

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ELIZANDRA GOLDONI GOMIG

**ESTUDO DO MEIO FÍSICO PARA O USO DA TERRA NA
BACIA DO RIO SETE DE SETEMBRO,
MÉDIO ARAGUAIA-MT.**

Rio Claro – SP

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ELIZANDRA GOLDONI GOMIG

**ESTUDO DO MEIO FÍSICO PARA O USO DA TERRA NA
BACIA DO RIO SETE DE SETEMBRO,
MÉDIO ARAGUAIA-MT.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Rio Claro – SP

2012

551.8 Gomig, Elizandra Goldoni
G633e Estudo do meio físico para o uso da terra na Bacia do Rio
Sete de Setembro / Elizandra Goldoni Gomig. - Rio Claro :
[s.n.], 2012
89 f. : il., figs., quadros, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Geologia estrutural. 2. Recursos naturais. 3.
Fisiografia. 4. Geomorfologia. 5. Morfoestrutura. I. Título.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Prof. Dr. Juécio Tavares de Mattos

Prof. Dr. Archimedez Peres Filho

Candidato: Elizandra Goldoni Gomig

Rio Claro, 13 de Abril de 2012.

Resultado: _____

Aos meus pais, Alois e Ilda (in memorie)
E ao meu orientador e amigo
Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda.
Dedico

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos destinam-se a várias pessoas que contribuíram com ideais, apoio prático e incentivo para a realização deste trabalho:

- Ao Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda, pela amizade, conduta de um verdadeiro mestre. Pelo apoio incansável durante o desenvolvimento deste trabalho;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, IGCE, UNESP, Rio Claro, por todo apoio que sempre me concedeu;
- À minha família, por caminharmos sempre juntos. A minha querida e amada mãe Ilda (*In Memori*) pelos ensinamentos e confiança. Ao meu querido pai Alois e irmã Kelly, que sempre me apoiaram nas minhas escolhas e me ajudaram muito no desenvolvimento dessa dissertação, sendo os meus companheiros de campo e eternos companheiros de vida. A minha tia querida Simone, tio Rudolf e Heloise, minha segunda família que sempre me incentivaram a buscar minhas vitórias diárias.
- Ao Patrick, companheiro e amigo eterno, que colocou um sentido na minha vivência diária e mostrou que a felicidade está nas pequenas atitudes diárias que escolhemos.
- Ao pessoal da “salinha” do Jairo, amigos que regavam o trabalho árduo com muita risada e alegria. As eternas companheiras, amigas e irmãs da República Pocas & Boas: “Brindo a casa, brindo a vida, Pocas & Boas, minha Família”. Aos companheiros da Pós, pelas festas, discussões, conversas e boas risadas.
- Ao CNPQ pela concessão da bolsa para desenvolvimento deste projeto de mestrado.
- E por fim - e não menos importante - agradeço à vida e sua incrível sucessão de acontecimentos esperados e inesperados, pelas oportunidades e até pelos tropeços, visto que me trouxeram maturidade e aprendizado.

*Há um tempo em que é preciso
Abandonar as roupas usadas,
Que já têm a forma do nosso corpo,
E esquecer os nossos caminhos,
Que nos levam sempre aos mesmos lugares.
É tempo da travessia:
E, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado,
para sempre, à margem de nós mesmos.*

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivo	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1. Fisiografia	11
2.2. Morfoestrutura	12
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.1. Localização da área de estudo	14
3.2. Características geológicas	16
3.3. Clima	24
3.4. Características geomorfológicas	25
3.5. Características pedológicas	29
3.4. Características da vegetação	33
3.6. Histórico de Colonização	37
4. MÉTODO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	38
4.1. Materiais/Equipamentos	38
4.2. Definição e planejamento para coleta de dados	39
4.2.1. Levantamento Bibliográfico e cartográfico (Diagnóstico Zero)	39
4.2.2. Levantamento de campo	40
4.3. Procedimentos e Técnicas	42
4.3.1. Análise da rede de drenagem	42
4.3.2. Análise Fisiográfica	43
4.3.3. Análise Morfoestrutural	44
4.3.3.1. <i>Elaboração do Mapa de Traços de Juntas</i>	44
4.3.3.2. <i>Elaboração do Mapa de Lineamentos Estruturais</i>	45
4.3.3.3. <i>Delimitação de zonas de isovalores de densidade de frequência de lineamentos estruturais</i>	45
4.3.3.4. <i>Análise da Morfoestrutura (Alto e Baixo estrutural)</i>	46
4.3.5. Análise do Potencial de Erodibilidade	48
4.3.6. Integração dos dados	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1. Caracterização da Rede de Drenagem	50
5.2. Caracterização Fisiográfica	53
5.3. Caracterização Morfoestrutural	66
5.3.1. Morfoestrutura Rúptil	66
5.3.2. Morfoestrutura Dúctil	72
5.4. Potencial de Erodibilidade	74
5.5. Capacidade de Sustentabilidade Natural	77
6. CONCLUSÃO	79
7. BIBLIOGRAFIA	80

RESUMO

Os recursos naturais da região da Bacia do Rio Sete de Setembro, pertencente à Bacia do Xingu, na região do médio vale do Araguaia, Mato Grosso, têm sido nas últimas décadas alvo de uma intensa utilização, em geral sem conhecimento prévio das suas potencialidades, o que vem provocando grandes prejuízos ao meio ambiente. Por isso, se faz necessária a geração de informação do meio físico para um entendimento da área, permitindo a projeção de seu comportamento futuro diante das diversas alternativas de expansão e a integração da estrutura produtiva no processo de ocupação e uso do território. O presente trabalho teve por objetivo a realização do estudo do meio físico através da geração de informações sobre a fisiografia e os processos deformacionais dos maciços, representados por falhas (lineamentos estruturais e traços de junta) e feições anômalas (altos e baixos estruturais) na bacia do Rio Sete de Setembro, Médio Araguaia-MT. A sistemática baseou-se na organização e reinterpretação dos dados pré-existentes e geração de novos dados (rede de drenagem, estrutural/tectônicos, fisiográficos e solos) com a utilização de técnicas de fotointerpretação, geoprocessamento e campo. O estudo da fisiografia, a partir da análise fisiográfica permitiu identificar os processos endógenos e exógenos que atuam e atuaram na evolução da paisagem e conhecer as características externas e internas dos seus solos. A análise das feições anômalas permitiu verificar a presença e o grau de deformação da área e estabelecer as estruturas deformacionais (altos e baixos estruturais). Os lineamentos estruturais foram analisados como também seus pontos de cruzamento, que permitiu determinar as regiões com maiores riscos erosivos. Sobre as informações de traços de junta foi realizada uma análise espacial para identificar as duas direções de maior frequência de juntas, e assim estabelecer e identificar as áreas com mudanças bruscas de direções resultantes de intensa percolação de fluidos, responsável pela maior alterabilidade do complexo rocha/solo, facilitando a instalação de processos erosivos e aumentando a instabilidade da área. O resultado é expresso em cartas temáticas, que quando integradas e reinterpretadas possibilitaram a elaboração de dados sobre as propriedades ambientais, expressando o grau de fragilidade da bacia do rio Sete de Setembro, e conseqüentemente, estabelecendo a base para o desenvolvimento de estratégias de planejamento territorial.

Palavras-chave: Meio Físico. Fisiografia. Morfoestrutura.

ABSTRACT

The natural resources of the region of Seven River Basin September, belonging to the Xingu River Basin, the region of the middle valley of Araguaia, Mato Grosso, in recent decades have been the target of an intense use, often without prior knowledge of their potential, what has been causing great damage to the environment. Therefore, it is necessary to generate information medium to an understanding of the field, allowing the projection of their future behavior on the various alternatives for expansion and integration of the productive structure in the process of occupation and land use. This work aimed to the study of the physical environment by generating information on the physiography and deformational processes of mass, represented by faults (lineaments and structural features of the joint) and anomalous features (structural highs and lows) in the basin Seven River September, Middle Araguaia-MT. The system was based on the reinterpretation of organization and pre-existing data and generating new data (drainage system, structural / tectonic, physiographic and soil) using photointerpretation techniques, GIS and field. The study of physiography, from the physiographic analysis allowed to identify the endogenous and exogenous processes that act and acted in the evolution of the landscape and know the external and internal characteristics of their soils. The analysis of the anomalous features demonstrated the presence and degree of deformation of the area and establish the deformation structures (structural highs and lows). The structural lineaments were analyzed as well as their points of intersection, which allowed us to determine the regions most at risk of erosion. Information about the features of joint space analysis was performed to identify the two directions of a higher frequency of joints, and thereby establish and identify areas with sudden changes of direction resulting from intense fluid percolation, modifiability responsible for most of the complex rock / soil, to facilitate installation of increasing erosion and instability of the area. The result is expressed as thematic maps, which when integrated and reinterpreted enabled the creation of data on environmental properties, expressing the degree of fragility of the river basin Seven September, and therefore, establishing the basis for developing strategies of territorial planning.

Keywords: Hysical Environment. Physiography. Morphostructural.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais da região da Bacia do Rio Sete de Setembro, pertencente à Bacia do Xingu, na região do médio vale do Araguaia, Mato Grosso, têm sido nas últimas décadas alvo de uma intensa utilização, em geral sem conhecimento prévio das suas potencialidades, o que vem provocando grandes prejuízos ao meio ambiente, já que se encontram no eixo de expansão agropecuária matogrossense chamado de “arco do desmatamento” da Amazônia.

O “arco do desmatamento” compreende uma ampla faixa do território brasileiro que corre paralela às fronteiras das macrorregiões norte e centro-oeste, onde se situa a transição entre o cerrado e a floresta amazônica e apresenta a área das frentes pioneiras de ocupação agropecuária, processo que gerou a destruição de milhares de km² de vegetação para dar lugar aos pastos para o gado e às áreas de cultura comerciais, como soja, arroz e milho (FERREIRA, 2001).

A degradação decorrente desse processo, além de ter comprometido a biodiversidade em consequência dos impactos relacionados aos desmatamentos, à contaminação de solos e águas por corretivos, que persistem até os dias atuais, também gerou impactos erosivos e de assoreamento. Assim, as atividades agropastoris são reconhecidas como o principal vetor de transformação, por constituírem fontes potenciais de distúrbios sobre o meio ambiente, fundamentalmente quanto a modificação de elementos componentes da estrutura física dos ecossistemas e das paisagens como um todo (VALERIO FILHO, 1995).

Para compreender a dinâmica natural do meio físico, e assim, determinar a capacidade de sustentabilidade natural, a unidade de estudo foi à bacia hidrográfica, uma vez que apresenta suscetibilidade a atividades antrópicas, e forma uma importante unidade de pesquisa para o planejamento do uso e conservação ambiental, permitindo assim que se estabeleçam perspectivas de utilização, planos de manejo, conservação dos recursos e restrições ao uso do solo.

O estudo do meio físico têm se destacado como instrumento base para subsidiar o Zoneamento Geoambiental, método apontado como integrador de informações ambientais para ordenamento territorial de Municípios e o planejamento ambiental de bacias hidrográficas. Conforme Jiménez-Rueda; Mattos (1992) a metodologia do Zoneamento Geoambiental, parte de levantamento Geoambiental que consiste no exame sistemático de uma região com a finalidade de obter informações das variáveis do meio físico cuja integração leva à Análise Geoambiental e que, associada às características Fisiográficas e

Análise Morfoestrutural, permite delimitar as unidades de suscetibilidade naturais à erosão e a conformação de Zonas Geoambientais.

O meio físico pode ser entendido como uma totalidade estruturada em equilíbrio dinâmico, definido pelas interações de componentes abióticos e suas modificações decorrentes da ação biológica e humana, bem como seus vários aspectos interdependentes em termos causais, de gênese, evolução, constituição e organização (FORNASARI FILHO *et al.*, 1992; BITAR, 1995). Assim, o conhecimento das variáveis do meio físico pode estabelecer o grau de suscetibilidade da área, permitindo a projeção de seu comportamento futuro diante das diversas alternativas de expansão e integração da estrutura produtiva no processo de ocupação e uso do território, gerando zonas de classificação de tal suscetibilidade natural à erosão em função da sua capacidade de suporte natural do meio (DELLA JUSTINA, 2009).

Para a realização de uma análise Ambiental integrada e efetiva, Zanoni; Raynaut (1994) levantam duas questões fundamentais que precisam estar claramente definidas: a metodologia adotada e a organização prática do trabalho. Assim, a geração dos dados do meio físico é a base da informação para a geração de dados integrados e coerentes que tragam uma informação de simples assimilação do problema existente na região de estudo pelos órgãos gestores.

O estudo do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Sete de Setembro é a base da sistemática do método de Zoneamento Geoambiental e constituiu um importante instrumento para o estudo de bacias hidrográficas do Xingu, onde ainda existe carência de dados em escala apropriada à Gestão Ambiental (até 1:250.000) e serve de base para a geração de planos de manejo futuros, cujo objetivo é conciliar a qualidade ambiental e o desenvolvimento econômico da região mediante a utilização de materiais e técnicas de baixo custo operacional utilizando tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

1.1. Objetivo

O presente trabalho teve por objetivo realizar o estudo do meio físico e avaliar as potencialidades e limitações ao uso da terra na bacia do Rio Sete de Setembro, Médio Araguaia-MT.

Objetivos complementares:

- Organizar um banco de dados georreferenciado a partir do levantamento das informações bibliográficas e cartográficas pré-existentes;
- Identificar e caracterizar os aspectos fisiográficos da região;
- Estudar a dinâmica do meio físico, através da Análise Morfoestrutural;
- Correlacionar os aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e socioeconômicos com a sustentabilidade natural do meio físico da bacia hidrográfica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1. Fisiografia

A fisiografia é baseada na interpretação de sensores remotos para estabelecer a relação entre relevo e solos, e no reconhecimento e identificação para compreender e integrar os processos de formação e dinâmica da paisagem (SHIMBO, 2006). A análise de uma determinada paisagem implica obrigatoriamente no conhecimento de sua evolução, o que é possível se obter através do estudo das formas e das sucessivas deposições de materiais preservados, resultantes dos diferentes processos morfogenéticos a que foi submetida (CASSETI, 2007). As paisagens constituem a unidade fundamental da análise fisiográfica da superfície terrestre, apresentando certa homogeneidade geológica, climática, biológica e pedológica (BOTERO, 1978; GOOSEN, 1968). Assim, todo estudo voltado à caracterização e orientação para uso deve ser acompanhado por uma caracterização fisiográfica detalhada da área.

O princípio básico da análise de caracterização fisiográfica é a existência de uma relação direta entre as características externas de uma paisagem e suas propriedades e processos internos, expressas nos perfis de solos, e sua reflexão nas imagens. Cada unidade fisiográfica apresenta uma fisionomia reconhecível e diferenciável das adjacentes e delimita uma porção da superfície terrestre com uma morfogênese específica na qual se espera certa homogeneidade pedológica (SOUZA; JIMÉNEZ-RUEDA, 2007; BARBOSA *et al.*, 2005). As unidades fisiográficas, são representadas por formas de relevo caracterizadas por processos endógenos e exógenos específicos que permitem compreender a dinâmica da paisagem (JIMÉNEZ-RUEDA *et al.* 1993).

Essas unidades resultam em relações genéticas e morfológicas da paisagem que explicam suas interações com a cobertura vegetal natural ou transformada (ROMERO *et al.* 2004). Assim, cada uma dessas unidades apresenta uma associação/série única de solos, o que proporciona um guia importante para delinear os padrões de solos e suas aptidões (GOOSEN, 1968). Portanto, constituem fatores determinantes de definição, caracterização e classificação de unidades homogêneas (JIMENÉZ-RUEDA *et al.* 1993).

2.2. Morfoestrutura

As deformações rúpteis, que compõe a Morfoestrutura, em rochas são mais conhecidas como fraturas, as quais podem ser falhas ou juntas. Campos (1972) define como falha uma ruptura ao longo da qual se dá um deslocamento das paredes opostas, podendo ser do tipo normal, inversa ou transcorrente e define como juntas aquelas fraturas em que não há um deslocamento visível em direção paralela ao plano de fratura. Para Loczy; Ladeira (1976) falhas são descontinuidades nas rochas, provocadas por esforços tectônicos, onde os blocos rochosos são separados e movimentam-se entre si. As juntas também são descontinuidades nas rochas, provocadas por esforços tectônicos ou gravitacionais, onde os blocos rochosos são separados, mas não se movimentam entre si. Ocorrem de forma sistemática, compondo sistemas que se entrecruzam ou isolados (discretos) e em feixes (séries).

Lineações de drenagem são pequenas feições, fortemente estruturadas e retilíneas ou curvilíneas, representados principalmente por drenagens de 1º e 2º ordem. Normalmente são indícios de traços de juntas (VENEZIANI; ANJOS, 1982). Em Sampaio (1987), encontra-se uma descrição do conceito de lineação de drenagem, para uma aplicação da obtenção e a análise dos traços de juntas na pesquisa de água subterrânea. Alinhamentos de drenagem são feições maiores (quilométricas), estruturadas, retilíneas ou curvilíneas. Quando os alinhamentos de drenagem ou tonais apresentam um significado geológico são denominados lineamentos estruturais (RIVEREAU, 1970). Para Crisóstomo Neto (2002), baseando-se em Veneziani; Anjos (1982), os lineamentos estruturais são feições lineares, simples ou compostas, contínuas ou descontínuas da superfície terrestre, cujas partes são alinhadas em um arranjo retilíneo ou suavemente curvo e que difere substancialmente dos padrões de feições que lhe são adjacentes, presumivelmente refletem um fenômeno de sub-superfície.

A interpretação morfoestrutural dúctil é baseada na análise de informações básicas dos elementos de drenagem (sua densidade, tropia, sinuosidade e angularidade), do relevo e suas relações espaciais. Assim, esta técnica, aplicada a bacias recobertas e/ou a relevos aplainados, seja por pedimentação ou peneplanação, permite realizar inferências relacionadas ao arcabouço tectônico, aspectos geoquímicos, fisiográficos, geopedológicos e aplicações em diversos ramos das engenharias civil, sanitária e ambiental (JIMÉNÉZ-RUEDA *et al.* 1993). A análise morfoestrutural torna fundamental para estabelecer a dinâmica da paisagem e compreender suas potencialidades, para que se possa planejar as diversas formas de uso e ocupação em concordância com seu potencial ambiental (JIMÉNÉZ-RUEDA, *et al.*, 1993).

As morfoestruturas são representadas em um mapa de contorno estrutural não cotado, com as indicações dos altos e baixos estruturais (OHARA, 1995; JIMÉNEZ-RUEDA, 2003). A análise morfoestrutural permite verificar a presença e o grau de deformação da área, estabelecer as estruturas deformacionais (altos e baixos estruturais) e as descontinuidades estruturais (lineamentos, fraturas e falhas). A premissa desta análise se fundamenta em que muitas dessas estruturas podem ser refletidas em superfície, sendo este reflexo passivo de identificação por meio de produtos de sensoriamento remoto em áreas relativamente arrasadas pela erosão e/ou que sofreram aplainamento generalizado (JIMENÉZ-RUEDA *et al.* 1989a). O conhecimento da morfoestrutura da região (alto e baixo estrutural), quando integradas com outros dados temáticos, pode fornecer subsídios para estudos de recursos hídricos, proteção ambiental, se determinado local é favorável ou não para implantação de obras de engenharia, usos agrícolas, entre outras aplicações (OHARA, 1995). Essa análise morfoestrutural foi realizada em outros trabalhos com diversas aplicações, tais como: Guimarães (2001); Jiménez-Rueda *et al.* (1984, 1991, 1993 e 1998); Jiménez-Rueda; Mattos (1992); Michelin (2004); Ohara (1995); Ohara *et al.* (2003); Paula (2002); Shimbo (2003); Soares; Fiori (1976).

Segundo Jiménez-Rueda *et al.* (1993) o alto estrutural possui características de lixiviação intensa, exorreísmo e maior oxidação, dominando processos de hidrólise total, o que promove o desenvolvimento de um perfil de alteração laterítico completo, ocasionando com isto, intensa caulnização. Está associado a sistemas abertos, onde a circulação da água ea saída de materiais (por lixiviação) são intensas. Quando associados a zonas fraturadas, pode conduzir a processos de erosão ou reações de óxido-redução. Os altos estruturais por serem favoráveis à infiltração apresentam menor tendência à retenção de água. Portanto são áreas de recarga de aquíferos e lençóis subterrâneos, onde ocorrem neossolos litólicos, cambissolos distróficos ou latossolos.

Nos baixos estruturais por sua vez, são favorecidas reações de redução, é um sistema endorréico e permite menor lixiviação. Devido à sua tendência de acúmulo de água e de elementos, predominam processos de hidrólise parcial e reorganização plásmica dos colóides e elementos químicos concentrados. Isto pode promover uma formação de argilominerais de dois tipos: bissialítico (em condições climáticas mais sazonais e secas) ou monossialítico (em condições temperadas altamente pluviométricas ou tropicais), Jiménez-Rueda *et al.* (1993),

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As informações relevantes da região de estudo sobre a geologia, a geomorfologia, a pedologia, a cobertura vegetal e a climatologia aqui apresentadas, são baseadas nos trabalhos que sintetizam as informações do meio físico do Estado do Mato Grosso, representadas pelo Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico (ZSEE) do Estado de Mato Grosso – SEPLAN-MT de 2004, Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso Convênio CPRM/SICME-MT e Ministério de Minas e Energia de 2004, Mato Grosso Solos e Paisagens – SEPLAN-MT de 2007, Avaliação Ambiental Integrada (AAI) - Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu -Volume I e II - ELETROBRÁS de 2009.

3.1. Localização da área de estudo

A Bacia do rio Sete de Setembro está localizada na porção Leste do Estado de Mato Grosso, entre os paralelos 13°0' e 14°0' Sul e meridianos 52°0' e 53°0' Oeste, correspondendo a uma área de 8.631 km². A Bacia do rio Sete de Setembro estende-se entre os Municípios de Campinápolis, Água Boa e Canarana, e juntamente com a Bacia do rio Culuene, Tanguru e Suiá-Missu compõem os rios da cabeceira da Bacia do Rio Xingu (Figura 1). A bacia hidrográfica do rio Xingu tem área total aproximada de 509.000 km² e se desenvolve no sentido sul-norte, desde a Região Centro-Oeste, aproximadamente no paralelo 15° S, até o paralelo 3° S, na Região Norte. Está limitado, pela bacia hidrográfica do rio Tapajós, a oeste e, a leste, pela bacia dos rios Araguaia – Tocantins.

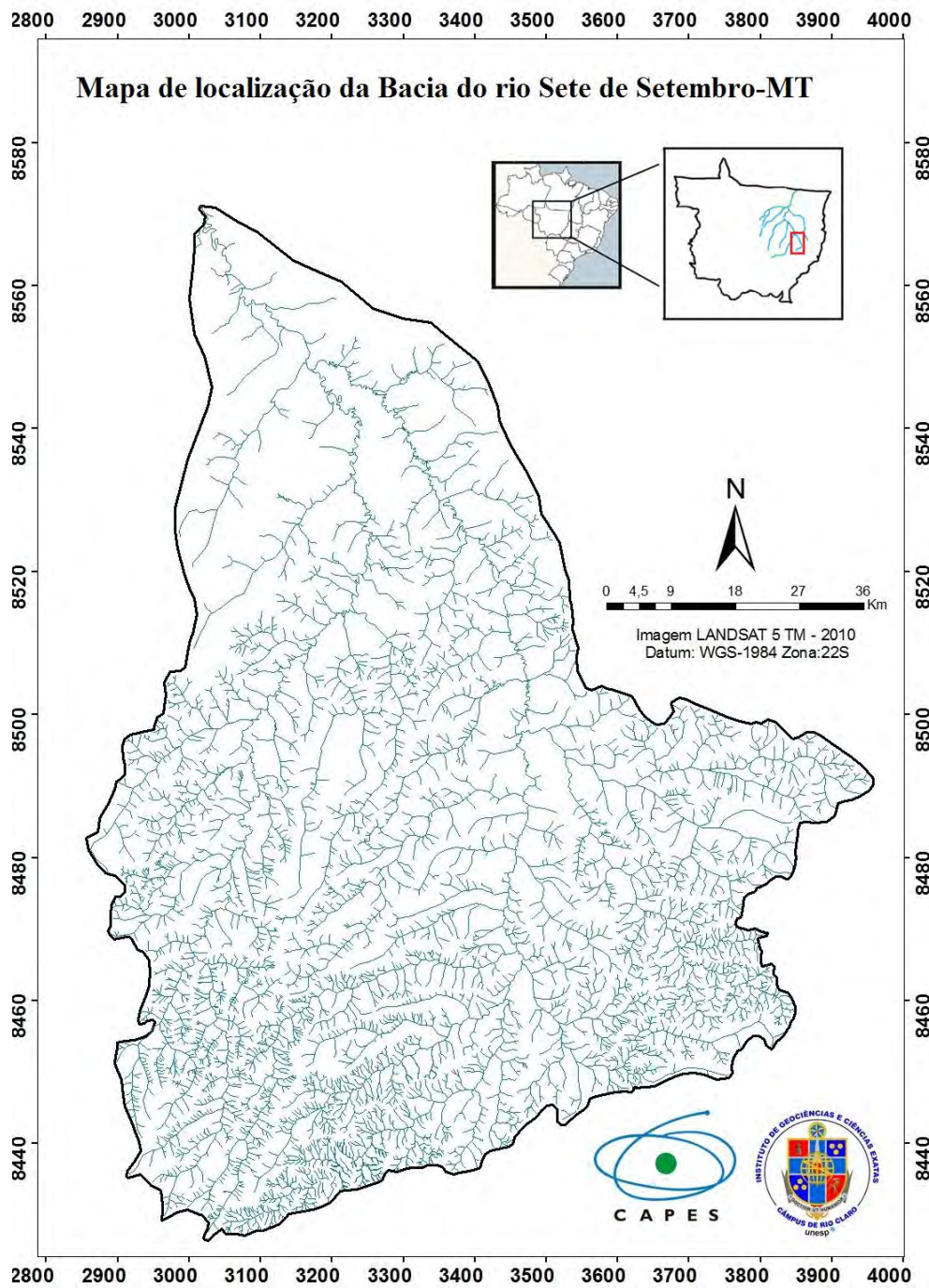


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do rio Sete de Setembro - MT.

3.2. Características geológicas

A área de estudo está inserida em dois domínios e/ou províncias geotectônicas presentes no Estado de Mato Grosso: o domínio Província Tocantins e o domínio Bacias Sedimentares Fanerozóicas (LACERDA FILHO, 2004). A síntese das unidades litoestratigráficas está apresentada no quadro 1.

O domínio Província Tocantins está representado através da Faixa Alto Paraguai na subdivisão Bacia de Ante-País (FAPba) localizada na porção sul da Bacia do rio Sete de Setembro (Figura 2). A formação da Bacia de Ante-País deu-se com o fechamento oceânico e a consequente formação de uma cadeia de montanhas dobradas, transformada em área fonte de sedimentos, e assim, a deposição de uma seqüência de rochas siliciclásticas em ambiente de bacia de antepaís que afogaram a plataforma carbonática. A Bacia é constituída predominantemente por arenitos com estratificação cruzada e arcósios finos a grosseiros da Formação Raizama e folhelhos vermelhos, siltitos e arcósios da Formação Diamantino, no topo, Formação encontrado na área de estudo. Sua idade Rb-Sr de 568 ± 20 Ma., é interpretada como a idade da diagênese. No contexto geotectônico da área abrangida, a partir do Ciclo Brasileiro, é caracterizado pelo transporte tectônico da Faixa Paraguai sobre o sueste do Cráton Amazônico, evidenciado por falhas de empurrão e dobras em chevron, com vergência e aumento da amplitude das dobras em direção ao cráton localizado a nor-noroeste (Weska; Svisero, 2001). Para Almeida (1983, 1986) a Reativação Wealdeniana como o conjunto de processos tectônicos, magmáticos, sedimentares e morfológicos que incidiram na área continental brasileira com reflexo da abertura do Atlântico e a deriva entre América do Sul e África, caracterizando-a em quatro estágios: pré-rift, rift, oceanização e cratonização, que originaram vários sistemas de grábens e horstes, associados a arcos. Na região de estudo, no Grupo Parecis destacam-se os arcos do Alto Xingu como exemplo desses processos.

A Formação Diamantino apresenta vasta distribuição considerada a mais extensa do grupo Alto Paraguai, atingindo o interior cratônico. Suas principais áreas de distribuição encontram-se na região que bordeja a porção sudeste do Planalto do Parecis, desde os contrafortes das Serras do Cuiabá, Santa Rita e Azul (cabeceiras do Rio Cuiabá), a oeste, até o interflúvio dos rios Couto Magalhães e Sete de Setembro, a leste. Assim, na área de estudo a faixa aflora numa direção N-S ao longo da Serra do Roncador e alonga-se ocupando grande parte do quadrante SW da Folha Canarana (IBGE).

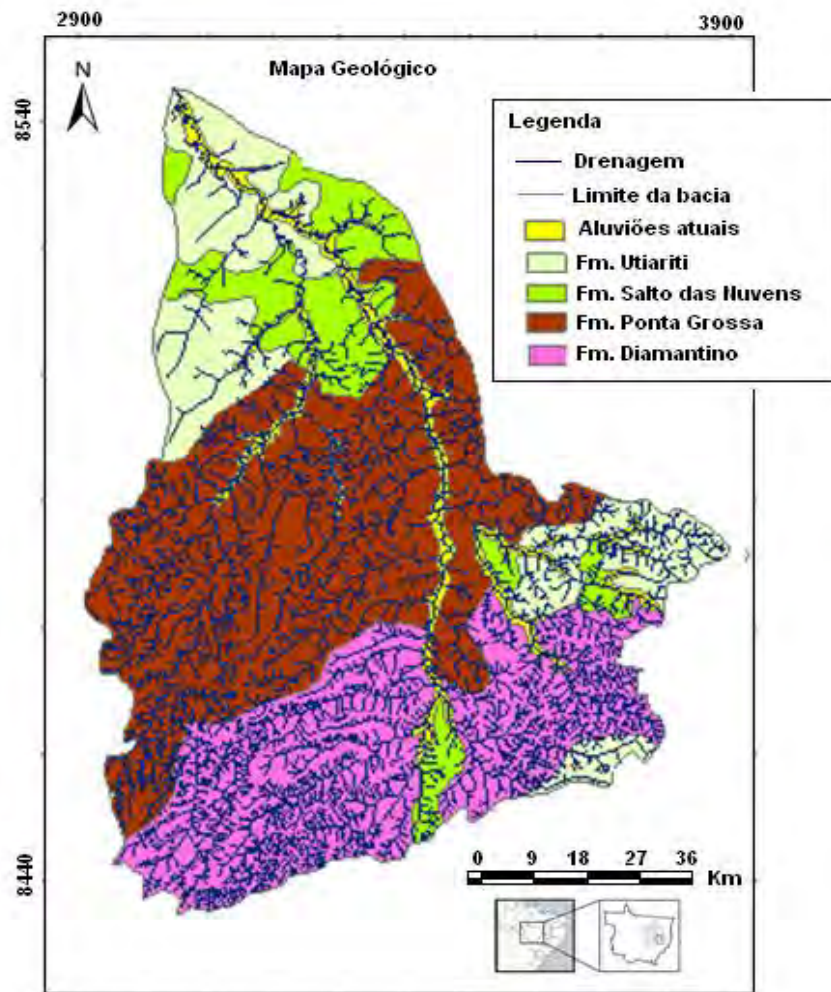


Figura 2: Mapa de geologia da Bacia do Rio Sete de Setembro extraído de Lacerda Filho, 2004.

Os componentes essenciais da Formação Diamantino são arcóseos, que representam os depósitos continentais que encerram a sedimentação na Faixa Paraguai, antes dos episódios tardios da Orogênese Brasileira, que dobrou todo o conjunto que constitui o Grupo Alto Paraguai. Na porção basal contém diversas intercalações de camadas de siltitos e folhelhos micáceos, com espessuras variáveis, indicando uma modificação gradual das condições ambientais marinhas para continentais. Os litotipos que predominam são arenitos arcoseanos finos com níveis de siltitos intercalados. A unidade apresenta de forma característica a cor marrom chocolate e a presença de esfoliação esferoidal. Está estruturada em bandas variáveis de 50 cm até 1 m de espessura. Marcas de ondas assimétricas e com amplitudes de 5 a 10 cm aparecem nos termos mais arenosos dos planaltos. O Quadro 1 traz a síntese das Unidades Litoestratigráficas da região da Bacia do Rio Sete de Setembro.

Quadro 1: Síntese das Unidades Litoestratigráficas da região da Bacia do Rio Sete de Setembro - MT (ZSEE-MT, 2004).

EOH	ERA	PERÍODO	Descrição sumária das unidades litoestratigráficas	
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Ha - Aluviões Atuais: areias, siltes, argilas e cascalhos	
	MESOZÓICO	CRETÁCEO	GRUPO PARECIS	Formação Utiariti: sedimentos arenosos feldspáticos de granulometria fina a média com subordinadas intercalações de siltitos, argilitos e raros níveis delgados de conglomerados
				Formação Salto das Nuvens: arenitos, arcóseos e níveis conglomeráticos intercalados predominantemente na sua porção basal
PALEOZÓICO	DEVONIANO	GRUPO PARANÁ	Formação Ponta Grossa: arenitos finos a muito finos com intercalações de siltitos, argilitos e delgados níveis conglomeráticos	
PROTEROZÓICO	SUPERIOR		GRUPO ALTO PARAGUAI	Formação Diamantino: arcóseos com intercalações de siltitos e folhelhos micáceos

O domínio de Bacias Sedimentares Fanerozóicas é representado pela Bacia PaleoMesozóica (Bacia do Paraná e Bacia do Parecis) e pela Bacia Cenozóica (Bacia do Alto Xingu), e encontra-se na porção centro-norte da Bacia do rio Sete de Setembro.

A Bacia do Paraná representada na área de estudo pela supersequência Paraná (Devoniano) constitui um ciclo transgressivo-regressivo e é constituída pela Formação Ponta Grossa (folhelhos). A Bacia dos Parecis, também presente na área de estudo, apresenta um embasamento de rochas do Cráton Amazônico e compreendem rochas de alto e baixo grau metamórfico, rochas metassedimentares, bem como rochas intrusivas. A Bacia do Parecis é uma bacia intracratônica, profunda, de subsidência prolongada, com marcante influência marinha no Paleozóico. O preenchimento fanerozóico, com dominância do Paleozóico e

secundado pelo Mesozóico/Cenozóico, atinge a casa dos 5.500 metros no principal depocentro, na parte central da Chapada dos Parecis com predomínio de sedimentos siliciclásticos por toda coluna, porém no Paleozóico ocorrem alguns carbonatos e um pouco de evaporitos, conferindo o caráter marinho a lacustre a suas seqüências. No Mesozóico e no Cenozóico os sedimentos são continentais dos tipos fluviais e eólicos. Adicionalmente, derrames de basalto e diques de diabásio da base do Jurássico e kimberlitos e rochas afins do Juro-cretáceo completam o quadro.

No Paleozóico inferior, o Cráton Amazônico, no Estado de Mato Grosso foi afetado por um evento extensional, quando se implantou um sistema de riftes intracontinentais, aproveitando zonas de fraqueza anteriores (PEDREIRA; BAHIA, 2000). Em uma sinéclise desenvolvida sobre este sistema de riftes, depositaram-se, do Devoniano ao Cretáceo, as Formações Furnas, Ponta Grossa e o Grupo Parecis (Formações Salto das Nuvens e Utiariti).

Essas unidades litoestratigráficas formam seqüências deposicionais separadas por discordâncias regionais, indicando a atuação de eventos tectônicos responsáveis por variações de suas fácies e espessuras dentro da bacia. As formações Furnas e Ponta Grossa, componentes da Superseqüência Devoniana, consistem respectivamente de arenito com seixos, e folhelho; o seu ambiente deposicional determinado na Bacia do Paraná, indica que essas rochas foram depositadas em ambientes transicional e marinho, respectivamente. Durante o Mesozóico (Juro-cretáceo), o Cráton Amazônico foi afetado por outro evento extensional, relacionado à separação entre a América do Sul e a África, quando depressões foram preenchidas por rochas sedimentares e vulcânicas.

Segundo estudo de Bahia *et al.* (2006) a Formação Ponta Grossa é constituída de arenito, siltito e folhelho. Ao longo da rodovia BR-158, que liga Água Boa a Ribeirão Cascalheira, faixa pertencente a Bacia do Rio Sete de Setembro, esta formação apresenta excelentes exposições, com seções apresentando uma intercalação de siltito e arenito muito fino, segundo uma seqüência de cores preta e amarela, separados por níveis lateritizados, definindo uma estratificação planoparalela ou mergulhando 50 para norte. O topo da formação é uma seqüência de 10 metros de espessura de folhelho marrom. O contato basal da formação é gradacional com a Formação Furnas, ou discordante com metassedimentos neoproterozóicos do embasamento da bacia. Não existem informações seguras dos ambientes deposicionais da Formação Ponta Grossa na Bacia dos Parecis. Entretanto, o conteúdo fóssilífero (trilobita e braquiopodas) encontrados na Bacia do Paraná, indica um ambiente marinho raso, evidenciado também pela presença dos hofiomorfos, passando para ambiente mais profundo, com a deposição dos pelitos da porção superior desta formação.

No âmbito da Bacia do rio Sete de Setembro, a Formação Ponta Grossa (Figura 3), segundo Dos Santos (2000), distribui-se pela porção central da banda ocidental da Folha Canarana (IBGE). Manifestam-se como folhelhos e siltitos com cores de alteração supergênica amarela, vermelha e roxa. Podem também aparecer folhelhos cinza e roxos intercalados com arenitos muito finos. O acamamento é plano paralelo e a atitude é subhorizontal. Normalmente, a Formação Ponta Grossa apresenta perfil laterítico com crosta laterítica, na superfície. Na Formação Ponta Grossa é comum a presença de laterita geneticamente relacionada com o desenvolvimento de perfil laterítico e também *Ironstone* (laterita falsa) derivada de percolação de água ao longo dos estratos (*interbeds*).

Litologia	Descrição	Interpretação
	Folhelho laminado marron	Depósito de prodelta
	Silito laminado marron	Depósito de frente deltaica
	Arenito com estratificação cruzada tabular e cuneiforme	Depósito de Planície deltaica

Figura 3: Coluna Estratigráfica da Formação Ponta Grossa.
Fonte: Extraído de Bahia, 2006.

O Grupo Parecis presente na Bacia do Rio Sete de é constituído de conglomerados, arenitos e pelitos e dividido em duas Formações: Formação Salto das Nuvens, porção inferior e Formação Utariti porção superior resumido na coluna estratigráfica da Figura 4.

A Formação Salto das Nuvens é formada por conglomerados, intercalados com lentes de arenito vermelho, além de arenito bimodal, com estratificação cruzada de grande porte. Os pacotes desta unidade possuem cor marrom, vermelha, rosa e creme. A seção-tipo desta formação encontrasse na Cachoeira Salto das Nuvens, localizada próxima da MT-358 e a noroeste da cidade de Tangará da Serra, e representa a porção inferior do Grupo Parecis. Os sedimentos foram depositados em ambientes de leque aluvial e canal fluvial, com contribuição eólica. Os conglomerados basais que afloram no sudoeste da bacia são polimíticos, mal selecionados, com clastos de gnaisses, quartzito, arenito, folhelho e ardósia. Os seixos dos conglomerados da porção intermediária da formação são de arenito e quartzo;

seus diâmetros estão em torno de 30 centímetros. A Formação Salto das Nuvens aflora na área de estudo no quadrante NW da Folha Canarana (IBGE), correspondendo a arenitos avermelhados com intercalações de conglomerados. Os arenitos são avermelhados, mal selecionados, com granulometria dominante média. Os leitos conglomeráticos são monomíticos, com seixos de quartzo com diâmetro máximo de 8 a 10 cm (DOS SANTOS, 2000).

A Formação Utiariti presente na porção superior do Grupo Parecis. São rochas com cores variadas, desde amarela, roxa a avermelhada, compostas essencialmente de quartzo e feldspato. São maciças ou localmente apresentando estratificação plano-paralela ou cruzada de pequeno porte. A granulometria varia de fina a média, com ocorrência de seixos nas porções basais. Na seqüência intermediária, o arenito tem numerosos canais preenchidos por conglomerados com mais de sete metros de largura e um metro de profundidade. Adicionalmente, existem lentes de argilito. No topo da seqüência, argilito e arenito argiloso exibem intercalações lateralmente persistentes de arenito com estratificação cruzada de grande porte.

Padilha *et al.* (1974) *apud* Bahia *et al.* (2006), interpretaram a Formação Salto das Nuvens, membro inferior da Bacia dos Parecis como eólico. Esta interpretação está embasada na intercalação de argilito e conglomerado desse membro, que pode corresponder a depósitos de lagos rasos e planícies de areia com seixos das áreas interdunas; as dunas são representadas pelas camadas de *foreset* cruzado de grande porte. Os conglomerados que preenchem os canais da seqüência intermediária, são interpretados como depósitos de *lage* a seqüência, como depositada por correntes efêmeras de alto gradiente. A parte superior da seqüência sugere a presença de uma área onde os lagos de interdunas são repetidamente preenchidos pela migração das dunas.

O ambiente deposicional do membro superior da Formação Parecis (Formação Utiariti) foi interpretado por Padilha *et al.* (1974) *apud* Bahia *et al.* (2006), como fluvial-lacustrino; as *ripplemarks* preservadas nas camadas de sílex, indicam deposição em águas rasas, possivelmente nas margens de um lago fechado. Os seixos do conglomerado são provavelmente derivados do membro inferior. Na área de estudo encontra-se esta unidade aflora exclusivamente no quadrante NW da folha Canarana (IBGE). Os afloramentos correspondem a arenitos pedogenizados de cor vermelha, com granulometria média a fina, pouca matriz argilosa e arredondamento variável dos grãos. Mostram-se homogêneos e sem quaisquer estruturas sedimentares.

Litologia		Descrição	Interpretação
150 m	Formação Utiariti	Arenito bimodal com estratificação cruzada acanalada cuneiforme, interestratificado com argilito	Lagos interdunas invadidos por dunas migrantes
		Arenito bimodal com estratificação cruzada tabular de grande porte	Dunas tipo <i>seif</i> ou partes de dunas tipo barcanas ou estrelas
		Arenito com estratificação cruzada acanalada com níveis de seixos na base e lentes de argilito	Fáceis fluvial; avulsão do canal indica baixa subsidência
		Arenito bimodal com estratificação cruzada tabular de grande porte	Dunas eólicas tipo <i>seif</i>
		Arenito fino com níveis de chert e marcas onduladas	Lagos interdunares
		Formação Santo das Nuvens	Conglomerado com seixos de arenito e quartzo, intercamadado com arenito fino
Arenito fino a médio com intercalações de argilito e conglomerado	Ambiente desértico: lagos rasos e planícies de areia e cascalho		
arenito fino com estratificação plano-paralela	Barras transversais e antidunas		
Conglomerado polimitico, mal selecionado, com seixos de gnaiss, arenito e ardósia, intercalado com arenito fino.	Planície de areia e cascalho ou <i>wadis</i>		

Figura 4: Coluna Estratigráfica do Grupo Parecis.

Fonte: Extraído de Bahia, 2006.

A Bacia Do Alto Xingu pertencente à Bacia Cenozóica constituída por conglomerados, areia e silte, denominados de Formação Ronuro. Esta cobertura, de idade Terciária-Quaternária está presente na área de estudo segundo o mapa de geologia de Lacerda-Filho (2004), nas áreas classificadas como Formação Salto das Nuvens e Utiariti pelo mapa de geologia ZSEE-MT (2004). Aflora continuamente na porção leste da Bacia dos Parecis, no domínio da sub-bacia Alto Xingu, capeando discordantemente as formações paleozóicas. Consistem de sedimentos pouco consolidados, representados por areia, silte, argila e cascalho, além de lateritas. Esta unidade foi depositada em uma depressão tipo sinéclise a partir da intensa erosão no Plioceno, que desmantelou a crosta laterítica formada no início do Terciário.

Os principais aluviões estão posicionados sobre o Grupo Parecis e encontram-se ao longo dos rios Sete de Setembro, Tanguro e Suiazão, com larguras ao redor de 1.000 m e extensão de dezenas de quilômetros. São depósitos de areias, siltes, argilas e cascalhos que, nas áreas pré-cambrianas, são potenciais portadores de minerais residentes (cassiterita, ouro, diamante, entre outros).

Segundo dados de Lacerda Filho (2004), na região da Bacia do Rio Sete de Setembro, encontram-se como minerais para a exploração quartzitos e próximo aos leitos dos rios a extração de areias e cascalhos.

A caracterização dos sistemas de aquíferos na região da Bacia do Rio Sete de Setembro foi feita tomando dados de trabalhos específicos sintetizados no Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso, Relatório Parcial n.º 1, desenvolvido pelo Programa de Estruturação Institucional da Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos de 2007 que contem informações extraídas principalmente do Mapa das Unidades Aquíferas publicado pelo PRODEAGRO/SEPLAN-MT (2001) para o Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso (ZSEE-MT) de 2004.

A área de estudo apresenta dois Domínios de Aquíferos: o Domínio Poroso (Granular e Dupla Porosidade) e Domínio Fraturado (Fissural e Físsuro-Cárstico), respectivamente com porosidade intergranular e com porosidade fissural.

Pertencente a Região Hidrográfica do Xingu a Bacia do Rio Sete de Setembro está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Alto Rio Xingu, classificada com a sigla A-9 (Figura 9) e juntamente com o rio Culuene, rio Tanguru e rio Cursivero apresenta uma área total de 44.754,27 km² e compreende o total ou em parte os municípios de Primavera do Leste, Santo Antônio do Leste, Campinápolis, Paranatinga, Água Boa, Gaúcha do Norte, Canarana, Planalto da Serra, Nova Nazaré, Nova Xavantina e Querência. Esta unidade ocupa 30.865,9 km² do Domínio Poroso, representado pela Bacia dos Parecis, parte da Bacia do Paraná e parte do Grupo Alto Paraguai, enquanto que o Domínio Fraturado ocupa uma área de 131,1 km², representado pelas rochas metamórficas da Província Tocantins. Os dados de quatro poços tubulares cadastrados nessa unidade, apresenta um profundidade média de 123,50 metros e vazão média de 30,75 m³/h. A capacidade específica média é de 0,684 (m³/h)/m, com moda de 0,756 (m³/h)/m.

Considerando os Domínios Porosos presente na área de estudo, a Bacia dos Parecis constituída pelas seqüências sedimentares paleo-mesozóicas, é onde ocorrem as maiores reservas de água subterrânea estimada em 5.091,325 x 10⁹ m³ (67,9%) para as reservas permanentes e 184.192,815 x 10⁶ m³/ano (75,4%) para as reservas reguladoras. É classificada

como um sistema aquífero granular, onde as unidades mais importantes em função da área de recarga correspondem às formações Salto das Nuvens e Utuari. A recarga deste aquífero ocorre por infiltração da água das chuvas na área do chapadão, que corresponde aos relevos mais planos e elevados, associados a espessos Latossolos de textura média a arenosa, de fundamental importância para a recarga do aquífero. A Bacia do Paraná é representada pela Formação Ponta Grossa, caracterizada por apresentar baixa a média permeabilidade, devido ocorrer na seção basal da Bacia do Paraná e conter arenitos e conglomerados intercalados com grauvacas, folhelhos e siltitos argilosos, e assim, considerado como de dupla porosidade. Apresenta também uma porção livre e outra confinada pelas camadas superiores da estratigrafia da Bacia do Paraná e em sua maior área de distribuição, as funções filtro e reguladora devem ser mais efetivas e mais importantes que a função armazenadora.

A comparação do Domínio Poroso com o Domínio Fraturado mostra que a porosidade intergrãos além de ser maior, é mais efetiva no armazenamento e transmissão de água e, portanto, as reservas permanentes desses domínios são mais superiores aos dos sistemas fraturados.

3.3. Clima

Pela sua posição geográfica, entre as latitudes 13° e 14° sul e pelas suas baixas altitudes, a bacia se caracteriza por um clima quente, com temperaturas mais elevadas de agosto a dezembro. As máximas não são excessivas, devido à forte umidade relativa e a intensa nebulosidade. Em contrapartida, nos meses mais frios, junho a julho, dificilmente a temperatura média fica abaixo dos 24 °C. Em casos particulares, quando ocorre a invasão da massa de ar polar continental, as mínimas absolutas podem chegar aos 10°C. A temperatura média é de 25,2°C, com as mínimas ocorrendo em maio com valores em torno dos 24,4°C. As máximas geralmente ocorrem a partir de fevereiro com valores entre 27,0°C e 28°C. Os valores de precipitação mensal dos últimos oito anos mostram dois períodos característicos, o chuvoso e o seco. Os meses chuvosos são de outubro a março e os meses com baixas ou nulas precipitações ocorrem de maio a agosto (Figura 5). A precipitação é elevada para os meses de outubro a novembro, com início do período chuvoso no mês de setembro e encerramento em março. Assim em abril começa a apresentar uma deficiência hídrica, com valor superior da evapotranspiração média em relação à precipitação média, tendo valores muito baixos à nulos entre os meses de junho a agosto.

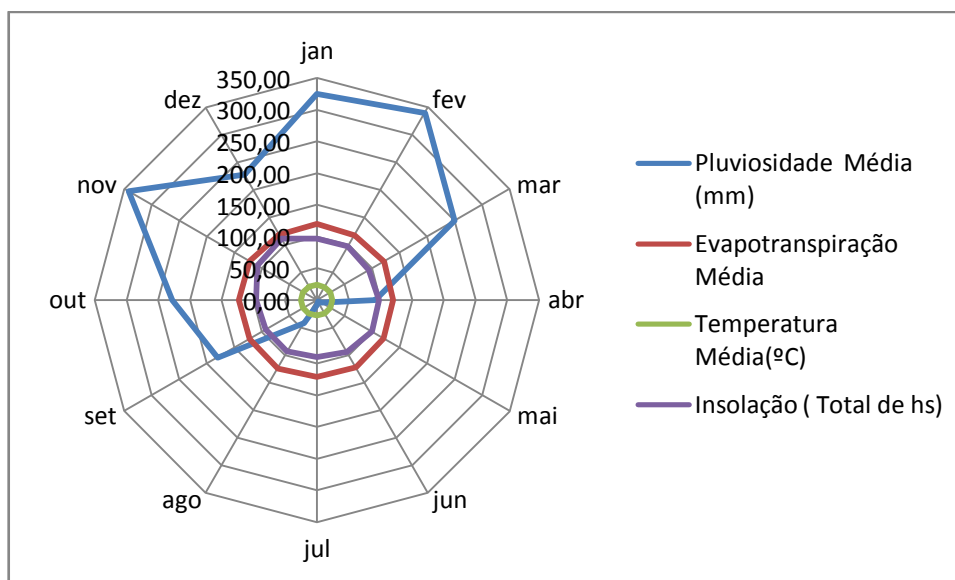


Figura 5: Gráfico de radar indicando os valores médios mensais de precipitação (mm), evapotranspiração (mm), temperatura (C) e soma de insolação para os anos de 1999 a 2007 retirado de dados adquiridos pela estação pluviométrica do município de Canarana.

3.4. Características geomorfológicas

A região da Bacia do Rio Sete de Setembro está inserida na Unidade Geomorfológica chamada de Planalto dos Parecis, nomenclatura adotada pelo estudo de ZSEE do Estado de Mato Grosso (2004) em virtude das unidades morfológicas nele encontradas.

O Planalto dos Parecis constitui uma das unidades geomorfológicas de grande expressão na parte centro norte do Estado do Estado de Mato Grosso e caracteriza-se pela homogeneidade das formas de relevo, predominantemente tabulares e subdividido em duas propriedades climáticas (IIIB2 e IIIB5). É um bloco relativamente homogêneo do ponto de vista altimétrico, com altitudes que variam de 400 a 350 m de leste para oeste. Este Planalto encontra-se topograficamente rebaixado em relação à superfície da Chapada dos Parecis localizada na porção oeste do Estado do Mato Grosso com elevação de até 800 m, sendo o contato da Chapada com o Planalto do Parecis assinalado por escarpas e anfiteatros erosivos. A intensidade da dissecação do relevo, relativa tanto à amplitude dos topos quanto ao aprofundamento dos vales, varia de leste para oeste em função da litologia dominante em cada trecho e da altitude do relevo em relação ao nível de base regional.

Para um entendimento detalhado da geomorfologia da Bacia do Rio Sete de Setembro utilizou como base o relatório apresentado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN), 2000, sobre os aspectos geomorfológicos da Folha Canarana – MIR-359 - (SD.22-V-D)– Memória Técnica-Nível Compilatório, uma vez que a área da bacia compreende toda a extensão centro-oeste da Folha Canarana (SD.22-V-D) apresentado na figura 6.

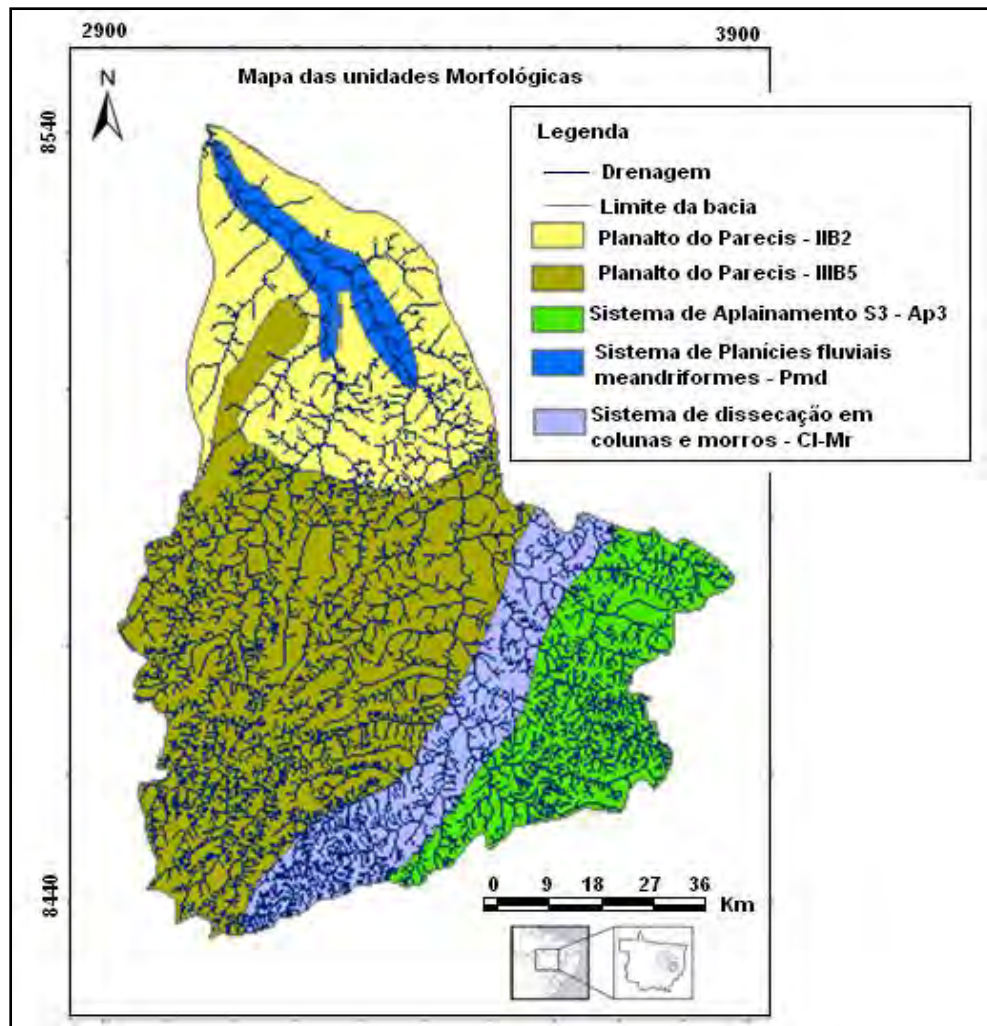


Figura 6: Mapa das Unidades morfológicas

Fonte: adaptado de ZSEE-MT (2004) e SEPLAN-MT (2000).

A Bacia do Rio Sete de Setembro, segundo o estudo da SEPLAN (2000) está inserida no contato entre quatro grandes condicionantes estruturais, por um lado a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia, na área representada pelas litologias da Formação Diamantino, e de outro as Formações Cretáceas da Bacia Sedimentar dos Parecis, com predominância de sedimentos arenosos, localmente acompanhados de sedimentos devonianos da Formação Ponta Grossa pertencente a Bacia Sedimentar do Paraná e por fim a área da

depressão tectônica da Bacia do Bananal que apresenta sedimentação recente. Apresentando os seguintes sistemas geomorfológicos: Sistema de Aplanamento Ap2 (corresponde a uma ampla superfície de aplanamento que exhibe homogeneidade topográfica, dissecação predominantemente tabular e pelo padrão geral da drenagem sub-dendrítica), Sistema de Dissecação em Colinas e Morros da Serra do Roncador, Sistema de Aplanamento Ap3 (corresponde ao conjunto de relevos mais rebaixados, constituindo a base da superfície de aplanamento), e Sistema de Agradação Fluvial.

O Sistema de Aplanamento Ap2 abrange aproximadamente 50% da área, localizando-se na porção centro-oeste da Bacia. Corresponde a uma superfície inclinada para norte, nivelada entre 300 e 400 m. As áreas de dissecação ocorrem em uma faixa no sentido norte-sul ao leste da região da bacia. Corresponde a morros e colinas localizados abaixo da escarpa erosiva da Serra do Roncador, sendo drenado por afluentes da margem esquerda do Rio Araguaia, configurando-se como uma área de transição entre os Sistemas de Aplanamento Ap2 e Ap3, correspondendo ao divisor de água entre as Bacias do rio Xingu e do rio Araguaia. Este contato é marcado por escarpas erosivas descontínuas, sendo em alguns trechos escalonadas e em outros abruptas. No primeiro caso, o afloramento de litologias da Formação Ponta Grossa ocasiona a formação de escarpas pouco nítidas, passando a ocorrer um escalonamento entre o topo do Sistema Ap2 e o Sistema Ap3 localmente deprimido. Quando as coberturas cretáceas mantêm-se conservadas, as escarpas são abruptas, observando-se também relevos residuais de topos tabulares delimitados por escarpas erosivas e pedimentos dissecados.

O Sistema de Aplanamento Ap3 localiza-se topograficamente abaixo da área de dissecação, correspondendo a uma rampa suave entre as áreas mais altas do Roncador e o Sistema de Agradação Fluvial a leste. Os Sistemas de Agradação ocorrem nas planícies fluviais da bacia hidrográfica do Rio Xingu, localizadas junto ao Sistema de Aplanamento Ap2. A Figura ilustra a compartimentação e distribuição esquemática dos sistemas geomorfológicos da Bacia do rio Sete de Setembro com base na folha Canarana (SD.22-V-D).

Sistema de Dissecação em Colinas e Morros – CI-Mr apresenta relevo composto por morros e cristas, com dimensão interfluvial entre 250 a 750 m, entalhamento dos vales com valores entre 60 m e mais de 160 m. Localmente ocorrem, pequenas cristas alongadas, que se destacam no conjunto de morros. Os valores médios de declividade são altos, geralmente superiores a 20%. O embasamento é composto por rochas das Formações Ponta Grossa: arenitos com intercalações pelíticas, siltitos, argilitos e delgados níveis conglomeráticos, e Diamantino: epimetamórfitos, arcóseos com intercalações de siltitos e folhelhos micáceos, e

Furnas: arenitos ortoquartzíticos de granulometria grosseira a localmente finos, apresentando na base, horizonte conglomerático monomítico, de espessura métrica. O material superficial é composto basicamente pelo resultado do intemperismo físico-químico atuante sobre estas rochas, gerando materiais superficiais com características areno-argilosas. Localmente, ocorre coluvionamento e laterização deste material, conformando crostas pisolíticas de pequena espessura.

Sistema de Aplanamento S3 – Ap3 foi elaborado sobre rochas da Formação Diamantino. Corresponde ao piso regional do relevo, tendo sido denominada no projeto RADAMBRASIL de Depressão do Araguaia, estando posicionada altimetricamente abaixo das áreas de dissecação da Serra do Roncador. A distribuição espacial deste sistema, posicionada como uma faixa de ligação entre as áreas do Sistema de Dissecação e o Sistema de Agradação, confere a este relevo, um caráter de transição, sendo que a leste, ocorre coalescência entre os níveis topográficos do Sistema de Aplanamento e das áreas inundáveis do Sistema de Agradação.

Sistema de Planície Fluvial – Pmd composto pelas planícies e terraços fluviais que acompanham os rios de menor porte, e que não são distinguíveis na escala de mapeamento. Fazem parte deste sistema as áreas marginais aos rios Suiazão e Tanguro na bacia do Rio Xingu. O embasamento é composto por sedimentos recentes areno-silto-argilosos, gerando solos Hidromórficos e Gleissolos pouco Húmico. As baixas declividades nesta unidade, com valores sempre inferiores a 1%, são decorrentes da suavização dos processos de deposição, proporcionados por inundações sazonais. Nas áreas associadas à bacia do Rio Xingu, nas bordas deste sistema, ocorre processos de coluvionamento, que mascaram a transição entre as vertentes e as formas de acumulação.

3.5. Características pedológicas

Os solos presentes na região da bacia do Rio Sete de Setembro segundo o Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do Estado do Mato Grosso (ZSEE-MT, 2004) estão classificados segundo Embrapa (1999), assim foi mantido a classificação, considerando que se trata de um levantamento bibliográfico (Figura 7).

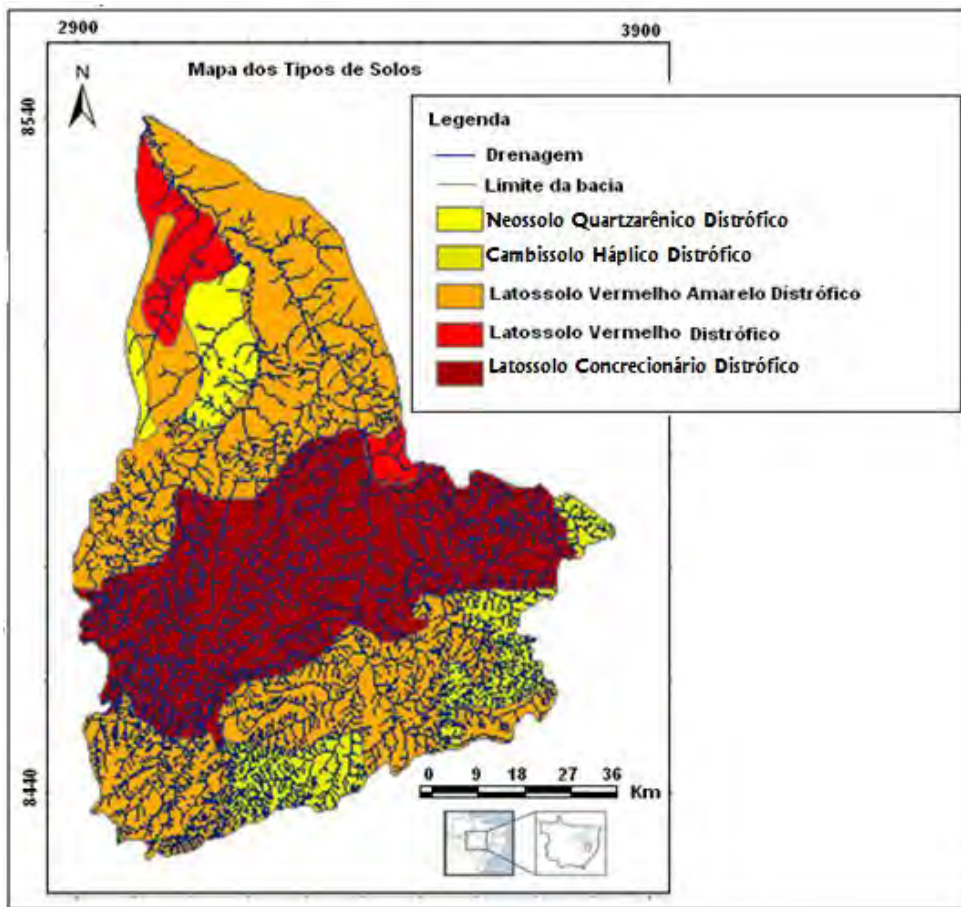


Figura 7: Mapa dos principais solos encontrados na Bacia do Rio Sete de Setembro - MT
Fonte: SEPLAN (2004).

Baseado no Mapa Pedológico do Estado de Mato Grosso (ZSEE-MT, 2004), na região da bacia do Rio Sete de Setembro predominam as seguintes classes de solo:

- **Latossolo Vermelho Distrófico**

Compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, de cor vermelho-escuro, vermelha ou bruno-avermelhado escuro, com teores de Fe_2O_3 (proveniente do ataque sulfúrico) entre 18 e 8% nos solos argilosos ou muito argilosos e normalmente inferiores a 8% nos solos de textura média com atração magnética fraca ou inexistente. Os solos de textura argilosa são muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, são oxidícos, possuem baixa densidade aparente ($0,84$ a $1,03 \text{ g/cm}^3$) e porosidade muito alta ou alta, com valores variando de 62 a 70%, indicando boas condições físicas. Nos solos de

textura média, a densidade aparente é maior (da ordem de 1,30 -1,34 g/cm³) e a porosidade é média, (46 a 48%). Os materiais litológicos presentes são os arenitos do Grupo Parecis e sedimentos argilo-arenosos da cobertura detrito-laterítica.

As ótimas condições físicas, as quais, aliado ao relevo plano ou suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Estes solos, por serem ácidos e Distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem correção de acidez e fertilização, sempre baseadas em análises de solos. Os solos argilosos e muito argilosos têm melhor aptidão agrícola que os de textura média, tendo em vista que estes são mais pobres e mais susceptíveis à erosão. Estes últimos, porém, em contraposição aos argilosos ou muito argilosos, podem ser degradados mais facilmente por compactação, quando é feito uso inadequado de equipamentos agrícolas.

- **Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico**

Os solos são formados por minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, cores normalmente vermelhas a vermelho-amareladas, com teores de Fe₂O₃ iguais ou inferiores a 11% e, normalmente, acima de 7%, quando os solos são argilosos ou muito argilosos e não concrecionários. São solos que não apresentam atração magnética, profundos ou muito profundos, bem drenados, com textura argilosa, muito argilosa ou média. Os solos de textura argilosa ou muito argilosa e de constituição mais oxídica, possuem baixa densidade aparente (0,86 a 1,21 g/cm³) e porosidade total alta a muito alta (56 a 68%). Os solos de textura média, normalmente, possuem densidade aparente pouco maior e porosidade total média, ácidos a muito ácidos, com saturação de bases baixa (Distróficos) e por vezes, álicos, neste caso com alumínio trocável maior que 50% e têm como material originário, sedimentos tanto Terciário – Quaternários e, ainda, arenitos (Formações Utiariti e Salto das Nuvens), além de pequenas ocorrências sobre litologia da Formação Diamantino.

Estes Latossolos também possuem boas condições físicas que, aliado ao relevo plano ou suavemente ondulado, favorecem a utilização com diversas culturas adaptadas ao clima da região. As principais limitações decorrem da acidez elevada e da fertilidade baixa por isso, requerem um manejo adequado com correção da acidez e fertilização, com base em resultado de análises dos solos e controle de erosão, sobretudo nos solos de textura média que são mais susceptíveis à erosão. A deficiência de micronutrientes ocorre sobretudo nos solos de textura média, tendo um comportamento com relação à erosão semelhante ao dos Latossolos Vermelho Distróficos, descritos anteriormente.

- **Neossolo Quartzarênico Distrófico**

São solos minerais arenosos, hidromórficos ou não, normalmente profundos ou muito profundos, essencialmente quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários, pouco resistentes ao intemperismo. Possuem textura nas classes areia e areia franca, até pelo menos 2 metros de profundidade, cores vermelhas, amarelas ou mais claras. São solos normalmente muito pobres, com capacidade de troca de cátions e saturação de bases baixas, freqüentemente álicos e Distróficos. Esta classe compreende os Neossolos Quartzarênicos Distróficos e os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos Distróficos. Quando não Hidromórficas formam solos excessivamente drenados, porém quando Hidromórficas são imperfeitamente ou mal drenadas. Originam-se tanto de sedimentos inconsolidados Quaternários ou Terciário-Quaternários, quanto de arenitos de várias Formações Geológicas.

São solos com capacidade de troca de cátions e saturação de bases muito baixas, além disso, possuem muito baixa disponibilidade de água e drenagem excessiva (solos não hidromórficos) e quando localizados em várzeas encharcadas, necessitam de drenagem.

Os Neossolos Quartzarênicos Distróficos podem ser usados para cultura do cajueiro e reflorestamento com espécies pouco exigentes em nutrientes. São particularmente susceptíveis à erosão em profundidade, em razão de sua constituição arenosa com grãos soltos, que propiciam o desbarrancamento. A erosão superficial também é verificada, porém perde sua eficácia em razão da grande permeabilidade destes solos.

- **Latossolo Concrecionário Distrófico**

A unidade de mapeamento engloba solos concrecionários lateríticos que podem ser incluídos em diversas classes, principalmente nas dos Plintossolos Concrecionários e Latossolos Concrecionários. Esta unidade de mapeamento engloba principalmente solos com saturação de bases baixa, ou seja, Distróficos. A textura destes solos é variável, porém tipicamente cascalhenta. Originam-se a partir de vários materiais geológicos, porém merecem destaque as rochas do Grupo Cuiabá e sedimentos do Terciário-Quaternário. São áreas mais apropriadas para pastagem e para preservação de flora e fauna e apresentam grande diversificação entre si, em função das características intrínsecas de cada um, como tipo de horizonte B, profundidade e textura, que não são discriminados no nível das informações disponíveis até o momento.

- **Cambissolos Háptico Distrófico.**

São solos minerais não hidromórficos, com horizonte A sobre horizonte B incipiente (não plíntico), ou seja, um horizonte pouco evoluído, no qual apenas se manifestam as características de cor e/ou estrutura, sem contudo haver outras características indicadoras de maior evolução, tais como B textural, B latossólico, B espódico ou horizonte plíntico. São solos pouco profundos a rasos, com pequena diferenciação de horizontes, ausência de acumulação de argila, textura franco-arenosa ou mais fina (mais argilosa), cores normalmente amareladas e brunadas e quando derivados de rochas cristalinas (gnaiesses, granitos, migmatitos, xistos, filitos etc.) de um modo geral apresentam materiais primários facilmente decomponíveis no interior de sua massa. a textura é média ou argilosa, podendo ter cascalhos.

Na região predominam os Cambissolos com argila de atividade baixa, Distróficos, com frequentemente saturação de alumínio alta, maior que 50%, tendo, portanto, caráter álico. Está relacionado tanto a rochas pré-cambrianas do Complexo Xingu, como a rochas do Grupo Cuiabá (metassiltitos e metarcóseos) e da Formação Diamantino (siltitos e arcóseos calcíferos).

Em face da grande diversidade de propriedades e também quanto ao relevo, não se pode generalizar o uso e as limitações destes solos, de um modo geral, são solos bastante susceptíveis à erosão, considerando que a maior parte da área destes solos ocorre em relevo ondulado, fortemente ondulado ou montanhoso, onde as limitações são fortes ou muito fortes, em decorrência da susceptibilidade à erosão. Nas áreas de relevo plano e suavemente ondulado, quando os solos têm boa profundidade e não apresentam pedregosidade e/ou rochosidade, podem ser usados para agricultura, porém tem que haver controle da erosão, além da correção da acidez e adubação, tendo em vista que os solos são Álicos ou Distróficos e nas áreas mais acidentadas, sobretudo com relevo fortemente ondulado e montanhoso, devem ser preservadas para a proteção da flora e fauna.

3.6. Características da Vegetação

A Bacia do rio Sete de Setembro pertencente aos altos cursos dos rios formadores do Xingu compreende uma zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado do Planalto Central. Mesmo considerando a Bacia do Rio Xingu como pertencente à floresta Amazônica, o trabalho de Soares (1953) já destacava que, à medida que a Floresta Amazônica vai avançando para o sul, sua fisionomia também vai se modificando, por causa do clima estacional. Segundo Soares (1953), essa mudança de aspecto é notada na época seca, pela perda de folhas de algumas árvores mais altas. Já no contato com o Cerrado da região Centro-

Oeste, o seu aspecto seria o de “mata seca”, pois assume caráter francamente semidecidual, quando observada no período mais intenso da estiagem, e reduz-se a matas de galeria nos fundos dos vales estreitos, junto aos cursos d’água, como uma verdadeira incursão no domínio das formações campestres ou savânicas.

O caráter estacional das florestas do Xingu também foi observado por Eiten (1975), ao analisar a vegetação da Serra do Roncador, que constitui o divisor de águas das bacias do Xingu e Araguaia. Segundo Eiten (1975), a porção leste da Serra do Roncador é recoberta por diversas fisionomias de Cerrado, mas a porção oeste é recoberta por floresta, que constitui a borda externa da hiléia amazônica, localização da bacia em estudo. Essa floresta, próxima aos climas secos do Brasil Central, é semidecidual, com 20 a 40% das árvores perdendo suas folhas na estação seca, ou predominantemente perene, conforme observado por Ratter *et al.* (1973).

Considerando que uma formação vegetal é resultado de fatores históricos e ecológicos, Ab’ Saber (1977) propôs o conceito de domínio morfoclimático, a região das múltiplas cabeceiras do Rio Xingu, simbolicamente denominada de “espanador” do Xingu (formato dos rios que compõe a bacia), constitui área de interligação e coalescência de florestas de galeria, causada pelo notável rebaixamento e estreitamento dos interflúvios existentes entre os diversos formadores da drenagem regional. Dessa forma, do ponto de vista fitogeográfico *Senso-estrito*, a maior parte do Alto Xingu ainda é considerada vegetação amazônica, enquanto do ponto de vista morfoclimático é uma área de transição para o domínio do Cerrado, quando não o próprio domínio do Cerrado. Trata-se assim de um caso de galerias coalescentes, situadas em uma das margens do domínio morfoclimático dos Cerrados e Cerradões. Assim, a Bacia do rio Sete de Setembro é composta predominantemente por vegetação de Savana com influência da floresta amazônica ao norte da área. No levantamento realizado pelo ZEE (2004) foram destacados cinco feições florestais (Figura 8) e o uso antrópico, descritos abaixo:

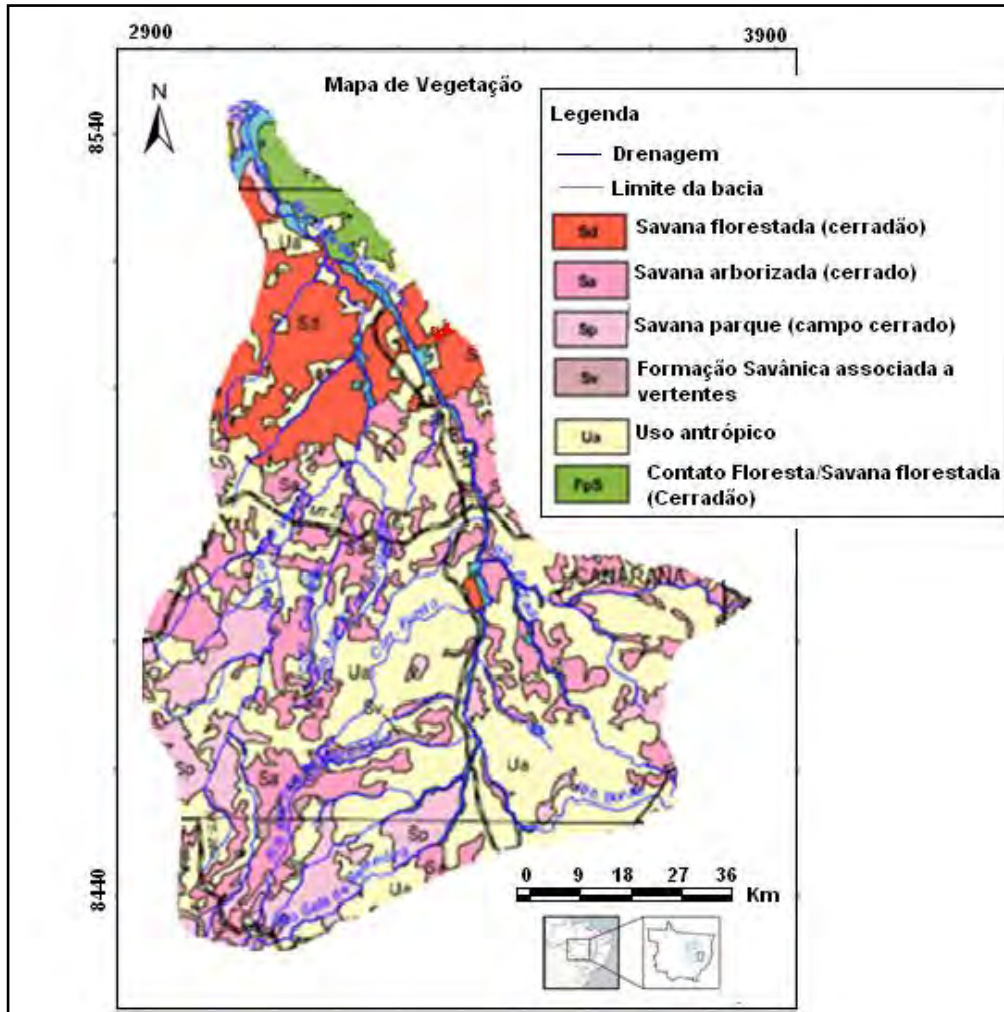


Figura 8: Mapa de cobertura vegetal da Bacia do Rio Sete de Setembro– MT.
Fonte: SEPLAN (2004).

- **Savana florestada (Cerradão)-(Sd).**

A Savana Florestada (Cerradão) é observada em diferentes tipos de solo e de relevo, em contato com a Floresta Ombrófila e Estacional ou ocupando áreas de solos melhores em meio à Savana Arborizada (Cerrado). Recobre também áreas de relevos tabulares, onde predominam solos do tipo Litólicos Distróficos, Areias Quartzosas ou afloramentos rochosos das Chapadas da região. Possui estrutura caracteristicamente arbórea (8 a 15 metros), xeromorfa, de esgalhamento profuso, folhas grandes (coriáceas e perenes), casca corticosa, sem estrato arbustivo nítido e com estrato gramíneo entremeado de espécies lenhosas de pequeno porte. Sua ocorrência natural se dá sob a forma de pequenos grupamentos isolados, em locais onde a atividade antrópica é restrita. Apresenta composição florística diversificada, contendo espécies do cerrado (mais desenvolvidas), da floresta estacional, além daquelas exclusivas desta formação. Sendo comuns: no estrato arbóreo entre 4 e 8 metros: muricis (*Byrsonimaspp*), lixeira (*Curatella americana*), oiti (*Licaniahumilis*), pau-santo

(*Kielmeyera*); no estrato arbóreo entre 8 e 15 m: sucupira-branca (*Pterodonpubescens*), sucupira preta (*Bowdichiavigilioides*), sobro (*Emmotumnitens*), carvoeiro (*Sclerolobiumpaniculatum*), capitão (*Terminaliaargentea*), jatobá (*Hymenaeacoubaril*), tingui (*Magoniapubescens*), pau-terra (*Qualeagrandiflora* e *Q. parviflora*), jacarandá (*Machaerium* e *Dalbergia*), pau-de-arara (*Salvertiaconvallariaeodora*). no estrato intermediário: marmelada-de-cachorro (*Alibertiaedulis*), unha-de-vaca (*Bauhiniasp*), Melastomataceas, Cyperaceas, Rubiaceas, Palmae, Gramíneas; no estrato herbáceo: Gramíneas, Cyperaceas, Bromeliaceas, Musaceas, pteridófitas.

- **Savana arborizada (Cerrado)–(Sa).**

Ocupa grandes áreas com solos e relevo bastante diferenciados. Na planície do Araguaia e nas encostas da chapada dos Parecis (região da área de estudo) esta formação ocupa áreas de acumulação inundável, aparecendo também algumas matas de galeria, interrompendo a fisionomia de Savana. Sua ocorrência é mais significativa abaixo do paralelo 13°, até os limites com o Mato Grosso do Sul. A leste da área de estudo reveste relevos dissecados em colinas ou tabulares com solos dos tipos Litólico com cascalheira; Latossolo Vermelho e Areias Quartzosas. Constitui-se em uma formação campestre, com origem natural ou antrópica (caráter secundário), possuindo estrutura mais aberta e mais baixa que o cerradão (aproximadamente 5 metros). É caracterizada por um tapete gramíneo lenhoso contínuo e pela presença de árvores gregárias de troncos e galhos retorcidos, casca espessa (às vezes suberosa), folhas grandes (podendo ser grossas, coriáceas e ásperas). Ocorre sobre relevos tabulares ou ondulados e dissecados, com capeamentos areníticos. As principais espécies são: Porte arboreo: pau-santo (*Kielmeyera*), muricis (*Byrsonimaspp*), lixinha (*Davillaelliptica*), barbatimão (*Stryphnodendronsp*), jatobá-do-campo (*Hymenaeastigonocarpa*), pequi (*Caryocar brasilienses*), paus-terra (*Qualeaspp*), mangaba (*Hancorniaspeciosa*), lixeira (*Curatella americana*), pau-de-arara (*Salvertiaconvallariaeodora*), laranjinha-do-cerrado (*Styraxsp*), pau-pombo (*Tapiriraguianensis*), abio-carriola (*Pseudocladialateriflora*) e araticum (*Annonacacans*); porte arbustivo: unha-de-vaca (*Bauhiniasp*), saca-rolha (*Helicterissacarolha*), canela-de-ema (*Vellozianata*), Compositae (*Vernoniaspp*), Melastomataceae; palmeiras anãs: querobacaté (*Syagrussp*), butiá (*Butiasp*), vassourinha (*Allagoptercampestris*) e piaçaba (*Orbigniaeichleri*).

• **Savana Parque (Campo Cerrado)-(Sp) e Formação Savânica associada a vertentes - (Sv).**

Ocorre em solos do tipo Litólico; ao norte em áreas marginais aos rios Xingu e seus afluentes e em relevos tabulares das chapadas com dominância de Areias Quartzosas. São observadas também em áreas de acumulações inundáveis, onde o solo dominante é do tipo Hidromórfico, mas ocorrendo também em Plintossolos, Gleissolos Pouco Húmicos e Areias Quartzosas. Em algumas áreas da planície de inundação sazonal, as árvores e arvoretas ocupam, preferencialmente, pequenas elevações circulares do terreno, denominadas “teso”, onde, quase sempre, aparecem termiteiros. As espécies que se instalam nestas áreas são, em geral, mais sensíveis ao encharcamento periódico. A palmeira *Orbignya eichleri* (coco piaçaba), um babaçu acaule, é comum na planície do Araguaia, assim como *Allagopterasp* (vassourinha) e *Astrocaryumsp* (tucum).

A Formação Savânica associada a vertentes (Sv) domina em toda a Depressão do Paranatinga e na borda sudoeste da Chapada dos Parecis. Sua origem pode ser da mesma forma que na formação anterior, natural ou antrópica. É constituída de um estrato graminoso-cespitoso (formando tufo ou emaranhados), entremeado por elementos arbóreos com distribuição rarefeita. É encontrada sob as condições mais variadas, desde planícies de inundação até topos e encostas pedregosas. Quando de natureza antrópica, ocorre em todo o país. Estas áreas são, em geral, utilizadas como pastagem. A família predominante é Gramineae (*Aristida*, *Panicum*, *Andropogon* e *Tristachya*), sendo também frequentes Compositae e Leguminosae.

• **Contato Floresta/Savana florestada (Cerradão)- (Fps).**

Apresenta a fisionomia submontana (Fps) bastante irregular, variando de média a densa, constituída de elementos herbáceos, arbustivos e espécies em regeneração. A floresta estacional submontana ocorre em pequenas manchas. Apresenta elementos arbóreos relativamente altos, mas de fustes finos, com predominância no sub-bosque de arbustos das famílias Melastomataceae e Myrtaceae. Ocorre também em relevos residuais, e nas encostas do Planalto dos Parecis, em superfícies conservadas, compondo uma faixa quase contínua. A litologia constitui-se de material inconsolidado do Quaternário e parte do Complexo Xingu do Pré-Cambriano, com solos do tipo Podzólicos, na sua maioria. Nos vales há agrupamentos de palmeiras, mas ocorrem também reboleiras de cipó e bambu.

3.7. Histórico de Colonização.

A região onde a área de estudo está inserida iniciou o seu processo de colonização no início da década de 70 por 80 agricultores recrutados no Município gaúcho de Tenente Portela, pela Coopercol - Cooperativa Colonizadora 31 de Março Ltda, fundada e dirigida pelo pastor luterano Norberto Schwantes e pelo economista José Roberto A iniciativa do pastor Norberto Schwantes tinha o apoio dos governos Estadual e Federal, que desejavam atrair empresários rurais para a região Centro Oeste ao mesmo tempo em que diminuía as tensões nos conflitos de terras criados no Rio Grande do Sul neste período. Apesar de ter sido visitada por bandeirantes no século XVI, os primeiros a se fixarem na região vieram dos estados de Goiás e Maranhão na segunda metade da década de 1940. Eram aproximadamente 200 famílias que tiveram terras desapropriadas nos seus Estados de origem e foram assentadas no local pela Fundação Brasil Central. Nessa época, estava em construção a BR-158, que seguia o traçado aberto pela Expedição Roncador-Xingu no início de 1943. Mas, devido à falta de planejamento na ocupação pela primeira leva de agricultores, poucos permaneceram na região. No início da década de 1970, o governo federal criou programas de incentivo à colonização do Centro-Oeste brasileiro. Organizados em cooperativas, os agricultores gaúchos vieram para o Mato Grosso atraído pelos financiamentos federais para a compra de grandes propriedades de terra. Nessa época, o tamanho médio da pequena propriedade no Rio Grande do Sul era de apenas 2,5 hectares, enquanto que o colono associado à extinta Cooperativa “31 de Março” que vinha para o Vale do Araguaia recebia um lote rural de 400 hectares e 3 lotes urbanos com 800 m² cada. De 1974 a 1980, duas mil famílias gaúchas vieram para região. Destas, 35 % tiveram sucesso e permaneceu, o que é considerada uma excelente média, bem acima dos 20% a 25% previstos para esse tipo de empreendimento. Hoje a região apresenta-se desenvolvida economicamente e baseia-se na pecuária como principal atividade. A agricultura também é responsável por boa parte da receita da região. O plantio de soja destaca-se como o mais importante produto agrícola, em segundo lugar, o plantio de arroz. Em segunda safra, tem o plantio do milho, girassol, sorgo, milheto e crotalária. Além da agricultura extensiva, diversas culturas são cultivadas, como hortaliças e fruticultura, com destaque para a melancia e o mamão. A produção destas lavouras é comercializada a nível regional, e no caso do mamão, é enviado para os Estados do sul do País.

4. MÉTODO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Materiais/Equipamentos

Para atingir os objetivos propostos, foram utilizados produtos de Sensoriamento Remoto, Bases Cartográficas, mapas temáticos pré-existentes, equipamentos de informática e Sistemas de Informação Geográfica. – SIG, especificados abaixo:

Documentação cartográfica:

- Folhas topográficas: Folha Canarana (SD – 22-V-D-IV), Folha Água Boa (SD-22-Y-B-I) e Folha Rio Tanguru (SD-22-V-S-I) escala 1:100.000 (IBGE, 1975 e 1982);
- Cartas do levantamento de reconhecimento, as quais foram consideradas como informações preliminares para a geração do banco de dados do Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico (ZSEE) do Estado de Mato Grosso – SEPLAN-MT de 2004 na escala de 1:1.500.000, Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso Convênio CPRM/SICME-MT e Ministério de Minas e Energia de 2004 na escala de 1:1.500.000, Mato Grosso Solos e Paisagens – SEPLAN-MT de 2007 na escala de 1:2.000.000, Avaliação Ambiental Integrada (AAI) - Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu -Volume I e II - ELETROBRÁS de 2009 na escala de 1:4.250.000;
- Elaboração de Cartas de Reconhecimento Geral, trabalhadas na escala 1:100.000 e apresentadas na escala 1:600.000 sobre aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos;

Sensores Remotos:

- Imagem de satélite LANDSAT 5 TM orbitas 224.069, 224.070, 225.070 dos anos de 1984 e 2010;

Programas Computacionais

- Spring 5.1 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 2005);
- ArcGIS 9.1 (ESRI Inc., 1999-2005);

4.2. Definição e planejamento para coleta de dados

Esta fase da pesquisa foi dividida em duas etapas: Levantamento Bibliográfico e Cartográfico (Diagnóstico Zero) e coleta de campo.

4.2.1. Levantamento bibliográfico e cartográfico (Diagnóstico Zero)

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico e cartográfico sobre a região onde a bacia hidrográfica estava inserida, chamado também como Diagnóstico Zero, o que permitiu orientar e priorizar as etapas, fornecer as fontes de evidências e as referências sobre a região de estudo, e assim nortear as coletas em campo. A partir das informações encontradas na literatura, elaborando-se um banco de dados georreferenciado com os dados pré-existentes referentes à localização, rede de drenagem, mapas e aspectos geológicos, climatológicos, topografia, geomorfológicos, pedológicos e de cobertura vegetal.

A informação cartográfica básica para o desenvolvimento deste estudo foram as cartas topográficas de Canarana, Água Boa e Rio Tanguro (IBGE - escala 1:100.000) que compreendem a região da Bacia do Rio Sete de Setembro, adquiridas em arquivos digitais e registradas no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), DATUM *South American* 1969, Brasil. A partir do registro de cada carta topográfica, elaborou-se um mosaico com as mesmas. As imagens do sensor TM/LANDSAT-5 foram adquiridas e georreferenciadas a partir do mosaico de imagens do sensor ETM+/Landsat-7 GeoCover. Todas as etapas de processamento digital de imagem foram realizadas no aplicativo SPRING 5.1.7 (CÂMARA *et al.*, 1996). As imagens foram registradas a partir da identificação de 12 pontos notáveis por cena, com erro inferior a um pixel, tendo como referência a cena GeoCover, resultando no Erro Médio Quadrático (RMS) inferior a 0.7 pixel. Após esta etapa seguiu-se com a delimitação da área da bacia (limite de cumeeira), tendo como base as cartas topográficas.

Para a determinação das principais áreas para as tomadas de campo, usaram-se as bases cartográficas do banco de dados georreferenciado (geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal e climatologia) aqui apresentado, baseado nos trabalhos que sintetizam as informações do meio físico do Estado do Mato Grosso, representadas pelo Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico (ZSEE) do Estado de Mato Grosso – SEPLAN-MT de 2004 na escala de 1:1.500.000, Mato Grosso Solos e Paisagens – SEPLAN-MT de 2007 na escala de

1:2.000.000, Avaliação Ambiental Integrada (AAI) - Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu -Volume I e II - ELETROBRÁS de 2009 na escala de 1:4.250.000

Após estas etapas, foram planejados os procedimentos de coleta de campo e análise dos dados.

4.2.2. Levantamento de Campo

Após a organização das informações pré-existentes da bacia do rio Sete de Setembro, foi realizado um campo de reconhecimentos para determinar as principais associações de solos, litologia e características geomorfológicas.

Para o levantamento de solos detalhado e da pedostratigrafia (NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE, 1983), e conseqüentemente para a determinação das unidades aloestratigráficas foi realizado um segundo campo, onde cumpriu resumidamente as seguintes etapas (adaptado de JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1998; PULIDO et al. 1990; OHARA et al. 2003; SHIMBO; JIMÉNEZ-RUEDA, 2003): (i) Determinação e descrição das características morfológicas, pedogenéticas e pedostratigráficas dos solos da área de estudo, realizadas a partir do mapa de unidades fisiográficas, da interpretação e de reconhecimentos e descrições iniciais de perfis de solo obtidos; (ii) Determinação das coberturas de alteração intempérica e da evolução e classificação dos solos, (iii) levantamento do substrato geológico e (iv) Interpretação deste levantamento e geração de mapa dos aspectos pedológicos..

Os solos predominantes na bacia foram classificados de acordo com a pedostratigrafia, segundo a reconstituição da formação, evolução e dinâmica dos solos e seu material de origem, para assim, contribuir com informações sobre os usos e ocupações adequados para a manutenção da fisiologia da paisagem. Os aspectos geológicos foram interpretados principalmente a partir da integração das informações de unidades fisiográficas, forma das vertentes (taludes convexos, côncavos e retilíneos), rede de drenagem e texturas, pois estas informações são características que refletem o tipo de material e a litologia de seu embasamento, além de verificações e interpretações durante os trabalhos de campo gerando um mapa de aspectos geológicos.

A Figura 9 apresenta o fluxograma das etapas aplicadas no levantamento do Meio Físico da Bacia do rio Sete de Setembro – MT.

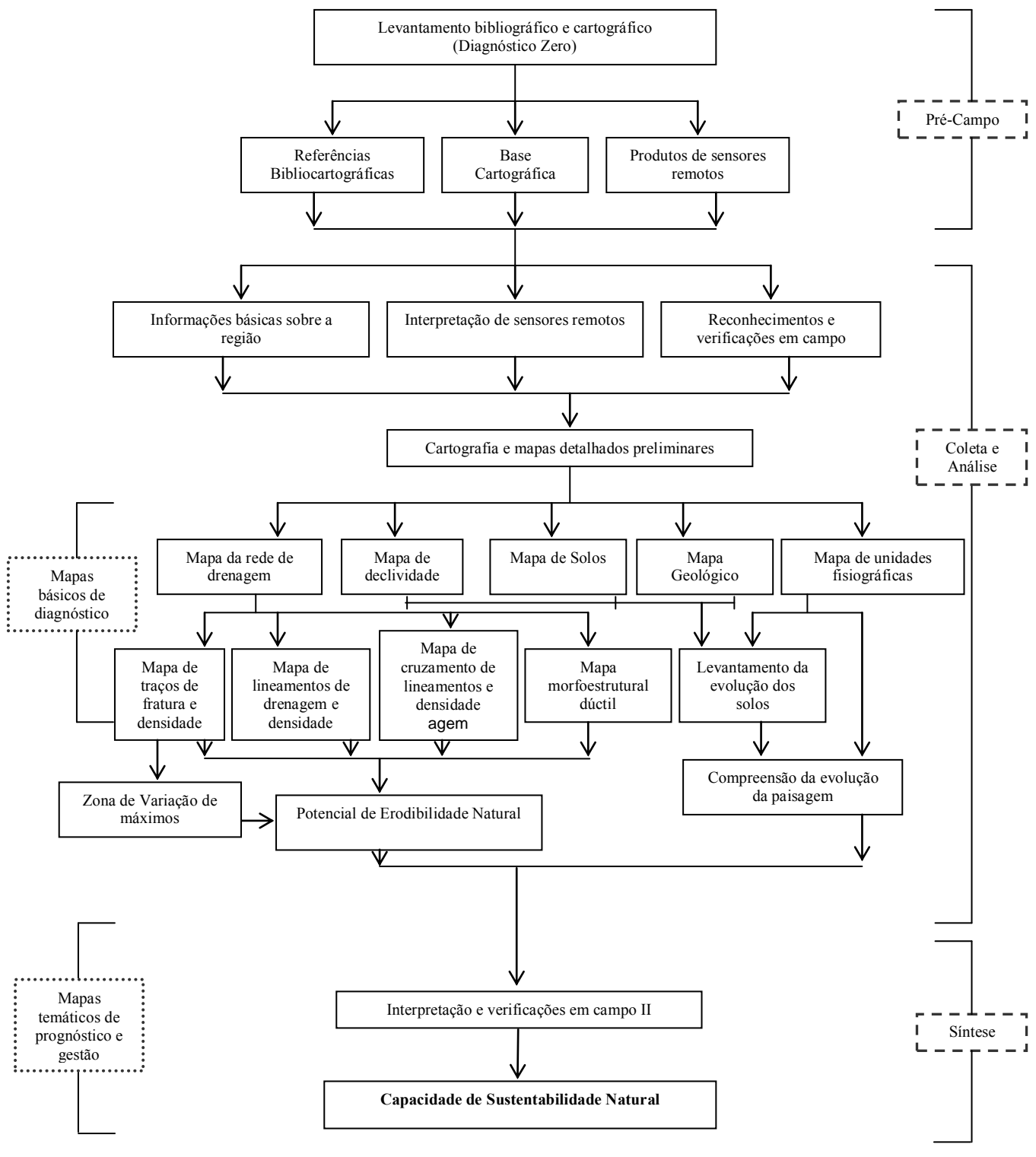


Figura 9: Fluxograma da execução do levantamento do meio físico realizado nesta pesquisa.

4.3. Procedimentos e Técnicas

4.3.1. Análise da rede de drenagem

Após a construção e georreferenciamento do mosaico de imagens do satélite TM/LANDSAT-5 da região, a drenagem da Bacia do Rio Sete de Setembro foi gerada e delimitada (limite de cumeira) através de digitalização manual. Para a análise morfoestrutural, padrão de drenagem, densidade de drenagem, foi utilizado a drenagem do mosaico de imagem do satélite TM/LANDSAT-5, na escala 1:200.000.

O mapa de densidade de drenagem foi elaborado com o objetivo de extrair zonas distintas quanto à permeabilidade. O mapa foi gerado no meio digital mediante análise estatística dos canais de drenagem pelo estimador de densidade Kernel (*densitykernel*) presente na extensão *Spatial Analyst* do software ArcGis 9.2. A modelagem da densidade foi realizada a partir do estabelecimento da unidade de área com 3.000 Km² de raio e células de saída de 30m (unidade de representação do pixel da Imagem TM/LANDSAT-5).

A análise dos padrões de formas da rede de drenagem teve como base a classificação de padrões básicos, suas feições anômalas anelares e radiais segundo critérios descritos por Weg (1972) e que se baseiam principalmente na formados elementos da drenagem apresentado na figura 10.

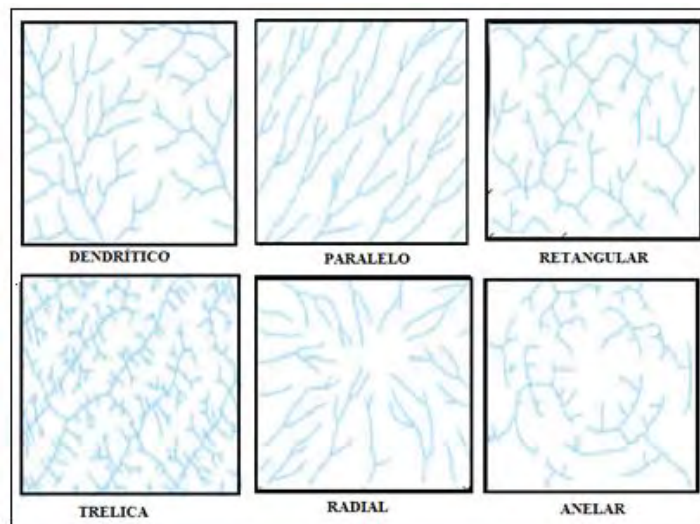


Figura 10: Feições de drenagem; radiais, lineares, anelares.
Fonte: adaptado de Weg (1972).

4.3.2. Análise Fisiográfica

A análise Fisiográfica que corresponde a um método de integração das informações sobre a evolução da paisagem em uma área, foi baseada em critérios estabelecidos por: Botero (1978), Goosen (1968, 1971), Jiménez-Rueda *et al.* (1989a e 1993), Jiménez-Rueda; Mattos (1992), Oliveira *et al.* (1989), Villota (1983, 1991 e 2005), Zinck (1987). Inicialmente foi realizada uma caracterização fisiográfica regional da área de estudo por meio da análise da literatura. Desse modo, a contextualização regional foi definida com os seguintes níveis categóricos: Província Fisiográfica, Região e Sub-região, que correspondem geralmente em grandes regiões naturais (geológicas, climáticas, geomorfológicas) definidas em um país (BOTERO, 1978). Posteriormente, foram reconhecidas as Paisagens (CORTÉS; MALÁGON, 1984; VILLOTA, 1983) da região da bacia. Foram caracterizadas as Paisagens, por meio da interpretação preliminar de imagens de satélite LANDSAT 5/ETM+, do levantamento dos horizontes diagnósticos/volumes de alteração intempérica com reconhecimentos e verificações em campo, o que permitiu definir e delimitar as unidades fisiográficas presentes na região de estudo e a legenda fisiográfica preliminar. As unidades fisiográficas foram reconhecidas em um primeiro campo e classificadas pelos seguintes elementos observados nas imagens de satélite: formas do relevo, perfil da topografia, grau de dissecação, hipsometria, nível de base, quebra do relevo, drenagem, litologia, comportamento estrutural, vegetação natural, uso da terra, processos pedogenéticos. As observações em campo foram necessárias para checar os limites e propriedades das unidades fisiográficas obtidas na etapa de interpretação das imagens de satélite LANDSAT 5/ETM+, e coletar dados referentes as propriedades do relevo, da geologia, das coberturas superficiais e dos solos.

Após as observações no campo de verificação foram adequados os limites fisiográficos, determinado as propriedades de cada unidade fisiográfica e gerado um mapa fisiográfico da Bacia do rio Sete de Setembro.

Deste modo, as informações presentes nas unidades fisiográficas também foram utilizadas para: compreender a evolução e dinâmica da paisagem e suas coberturas de alteração intempérica e definir as associações e as classes de solos. Em última análise, essas unidades foram essenciais para: diagnosticar as potencialidades e limitações; definir as áreas erosionáveis (degradacionais e/ou deposicionais) e recomendar usos e ocupações para a conservação dos ecossistemas.

Por outra parte, os mapas de declividade e hipsométrico foram elaborados pelo programa de sistema de informação geográfica (SIG) ArcGIS 9.2., a partir da interpretação do modelo de elevação digital do terreno (DEM), com resolução espacial de 90 metros,

proveniente do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível gratuitamente pelo site da EMBRAPA (MIRANDA, 2004). Esses mapas foram utilizados para a compreensão da dinâmica da paisagem e como mais uma ferramenta à verificação das indicações ambientais, e conseqüentemente, à elaboração dos mapas temáticos.

O mapa de declividade da área de estudo foi dividido em 6 classes de: 0-4%, relevo plano ou quase plano; 5-8%, relevo suave-ondulado; 9-12%, relevo ondulado com declive moderado; 13-16% e 17-20%, relevo ondulado com declive forte; >21% relevo montanhoso a escarpado com declive muito forte. Esse mapa, atrelado com informações de declividade observadas em trabalhos de campo, contribuiu com informações para: elaboração de mapas temáticos, principalmente de suscetibilidade à erosão; indicações sobre as potencialidades e limitações para determinados usos da terra; possibilidade de uso de tratores e maquinários agrícolas. (CORTÉS; MALAGÓN, 1984; IBGE, 2005; LEPSCH 1983; MARQUES, 1971). O mapa hipsométrico foi apresentado com as seguintes classes de altitude encontrados na área de estudo: 50-125m, 126-200m, 201-175m, 276-350m, 351-425m, 426-500m, 501-575m e >575m.

4.3.3. Análise Morfoestrutural

Nesta etapa as feições estruturais rúpteis que condicionam a drenagem e o relevo – lineamentos estruturais (falhas) e traços de junta (juntas ou fraturas) – foram extraídos da hidrografia gerada a partir da delimitação da drenagem do mosaico de imagem do satélite TM/LANDSAT-5 para assim, se estabelecer zonas com diferentes graus de influência do tectonismo, tensões de cisalhamento eruptibilidade, o que confere à cobertura de alteração maior ou menor suscetibilidade à instalação de processos erosivos (MATTOS *et al.*, 2002; PUPIM; JIMÉNEZRUEDA; MATTOS, 2007; CRISOSTOMO NETO, 2001; GUIMARÃES, 2001; XAVIER, 2001). Nesta mesma etapa foi gerado as informações para a análise de feições de contornos morfoestruturais (Alto e Baixo Estrutural).

4.3.3.1. Elaboração do Mapa de Traços de Juntas

O mapa de traços de juntas foi obtido a partir do reconhecimento e extração de lineações retilíneas de drenagem, principalmente de 1ª. ordem a 2ª. ordem, com comprimento entre 500 e 800m. Para elaboração do mapa, trabalhou-se com um overlay sobre um mapa de drenagem adensada para a escala de 1:50.000. A partir do mapa de traços de junta, foi realizada a análise espacial identificando e extraíndo as direções de maior frequência de traços de junta (máximos 1 e 2), dentro de uma unidade de área de 4 km de raio sobre mapa em

escala de 1:100.000 (IBGE). A delimitação da zona de variação dos máximos de traços de juntas foi obtida por interpolação manual, com indicação das direções principais. Cada unidade foi trabalhada isolada das áreas vizinhas, no sentido de evitar a interferência no campo visual. A delimitação de cada uma das zonas de variação dos máximos foi feita em mapas distintos (mapa de zonas variação de máximo 1 e mapa de zonas de variação de máximo 2) que, ao final, foram correlacionados gerando o mapa de zonas de variação máximos 1 e 2. Regiões onde coincidem as variações de máximos 1 e 2 são áreas onde os processos erosivos já se instalaram, sendo então de alta erodibilidade. As áreas onde ocorrem somente a variação de máximo 1 apresenta a erodibilidade alta e nas de máximo 2, os processos de erodibilidade são apenas potencializados e não instalados, apresentando as formas de relevo em equilíbrio dinâmico, mas se desestabilizando quando ocorre uma intervenção antrópica (MATTOS *et al.*, 2002). Tal interpretação está resumida no Quadro 2.

Quadro 2: Correlação das feições associadas/erodibilidade.

Feição Associada	Erodibilidade
Superposição de máximos 1 e 2	Muito alta
Presença de máximo 1	Alta
Presença de máximo 2	Potencializa a classe encontrada

4.3.3.2. *Elaboração do Mapa de Lineamentos Estruturais*

Através da utilização da imagem LANDSAT TM - 5 em meio digital no ArGis 9.1. foram traçados os lineamentos estruturais pela rede de drenagem mais evidentes da área (considerando uma margem de erro geral bem distribuída). A extração dos lineamentos se deu com a imagem em escala de 1:250.000. Foram mapeadas como lineamentos estruturais as feições lineares de drenagem e relevo de comprimento superior a 1,5 Km.

4.3.3.3. *Delimitação de zonas de isovalores de densidade de frequência de lineamentos estruturais*

Dos lineamentos estruturais e de seus cruzamentos foram submetidos a uma análise de densidade por meio da ferramenta *KernelDensity* (*SpatialAnalyst – ArcGIS*), estando os resultados plotados em três mapas: Mapa de Densidade de Traços de Juntas, Mapa de Densidade de Lineamentos Estruturais e Mapa de Densidade de Cruzamentos entre Lineamentos Estruturais. A ferramenta *KernelDensity* calcula a densidade de feições de linha ou ponto por unidade de área. Para o cálculo da densidade das feições morfotectônicas usou-se um raio de busca de 3000 Km², a resolução do mapa resultante foi de 100 m e os valores de

densidade estão expressos em km². A densidade de lineamentos estruturais visa a distribuição espacial destas feições, possibilitando a identificação de tendência de acumulação e a sua ocorrência. Foram estabelecidas cinco classes para os valores, de forma a mostrar zonas de densidade de frequência de frequência de lineamentos.

4.3.3.4. Análise da Morfoestrutura (Alto e Baixo Estrutural)

A análise de feições de contornos morfoestruturais se dá a partir do estabelecimento de padrões de assimetrias-simetrias das bacias hidrográficas e das feições de drenagem anelares e radiais considerando que os elementos são relativamente condicionados por fatores estruturais ou litológicos, devido à presença de processos morfogenéticos atuando sobre a superfície Jiménez-Rueda *et al.* (1993). O mapa morfoestrutural deverá ser integrado de maneira qualitativa, pois esse não possui feições que podem ser tratadas estatisticamente e consequentemente quantificadas, dessa maneira sua caracterização frente ao potencial de erodibilidade segue as determinações de Shimbo (2006) (Quadro 3).

Quadro 3: Resumo da aplicação da relação Morfometria/Morfoestrutura adaptado de Shimbo (2006).

MORFOESTRUTURA/MORFOMETRIA	DESCRIÇÃO
ALTO ESTRUTURAL/ALTO TOPOGRÁFICO (AA)	Pedogênese maior que morfogênese, forte intemperismo, argilominerais caulinita e gibbsita; intensa circulação de água; intensa oxidação; hidrólise total; processo de elitização, latossolização e laterização (em paleoambientes tropicais). Erodibilidade Baixa
ALTO ESTRUTURAL/BAIXO TOPOGRÁFICO (AB)	Pedogênese maior que morfogênese, forte intemperismo, argilominerais caulinita e gibbsita e esmectita; circulação de água média/alta; oxidação; hidrólise total/parcial; processos de elitização, latossolização, laterização, argilização e melanização. Erodibilidade Moderada/Alta (exorréica)
BAIXO ESTRUTURAL/BAIXO TOPOGRÁFICO (BA)	Pedogênese maior que morfogênese; intemperismo moderado/forte; argilominerais caulinita e esmectita; circulação de água baixa e direcionada; moderada redução; hidrólise parcial/total; processos de latossolização e argilização. Erodibilidade Alta/Moderada (exorréica)
BAIXO ESTRUTURAL/BAIXO TOPOGRÁFICO (BB)	Pedogênese menor que morfogênese; fraco intemperismo; argilominerais de esmectita; circulação de água alta e direcionada; intensa redução; hidrólise parcial/incipiente; processos de argilização, melanização e gleização; com concentração de Na, Ca, CO ₃ , Si e Mg. Erodibilidade Muito Alta (endorréica)

O mapa morfoestrutural da área de estudo foi elaborado, a partir da análise da rede de drenagem da bacia, através da análise do mosaico de imagens do satélite TM/LANDSAT-5 da região. Nessa análise morfoestrutural, foram identificadas as seguintes feições estruturais:

altos estruturais (anticlinal/antiformas/convexo); baixos estruturais (sinclinal/sinformas/côncavo); e *trends* de fraturas, esses últimos caracterizados por um adensamento de fraturas unidirecionais que demonstra um alinhamento estrutural (JIMÉNEZ-RUEDA *et al.* 1989a). Estas feições foram estabelecidas a partir da análise dos elementos de drenagem, considerando a linearidade ou regularidade; densidade; extensão; angularidade da confluência da drenagem (para definição do grau de assimetria); tropia; sinuosidade e grau de arqueamento das formas anelares, além da análise do relevo e suas relações espaciais (JIMÉNEZ-RUEDA *et al.* 1993; LIMA, 1995; MATTOS *et al.* 1982; SOARES; FIORI, 1976; VENEZIANI; ANJOS, 1982).

O mapa configura linhas não cotadas de contorno estrutural das camadas geológicas com indicações de seus mergulhos que representam as flexuras regionais. Nos altos estruturais, as estrutura de sub-superfície apresentam forma dômica e/ou antiformais (anticlinais) e os baixos apresentam forma de bacia (depressões) e/ou sinformais (sinclinais) Figura 11).

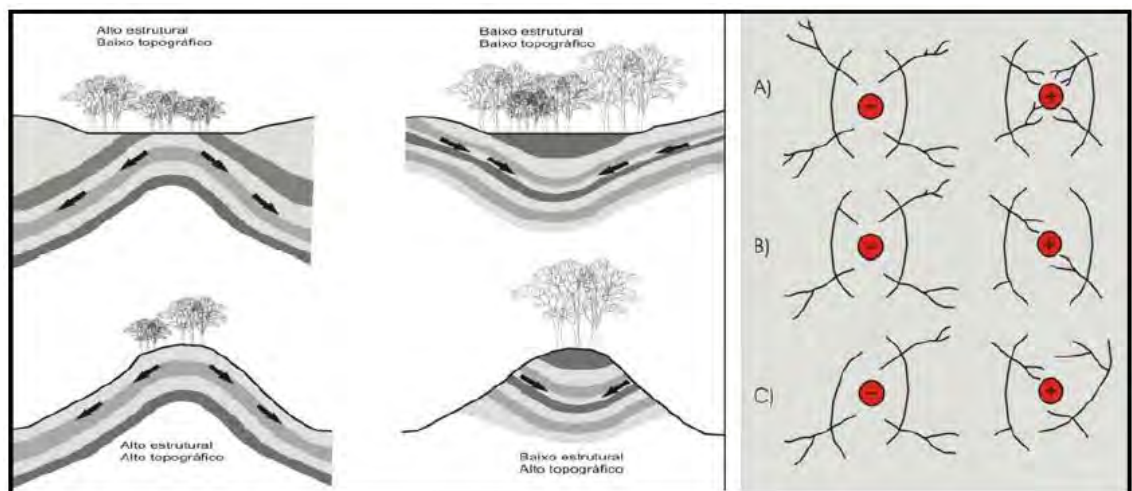


Figura 11: Esquema das possíveis configurações de altos e baixos estruturais e topográficos (esquerda) e denominações de altos e baixos estruturais de acordo com o padrão da drenagem em formas anelares (direita).

Fonte: Araújo *et al.* (2003).

Os altos e baixos topográficos foram determinados pela integração das altitudes presentes nas cartas topográficas, no mapa hipsométrico e no mapa das unidades fisiográficas da bacia. Fundamentado nos estudos de Jiménez-Rueda *et al.* (1989a e 1993) e Jiménez-Rueda; Mattos (1992).

Esses altos e baixos topográficos foram relacionados com a morfoestrutura dúctil (altos e baixos estruturais) para inferir sobre: os aspectos hidrológicos, os volumes de

alteração intempérica/horizontes diagnósticos do solo, a circulação de água, os tipos de processos pedogenéticos, a suscetibilidade à erosão e as aptidões e restrições da bacia.

4.3.4. Potencial de erodibilidade Erodibilidade

As informações, obtidas a partir da Análise da Morfoestrutura Rúptil e da Análise da Morfoestrutura Dúctil (Alto e Baixo Estrutural) foram analisadas e integradas na extensão *Spacial Analyst (Raster Calculator)* Argis 9.1. Neste procedimento, diferentes fatores que influenciam o processo são sintetizados através da média ponderada dos planos de informação, podendo-se atribuir diferentes valores de importância (peso) a cada um. No presente estudo os valores de importância foram atribuídos de maneira igualitária para Densidade de Traços de Juntas; para Densidade de Cruzamento de Lineamentos Estruturais e para Densidade de Lineamentos Estruturais. Com essa sistematização elaborou-se um mapa do potencial natural de erodibilidade, representado por classes de risco de erosão, onde foram estabelecidas cinco classes de valor (Muito Baixo; Baixo; Média; Alto e Muito Alta), que permitiu avaliar as áreas potencialmente susceptíveis a instalação de processos erosivos frente a intervenções antrópicas (Quadro 4). Juntamente com tais isovalores, são acrescentadas informações obtidas através das zonas de máximos 1 e 2 de tensão para a obtenção das classes de potencial de erosão e feições morfoestruturais dúcteis, determinadas por Mattos et al. (2002), Carvalho (2008) e Jiménez-Rueda *et al.* (2008).

Quadro 4: Classes de potencial de erosão estabelecidas para o presente trabalho, sua descrição e seus critérios de classificação, adaptado de Mattos *et al.* (2002), Carvalho (2008) e Jiménez-Rueda *et al.* (2008).

CLASSES	DESCRIÇÃO	CRITÉRIOS
Classe 1	Com potencial erosivo baixo	Isovalores de lineamento de 0-2
Classe 2	Com potencial erosivo moderado	Isovalores de cruzamento de lineamento de 2 a 4 e áreas da Classe 1 com densidade de lineamentos acima de 1,5 e/ou com sobreposição de zona de variação de máximos.
Classe 3	Com potencial erosivo alto	Isovalores de cruzamento de lineamento de 4 a 6 e áreas da Classe 2 com densidade de lineamentos acima de 1,5 e/ou com zona de variação de máximos 2.
Classe 4	Com potencial erosivo muito alto	Isovalores de cruzamento de lineamentos de 6 a 10 e áreas da Classe 3 com densidade de lineamentos acima de 1,5 com zonas de variação de máximo 1, máximo 2 e máximo 1 e 2.
Classe 5	Com erosão instalada	Áreas de sobreposição de zonas de variação de máximo 1, máximo 1 e 2 e máximo 2.

4.3.5. Integração dos dados.

Após a geração de um banco de dados com as características do meio físico levantadas da bacia do rio Sete de Setembro, foi realizada uma análise sistêmica contemplando principalmente as características geológicas, morfoestrutural rúptil, morfoestrutural dúctil, fisiográficas, pedológicas e do potencial de erodibilidade natural. Estas características foram integradas e consideradas como fundamentação básica para o diagnóstico e prognóstico das potencialidades e limitações naturais na área de estudo, e assim, a geração de carta temática das potencialidades e limitações da bacia para uso e ocupação. Essa sistemática resultou a partir de uma análise das paisagens realizada pela integração dos conhecimentos básicos publicados na literatura, elaborados pela fotointerpretação de sensores remotos e trabalhos de campo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos nesta pesquisa e encontra-se dividido nos sub-capítulos: Caracterização da rede de drenagem; Caracterização fisiográfica; caracterização morfoestrutural; potencial de erodibilidade e Capacidade de sustentabilidade natural.

5.1. Caracterização da Rede de Drenagem

A rede de drenagem da Bacia do Rio Sete de Setembro foi o primeiro elemento do meio físico analisado, sendo fundamental para a obtenção das informações que nortearam a análise Morfoestrutural e estudo da Fisiográfica, permitindo a caracterização do arranjo estrutural da bacia, uma vez que, a drenagem reflete principalmente os fatores litológicos, geológicos estruturais, geomorfológicos, pedológicos, biológicos e antrópicos de uma paisagem Jiménez-Rueda *et al.* (1993).

A Bacia do rio Sete de Setembro é marcada por seis tipos de feições distintas (Figura 12) quanto ao padrão de drenagem atuante.

Considerando uma análise regional, a drenagem da bacia apresenta o padrão dendrítico à subdendrítico com um controle estrutural marcante. O embasamento geológico demarca os principais limites entre os tipos distintos de drenagem juntamente com os lineamentos estruturais, com destaque para os lineamentos na direção SW-NE, presente na porção sudoeste-central da Bacia, apresentando drenagem sub-paralela com baixa a média densidade de drenagem. Na região norte da Bacia, próximo a confluência do rio Sete de Setembro e Rio Culuene encontra-se drenagens paralela a sub-paralela de baixa densidade controladas por estruturas, com lineamentos preferenciais no sentido SW-NE, com substrato Formação Utariti caracterizada por arenitos pedogenizados de cor vermelha, com granulometria média a fina, pouca matriz argilosa e arredondamento variável dos grãos. O relevo presente na área é tabular ou de colinas amplas, ocupando interflúvios extensos. Na porção centro-sul da Bacia encontram-se estruturas anelares configurando a drenagem de forma paralela de sentido NW-SE. E na porção sul da Bacia, na região com a presença da Formação Diamantino encontram-se drenagens controladas por estruturas e com alta densidade de canais, apresentando-se subparalela ou dendrítica..O *padrão dendrítico*, por se desenvolver livremente em todas as direções, caracteriza-se pela sua homogeneidade em textura e em resistência à erosão, além de seu desenvolvimento ser influenciado pela litologia (WEG, 1972), sendo comum em áreas planas de material argiloso e em aluviões, presente na região da bacia.

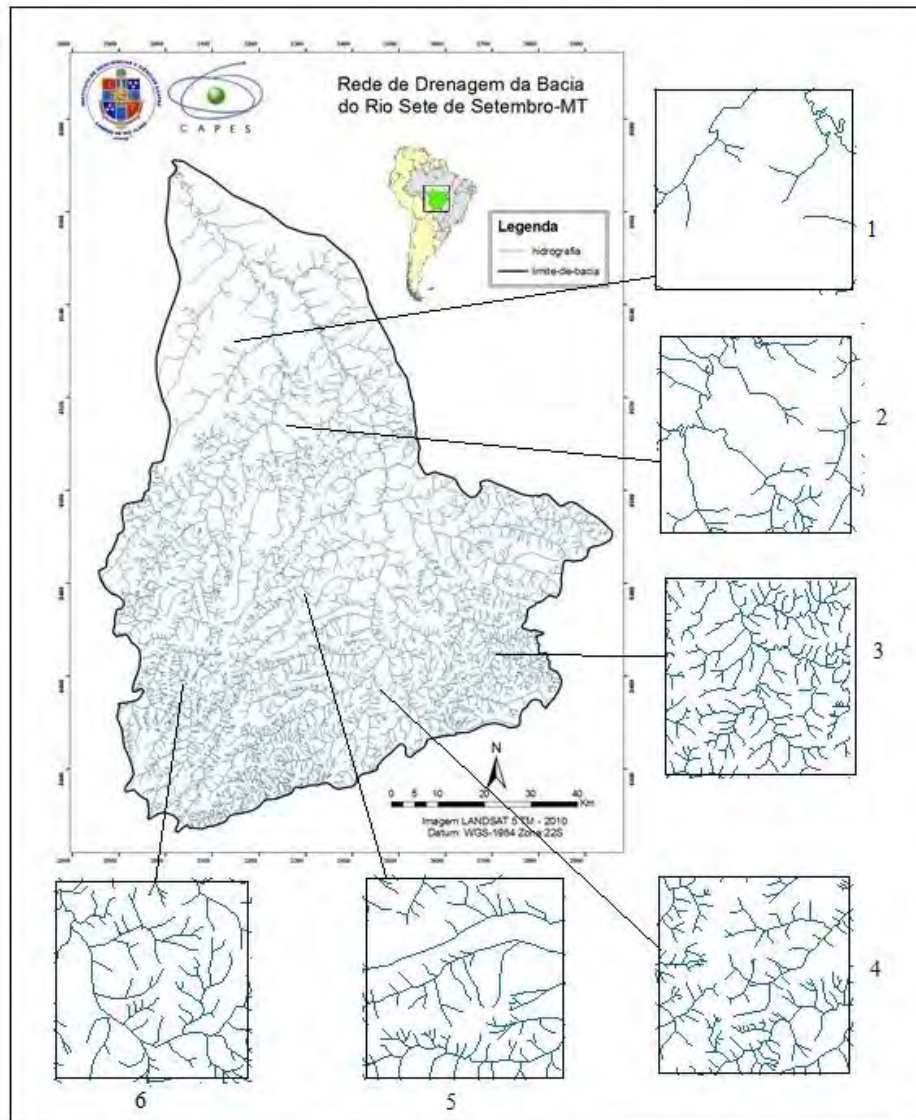


Figura 12: mapa da drenagem da Bacia do rio Sete de Setembro-MT, com destaque para as seis feições distintas de padrões de drenagem. (1) paralela com baixa densidade, (2) dendrítica-paralela com média densidade, (3) dendrítica com alta densidade, (4) dendrítica/anelar com média densidade, (5) dendrítica-paralela com média densidade e (6) dendrítica/anelar com média à alta densidade.

Para o entendimento da distribuição da quantidade de canais de drenagem na Bacia de estudo, considerando a densidade de drenagem um indicador de fragilidade ambiental, uma vez que a maior parte dos canais de drenagem se instala em pontos de fraqueza do terreno e estes estão relacionados à presença de fraturas de toda ordem, foi confeccionado o mapa de densidade hidrográfica, e assim estabelecidas 5 zonas de densidade com isovalores entre 0 e 2,92 rios/km². As zonas são: Zona 1 – 0,00 a 0,58 rios/km² - Densidade de drenagem muito baixa ou nula; Zona 2 – 0,58 a 1,16 rios/km² - Densidade de drenagem baixa; Zona 3 – 1,16 a 1,75 rios/km² - Densidade de drenagem média; Zona 4 – 1,75 a 2,33 rios/km² - Densidade de

drenagem alta e Zona 5 – 2,33 a 2,92 rios/km² - Densidade de drenagem muito alta (Figura 13).

O limite da Bacia na porção sudoeste e sudeste apresentam as áreas com maior densidade de drenagem. O embasamento é composto pela formação Diamantino com predomínio de arenitos arcoseanos finos com níveis de siltitos intercalados e relevo profundamente dissecado, colinoso de topos arredondados e interflúvios cerrados. Já a área com menor densidade de drenagem encontra-se no extremo norte da Bacia, caracterizado pela Formação Utiariti, já descrita anteriormente. A porção Norte possui canais que se encontram encaixados nos grandes lineamentos presentes na área de estudo, apresentando forte condicionante estrutural.

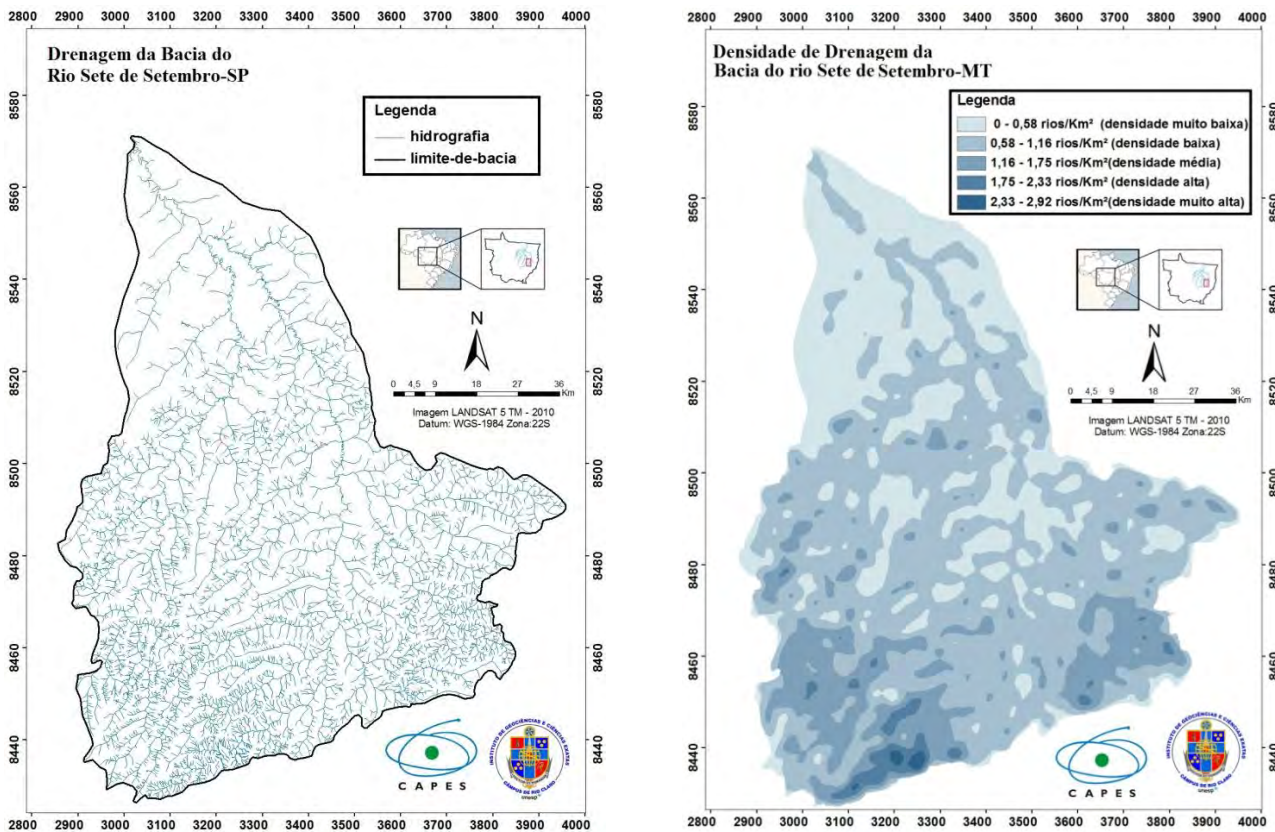


Figura 13: mapas da rede de drenagem e da densidade de drenagem da Bacia do rio Sete de Setembro-MT.

Com o mapa de densidade de drenagem podemos inferir na permeabilidade da área da bacia do rio Sete de Setembro. Segundo Soares *et al.* (1981) a permeabilidade de uma área é proporcionalmente inversa com relação aos dados de densidade de drenagem. Assim, na área de estudo, a porção sudoeste apresenta os maiores valores de densidade de drenagem (2,33 – 2,92 rios/ km²) e com isso, podemos inferir a presença de permeabilidade baixa. Na região centro-sul, em análise regional, encontra-se uma permeabilidade moderada, com áreas de alta

permeabilidade (baixa densidade de drenagem) e áreas de média a baixa permeabilidade (alta densidade de drenagem). Já na porção norte, encontra-se as áreas com alta permeabilidade (baixa densidade de drenagem). Tal característica está associada a cobertura, formada por solos com grande contribuição de areias provindas da influência da planície de inundação do rio Sete de Setembro, baixa declividade e a presença de rios encaixados em grandes lineamentos.

5.2. Caracterização fisiográfica

A caracterização fisiográfica foi gerada a partir do método de análise fisiográfica com utilização dos dados provenientes da análise da hipsometria, declividade e curva do terreno, análise morfoestrutural e levantamento de campo. A análise fisiográfica da bacia do rio Sete de Setembro foi sintetizada no Quadro 5 contendo a Província Fisiográfica, Região, Sub-região, Paisagens, Sub-Paisagens e Unidades Fisiográficas (adaptado de BOTERO, 1978; GOOSEN, 1968, 1971; JIMÉNEZ-RUEDA *et al.* 1989b; JIMÉNEZ-RUEDA *et al.* 1993).

Quadro 5: Resultado da análise das paisagens e as unidades fisiográficas da bacia do rio Sete de Setembro.

Província Fisiográfica	Região	Sub-região	Paisagem	Sub-Paisagem	Unidades Fisiográficas
Província Domínio Tocantins	Planalto Dissecado do Parecís	Alto Xingu	A- Aluviais	A-Planície de Inundação atual/subatual (abandonada)	A- Planície de Inundação Atual (complexo de nascentes, canais, várzeas, diques, terraços)
			P- Planalto Colúvio-aluvionar	P- Planaltos	- Planaltos altos (>500m) a baixos (<275m), e fortemente dissecados a ligeiramente dissecados - Taludes côncavos, convexos, retilíneos e mistos

Botero (1978) considerou as Províncias Fisiográficas como grandes unidades geográficas divididas pela Geografia Física de um país ou uma região muito extensa. Nesse estudo foi considerado que a bacia se encontra na Província Fisiográfica Domínio Tocantins, na Região Planalto Dissecado Tocantins e na Sub-região Alto Xingu. A Região e a Sub-região

são grupos específicos de paisagens relacionadas geograficamente, com critérios da ação dominante e relevo geral (BOTERO, 1978).

As paisagens na região da bacia foram predominantemente aluvionais e planalto colúvio-aluvionares influenciados pela ação da tectônica. A paisagem aluvial compreende processos fluviais, de erosão, transporte e sedimentação em leques aluviais e rios (RICCOMINI, 2000), apresentando as Sub-paisagens como planícies de inundação atual e subatual (planícies de inundação abandonadas) (VILLOTA, 2005). As paisagens dos planaltos colúvio-aluvionares são representadas por Sub-paisagens de planaltos, antigas planícies que sofreram ação da tectônica. Assim, a evolução fisiográfica na área de estudo está relacionada aos condicionantes da tectônica regional e efeitos das reativações mais recentes, o que gera uma paisagem de soerguimento e abatimento de blocos. (Figura 14).

Os processos aluviais resultaram formas tais como planície de inundação, que por vezes apresentam unidades fisiográficas, como diques marginais, várzeas, canais abandonados e terraços. Portanto a paisagem resultante das ações desse processo exógeno passa a ser definida como domínio ou paisagem aluvial.

O segundo domínio está definido por ações de processos endógenos, como a tectônica, predominantemente na área de estudo, culminando com a formação de diversos planaltos escalonados com a presença de antigas planícies que sofreram ação da tectônica gerando uma paisagem de soerguimento e abatimento de blocos denominados como domínio ou paisagem colúvio-aluvionar. Nesta pesquisa, foram identificados os planaltos alto, médios e baixos. Os planaltos são escalonados com variável intensidade de fraturamento dos maciços, fraturamento estes que podem dominar com direção noroeste marcante ou entrecortado por direção nordeste. Foram considerados na geração da classificação fisiográfica as paisagens aluviais e colúvio-aluvionares, os elementos das planícies de inundação atual e subatual (abandonado), planaltos baixo (275 – 425m), médios (425 – 500m) e altos (>500m) e taludes côncavos, convexos, retilíneos e mistos.

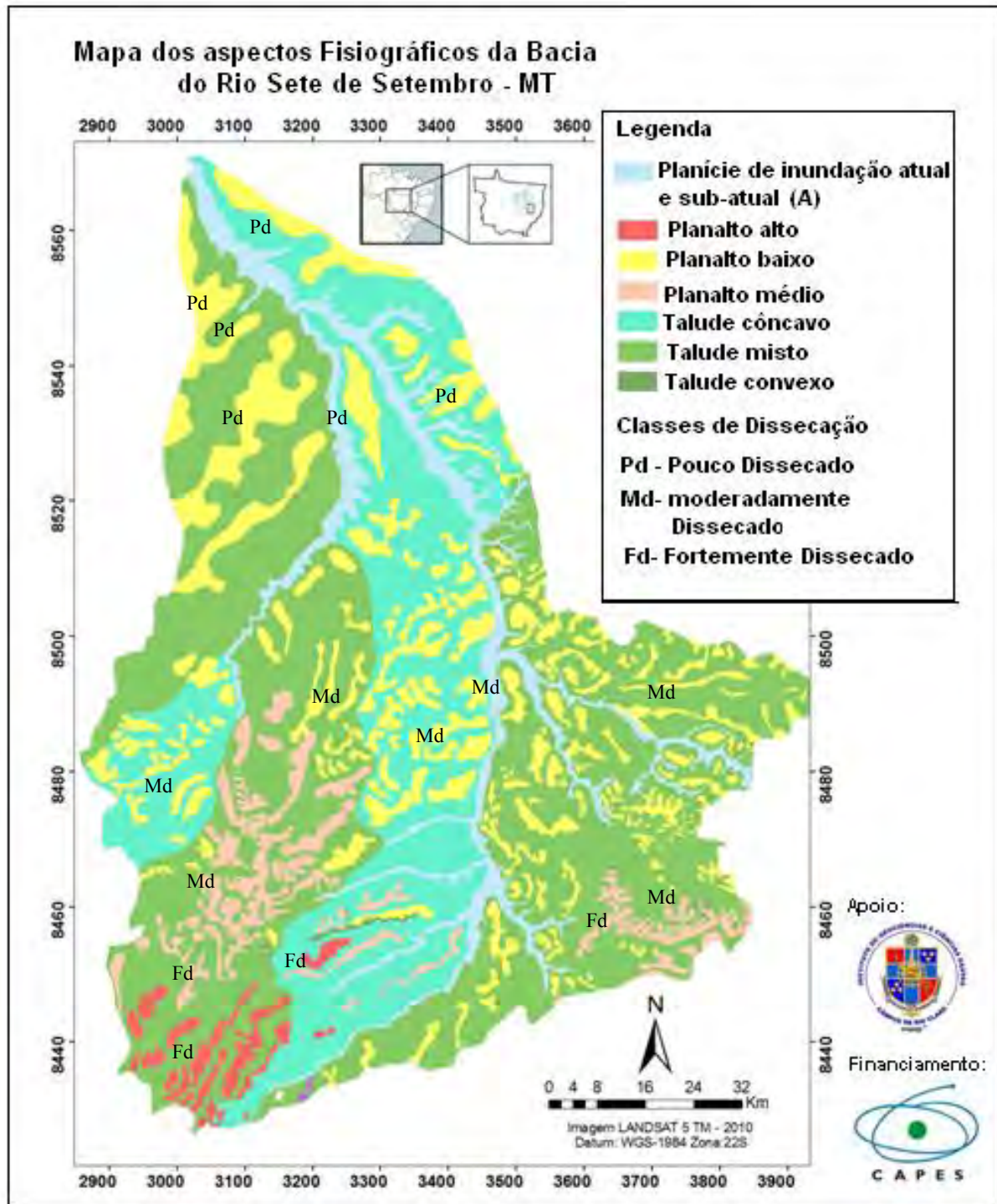


Figura 14: Mapa dos aspectos fisiográficos da Bacia do Rio Sete de Setembro – MT.

Quanto a declividade, a área de estudo é caracterizada por declividades (Figura 15) baixas na porção centro-norte e áreas elevadas formando planaltos dissecados e retilíneos nas direções sudoeste-nordeste, norte-sul, sudeste-noroeste e na porção sul da Bacia. Na região central é caracterizada por planaltos baixos e planícies atuais extensas. A Paisagem Fisiográfica condicionada pelos lineamentos estruturais marcantes na porção centro-sul é caracterizada por planaltos altos dispersos gerando feições alongadas entre planaltos médios com variação de taludes mistos, convexos e côncavos.

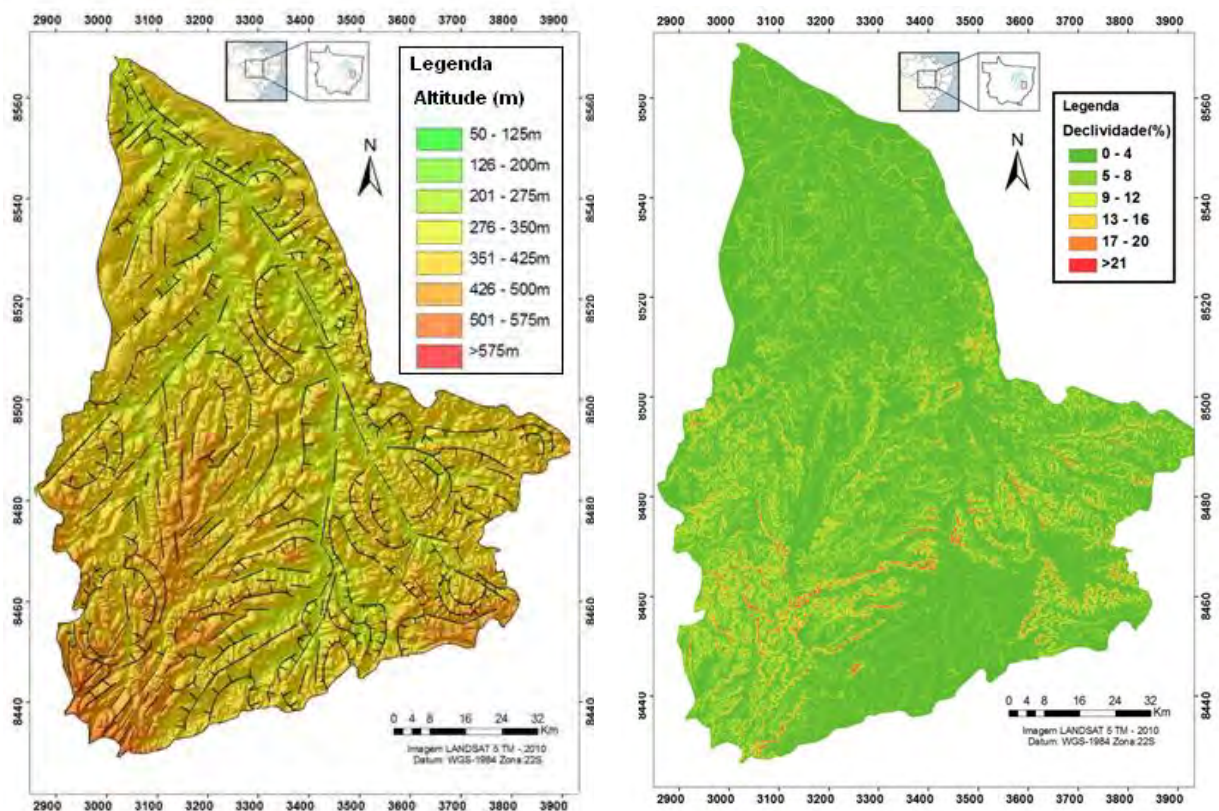


Figura 15: Mapa hipsométrico e de declividade da Bacia do rio Sete de Setembro - MT.

A área de estudo apresenta uma planície de inundação atual e subatual (A) formada por várzeas, diques, canais abandonados e/ou semi-abandonados, nascentes e terraços baixos. As áreas ocupadas pelos terraços das planícies de inundação atual, canais e nascentes abandonados não mapeáveis na escala de estudo, mas verificados em visita a campo (Figura 16), estão associadas às posições antigas das planícies de inundação, influenciado pela tectônica que gerou soerguimentos de blocos resultando em superfícies planas e escalonadas que acompanham os cursos dos rios acima da planície de inundação. O rio Sete de Setembro que dá nome a bacia hidrográfica, e seu principal afluente, rio Coronel Vanick, devido a abrangência e formas meandranes apresentam um grande número de canais abandonados ou

semi-abandonados, com uma extensa planície de inundação atual e taludes com escalonamento suave, formando paleoplanícies de inundação que já foram soerguidas e não apresentam o comportamento agradacional que possuíam no passado, representando a transição entre planície atual e planalto muito baixo.



Figura 16: Fotos dos solos encontrados nas planícies fluviais atuais da Bacia do Rio Sete de Setembro. (1) Gleissolo Melânico Quartzarênico Flúvico Paleoplíntico, (2) Gleissolo Quartzarênico Flúvico e (3) leito do Rio Sete de Setembro e areias formando praias.

As paisagens de planalto colúvio-aluvionar (P) presente na área são verificadas por planaltos que sofreram ação da tectônica apresentando materiais retrabalhados provenientes de pulsos de soerguimento e abatimentos dos blocos escalonados em diferentes eixos de direção de faturamento.

Esses foram classificados segundo o grau de dissecação, considerado a manifestação da deformação estrutural presente na área de estudo (Fd - fortemente dissecado, Md – moderadamente dissecado e Ld – ligeiramente dissecado). O grau de dissecação por agentes erosivos dos planaltos pode estar relacionado com fatores climáticos e tectônicos ou interação desses (LIMA, 1995). Conjuntamente com as variações altimétricas, analisadas pelas elevações presentes nas cartas topográficas e no mapa hipsométrico da região do assentamento, foram estabelecidas as seguintes classes para esses planaltos: P1 – alto (>500 m), P2 – médio (425-500m), P3 – baixo (275-425m).

Os planaltos altos (>500m) estão presentes na porção sudoeste da bacia e são caracterizados por sua grande extensão, assemelham-se a morros residuais, apresentam dissecação moderada e são cobertos por material cascalhento e retrabalhado proveniente de

processos de alteração intempérica com prevalência de processos de latossolização e regolitização (Figura 17). Os principais tipos de solos derivados dessa cobertura são Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos, podendo variar para Latossolo Vermelho com presença de lateritas retrabalhadas e plintificadas na parte basal. Devido ao soerguimento desses planaltos e erosão atuante ocorre a exposição dos plintitos nos taludes e nos topos com pequeno horizonte constituído por matéria orgânica.



Figura 17: Fotos dos solos encontrados nos planaltos altos da Bacia do Rio Sete de Setembro. (1) Cambissolo Háplico regolítico laterítico paleoplíntico, (2) Vegetação de Cerrado típico presente nesses solos.

Os planaltos médios (425-500m) presentes na porção centro-sudoeste e extremo sudeste da bacia são uma continuidade dos planaltos altos com comportamento agradacional por receber sedimentos coluvionares provenientes do planalto alto adjacentes, e correspondem as porções mais baixas dos blocos que soergueram nos processos tectônicos atuantes na região (Figura 18). Tais planaltos apresentam em seus topos solos com presença de materiais argilo-arenosos com horizonte húmico, formando Argissolos Vermelho Distrófico e Cambissolos Vermelhos.



Figura 18: Foto da paisagem dos planaltos médios ondulados.

Os planaltos baixos (275-425m) presente em toda a bacia são às paleoplanícies, apresentando dissecação baixa sendo, portanto, unidades fisiográficas que passaram de aluviais a planálticas. São formados por Gleissolos Quartzarênicos com grande contribuição de areias, apresentando os pulsos de espraiamento e retomada do leito do rio no passado e que hoje não são mais atuantes, mas mantendo sua coloração pardo-acizentada (Figura 19).



Figura 19: Foto dos Gleissolos Quartzarênicos ocupados pela atividade pecuária.

Os taludes foram classificados pela forma da superfície e pelo perfil da topografia, como: côncavos, convexos e mistos. Por sua vez, os depósitos de detritos que ocorrem

associados aos taludes inseridos na área de estudo são constituídos em grande parte por material coluvionar de transporte gravitacional com fragmentos de lateritas e seixos retrabalhados.

As unidades fisiográficas não necessariamente apresentam o mesmo tipo de solo podendo identificar-se nas unidades fisiográficas mais de um processo, freqüentemente um sobreposto ao outro (GOOSEN, 1968), gerando solos que correspondem a diferentes unidades fisiográficas que sofreram modificação pela ação tectônica atuante na evolução da paisagem. Além da relação direta e indireta com a litoestrutura geológica atuante (Lima, 1995).

Através da caracterização fisiográfica e mapeamento de campo dos solos e elementos litológicos presentes na bacia, foi feito um mapa com limites detalhados das características geológicas e pedológicas da área de estudo.

As Formações geológicas presentes na bacia estão contempladas no mapa pré-existente de Lacerda Filho (2004), sofrendo apenas uma mudança de limite, devido a um melhor detalhamento da área de estudo. Assim, foi encontrado aflorando na região centro-sul rochas e materiais alterados da Formação Diamantino, presentes nos taludes dos planaltos dissecados. As rochas da Formação Diamantino são constituídas por arcóseos com intercalações de siltitos e folhelhos micáceos. A Formação Ponta Grossa, presente na porção central da Bacia, possui arenitos com intercalações pelíticas, siltitos, argilitos e delgados níveis conglomeráticos. O material superficial é essencialmente arenoso, com conformação local de crostas ferruginosas pisolíticas. A Formação Salto das Nuvens e a Formação Utariti estão presentes na região norte e sudeste da bacia e os aluviões atuais encontram-se nas extensas planícies sub-atuais que compõe os principais rios da bacia.

Para o entendimento dos principais solos presentes na área de estudo, foram tomados seis (6) Perfis Modais das diferentes Unidades Fisiográficas que compõe a bacia do rio Sete de Setembro.

O **Perfil 1** é o resumo dos solos encontrados nos planaltos baixos e médios com taludes côncavos, fortemente dissecados localizados na porção sul e centro-sul da bacia, ocupado em grande parte por pastagem ou cerrado nativo. No horizonte Ap ocorre uma percolação de matéria orgânica gradativamente para o horizonte C/Bi apresentando concreções ferruginosas de diferentes tamanhos 0,1 – 5 cm e seixos de quartzo leitosos mal selecionados em toda a massa. Ocorrem veios de seixos da rocha de origem denominados 2C₂. Entre os veios encontram-se bolsões de solo pouco desenvolvido classificados em 3Bi. Na seqüência tem-se fluxo de seixos e concreções mal selecionados separados em camadas paralelas com os limites pouco definidos que foram denominados de C3, C4, C5. Na Figura 20(a) é possível visualizar um veio de concreções e seixos mal selecionados. O horizonte

4Bicn é discordante com passagem abrupta dos horizontes Cs para o 4Bicn que apresenta uma coloração mais vermelha e uma maior concentração de concreções de pequeno tamanho. E na parte basal tem resquícios de rocha em transformação. São solos minerais bem drenados, com grandes quantidades de concreções lateríticas consolidadas na massa do solo (normalmente mais de 50% do seu volume). Os solos são pobres, com baixa saturação de bases. Segundo a classificação pedostratigráfica são Neossolo flúvico-regolítico, areno-siltoso, colúvio-concrecionário paleo-cambíco concrecionário laterítico substrato Formação Ponta Grossa. Na classificação brasileira (Embrapa, 2006) são chamados de Cambissolo Háplico Concrecionário Distrófico. São solos pouco usados para o plantio de cultivares e a implantação da agricultura mecanizada, devido a presença de lateritas retrabalhadas, concreções que dificultam o uso de maquinário.

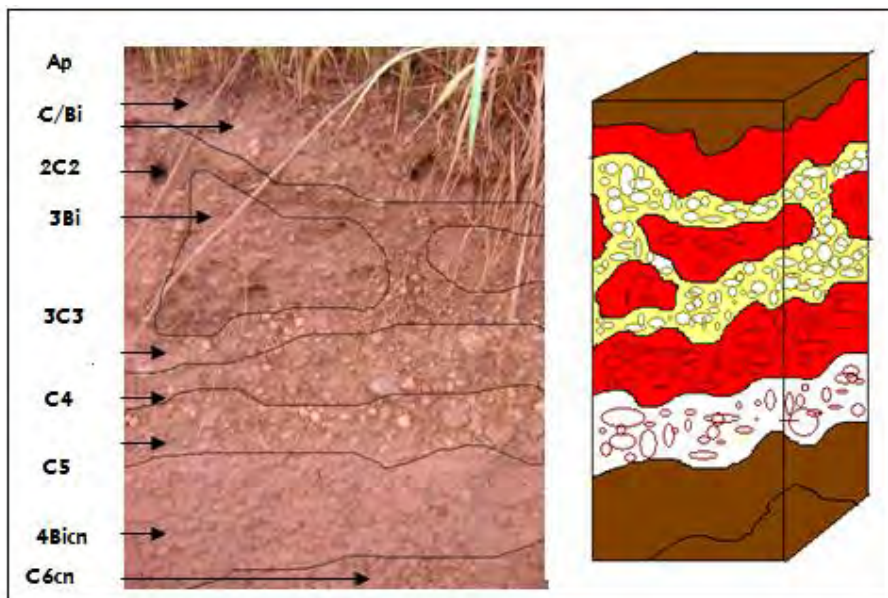


Figura 20: (a) Perfil de solo concrecionário, (b) perfil do solo esquemático;

O **Perfil 2** corresponde a um Argissolo Vermelho A moderado Tb, substrato Ponta Grossa (EMBRAPA, 2006), classificado pedostratificamente como Cambissolo gravitacional, Argilúvico Vermelho Distrófico, gravitacional concrecionário, substrato Ponta Grossa silto argiloso, cambissólico háplico distrófico. Encontra-se nos planaltos médio ondulados, com moderada dissecação, localizados na região centro-norte. Apresenta cor vermelha homogênea, sem concreções visíveis, mas quando lavado possui 40% de quartzos tingidos por ferro e grãos de magnetita presente na massa, é silte-argiloso com estrutura prismática sem a presença de cutan, sendo um Bi. No horizonte superficial ocorre matéria orgânica incorporada no horizonte seguinte (Figura 21).

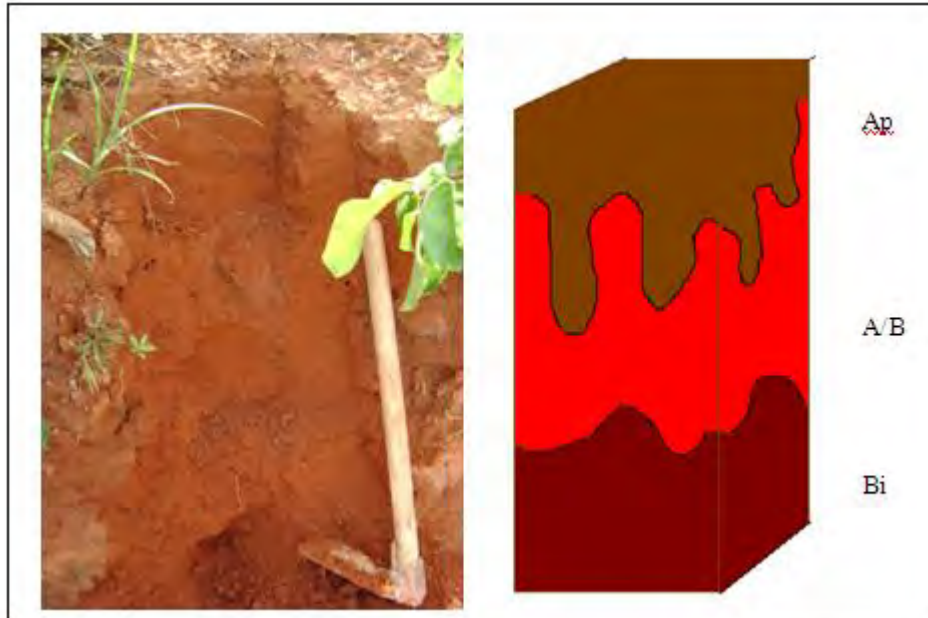


Figura 21: (a) Perfil 2 do solo, (b) perfil do solo esquemático;

Nas áreas de planaltos médios suaves na porção noroeste da bacia são ocupados por solos pardo-amarelos areno-siltosos. O solo do **Perfil 3** é caracterizado por uma transição suave de um horizonte para outro, sem concreções e com incorporação de matéria orgânica no horizonte Bi. O solo Y é areno-siltoso, sem argilas expansivas e sem concreções. O grão de quartzo apresentava-se translúcidos ou opacos com porcentagem de tingimento por ferro de 15% apenas. Já o solo X, porção superior, é uma cobertura de alteração caracterizada por solos mais vermelhos e maior porcentagem de quartzos tingidos por ferro (30%), apresenta-se areno-siltoso, sem concreções e argilas expansivas. Esses solos são característicos das áreas de paleo-várzeas melhor drenadas dos afluentes do rio Kulene. São classificados como Latossolos Vermelho Amarelo Húmicos; Argissolos Vermelho Amarelo Petroplíntico; Neossólico litólicos; Cambissolos Háplicos e Plintossolo Pétricos Formação Salto das Nuvens. Classificados pela Embrapa (2006) como Argissolo Vermelho Distrófico.

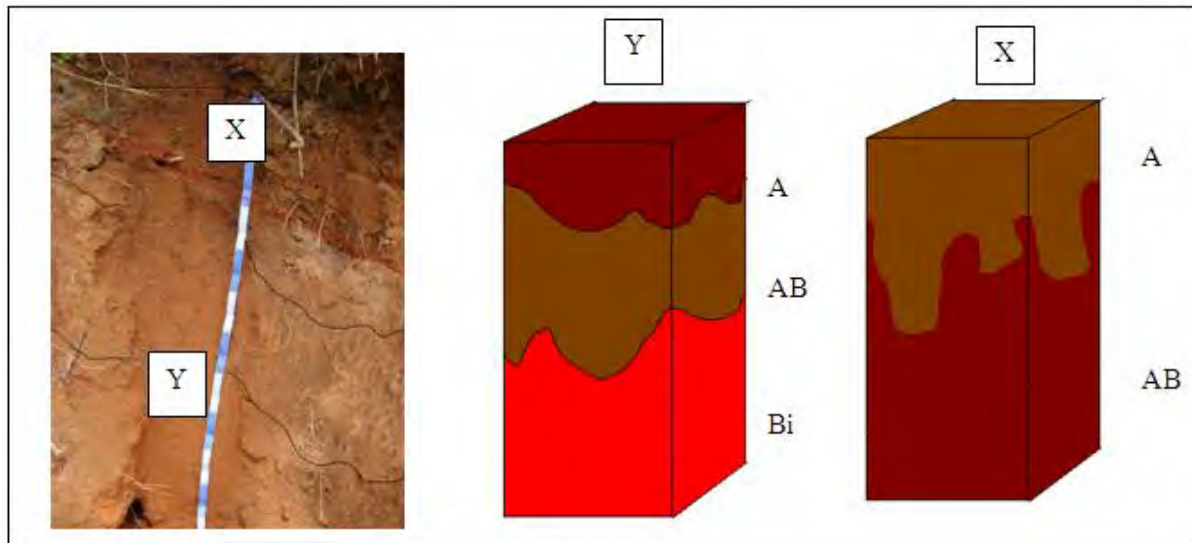


Figura 22: (a) Perfil 3 de solo, (b) perfil do solo esquemático;

Nas porções mal drenadas das paleo-planícies e planícies de inundação do rio Kuluene e seus afluentes são caracterizados por uma coloração cinza. No horizonte A encontra-se matéria orgânica penetrativa no horizonte Bi paleo-gleico areno-siltoso. O **Perfil 4** é classificado como Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos Distróficos.



Figura 23: (a) Perfil de solo do perfil 4, (b) perfil do solo esquemático;

No **Perfil 5**, os solos são característicos das áreas que sofrem influencia atual das planícies de inundação do rio Kuluene, localizado em um talude suave em um planalto médio. Apresenta granulometria arenosa com incorporação gradativa da matéria orgânica do topo para o interior do perfil com saturação em água gerando “olhos d’água” na áreas. O solo foi classificado como Neossolos Quartzarênicos Sesquioxídicos Cambissólicos Lateríticos

regolíticos, e pela classificação brasileira (EMBRAPA, 2006) é chamado de Neossolos Quartzarênicos Distróficos.

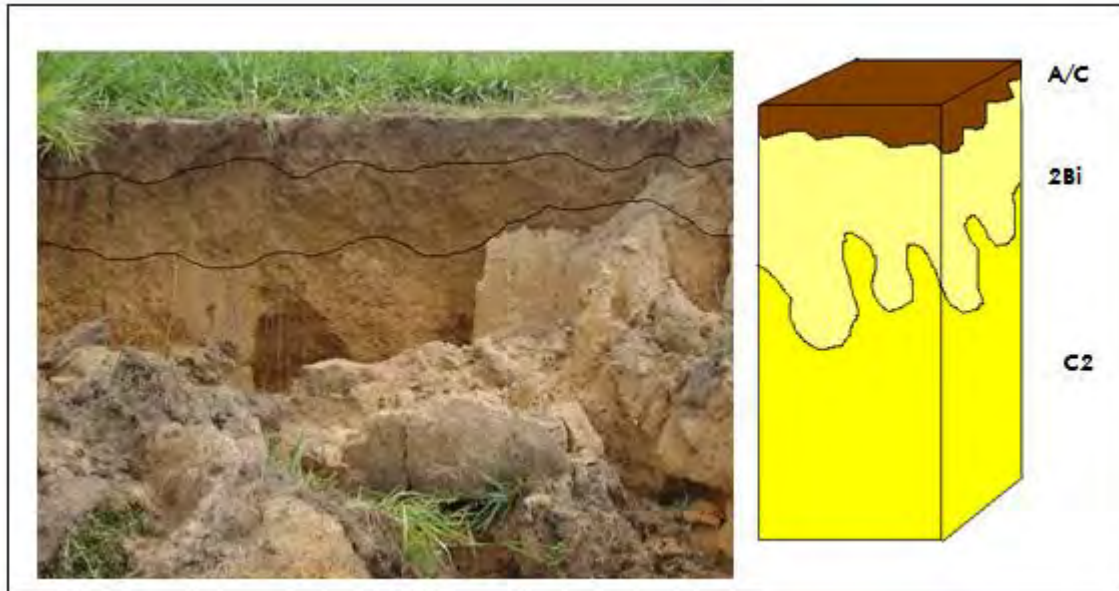


Figura 24: (a) Perfil de solo do perfil 5, (b) perfil do solo esquemático;

Já o **Perfil 6**, os solos estão localizados no talude de planaltos altos fortemente dissecado. O solo é caracterizado pela grande quantidade de concreções mal selecionadas subangulares a planares de tamanhos variando de 2 a 20 cm de diâmetro espalhadas na massa do perfil. As concreções são formadas por rocha com matriz branco-amarelada e manchas vermelhas com uma carapaça fina de ferro. Apresenta normalmente teores de Fe_2O_3 normalmente inferior a 8% devido a presença de textura média areno-argilosa. Tal solo está relacionado aos sedimentos argilo-arenosos da Cobertura Detrito-Lateríticas sendo denominado de Neossolo Flúvico Concrecionário Psamítico; Cambissólico regolítico sesquioxídico, substrato cascalhento concrecionário sesquioxídico substrato Formação Salto das Nuvens e de acordo com o sistema de classificação brasileira (EMBRAPA, 2006) foi classificado como Cambissolos Háplicos Concrecionários Distróficos.

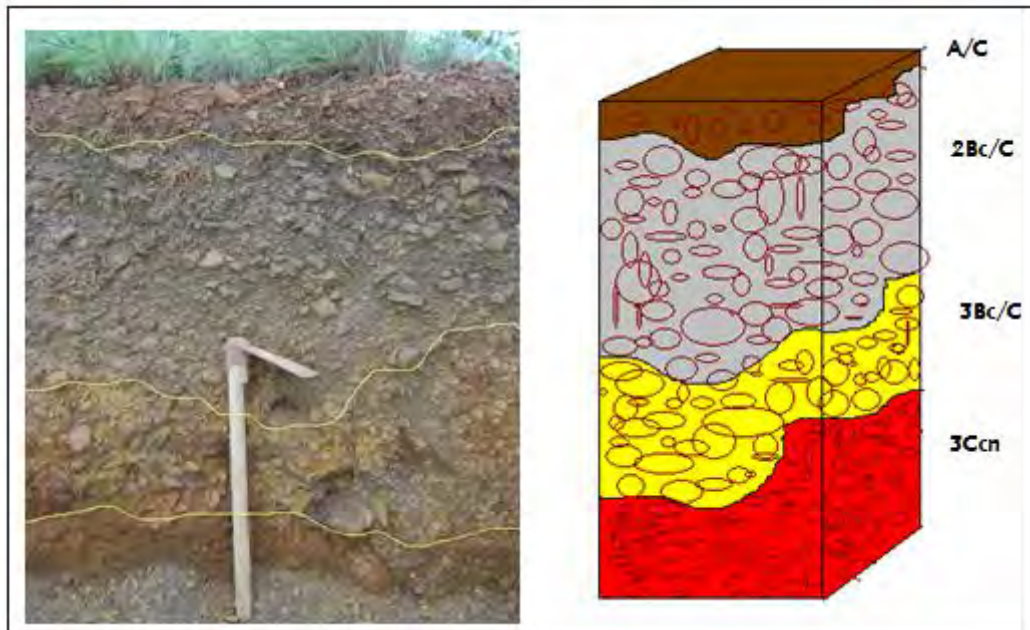


Figura 25: (a) Perfil de solo do perfil 6, (b) perfil do solo esquemático;

Considerando os solos encontrados na bacia, podemos determinar que o processo de coluvionamento é comum nas vertentes da bacia, sendo que localmente recobre as crostas ferruginosas. O produto de alteração autóctone geralmente apresenta enriquecimento superficial de material orgânico. A pedogenização deste material gera solos Litólicos e Concrecionários. Os processos de dinâmica atual que ocorrem neste sistema estão associados a fenômenos naturais, como por exemplo, a destruição das crostas ferruginosas e a formação de colúvios, entretanto, processos de ordem antrópica atingem localmente as margens de estradas, gerando sulcos e pequenas ravinas, de onde provem o material que assoreia fracamente os vales cortados por estas estradas. A erosão laminar também é presente nas áreas desmatadas e ocupadas por pastagens.

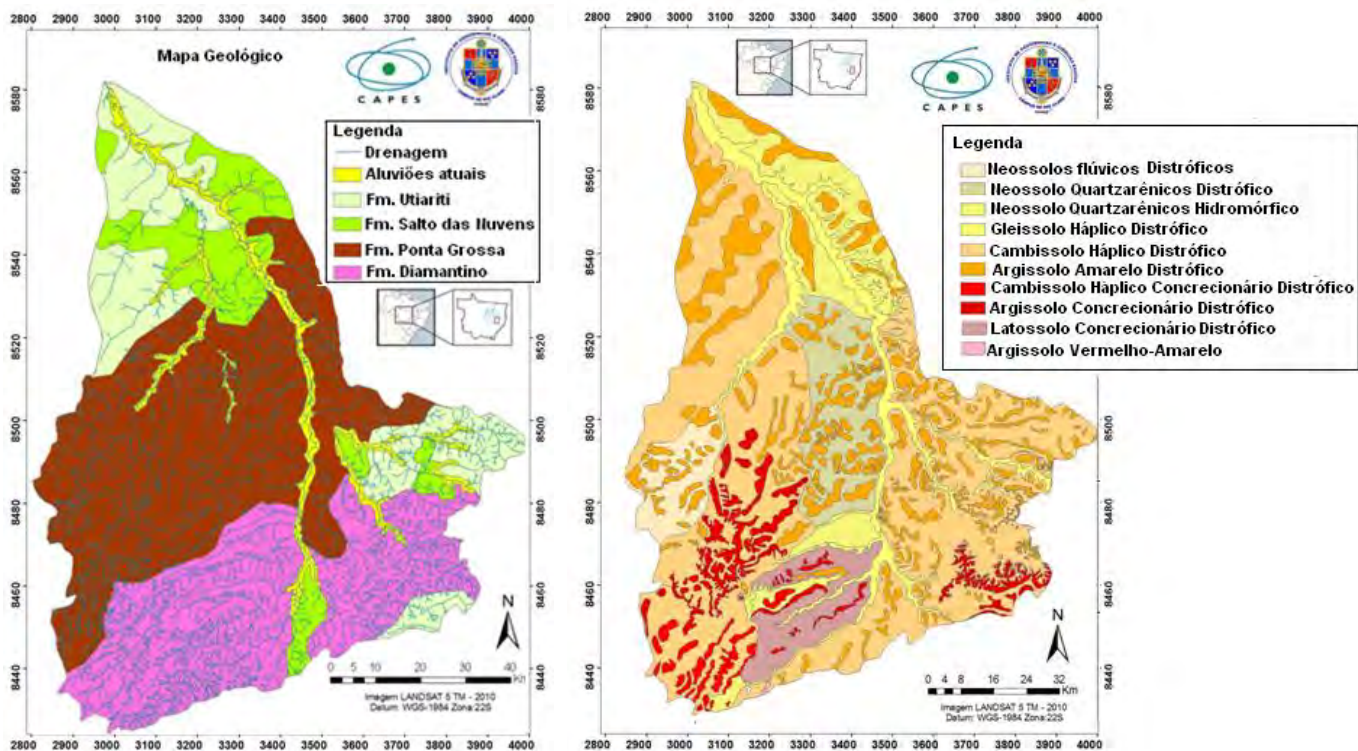


Figura 27: Mapa de geologia da Bacia do Rio Sete de Setembro modificado de Lacerda Filho, 2004;

5.3. Caracterização Morfoestrutural

5.3.1. Morfoestrutura Rúptil

A análise buscou identificar lineamentos retilíneos de relevo e drenagem, de grandes e pequenas extensões, tais como os falhamentos ou lineamentos estruturais e traços de juntas resultantes de deformações rúpteis da crosta terrestre e que evidenciam áreas com diferentes graus de estabilidade tectônica.

Quanto aos lineamentos estruturais, os maiores valores de densidade de lineamentos estruturais (0,75 a 1,89 lin/Km²) ocorrem na porção centro-sul da bacia do rio Sete de Setembro, no entanto, essas áreas estão atualmente em equilíbrio dinâmico, mas qualquer intervenção humana em que haja cortes no terreno poderá promover o desencadeamento de processos erosivos concentrados (sulcos), além de mudanças na dinâmica dos processos de pedogênese e alteração intempérica, favorecendo uma rápida alteração e desagregação do material. As maiores concentrações de lineamentos estruturais mapeados na área de estudo denotam zonas intensamente fraturadas, onde a percolação de fluidos dá-se de maneira concentrada (por meio da abertura das fraturas) e ocorrem também processos naturais de alteração e erosão linear. Quando há intervenção humana como cortes, escavações, aterros ou

instalações que provoquem sobrepeso, podem ser desencadeados processos de instabilização, gerando erosões lineares e escorregamentos planares, em cunha ou queda de blocos. Dentre as regiões menos afetadas por essas estruturas (lineamentos estruturais) destacam-se porção norte da Bacia. Essa área é estruturalmente mais estável e, portanto menos sujeita a processos de alteração e erosão.

Já a densidade de cruzamento de lineamentos apresenta uma maior especificidade, mostrando que as áreas de maior instabilidade encontram-se no extremo sul e alguns trechos da planície atual do rio Sete de Setembro, ao norte da bacia. Nas demais áreas a instabilidade é baixa.

Assim, observando com mais atenção, as áreas que apresentam maior densidade de lineamentos estruturais e áreas de maior densidade de cruzamentos, encontram-se no extremo sul da área da bacia e ao norte (junto a um grande lineamento de direção NW-SE). A região sul, com destaque a área de borda da Bacia, apresenta uma grande quantidade de canais de drenagem subdentrítico de médio porte condicionada pelos lineamentos, evidenciando uma maior densidade de lineamentos com grande quantidade de cruzamentos de lineamentos. Os lineamentos estruturais, como já mencionados anteriormente, geram superfícies instáveis, que se mantêm numa estabilidade relativa quando não alteradas ou não influenciadas pela ação antrópica, devendo ser prioritárias para preservação ou recuperação quando já tiveram seu equilíbrio afetado ou conservação quando ainda intocadas. É importante ressaltar que as áreas de cruzamento de lineamentos estruturais que ocorrem na mesma região apresentam instabilidade ainda maior do que as áreas de ocorrência de falhas e merecem ainda mais atenção dos órgãos gestores. Esta região apresenta alta instabilidade natural e agravada por possuir solos já ocupados pela atividade agropecuária (Figura 28).

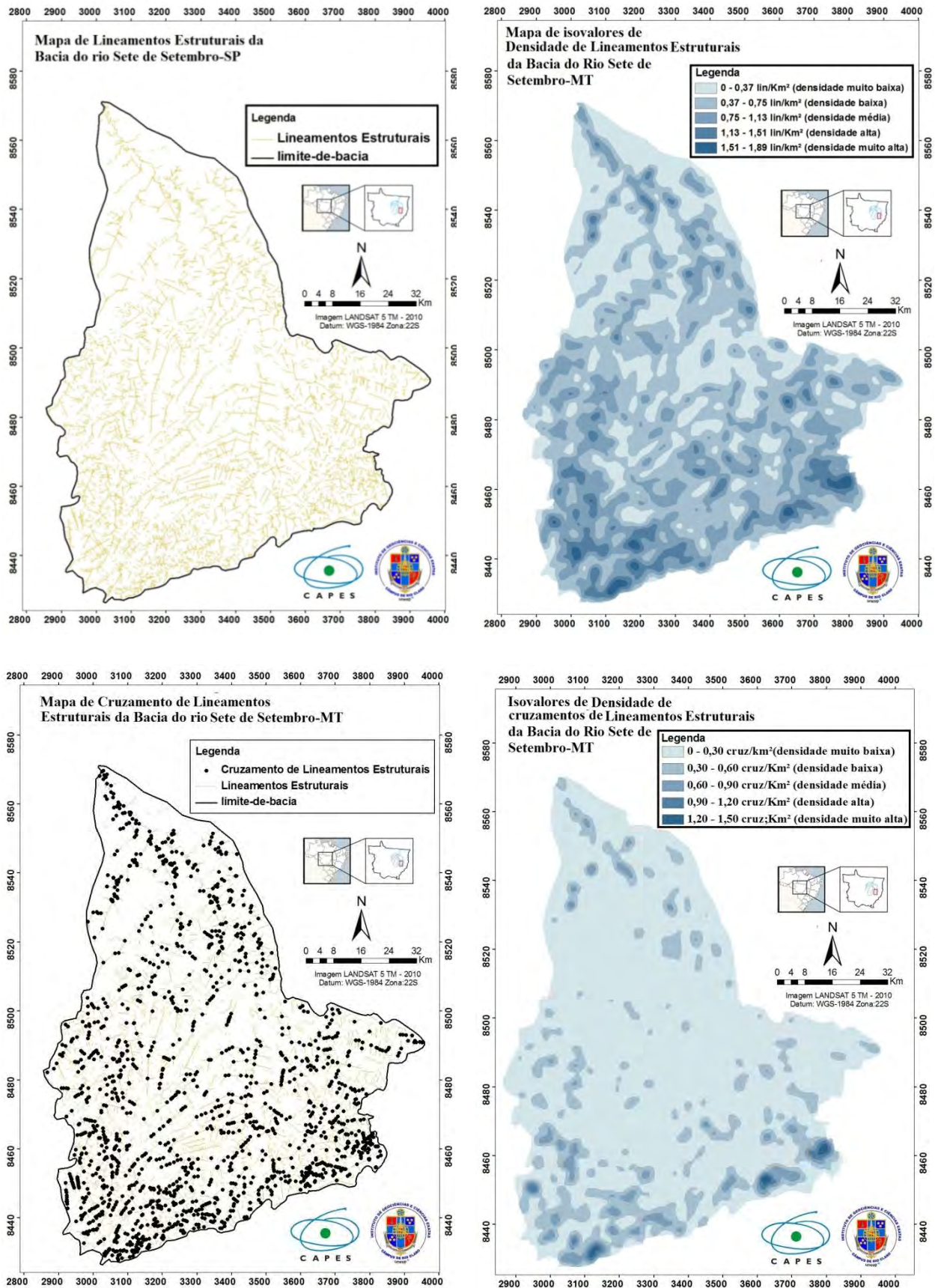


Figura 28: Conjunto de quatro de mapas que mostram os Lineamentos, a densidade de Lineamentos presente na Bacia do rio Sete de Setembro-MT, bem como o cruzamento de lineamentos e sua densidade.

Com relação aos traços de juntas presentes na área de estudo, podemos considerar que são planos ou superfícies de fratura que dividem as rochas, sendo que não houve deslocamento das paredes rochosas paralelamente a esse plano, ou, havendo deslocamento, este foi mínimo e não visível (LOCZY & LADEIRA, 1976). Apresentam-se como descontinuidades que ocorrem segundo uma orientação preferencial (MAGALHÃES & CELLA, 1998). Os traços de junta da Bacia do rio Sete de Setembro, extraídos de drenagens de 1º e 2º ordem (Figura 17) foram filtrados em máximos 1 e 2 com objetivo de estabelecer a visão regional do processo deformacional, principalmente onde estes máximos mudam bruscamente de direção. Nestas regiões existe uma variação no regime do campo de tensão da deformação e, conseqüentemente maior fraturamento do maciço rochoso e coberturas superficiais profundas caracterizando áreas de maior susceptibilidade erosiva. No caso de uso inapropriado dessas áreas, há maior probabilidade de desenvolvimento de erosões lineares profundas e desmoronamentos e desbarrancamentos pela colapsividade de materiais.

No estudo da Bacia do rio Sete de Setembro, foi utilizado a frequência dos traços de junta de cada orientação (N-S, NE-SO, E-O, NO-SE) dentro de uma área de 4 km², estabelecendo os máximos 1 e máximos 2 locais. Com a determinação dos Máximos 1 e 2 delimitou-se as zonas onde um ou outro ocorrem e onde se cruzam, essas zonas indicam diferentes graus de ruptibilidade do material crustal e conseqüentemente, seu nível de suscetibilidade a erosão.

As zonas de ocorrência e de variação de máximos 1 e 2 são regiões instabilidade natural, e onde essas zonas se sobrepõem, indicando que a instabilidade natural é acentuada. É importante ressaltar que tais zonas não devem ser interpretadas como polígonos fechados, pois representam tendências deformacionais regionais, com maior intensidade no local em que a zona surge. Por isso, as áreas contíguas a essas zonas podem estar sujeitas ao mesmo controle estrutural e tectônico, apresentando suscetibilidade a erosão semelhante (Figura 29).

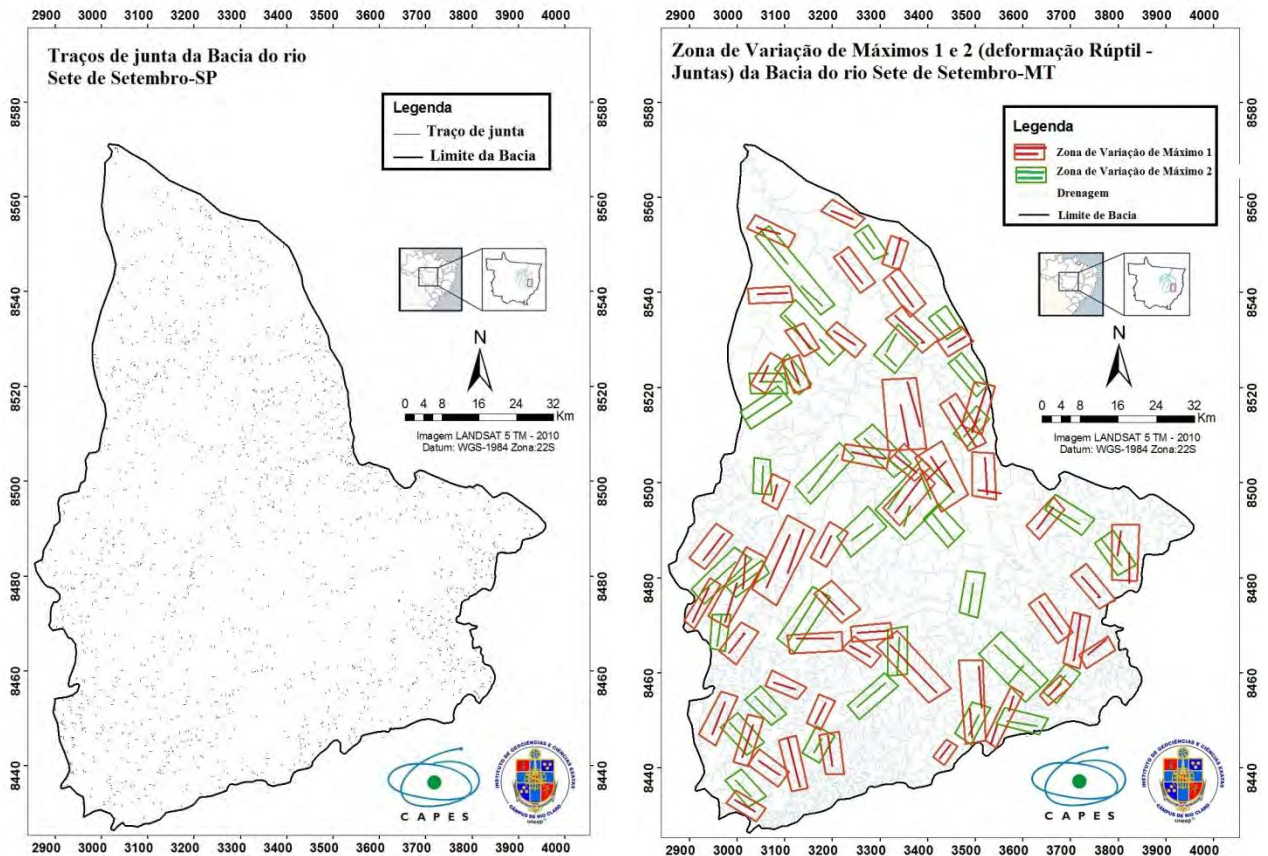


Figura 29: mapa de traços de junta e mapa das zonas de variação de máximos 1 e 2 da Bacia do rio Sete de Setembro-MT.

Considerando a classificação destas zonas associadas à erodibilidade seguindo a proposição de Mattos *et al.* (2002) apresentado no Quadro 6 é possível determinar as zonas que apresentam maior susceptibilidade a erosão.

Quadro 6: Resumo proposto por Mattos *et al.* (2002) para determinação de susceptibilidade a erosão através de zona de variação de máximo.

Zona de Variação de máximo	Suscetibilidade a erosão
Sobreposição de variação de Máximos 1 e 2	Muito Alta - maior susceptibilidade a processos erosivos, pois são áreas com fraturamentos bi direcionais, e onde os processos erosivos já se instalaram duplamente. São áreas de risco potencial de erodibilidade do solo e rupturas de encostas.
Variação de Máximo 1	Alta - áreas problemas com fraturamentos unidirecionais e onde os processos erosivos já se instalaram sendo propensas às novas ações tectônicas.
Variação de Máximo 2	Alta - áreas problema com fraturamentos unidirecionais, que podem potencializar o grau de erodibilidade da área com processo instalado, sendo propensas a novas ações tectônicas.

Considerando que os máximos 1 e 2 representam a primeira e a segunda direção de maior densidade de traços de junta, respectivamente. Nas regiões onde há cruzamento de zonas de variação de máximos 1 e 2 (ZVM), os processos erosivos já se instalaram e portanto, a erodibilidade é muito alta. Na área, tal fato é predominante na porção centro-nordeste e Centro-sudoeste, onde se encontra o maior grau de cisalhamento da área de estudo. Tais áreas apresentam não apenas um cruzamento de zonas de variação de máximos 1 e 2, mas cruzamento de zonas de variação de máximos 1 e por isso, a ocupação do solo é considerada impróprio, sendo áreas destinadas a preservação da vegetação natural constituindo Unidades de Conservação, cujo o destino é a manutenção da vegetação. Essas áreas apresentam processos erosivos que podem ser visualizados, mesmo com a presença da vegetação natural. Na Figura 18 é possível visualizar o processo erosivo natural acelerado pela atividade antrópica presente nessas áreas com erodibilidade extremamente alta, através da visualização de Imagens de satélite de alta resolução disponibilizada pelo programa *Google Earth* (vinculação *Free* – janeiro 2012). As áreas são atualmente ocupadas por monoculturas de soja e pastagem para criação bovina de corte. As erosões podem ser visualizadas nesse contexto (figura 30), onde o solo já foi manejado, como também em áreas cobertas pela vegetação natural, formada por cerradão e mata de galeria. Já nas áreas onde ocorrem somente ZVM 1 (porção centro-sudoeste e extremo sudeste) a erodibilidade é alta e nas ZVM 2 (porção centro-sudoeste, sudeste e norte), os processos de erodibilidade apenas estão potencializados e não instalados, pois nestas regiões as formas de relevo estão em equilíbrio dinâmico quando não “alteradas”, mas se desestabilizam por qualquer intervenção antrópica.

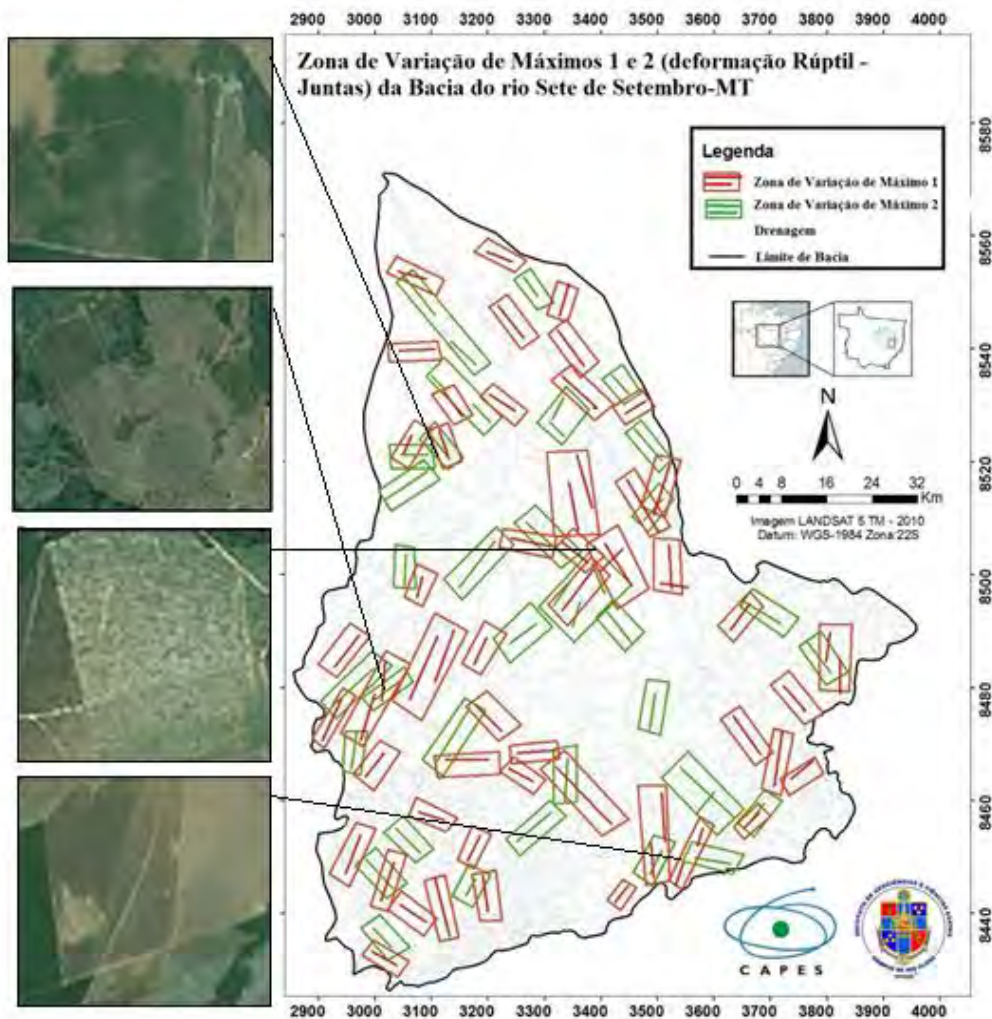


Figura 30: Mapa de zonas de variação de máximos com imagens de sensor remoto extraídas do banco de imagens disponibilizado para visualização pelo programa *Google Earth* indicando erosão natural.

5.3.2. Morfoestrutura Dúctil

Tendo como arcabouço exclusivamente às estruturas geológicas é possível realizar a caracterização da morfoestrutura através das feições geomorfológicas correlacionadas. Assim, a caracterização morfoestrutural buscou um significado geológico para as diferentes formas e/ou associações dos elementos da drenagem e do relevo, seguindo a premissa de que são condicionadas por fatores litológicos, pela presença de processos morfogenéticos atuantes sobre a superfície. Baseando-se assim, no fato de que muitas estruturas são refletidas na superfície, sendo passíveis de identificação a partir da interpretação de produtos de sensoriamento remoto (JIMÉNEZ-RUEDA *et al.*, 1993).

O mapa de Morfoestruturas Dúcteis representa a distribuição das zonas de deformações dúcteis, estruturalmente positivas e negativas (altos e baixos estruturais). Nos altos estruturais, as feições apresentam com formas dômicas ou antiformais; nos baixos, apresentam forma de bacia (depressões) ou sinformais. Na paisagem estas estruturas ocorrem compartimentadas por lineamentos estruturais, conformando altos e baixos topográficos que são representados pelo mapa hipsométrico (Figura 15).

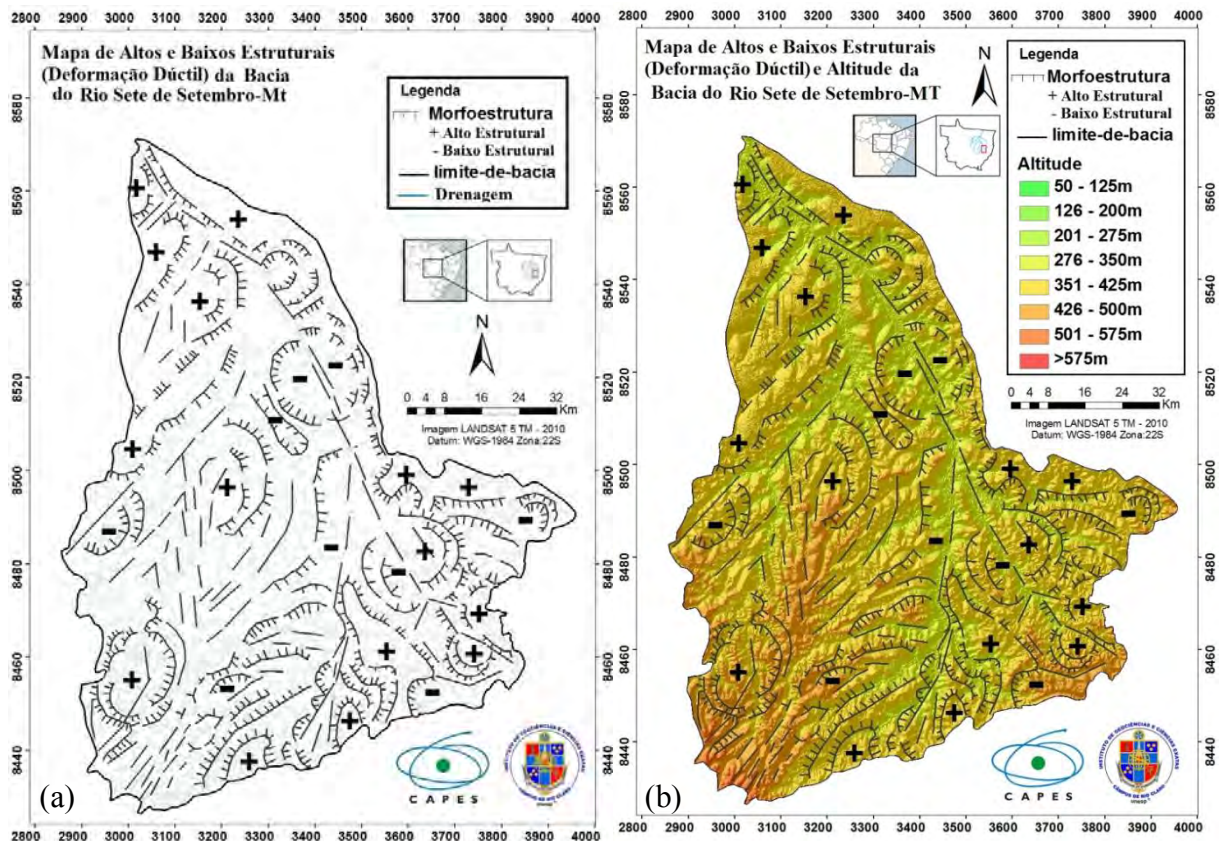


Figura 31: Mapas de morfoestruturas dúcteis da Bacia do Rio Sete de Setembro: (a) drenagem e delimitação dos altos e baixos estruturais e (b) associação do mapa de altitude (hipsométrico) com os limites de alto e baixo estrutural.

Os altos estruturais segundo Jimenez-Rueda (1992) estão associados a sistemas abertos, portanto, são locais exorréicos. Por apresentar circulação de água intensa, são importantes áreas de recarga de aquíferos e lençóis subterrâneos. Deste modo, por proporcionar menor tendência a retenção de água, são locais com solos mais evoluídos e muito permeáveis, com lixiviações de materiais e de nutrientes intensas. É caracterizado por ambiente oxidativo, em que dominam os processos caulnização, laterização e latossolização. Na Bacia os altos estruturais estão localizados nas bordas da Bacia e em áreas da porção central, sofrendo ação dos lineamentos estruturais e utilizados em sua maioria para a produção agrícola de grãos, com solos classificados de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos. Já

os baixos estruturais estão associados a sistemas fechados, endorréicos e com circulação de água baixa e direcionada Jiménez-Rueda (1992). Desta maneira, são locais de retenção de água e de acumulação de elementos, isto representa uma menor lixiviação e maior retenção de nutrientes, e, portanto maior fertilidade. Por tais comportamentos, o baixo estrutural é redutor, onde predomina os processos de argilização e gleização e solos pouco evoluídos, muito plásticos e pegajosos, podendo tornar o solo mais denso e dificultar o preparo dos cultivos.

Quando esses dois componentes (alto e baixo estrutural) estão associados a *trends* de fraturas e/ou fraturamentos, como no caso da área da Bacia em estudo, mesmo que em sua maioria os altos estruturais são mais estáveis ambientalmente, a presença de à falhas e *trends* de fraturas podem conduzir a erosões intensas e promover o aparecimento de solos menos evoluídos, devido ao domínio da morfogênese sobre a pedogênese. Os baixos estruturais geralmente são ambientes frágeis, requerendo maiores cuidados em seu manejo e ocupação, e quando associado à falhas e *trends* de fraturas se tornam altamente percolativos e suscetíveis à erosão.

Na Bacia, numa análise regional, os altos estruturais encontram-se localizados em altos topográficos, já os baixos estruturais apresentam-se tanto nos altos como nos baixo topográficos. A associação de Altos Estruturais com Altos topográficos para a agricultura apresenta potencial para a rotação de culturas anuais e culturas semiperenes com intensa mecanização com restrição para adubos. Na Bacia estas áreas apresentam Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Vermelhos desenvolvido com declividade suave e planaltos ambos e arredondados, sendo usadas para o cultivo de soja, em sua maioria, mas possui também cultivares de milho, sorgo, milheto e arroz.

A associação entre baixos estruturais com alto topográfico, apesar de ser propicia para a deposição de efluentes, a área é extremamente fraturada, com *trends* no sentido N-S, se tornando inadequada para este fim. Considerando que a ocupação da bacia é de atividades agropecuárias, nas áreas de baixos estruturais localizadas em altos topográficos não são recomendáveis curvas de nível e uso de mecanização (moderada/restrita), pois podem promover formação de processos erosivos lineares e movimento de massa, tornando-as propícias à erosão, sendo estas áreas destinadas a reflorestamento e culturas semi-perenes. Já no que se refere aos baixos estruturais associados a baixos topográficos, estas áreas são zonas de circulação de água subterrânea alta e direcionada constituindo áreas de acumulação. A pedogênese é menor que morfogênese. A alterabilidade é baixa e a erodibilidade muito a alta. Por serem áreas de acumulação de água, a corosividade é alta, portanto, são áreas impróprias para obras enterradas. Os baixos estruturais quando associados à *trends* de fraturas e/ou

fraturamentos como na região central da Bacia se tornam altamente percolativos e suscetíveis à erosão, principalmente na direção destes fraturamentos, requerendo maiores cuidados em seu manejo e ocupação. São áreas de uso restrito sendo indicado para reflorestamento, horticultura e áreas de proteção ambiental.

Com base na análise morfoestrutural (dúctil), é possível inferir que a bacia em estudo apresenta em suas bordas e eixo central (direção NW-NE) áreas de baixa a quase nula suscetibilidade a erosão, com demais áreas com muito forte erosão, sendo endorréica para as áreas de baixo estrutural e baixo topográfico, caracterizado na área, em sua maioria, pelas planícies de inundação dos principais afluentes do rio Sete de Setembro (rio Vanick, Ribeirão Pintado, Ribeirão das Pacas, Córrego do Buritizal e Ribeirão Bunito) e exorréica em baixos estruturais e altos topográficos, localizado nas demais partes da Bacia, com relevo em transição do suave ondulado a dissecado.

5.4. Potencial de Erodibilidade

Para uma aplicação prática pelos órgãos gestores de Bacias Hidrográficas dos Afluentes do rio Xingu, cuja Bacia em estudo pertence, foi realizado a integração dos dados levantados pela análise morfoestrutural definido as áreas que apresentam potencial natural de erodibilidade seguido a descrição e critérios de classificação, adaptado de Mattos *et al.* (2002), Carvalho (2008) e Jiménez-Rueda *et al.* (2008). Os planos de informação (densidade de lineamentos estruturais, densidade de traços de junta e densidade de cruzamento de lineamentos estruturais) foram agrupados e posteriormente delimitados os contornos do mapa de potencial natural de erodibilidade para assim, compreensão dos diferentes graus de erodibilidade existentes na área (Figura 20).

A erodibilidade é muito baixa apenas nas áreas onde a densidade de traços de junta é muito baixa e não ocorre nenhuma feição anômala associada. Na área de estudo tais características predominam na área central e centro-norte da bacia (cor verde) e em porções espalhadas pela área da bacia, sendo o local de menor grau de erodibilidade de toda a área, com baixas restrições ao uso e ocupação.

A erodibilidade é baixa onde a densidade de traços de junta é muito baixa, associada a Alto estrutural e Alto topográfico ou Zona de Variação de Máximos 2, fato que se apresenta na área central com direção nordeste-sudeste. Outra possibilidade é a presença de densidade baixa de traços de junta associada ou não com Alto estrutural Alto topográfico. Da análise do Mapa de Traços de Junta foram gerados os Mapas de Máximos 1 e 2 e de Zonas de variação de Máximos 1 e 2. Os máximos 1 e 2 representam a primeira e a segunda direção de maior

densidade de traços de junta, respectivamente. Nas regiões onde há cruzamento de zonas de variação de máximos 1 e 2, os processos erosivos já se instalaram e portanto, a erodibilidade é muito alta, tendo o maior grau de cisalhamento da área de estudo.

Já nas áreas onde ocorrem somente Zona de Variação de Máximos 1 a erodibilidade é alta e nas Zona de Variação de Máximos 2, os processos de erodibilidade apenas estão potencializados e não instalados, pois nestas regiões as formas de relevo estão em equilíbrio dinâmico quando não “alteradas”, mas se desestabilizam por qualquer intervenção antrópica.

A erodibilidade é alta quando ocorrem as seguintes combinações: densidade baixa ou muito baixa de traços de junta associada a Alto estrutural Baixo topográfico e Zona de Variação de Máximos 2; áreas onde ocorra a associação de duas das seguintes variáveis: densidade moderada de traços de junta, Alto Baixo, Zona de Variação de Máximos 2; presença de Zona de Variação de Máximos 1 ou área com alta densidade de traços de junta, exceto quando associado a Baixo Estrutural Baixo topográfico ou Zona de Variação de Máximos 2. São locais com fortes restrições ao uso e ocupação em geral.

A erodibilidade é muito alta onde há presença de Baixo estrutural; Baixo topográfico ou quando se associam duas ou mais das seguintes variáveis: Baixo estrutural e Alto topográfico, Zona de Variação de Máximo 1, Zona de Variação de Máximo 2 e alta densidade de traços de junta, sendo tais locais impróprios à ocupação e de alto custo para implantação e manutenção de obras.

Assim, as porções que apresenta maior erodibilidade na área de estudo são as centro-sudoeste quando associadas as zonas de variação de máximos, pertencentes à planaltos dissecados, onde se concentram blocos Baixo estrutural Baixo topográfico e há grande quantidade de cruzamentos entre Zonas de Variação de Máximos 1 e 2 e no extremo sudoeste da Bacia. Pode-se dizer que tal porção sofreu forte influência tectônica e possui alto grau de cisalhamento, fato não só observável pela alta densidade de traços de junta e de cruzamentos entre Zonas de Variação de Máximos 1 e 2, mas também porque as feições anômalas representadas pelas linhas de forma são truncadas e pequenas. Não é esperado que atividade tectônica seja presente em bacias sedimentares antigas nem em intraplaca, porém os resultados descritos acima sugerem que isso seja possível, provavelmente por reativação de antigas estruturas ou/e reflexo do tectonismo.

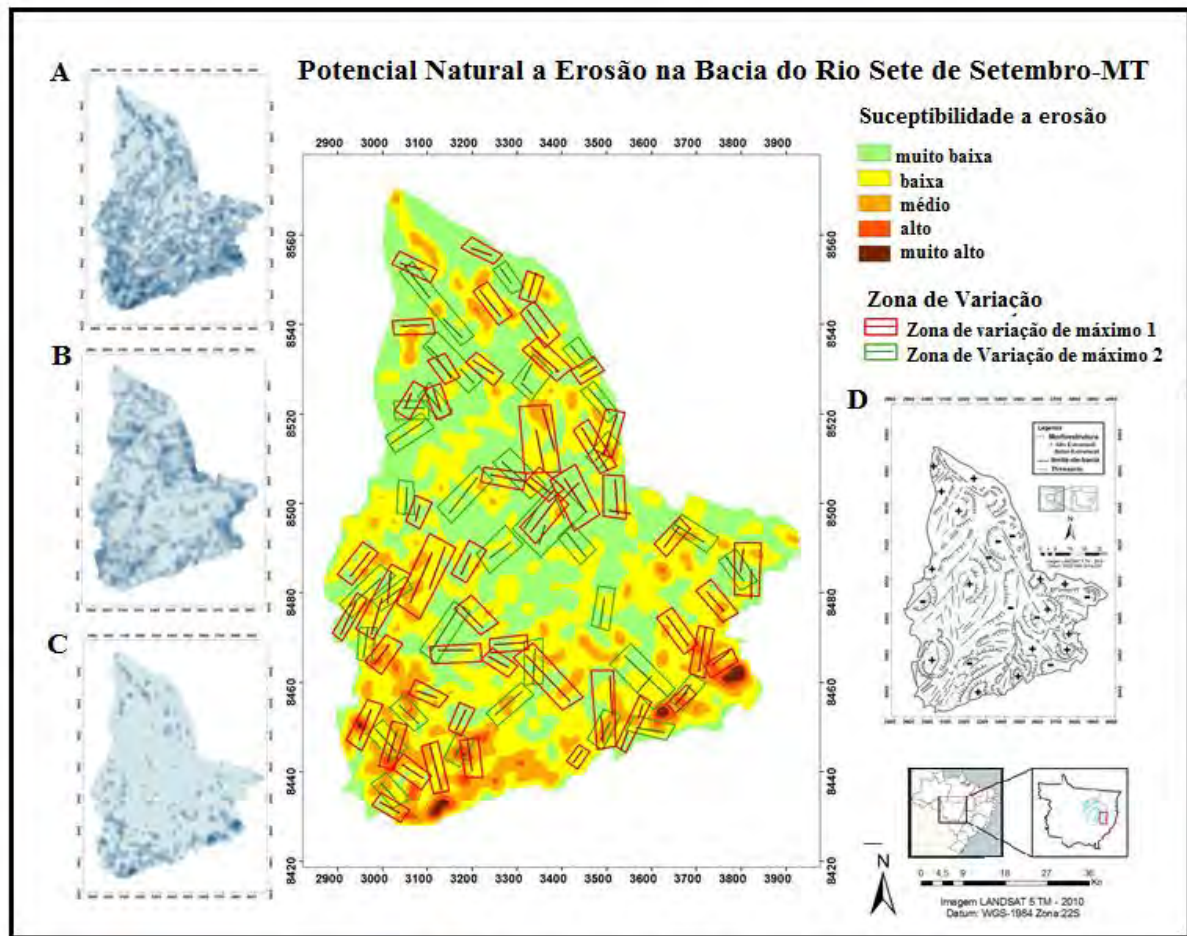


Figura 32: A integração dos mapas: A) Densidade de Traços de Junta; B) Densidade de Lineamentos Estruturais, C) Densidade de Cruzamentos de Lineamentos e D) Mapa de altos e baixos estruturais possibilitou a geração de classes susceptibilidade a erosão, que conjugados com as morfoestruturas e zonas de variação resultam no Mapa do Potencial Natural de Erodibilidade.

5.5. Capacidade de Sustentabilidade Natural

A capacidade de sustentabilidade natural (ou capacidade de suporte natural) está intimamente relacionada à “qualidade do sítio”, em função do estágio de desenvolvimento genético em que se encontram as unidades fisiográficas que constituem uma paisagem. Essa paisagem e suas unidades constitutivas, assim como, o estágio evolutivo do conjunto e de cada uma de suas unidades, determinam a capacidade natural, para sustentar as diversas intervenções socioeconômicas de maneira positiva ou negativa. Tal capacidade pode ser determinada em função da definição e caracterização dos condicionamentos geodinâmicos (litológicos, mineralógicos, estruturais, climáticos, geomorfológicos e bióticos) e de suas interações/ registros ecogeodinâmicos manifestos e fatíveis de ser evidenciados mediante caracterizações morfogenéticas. Tomando como base estes critérios foram caracterizados e

delimitados unidades das paisagens geradas através de informações sobre os processos deformacionais dos maciços, representados por falhas (lineamentos estruturais e traços de junta), feições anômalas (altos e baixos estruturais) e aspectos fisiográficos da bacia do Rio Sete de Setembro.

A Bacia do Rio Sete de Setembro é caracterizada pela ausência de centros urbanos, mas ocupada por monoculturas anuais (soja, arroz e milho), atividade pecuária extensiva e remanescentes de Cerrado. Assim para uma adequação ao uso e determinação da capacidade de sustentabilidade natural de rápida compreensão foi usado três parâmetros de classificação: **Adequado** (verde); **Restrito** (amarelo) e **Inadequado** (vermelho).

A Figura 31 traz o mapa das classes, e as características das classes de adequação ao uso de culturas e recomendações gerais sobre medidas de conservação são descritas a seguir:

- **ADEQUADA (COR VERDE)**

Representa as terras mais adequadas para a utilização das culturas na Bacia. Essas áreas são caracterizadas por planaltos médios, pouco a média dissecação e taludes com declividade plana a ondulada, solos com profundidade e baixo risco de erosão. Estão presentes na porção centro-norte da Bacia, onde não ocorre as Zonas de Variação de Máximos 1 e 2 e Máximos 1. Mesmo assim, para evitar o esgotamento do solo e garantir a conservação dos agroecossistemas, essas áreas requerem aplicação de práticas de conservação do solo e de manutenção da fertilidade para produção segura de culturas anuais adaptadas à área. Essas terras apresentam baixa a moderada restrições quando ao uso de maquinário agrícola (Figura 23).

- **RESTRITAS (COR AMARELA)**

Apresentam áreas com limitações permanentes em relação ao uso de culturas, caracterizadas, geralmente, por taludes de declive íngreme com alta suscetibilidade à erosão; maior pedregosidade, apresentando seixos e cascalhos; fertilidade baixa e impróprias para utilização de maquinários agrícolas. Para o plantio de culturas anuais, essas áreas têm riscos ou limitações muito restritas, apresentando sérios problemas de conservação de solo, requerendo orientação técnicas e maiores cuidados e custos de produção. Estão presentes na porção centro-sudoeste da Bacia.

- INADEQUADAS (COR VERMELHA)

São áreas inadequadas ao uso de culturas anuais, e são terras geralmente indicadas para proteção ambiental. que apresentam as planícies de inundação atuais e subatuais. Em algumas áreas que apresentam taludes com forte declividade e suscetibilidade à erosão muito alta a alta. Além das áreas de *trends* de fraturas também consideradas inadequadas às culturas anuais. As coberturas de alteração intempérica dessa classe apresentam muitas limitações quanto a culturas anuais, como por exemplo: solos rasos e pedregosos, rochas na superfície, saturação de água e risco de inundação. Essa classe encontra-se distribuída em toda bacia, condicionada pelas planícies de inundação e pela presença das Zonas de Variação de Máximos (porção Sul e Sudoeste).

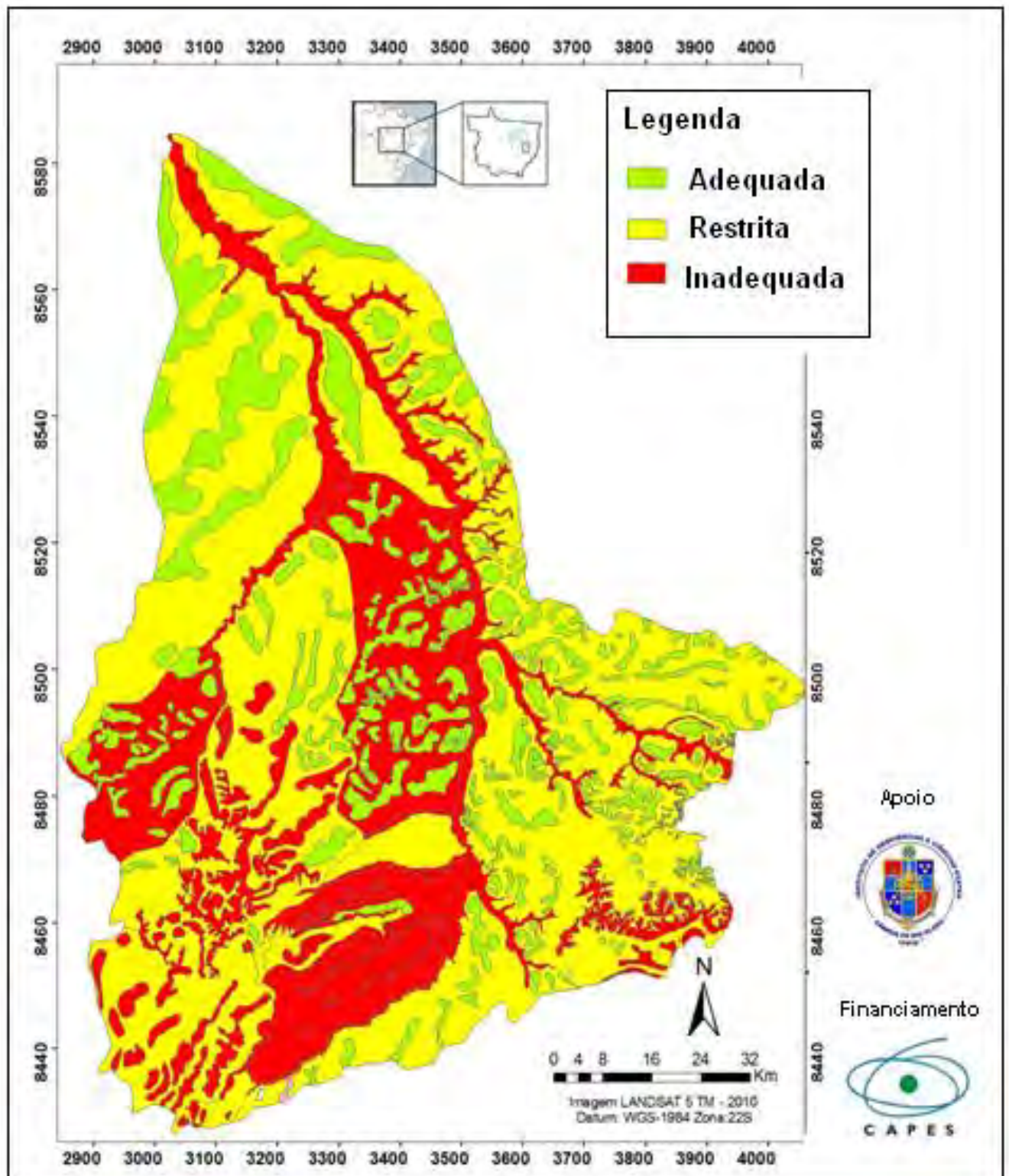


Figura 31: Mapa das classes de capacidade de sustentabilidade natural da bacia do rio Sete de Setembro.

6. CONCLUSÃO

- A análise da rede de drenagem detalhada para a Bacia do Rio Sete de Setembro, obtida por fotointerpretação e verificações em campo, foi essencial para conhecimento do meio físico, pois a partir da drenagem que se gerou as informações de geologia estrutural (morfoestruturas dúctil e rúptil) e entendimentos de alguns processos da dinâmica da paisagem.

- As análises dos lineamentos de drenagem e dos traços de fraturas permitiram delimitar áreas intensamente fraturadas, mais instáveis e suscetíveis à erosão, e, conseqüentemente, áreas que deveriam ter manejo cauteloso ou serem indicadas à proteção ambiental. Assim, a análise estrutural realizada neste estudo torna-se uma ferramenta fundamental para geração de subsídio às indicações das instabilidades do meio físico.

- A análise do comportamento morfoestrutural, de altos e baixos estruturais e *trends* de fraturas, com relação aos altos e baixos topográficos, ofereceu informações importantes sobre a dinâmica do meio físico, seu comportamento hidrológico e pedológico.

- Com a determinação da capacidade de sustentabilidade natural da bacia do Rio Sete de Setembro a partir, da compreensão dos processos endógenos e exógenos que atuam e atuaram no desenvolvimento da paisagem e sua dinâmica morfoestrutural, foi possível contribuir para a compreensão dos processos superficiais relacionados a dinâmica das paisagens e assim corroborar para um melhor planejamento dos recursos naturais de acordo com suas potencialidades e fragilidades naturais.

- Portanto, o banco de dados gerado pela pesquisa ajudará na compreensão das características primárias do meio físico da bacia, podendo ser estendido para as regiões adjacentes e servir de guia para a elaboração de novos projetos que visem o conhecimento da dinâmica espacial e um melhor manejo, aproveitando suas potencialidades e preservando as áreas com suscetibilidade a processos degradacionais erosivos.

- Por fim, a sistemática de trabalho é relativamente rápida e de baixo custo, a elaboração e manipulação dos diferentes dados em ambiente SIG possibilitou o melhor gerenciamento, cruzamento e análise dos mesmos, facilitando a comparação com dados pré-existentes e que foram gerados no estudo, e uma boa precisão das classes de potencialidades para uso e ocupação (preferencialmente em mapeamentos em escala de reconhecimento), permitindo que planejadores e tomadores de decisão tenham um direcionamento concreto.

7. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. Importância do conhecimento sobre o meio físico na reforma agrária. In: MONIZ, A. C. et al. (Org.). A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 227.
- ALMEIDA, F.F.M. DE. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul- Americana. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 13, n. 3, p. 139-158, 1983.
- ALMEIDA, F.F.M. DE. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, n. 4, p. 325-49, 1986
- ARAÚJO, C. C. et al. Análise morfoestrutural em área de ocorrência de arenito asfáltico, Bacia do Paraná, São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, n. 24, p. 25-41, 2003.
- BAHIA, R.B.C.; MARTINS-NETO, M.A.; BARBOSA, M.S.C.; PEDREIRA, A.J. Revisão Estratigráfica da Bacia dos Parecis – Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências* . Ed. 36 (4): p. 692-703, 2006.
- BARBOSA, O.A.; BERTANI, L.A.; FERNANDEZ, F.R.H.; MENDOZA, R.P. Analisis fisiografico para el levantamiento pedológico semidetallado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p. 191-198, 2005.
- BOTERO, J. P. Fisiografía y estudio de suelos. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretacion (CIAF), Ministério de Obras Públicas, 1978.
- CASSETI, V. Introdução à Geomorfologia. Disponível em <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php>>. Acesso em 01 jun. 2007.
- CARVALHO, D.C. Potencial Natural de Erosão em Cristais Paulista – sp: uma análise de suscetibilidade utilizando o modelo EUPS ea Sistemática Morfoestrutural. Rio Claro 2008. 55p. Monografia (Trabalho de Formatura do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental - - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, 2008.
- CRISÓSTOMO NETO, A.P. Mapeamento geoambiental por imagem de satélite do vale do Paraíba. Rio Claro. 96p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, 2002.
- DELLA JUSTINA, E. E.. Zoneamento geoambiental da zona de amortecimento da reserva biológica do Jaru-RO, como subsidios ao seu plano de manejo. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Orientador: Mattos, J.T. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- DOS SANTOS, M. V. Aspectos Geomorfológicos das Folhas Canarana – MIR-359 - (SD.22-V-D) e São Miguel do Araguaia – MIR-360 (SD.22-X-C) – MEMÓRIA TÉCNICA Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas, NÍVEL COMPILATÓRIO, Cuiabá-MT, 2000.
- ELETOBRÁS. AII - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu. Volume I. Relatório técnico, 204p. , 2009.

ELETROBRÁS. AII - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu. Volume II. Relatório técnico, 209p. , 2009.

FERREIRA, P.V. “identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira”, em CAPOBIANCO, J.P.R. (ed.). Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2001, pp. 268-286.

GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. Boletín sobre suelos, Roma, n.6, p.0-58, 1968.

GOOSEN, D. Physiography and soils of the Llanos Orientales: Colombia. AcademischProefschrift, 1971. 199 p.

GUERRA, A. J. T. I. MARSAL, M. dos Santos. Geomorfologia Ambiental – Rio de Janeiro: Bertrand - Brasil, 2006, 192 p.

GUIMARÃES, S. C. P. Zoneamento geoambiental como subsídio à aptidão agrícola das terras do município de Cujubim. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTRATÍSTICA – IBGE. Carta topográfica Folha Canarana (SD- 22-V-D-IV). Escala 1:100.000, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTRATÍSTICA – IBGE. Carta topográfica Folha Água Boa (SD- 22-Y-B-I). Escala 1:100.000, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTRATÍSTICA – IBGE. Carta topográfica Folha Rio Tanguru (SD- 22-V-S-I). Escala 1:100.000, 1982.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. R.; MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO

DEPERCEPCIÓN REMOTA, 4, 1989a, Bariloche: *Anais*. Bariloche, 1989a. p.459-465. v. 2.52

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. Levantamentos geoambientais e suas aplicações múltiplas: especificações e procedimentos. Rio Claro-SP: Pós-graduação em Geociências e Ciências Exatas, 1992. (notas de aula).

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Caracterização das coberturas de alteração intempéricas e suas múltiplas aplicações na região centro oeste do Estado de São Paulo. Rio Claro, Relatório Final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (nº 89/3495-0), 1993a.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; NUNES, E.; MATTOS, J.T. Caracterização fisiográfica emorfoestrutural da folha São José de Mipibu - RN. *Geociências*, São Paulo, v. 12, n. 2, p.481-491, 1993b.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. PESOTTI, J.E.S.; MATTOS, J.T. de. Modelo para o estudo da dinâmica evolutiva dos aspectos fisiográficos dos Pantanaís. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 33, n. especial, p. 1763-1773, 1998.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T.; RIBEIRO, L.S. Determinação do potencial de erodibilidade da região do Quadrilátero Ferrífero/MG através da sistemática morfoestrutural e morfotectônica. In: *Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica*, 13, Anais..., 2008, Cuba.

LACERDA FILHO, J. V. de. Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso. Org. Joffre Valmório de Lacerda Filho, Waldemar Abreu Filho, Cidney Rodrigues Valente, Cipriano Cavalcante de Oliveira e Mário Cavalcanti Albuquerque. Esc 1:1000.000. Goiânia:CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME). 200p.

LIMA, M. I. C. Introdução à interpretação radargeológica. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos ambientais, 1995. 124 p. (Manuais técnicos em Geociências).

LOCZY, L.; LADEIRA, E.A. Geologia estrutural e introdução à geotectônica. Ed. Edgard Blucher, Rio de Janeiro, CNPq, 134p., 1980.

MC GARIGAL, K; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MAGALHÃES, F.S.; CELLA, P.R.C. Estruturas dos maciços rochosos. In: OLIVEIRA, A.M. DOS S.; BRITO, S.N.A. de. *Geologia de Engenharia*. 1.ed. São Paulo : ABGE, 1998. Cap. 3, p. 39-56.

MATTOS J.T.; BALIEIRO M.G.; SOARES P.C.; BARCELLOS P.E.; MENESES P.R.; CSORDAS S.M. Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-Landsat e Radar para pesquisa de hidrocarbonetos no estado de São Paulo. São José dos Campos, INPE, RTR/015,1982, 167p.

MATTOS, J.T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; OHARA, T.; MENDES, M.L. de B.; SANTANA,M.A. Critérios para mapeamento de classes a erosão de solos em imagem TMLandsat.In: *SIMPÓSIO Latinoamericano de Percepción Remota*, n. 9, 2002, Cochabamba-Bolívia. Anais IX Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota. Cochabamba:SELPER, 2002. CD-ROM.

MATTOS. J. T. De; PUPIM, F.N.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R; CAETANO, N.R.; COELHO,J.O.M.; MOURA, C. A.; DAITX, E.C.. Zoneamento Geoambiental da região de Campo Grande-MS a partir da interpretação de imagens orbitais ETM+/Landsat-7: basepara o planejamento ambiental. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 2007. p. 5365-5372.

MICHELIN, C.M. 2004. Zoneamento Geoambiental do Assentamento “Boa Sorte” como Subsídio ao Planejamento de Uso e Ocupação do Solo. Trabalho de Conclusão de Curso – UNESP – Instituto de Biociências – Rio Claro.

MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. Mato Grosso: Solos e Paisagens. Realização: Secretária de Estado de Planejamento e Coordenação Geral-SEPLAN/MT. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 272p., 2007.

OLIVEIRA, W.J.; MATTOS, J.T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Contribuição para o mapeamento geológico da região sudeste do estado de Rondônia através de uma sistemática de estudos usando dados de satélite. Anais do IV Simpósio Latinoamericano de Sensoriamento Remoto, Bariloche, v.1, 1989.

OHARA, T. Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul/SP com sensoriamento remoto. 1995. 235 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

OHARA, T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de; CAETANO, N.R. Zoneamento Geoambiental da região do alto-médio rio Paraíba do Sul e a carta de aptidão física para a implantação de obras viárias. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 173-182, jun. 2003.

PAULA, F. E. de. Zoneamento Geoambiental como método de análise de indicadores ambientais do Horto Gramado em São Simão – SP. 2002. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

RIVEREAU, J.C. Curso de fotointerpretação: notas de aulas. *Série Didática*. Brasília, Departamento de Geociências - UNB, n. 4, 1972, 128p.

SHIMBO, J. Z. Zoneamento Geoambiental como um dos Instrumentos para o Planejamento da Região do Pastão no Assentamento Rural Fazenda Pirituba, Município de Itapeva – SP. 2003. 119 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

SHIMBO, J.Z. Zoneamento Geoambiental como subsídio aos projetos de Reforma Agrária. Estudo de Caso: Assentamento Rural de Pirituba II (SP). Unesp Rio Claro. ICGE (Tese de Doutorado) Rio Claro, 2006.

SAMPAIO, O. S. Estudo de fraturamentos como subsídio à pesquisa de água subterrânea no estado de Sergipe: uma abordagem através de dados de sensoriamento remoto. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 107p. 1987.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, v. 16, n. 32, p.71-104, dez 1976.

SOARES, P.C., MATTOS, J.T., BALIEIRO, M.G., BARCELLOS, P.E., MENESES, P.R., GUERRA, S.M.S., CSORDAS, S.M., 1981, Análise Morfoestrutural Regional com Imagens de Radar e Landsat na Bacia do Paraná. In: Simpósio Regional de Geologia, 3, Sociedade Brasileira de Geologia, SBG, Núcleo de São Paulo, v. I, p. 201-216.

SOUZA, A.A.; JIMENÉZ-RUEDA, J. R. Análise fisiográfica e morfoestrutural no reconhecimento de padrões de solos no município de Porto Velho-RO. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6981-6985.

VALÉRIO FILHO, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento. In: TAUKE - TORMELO, S. M. Análise ambiental: estratégias e ações. Rio Claro: Universidade Estadual de São Paulo, 1995. p. 135-140.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos, INPE, 1982, 54p.

VILLOTA, H. Técnicas modernas de mapeo de suelos de Ladera. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretacion (CIAF); Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1983. 32 p.

VILLOTA, H. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Santafe de Bogotá: Instituto Geografico Agustín Codazzi; Subdirección de Docencia e Investigación, 1991. 211 p.

VILLOTA, HUGO, Geomorfologia aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D. C. 2005.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro. 2001. pp. 1-56.

ZANONI, M.; RAYNAUT, C. Meio Ambiente e desenvolvimento: imperativos para a pesquisa e formação. Reflexões em torno do doutorado da UFPR. Caderno de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curitiba/Bordeaux: Ed. Da UFPR/GRID, n.1, 2004.

Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Mato Grosso. Escala de representação: 1:250.000; 1.000.000 e 1: 1.500.000; CNEC – engenheiros Consultores S/A; SEPLAN – MT, 2004.

WEG, R.F. Patrones de Denaje. Centro Interamericano de Fotointerpretação - CIAF. Bogotá, Colômbia. 25p. 1972.

WENKA, R.K.; SVISERO, D. P.. Uma síntese do conhecimento sobre rochas de natureza kimberlítica da porção sul do Cráton Amazônico, no Estado de Mato Grosso. Workshop on Geology of the SW Amazonian Craton: State-of-the-Art, 2001. P. 140-144.