GEOMORFOLOGIA. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, Volume 1, Mapa, 1997.

_____. Diagnóstico Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico. GEOLOGIA. PLANAFLORO: Plano Agropecuário e Florestal do Estado de Rondônia, Volume 1, Mapa, 1997.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do Estado de Rondônia. MAIA, H., LONGO, A., FERNANDES, L.C., HARMATIUK, V., SALES, J.M.da S., MELLO, R. da C., FRAYHA, J.A.F., GUIMARÃES, C. P., 2007.

_____. SEDAM. Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. In: Fernández, L.C. & Guimarães, S.C.P. (coord.). APTIDÃO AGRÍCOLA. Porto Velho: SEDAM/2001. 141p.

_____. SEDAM. Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. In: Fernández, L.C. & Guimarães, S.C.P. (coord.). ZONEAMENTO SOCIOECONÔMICO-ECOLÓGICO. Porto Velho: SEDAM/2002. 141p.

_____. SEDAM. Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. In: Fernández, L.C. & Guimarães, S.C.P. (coord.). HIDROGRAFIA. Porto Velho: SEDAM/2002. 141p.

_____. SEDAM. Tabelas de Evolução do Desmatamento do Estado de Rondônia. SEDAM: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. www.sedam.ro.go.br, em 01 de abril de 2007.

_____. Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia. Relatório de Socioeconomia. Porto Velho, Rondônia, 1998b.

ROSA, Roberto. Introdução ao Sensoriamento Remoto. Uberlândia-MG: Ed. EDUFU. 3ª. ed. 1995.

ROSENTHAL, E. & GOLTS, S. A Morphotectonic map of the northern Arava in Israel, derived from isobe lines. Elsevier Science Publishers B. V. Geomorphology. 7 . Amsterdam. 1993. 305-315.

ROSS, J. L. S. & DEL PRETTE, M. E. Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP. Nº 12, 1998.

SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Organização: Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro:Garamond, 2000. 96 p. (pág 32)

SALVADOR, E.D. e PERROTA, M.M.. Avaliação da neotectônica no setor paulista da Serra do Mar com base em mapas morfométricos gerados a partir do Modelo Digital de Elevação – SRTM. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1891-1893.

SENA, L. B. R. da. Curso de especialização à distância em instrumentos jurídicos, econômicos e institucionais para o gerenciamento de recursos hídricos. Brasília: ABEAS, 1999. 193 p.

SOBRINHO, A. Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias e a viabilidade da piscicultura em tanques-rede. Porto Velho: [s.n], 2006. Dissertação de Mestrado

SHIMBO, J.Z. Zoneamento Geoambiental no Assentamento Rural de Pirituba II: Subsídios para Planejamento Ambiental em Assentamentos de Reforma Agrária. Rio Claro – SP, 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro.

STRAHLER, A.N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Trans. Amer. Geophys. Union, 1952, 38: 913-920. in: VALENTE, Osvaldo Ferreira e Gomes, Marcos Antônio. Conservação de Nascente: Hidrologia e Manejo de bacias hidrográficas. Marco Antonio Gomes. Viçosa, MG: aprenda fácil, 2005, 210p.

TECNOMAPA LTDA. Desmatamento em Rondônia. 2001

VALENTE, Osvaldo Ferreira e Gomes, Marcos Antônio. Conservação de Nascente: Hidrologia e Manejo de bacias hidrográficas. Marco Antonio Gomes. Viçosa, MG: aprenda fácil, 2005, 210p.

VEDOVELLO, Ricardo. Zoneamento Geotécnico, por Sensoriamento Remoto, para Estudos de Planejamento do Meio Físico – Aplicado a Expansão Urbana. Dissertação de Mestrado. INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, Ricardo. Zoneamento Geotécnico aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs. 2000. 154f .Tese de Doutorado em Geociências. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2000.

VILLOTA, Hugo. Geomorfologia Aplicada a Levantamientos Edafologicos y Zonificacion Fisica de Las Tierras. Geomorfologia de Zonas Montañosas, Colina das y Onduladas. Instituto Geográfico “Augustin Codazzi”. Subdirecion de Docencia e Investigacion. Santafe de Bogotá, D.C.,1991.

VILLOTA, Hugo. Geomorfologia Aplicada a Levantamientos Edafologicos y Zonificacion Fisica de Las Tierras. Instituto Geográfico “Augustin Codazzi”. 2ª versão. Bogotá, D.C.,1991.2005.

ZUFFO, Catia Eliza. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Igarapé Tapagem, Município de Candeias do Jamari - RO./ Catia Eliza Zuffo - 1997. 148 p. il. Dissertação de Mestrado.