

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências

Exatas Campus de Rio Claro

Capacidade de Suporte Natural: caracterização da região
do Médio Vale do Araguaia, Estado do Mato Grosso.

ELIZANDRA GOLDONI GOMIG

Rio Claro – SP
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências

Exatas Campus de Rio Claro

ELIZANDRA GOLDONI GOMIG

Capacidade de Suporte Natural: caracterização da região
do Médio Vale do Araguaia, Estado do Mato Grosso.

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutorem Geociências e Meio
Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Rio Claro – SP
2019

G633c Gomig, Elizandra Goldoni
Capacidade de Suporte Natural: caracterização da região do Médio Vale do Araguaia, Estado do Mato Grosso. / Elizandra Goldoni Gomig. -- , 2019
133 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,
Orientadora: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Geologia Física. 2. Agricultura. 3. Capacidade suporte natural. 4. Suscetibilidade natural. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ELIZANDRA GOLDONI GOMIG

Capacidade de Suporte Natural: caracterização da Região
do Médio Vale do Araguaia, Estado do Mato Grosso.

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutorem Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda (orientador)

Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM) – UNESP/IGCE *campus* Rio Claro

Prof. Dr. Itamar Andrioli

Departamento de solos e adubos (DSA) - UNESP *campus* Jaboticabal

Profa. Dra. Laura Fernanda Simões da Silva

Departamento Ciência do Solo (LSO) - ESALQ/USP

Prof. Dr. Fabio Augusto Gomes Vieira Reis

Departamento de Geologia Aplicada (DGA) – UNESP/IGCE *campus* Rio Claro

Profa. Dra. Célia Regina Paes Bueno

Departamento de solos e adubos (DSA) - UNESP *campus* Jaboticabal

Resultado: Aprovada

Rio Claro - SP, 25 de março de 2019

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Jairo Jiménez-Rueda, por ser mais que um mestre, um grande amigo.

Ao CEAPLA, por disponibilizar o espaço físico para a realização deste projeto, e aos seus funcionários, por sempre estarem dispostos a ajudar.

À Meire, ao Carlo, ao Paulo, ao Jonas, ao Gui e a Família Martelli, pelas conversas, risadas, desabafos! Uma ajuda essencial para a realização do trabalho de campo e etapas finais da Tese. Não teria conseguido sem vocês!

Ao Dalton, por agilizar minhas plotagens, scanners, sempre muito atencioso.

À minha família, que mesmo distante a 1.400km, sempre presente no coração. Amo vocês!

Ao Bruno, que mesmo chegando ao final dessa etapa, trouxe tranquilidade na turbulência.

Aos meus amigos que, de um modo ou outro, me ajudaram nesta etapa, seja em conversas de bar, pizzas em casa, mensagens de WhatsApp, churrascos. Obrigada por existirem na minha vida!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muito obrigada a todos.

"Para além da curva da estrada
Talvez haja um poço, e talvez um castelo,
E talvez apenas a continuação da estrada.
Não sei nem pergunto.
Enquanto vou na estrada antes da curva
Só olho pra estrada antes da curva,
Porque não posso ver senão a estrada antes da curva.
De nada me serviria estar olhando para outro lado
E para aquilo que não vejo.
Importemo-nos apenas com o lugar onde estamos.
Há beleza o bastante em estar aqui e não noutra parte qualquer.
Se há alguém para além da curva da estrada,
Esses que se preocupem com o que há para além da curva da
estrada.
Essa é que é a estrada pra eles.
Se nós tivermos que chegar lá, quando lá chegarmos saberemos.
Por ora só sabemos que lá não estamos.
Aqui há só a estrada antes da curva, e antes da curva
Há a estrada sem curva nenhuma."

Alberto Caeiro

RESUMO

A região do médio vale do Araguaia encontra na fronteira de expansão agrícola do Estado do Mato Grosso. Entretanto, os estudos de planejamento e sustentabilidade para um melhor aproveitamento de suas capacidades naturais, bem como de suas limitações para a implantação de uma atividade agroindustrial em larga escala, ainda são escassos. Desta forma, objetivou-se a aplicação de um procedimento metodológico que auxiliasse a compartimentação do meio físico, mediante o uso de geotecnologias e aspectos geodinâmico, visando determinar a capacidade suporte natural e o planejamento do uso e ocupação da terra em escala regional. Assim, foi aplicado a sistemática do Zoneamento Geoambiental. Os resultados das análises de drenagem, relevo, morfoestrutura e morfotectônica demonstrou que a região apresenta um intenso processo de deformação estrutural, gerando paisagens de abatimento e soerguimento por blocos (*horsts* e *grabens*), altos e baixos estruturais deformados e altos e baixos topográficos intercalados. Na área também ocorre uma diversidade de elementos litológicos, devido a presença do cinturão Araguaia, e conseqüentemente uma variação de classes de solos e elementos da paisagem. O zoneamento Geoambiental ficou dividido em sete (7) Zonas e dezesseis (16) Subzonas Geoambientais. A Capacidade de Suporte Natural (CSN) na região apresentou quatro classes (muito baixa, baixa, moderada e alta), com destaque para as classes moderada (III) e alta (IV), indicativo de uma boa aptidão, de modo geral, para o uso agropastoril. A integração das subzonas geoambientais associadas a capacidade de suporte natural permitiu indicar com segurança sobre as adequabilidades e/ou limitações dos terrenos frente a uma determinada forma de uso. Nesta integração, classificaram-se as áreas em seis (6) zonas de manejo regional, trazendo o potencial para o desenvolvimento, em função da suscetibilidade natural ao emprego de atividades agropastoris.

Palavras-chave: Zoneamento Geoambiental. Suscetibilidade a Erosão. Cartas temáticas. Capacidade de Suporte Natural.

ABSTRACT

The region of the middle Araguaia valley lies on the border of agricultural expansion of the State of Mato Grosso. However, planning and sustainability studies to better exploit their natural capacities, as well as their limitations to the implementation of a large-scale agroindustrial activity, are still scarce. In this way, the objective was to apply a methodological procedure that would aid the compartmentalization of the physical environment, through the use of geotechnologies and geodynamic aspects, aiming to determine the natural support capacity and the planning of land use and occupation on a regional scale. Thus, the system of Geoenvironmental Zoning was applied. The results of the analysis of drainage, relief, morphostructure and morphostructural showed that the region presents an intense process of structural deformation, generating landscapes of abatement and uplift by blocks (horsts and grabens), deformed highs and lows and intercalated topographic and topographical lows and lows. In the area also occurs a diversity of lithologic elements, due to the presence of the Araguaia belt, and consequently a variation of classes of soils and elements of the landscape. Geoenvironmental zoning was divided into seven (7) Zones and sixteen (16) Geoenvironmental Subzones. The Natural Support Capacity (CSN) in the region has four classes (very low, low, moderate and high), with emphasis on the moderate (III) and high (IV) classes, indicative of good fitness, in general, for the agropastoral use. The integration of the geoenvironmental subzones associated with the natural support capacity allowed to indicate with certainty the adequacies and / or limitations of the lands in front of a certain form of use. In this integration, the areas were classified into six (6) zones of regional management, bringing the potential of development, as a function of the natural susceptibility to the use of agropastoral activities.

Keywords: Geoenvironmental Zoning. Susceptibility to Erosion. Thematic charts. Natural Support Capability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formas anômalas de drenagem indicativas de morfoestruturas e seu grau de estruturação.	19
Figura 2 – Localização da área de estudo, Região do Médio Vale do Araguaia/MT.....	26
Figura 3 – Biomas do Brasil, com destaque para a área em estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	30
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Araguaia e do Alto Xingu, Médio Vale do Araguaia/MT.....	32
Figura 5 - Região de ocorrência do Grupo Parecis e Formação Ronuro.....	34
Figura 6 – Unidades de Relevo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	37
Figura 7 – Mapa da geologia da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.	41
Figura 8 – Mapa dos solos encontrados na área de estudo, Médio Vale do Araguaia- MT.....	45
Figura 9 – Mapa de localização e distribuição dos pontos de campo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.	55
Figura 10 – Atividades de campo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	56
Figura 11 – Mapa da Rede de Drenagem adensada da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	73
Figura 12 – Mapa de Unidades do Relevo da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	76
Figura 13 - Mapa Hipsométrico da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	78
Figura 14 - Mapa de Classes de Declividade da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	79
Figura 15 - Mapa de Zonas Geoambientais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	80
Figura 16 - Caracterização de um CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico pertencente a subzona Geoambiental Q3.....	84
Figura 17 - Caracterização de um NEOSSOLO QUARTZÂRENICO Órtico presente na Subzona Geoambiental N1A.	85
Figura 18 - Caracterização de um PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico presente na Subzona Geoambiental D2.....	87
Figura 19 - Caracterização de um NEOSSOLOS LITÓLICOS presente na Subzona Geoambiental NP3.	89
Figura 20 - Mapa Morfoestrutural da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	92

Figura 21 – Mapa de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	96
Figura 22 – Reflexo em superfície de falhas em profundidade commovimentação de blocos –	97
Figura 23 – Mapa de Isovalores de Densidade de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.	98
Figura 24 – Mapa de Isovalores de Frequência de Cruzamentos de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	99
Figura 25 – Mapa de Trends Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação entre as médias de temperatura e precipitação para o Médio Vale do Araguaia/MT, período de 1998 a 2016.	28
Gráfico 2 - Relação entre as médias mensais de precipitação, evapotranspiração, insolação e déficit hídrico para Médio Vale do Araguaia, no período de 2006 a 2016.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre Morfoestrutura e Morfometria e suas aplicações para as atividades agropastoris.....	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos municípios, e suas respectivas áreas, localizados na	27
Tabela 2 – Subdivisão da Bacia Araguaia-Tocantins que está presente na área de estudo com suas respectivas características de área.	33
Tabela 3 - Síntese dos dados dos poços cadastrados no aquífero Salto das Nuvens e Utiariti.	35
Tabela 4 - Descrição das classes de solos que ocorrem na área de estudo por unidade de mapeamento.....	48
Tabela 5 – Área ocupada por estabelecimentos agropecuários (hectares) segundo a utilização das terras, ano de 2017.	50
Tabela 6 - Dados de população real, população estimada, crescimento populacional estimado, densidade demográfica e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para os municípios estudados.....	52
Tabela 7 – Pesos atribuídos aos fatores utilizados para a definição da suscetibilidade natural à erosão.	67

Tabela 8 - Pesos atribuídos para a definição da Capacidade de Suporte Natural.....	71
Tabela 9 - Resultado da análise do relevo para o Médio Vale do Araguaia - MT.	74
Tabela 10 – Área e porcentagem de área ocupada pelas Zonas Geoambientais, Médio Vale do Araguaia/MT.....	81
Tabela 11 – Dados físicos dos solos coletados em campo na região do Médio Vale do Araguaia/MT. * Prof – profundidade, AG – areia grossa, AF – areia fina, s - silte, a - argila, s/a – Proporção silte-argila, CT – classe textural, AF/FT – areia total/ silte + argila	106
Tabela 12 – Dados químicos dos solos coletados em campo na região do Médio Vale do Araguaia/MT. *P Resina – Fósforo, M.O – Matéria orgânica, K – Potássio, Ca – Cálcio, Mg – Magnésio, SB – Soma de bases, CTC – capacidade de troca catiônica, V – saturação	110
Tabela 13 - Parâmetros utilizados para a determinação da fertilidade dos solos.	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs – Áreas de Preservação Permanente
ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CIAF – Centro Interamericano de Fotointerpretação
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica
DGI – Divisão de Geração de Imagens
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fm. – Formação
GDEM – Digital Elevation Model
IAC – Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDAM – Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas
IF – Instituto Florestal
IG – Instituto Geológico
IGG – Instituto Geográfico e Geológico
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Ka – Milhares de anos
Ma – Milhões de anos
MMA – Ministério do Meio Ambiente
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMA – Secretaria do Meio Ambiente
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
USP – Universidade de São Paulo
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UTM – Universal Transversa de Mercator

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Análise do Relevo	17
2.2 Análise Morfoestrutural	18
2.3 Análise Morfotectônica	23
2.4 Zoneamento Geoambiental	24
2.5 Capacidade de Suporte Natural	25
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.1 Localização da Área de Estudo	26
3.2 Clima	27
3.3 Vegetação	30
3.4 Hidrografia	31
3.4.1. Bacia Hidrográfica do Araguaia	32
3.4.2. Bacia Hidrográfica Alto Xingu	33
3.5 Hidrogeologia	34
3.6 Geomorfologia	36
3.7 Geologia e Tectônica	40
3.8 Características pedológicas	45
3.9 Socioeconomia	49
4 METODOLOGIA	53
4.1 Materiais/Equipamentos	53
4.1.1 Documentação cartográfica	53
4.1.2 Sensores Remotos	53
4.1.3 Programas Computacionais	54
4.2 Definição e planejamento para coleta de dados	54
4.2.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico (Diagnóstico Zero)	54
4.2.2 Levantamento de Campo	54
4.3 Pedologia e Análises de solo	57
4.4 Elaboração de Cartas Base e Cartas de Análise	57
4.4.1 Análise Hidrológica	58
4.4.2 Análise das Unidades de Relevo	58
4.4.3 Análise Morfoestrutural	60
4.4.4 Análise Morfotectônica	63
4.5 Definição das Zonas e Subzonas Geoambientais	66
4.6 Definição da Suscetibilidade Natural a Erosão	66
4.6 Prognóstico ambiental: elaboração de mapas temáticos como subsídios para tomada de decisões	68
4.6.1 Definição da Capacidade de Suporte Natural	68
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72

5.1 ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO ARAGUAIA-MT.....	72
5.1.1 Análise Hidrográfica.....	72
5.1.2 Análise de Relevo.....	74
5.1.3 Zonas e Subzonas Geoambientais	80
5.2 SUSCETIBILIDADE NATURAL A EROSÃO DA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO ARAGUAIA-MT.....	91
5.2.1 Caracterização Morfoestrutural	91
5.2.2 Caracterização Morfotectônica	95
5.2.3 Suscetibilidade Natural a Erosão.....	100
5.3 PROGNÓSTICO AMBIENTAL: ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS COMO SUBSÍDIOS PARA TOMADA DE DECISÕES	102
5.3.1 Capacidade Suporte Natural	102
5.3.1.1 Mapa de Zonas de Manejo Regional de Uso Agrícola.....	104
6 CONCLUSÃO	117
7 REFERÊNCIAS.....	119

1 INTRODUÇÃO

O Vale do Araguaia é considerado uma das regiões mais promissoras de Mato Grosso quanto à produção agrícola, chamado de “Nova fronteira agrícola do Mato Grosso”. A região é cortada pela BR-158, rota de ligação entre os estados de Mato Grosso e Pará, e tem vivenciado uma conversão em larga escala de áreas de pastagens degradadas para lavouras nas últimas décadas (SEAGRO, 2018). Entre os municípios que compõe a região, podem-se destacar os municípios de Água Boa, Canarana, Gaúcha do Norte e Querência, que juntos na safra 2017/2018 semearam 945 mil hectares de soja (IMEA, 2018).

Entretanto, o volume de produção agrícola não constitui, por si só, um parâmetro da eficiência ou sucesso do uso potencial de seus recursos naturais. Uma vez que estudos do meio físico que visem um direcionamento quanto às áreas que podem ser efetivamente compatíveis ao uso agrícola, bem como, áreas destinadas à manutenção de pastagens e/ou com preservação de sua vegetação natural são escassos e ou restritas na região.

Dessa forma, a aplicação do Zoneamento Geoambiental torna-se um instrumento técnico eficiente, uma vez que consiste em um levantamento sistemático de atributos e características geológicas (litologia), fisiográficas (formas e graus de dissecação do relevo/paisagens), pedológicas, de coberturas de alteração intempérica (alterações físicas e químicas dos materiais do solo), organizando em zonas e subzonas geoambientais (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1995, OHARA, 1995).

Da mesma forma, a capacidade de Suporte Natural (ou capacidade de sustentabilidade natural), segundo Jiménez-Rueda (1993, 2012), está diretamente associada à “qualidade do sítio”, em função das unidades da paisagem e seu estágio evolutivo, capaz de sustentar as diversas intervenções socioeconômicas de maneira positiva ou negativa, com sua determinação em função da definição e caracterização dos condicionamentos ecogeodinâmicos (litológicos, mineralógicos, estruturais, climáticos, geomorfológicos bióticos e socioeconômicos).

Assim, a integração do Zoneamento Geoambiental e à Capacidade de Suporte Natural, trás uma nova perspectiva de análise, capaz de apontar as

áreas frágeis, de suscetibilidade natural à erosão e que permite indicar com segurança sobre as adequabilidades e/ou limitações dos terrenos frente a uma determinada forma de ocupação, além do uso de materiais e técnicas de baixo custo operacional com emprego de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

A escolha dessa sistemática de análise, para elaboração deste estudo, se dá em decorrência da experiência da autora na elaboração de diagnósticos do meio físico para Zoneamentos Geoambientais no Estado de São Paulo, mas que são praticamente escassos na sua região de origem, o Médio Vale do Araguaia/MT. Assim, percebeu-se a necessidade da caracterização de fatores relativos ao meio físico que servissem para a delimitação de áreas para uso e ocupação agropastoril na região com carência de dados em escala apropriada a gestão do meio físico (até 1:250.000).

Portando o objetivo principal da Tese foi “determinar a capacidade de sustentabilidade natural e/ou capacidade de suporte para implantação de sistemas agropastoris através da sistemática do Zoneamento Geoambiental na região do Médio Vale do Araguaia/MT”.

Para atingir o objetivo proposto, estabeleceram-se as seguintes metas:

- Análise do meio físico e de suas propriedades (análise de relevo) e das estruturas geológicas dúcteis e rúpteis (Análise Morfoestrutural e Morfotectônica);
- Mapeamento e classificação de áreas com suscetibilidade natural a erosão resultantes das análises Morfoestruturais e Morfotectônicas;
- Integração analítica e definição das Zonas e Zubzonas Geoambientais, bem como a capacidade de suporte natural para a indicação de áreas de manejo agropastoril em escala regional, para o direcionamento de estudos mais específicos;
- Avaliação da sistemática de análise empregada como ferramenta de apoio para planos de Manejo de uso e ocupação do solo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo refere-se a uma exposição das definições e critérios básicos dos principais temas que serão discutidos e apresentados neste trabalho.

2.1 Análise do Relevo

A análise de relevo baseia-se na metodologia da análise fisiográfica que consiste na interpretação de sensores remotos por meio da relação *relevo x solos* e, no reconhecimento e identificação dos mesmos, para compreender e integrar os processos de formação e dinâmica da paisagem (GOOSEN, 1971; SHIMBO, 2006).

A paisagem corresponde à unidade fundamental da análise fisiográfica, uma vez que cada Unidade Fisiográfica apresenta uma fisionomia reconhecível e diferenciável das adjacentes, delimitando uma porção da superfície terrestre, devido a uma morfogênese específica na qual se espera certa homogeneidade climática, biológica, geológica e pedológica (BOTERO, 1978; GOOSEN, 1968; SOUZA e JIMÉNEZ-RUEDA, 2007; BARBOSA et al., 2005). Assim, a análise de uma determinada paisagem implica obrigatoriamente no conhecimento de sua evolução, uma vez que ocorre distinção nas formas e nos processos sucessivos de deposição dos materiais e na submissão das diferentes forças endógenas e exógenas resultantes dos distintos processos morfogenéticos (CASSETI, 2007; JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993; GUERRA, 1969). Assim, 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).





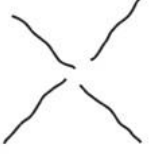











Com isso, cada uma das unidades fisiográficas possuem uma associação/série única de solos, gerando um importante guia para delinear os padrões de solos e suas aptidões (GOOSEN, 1968). Desta forma, constituem fatores determinantes de definição, caracterização e classificação de unidades homogêneas da paisagem e seu manejo (JIMENÉZ-RUEDA et al., 1993).

2.2 Análise Morfoestrutural

A interpretação morfoestrutural baseia-se na análise dos elementos da rede de drenagem (densidade, tropia, sinuosidade e angularidade), do relevo e de suas relações espaciais (JIMENÉZ-RUEDA et al., 1993). Segundo Soares e Fiori (1976), nesta interpretação são buscados significados geológicos para as diferentes formas ou associações desses elementos, pois eles são condicionados por fatores estruturais, litológicos e de processos morfogenéticos atuantes sobre o substrato. A análise morfoestrutural permite constatar a presença e o grau de deformação da área, definindo as estruturas deformacionais (altos e baixos estruturais) e as discontinuidades estruturais (lineamentos, fraturas e falhas) que as delimitam. Esta análise fundamenta-se no fato de que muitas das morfoestruturas podem ser refletidas em superfície, sendo passíveis de identificação por meio de produtos de sensoriamento remoto, especialmente em áreas relativamente arrasadas pela erosão e/ou que sofreram aplainamento (JIMENÉZ-RUEDA et al., 1989).

Considerando os elementos da rede de drenagem utilizados para a caracterização das anomalias, utilizamos as definições de anelares, radiais, assimetria, alinhamento e lineamento de drenagem (Figura 1) apresentadas por Liu (1984 apud SILVA, 1997), Mattos et al. (1982), O'Leary et al. (1976) e Soares et al. (1982a, 1982b).

Figura 1 – Formas anômalas de drenagem indicativas de morfoestruturas e seu grau de estruturação.

		ESTRUTURA DOS ELEMENTOS			
		RADIAL	ANELAR	ASSIMETRIA DRENAGEM	ASSIMETRIA RELEVO
ESTRUTURA DA FORMA	SIMPLES INCOMPLETA				
	SIMPLES COMPLETA				
	RAMIFICADA INCOMPLETA				
	RAMIFICADA COMPLETA				

Fonte: Soares et al. (1981a).

As *formas anelares* representam o reflexo, em superfície, de camadas flexuradas que geralmente estabelecem-se sobre estruturas dômicas ou depressões estruturais, concordantes com o acamamento ou com o fraturamento anelar. O grau de estruturação da forma indica a probabilidade de uma drenagem anelar corresponder à uma estrutura geológica.

As *formas radiais* podem representar o reflexo do controle estrutural, indicando o sentido geral do mergulho das camadas, entretanto, também podem ser de expressão puramente topográfica (divergência de elementos de drenagem a partir de um ponto mais alto).

As *formas de assimetria* fornecem indicações de mergulho convergentes ou divergentes do acamamento, definindo altos (domos) e baixos (depressões)

estruturais, sendo identificadas a partir dos elementos de drenagem e de relevo. Quanto à drenagem, os canais tendem a se estabelecer de acordo com a disposição do acamamento das camadas inclinadas, sendo que os canais mais alongados, subparalelos e de baixa angularidade, correm concordantes ao sentido das camadas (consequentes), enquanto os canais mais curtos e com ângulos abertos correm em sentido perpendicular ao acamamento (obsequentes). O relevo se apresenta de forma semelhante à drenagem, estando as vertentes mais longas e com menor inclinação concordante com o acamamento, enquanto as vertentes mais curtas e com maior inclinação, são perpendiculares ao sentido do acamamento.

Alinhamento é um termo genérico que significa arranjo alinhado de quaisquer elementos observados em produtos de sensoriamento remoto, sem conotação genética ou estrutural. Por exemplo, estradas, conjuntos de casas alinhadas, canais fluviais, linhas de costa, cordões litorâneos, cristas de relevo, entre outros. Já o Lineamento estrutural corresponde a uma feição linear mapeável, simples ou composta, contínua ou descontínua, da superfície terrestre (portanto natural), cujas partes estão alinhadas em um arranjo retilíneo ou suavemente curvilíneo, que difere distintamente dos padrões e feições que lhes são adjacentes e, presumivelmente, reflete um fenômeno de sub-superfície. Eles são interpretados como descontinuidades da crosta que podem representar discordâncias estratigráficas e/ou estruturais e, geralmente, representam os grandes falhamentos da área.

Segundo Ohara (1995), o conhecimento morfoestrutural de uma região, quando integrado com outros dados temáticos, pode subsidiar, por exemplo, estudos de recursos hídricos, proteção ambiental, e determinar se um local é favorável ou não para implantação de obras de engenharia e para usos agrícolas. Já Soares et al. (1981a, 1981b, 1982b) afirmam que este método é eficaz em diferentes escalas de mapeamento, possuindo como importante característica o bom custo-benefício, já que é pouco oneroso e de rápida execução.

A análise morfoestrutural foi realizada em diversos trabalhos com diferentes enfoques, como por exemplo, Lima (2016) Shimbo (2006) Guimarães (2001), Jiménez-Rueda e Mattos (1992), Jiménez-Rueda et al.

(1993), Ohara (1995), Ohara et al. (2003), Silva (1997), Soares e Fiori (1976), Stefani (2003) e Volkmer (1993).

A análise morfoestrutural conjuntamente com a topografia do relevo permite prever as propriedades de percolação, lixiviação, alteração, circulação e erosão, assim como definir o uso e manejo adequados para o solo, pois condicionam os aspectos pedológicos, pedogeoquímicos e fisiográficos (Quadro 1). Desta forma, a partir desta correlação entre as características morfoestruturais e morfométricas é possível definir, com maior confiabilidade, locais adequados e/ou impróprios para diversos usos, como, por exemplo, prospecção de aquíferos, utilização de insumos agrícolas, uso de maquinários entre outros.

Quadro 1- Relação entre Morfoestrutura e Morfometria e suas aplicações para as atividades agropastoris.

	Alto estrutural/ Alto topográfico	Alto estrutural/ Baixo topográfico	Baixo estrutural/ Baixo topográfico	Baixo estrutural/ Alto topográfico
Intemperismo	Muito forte	Forte	Baixo	Médio a forte
Circulação de água	Intensa	Média a alta	Alta e direcionada	Baixa e direcionada
Fertilidade potencial anual	Muito baixa	Baixa a média	Muito alta	Média a alta
Processos	Pedogênese> Morfogênese	Morfogênese> Pedogênese	Morfogênese> Pedogênese	Pedogênese> Morfogênese
Unidades fisiográfica gerais	Planaltos e vertentes	Planaltos e vertentes	Planícies de inundação atuais e subatuais (canais, nascentes, várzeas, diques, terraços) e vertentes	Planaltos baixos, vertentes, paleocanais, paleonascentes e paleoterraços
Suscetibilidade à erosão	Baixa a quase nula	Moderada a forte (exorreica)	Muito forte (endorreica)	Muito forte a moderada (exorreica)
Solos	Latossolos, Cambissolos, Neossolos	Cambissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos, Organossolos	Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Gleissolos, Neossolos, Vertissolos	Argissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos
Cobertura de Alteração Intempérica	Latossolização, Ferruginização, Laterização	Latossolização, Ferruginização, Laterização, Argilização, Melanização	Melanização, Gleização, Cambissolização	Argilização, Latossolização, Melanização, Cambissolização
Minerais de argila	Caulinita e Gipsita	Caulinita, Gipsita e Esmectita	Esmectita e Caulinita	Caulinita e Esmectita
Trends estruturais				
Lixiviação	Baixa direcionada	Alta/Moderado	Baixa	Alta/Moderada
Percolação	Baixa	Alta	Baixa	Alta
Alteração	Mediana	Alta	Baixa	Alta
Circulação de água	Média	Moderada/Alta	Controlada	Moderada/Alta
Suscetibilidade à erosão	Moderada	Alta	Alta/Muito intensa	Alta
Aplicação na Agricultura e Pecuária				
Potencialidades gerais	Rotação de culturas anuais e culturas semiperenes	Culturas semiperenes e anuais	Reflorestamentos, horticultura, áreas de proteção ambiental	Culturas semiperenes, reflorestamentos
Mecanização	Intensa	Moderada a restrita	Restrita	Moderada a Restrita
Usos de adubos	Restrito	Restrito a inadequado	Inadequado a restrito	Adequado

Fonte: Adaptado de Jiménez-Rueda et al. (1993)

2.3 Análise Morfotectônica

A análise estrutural parte do princípio de que as estruturas geológicas podem ser refletidas em superfície, sendo passíveis de identificação através da análise de anomalias da rede de drenagem e de feições de relevo. Para tanto, podem ser utilizados produtos de sensoriamento remoto e/ou cartográficos que auxiliem no reconhecimento e na delimitação desses padrões e anomalias.

A morfotectônica é o estudo das relações entre unidades fisiográficas e as estruturas tectônicas (falhas, juntas, fraturas) de uma região, relacionada com a interação das deformações vertical e horizontal da crosta terrestre com os processos erosivos ou sedimentares (SUGUIO, 1999).

Esta análise envolve critérios de fotointerpretação que há muito vêm sendo utilizados e desenvolvidos por diversos pesquisadores como, Mattos et al. (1982); Soares et al. (1982a, 1982b); Jiménez-Rueda et al. (1989,1993) e Madrucci et al. (2003). Uma vez que os métodos geológicos devem focar, essencialmente, as feições estruturais, formas de relevo e de drenagem que refletem os movimentos neotectônicos, coberturas de solos, depósitos coluviais e de sedimentos, correlativos com as etapas da evolução neotectônica (HASUI; COSTA, 1996).

Tal sistemática procura analisar os elementos de drenagem e de relevo, sua associação e sua classificação, de acordo com o caráter homólogo ou não dos mesmos; além de interpretar o significado geológico para as diferentes formas ou associações dos elementos de drenagem e feições anômalas, admitindo que estas sejam condicionadas por fatores estruturais e/ou litológicos, através de processos morfogenéticos atuantes sobre o substrato (SOARES et al., 1982a). Tal fato permite delimitar áreas intensamente fraturas e, portanto, suscetíveis a erosão (BATISTA, 2001; CRISOSTÓMO-NETO, 2003; FRANZONI, 2000; GUIMARÃES, 2001; MATTOS et al., 2002; RODRIGUES, 2000).

2.4 Zoneamento Geoambiental

O Zoneamento Geoambiental, segundo Ohara et al. (2003), tem por finalidade a obtenção das zonas (ZGA) e subzonas (SZGA) geoambientais, as quais retratam as informações do meio físico, otimizando o planejamento do uso da terra. A integração dos estudos do meio físico associado aos aspectos ecológicos e socioeconômicos pertinentes é base fundamental ao zoneamento que visa determinar as restrições e aptidões ambientais, mesmo que não seja imposto um uso específico. Assim, os zoneamentos permitem interpretar as tendências de mudanças, recomendar alternativas de usos específicos, identificar e monitorar impactos ambientais e estabelecer prognósticos, panoramas de situações futuras e medidas mitigadoras, visando à melhoria socioeconômica e conservação ambiental (OLIVEIRA; SOUZA, 2005).

O método do Zoneamento Geoambiental consiste em um levantamento sistemático de atributos e características geológicas (litologia), Fisiográficas (formas e graus de dissecação do relevo/paisagens), morfoestruturais (estruturas positivas e negativas), morfotectônicas (lineamentos, traços de juntas, *trends* estruturais), pedológicas, de coberturas de alteração intempérica (alterações físicas e químicas dos materiais do solo) e climáticas, organizadas em zonas (ZGA) e subzonas geoambientais (SZGA), as quais representam as potencialidades/capacidade de suporte do meio físico, de acordo com os condicionantes naturais e em função dos modificadores socioeconômicos-sociopolíticos (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1995). Conseqüentemente, elas contribuem para definir e priorizar diversos usos e aplicações como, por exemplo, o planejamento agrícola, estudos de recursos hídricos, proteção ambiental, obras de engenharia e sanitária e planejamento urbano (OHARA, 1995). Deste modo, o zoneamento geoambiental procura realizar uma leitura fisiológica da paisagem (GOOSEN, 1971), interrelacionando-a com a socioeconomia, para fins de planejamento e gestão racional e sustentável do território.

O zoneamento geoambiental realizado nesta pesquisa é baseado em estudos de Jiménez Rueda (1993); Jiménez-Rueda et al. (1989, 1993); Jiménez-Rueda e Mattos (1992); Ohara (1995); Ohara et al. (2003), e de acordo com análise desses estudos, a definição das zonas e subzonas

geoambientais, são estabelecidas por alguns critérios. Segundo os autores, as ZGA são delimitadas por meio das variações litológicas, enquanto as SZGA são definidas de acordo com critérios de deformação tectônico-climáticos e/ ou fácies litológicas, o que ocasiona diferenças físico-químicas e termodinâmicas.

Assim, esta sistemática se diferencia de outras propostas por se preocupar não somente com a sobreposição ou cruzamento de planos de informações básicas, mas também com a integração e inter-relação dos fatores ambientais levantados, principalmente do meio físico, resultando em uma análise que identifica as unidades fisiográficas integrando-as em padrões, possibilitando a compreensão da dinâmica e evolução da paisagem e conseqüentemente de sua ecodinâmica (GOOSEN, 1968 e 1971; TRICART, 1977).

2.5 Capacidade de Suporte Natural

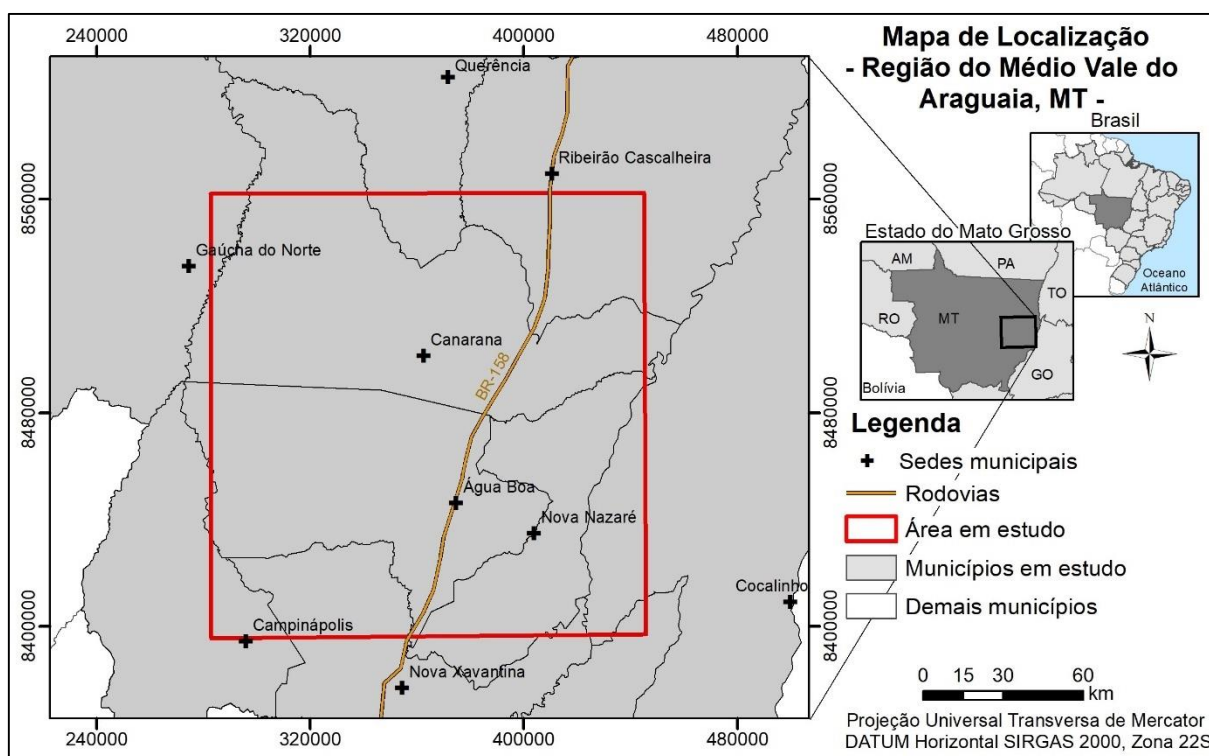
A capacidade de suporte natural (ou capacidade de sustentabilidade natural), está diretamente associada à desenvolvimento e o equilíbrio/metaequilíbrio em que se encontram as paisagens, em função do estágio de desenvolvimento genético e/ou o desequilíbrio natural ocasionado pelas intervenções atemporais a que foram submetidas durante um determinado período. A paisagem, suas unidades constitutivas e seu estágio evolutivo determinam a capacidade natural do meio, que sustenta as diversas intervenções socioeconômicas de maneira positiva ou negativa. Esta capacidade pode ser determinada em função da definição e caracterização dos condicionamentos ecogeodinâmicos (litológicos, mineralógicos, estruturais, climáticos, geomorfológicos, bióticos e socioeconômicos) e de suas interações factíveis de serem evidenciadas mediante caracterizações morfogenéticas de seus geosistemas (JIMÉNEZ-RUEDA, 2012).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo 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 27.002,40 km², englobando os municípios de Canarana, Água Boa, Araguaiana, Campinápolis, Cocalinho, Gaúcha do Norte, Nova Nazaré, Nova Xavantina, Querência e Ribeirão Cascalheira (Figura 2). As respectivas áreas (km²) de cada município e as porcentagens da área total destes municípios estudadas estão descritas na Tabela 1.

Figura 2 – Localização da área de estudo, Região do Médio Vale do Araguaia/MT.



Fonte: Arquivos *shapefiles* disponibilizados online pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

Tabela 1– Relação dos municípios, e suas respectivas áreas, localizados na área de estudo.

Município paulista	Área em estudo (km ²)	Porcentagem da área total do município (%)
Água Boa	7.218,3	26,7
Araguaiana	100,0	0,4
Campinápolis	578,3	2,1
Canarana	8.865,0	32,8
Cocalinho	1.485,2	5,5
Gaúcha do Norte	315,4	1,2
Nova Nazaré	3.486,5	12,9
Nova Xavantina	1.851,8	6,9
Querência	697,4	2,6
Ribeirão Cascalheira	2.404,6	8,9
Área total estudada	27.002,4	-

Fonte: Dados de área e porcentagem extraídos dos arquivos *shapefiles* disponibilizados online pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

A principal via de acesso para a área em estudo se dá pela BR-158, mas existem as rodovias MT-326, MT-109, MT-110, MT-020 e MT-414 que conectam os municípios que compõem a área.

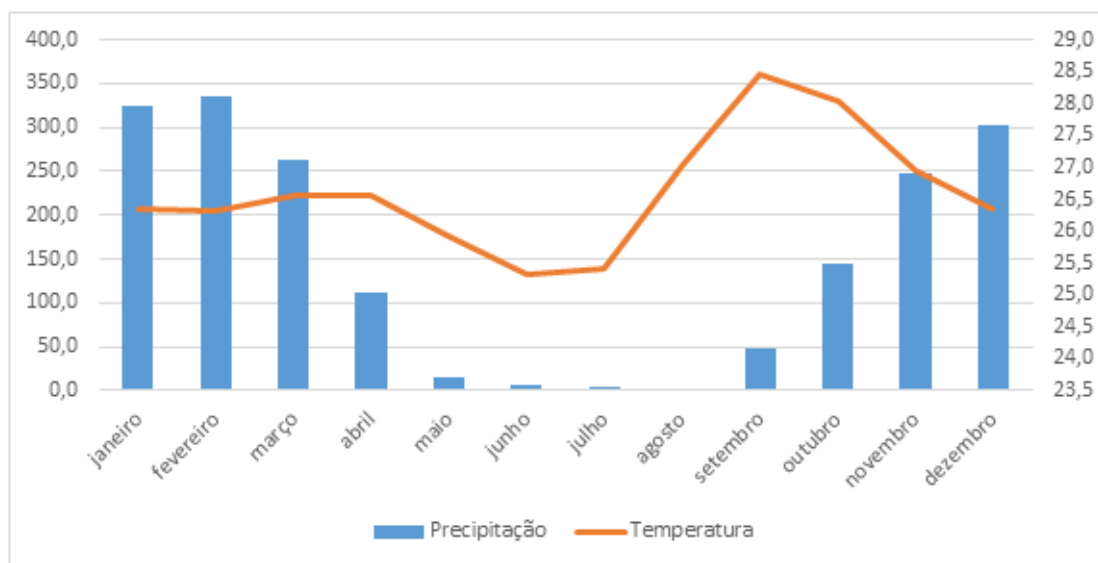
3.2 Clima

O clima predominante na região do Médio Vale do Araguaia é classificado de acordo com Köppen, como tropical com inverno seco (Aw). Este clima se caracteriza por apresentar uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18° C, mas em casos particulares, quando ocorre a invasão da massa de ar polar continental, as mínimas absolutas podem chegar aos 10°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm (EMBRAPA, 2018).

Para uma melhor compreensão do clima presente no Médio Vale do Araguaia, foi realizada uma análise da temperatura, precipitação e radiação solar por um período de 18 anos (1998 a 2016). O valor de temperatura média da área de estudo foi de 25,2°C, com a temperatura mínima, mês de maio, de 24,4°C. A amplitude térmica média anual (com base nas médias mensais entre os anos de análise) foi de no máximo 3,0 °C, tendo entre os meses de junho, julho e agosto, a ocorrência das maiores amplitudes térmicas diárias. Isso se deve ao vapor d'água, que segundo Santos et.al (2013) apresenta um grande

potencial de atenuação da radiação na atmosfera, uma vez que, ocorre a amenização principalmente da temperatura máxima em decorrência das alterações nas radiações diretas e difusas com a nebulosidade, o que não ocorre na região, no período de menor pluviosidade (maio a agosto). As máximas temperaturas encontradas na região estavam presentes nos meses de setembro e outubro com valores entre 27°C e 28°C (Gráfico 1).

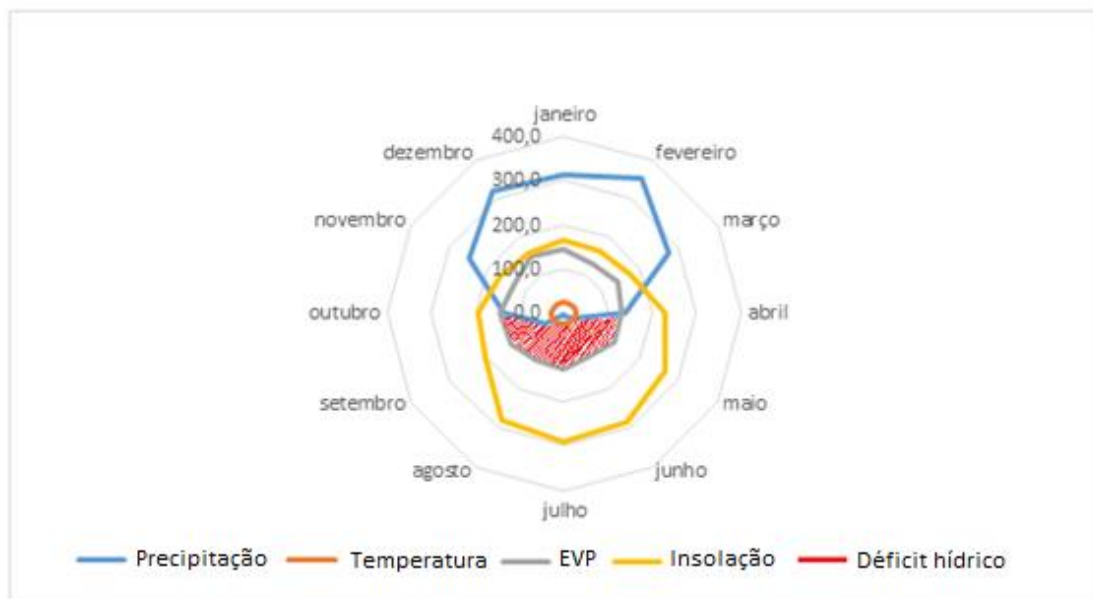
Gráfico 1 – Relação entre as médias de temperatura e precipitação para o Médio Vale do Araguaia/MT, período de 1998 a 2016.



Fonte: Dados climáticos disponibilizados por BDMEP-INMET (2017).

A precipitação média anual, para área de estudo ficou de 1806,5 mm. Contudo, os valores de precipitação mensal média, dos anos analisados (1998 à 2016), mostraram dois períodos característicos, o chuvoso e o seco, corroborando com a classificação de Köppen. Os meses mais chuvosos foram de outubro a março e os meses com baixas ou nulas precipitações ocorrem de maio a agosto (Gráfico 2). A precipitação média foi elevada para os meses de dezembro a fevereiro (303,38 mm e 335,9 mm, respectivamente), com um decréscimo gradativo nos meses seguintes, ficando praticamente nula no mês de agosto (0,98 mm), com chuvas raras e distribuídas em quatro a cinco dias no mês. Assim, a partir do mês de abril teve-se o início de uma deficiência hídrica, onde os valores de evapotranspiração foram superiores em relação aos valores da precipitação, perdurando até outubro, totalizando seis meses.

Gráfico 2 - Relação entre as médias mensais de precipitação, evapotranspiração, insolação e déficit hídrico para Médio Vale do Araguaia, no período de 2006 a 2016.



Fonte: Dados climáticos disponibilizados por BDMEP-INMET (2017).

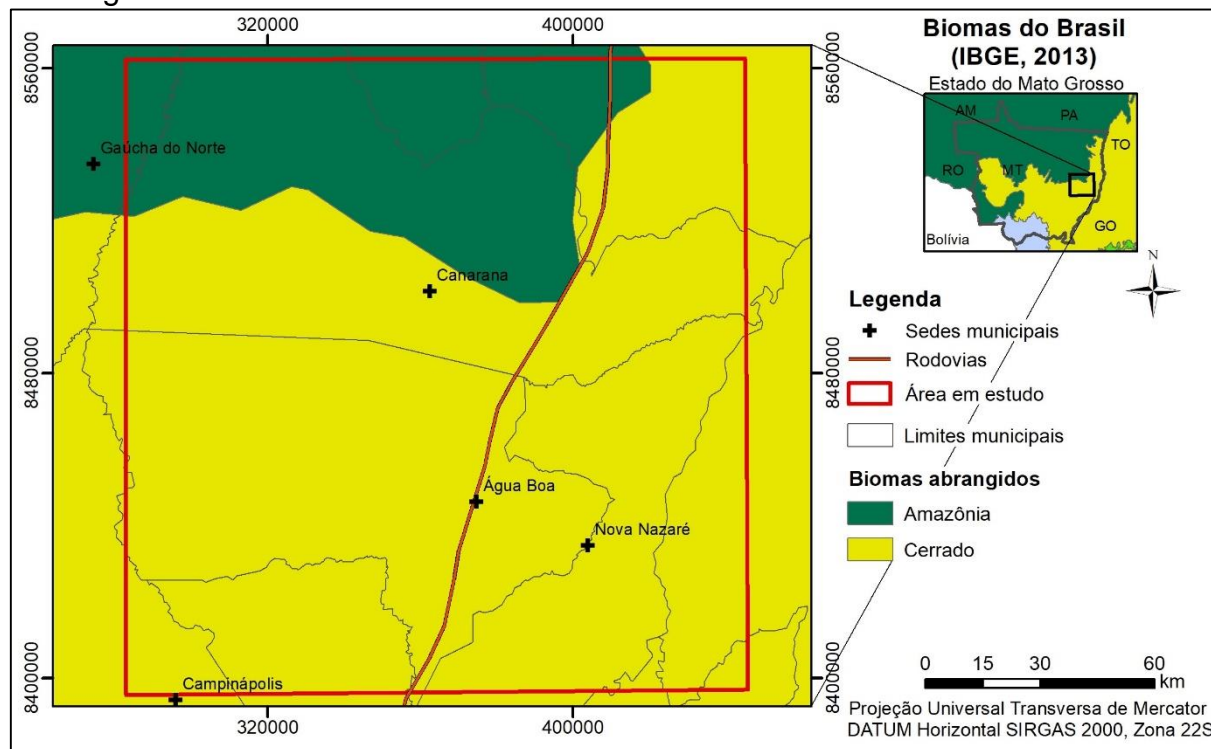
A insolação, outro fator importante para o crescimento das plantas, uma vez que influencia diretamente na fotossíntese das mesmas, na região de estudo, apresentou-se constante e elevada durante todo o ano, com um aumento nos meses mais secos, de abril a setembro, justificado pela baixa a nula nebulosidade.

Considerando a temperatura e a insolação presente na área de estudo, não constitui, de modo geral, impedimentos a agricultura, entretanto a extensão e severidade da estação seca, em geral, segundo Goedert et al. (1980) afeta as culturas anuais, que precisam de irrigação para serem exploradas. Além disso, na região, a ocorrência de déficit hídricos, mesmo durante os meses chuvosos, denominado regionalmente de “veranicos” (períodos de duas semanas sem chuva), que, geralmente, estão associados à alta radiação solar e alto potencial de evapotranspiração (WOF, 1975), podem causar sérios danos à culturas anuais e bi-anuais mais sensíveis e se constituem, certamente, na mais severa limitação para a agricultura sem irrigação nesses solos (LOPES, 1983).

3.3 Vegetação

A área de estudo compreende uma zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado do Planalto Central (Figura 3).

Figura 3 – Biomas do Brasil, com destaque para a área em estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Fonte: Base de dados em formato *shapefile* disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Na porção norte da área de estudo tem-se o predomínio da Floresta Amazônica, mas à medida que vai avançando para o sul a fisionomia vai se modificando, com limites muito irregulares e, na maioria das vezes, bastante imprecisos, com inúmeros recortes e reentrâncias originadas pelas frequentes interpenetrações de formações vegetais savânicas (SOARES, 1953). O caráter estacional das florestas da Bacia do Alto Xingu 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 (Bacia do Araguaia), mas a porção oeste (Bacia do Alto Xingu) constitui a borda externa da floresta Amazônica. Segundo Ivanauskas (2008), a borda sul da província amazônica, na região do Alto Rio Xingu, apresenta composição florística própria, e que a rigor não é similar à flora presente nas formações de entorno, que seriam a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional, sugerindo assim, a

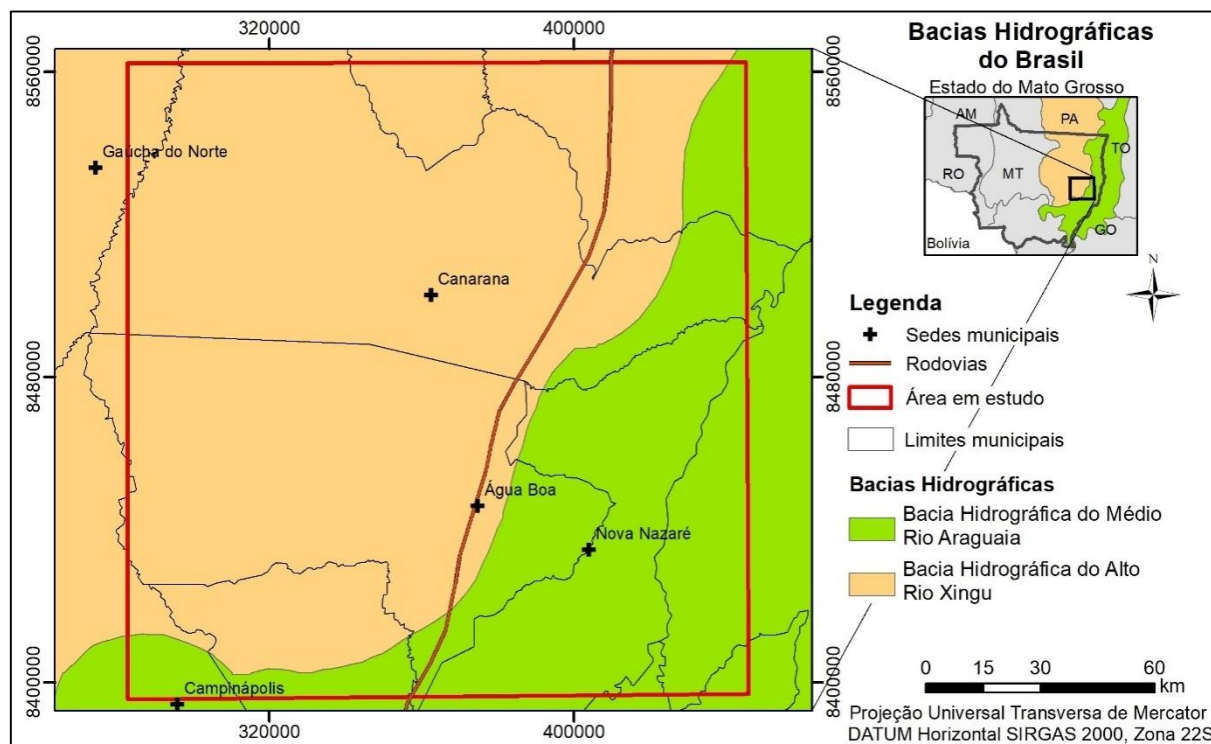
denominação de Floresta Estacional Perenifólia. Isso está relacionado, segundo Ivanauskas (2008) ao processo dinâmico de expansão-regressão do contínuo florestal durante as variações paleoclimáticas no período Quaternário.

Segundo Gomes e Santos (2002) entre as cidades de São Félix do Araguaia e Canarana, ocorrem fisionomias savânicas abertas entremeadas por Savanas Florestadas, geralmente associadas a relevos de topos tabulares. As florestas associadas às drenagens e a grotões estão presentes nas vertentes a leste da Serra do Roncador principalmente na área Indígena de Pimentel Barbosa, correspondendo a Bacia do Araguaia, assim como campos em afloramentos rochosos. A área de estudo é composta predominantemente por vegetação de Savana com influência da Floresta Amazônica ao norte e planícies inundáveis compostas predominantemente por parque de cerrado ou campo de murundus na porção leste-sul, pertencente a Bacia do Araguaia. No levantamento realizado pelo ZEE (2004) foram destacadas cinco feições florestais: Savana florestada (Cerradão), Savana arborizada (Cerrado), Savana Parque (Campo Cerrado), Formação Savânicas associada a vertentes e Contato Floresta/Savana florestada (Cerradão).

3.4 Hidrografia

A área de estudo encontra-se dividida em duas Bacia hidrográficas, a Bacia Hidrográfica do Médio Araguaia e Bacia do Alto Xingu, com domínio de 40% e 60%, respectivamente do total da área de estudo (Figura 4).

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Araguaia e do Alto Xingu, Médio Vale do Araguaia/MT.



Fonte: Base de dados em formato *shapefile* disponibilizada pela Agência Nacional de Águas.

3.4.1. Bacia Hidrográfica do Araguaia

A Bacia Hidrográfica do Araguaia pertence a Bacia Araguaia – Tocantins que faz parte das grandes bacias da América do Sul conjuntamente com a do Amazonas, Paraná e Orinoco, sendo a quarta em tamanho com 777.308 km² (LATRUBESSE et al., 1999). Também corresponde a segunda maior região brasileira em termos de disponibilidade hídrica apresentando 13.624 m³/s de vazão média (Q), equivalente a 9,6 % do total do País e uma vazão específica média de 14,84 L/s/km², considerando a área de 918.273km² (ANA; MMA, 2005). Essa bacia hidrográfica é formada por importantes mananciais dentre os quais se destacam o rio Araguaia, o rio Tocantins e o rio das Mortes. O rio das Mortes e seus afluentes fazem parte da área de estudo.

O Rio das Mortes é o principal afluente da bacia hidrográfica Tocantins – Araguaia (MELO, 2000), e em todo seu percurso existe uma ampla rede de pequenos córregos que, em sua maioria, são protegidos por densas matas de galeria que acompanham e formam corredores fechados (galerias) sobre os

cursos de água, e devido ao regime de precipitações, estes ambientes podem variar drasticamente entre os períodos de seca e chuva (RIBEIRO; WALTER, 2001).

A porção da Bacia Hidrográfica do Araguaia na área de estudo de acordo com o sistema de informações do PNRH/MMA (2005) está localizada na sub-região 1- Araguaia, na sub 2 - Araguaia 02 (Rio das Mortes) e 03 (Médio Araguaia), com valores de área de 61.332 e 89.903 Km², respectivamente. A síntese de área e vazão está na tabela 2.

Tabela 2 – Subdivisão da Bacia Araguaia-Tocantins que está presente na área de estudo com suas respectivas características de área.

Subdivisão Hidrográfica Sub - 1	Código Sub 1	Subdivisão Hidrográfica Sub 2	Subdivisão Hidrográfica	Código Sub 2	Área (km ²)	Qm (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)
Sub - 1 Araguaia	681	Sub 2 Araguaia 02	Rio das Mortes	6811	61.332	877,66	95,2
	671	Sub 2 Araguaia 03	Médio Araguaia	6715	89.903	1286,35	139,5

Fonte: SRH/MMA (2005)

Qm = Vazão média de longo período; Q95 = Vazão com permanência de 95%.

3.4.2. Bacia Hidrográfica Alto Xingu

De acordo com CPRM (1995), a Bacia Hidrográfica do Xingu apresenta uma descarga média de 9.700 m³/s e descarga específica de 19,2 l/s/km². A Bacia do Alto Xingu, onde está inserida a área de estudo corresponde a região das cabeceiras do rio Xingu no Estado de Mato Grosso, possuindo uma extensão de 17,7 milhões de hectares, o que equivale a 34% de toda a bacia (ISA, 2011).

O rio Xingu nasce entre as serras do Roncador e Formosa, aos 600m de altitude sendo alimentado com a confluência de três rios principais: pelo oeste, o rio Ferro (400 km), que recolhe as águas do lado oriental da serra Formosa, com seus afluentes Steinen, Ronuro e Jabota; pelo sul, o rio Batovi (330 km) e pelo leste, o rio Culuene, o mais importante e caudaloso (600 km de extensão) que recolhe as águas do lado noroeste da Serra do Roncador e possui muitos afluentes, entre estes, os destacados na área de estudo são os rios Tanguro, Sete de Setembro e Couto Magalhães.

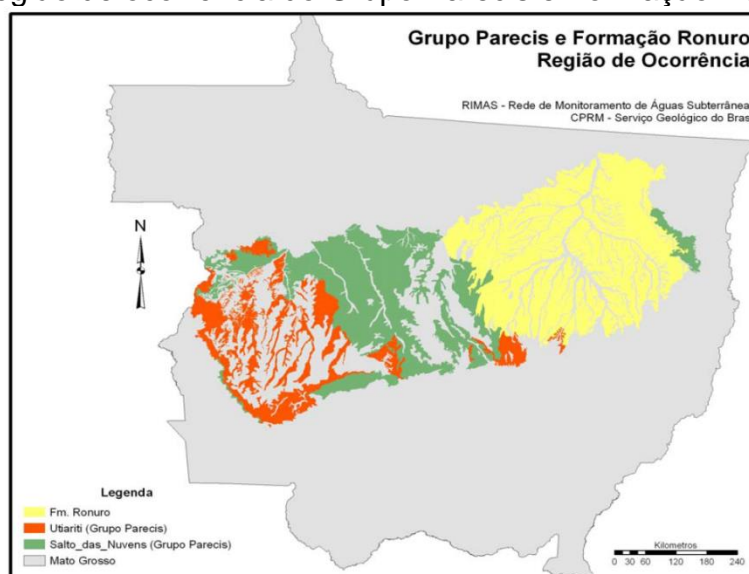
3.5 Hidrogeologia

A caracterização dos sistemas de aquíferos na região de estudo 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 contém informações extraídas principalmente do Mapa das Unidades Aquíferas publicado pelo PRODEAGRO/SEPLAN-MT (2001) para o Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso (ZSEE-MT) de 2004 e do Relatório Diagnóstico aquíferos Ronuro, Salto das Nuvens e Utiariti no Estado do Mato Grosso bacia sedimentar dos Parecis da CPRM (2012).

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

No Estado do Mato Grosso, o Domínio Poroso é representado pela Bacia Sedimentar dos Parecis que ocupa 30.865 km² (Figura 5) conjuntamente com parte da Bacia do Paraná e parte do Grupo Alto Paraguai, enquanto que o Domínio Fraturado ocupa uma área de 131 km², representado pelas rochas metamórficas da Província Tocantins.

Figura 5 - Região de ocorrência do Grupo Parecis e Formação Ronuro.



Fonte: CPRM (2012) – Projeto rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas.

A Bacia do Parecis pertence ao subdomínio das bacias sedimentares, o qual é representado por aquíferos de altas vazões, com produções entre 100 e 200 m³/h e com águas de boa qualidade química. É classificada como um sistema aquífero granular, onde as unidades mais importantes em função da área de recarga correspondem às Formação Salto das Nuvens e Formação Utiariti (CPRM, 2012). A Tabela 3 traz a síntese dos dados dos poços cadastrados no aquífero Salto das Nuvens e Utiariti.

Tabela 3 - Síntese dos dados dos poços cadastrados no aquífero Salto das Nuvens e Utiariti.

PARÂMETROS	Aquífero Salto das Nuvens		Aquífero Utiariti	
	INTERVALO	MÉDIA ARITMÉTICA	INTERVALO	MÉDIA ARITMÉTICA
Profundidades (m)	10-152	69,02	55-180	91,26
Vazão (m ³ /h)	0,77-110,97	20,48	2,28-158,4	20,95
Vazão específica (m ³ /h/m)	0,155-11,44	2,01	0,033-13,71	1,77
NE (m)	2,04-51,8	17,63	6,12-78	31,04

Fonte: SIAGAS (2010).

O Aquífero Salto das Nuvens é caracterizado do tipo livre em meio poroso, possui ocorrência localizada e espessura variada. Suas melhores condições aquíferas estão geralmente associadas aos conglomerados e aos arenitos. Os poços apresentam vazões entre 15 e 50 m³.h⁻¹, para rebaixamento de 25 m. O Aquífero Utiariti Sotoposto ao Aquífero Salto das Nuvens, é um aquífero do tipo livre em meio poroso, de ocorrência regional. Suas características litológicas proporcionam boas condições de armazenamento e circulação das águas subterrâneas. Os poços perfurados conhecidos não ultrapassam 250 m. Em geral, eles apresentam boas vazões, geralmente acima de 50 m³.h⁻¹, para rebaixamento de 25 m.

O aquífero Ronuro se encontra em uma posição estratigráfica da unidade que garante a importante função de recarga dos aquíferos subjacentes, além da alimentação do sistema hidrológico do alto Xingu. Mais de uma centena de poços tubulares exploram atualmente as águas subterrâneas que circulam pelo aquífero Ronuro. Estes poços apresentam profundidades variando entre 18 e 140 m, totalizando mais de 6.000 m perfurados no aquífero. As vazões de exploração variam entre 1 e 105 m³/h e média de 10,42 m³/h, com vazão específica regional em torno de 1,5 m³/h/m. O

valor médio reduzido para a vazão é explicado pelo fato de que a maior parte dos poços (78%) não alcançam 10 m³/h (CPRM, 2012).

A recarga deste aquífero ocorre por infiltração da água das chuvas nas áreas dos chapadões, que correspondem aos relevos mais planos e elevados, associados a espessos Latossolos de textura média a arenosa, de fundamental importância para a recarga do aquífero.

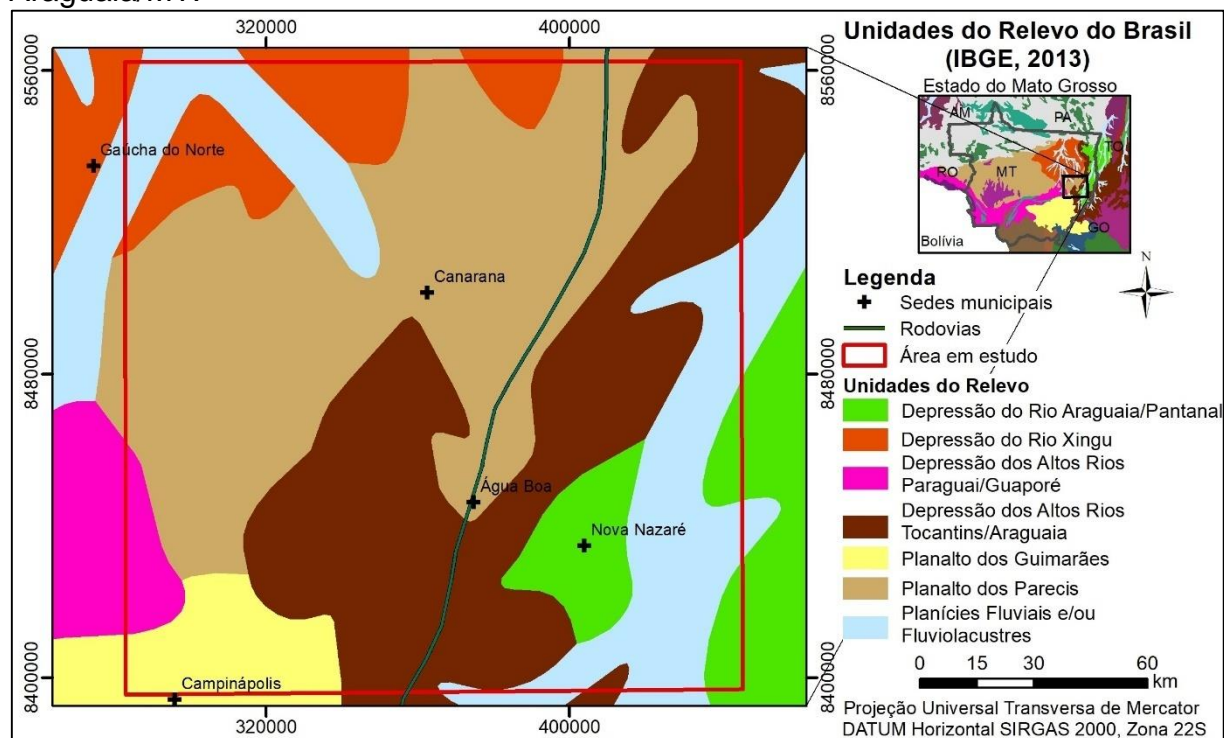
A Bacia do Paraná é representada pela Formação Ponta Grossa, caracterizada por apresentar baixa a média permeabilidade, devido a ocorrência na seção basal da Bacia do Paraná e conter arenitos e conglomerados intercalados com grauvacas, folhelhos e siltitos argilosos, e assim, considerado como de dupla 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 na região, mostrou 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.

3.6 Geomorfologia

A área de estudo, segundo IBGE (2013), apresenta sete unidades do relevo. No domínio da bacia do Alto Xingu, nas porções noroeste (NW) e oeste (W) da área de estudo, ocorrem as unidades Depressão do Rio Xingu e a Depressão dos altos Rios Paraguaia/Guaporé. No domínio da bacia Médio Araguaia, porções sul (S) e leste (L) da área, ocorrem as unidades Depressão do Rio Araguaia/Pantanal, Depressão dos Altos Rios Tocantins/Araguaia. A unidade Planícies Fluviais e/ou Fluvioacustres encontra-se presente nas duas bacias hidrográficas e está localizada nas planícies dos rios Sete de Setembro e Culuene (Bacia Alto Xingu) e dos rios das Mortes e Araguaia (Bacia Médio Araguaia). As unidades Planalto dos Guimarães (porção sudoeste) e Planalto dos Parecis (centro-nordeste) correspondem aos divisores das águas das duas bacias (Figura 6).

Figura 6 – Unidades de Relevo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Para um entendimento detalhado da geomorfologia da área de estudo utilizou como base o relatório apresentado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN, 2000), sobre os aspectos geomorfológicos da Folha Canarana (SD.22-V-D); Folha Garapú (SD.22-V-C); Campinápolis (SD.22-Y-A) e Nova Xavantina (SD.22-Y-B).

A área de estudo, segundo SEPLAN (2000) está inserida no contato entre quatro grandes condicionantes estruturais: (1) Faixa de Dobramentos Paraguai, na área representada pelas litologias da Formação Diamantino; (2) Formações Cretáceas da Bacia Sedimentar dos Parecis, (3) sedimentos devonianos da Formação Ponta Grossa e Furnas pertencente a Bacia Sedimentar do Paraná e (4) Depressão da Bacia do Araguaia que apresenta sedimentação recente. Tais condicionantes geram os seguintes sistemas geomorfológicos regionais: Sistema Regional de Aplanamento (S2-Ap2), Sistema de Dissecção em Colinas e Morros da Serra do Roncador (CI-Mr), Sistema Regional de Aplanamento (S3-Ap3), e Sistema de Agradação Fluvial (Pf).

O Sistema de Aplanamento S2-Ap2, localizado na porção centro-oeste e com predomínio de 50% da área de estudo, corresponde a uma ampla superfície de aplanamento que exhibe homogeneidade topográfica, dissecação predominantemente tabular, compreendendo colinas amplas, com topos levemente convexizados a aplanados e vales com entalhamento inferior a 30 m na média.

As áreas de dissecação ocorrem em uma faixa no sentido norte-sul a leste da área de estudo, correspondendo 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 S2-Ap2 e S3-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 de Aplanamento S2-Ap2 e o Sistema de Aplanamento S3-Ap3 localmente deprimido.

Quando as coberturas cretáceas se mantêm conservadas, as escarpas são abruptas, observando-se também relevos residuais de topos tabulares delimitados por escarpas erosivas e pedimentos dissecados.

O Sistema de Aplanamento S3-Ap3, corresponde ao conjunto de relevos mais rebaixados, constituindo a base da superfície de aplanamento, atualmente sendo dissecada pelo sistema fluvial, com baixas altitudes e a presença de relevos residuais. Está localizada topograficamente abaixo da área de dissecação, correspondendo a uma rampa suave entre as áreas mais altas do Roncador e o Sistema de Agradação Fluvial (Pf) a leste. Os Sistemas de Agradação Fluvial que são elaborados pela acumulação de material transportado por rios, córregos e ribeirões, normalmente situados às margens destes, e com configuração alongada, ocorrem nas planícies fluviais da bacia hidrográfica do Rio Xingu, localizadas junto ao Sistema de Aplanamento Ap2.

Sistema de Dissecação em Colinas e Morros (Cl-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 material superficial é composto basicamente pelo resultado do intemperismo físico-químico atuante sobre as rochas das Formações Ponta Grossa e Furnas, 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.

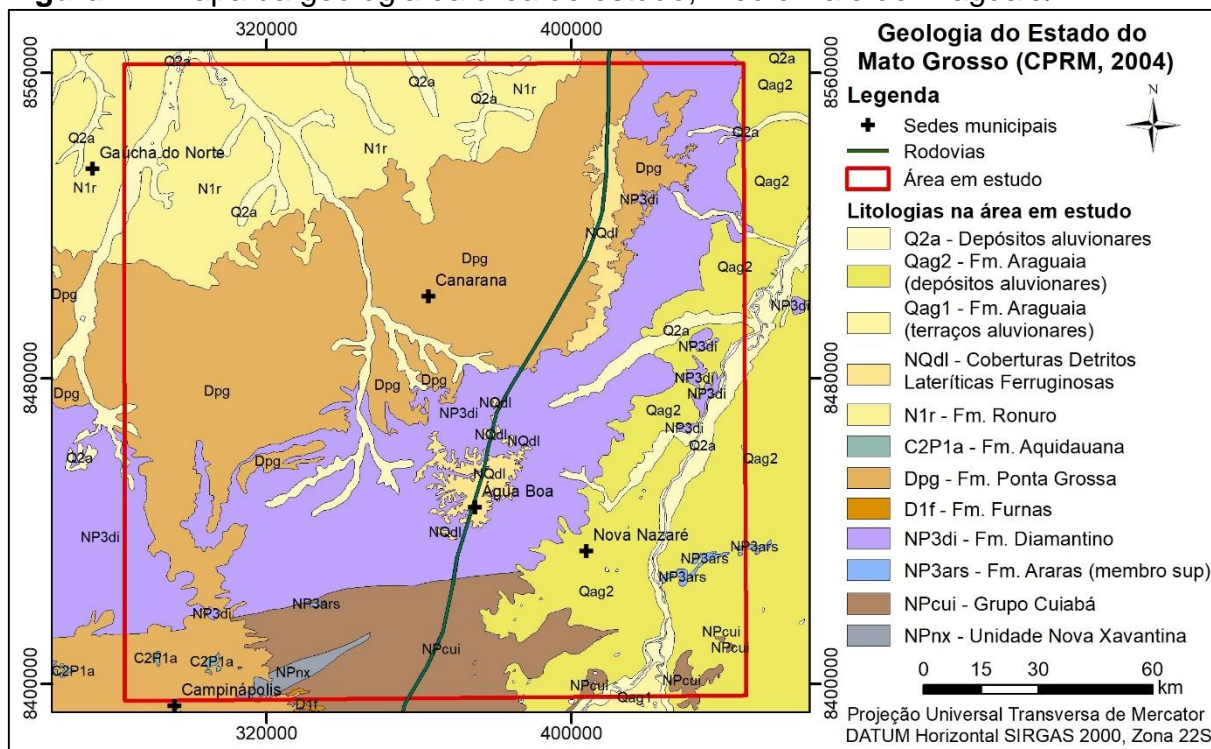
O Sistema de Agradação Misto (Ag), apresenta gênese decorrente da ação de agentes acumulativos múltiplos (fluviais, lacustres e palustres), que definem no segundo nível o Sistema de Agradação Fluvial Lacustre/Palustre. Na porção sudeste da área de estudo ocorre o Sistema de Leques Fluviais/Escoamento Impedido – Lq/Ei, situadas entre o Sistema de Aplanamento S3 (Ap3) e a Planície Meandriforme do Rio das Mortes,

estendendo-se para norte até a confluência dos Rios Tapirapé e Xavantinho com o Rio Araguaia. Este modelado corresponde a uma área, elaborada geneticamente por Leques Fluviais (Lq) desenvolvidos, em ambiente seco, e retrabalhados em clima úmido, pela ação de uma rede de drenagem sobre os materiais superficiais. Evidências desta atividade posterior são interpretadas pela presença de canais abandonados, localizados agora em posições interfluviais. Atualmente estas áreas muito planas são afetadas por prolongadas inundações, durante os períodos chuvosos, devido ao barramento do fluxo das águas pelo sistema fluvial dos rios Araguaia e das Mortes. Além disso, as baixas declividades diminuem a capacidade de escoamento lateral; e o lençol freático subaflorante, alimentado por recarga através de drenagens, apresenta pequena capacidade de infiltração. Nas margens do Rio Araguaia, o sistema estende-se até a planície, onde é retrabalhado e remodelado pela ação do canal fluvial. Por vezes ocorrem interflúvios elevados e morrotes residuais.

3.7 Geologia e Tectônica

A área de estudo (Figura 7) 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).

Figura 7 – Mapa da geologia da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Fonte: *Shapefiles* disponibilizados online pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2004).

O domínio Província Tocantins, é caracterizado pelo homônimo Província Tocantins (ALMEIDA et al., 1977, 1981; ALMEIDA; HASUI, 1984; ALVARENGA et al., 2000) e teve sua origem durante o ciclo Neoproterozóico Brasileiro-Pan-Africano (850-500 Ma), que descreve a formação de Gondwana Ocidental após a quebra do Supercontinente anterior Rodínia. A Província Tocantins compreende a faixas dobradas Paraguai e Araguaia, estabelecidas na margem do Cráton Amazônico e a Faixa Brasília edificada na margem do Cráton São Francisco, constituindo o Arco Magmático de Goiás (PIMENTEL et al., 1991).

A Faixa de Dobramentos Paraguai está presente na porção centro-sul da área de estudo situando-se na porção ocidental da Província Tocantins e a sudeste do Cráton Amazônico (ALMEIDA et al., 1977), é composta de rochas sedimentares depositadas sobre uma margem passiva durante o Neoproterozóico, submetidas a dobramento durante a Orogênese Brasileira, no Cambriano Inferior (FIGUEIREDO, 2008). A Faixa de Dobramentos Paraguai é um cinturão curvilíneo com mais de 1.500 km de extensão constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas do Grupo Cuiabá,

Formação Puga, Formação Bauxi, Grupo Araras e Grupo Alto Paraguai (ALMEIDA, 1974, FIGUEIREDO; OLIVATTI, 1974) sendo caracteriza por intensa deformação linear polifásica, longos falhamentos inversos e/ou empurrão, escassez de produtos vulcânicos expostos e ocorrência de plútons graníticos nas áreas mais internas (ALMEIDA, 1984).

Abaixo do Grupo Cuiabá, a unidade inferior da Faixa de Dobramentos Araguaia está posicionada estratigraficamente a Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina descrita por Pinho (1990). Encontra-se localizado na porção sudoeste da área de estudo, sendo descrita a como um conjunto de rochas metavulcânicas predominantemente de composição intermediária: metabasalto, metatufo, metandesito e lapili-tufo. Sendo recobertas por rochas sedimentares químicas, de natureza siliciclásticas, carbonáticas e ferríferas. São reconhecidas no topo da sequência, filitos, metarenitos e metaconglomerados, que possivelmente teriam relação com as rochas do Grupo Cuiabá.

O Grupo Cuiabá é encontrado na porção sul da área de estudo representado pela Formação Campina de Pedras que segundo Tokashiki e Saes (2008) corresponde as subunidades 1 e 2 de Luz et al. (1980), correspondendo ainda a Unidade inferior de Alvarenga (1988) composta da base para o topo por espessasequência deposicional granocrescente de filitos, filitos grafitosos, intercalações de metarenitos com ciclos de Bouma incompletos, mármore calcíticos e metagrauvas feldspáticas.

A unidade superior da Faixa de Dobramentos consiste das rochas siliciclásticas do Grupo Alto Paraguai, dividido em duas formações: Raizama e Diamantino. A Formação Diamantino, presente na área de estudo em uma faixa central ao longo da Serra do Roncador, 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 bordejia 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 (Bacia do Alto Xingu).

Os componentes essenciais da Formação Diamantino são arcóseos, que representam os depósitos continentais que encerram a sedimentação na Faixa

de Dobramentos 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 domínio Bacias Sedimentares Fanerozóicas é constituído pelos sedimentos da Bacia do Paraná, representado na área de estudo pela Formação Furnas (pequena porção na região sul), Formação Ponta Grossa (faixa no eixo centro-nordeste) e Formação Aquidauana (em pequenas porções na porção sudoeste) e Bacia Do Alto Xingu.

A Formação Furnas segundo Schneider et al. (1974), é constituída por arenitos médios a grossos, em geral, esbranquiçados, caulínicos, moderadamente selecionados angulosos a subangulosos, com estratificação plano-paralela, cruzadas planares e cruzadas acanaladas sendo esta última a mais notável. Exibe contato erosivo ou discordante com o embasamento cristalino abaixo e concordante acima com a Formação Ponta Grossa.

A Formação Ponta Grossa, que ocupa uma extensa faixa na porção central da área de estudo, de acordo Schneider et al. (1974), apresenta folhelhos e folhelhos sílticos e siltitos cinza escuros a pretos, localmente carbonosos, fossilíferos ou micáceos, arenitos finos a muito finos, micáceos, e contem níveis centimétricos de conglomerados. Os arenitos são de cor branca, cinza, amarela ou marrom e apresentam granulação fina, com grãos bem selecionados, contendo feldspatos, micas, e, em alguns pontos, concentrações de óxidos de ferro. Exibem estratificações plano-paralela e cruzada de baixo ângulo e, localmente, leitões ondulados desenvolvidos por efeito da compactação diferencial. Os siltitos e argilitos são de cores variadas, predominando as amareladas e marrons avermelhadas. A limonitização supergênica é um fenômeno comum no topo dos afloramentos, a qual lhes propicia uma laterização de tonalidade marrom-chocolate típica, e que, quando

alterada, produz uma fragmentação poligonal em forma de bastonetes, plaquetas e confetes (IANHEZ et al., 1983).

Exibe contato concordante e/ou por falha de gravidade com a Formação Furnas e discordante erosional com a Formação Aquidauana. O material fossilífero é constituído segundo Pena et al. (1972) por braquiópodos constituindo 90% do total dos fósseis, ocorrendo subordinadamente moluscos e equinodermados, com idade variando do Devoniano Inferior ao Neopaleozóico.

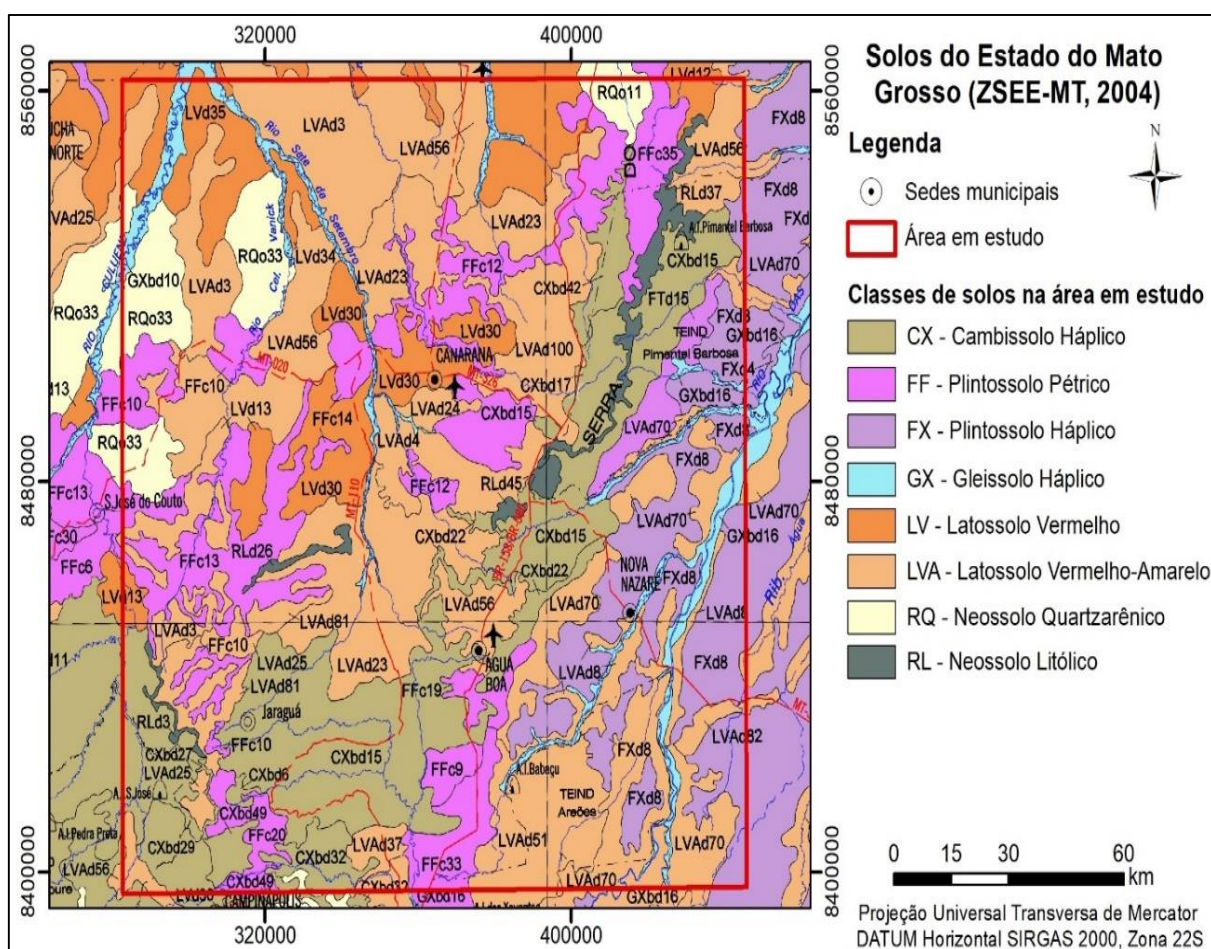
A Formação Aquidauana, por sua vez, constitui-se por sedimentos terrígenos arenosos vermelhos e segundo proposta por Schneider et al. (1974) apresenta três sequências sedimentares com intensa variação faciológica, predominantemente arenosa e de coloração vermelho-arroxeadada. O nível inferior constitui-se por arenitos avermelhados com lentes de diamictitos, intercalações de argilitos e arenitos grossos, arcóseos e conglomerado basal. O nível intermediário é caracterizado por arenitos finos a muito finos, com estratificação plano-paralela e intercalações de siltito, folhelhos, arenitos arcoseanos e diamictitos subordinados. Encerra a unidade, arenitos com estratificação cruzada e siltitos vermelho finamente estratificados e localmente conglomeráticos (FRANÇA; POTTER, 1992).

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 paleozoicas. 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.

3.8 Características pedológicas

Em função da diversidade litológica e do relevo, os solos na região do Médio Vale do Araguaia, apresentam grandes variações em suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. As classes de solos que predominam na região de estudo (Figura 8) segundo o Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado do Mato Grosso (ZSEE-MT, 2004) são: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico, LATOSSOLO CONCRECIONÁRIO Distrófico (PLINTOSSOLO PÉTRICO concrecionário), CAMBISSOLO Háptico Distrófico, PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, NEOSSOLO LÍTICO Distrófico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico (órtico).

Figura 8 – Mapa dos solos encontrados na área de estudo, Médio Vale do Araguaia- MT.



Fonte: SEPLAN (2004).

De acordo com a Embrapa (1999), estes solos têm as seguintes características:

- 1- LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos, que compreendem os solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, de cor vermelho-escura, vermelha ou bruno-avermelhada escura, com teores de Fe_2O_3 (proveniente do ataque sulfúrico) entre 8% e 18 nos solos o 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 oxídicos 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/cm^3) 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.
- 2- LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distrófico, que correspondem aos solos não hidromórficos, com horizonte B latossólico, cores normalmente vermelhas a vermelho-amareladas, com teores de Fe^{2+}O^3 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/cm^3) 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 do Terciário – Quaternários e, ainda, arenitos (Formação Ronuro), além de pequenas ocorrências sobre litologia da Formação Diamantino.
- 3- LATOSSOLOS CONCRECIONÁRIOS Distróficos (PLINTOSSOLOS PÉTRICOS concrecionários), que correspondem à unidade de mapeamento que 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.

- 4- NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico (órtico), 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, frequentemente 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.
- 5- CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos, 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 (gnaisses, granitos, migmatitos, xistos, filitos etc.) de um modo geral apresentam materiais primários facilmente

alteráveis 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, frequentemente com 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).

Na tabela 4, tem-se a descrição das classes de solos de cada unidade de mapeamento presente na área de estudo.

Tabela 4 - Descrição das classes de solos que ocorrem na área de estudo por unidade de mapeamento.

LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	
LVd12	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico petroplântico, argiloso, plano e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico.
LVd13	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso, suave ondulado e plano + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico
LVd30	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico
LVd34	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, médio, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Álico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico
LVd35	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, médio, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico	
LVAd3	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso, plano.
LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso, plano e suave ondulado.
LVAd8	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, médio argiloso e argiloso, plano e suave ondulado.
LVAd23	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
LVAd24	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso, plano e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico.
LVAd25	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso, suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico.
LVAd37	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, argiloso e médio argiloso, plano e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico.
LVAd51	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico, médio plano e suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.
LVAd56	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, médio, suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico.
LVAd70	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico petroplântico, médio cascalhento, plano + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
LVAd81	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico, médio argiloso e argiloso, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico plântico.
LVAd100	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico e petroplântico, médio e médio cascalhento, plano e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico + NEOSSOLO LÍTÓLICO Eutrófico típico.
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico	
RQo11	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, plano e suave ondulado + NEOSSOLO LÍTÓLICO Distrófico típico.
RQo33	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, plano e suave ondulado + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico.
PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário	
FFc9	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico, médio/argiloso, plano + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.
FFc10	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico, médio/argiloso, plano + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico plântico e típico.
FFc13	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico, médio/argiloso e médio, plano + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico plântico.
FFc19	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico e abrupto, médio/argiloso, plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico.
FFc20	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário arenoso e típico, arenoso/médio e médio/argiloso, plano + PLASSOLO HÁPLICO Distrófico arenoso e plântico.
FFc33	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, médio muito cascalhento, suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico
FFc35	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, médio cascalhento, suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico e petroplântico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico
GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	
GXbd10	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, argiloso e médio, plano + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico

GXbd16	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, indiscriminada, plano + NEOSSOLO FLUVICO Tb Distrófico típico + NEOSSOLO FLUVICO Tb Eutrófico típico + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	
FXd4	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, argiloso e médio/argiloso, plano + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico + PLANOSSOLO HÁPLICO Distróficoplíntico.
FXd8	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, arênico/médio, plano + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico.
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio cascalhento/ médio, forte ondulado e ondulado.
CXbd15	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio e argiloso, plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico petroplíntico.
CXbd22	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio e médio cascalhento, forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico.
CXbd27	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio, cascalhento e médio, suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
CXbd29	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio cascalhento e médio, ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico.
CXbd32	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico e típico, médio, fortemente ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico.
CXbd42	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio, ondulado e fortemente ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico petroplíntico e típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.
CXbd49	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, médio cascalhento, ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico + afloramento rochoso.
NEOSSOLO LÍTICO Distrófico	
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, médio, A proeminente, fortemente ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico.
RLd26	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico petroplíntico, médio cascalhento e argiloso, cascalhento, ondulado e fortemente ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico + afloramento rochoso.
RLd37	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, médio, fortemente ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico + afloramento rochoso.
RLd45	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, indiscriminado, ondulado e fortemente ondulado típico + NEOSSOLO QUARTZARENICO Órtico.
PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico	
FTd15	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, médio areno/médio, plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico.

Fonte: SEPLAN (2004).

3.9 Socioeconomia

A colonização do Médio Vale do Araguaia, tem sua origem na expansão das fronteiras agrícolas da região Centro-Oeste, na metade do século XX associada à necessidade de crescimento de produção agrícola para geração de alimentos, políticas agrárias compensatórias e ocupação do espaço. 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, poucos agricultores permaneceram na região.

No início da década de 1970, o Governo Federal criou programas de incentivo à colonização do Centro-Oeste brasileiro através do financiamento para compra de grandes propriedades por cooperativas localizadas na região Sul do país. De 1974 a 1980, duas mil famílias pertencentes aos Estados do

Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, vieram para região, com sucesso de colonização de 35% ao final desse período.

A partir da década de 1990, em decorrência do crescimento econômico vindo da consolidação das atividades agrícolas na região e da melhoria, mesmo que pequena, da infraestrutura da BR-158; alternativa natural para destinar o excedente da produção agrícola regional rumo às exportações via Porto de Itaqui no Maranhão; a ocupação do território se expandiu a novas regiões ao norte (CONAB, 2004e, 2004d), formando um novo ciclo de expansão agropecuária no Estado, tendo como eixo central uma rodovia, como vem ocorrendo nesse mesmo período na BR-163.

A região do médio Araguaia, pertencente à região agro-econômica Nordeste do Mato Grosso (IMEA, 2017), apresenta-se atualmente desenvolvida economicamente com o emprego de tecnologia produtiva moderna, constituindo complexos agroindustriais de produção agrosilvopastoril. A Tabela 5 traz a área total (hectares) dos municípios que apresentam parte de sua área pertencente a região de estudo, ocupada por estabelecimentos agropecuários segundo a utilização das terras para o ano de 2017.

Tabela 5 – Área ocupada por estabelecimentos agropecuários (hectares) segundo a utilização das terras, ano de 2017.

Municípios	Total (ha)	Lavouras permanentes (ha)	Lavouras temporárias (ha)	Pastagens (ha)	Mata e Florestas (ha)
Água Boa	674.312	1.351	159.006	245.437	217.264
Campinápolis	279.150	236	25.610	153.454	73.098
Canarana	788.589	270	206.308	161.276	409.500
Cocalinho	1.401.251	121	7.041	898.074	314.772
Gaúcha do Norte	574.923	3.364	179.665	145.537	229.767
Nova Nazaré	132.062	130	14.457	58.564	32.074
Nova Xavantina	417.851	869	47.092	220.582	129.473
Querência	834.190	1.456	359.639	73.918	380.763
Ribeirão Cascalheira	831.249	329	66.648	419265	287164

Fonte: Resultados preliminares do Censo Agropecuário 2017 - IBGE.

Conforme os dados da tabela 5 foram possíveis observar que a pecuária, composta em sua maioria pela produção de bovinos, seguidos de suínos e ovinos, com destaque para a produção de galináceos, ainda se

destaca como principal atividade em seis municípios (Água Boa, Campinápolis, Cocalinho, Nova Nazaré, Nova Xavantina e Ribeirão Cascalheira), contudo a lavoura temporária vem expandindo sua ocupação no território, sendo responsável por boa parte da área ocupada de terra nos municípios de Canarana, Querência e Gaúcha do Norte. Segundo Jardim (2008) pode-se afirmar que a pecuária é nessa região, assim como no Mato Grosso, a atividade que mais utiliza o solo, contudo no período 1996-2006 o Município como Água Boa, Querência apresentou uma forte redução na área de pastagens, com aumento das lavouras temporárias, com destaque para a produção de soja.

As áreas ocupadas por lavouras permanentes tem como destaque a produção de banana, borracha e palmito. Já as áreas ocupadas por lavouras temporárias, o destaque vai para a produção de soja, sendo responsável por boa parte dos municípios da área de estudo, tendo como segunda safra o plantio do milho, seguido de sorgo, arroz e cana-de-açúcar e em menor proporção mandioca e gergelim. Além da agricultura extensiva, outras culturas estão presentes, como hortaliças e fruticultura, com destaque para a melancia e a abacaxi.

Com relação à dinâmica populacional, a Tabela 6 traz os valores de população real em 2010, população estimada para 2015, crescimento populacional estimado para 2015 (%), densidade demográfica (hab/km²) e IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) para os municípios estudados. Sendo que os dados de população real e estimada e densidade demográfica foram obtidos através da “Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais”, apresentando estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2014 publicada no Diário Oficial da União em 28/08/2014 (IBGE, 2015); os dados do crescimento populacional estimado para 2015 foram calculados a partir dos dados populacionais de 2010 e 2015; e, os dados de IDHM foram obtidos a partir do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2015).

Tabela 6 - Dados de população real, população estimada, crescimento populacional estimado, densidade demográfica e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para os municípios estudados.

Municípios	População em 2010	População estimada para 2016	Crescimento populacional estimado (%)	Densidade demográfica (hab/km ²)	IDHM (2010)
Água Boa	20.856	24.032	15,2	2,79	0,729
Campinápolis	14.305	15.252	6,6	2,4	0,538
Canarana	18.754	20.461	9,1	1,72	0,693
Cocalinho	5.490	5.533	0,8	0,33	0,66
Gaúcha do Norte	6.293	7.167	13,9	0,37	0,615
Nova Nazaré	3.029	3.574	18,0	0,75	0,595
Nova Xavantina	19.643	20.519	4,5	3,52	0,704
Querência	13.033	16.061	23,2	0,73	0,692
Ribeirão Cascalheira	8.881	9.681	9,0	0,78	0,67

Fonte: Dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento do Brasil (PNUD, 2015).

É possível observar, que a Região do Médio Vale do Araguaia apresenta uma grande perspectiva de crescimento populacional, ultrapassando os 5% em quase todos os municípios, merecendo destaque para Água Boa, Gaúcha do Norte, Nova Nazaré e Querência, onde são estimados crescimentos de 15,2%, 13,9%, 18% e 23,2%, respectivamente. Tais crescimentos justificam-se, provavelmente, pelo franco desenvolvimento do ramo do agronegócio regional.

Observa-se também que a maioria dos municípios se enquadra na classe Médio a *Alto* índice de desenvolvimento humano (valores entre 0,600 e 0,799 – PNUD, 2015), exceto os municípios de Nova Nazaré e Campinápolis que apresentam índices de desenvolvimento humano baixo (valores entre 0,400 e 0,599 – PNUD, 2015).

4 METODOLOGIA

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:

4.1.1 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 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;

4.1.2 Sensores Remotos

- Imagens de satélite Aster GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - Digital Elevation Model), a bordo da plataforma TERRA, com resolução espacial de 30 metros, disponível em <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>.

- Imagem de satélite ETM+ Landsat 5 (DGI-INPE), Banda 3, 4 e 5, composição falsa cor (R5G4B3), com resolução espacial de 30 metros e em escala 1:350.000.

- Modelo de Elevação Digital SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), em formato GEOTIFF (16 bits), resolução espacial de 90 metros, disponível

pela EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/sp/sp.htm>), em escala compatível com a 1:250.000 (IBGE).

4.1.3 Programas Computacionais

- Software SPRING 5.3 (CÂMARA et al., 1996), para manipulação e realce da banda 8 da imagem de satélite ETM+ Landsat 8;
- Software Arcgis® 10.3 (ESRI, 2014), para manipulação e realce das imagens de satélite, geoprocessamento e cartografia digital;
- Software Surfer® 11 (GOLDEN, 2015), para a estimativa dos mapas de isovalores, utilizando-se método de interpolação.

4.2 Definição e planejamento para coleta de dados

Esta fase da pesquisa foi dividida em duas etapas: Levantamento Bibliográfico/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 área de estudo estava inserida, chamado também como Diagnóstico Zero, o que permitiu orientar e priorizar as etapas, fornecendo as fontes de evidências e as referências sobre a região de estudo. Além disso, o Diagnóstico Zero contribuiu na tomada das decisões para complementar as informações e/ou acoplar ao nível de acuracidade requerido ou a elaboração de novos dados, assim determinando as prioridades para a execução do trabalho, norteando as coletas em campo.

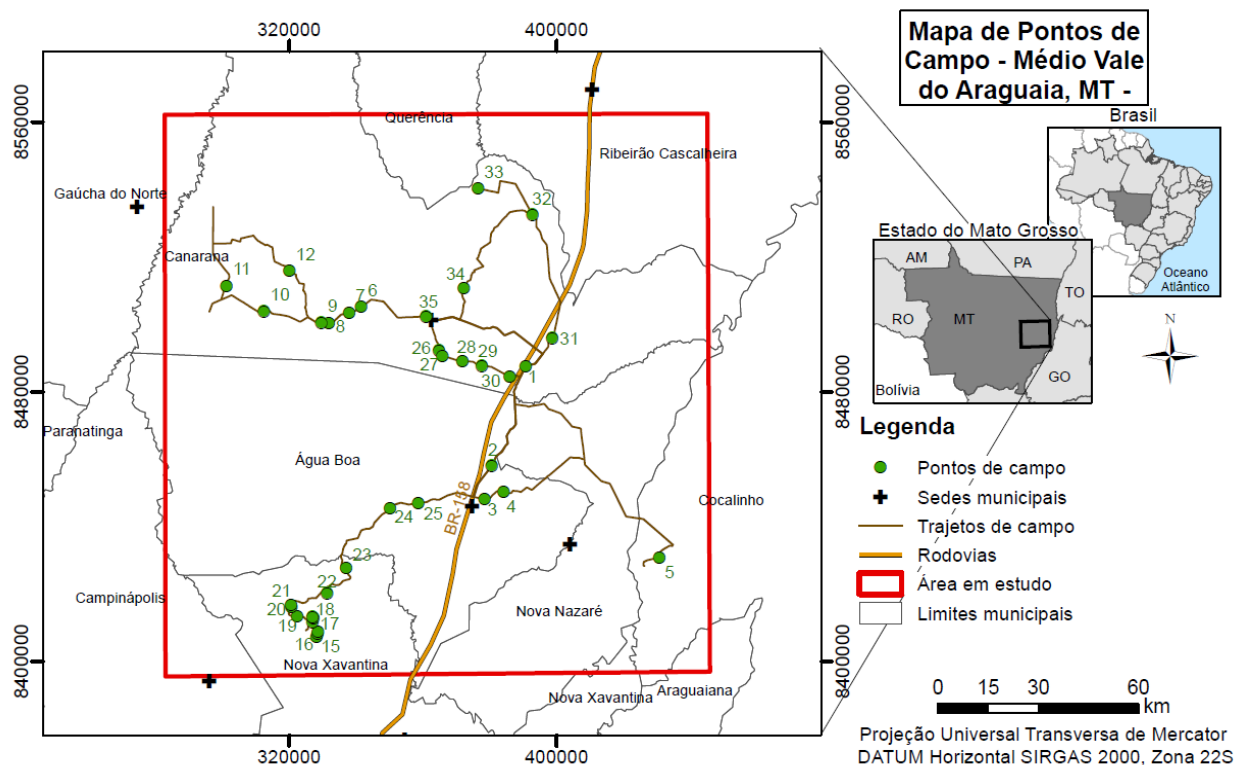
4.2.2 Levantamento de Campo

Após a organização das informações pré-existentes da área de estudo, foi realizado um trabalho de campo direcionado para a validação dos dados desenvolvidos por meio da fotointerpretação (análises morfoestrutural, estrutural, morfométrica e fisiográfica) e para a geração de novas informações sobre a área de estudo. Para o levantamento dos solos representativos das diferentes feições e unidades litológicas presentes na área, cumprindo as

seguintes etapas: (i) Determinação e descrição das características morfológicas, pedogenéticas e pedoestratigráficas dos solos da área de estudo; (ii) Determinação das coberturas de alteração intempérica e da evolução e classificação dos solos, (iii) levantamento do substrato geológico e (iv) Interpretação deste levantamento (adaptado de JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1998; PULIDO et al., 1990; OHARA et al., 2003; SHIMBO; JIMÉNEZ-RUEDA, 2003). Com isso, pode se determinar as principais associações de solos, litologia e características geomorfológicas. Os solos predominantes na bacia foram classificados de acordo com a Classificação de Solos Embrapa (SANTOS et al., 2013).

O trajeto foi definido aproveitando as estradas vicinais que permitissem cobrir o máximo possível da área de estudo, passando por diversos pontos considerados críticos com relação à suscetibilidade à erosão, e foram observadas também as características do relevo. Os pontos identificados em campo, assim como os trajetos percorridos seguem apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Mapa de localização e distribuição dos pontos de campo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Os perfis de solo estudados foram preferencialmente em cortes de estrada, contendo, fundamentalmente, a descrição dos horizontes diagnósticos e/ou volumes de alteração intempéricas, com suas características morfológicas/morfoгенéticas (profundidades, contatos, textura, cor, granulometria, estrutura, presença de *cutans*, minerais, concreções, entre outros), conforme exemplificado na Figura 10.

Figura 10 – Atividades de campo na área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT. Em a, análise das formas de relevo; em b, caracterização externa de um perfil de solo; em c, identificação das direções de fraturas em estrada de terra; em d, verificação da porcentagem de flocculação dos argilominerais; em e, perfil de solo aberto indicando a separação dos horizontes diagnósticos; em f, lavado de amostra do horizonte para classificação mineralógica; e em g, visualização em lupa de 20x, dos grãos lavados presente em cada um dos horizontes do solo (proporção de grãos de areia com cutículas de Ferro (Fe^{3+} ou Fe^{2+})).



4.3 Pedologia e Análises de solo

Para o levantamento de solos e da pedoestratigrafia (NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE, 1983), e conseqüentemente para a determinação das subzonas geoambientais foram observado em campo, as classes, ordens, subordens, grandes grupos, famílias, fácies e tipo (textural) e realizados perfis modais representativos para a caracterização morfológica e pedogenética dessas coberturas e compreensão das mesmas, e posteriormente para o levantamento dos solos (adaptado de JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1998; PULIDO et al. 1990; OHARA et al. 2003; SHIMBO; JIMÉNEZ-RUEDA, 2003).

Os solos dos perfis modais foram coletados e posteriormente analisados em laboratório com relação às propriedades químicas e granulométricas. As análises químicas do solo foram feitas pelo método volumétrico, com identificação do pH, M.O. (matéria orgânica), macronutrientes (P Resina, K, Ca, Mg), H+Al, SB (soma bases), CTC (capacidade de troca catiônica) e V% (saturação de bases). As análises granulométricas foram realizadas pelo método gravimétrico, que contemplou a identificação das quantidades de areia fina, areia grossa, areia total, silte e argila, todas em g/kg.

Os solos predominantes da área de estudo foram classificados de acordo com a pedoestratigrafia, 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.

4.4 Elaboração de Cartas Base e Cartas de Análise

Esta etapa consiste em selecionar, complementar e/ou reinterpretar as condições hidrológicas, morfométricas, geológicas, morfoestruturais, tectônicas, fisiográficas/geomorfológicas e pedológicas da área em estudo.

4.4.1 Análise Hidrológica

A análise da rede de drenagem permite conhecer a hidrodinâmica regional, obter informações sobre o arranjo estrutural regional e local, sendo fundamental para avaliar as condições de estabilidade e suscetibilidade das diversas bacias afluentes, sendo um dos instrumentos para a análise da fragilidade ambiental e suscetibilidade à erosão. Os elementos da paisagem mais sensíveis aos movimentos tectônicos e, por consequência, mais importantes para estudos da neotectônica correspondem aos corpos hídricos (HASUI, 2000).

4.4.1.1 Extração da Rede de Drenagem

A extração da rede de drenagem foi realizada a partir das cartas topográficas do IBGE, em escala 1:50.000. O traçado da rede de drenagem foi obtido a partir da extração dos canais representados nas cartas topográficas, complementados através da disposição das curvas de nível e, quando necessário, revisados com as imagens Aster, sempre procurando representar com precisão a sua geometria.

4.4.2 Análise das Unidades de Relevo

A análise das unidades do Relevo tem como base metodológica a análise fisiográfica, que corresponde a um método de integração de diversas informações sobre a evolução da paisagem, fundamentando-se em critérios estabelecidos por diversos pesquisadores ao longo do tempo, como Botero (1978), Goosen (1968, 1971), Jiménez-Rueda et al. (1989, 1993), Jiménez-Rueda e Mattos (1992), Oliveira et al. (1989), Villota (1983, 1991, 2005) e Zinck (1987).

Segundo metodologia desenvolvida pelo Centro Interamericano de Fotointerpretação – CIAF, a análise fisiográfica segue uma classificação hierárquica e taxonômica da paisagem, em seis níveis categóricos, partindo-se do geral para o particular (VILLOTA, 1992).

A princípio foi realizada uma caracterização fisiográfica da bibliografia, sendo definidos três níveis categóricos, província fisiográfica, região e sub-região, correspondendo, respectivamente, a regiões geológicas, climáticas e geomorfológicas (BOTERO, 1978).

Em seguida, foram identificadas as paisagens e sub-paisagens (VILLOTA, 1983; CORTÉS; MALÁGON, 1984) da área em estudo. De acordo com Cortés e Malagón (1984), a paisagem corresponde à unidade fundamental para a análise fisiográfica, sendo um componente da superfície terrestre que apresenta grande homogeneidade climática e de processos geodinâmicos. E, as sub-paisagens, segundo Botero (1978), são grupos de formas do relevo que apresentam, com relação à morfogênese, uma análise da variação morfológica. Essa morfogênese, por sua vez, leva à análise da dinâmica das formas do relevo, expondo a evolução e as transformações ocorridas após a formação do relevo.

As unidades de relevo foram determinadas, primordialmente, pelos processos da evolução das paisagens, sub-paisagens e das formas da superfície da terra, pela hipsometria (planícies de inundação atual/subatual e planaltos muito baixos, baixos e médios) e assim, foi elaborada uma legenda específica para a área. As unidades de relevo foram classificadas utilizando-se a imagem Aster/NASA, com auxílio do software *ArcGis 10.3*.

As informações presentes nas unidades de relevo também foram utilizadas para diagnosticar as potencialidades e limitações do meio, assim como definir as áreas erosionáveis (degradacionais e/ou agradacionais).

Para a análise do relevo da área de estudo optou-se pela geração de mais dois produtos, os mapas hipsométrico e de declividade. O primeiro foi gerado a partir da imagem de satélite *Aster*, com resolução de 30 metros, definindo assim melhor os detalhes. Estas duas análises (hipsométricas e declividade) foram utilizadas para a compreensão da dinâmica da paisagem, sendo uma ferramenta adicional para a verificação da suscetibilidade ambiental e, conseqüentemente, elaboração do mapa integrado e da capacidade de suporte natural do meio.

O mapa hipsométrico da área de estudo foi gerado a partir da imagem *Aster*, sem procedimento adicional, apenas foram realizados a classificação das altitudes (em 10 classes) e o sombreamento da imagem, para melhor

visualização das formas de relevo. A partir deste mapa foi possível associar as morfoestruturas (altos e baixos estruturais) à topografia (altos e baixos topográficos), podendo inferir sobre os aspectos hidrológicos de circulação de água, os tipos de processos pedogenéticos, a suscetibilidade à erosão e às aptidões e restrições de uso (JIMENÉZ-RUEDA et. al., 1989,1992,1993)

Para a geração do mapa de declividade foi necessário utilizar a ferramenta *3D Analyst Tools – Raster Surface – Slope*, também pertencente ao software *ArcGis*, onde a imagem original SRTM foi classificada, com o propósito de quantificar os diferentes índices de inclinação das vertentes, em seis classes de porcentagem, de acordo com o proposto por Ranzani (1963), sendo elas: 0 - 3% (relevos planos a ligeiramente ondulados), 3 - 8% (relevos ligeiramente ondulados a ondulados), 8 - 16% (relevos ondulados a fortemente ondulados), 16 - 30% (relevos fortemente ondulados), 30 - 45% (relevos montanhosos) e 45 - 100% (relevos montanhosos acidentados).

A associação destes dados aos demais gerados neste trabalho como, por exemplo, geológico estrutural induz a um melhor entendimento da suscetibilidade à erosão da área, contribuindo para indicações sobre as potencialidades e limitações para determinados usos da terra e possibilidade de uso de maquinários agrícolas (LEPSCH, 1983).

Deste modo, o mapa de classes de declividade torna-se um importante elemento para a definição da suscetibilidade ambiental, desde que associado a outros indicadores (litológicos, tectônicos, climáticos, fisiográficos, bioclimático), tornando assim possível uma análise mais completa e integrada do meio físico (MATTOS, et. al., 2002).

4.4.3 Análise Morfoestrutural

A análise morfoestrutural parte do princípio de que muitas estruturas geológicas podem ser refletidas em superfície e que esse reflexo é passível de identificação através da análise de padrões específicos, de anomalias da rede de drenagem e de feições de relevo.

Esta sistemática envolve critérios de fotointerpretação há muito utilizados em diferentes setores das geociências e que vem sendo desenvolvidos por diversos pesquisadores, entre eles: Jiménez-Rueda et al.

(1993); Madrucci et al. (2003), Mattos et al. (1982) e Soares et al. (1982a, 1982b). Ela busca analisar exclusivamente os elementos de drenagem e de relevo, sua associação e classificação de acordo com o caráter homólogo ou não dos mesmos, assim como interpretar o significado geológico para as diferentes formas ou associações dos elementos de drenagem e feições anômalas e, admite que estes sejam condicionados por fatores estruturais ou litológicos, através dos processos morfogenéticos atuantes sobre o substrato (SOARES et al., 1982a).

A análise morfoestrutural foi executada com base na drenagem adensada a partir das folhas topográficas do IBGE, em escala 1:50.000.

4.4.3.1 Análise da Rede de Drenagem

A análise da rede de drenagem busca evidências para a interpretação estrutural e/ou litológica. O controle estrutural é definido pela presença das descontinuidades, tanto devido ao acamamento ou foliação quanto às fraturas, e o seu arranjo espacial controla a disposição dos elementos da drenagem.

Para a compreensão do arcabouço estrutural e tipos de controles, nesta etapa do trabalho, foram utilizadas a análise das formas anômalas de drenagem (anelares, radiais, assimetrias e descontinuidades), o traçado dos altos e baixos estruturais e das linhas de contorno estruturais não cotadas.

A rede de drenagem geralmente assume padrões bem definidos em relação ao substrato litológico ao qual está sobreposta, quando aparecem arranjos de elementos de drenagem que se diferenciam do padrão geral, esses são considerados como formas anômalas produzidas por mudança no controle estrutural regional.

A análise das formas anômalas da rede de drenagem foi executada tendo em vista dois tipos genéticos principais de feições anômalas de drenagem: (i) as produzidas por estruturas subverticais, ou seja, com traços lineares constituindo-se em lineamentos estruturais ou descontinuidade; (ii) produzidas por alteração de estruturas monoclinais sub-horizontais, ou seja, anomalias radiais, anelares e graus de assimetria.

A interpretação das formas anômalas de drenagem seguiu o “*princípio de convergência de evidências*”, segundo o qual muitos itens separados de

dados geológicos (como anelares, radiais e assimetria), todos indicando a presença de uma mesma estrutura, imprimem uma alta ordem de confiança a esta estrutura (ALLUM, 1966).

Às formas anelares e radiais foi dada grande atenção, pois representam as feições mais importantes resultantes nessa etapa da pesquisa. Buscou-se identificar as anelares e radiais, formas indicativas de estruturas dômicas, analisando as ocorrências de formas arqueadas de elementos de drenagem de 3ª e 4ª ordem, junto com a disposição radial dos elementos de 1ª e 2ª ordem, além da disposição das formas de assimetria. Também foi considerada como formas anômalas as drenagens contendo um ou outro elemento arqueado por, eventualmente, poderem indicar mudanças de direções de mergulho de camadas (SOARES et al., 1981a).

Os padrões assimétricos indicam o mergulho das descontinuidades sub-horizontais, desta forma, durante a classificação do grau de assimetria foi considerada a sua estruturação, representativa da fidelidade com que a assimetria indica o mergulho.

Ressalta-se que, para facilitar a visualização das formas anômalas de drenagem, da área como um todo (visto a utilização de 6 folhas topográficas) e do manuseio, optou-se por realizar uma redução em 50% do tamanho original das folhas topográficas.

Na área estudada, as anomalias de drenagem encontram-se extremamente modificadas pelos diferentes processos deformacionais e processos exógenos que há muito atuam no modelado do relevo e na organização da rede de drenagem. Desta forma, grande parte dos elementos apresenta baixo grau de estruturação, o que torna a tarefa de reconstrução paleogeográfica da atitude das camadas do substrato rochoso muito mais complexa e difícil.

4.4.3.2 Formas anômalas de drenagem (altos e baixos estruturais)

Como resultado da interpretação dos elementos de relevo e drenagem, conjuntamente com as suas relações espaciais, foram estabelecidas zonas estruturalmente anômalas positivas ou altas (estruturas dômicas ou antiformes); negativas ou baixas (depressões estruturais ou sinformes) e

descontinuidades estruturais (lineamentos e falhas) (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993), concomitantemente foram estabelecidas as suas respectivas linhas de contorno, que correspondem à disposição geométrica do acamamento/foliação, assumindo um significado aproximado de contorno estrutural não cotado.

A estas informações foi sobreposto o mapa hipsométrico da região, obtido a partir da imagem *Aster*. Assim, foi possível realizar a correlação entre altos e baixos estruturais e topográficos, uma vez que a posição altimétrica modifica o comportamento dos condicionantes estruturais e, portanto, as atitudes perante a ação e interpretação dos fatores e processos e o manejo do uso e ocupação do solo.

4.4.4 Análise Morfotectônica

As feições analisadas correspondem aos lineamentos e lineações de drenagem e às zonas homólogas de drenagem fortemente estruturadas unidirecionalmente (*trends* estruturais). A extração e análise dos lineamentos estruturais e *trends* estruturais a partir da rede de drenagem, possibilitam verificar a frequência, distribuição e sentido das falhas, identificando áreas com maior deslocamento e/ou rompimento na estrutura, o que permitiu delimitar áreas intensamente fraturadas, isto é, mais tectonizadas e instáveis, conseqüentemente, com maior potencial erosivo e necessidade de maiores cuidados e manejo adequado (CRISÓSTOMO NETO, 2003).

A extração das feições foi realizada segundo Veneziani e Anjos (1982), que definem as lineações de drenagem como segmentos retilíneos de elementos texturais e a disposição destes em linha reta, contínua ou não, definem os alinhamentos. A extração dos lineamentos estruturais foi realizada a partir da imagem de satélite ETM+ Landsat 5, banda 3, banda 4 e banda 5 em escala 1:350.000 e, a extração dos *trends* estruturais, a partir da rede de drenagem adensada das folhas topográficas, em escala 1:100.000.

4.4.4.1 “Trends” estruturais

Os *Trends* estruturais (ou Zonas Homólogas de drenagem fortemente estruturadas unidirecionalmente) correspondem a feixes de juntas fortemente

orientadas que representam reflexo na superfície de falhamentos profundos com movimentação de blocos. Tais feixes são interpretados como o reflexo em superfície de falhas de grande rejeito (centenas de metros) no embasamento. O deslocamento inicial é distribuído nas camadas superiores, pela multiplicação de linhas de ruptura e flexura das camadas (SOARES et al., 1981a). O efeito destas zonas de rupturas pode se refletir em camadas posteriores ao evento tectônico através de esforços sistemáticos atuantes na litosfera.

Os *trends* estruturais foram definidos a partir da análise da rede de drenagem, devidamente extraída e complementada nas cartas topográficas, em escala 1:100.000, onde os elementos de 1ª ordem de drenagem encontram-se alinhados segundo direções preferenciais. Para facilitar a identificação destes elementos optou-se por reduzir a 25% a rede de drenagem adensada inicialmente. Neles foram determinados os blocos altos e baixos, correspondendo, respectivamente, à região onde ainda houvessem indícios das direções preferenciais e, onde não houvessem ou apresentassem menor representatividade.

4.4.4.2 *Lineamentos Estruturais*

Os lineamentos estruturais foram analisados a partir do mosaico das quatro imagens de composição colorida - R5G4B3 (ETM+ Landsat 5), sendo mapeadas como lineamentos estruturais, as feições lineares de drenagem e relevo de comprimento igual ou superior a 5 km, considerando a escala de trabalho (1:350.000). A presença de tais lineamentos evidencia áreas de alívio tectônico rúptil indicando maior ou menor ocorrência de cisalhamentos (RODRIGUES, 2000), ou seja, revelando o fraturamento regional da área.

Os lineamentos estruturais são expressos por feições lineares retilíneas ou suavemente curvilíneas de alinhamentos de relevo e/ou drenagem. Por definição, lineamento estrutural é uma feição linear mapeável, simples ou composta, contínua ou descontínua, da superfície terrestre (portanto natural), cujas partes estão alinhadas em um arranjo retilíneo ou suavemente curvo e que distingue dos padrões e feições que lhes são adjacentes e, presumivelmente, reflete um fenômeno de subsuperfície (O'LEARY et al.,

1976). São interpretados como descontinuidades da crosta, podendo representar discordâncias estratigráficas e/ou estruturais, sendo reflexo de falhas que atingiram ou se refletiram nas camadas superficiais, traços de acamamento, foliação ou xistosidade.

Isovalores de Densidade de Lineamentos Estruturais e de Frequência de Intersecção de Lineamentos Estruturais

A cartografia dos lineamentos estruturais, na escala 1:350.000, possibilitou a geração de isovalores da densidade de lineamentos estruturais e da frequência dos cruzamentos entre eles. Para tal, foi necessária a confecção de uma malha com dimensões de 3 x 3 cm, o que corresponde a 10 x 10 km em tamanho real, cobrindo toda a área do mapeamento. Foi escolhida tal medida de célula devido à escala de mapeamento, representando bem as individualidades de cada trecho da área estudada. A malha foi alocada de tal forma que o vértice inferior esquerdo da área ficasse no centro da célula

Para o cálculo da *Densidade de Lineamentos Estruturais* foi medida a feição em unidade de elemento por área. Para tanto a unidade de elemento considerada foi de 5 km, tamanho compatível ao tamanho da célula escolhido, e a área da célula da malha é 100 km². Assim, cada célula recebeu um valor inteiro, correspondente à soma dos comprimentos.

Da mesma forma, para a *Frequência de Cruzamento de Lineamentos Estruturais* utilizou a malha para quantificar os cruzamentos por área.

A partir dos valores obtidos foi definido, por meio do software ArcGis 10.3, o ponto central de cada célula, gerando uma tabela com as coordenadas geográficas de cada ponto, assim como seus valores de densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais. Posteriormente, foi utilizado o método geoestatístico da “Krigagem”, ferramenta do software Surfer® 11, para geração dos *Mapas de Isovalores de Densidade de Lineamentos e Isovalores de Frequência de Cruzamentos de Lineamentos Estruturais*. Tal método foi escolhido devido a sua melhor precisão geral, fidelidade aos dados originais e boa suavidade das curvas, segundo exposto por Krajewski e Gibbs (1996 apud LANDIM et al., 2002), em comparação feita entre este e outros métodos de interpolação.

4.5 Definição das Zonas e Subzonas Geoambientais

A determinação das Zonas e Subzonas Geoambientais partiu de uma análise sistêmica das características do meio físico, principalmente as geológicas, fisiográficas, de características da rede de drenagem, de coberturas de alteração intempérica e pedológicas, integrando-as. Estas características foram consideradas a fundamentação básica ou de referência para o diagnóstico e prognóstico das potencialidades e limitações naturais nas Subzonas Geoambientais. Essa sistemática resultou a partir de uma análise das paisagens presentes na área de estudo realizada pela integração dos conhecimentos básicos publicados na literatura, elaborados pela fotointerpretação de sensores remotos e trabalho de campo.

Após a fase de levantamento e adequação das escalas das informações ambientais básicas, foram adotadas, neste estudo, as seguintes etapas para a geração das Zonas e Subzonas Geoambientais:

- Fotointerpretação preliminar de imagem de satélite e análise fisiográfica regional. Essa análise foi uma interpretação inicial dos aspectos geológicos, hidrológicos, climáticos, fisiográficos e pedológicos;
- Constatação preliminar e concretização das análises fisiográficas com reconhecimento geral das paisagens, dos processos endógenos e exógenos da evolução da paisagem e de formação dos solos, e verificação *in situ* por meio de trabalhos de campo;
- Reinterpretação, a partir do conhecimento adquirido nas etapas anteriores, dos diferentes parâmetros: geológicos (litologia), fisiográficos (paisagens e suas unidades de relevo), morfométricos, climáticos, pedológicos, ecológicos e antrópicos;
- Delimitação das ZGA por meio das variações litológicas, e definição das SZGA de acordo com critérios de deformação tectônico-climáticos, o que ocasiona diferenças físico-químicas e termodinâmicas

4.6 Definição da Suscetibilidade Natural a Erosão

O mapa de suscetibilidade natural (SNE) à erosão foi elaborado a partir da integração das informações do relevo (análise do relevo associada à declividade), morfotectônicas (*trends* estruturais, isovalores de densidade e

frequência de cruzamento de lineamentos estruturais) e morfoestruturais (morfoestruturas associadas às altimetrias). A cada classe de cada uma das informações supracitadas foram atribuídos pesos entre I e V de suscetibilidade, descritos na Tabela 7, onde I corresponde a áreas com menor suscetibilidade natural à erosão e V, áreas de maior suscetibilidade.

Tabela 7 – Pesos atribuídos aos fatores utilizados para a definição da suscetibilidade natural à erosão.

Suscetibilidade Natural à Erosão (SNE)		
Unidade Fisiográfica		SNE
Planície de inundação atual		I
Planalto de inundação subatual		II
Planaltos muito baixos		III
Planalto baixos		IV
Planalto médios		V
Morfoestruturas	Altimetria	SNE
Alto estrutural	Alto topográfico (327,7 - 582m)	II
Alto estrutural	Baixo topográfico (158 - 327m)	IV
Baixo estrutural	Alto topográfico (327,7 - 582m)	IV
Baixo estrutural	Baixo topográfico (158 - 327m)	V
Trends estruturais		SNE
Ausência		I
1 única direção		IV
2 direções sobrepostas		V
Densidade de Lineamentos estruturais		SNE
Muito baixa densidade		I
Baixa densidade		II
Moderada densidade		III
Alta densidade		IV
Muito alta densidade		V
Frequência de Cruzamento de Lineamentos estruturais		SNE
Muito baixa frequência de cruzamentos		I
Baixa frequência de cruzamentos		II
Moderada frequência de cruzamentos		III
Alta frequência de cruzamentos		IV
Muito alta frequência de cruzamentos		V

Fonte: tabela modificada de Lima (2015)

4.6 Prognóstico ambiental: elaboração de mapas temáticos como subsídios para tomada de decisões.

A análise integrada das diferentes temáticas (morfoestruturas, *trends* estruturais, lineamentos estruturais, análise de relevo, hipsometria, declividade, zonas e subzonas Geoambientais, suscetibilidade natural à erosão e características físico-químicas dos solos), confirmadas e complementadas com os dados de campo e informações técnicas e científicas do meio físico, permitiu associar e classificar de forma integrada, definindo locais suscetíveis a riscos de erosão, bem como aptidões e restrições do ambiente, relacionadas a um determinado uso.

4.6.1 Definição da Capacidade de Suporte Natural

O mapa de capacidade de suporte natural foi elaborado a partir da integração das informações fisiográficas (unidades de relevo associada à declividade), morfotectônicas (*trends* estruturais, isovalores de densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais) e morfoestruturais (morfoestruturas associadas às altimetrias), integradas pelo mapa de suscetibilidade natural à erosão (SNE); pedológicas, agrupadas de acordo com as suas propriedades e geológicas, agrupadas de acordo com a sua mineralogia. A análise da capacidade de suporte natural (CSN) realizada nesse estudo baseou-se na interpretação e compreensão do meio físico natural, sem incluir uma análise direta da interferência e/ou do impacto da ação antrópica.

Inicialmente, as classes de suscetibilidade natural à erosão (SNE) foram ordenadas de acordo com a sua capacidade de suporte natural, ou seja, a classe muito baixa de suscetibilidade natural à erosão foi associada a classe muito alta de capacidade de suporte natural, a classe de baixa suscetibilidade, à alta capacidade de suporte natural, e assim consecutivamente.

Os solos, provenientes do levantamento de campo e do ZSEE-MT (2004), foram agrupados de acordo com as suas propriedades:

- Presença de A proeminente: solos com saturação por bases maior que 50%, com espessura maior que 18 cm depois de arados, moles quando

secos e com grande quantidade de evaporitos. Correspondem a sistemas mais alcalinos, diminuindo a necessidade de incorporação de corretivos. Incluem Neossolos Litólicos chernozênicos.

- Características gleicas: geralmente os horizontes possuem cores acinzentadas, esverdeadas e/ou azuis e/ou amarelas, com presença de manchas vermelhas, amarelas e/ou azuis em uma matriz cinza ou amarelo-avermelhada, que em função do tamanho, frequência, nitidez, tornam-se indicativos ou determinantes do processo de gleização, manchas ou horizonte glei. São solos indicativos de que o lençol freático é mais alto e/ou que a área é muito pluviométrica, sofrendo assim inundações periódicas (com maior ou menor residência). No caso dos Latossolos gleicos, o caráter mancha é indicativo da resistência da água saturando em função da sua abundância. Geralmente se apresenta em planícies de inundação atuais e/ou subatuais fisigraficamente e/ou planícies e terraços quando os leques coalescentes se encontram ativos. Incluem os Gleissolos e alguns Latossolos Vermelho-Amarelos Gleicos.
- Características litólicas: quando a rocha é aflorante e apresenta horizonte A fraco. Incluem os Neossolos Litólicos.
- Características quartzarênicas: solos muito arenosos dominados por quartzo, com pouca liberação de sílica, sem outros elementos associados e de baixa fertilidade. Incluem Neossolos Quartzarênicos.
- Características plínticas: solos comumente com mosqueados vermelhos, vermelho-amarelados e vermelho-escuros, com padrões usualmente laminares, poligonais ou reticulados. Resultam da ação continuada das interações de fatores e condicionantes destes, geralmente em ambiente tropical/subtropical que alternavam junto a atemporalidade das morfoestruturas e morfotectônicas continentais e regionais e que hoje podem ser encontrados na crosta superficial devido a efeitos de exumação e/ou truncamento ou por soerguimento muito recente.
- Características litoplínticas: solos com material normalmente proveniente da plintita, que sob efeito de ciclos repetitivos de umedecimento seguidos de ressecamento acentuado, sofre consolidação vigorosa, dando lugar à formação de nódulos ou de concreções ferruginosas (ironstone,

concreções lateríticas, canga, tapanhoacanga) de dimensões e formas variadas (laminar, nodular, esferoidal ou alongada), posicionadas verticalmente ou irregularmente e individualizadas ou aglomeradas. Este critério é derivado de DANIELS et al. (1978) e SYS (1967)

As litologias (CPRM, 2004), foram agrupadas de acordo com a sua constituição mineralógica, tanto das litologias formais quanto aloformais:

- Coberturas Detrito-Lateríticas: representadas por lateritas autóctones com carapaça ferruginosa. Podem ocorrer sobre qualquer tipo de substrato (CPRM/SIC-SGM, 2008). São características de climas tropicais e propícias à concentração de ouro, manganês, alumínio e outros metais pouco solúveis, porventura presentes no substrato.
- Coberturas aluviais e Formação Ronuro: consistem de sedimentos pouco consolidados, representados por areia, silte, argila e cascalho, além de lateritas. Presença de depósitos aluvionares de calha e de planície de inundação, compostos por areias finas a grossas, cascalhos, lentes de material silto-argiloso e turfa.
- Bacia Sedimentar do Paraná (Formação Ponta Grossa e Furnas): presença de folhelhos e folhelhos sílticos e siltitos cinza escuros a pretos, localmente carbonosos, fossilíferos ou micáceos, arenitos finos a muito finos, micáceos, e contem níveis centimétricos de conglomerados.
- Faixa de Dobramentos Paraguai (Formação Diamantino): presença de arenitos arcoseanos finos com níveis de siltitos intercalados.
- Grupo Cuiabá: apresenta rochas metassedimentares e metavulcânicas com espessasequência deposicional granocrescente de filitos, filitos grafitosos, intercalações de metarenitos com ciclos de Bouma incompletos, mármore calcíticos e metagrauvas feldspáticas.

O agrupamento destes fatores gerou quatro classes de capacidade de suporte natural para cada um dos temas, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Pesos atribuídos para a definição da Capacidade de Suporte Natural.

Capacidade de Suporte Natural (CSN)	
Suscetibilidade Natural à Erosão (SNE)	CSN
Alta SNE	II
Moderada SNE	III
Baixa SNE	IV
Muito Baixa SNE	V
Pedologia (levantamento de Campo e ZSEE-MT, 2004)	CSN
Neossolo Quartzarênico órtico e litólico, Plintossolo concrecionário petroplintico e plintico e Cambissolo Tb distrófico lítico, petroplíntico, cascalhento.	I
Latossolo Vermelho Distrófico concrecionário e petroplintico, Plintossolo Hidromórfico e Gleissolo Háptico.	II
Latossolo Vermelho Distrófico Típico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico concrecionário, petroplintico.	III
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico, Neossolo A-proeminente, Chernossolos.	IV
Geologia (CPRM, 2004)	CSN
Coberturas Detrito-Lateríticas	I
Grupo Cuiabá	II
Coberturas aluviais e Formação Ronuro	III
Bacia Sedimentar do Paraná (Formação Ponta Grossa e Furnas)	IV
Faixa de Dobramentos Paraguai (Formação Diamantino)	V

A seguir, estas informações (SNE, pedologia e geologia) foram associadas e calculou-se a média dos valores para cada área gerada. Como a SNE engloba as unidades de relevo, as morfoestruturas, os *trends* estruturais e a densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais, fatores estruturais estes que controlam a dissecação e a capacidade de suporte do meio, optou-se por dar um peso maior para ela. Deste modo, o cálculo ficou de acordo com o disposto na equação abaixo:

$$\text{CSN} = [(\text{SNE} \times 5) + (\text{Geologia} \times 1) + (\text{Pedologia} \times 1)] / 7$$

A capacidade de suporte natural foi classificada em quatro classes: muito baixa (I), baixa (II), moderada (III) e alta (IV), o que facilitou a visualização e discussão dos resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO ARAGUAIA-MT.

5.1.1 Análise Hidrográfica

A caracterização da rede de drenagem é um passo essencial para o conhecimento básico do meio físico, uma vez, que reflete os fatores litológicos, geológicos (altos e baixos estruturais), estruturais, geomorfológicos, pedológicos, biológicos e antrópicos (SHIMBO, 2006; JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993; WEG, 1972), sendo um importante indicador da interação dos processos endógenos e exógenos ocorridos durante a evolução da paisagem, contribuindo para a análise e definição de áreas com fragilidade ambiental, suscetibilidade à erosão e de potencialidade de uso da terra (SHIMBO, 2006). A rede de drenagem da região em estudo segue apresentada na Figura 11.

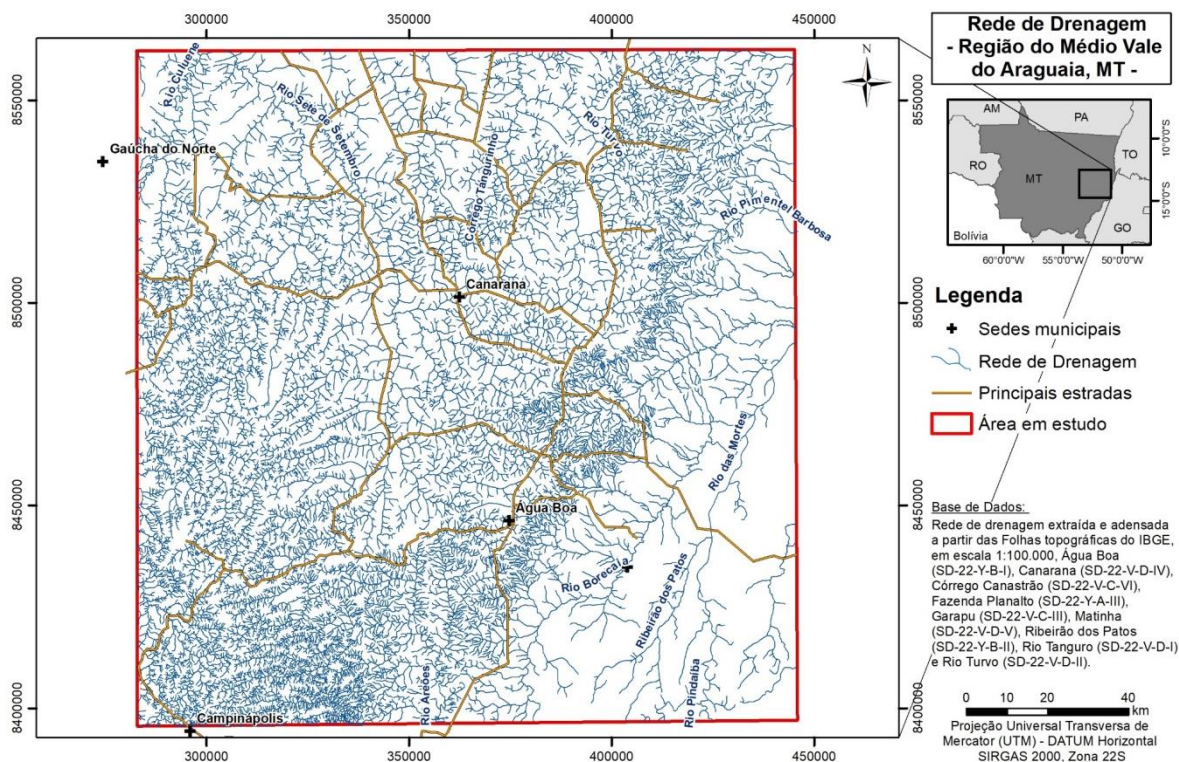
A análise da densidade e dos padrões de drenagem da área de estudo foi realizada separadamente para as Bacias do Alto Xingu (porção centro-noroeste) e do Médio Araguaia (porção sudeste), por apresentarem características geotectônicas distintas.

Na Bacia do Alto Xingu, observou-se predominantemente, uma associação dos padrões dendrítico e subdendrítico, e em menor proporção a ocorrência do padrão treliça. A presença da associação de três padrões indica o alto grau de fraturamento da região com forte controle estrutural, bem como a presença de um relevo declivoso e dissecado na porção que predomina essa associação. Ocorre também, não visível na escala de mapeamento, a presença de rios com padrão sinuosos, com a presença de morfologias típicas como meandros abandonados e cordões marginais convexos inativos, além de dois níveis de planície fluvial.

Quando observado individualmente o padrão dendrítico, sua presença se faz de maneira dispersa, com maior predomínio na região centro-norte, área com ocorrência de baixa declividade e com coberturas aluvinares predominando sobre o material argiloso, e segundo WEG (1972), é caracterizado por uma homogeneidade em textura, em resistência à erosão e com seu desenvolvimento influenciado pela litologia.

O padrão subdendrítico, se encontra em maior número na porção centro-sul, indicando a presença de relevos mais elevados, moderadamente inclinados, dissecados e com maior controle estrutural na bacia hidrográfica. A maior densidade de drenos, e assim da associação dos padrões dendrítico, subdendrítico e treliça também se faz na porção sul-sudoeste (cabeceira dos principais afluentes da bacia), indicativo da fragilidade ambiental dessa área, já 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. Notam-se também muitos afluentes perpendiculares aos rios principais, sendo comum a presença de candelabros nessa área.

Figura 11 – Mapa da Rede de Drenagem adensada da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Na rede de drenagem da bacia do Médio Araguaia merece destaque o Rio das Mortes, seu principal tributário, onde é observada uma associação dos padrões dendrítico e subdendrítico com pouca densidade de drenos afluentes. Nesse trecho, o rio flui através de uma planície aluvial bem desenvolvida, considerada um complexo mosaico de unidades morfo-sedimentares, que

segundo LATRUBESSE et al. (2009) são formadas por sedimentos do Holoceno e do Pleistoceno tardios com definição de padrão de canal como anastomosado (*anabranching*) de baixa sinuosidade com tendência ao entrelaçamento. Os rios tributários da Sub-bacia do Rio das Mortes apresentam o padrão paralelo e subdendrítico, com alta densidade de drenos em forma de candelabros, nas cabeceira dos principais afluentes, condicionados pelo relevo elevado e dissecado da Serra do Roncador, passando para padrão treliça e paralelo, quando mais próximo a planície aluvial do rio das Mortes. A presença dos padrões dendríticos e subdendrítico é indicativo de declividade regional suave e controle secundário mínimo, geralmente estrutural (HOWARD, 1967).

5.1.2 Análise de Relevo

As Unidades de Relevo do Médio Vale do Araguaia, área de estudo, foram geradas a partir do método de análise fisiográfica, subdividindo a paisagem em Província Fisiográfica, Região, Subregião, Paisagens e Subpaisagens adaptado de JIMÉNEZ-RUEDA et al. (1989 e 1993). A síntese da análise das formas de relevo aplicada na região está descrita na Tabela 9.

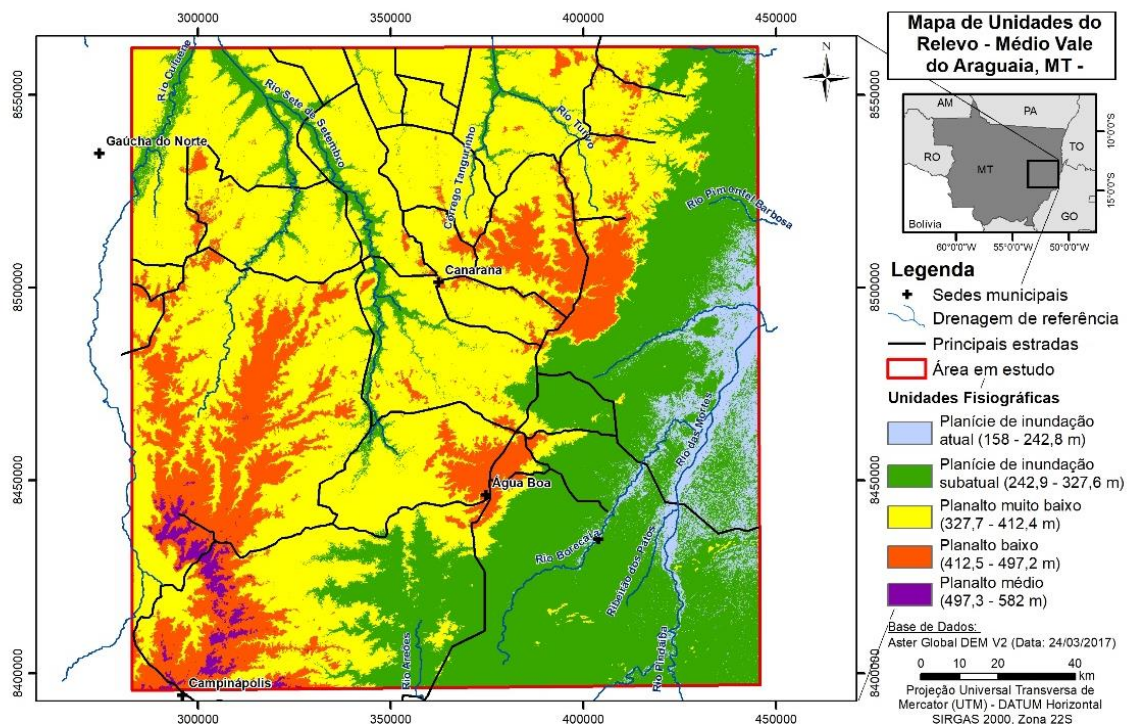
Tabela 9 - Resultado da análise do relevo para o Médio Vale do Araguaia - MT.

Província Fisiográfica	Região	Subregião	Paisagem	Subpaisagens
Província Tocantins	Depressão do Rio Xingu e Planalto dos Parecis/Guimarães	Bacia do Alto Xingu	Aluviais	Planície de inundação atual
				Planície de inundação subatual
		Colúvio-aluvionar	Planaltos muito baixos	
			Planaltos baixos	
	Depressão dos Altos Rios Tocantins/Araguaia	Bacia do Médio Araguaia	Aluviais	Planície de inundação atual
				Planície de inundação subatual
Colúvio-aluvionar		Planaltos muito baixos		
		Planaltos baixos		
Planaltos médios				

A caracterização do relevo em nível de Província Fisiográfica e Região correspondem à caracterização em regiões naturais, nesse caso morfotectônicas (estruturais) e morfoclimáticas (esculturantes), geológicas e geomorfológicas, respectivamente (CORTÉS; MALÁGON, 1984). Assim, a área de estudo foi enquadrada na Província Fisiográfica Província Tocantins (Província Geológica), com a Região subdividida em Região da Depressão do Rio Xingu e Planalto dos Parecis/Guimarães, Subregião Bacia do Alto Xingu e Região dos Altos Rios Tocantins/Araguaia, sub-região Bacia do Médio Araguaia (Unidades Geomorfológicas).

As Paisagens na área de estudo, por sua vez, corresponderam predominantemente, a processos ecossistêmicos específicos, caso das paisagens aluviais e paisagens colúvio-aluvionares, indicativas de superfícies terrestres que apresentam alto grau de homogeneidade climática e de processos geodinâmicos. Já as Subpaisagens foram definidas em função dos grupos de feições do relevo e que apresentaram uma variação morfológica com relação à morfogênese, sendo assim, as paisagens aluviais que abrangem processos fluviais, de erosão, transporte e sedimentação em leques aluviais e rios, teve como subpaisagens as planícies de inundação atual e subatual (planícies de inundação abandonadas) e as paisagens colúvio-aluvionares são constituídas por subpaisagens de planaltos, antigas planícies que sofreram ação da tectônica gerando uma paisagem de soerguimento e abatimento de blocos (Figura 12).

Figura 12 – Mapa de Unidades do Relevo da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Para a Subregião Bacia do Alto Xingu predominam as paisagens colúvio-aluvionares planálticas muito baixas e baixas e as paisagens aluviais associadas às planícies dos baixos cursos dos principais afluentes formadores do rio Xingu (rios Sete de Setembro e Culuene).

As paisagens aluviais presentes na Subregião são representadas conjuntamente pelas planícies de inundação atuais e subatuais (242,9 – 327,6m), sendo constituída por um complexo de unidades de relevo, não mapeável na escala de trabalho, tais como: várzeas, diques, canais abandonados, nascentes e terraços. Devido a presença de inundações sazonais nessas áreas, pelo transbordamento lateral de rios sinuosos ou lagos, durante o período chuvoso, são consideradas de alta produtividade, uma vez que essa dinâmica prove matéria orgânica ao sistema (JOLY et al., 1999; ALMEIDA et al., 2004, ROSSETE, 2008).

As paisagens colúvio-aluvionares planálticas presentes na Subregião apresentam planaltos médios fortemente dissecados na porção sudoeste e planaltos baixos que se estendem da região sudoeste até a região centro-oeste. Os planaltos baixos da porção central da área correspondem a Serra do

Roncador que se estende da porção sudoeste para a região central e nordeste da área. Na região da Bacia do Alto Xingu predominam paisagens colúvio-aluvionares planálticas influenciados pela ação da tectônica. De uma forma geral, a evolução da paisagem e suas principais unidades fisiográficas estão associadas à erosão e sedimentação, estimulados por movimentos tectônicos (GOOSEN, 1968; PRESS et al., 2006). As paisagens colúvio-aluvionares planálticas representam os planaltos, antigas planícies tectonizadas, gerando diversos blocos associados a diversas altimetrias de planaltos. Os planaltos para a área de estudo foram classificados em planaltos muito baixo (327,7 – 412,4m), baixos (412,5- 497,2m) e médios (497,3-582m), com relevo levemente a moderadamente ondulado.

Para a Subregião Bacia do Médio Araguaia, as paisagens aluviais foram representadas pelas planícies de inundação atual (158 – 242,8m) e subatual (242,9 – 327,6m). A planície de inundação subatual abrange um complexo de unidades subatuais, tais como várzeas, diques marginais, canais abandonados (predominantemente anastomosados), lagoas e terraços pertencentes a bacia do rio das Mortes.

As paisagens colúvio-aluvionares planálticas da bacia do Médio Araguaia – Sub-bacia rio das Mortes estão localizadas na porção sul e sudoeste da área, onde se encontram os planaltos com as maiores elevações, declividades (acima de 30%) e dissecações, correspondendo aos planaltos altos da Serra do Roncador, divisor das águas entre as duas bacias hidrográficas estudadas.

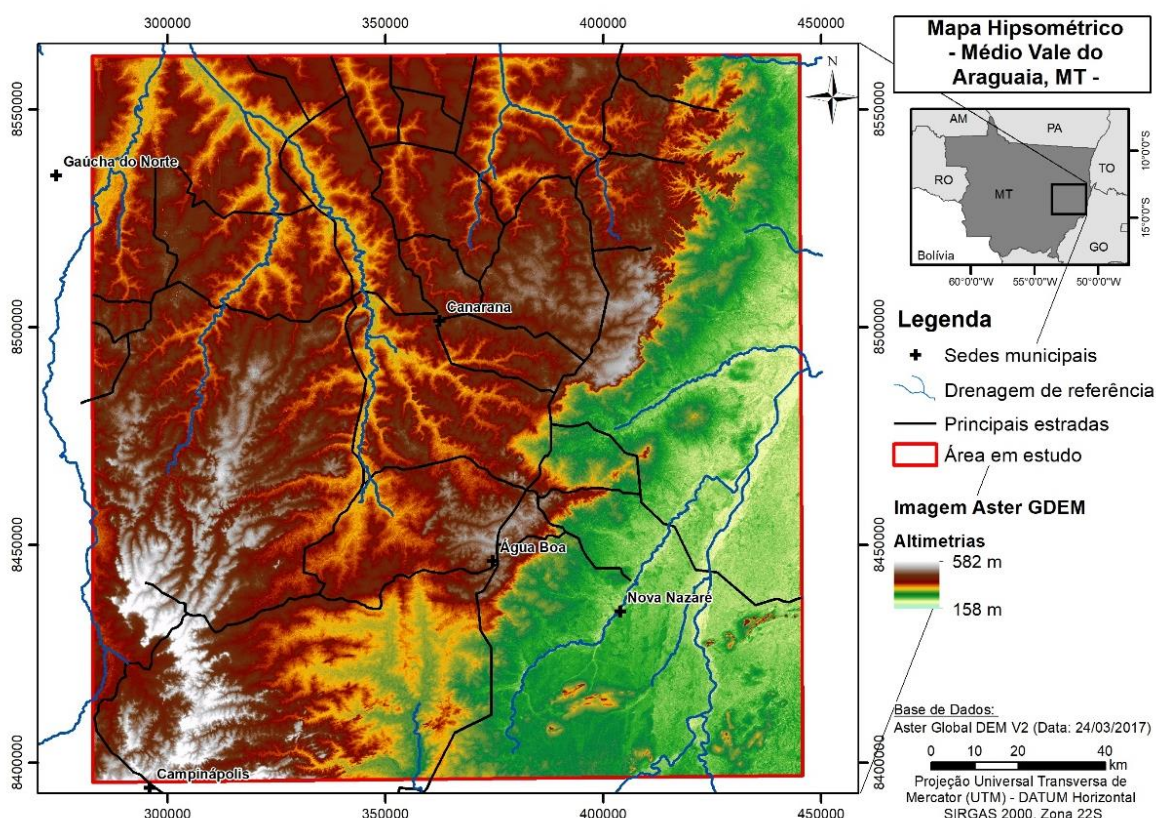
A região do Médio Araguaia também apresenta paisagens cárstica na porção sudeste, representadas pelos planaltos muito baixos e baixos, apresentando certas formas, como cavernas, torres, dolinas e vertentes abruptas, em detrimento de vertentes suaves e de formas arredondadas, localizados na planície de inundação subatual.

Tais características tornam o estudo da fisiografia essencial para compreender a evolução do meio físico e melhor definir as áreas mais suscetíveis à erosão e a capacidade de suporte natural da região.

O mapa hipsométrico da área de estudo foi elaborado a partir do modelo de elevação digital do terreno, apresentando variação altimétrica de 158 a 582 metros (Figura 13). Com base nele observa-se que as maiores altitudes se

encontram na região sudoeste, correspondente aos planaltos da Serra do Roncador, que consiste em uma área de relevo íngreme e acidentado, passando para planaltos baixos a muito baixos na porção centro-norte da área. Na região as planícies da bacia do Médio Araguaia observaram-se as menores altitudes, bem como nas planícies atuais dos principais rios que compõe a bacia hidrográfica do Alto Xingu. Na bacia do Médio Araguaia têm-se relevos residuais um pouco mais elevados na porção sudeste da área, sobressaindo-se dentro da grande planície de inundação subatual correspondente aos relevos cárticos da região.

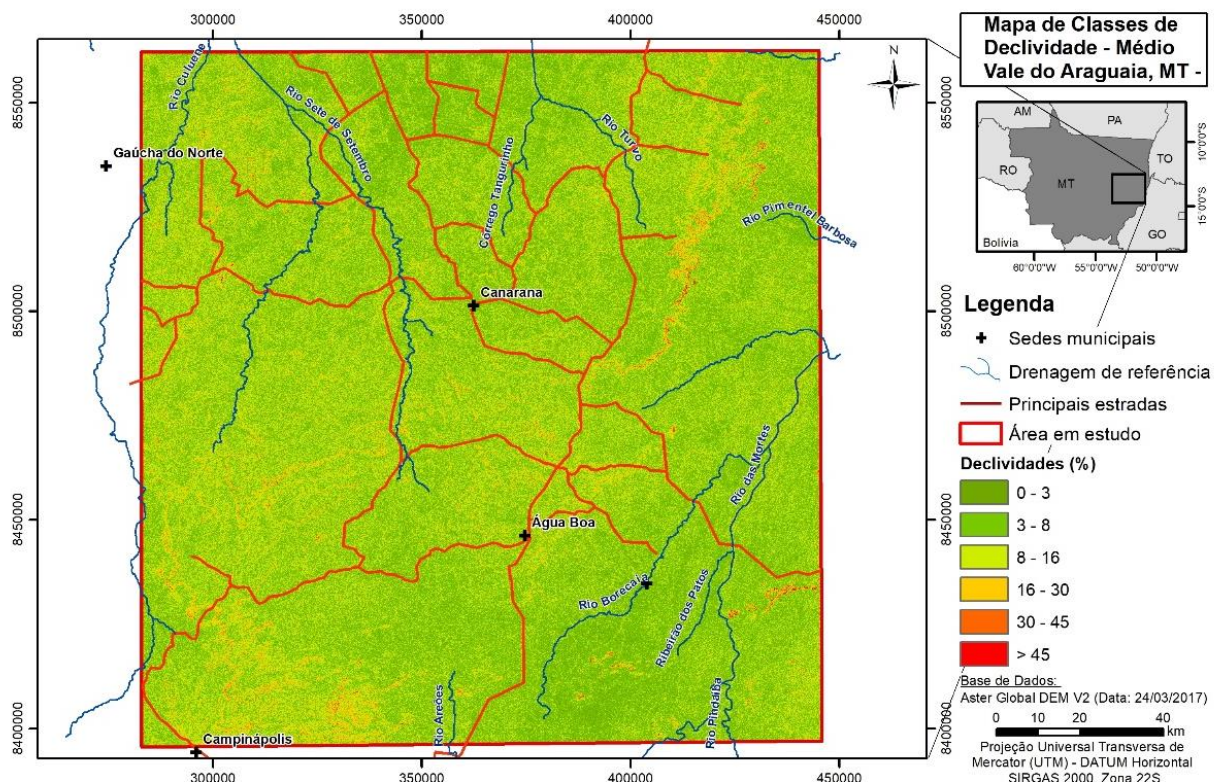
Figura 13 - Mapa Hipsométrico da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



O Mapa de Classes de Declividade gerado para a área em estudo (Figura 14) foi dividido em seis classes, de acordo com o proposto por Ranzani (1963), com o propósito de quantificar os diferentes índices de inclinação das vertentes. De acordo com este mapa, na área em estudo, observa-se o predomínio de relevos planos a suaves ondulados (0 – 8%) e relevos

ondulados a fortemente ondulados (8 – 16%), normalmente considerada a declividade limite para a mecanização em áreas agrícolas. Mais pontualmente ocorrem declividades entre 16 e 30%, dispersas ao longo da área e, declividades acima dos 30% (relevos montanhosos e montanhosos acidentados) e a classes entre 30 e 45% ocorrem, predominantemente, na região da Serra do Roncador e nos planaltos da região sudoeste da área. As e acima de 45% correspondem, respectivamente, a relevo montanhoso e relevo montanhoso acidentado, compreendendo relevos colinosos, com taludes íngremes e escarpas verticalizadas, normalmente com solos pouco espesso e pouco compacto, o que provoca constantes movimentos de massa como, por exemplo, desbarrancamentos e voçorocamentos, sendo, desta forma, áreas críticas para a implantação e manutenção de quaisquer tipos de empreendimentos.

Figura 14 - Mapa de Classes de Declividade da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.

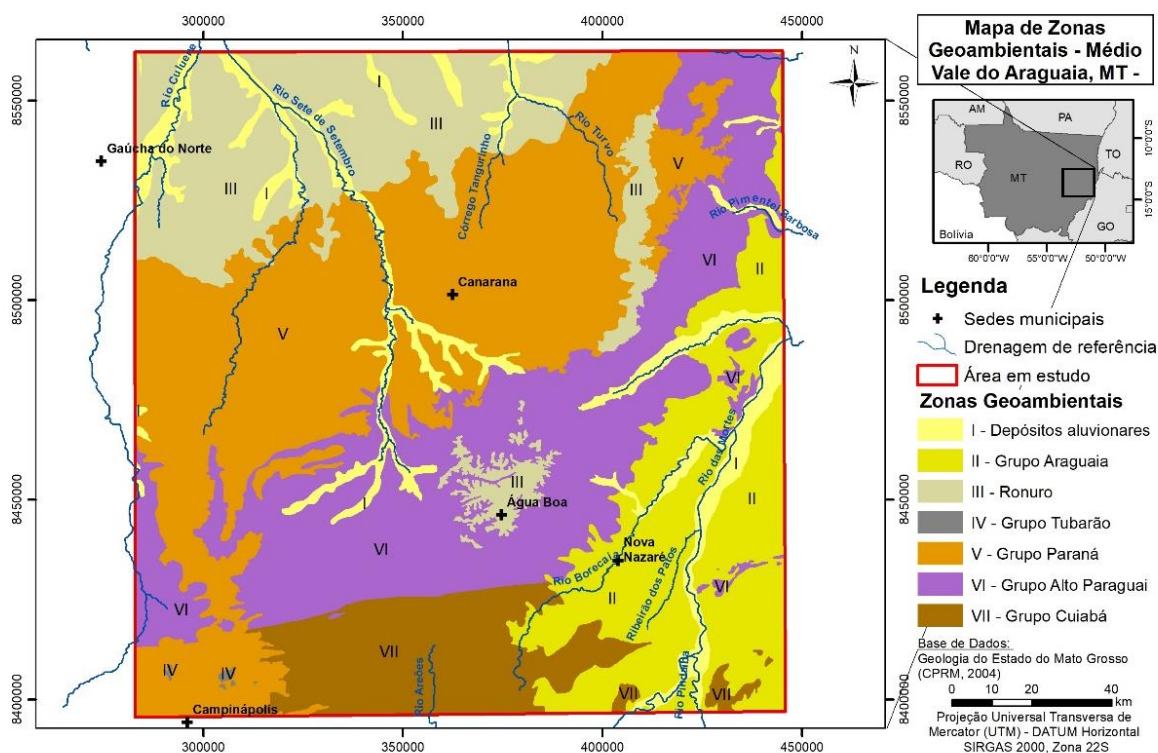


5.1.3 Zonas e Subzonas Geoambientais

A delimitação das Zonas Geoambientais (ZGA) dentro da sistemática do zoneamento foi realizada em função das variações litológicas, enquanto que as Subzonas Geoambientais (SZGA) foram definidas de acordo com as diferentes fácies de cada litologia que se encontram presentes na área de estudo. Tais parâmetros foram usados, uma vez que ocorre uma diversidade de elementos litológicos que correspondem desde o período Neoproterózoico (Grupo Cuiabá e Unidade Metavulcanossedimentar Nova Xavantina), passando pelo período Ediacarano (Formação Diamantino), período Devoniano (Formação Furnas e Ponta Grossa), período Carbonífero (Formação Aquidauana) chegando ao período Neogeno com a Formação Ronuro, Coberturas Detritos-Lateritas Ferruginosas e os Depósitos aluvionares do Holoceno.

A área de estudo foi dividida em sete (7) Zonas Geoambientais (ZGAs): ZGA I – Depósitos aluvionares, ZGA II – Grupo Araguaia, ZGA III – Ronuro, ZGA IV – Grupo Tubarão, ZGA V – Grupo Paraná, ZGA VI – Alto Paraguaia e ZGA VII – Grupo Cuiabá, expostas no “Mapa de Zonas Geoambientais do Médio Vale do Araguaia-MT” (Figura 15).

Figura 15 - Mapa de Zonas Geoambientais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Na Tabela 10 estão dispostas as porcentagens de área de cada ZGA, sendo notória a predominância da ZGA V (Grupo Paraná) e da ZGA VI (Grupo Alto Paraguai) na área de estudo, com valores de 31% e 23%, respectivamente.

Tabela 10 – Área e porcentagem de área ocupada pelas Zonas Geoambientais, Médio Vale do Araguaia/MT.

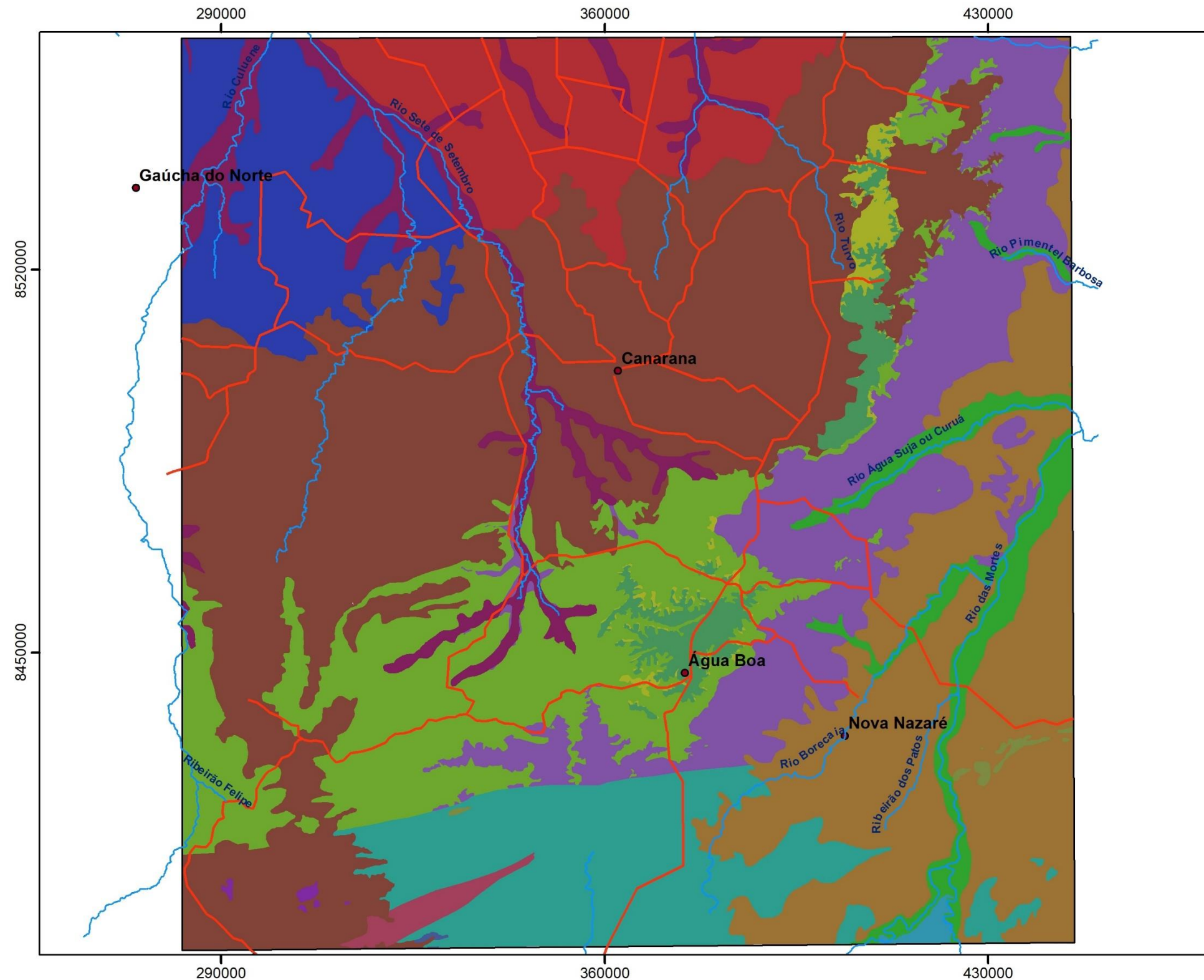
Zona Geoambiental	Área (km ²)	Porcentagem de Área (%)
ZGA I – Depósitos aluvionares	1.952,6	7,2
ZGA II – Grupo Araguaia	3.765,8	13,9
ZGA III – Grupo Ronuro	4.234,1	15,7
ZGA IV – Grupo Tubarão	17,1	0,1
ZGA V – Grupo Paraná	8.595,1	31,8
ZGA VI – Grupo Alto Paraguai	6.254,8	23,2
ZGA VII – Grupo Cuiabá	2.182,8	8,1
TOTAL	27.002,4	100

Além disso, foram estabelecidas 16 subzonas geoambientais intimamente relacionadas com as informações coletadas do meio físico, unidades geológicas, do relevo e pedológicas, da área de estudo. A Figura I apresenta o mapa de subzonas geoambientais (SZGAs) da região do Médio Vale do Araguaia/MT.

A ZGA I (Depósitos aluvionares) ocupa 7,2 % da área total e corresponde as planícies de inundação atuais e subatuais dos principais corpos d'água da região com uma variação altimetria de 158 a 242,8 metros. A ZGA I é constituída por faixa de sedimentos marginais (lagos de barragens, lagos de meandros, meandros colmatados e diques marginais), com a frequente presença de ilhas e formação de bancos de areia de grandes extensões, sendo formada por sedimentos de arenosos, areno quartzosos, cascalhos, siltes, argilas e localmente turfas. Os rios em destaque são o Culuene, Sete de Setembro, Turvo, Pimentel Barbosa, Buracaia, Pindaíba, das Mortes e o Córrego Tangurinho.

A ZGA I foi subdividida em duas (2) Subzonas Geoambientais (Q1A e Q1B), diferenciadas em função da dinâmica de drenagem das bacias hidrográficas presentes na área de estudo, Bacia do Alto Rio Xingu e do Médio Araguaia.

A Subzona Geoambiental Q1A (SZGA Q1A) corresponde aos depósitos fluviais da rede de drenagem dos afluentes da Bacia do Alto Xingu. Os solos



Mapa de Subzonas Geoambientais - Médio Vale do Araguaia, MT -

Legenda

- + Sedes municipais
- Drenagem de referência
- Principais Estradas
- Área em Estudo



Subzonas Geoambientais

- ZGA I (Depósitos Aluvionares) - SZGA Q1A
- ZGA I (Depósitos Aluvionares) - SZGA Q1B
- ZGA II (Grupo Araguaia) - SZGA Q2
- ZGA II (Grupo Araguaia) - SZGA Q3
- ZGA III (Ronuro) - SZGA N1A
- ZGA III (Ronuro) - SZGA N1B
- ZGA III (Ronuro) - SZGA N2A
- ZGA III (Ronuro) - SZGA N2B
- ZGA IV (Grupo Tubarão) - SZGA C
- ZGA V (Grupo Paraná) - SZGA D1
- ZGA V (Grupo Paraná) - SZGA D2
- ZGA VI (Grupo Alto Araguaia) - SZGA NP1
- ZGA VI (Grupo Alto Araguaia) - SZGA NP2A
- ZGA VI (Grupo Alto Araguaia) - SZGA NP2B
- ZGA VII (Grupo Cuiabá) - SZGA NP3
- ZGA VII (Grupo Cuiabá) - SZGA NP4

Base de Dados:
 Folhas topográficas do IBGE, em escala 1:100.000, Água Boa (SD-22-Y-B-I), Canarana (SD-22-V-D-IV), Córrego Canastrão (SD-22-V-C-VI), Fazenda Planalto (SD-22-Y-A-III), Garapu (SD-22-V-C-III), Matinha (SD-22-V-D-V), Ribeirão dos Patos (SD-22-Y-B-II), Rio Tanguro (SD-22-V-D-I) e Rio Turvo (SD-22-V-D-II).

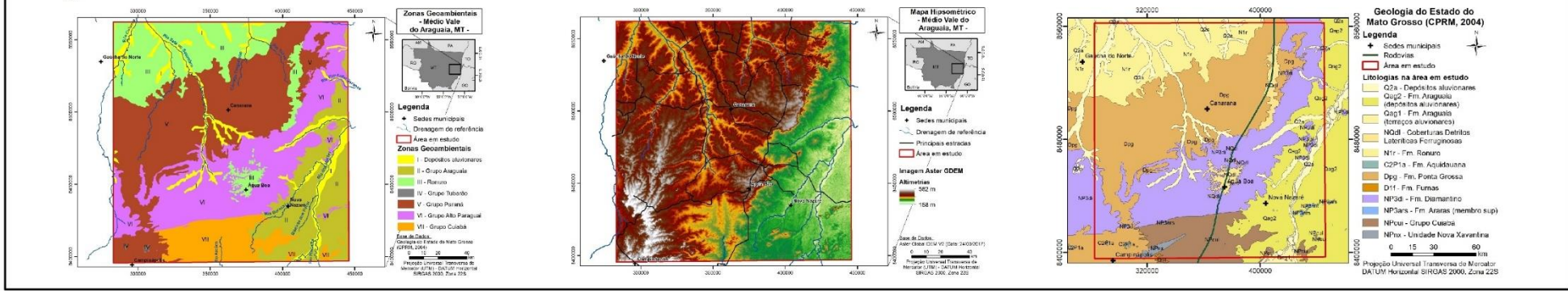
Escala: 0 12,5 25 50 km

Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
 - DATUM Horizontal SIRGAS 2000, Zona 22S

Título: Mapa de Subzonas Geoambientais
 - Médio Vale do Araguaia, MT -

Data: Agosto/2018 **Figura I**

Cartogramas utilizados:



presentes na área são caracterizados por depósitos aluvionares Quaternários vinculados a Formação Ronuro com destaque para os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e GLEISSOLOS HÁPLICOS, todos situados na planície de inundação subatual (242,9 – 327,6 m), com uma complexa composição de meandros abandonados, diques e planícies de inundação sazonal e ou planície de espraiamento sazonal com afogamento de vegetação e humificação das mesmas, compreendendo solos pouco evoluídos, mal drenados e com problemas referentes à percolação de água e disponibilidade de nutrientes. São solos que apresentam textura franco-arenosa, franco-argilosa a argilosa, vinculada a sedimentos arenosos, areno-quartzosos, siltes, argilas, provenientes do retrabalhamento da Formação Ronuro.

Ocorre também a presença de LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos, localizados nas áreas de terraços planos dentro da extensa planície da bacia, formado por areias e argilas e crostas ferruginosas do tipo acumulação relativa de ferro, associadas a variação de lençol freático/horizontes argilosos mais impermeáveis, tendo na porção centro-sul e próximo às cabeceiras a influência nos depósitos aluvionares elementos das litologias da Formação Diamantino, Ponta Grossa e Grupo Cuiabá, uma vez que se encontra como substrato nessa região.

A Subzona Geoambiental Q1B (SZGA Q1B) corresponde aos depósitos fluviais da rede de drenagem dos afluentes da Bacia do Médio Araguaia. De modo geral, a pedogênese na planície do Araguaia é marcadamente influenciada pelos regimes hidrológicos (lençol freático e transbordamento do leito de rios) com classe textural arenosa dominante. A planície do Rio Araguaia é uma superfície relativamente plana, que contém um complexo mosaico de morfologias fluviais, os quais representam estágios evolutivos do sistema canal-planície de inundação (BAYER, 2010). Os solos presentes são PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distrófico A moderado, NEOSSOLOS FLÚVIOS Tb Distróficos e LATOSSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos A moderado.

Os Plintossolos encontrados nessa subzona podem estar vinculados à área de má drenagem e aos sedimentos aluviais recentes, depositados pelo Rio Araguaia, durante o Pleistoceno e o Holoceno (RADAMBRASIL, 1975),

bem como dos sedimentos da Formação Diamantino, que se encontra aflorante em áreas de terraços dentro da ampla planície. Outra possível interpretação coloca os Plintossolos como elementos residuais de superfícies já arrasadas de Latossolos pretéritos que atualmente encontram-se cobertos por sedimentos colúvio-aluvionar depositados pelos rios, sofrendo truncamento e exumação do substrato plíntico/caulinítico em planície de espraiamento sazonal com afogamento de vegetação preexistente gerando posteriormente humificação. Nas áreas de espraiamento dos rios de maior porte têm-se os NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos que apresentam restrição causada pela baixa retenção de umidade durante o período seco, considerando que o uso destes solos deve ser restrito.

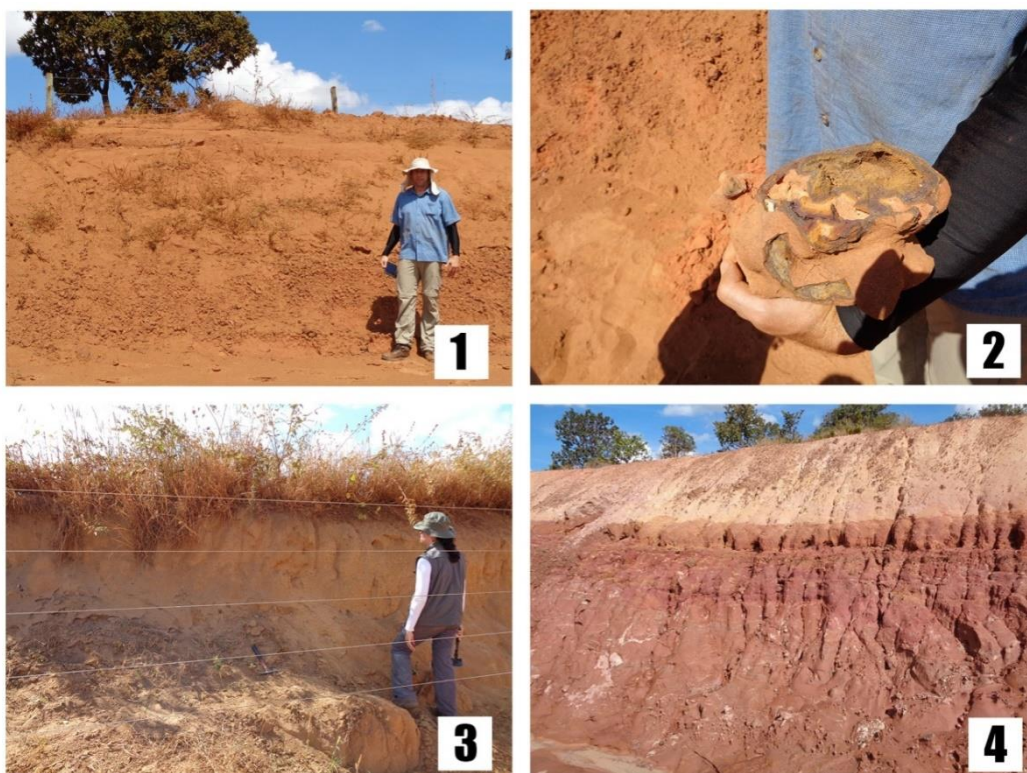
A ZGA II (Grupo Araguaia), por sua vez, ocupa 13,9 % da área total e ocorre na porção leste da área de estudo, compreendendo a bacia hidrográfica do Médio Araguaia, uma vasta superfície rebaixada com altimetria variando de 242,9 a 327,6 metros. A ZGA II foi dividida em duas (2) Subzonas Geoambientais (Q2 e Q3) e corresponde a uma continuidade da SZGA Q1B, sendo caracterizada por planícies modeladas de depósitos aluvionares subatuais, que se encontram nos interflúvios, caracterizadas por lagoas temporárias e/ou permanentes e drenagem. É constituída por uma área periodicamente inundável, com a presença de sedimentos argiloso-siltosos e arenosos semi-inconsolidados de terrenos quaternários. Ocorre também na área sedimentos provenientes das Formações Diamantino, arenitos finos e siltitos e Formação Araras (Membro Superior), localizado em porções mais elevadas da extensa planície, em morros testemunhos, constituído de solos pouco desenvolvidos sobre calcário dolomítico. Os solos sobre este afloramento calcário, são constituídos por um conjunto de metamorfítos que compõem o Cinturão Araguaia, de idade Pré-Cambriana, predominam rochas de baixo grau metamórfico, representadas por xistos, filitos, ardósias, metargilitos e metassiltitos, ocorrendo, ainda, rochas vulcânicas básicas serpentinizadas, calcários e mármore. Quando ocupadas por Florestas Estacionais Deciduais (FELFILI, 2001), sobre afloramentos de rochas calcárias ou basálticas, dão origem a solos de elevada fertilidade natural quando rasos.

A subzona Q2 corresponde a planaltos muito baixos, suavemente ondulados, situados em uma pequena porção na região sudeste da ZGA II,

caracterizado pelo predomínio de LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico petroplíntico. A presença de petroplintitas pode ser um indicativo da presença de condições oxidantes em clima quente e úmido intercalado com períodos de clima mais seco tanto no tempo atual e/ou pretérito.

A subzona Q3, que engloba o restante da área, é caracterizada por PLINTOSSOLOS HÁPLICOS, PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (Figura 16). Os PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS e HÁPLICOS geralmente possuem drenagem restrita, devido principalmente a sua posição na paisagem, localizados na porção inferior dos terraços e nas várzeas deprimidas da área, bem como a presença do horizonte plíntico. Dessa forma, quando utilizados para a agricultura, práticas de manejo adequadas a estas condições são requeridas, visando controlar a dinâmica interna da água, para não favorecer o endurecimento irreversível da plintita, com limitação de enraizamento das plantas (LESPCH, 2011).

Figura 16 - Caracterização de um CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico pertencente a subzona Geoambiental Q3. (1) e (3) perfil do solo, (2) concreção botroidal com presença de arenito inconsolidado em seu interior (3) siltito da Formação Diamantino.



A ZGA III (Grupo Ronuro) ocupa 15,7% da área total, correspondendo a terceira maior Zona Geoambiental da região de estudo e foi dividida em (4) quatro subzonas (SZGA): N1A, N1B, N2A e N2B. Ela conta com os sedimentos da Formação Ronuro (Terciário), localizada na porção norte da área e as Coberturas Detrítico-Lateríticas Ferruginosas do limite do Terciário/Quaternário (1.8 M.a), que por sua vez, se localizam na porção central da área e em platôs dispersos na extensão da Serra do Roncador.

As Subzonas N1A e N1B apresentam solos derivados de sedimentos, em sua maioria, da Formação Ronuro (areia, silte, argila, cascalhos, lateritas), com materiais superficiais predominantemente arenosos, com granulação média a fina, mal arredondados e bastante permeáveis, superficialmente, encontram-se recobertos por material orgânico em decomposição e pedogenizados. Estão desenvolvidos em áreas de pouca declividade, correspondendo a planícies subatuais, planaltos muito baixos a planaltos baixos. A SZGA N1B apresenta LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Álicos com textura argilosa a médio argilo-arenosa e se encontram na porção centro-nordeste da área. Já a Subzona N1A apresenta LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Álicos, CAMBISSOLOS ÁLICOS e NEOSSOLO QUARTZARÊNICOS Órticos com textura arenosa a média arenosa, e estão localizados na porção centro-noroeste da Zona Grupo Ronuro (Figura 17).

Figura 17- Caracterização de um NEOSSOLO QUARTZÂRENICO Órtico presente na Subzona Geoambiental N1A. (1) uso do solo por pastagem e (2) perfil do solo.



As outras duas Subzonas Geoambiental N2A e N2B, que pertencem ao Grupo Ronuro são caracterizadas por LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS DISTRÓFICOS plíntico, LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos petroplíntico e PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários, com influência de cangas lateríticas mais frequentes nas bordas soerguidas da planície do Araguaia.

A ZGA IV (Grupo Tubarão) ocupa apenas 0,1% da área total, situando-se em pequenas manchas no extremo sudoeste da área e sendo representado pela Formação Aquidauana (Carbonífero-Permiano) constituída por arenitos vermelho a róseo, de textura média a grosso, arenito esbranquiçado, conglomerado, siltito, folhelho, arenito fino laminado (vermelho a róseo) e diamictitos. São encontrados CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico, com textura média a argilosa localizados em planaltos baixos e médios.

O ZGA V (Grupo Paraná) ocorre em uma extensa faixa que vai de oeste a nordeste da região de estudo ocupando 31,8% da área total, correspondendo a maior Zona Geoambiental identificada. A ZGA V ocupa os planaltos muito baixos (327,7 a 412,4 metros) e os planaltos baixos (412,5 a 497,2 metros), planos a suavemente ondulados, representada pela Formação Furnas e pela Formação Ponta Grossa. As Subzonas pertencentes a Zona Geoambiental V apresentam como característica comum, possuírem solos com sedimentos retrabalhados das Formações Furnas e Ponta Grossa, pertencentes ao período Devoniano. Ocorre a presença de mais areno-argiloso, encontrando-se crostas ferruginosas.

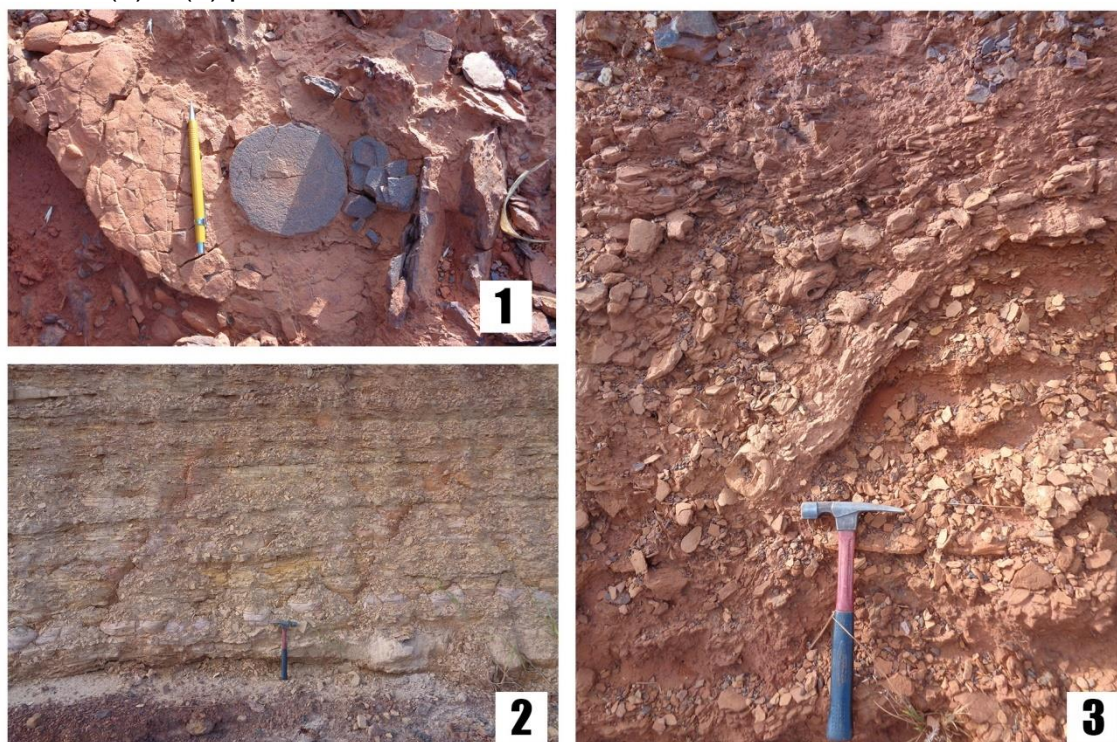
A Subzona Geoambiental D1 está presente em uma pequena porção no extremo sudoeste da área onde existe o afloramento da Formação Furnas (arcóseo grosso, imaturo, arenito conglomerático fino e arenito interdigitado com argilito, siltito e folhelho), caracterizado por CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos lépticos e NEOSSOLOS LÍTICOS Distróficos com textura arenosa a médio argilosa num relevo caracterizado por planaltos baixos a médios fortemente ondulados.

A Subzona Geoambiental D2 está presente na porção central da área de estudo, caracterizada por solos com sedimentos retrabalhados da Formação Ponta Grossos (folhelhos com lentes de arenitos finos, folhelhos carbonosos,

arenito siltico e pélitico), conferindo textura arenosa, média a argilosa. As classes de solos encontradas são formadas por NEOSSOLOS QUARTZARENICOS Distróficos, PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, PLINTOSSOLOS ÁLICOS, LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS distróficos, CAMBISSOLOS DISTRÓFICOS, LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Álicos. O relevo apresenta-se com uma variação desde planaltos muito baixos a planaltos baixos, com relevo suave ondulado. Nos trechos próximos a rios de maior entalhe ocorrem relevos mais dissecados, sustentados por material laterítico, que acompanha níveis mais siltosos do embasamento.

Nestas áreas ocorre uma forte convexização dos topos, onde afloram as lateritas, enquanto as vertentes desenvolvem-se com perfis retilíneos, com material coluvial areno-argiloso. O material superficial desta área é composto por material pedogenizado da Formação Ponta Grossa (Figura 18). Desta forma, nos topos ocorrem materiais areno-argilosos e nas vertentes mais íngremes materiais em crosta laterítica. Os solos predominantes são os Solos Concrecionários e LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS.

Figura 18 - Caracterização de um PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico presente na Subzona Geoambiental D2. (1) estrutura com cobertura férrica, (2) e (3) perfil do solo.



A ZGA VI (Grupo Alto Paraguai) ocupa 23,2% da área total, correspondendo a segunda maior Zona Geoambiental da área de estudo, em uma faixa central ao longo da Serra do Roncador à sul da ZGA V. Os sedimentos encontrados na ZGA VI são derivados da Formação Diamantino (Ediacarano Superior), formado por folhelho, argilito, siltito e arcóceos. A ZGA VI foi dividida em três (3) Subzonas Geoambientais (SZGA): NP1, NP2A e NP2B. As formações superficiais são predominantemente arenosas, com granulometria fina e localmente predomínio de siltes, originários da desagregação de siltitos do embasamento. Os solos predominantes nesta área são do tipo Cambissolos e Latossolos.

Os solos encontrados na SZGA NP1 correspondem a LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Distróficos, LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos. Na SZGA NP2A correspondem a CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos, NEOSSOLOS LITÓLICOS entre outros. Nos planaltos baixos e médios com textura do solo variando de médio, médio argiloso a médio/médio cascalhento tem se CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos, LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Distróficos.

As Zonas Geoambientais ZGA III, ZGA IV, ZGA V e ZGA VI estão localizadas, em sua grande parte, na Bacia hidrográfica do Alto Xingu.

A ZGA VII (Grupo Cuiabá) ocupa o extremo sul da área em estudo apresentando as maiores altimetrias (497,3 a 582 metros) em um relevo ondulado à fortemente dissecado, representado por materiais provenientes do Grupo Cuiabá e da Unidade Metavulcanossedimentar Nova Xavantina.

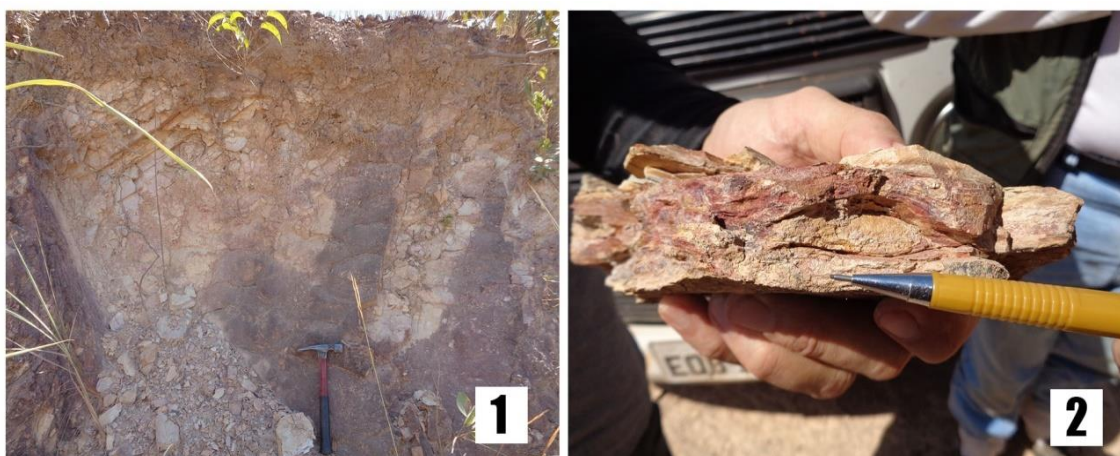
O Grupo Cuiabá presente na área é representado pela Formação Campina de Pedras caracterizada por quartzito, metarenito, filitos, filito grafitoso e filito conglomerático e a Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina, é constituída por um conjunto de rochas metavulcânicas predominantemente de composição intermediária a básica, anfibolito, micaxisto, filito sericitico, filito grafitoso, metabasalto, metatufo, metandesito, metaconglomerado e formação ferrífera.

Os padrões de drenagem presente na ZGA VII são em sua maioria dendrítico e subdendrítico com uma alta densidade de drenos, mas também tem a ocorrência dos padrões paralelos e de treliça. A presença do padrão paralelo confirma a declividade íngreme da área, já a presença do padrão

treliça, confirma a existência de estratos sedimentares inclinados ou dobrados, rochas vulcânicas ou metassedimentos de baixo grau (HOWARD, 1967), bem como a estruturação do embasamento, uma vez que essas características definem esse padrão. Tal configuração de drenagem corresponde aos afluentes que compõe a cabeceira dos rios Sete de Setembro e Culuene, principais corpos hídricos desta bacia. Notam-se muitos afluentes perpendiculares aos rios principais, sendo comum a presença de candelabros.

A subzona NP3 possui solos cuja contribuição provém do retrabalhamento do substrato da Formação Campina de Pedra (Figura 19). Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS e LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS presentes nessa subzona se encontram nos planaltos baixos e suavemente ondulados, apresentando uma textura média argilosa a argilosa. Já nos taludes e áreas com maior declividade e dissecação do relevo se encontra os NEOSSOLOS LITÓLICOS e os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários.

Figura 19 - Caracterização de um NEOSSOLOS LITÓLICOS presente na Subzona Geoambiental NP3. (1) perfil de solo e (2) material litólico.



As Zonas Geoambientais ZGA V (Grupo Paraná) e ZGA VI (Grupo Alto Paraguai) que ocupam a maior extensão da área são as que apresentam as melhores terras para cultivo de culturas anuais e semiperenes. De forma antagônica, ZGA Grupo Cuiabá (ZGA VII) apresenta as áreas com maiores limitações quanto a este tipo de uso.

Nas áreas que apresentam solos pouco desenvolvidos, com caráter plíntico, petroplíntico e concrecionário são mais suscetíveis à erosão e frágeis

ambientalmente, uma vez que se encontram nos planaltos baixos e médios fortemente ondulados e dissecados da área, portanto tem indicado para reflorestamentos, prevenindo assim os impactos ambientais negativos a dinâmica da paisagem, ou ainda indicadas para pastagens com restrições como o caso.

A divisão das zonas em subzonas geoambientais, empregando informações de dissecções, morfoestruturas, e unidades fisiográficas, permite direcionar as restrições e potencialidades de uso e ocupação em relação à capacidade suporte do meio físico de cada subzona.

5.2 SUSCETIBILIDADE NATURAL A EROSÃO DA REGIÃO DO MÉDIO VALE DO ARAGUAIA-MT.

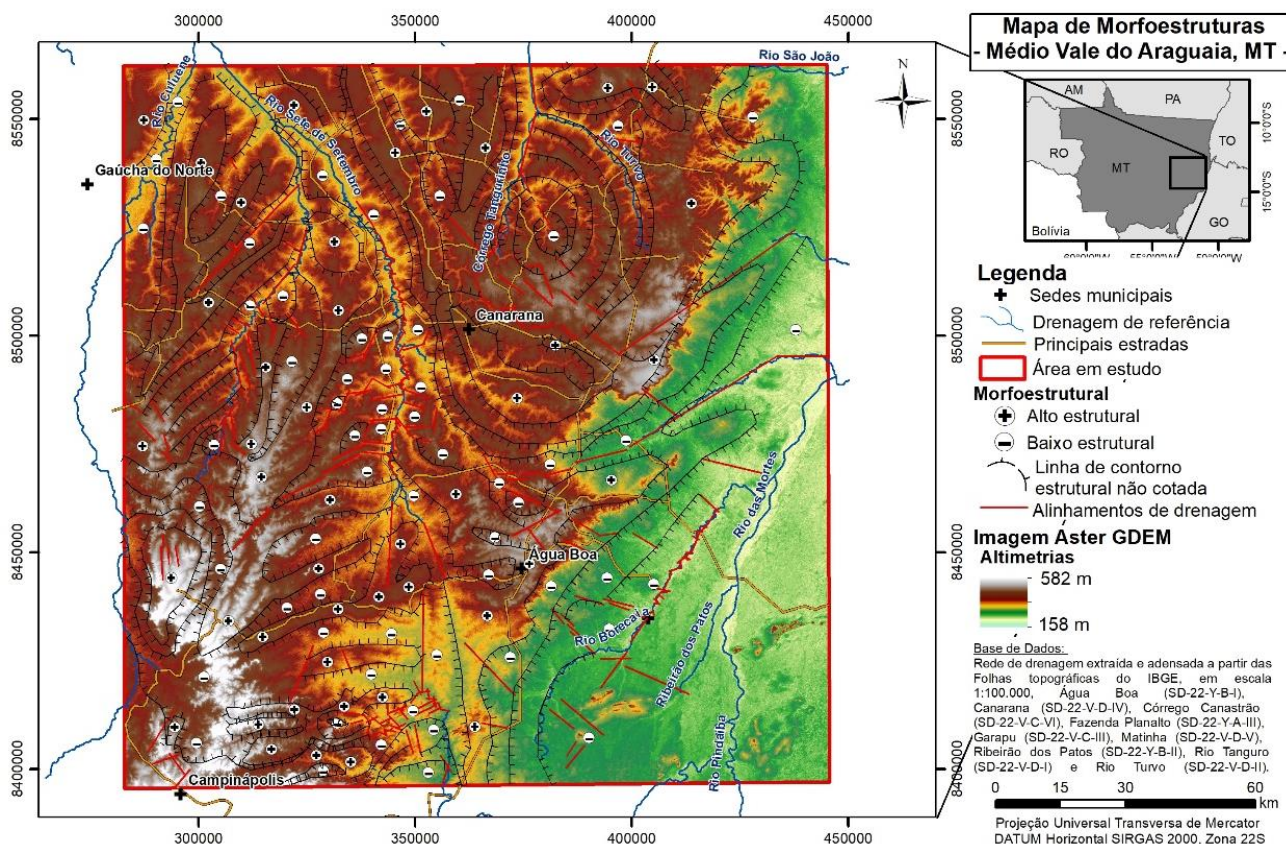
O mapa de suscetibilidade natural à erosão foi elaborado a partir da integração das informações da paisagem (unidade de relevo), morfotectônicas (*trends* estruturais, isovalores de densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais) e morfoestruturais (morfoestruturas associadas às altimetrias) gerando quatro (4) classes de suscetibilidade Natural a Erosão para a área de estudo.

5.2.1 Caracterização Morfoestrutural

A caracterização Morfoestrutural da área de estudo teve como base a drenagem extraída e adensada a partir das folhas topográficas, com a respectiva identificação das formas anômalas de drenagem (Figura 20). Os dados hipsométricos foram analisados conjuntamente as morfoestruturas, facilitando uma indicação de usos mais adequados para cada associação (altos estruturais/altos topográficos; altos estruturais/baixos topográficos; baixos estruturais/altos topográficos; baixos estruturais/baixos topográficos). Essa análise foi baseada nos estudos de Jiménez-Rueda et al. (1989a, 1993), Lima (1995), Mattos et al. (1982); Soares e Fiori (1976), Veneziani e Anjos (1982), e buscou compreender a dinâmica da paisagem da região analisada, entender suas potencialidades e limitações quanto ao uso.

Para a discussão dos resultados foram utilizadas as altitudes locais (Mapa hipsométrico) as ocorrências geológicas, as pedológicas e as relações entre morfoestrutura e morfometria e suas aplicações para as atividades agropastoris apresentadas no Quadro 1 adaptado do estudo de Jiménez-Rueda et al. (1993)

Figura 20 - Mapa Morfoestrutural da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



O mapa Morfoestrutural da área de estudo (Figura 20) mostra que, de uma forma geral, a área de estudo atualmente está contida em um sistema intensamente fraturado, gerando paisagens de abatimento e soerguimento em blocos (*horsts* e *grabens*), com altos e baixos estruturais deformados e altos e baixos topográficos intercalados.

Os altos e baixos estruturais apresentam-se, em sua maioria, alongados muito perturbados e/ou limitados por discontinuidades, o que reforça a hipótese de a área ter passado por diferentes processos deformacionais (YAKUSHOVA, 1986) que atuaram, em geral, sobre antigas zonas de fraqueza (descontinuidades), reativando-as.

Dentre os solos presentes na área de estudo, a classe dos Latossolos recebe destaque, apresentando uma maior diversidade e distribuição na área de estudo. Tais solos estão relacionados fortemente ao processo de intemperização e a intensa lixiviação, propriedades que podem ser vinculadas a altos estruturais. Uma vez que, os altos estruturais estão associados a

sistemas abertos (locais exorréicos), com intensa circulação de água, com presença de solos mais evoluídos e muito permeáveis, com intensa lixiviação de nutrientes e translocação de material coloidal.

Desse modo, podemos supor que a região em estudo esteve inserida, em um momento no tempo, em um alto estrutural de extensão regional que passou por processos deformacionais posteriores, gerando altos e baixos estruturais abatidos. Tal paisagem é caracterizada atualmente por coberturas de alteração intempérica (CAI's) com processos pedogênicos sobrepostos a processos pretéritos de Latossolização, Ferruginização, Laterização e por vezes, Melanização, vinculados ao alto estrutural regional.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Distróficos, LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS Álicos e LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS DISTRÓFICOS plínticos, ambos com textura média encontra-se distribuídos em sua maioria em altos estruturais e altos topográficos (planaltos médios), bem como em baixos topográficos (planaltos muito baixos e planícies de inundação subatual). Já os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos com textura argilosa, encontram-se em baixos estruturais abatidos, vinculados a altos topográficos. Tais características indicam que o manejo agrícola mais adequado seria a rotação de culturas anuais e culturas semi-perenes e/ou reflorestamentos.

Na Bacia hidrográfica do Médio Araguaia, na porção leste da área de estudo, tem-se o predomínio de baixos estruturais deformados e encaixados em falhas, associados a baixos topográficos (planícies aluviais atuais e subatuais, em sua maioria, dos afluentes do rio das Mortes), deste modo, são áreas com solos menos desenvolvidos com coberturas de alteração intempérica provenientes de Melanização, Gleização e Cambissolização (Jiménez-Rueda et. al.,1989a e 1993). Pelos baixos estruturais estarem associados a sistemas fechados, endorréicos, podemos considerar que a área analisada apresenta uma circulação de água baixa e direcionada com a retenção de mesma.

Na porção sudoeste da bacia têm-se as maiores altimetrias (582 metros) com planaltos fortemente dissecados e altos e baixos estruturais intensamente deformados, com direção preferencial dos lineamentos NW e do sistema de *trends* NE. Os altos estruturais associados a estes altos topográficos

fortemente dissecados e fraturados condicionam um intenso intemperismo e lixiviação, mesmo considerando a propriedade dos altos estruturais de serem mais estáveis ambientalmente. A presença de lineamentos e *trends* estruturais nessas áreas conduzem a erosões intensas e promove o aparecimento de solos menos evoluídos, devido ao domínio da morfogênese sobre a pedogênese e fertilidade potencial do solo baixa, normalmente.

Contudo, podemos considerar também que essa área corresponde a um alto estrutural regional que vem sofrendo deformações, gerando vários altos e baixos estruturais, conferindo propriedades de altos estruturais, sobreposta a propriedades de baixos estruturais. O fato de esta deformação acompanhar os limites preferenciais NW e ao mesmo tempo apresentar *trends* com direções NE perpendicular a tais lineamentos pode ser um indicativo das reativações modernas da transcorrência Transbrasiliana (N30E) promovendo vales amplos de fundo chato com uma marcante presença de rios meandранtes.

Em tais áreas pode ser encontrado, sequencias de solos e/ou restos de antigas superfícies geossistêmicas regionais, caracterizado por volumes de alteração intempérica (VAI's) lateríticos ou denominados de plíntico ou petroplínticos, podendo ser contínuos na área ou estarem em diferentes altimetrias, com o substrato enterrado ou exumado, por efeito da tectônica moderna e de sua repetitiva ciclicidade.

A paisagem nessas áreas, por sua vez, é composta por uma miscelânea de solos, devido a frequente e intensa variação dos cinturões tectônicos denominado de Domínio dos solos Azonais (SILVERSET, 1875) e aparentemente confirmado por este trabalho. Nessa área, também ocorre a presença de Gleissolos com efeitos superpostos pela tectônica moderna, mantendo-se saturados em água por mais tempo, contribuindo com a exploração agropastoril da área.

Na Bacia do Alto Xingu, porções oeste e noroeste da área, os altos estruturais apresentam se deformados em formas alongadas e interdigitadas intercalados com baixos estruturais encaixados em falhas e com grande quantidade de fraturamento. Os baixos estruturais encaixados em falhas associados a altos topográficos conferem a essa região, uma suscetibilidade natural à erosão alta e forte intemperismo, contudo, os solos tendem a serem mais evoluídos e férteis, devido a sua característica retentora.

Os altos estruturais associados com altos topográficos apresentam uma suscetibilidade a erosão baixa, entretanto essa associação na área de estudo encontra-se fraturada, aumentando assim, a fragilidade ambiental em relação a caracterização dessa associação. Tais áreas apresentam uma lixiviação intensa, com solos mais evoluídos como os Latossolos Distróficos, contudo a fertilidade dos solos é muito baixa. Ocorre também na área baixo estrutural com *trends* de fratura, o que promove maior fragilidade, sendo recomendado um manejo muito cuidadoso.

5.2.2 Caracterização Morfotectônica

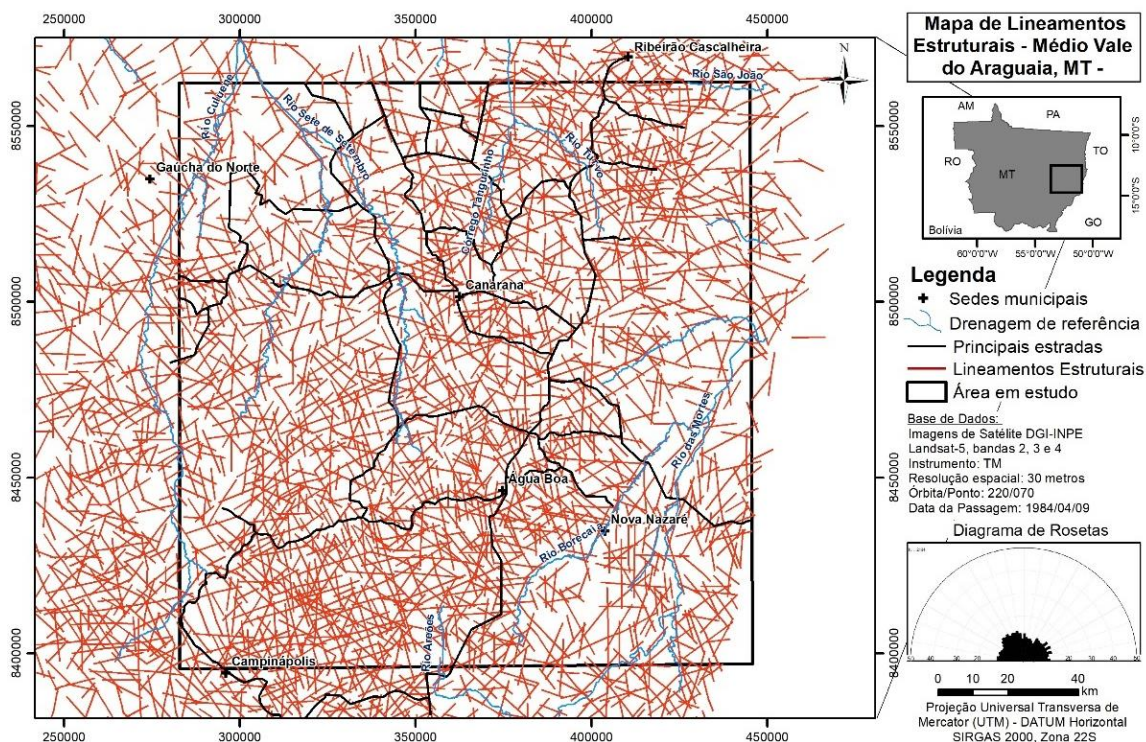
A caracterização da morfotectônica da área de estudo parte da análise das unidades do relevo e as estruturas tectônicas (falhas, fraturas e *trends*), uma vez, que ocorre uma relação entre as deformações da crosta terrestre com os processos erosivos sedimentares (SUGUIO, 1999). Assim sendo, a esta análise permite delimitar as áreas intensamente fraturadas, mais frágeis e suscetíveis à erosão (CRISÓSTOMO-NETO, 2003; MATTOS et al., 2002; RODRIGUES, 2000) e, conseqüentemente, áreas onde as atividades agropastoris devem ser mais cautelosas ou área de proteção ambiental.

A detecção das estruturas tectônicas como por exemplo, a presença de falhas, representantes de mudanças nas posições dos planos rochosos (SUGUIO, 1999), pode ser evidenciada, mesmo que indiretamente, pela morfologia dos lineamentos de drenagem (HASUI;MIOTO, 1992). Assim, a análise do condicionamento dos lineamentos estruturais é possibilitada pelo arranjo linear da drenagem (LIMA, 1995). Desta forma, lineamentos de drenagem podem ter sido deslocados por lineamentos estruturais, evidenciando a influência da tectônica na estruturação da paisagem, alterando o nível de base, deslocando blocos e gerando estruturas do tipo *horste graben* (SUGUIO, 1999), comumente associados a falhas normais (MACHADO; SILVA, 2000).

O mapa de lineamentos de drenagem da região do Médio Vale do Araguaia (Figura 21) apresenta elevada quantidade de lineamentos diversamente orientados, o que evidencia a ocorrência de vários eventos estruturais ou de deformação superpostos. Este mapa conjuntamente com o

mapa de *trends* será imprescindível para a definição da suscetibilidade natural à erosão, a qual subsidiará o mapa de capacidade de suporte natural, possibilitando melhor direcionamento para o uso.

Figura 21 – Mapa de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



Os lineamentos de drenagem com maior densidade na área de estudo são os de direção NW, evidenciado no diagrama de rosetas. Tais lineamentos estão deslocando os lineamentos de drenagem de direções NS e NE, uma vez que sua ação sobrepõe os demais lineamentos, indicando atividade tectônica mais recente com essa direção. A porção leste da área de estudo, correspondente a planície colúvio-aluvionar da bacia hidrográfica do Médio Araguaia está inserida na transcorrência Transbrasiliiana com lineamentos de direção 30NE. A partir do mapa de lineamentos estruturais da área foi confirmado o grande grau de fraturamento da região, com maior concentração de lineamentos na porção sudoeste (maior altimetria).

A concentração de lineamentos e/ou o cruzamento entre eles indicam áreas mais fraturadas e, conseqüentemente, mais suscetíveis à erosão, necessitando assim de cuidados especiais para o seu uso, como evidenciado

na Figura 22, apresentado um dos pontos com presença de *trends* estruturais confirmados em campo, estes sobrepostos a um lineamento estrutural no sentido da estrada.

Figura 22 – Reflexo em superfície de falhas em profundidade com movimentação de blocos – trends estruturais sobrepostos com direções NS, EW, N30E, N10W e N30W.



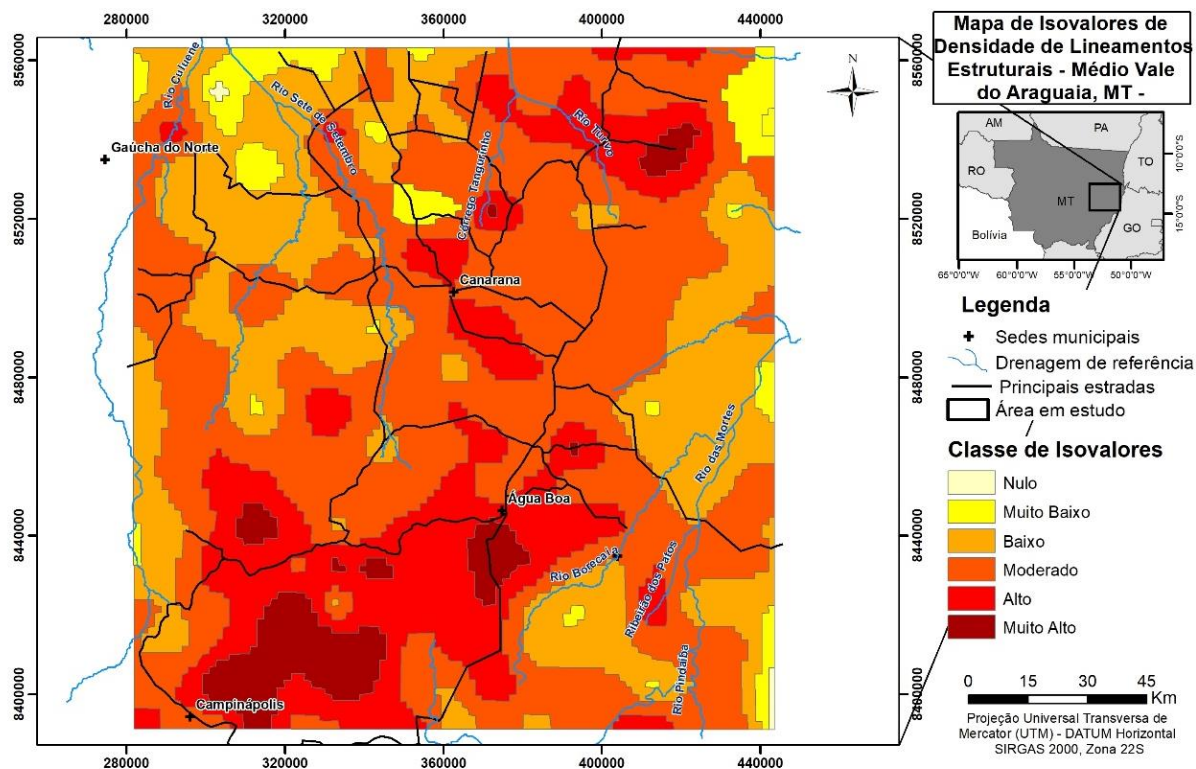
Ponto de campo nº 26, coordenadas -364750/ 8492369 (Zona 22S)

O mapa de Isovalores de Densidade de Lineamentos Estruturais do Médio Vale do Araguaia/MT (Figura 23) indica que a área de maior densidade de lineamentos (classes de isovalores alto e muito alto) e por sua vez, com maior instabilidade e suscetível à processos erosivos, encontra-se nos planaltos médios ondulados a fortemente dissecados localizado principalmente na porção sudoeste da área, englobando a região da sede do município de Água Boa. A elevada densidade de lineamento também ocorre na região próxima à sede do município de Canarana e na porção nordeste da área de estudo.

Já as classes com isovalores muito baixo e baixo de densidade de lineamentos encontram-se na porção noroeste e leste da área, compreendendo

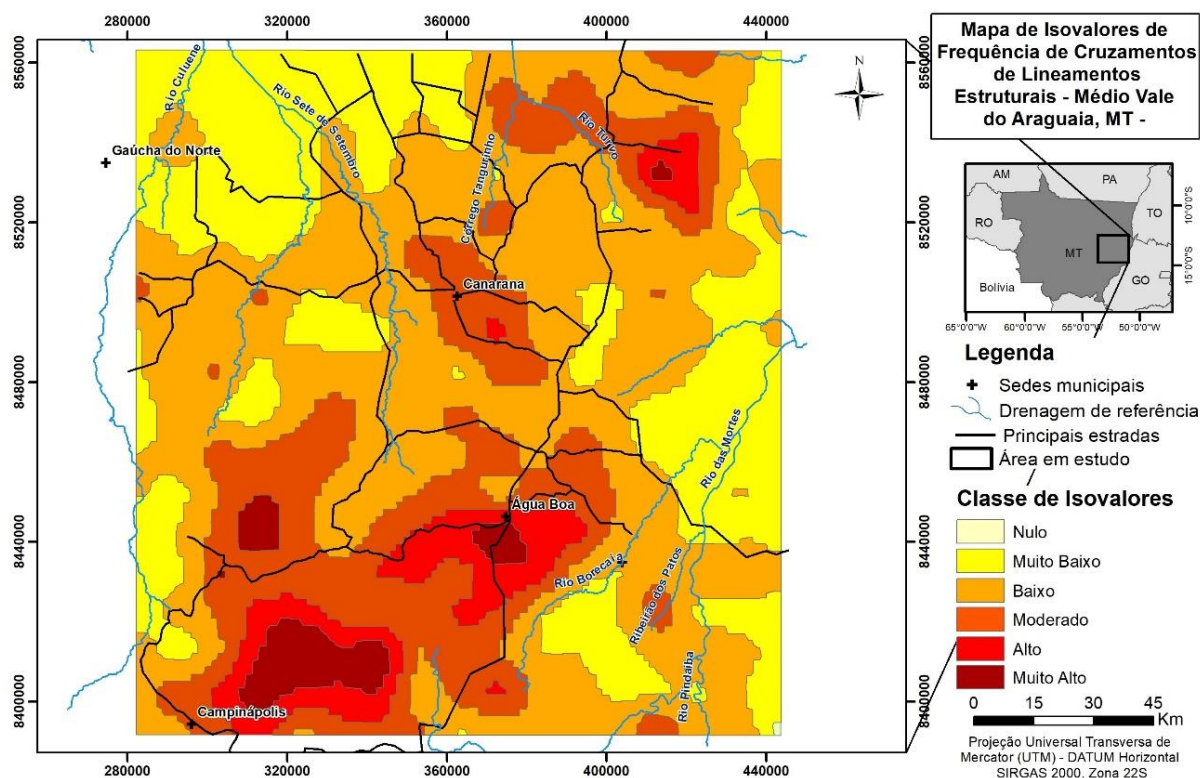
os planaltos muito baixos e as planícies colúvio-aluvionares das bacias hidrográficas do Alto Xingu e Médio Araguaia.

Figura 23 – Mapa de Isovalores de Densidade de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



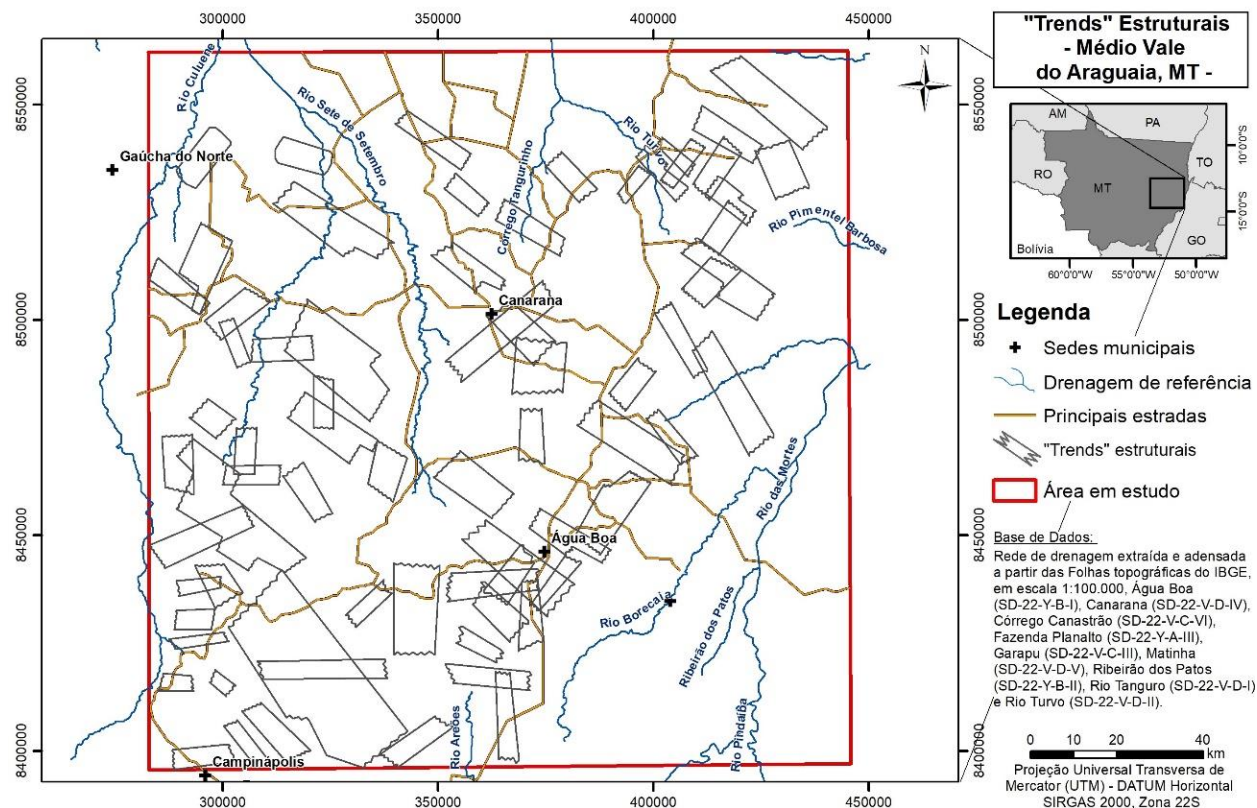
Quando observado o mapa de Isovalores de Frequência de cruzamento de lineamentos estruturais do Médio Vale do Araguaia/MT (Figura 24), tem-se uma correlação com o mapa de densidade de lineamentos, confirmando que a região sudoeste, porção da região central e nordeste merecem uma atenção especial, já que apresentam uma maior instabilidade do terreno com relação as diversas intervenções de uso.

Figura 24 – Mapa de Isovalores de Frequência de Cruzamentos de Lineamentos Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.



O Mapa de *trends* estruturais da área de estudo (Figura 25) traz o predomínio da direção NW, sobrepostas por estruturas de direção NE e, subordinadamente, por estruturas de direção NS e EW, refletindo as reativações mais modernas dos grandes lineamentos presentes na região. Suas maiores concentrações e sobreposições ocorrem nas regiões próximas as sedes dos municípios de Água Boa e Canarana e na porção nordeste da área, corroborando com os valores elevados de densidade de lineamentos estruturais e frequência de cruzamento de lineamentos também encontrados nessas áreas. A presença de *trends*, feixes de juntas alinhados, representando, em superfície, reflexo de falhamentos profundos com movimentação de blocos, indica reativações neotectônicas, maior fraturamento na rocha, e apresentando maior fragilidade ambiental.

Figura 25 – Mapa de Trends Estruturais da área de estudo, Médio Vale do Araguaia/MT.

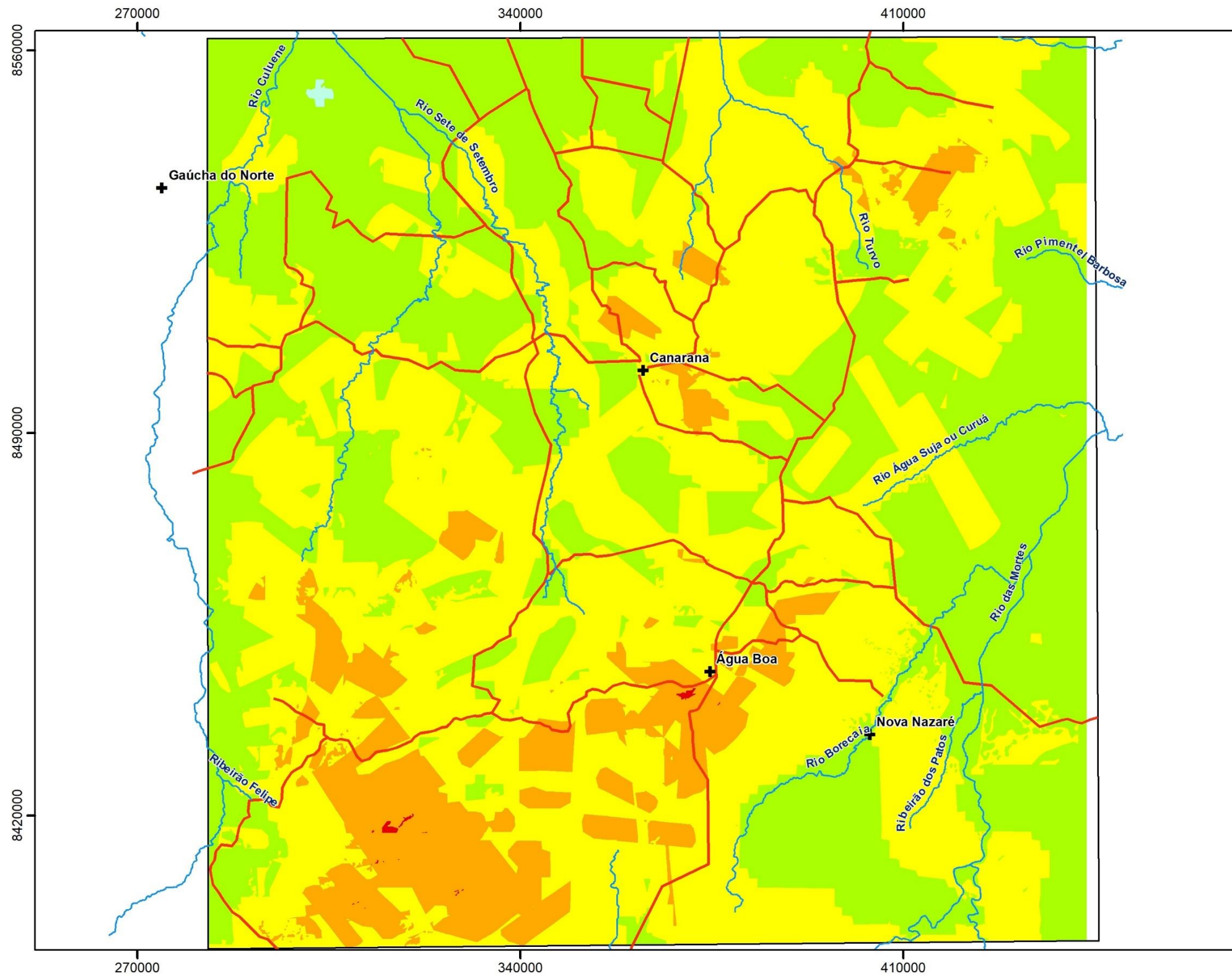


5.2.3 Suscetibilidade Natural a Erosão

Com os dados discutidos sobre o relevo (unidade da paisagem), morfotectônica (*trends* estruturais, isovalores de densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais) e morfoestrutural (morfoestruturas associadas às altimetrias), foram cruzadas as informações e feita à média aritmética dos valores para cada área gerada, obtendo-se quatro classes de suscetibilidade natural à erosão: “muito baixa”, “baixa”, “moderada”, “alta” e “muito alta”, apresentadas na Figura II.

Quando verificado o mapa das classes de suscetibilidade a erosão, a classe muito alta só ocorre em pequenas porções na região sudoeste da área de estudo e próximo a cidade de Água Boa, indicando assim que tais locais devem ser direcionados para a preservação permanente, uma vez que qualquer intervenção nestes locais pode levar a processos erosivos profundos.

Na região sudoeste da área de estudo, estendendo-se até a região de entorno da sede do município de Água Boa e Canarana, bem como o nordeste



Mapa de Suscetibilidade Natural à Erosão - Médio Vale do Araguaia, MT -

Legenda

- + Sedes municipais
- Drenagem de referência
- Principais Estradas
- Área em Estudo



Suscetibilidade Natural à Erosão

- 1 - Muito baixa
- 2 - Baixa
- 3 - Moderada
- 4 - Alta
- 5 - Muito alta

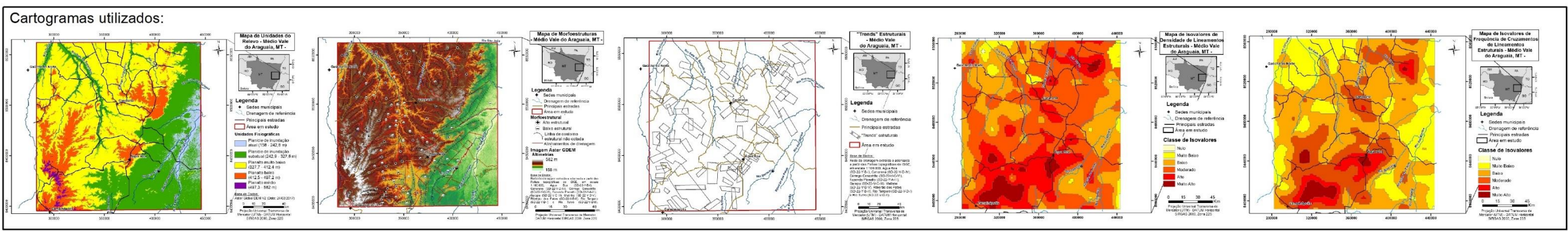
Base de Dados:
 Folhas topográficas do IBGE, em escala 1:100.000, Água Boa (SD-22-Y-B-I), Canarana (SD-22-V-D-IV), Córrego Canastrão (SD-22-V-C-VI), Fazenda Planalto (SD-22-Y-A-III), Garapu (SD-22-V-C-III), Matinha (SD-22-V-D-V), Ribeirão dos Patos (SD-22-Y-B-II), Rio Tanguro (SD-22-V-D-I) e Rio Turvo (SD-22-V-D-II).

Escala: 0 12,5 25 50 km

Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
 - DATUM Horizontal SIRGAS 2000, Zona 22S

Título: Mapa de Suscetibilidade Natural à Erosão - Médio Vale do Araguaia, MT -

Data: Agosto/2018 **Figura II**



da área, tem-se uma alta suscetibilidade a erosão, condicionada diretamente pela presença de alta densidade de lineamentos estruturais, alto frequência de cruzamento de lineamentos e presença e/ou sobreposição de *trends*.

As demais áreas que ficam em uma larga faixa que se estende do sudoeste ao nordeste da área possuem uma moderada suscetibilidade natural a erosão. Nesta área, o manejo do solo deve ser realizado de modo mais cauteloso, evitando assim o desenvolvimento e/ou agravamento de processos erosivos, como ravinas e voçorocas.

Já as áreas com baixa suscetibilidade a erosão estão localizadas nos planaltos baixos e planícies colúvio-aluvionares atuais e subatuais das bacias hidrográficas do Alto Xingu e do Médio Araguaia.

5.3 PROGNÓSTICO AMBIENTAL: ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS COMO SUBSÍDIOS PARA TOMADA DE DECISÕES

5.3.1 Capacidade Suporte Natural

A preocupação do homem com a quantidade de pessoas que um local é capaz de sustentar é muito antiga. Aristóteles e Platão já analisavam e propunham tamanhos ideais para a população de uma cidade. Entretanto, apenas no fim do século XVIII, quando o sociólogo inglês Thomas Malthus afirmou que a população humana tende a crescer de forma geométrica e a produção de alimentos de forma aritmética, foi difundida a discussão sobre o crescimento populacional e a produção de bens/insumos necessários para o seu sustento (MACHADO, 1999).

Entre as décadas de 1980 e 1990 voltou a ser discutida a densidade e concentração populacional e a disponibilidade e forma de uso dos recursos naturais, sob a perspectiva da *capacidade de suporte natural*, definida por Verocai (1997) como “níveis de utilização dos recursos ambientais que o ecossistema pode suportar, garantindo a sustentabilidade e conservação de tais recursos e o respeito aos padrões de qualidade ambiental”.

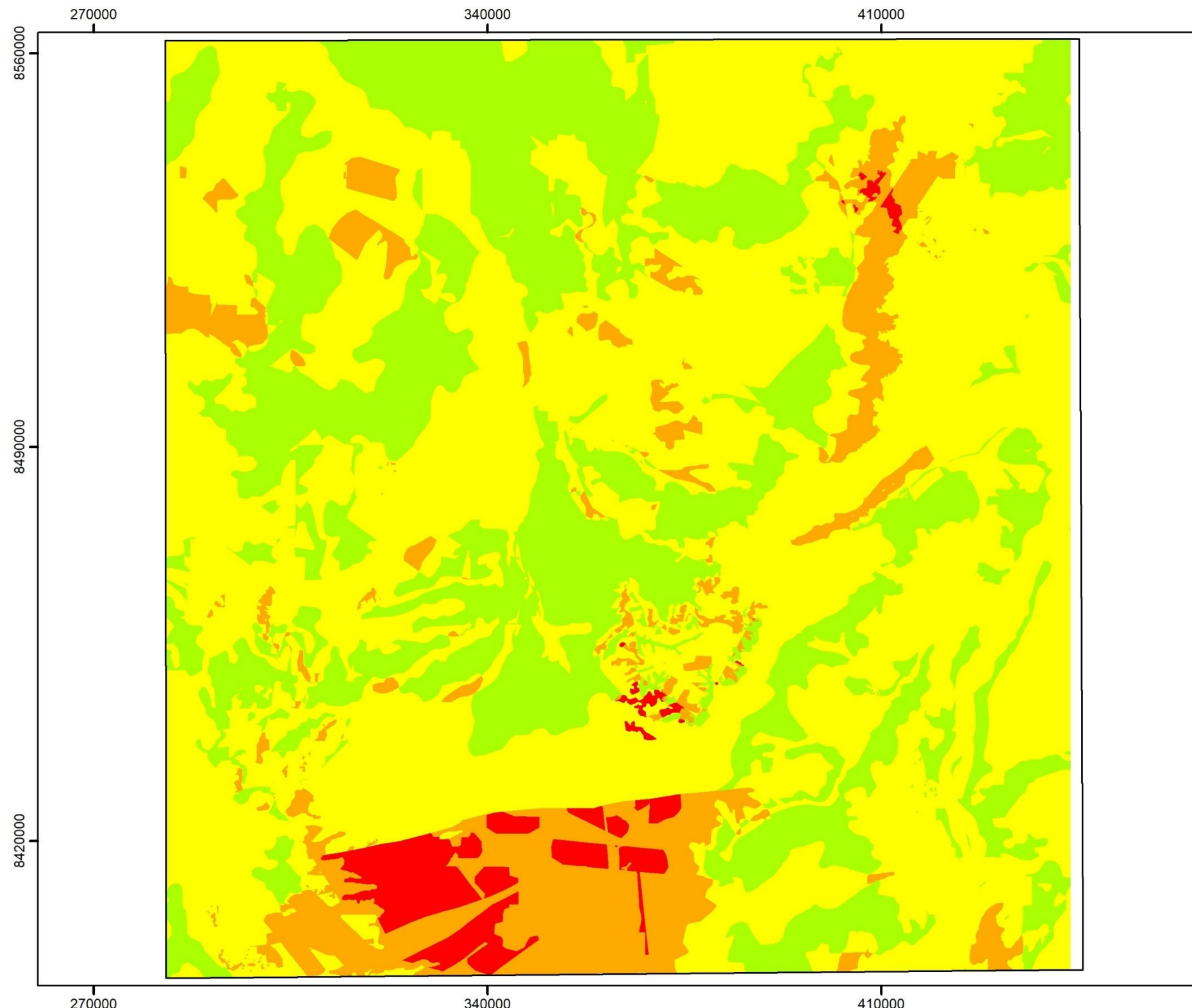
Atualmente, estudos de uso, ocupação, planejamento e ordenamento da terra tendem a conceder maior importância à questão ambiental, considerando igualmente as potencialidades/limitações do meio e as necessidades/vontades da sociedade. Sendo que a capacidade de suporte de um meio pode ser otimizada, desde que sejam manejados de forma correta os fatores que a limitam, por exemplo, como o desenvolvimento tecnológico como forma de aumentar, mesmo que indiretamente, a capacidade de um ambiente suportar uma maior atividade e/ou população (MACHADO, 1999). Desta maneira, a classificação da capacidade de suporte natural tem como objetivo modelar as interações entre a ocupação e o meio, definindo as potencialidades e limitações do uso (LIMA, 2016). A análise da capacidade de suporte natural realizada nesse estudo baseou-se na interpretação e compreensão do meio físico natural, sem incluir uma análise direta da interferência e/ou do impacto da ação antrópica.

A Capacidade de Suporte Natural (CSN) da região do Médio Vale do Araguaia, consta com quatro classes de capacidade (I - muito baixa, II- baixa, III – moderada e IV - alta), Figura III.

A CSN baixa (I) encontra-se de forma mais pontual na área de estudo, englobada pela CSN moderada (II) que possui uma abrangência mais ampla na região. O predomínio das classes CSN I e CSN II ocorrem na região sudoeste, explicado pela existência de maior suscetibilidade natural à erosão, vinculado por sua vez a maior ocorrência e sobreposição de *trends* estruturais, a presença de relevo com maiores altimetrias e dissecações e a constituição litológica, representada pelo Grupo Cuiabá e da Unidade Metavulcanosedimentar Nova Xavantina, formando os Neossolos litólicos e os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários.

As classes CSN I e CSN II também ocorrem em pequenas porções da região central e nordeste da área de estudo, vinculadas às coberturas Detritos Lateríticas Ferruginosas do final do Neógeno, situada nos planaltos médios que compõe a Serra do Roncador e áreas sobre a influência de *Trends* Estruturais. Tais áreas apresentam solos constituídos por cangas lateríticas e petroplintitas. Estes locais correspondem aos que necessitam de maiores intervenções e investimentos para que tenham uma produção satisfatória, contando com técnicas conservacionistas de solo para evitar a sua degradação e aumentar a sua capacidade produtiva. Estas são áreas destinadas também à preservação ambiental.

Nas demais áreas da região estudada predominam as capacidades de suporte natural moderada (III) e alta (IV). A CSN IV acompanha as planícies de inundação subatual e os planaltos muito baixo e baixo da bacia hidrográfica do Alto Xingu na porção centro norte da área, e nos planaltos médios da bacia do Médio Araguaia. A CSN III ocupa o restante da área. Assim, de modo geral, tem-se uma boa aptidão para o uso agropastoril com menor demanda de práticas conservacionistas. O uso de maquinário para o preparo do terreno se faz necessário de acordo as características dos solos quanto sua umidade, tipo textural e declividade do terreno.



Mapa de Capacidade de Suporte Natural - Médio Vale do Araguaia, MT -

Legenda

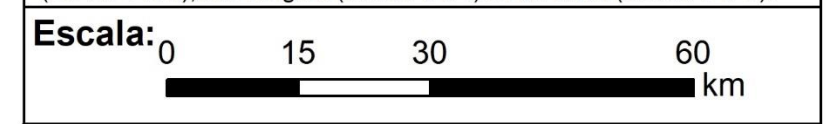
- + Sedes municipais
- Drenagem de referência
- Principais Estradas
- Área em Estudo



Capacidade de Suporte Natural (CSN)

- I - Muito Baixa
- II - Baixa
- III - Moderada
- IV - Alta

Base de Dados:
 Folhas topográficas do IBGE, em escala 1:100.000, Água Boa (SD-22-Y-B-I), Canarana (SD-22-V-D-IV), Córrego Canastrão (SD-22-V-C-VI), Fazenda Planalto (SD-22-Y-A-III), Garapu (SD-22-V-C-III), Matinha (SD-22-V-D-V), Ribeirão dos Patos (SD-22-Y-B-II), Rio Tanguro (SD-22-V-D-I) e Rio Turvo (SD-22-V-D-II).

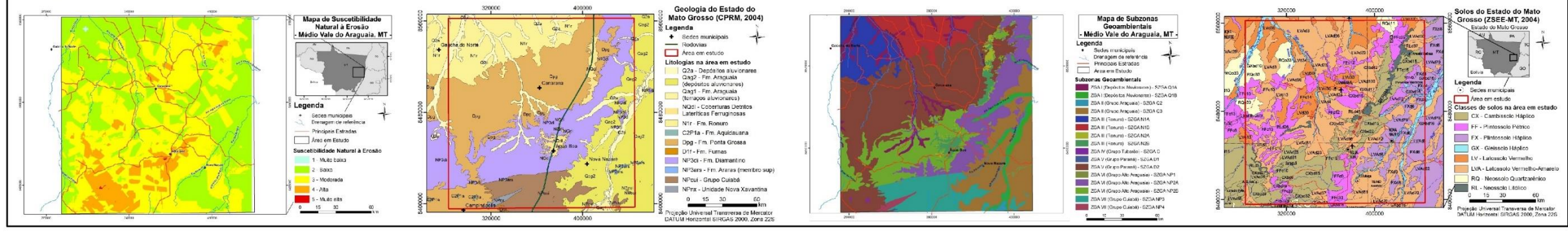


Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
 - DATUM Horizontal SIRGAS 2000, Zona 22S

Título: Mapa de Capacidade de Suporte Natural - Médio Vale do Araguaia, MT -

Data: Agosto/2018 **Figura III**

Cartogramas utilizados:



5.3.1.1 Mapa de Zonas de Manejo Regional de Uso Agrícola

O planejamento de uso da terra é imprescindível para qualquer intervenção no meio natural especialmente quando se buscam conciliar os interesses econômicos, sociais e ambientais com critérios de sustentabilidade. A sociedade deve assegurar que as terras não sejam degradadas e que sejam utilizadas de acordo com sua capacidade produtiva visando satisfazer às necessidades humanas atuais e futuras, mantendo simultaneamente os seus ecossistemas. Parte da solução para o problema do uso da terra é a “avaliação da terra” em apoio ao planejamento de seu uso de forma racional (ROSSITER, 1996). Para tanto é necessária uma ordenação das mesmas, em “zonas de manejo”, que apresentam características similares, capazes de abrigarem um sistema de diretrizes dentro de um sistema produtivo condizente com suas potencialidades e limitações.

Para isso, o conhecimento sobre os solos, coberturas¹, volumes² e unidades de alteração intempérica³ e suas propriedades físico-químicas aliadas à caracterização da dinâmica morfotectônica e morfoestrutural, com a determinação da capacidade de suporte natural do meio físico ao qual está inserido, se faz necessário para um manejo condizente com sua potencialidade de manutenção de culturas, sem o uso desnecessário de fertilizantes, insumos e adubação para a manutenção de uma atividade agricultura.

Para a definição das unidades de manejo agrícolas (UMAR), em escala regional, para o Médio Vale do Araguaia/MT, utilizaram-se as informações sobre as zonas e subzonas geoambientais, a profundidade efetiva e fertilidade do solo, capacidade suporte natural (CSN) e características climáticas da região.

Dentre os parâmetros analisados, a profundidade efetiva do solo foi empregada, uma vez que se refere à profundidade máxima que as raízes penetram livremente no corpo do solo, proporcionando suporte físico e

¹ Coberturas de alteração intempérica correspondem a um conjunto de horizontes que definem um perfil de solo.

² Volumes de alteração intempérica correspondem aos horizontes do solo.

³ Unidades de alteração intempérica correspondem aos constituintes minerais do solo e ao seu estágio de cristalinidade.

condições para absorção de água e nutrientes pela planta (LEPSCH, 1983; LEPSCH et al., 2015).

O parâmetro usado para a classificação da profundidade efetiva do solo foi de acordo com Lepsch et al. (2015), considerando cinco classes: muito rasa (abaixo de 25 cm), rasa (25 a 50 cm), pouco profunda (50 a 100 cm), profunda (100 a 200 cm) e muito profunda (acima de 200 cm). Esta profundidade correlaciona-se com os tipos de cultivos que podem ser implementados em cada classe, visto a diferença de necessidades do sistema radicular de cada cultura.

Para a definição da profundidade efetiva dos solos da área de estudo foram utilizados os dados de profundidade do *solum* (horizontes A e B) conjuntamente com os dados de textura, coletados nos pontos modais em campo, os quais foram extrapolados para o restante do município com base nas unidades do relevo e nas zonas e subzonas geoambientais.

A partir desta classificação concluiu-se, de modo geral, que na região do Médio Vale do Araguaia, predominam os solos que vão de pouco profundos a profundos, localizados tanto nos planaltos, médios a muito baixos, sem uma tendência nítida de sua ocorrência, podendo ter relação a sua posição no relevo (topo de morro, talude ou sopé). Os solos rasos e muito rasos ocorrem predominantemente nas áreas de afloramento do material litólico, planaltos altos, na porção sudoeste da área e na Serra do Roncador.

Os solos rasos, por possuírem menor capacidade de armazenamento de água e estarem sujeitos a um desgaste mais rápido, devido à pouca espessura do perfil, são comumente mais indicados para o cultivo de hortaliças, pastagens e reserva legal. Contudo, a presença do sistema fraturado rochoso nesta área, devido a grande densidade de lineamentos e *trends*, permite a penetração das raízes das plantas por entre as fendas, e da água, que forma lenções freáticos temporários entre fraturas. Entretanto a matéria orgânica, presente em pouca quantidade, seja incorporada e os minerais primários degradados para geração de nutrientes minerais adequados, é necessária uma aração rasa, já que a presença de material litólico impede um processo de revolvimento desse solo mais profundo.

Quando observado a textura dos solos analisados em laboratório (Tabela 11), tem-se que os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS

Distróficos (LVAd (3)) provenientes de sedimentos da Formação Ronuro e dos depósitos aluvionares do Quaternário, tem uma textura franco-arenosa a arenosa enquanto os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS (LVAd (6)) provenientes de materiais retrabalhados da Formação Diamantino, apresentam uma textura franco-argilo-arenosa a argilosa,

Tabela 11 – Dados físicos dos solos coletados em campo na região do Médio Vale do Araguaia/MT. * Prof – profundidade, AG – areia grossa, AF – areia fina, s - silte, a - argila, s/a – Proporção silte-argila, CT – classe textural, AF/FT – areia total/ silte + argila

Símbolo	Horizonte	Prof.	Granulometria (g/Kg ⁻¹)				AT/FT	IF	Classe Textural
			AG	AF	s	a			
PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário									
FFc (1)	APcnt	0-10	58	45	374	523	0,11	mf	argila
	ABt	10-20	87	77	304	532	0,20	mf	argila
	Bift	20-50	204	91	310	395	0,42	mf	argila
	Crf1	50-80	352	115	200	333	0,88	mf	Argila-arenosa
	Crf2	80-110	84	77	293	546	0,19	mf	argila
	Crf3	110-140	34	42	422	502	0,08	mf	Argila-siltosa
	Crft1	140-240	49	11	342	598	0,06	mf	argila
	Crft2	>240	12	26	492	470	0,04	mf	Argila-siltosa
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico									
CXbd (2)	Ap	0-20	401	482	27	90	7,55	m	areia
	AB	20-45	387	451	51	111	5,17	m	Areia-franca
	Bi	45-80	400	448	113	39	5,58	m	Areia-franca
	Bi2	80-130	398	470	42	90	6,58	m	Areia-franca
	Bw1	130-180	390	411	69	130	4,03	m	Areia-franca
	Bw2	180-240	612	292	88	8	9,42	d	areia
	2Bw2	240-270	477	364	155	4	5,29	m	Areia-franca
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico									
LVAd (3)	A/Ccn	0-30	263	356	197	184	1,62	f	Franco-arenoso
	2Ab	30-70	249	433	153	165	2,14	f	Franco-arenoso
	Bw1	70-140	135	306	415	144	0,79	mf	Franco
	Bw2	140-170	202	444	162	192	1,82	f	Franco-arenoso

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico									
RQo (4)	Ap	0-30	556	282	31	131	5,17	f	Areia-franca
	ABg/Big	30-45	544	288	28	140	4,95	f	Areia-franca
	2C1	45-70	491	290	53	166	3,57	m	Areia-franca
	Ch2	70-120	446	307	62	185	3,05	m	Areia-franca
	Ch3	120-150	444	293	75	188	2,80	m	Areia-franca
	Cht1	150-180	452	272	85	191	2,62	m	Areia-franca
	Cht2	180-220	456	266	68	210	2,60	m	Franco-arenoso
	Cht3	220-240	454	246	80	220	0,93	m	Franco-argila-arenoso
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico									
CXbd (5)	Apg	0-20	61	542	169	228	1,52	mf	Franco-argila-arenoso
	Bi1	20-45	20	400	314	266	0,72	f	Franco-argila-arenoso
	Bi2	45-70	22	400	320	258	0,73	f	Franco
	Crg	70-90	32	437	293	238	0,88	f	Franco
	Rr1	90-120	22	347	399	232	0,58	f	Franco
	Rr2	120-150	44	485	462	9	1,12	mf	Franco
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico									
LVAd (6)	Ap	0-25	113	389	203	295	1,01	f	Franco-argila-arenoso
	BW1	25-50	162	405	187	246	1,31	f	Franco-argila-arenoso
	Bw2	50-80	153	424	182	241	1,36	f	Franco-argila-arenoso
CAMBISSOLO HÁPLICO TB Distrófico									
CXbd (7)	A/Ccn	0-10	143	338	180	339	0,93	mf	Franco-argila-arenoso
	Ccn	10-40	269	244	406	81	1,05	f	Franco
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico									
LVAd (8)	ACg	0-30	234	159	305	302	0,65	mf	Franco-argiloso
	AB	30-60	217	158	246	379	0,60	mf	Franco-argiloso
	Bw	60-120	188	164	215	433	0,54	mf	argila
	Cfm/Bfm	120-180	225	174	246	407	0,61	mf	argila
	Plintito	>180	324	207	305	340	0,82	mf	Franco-argila-arenoso

A presença de uma maior contribuição da textura argila torna esses solos prioritários com relação ao desenvolvimento de uma agricultura sem irrigação, pois apresentam maior capacidade de retenção de umidade e menor

necessidade de fertilização por elementos fosfatados, devido a maior capacidade de fixação de fósforo.

Os solos mais arenosos no ponto de vista agronômico são considerados mais frágeis com relação ao seu potencial de uso, devido a sua baixa capacidade de armazenamento de água pela alta suscetibilidade a erosão e comumente apresentarem baixos teores de matéria orgânica e reduzida capacidade de retenção de nutrientes em fase da reduzida capacidade de troca catiônica. Assim, para um bom uso desses solos é necessário a mudança na estrutura, com práticas que alteram o volume e agregação dos grãos, atuam na mudança da dinâmica de água e assim na penetração das raízes.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos encontram-se distribuídos na região central da área de estudo, com contribuição dos sedimentos da Formação Diamantino retrabalhada, como a contribuição do material da Formação Ponta Grossa, bem como da formação Ronuro, em alguns casos, conferindo uma textura areia-franca, franco-argilo-arenosa a franco. Segundo, Cavalieri *et al.* (2009) solos de textura franco-argilo-arenosa, apresentam maior concentração da resistência à penetração⁴, e assim limitação ao desenvolvimento de sistema radicular e infiltração de água, nas camadas a partir de 0,1 m de profundidade, sob tráfego de máquinas agrícolas, que solos de textura argilosa ou areia-franca, devido ao rearranjo das partículas de diferentes tamanhos.

Os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários apresentam contribuição de sedimentos das coberturas detrito-lateritas e retrabalhamento dos sedimentos da Formação Ponta Grossa com textura variando de argila a argila-siltosa, consequência dos sedimentos argilo-arenosos dessas Formações. São mais frequentes nas bordas soerguidas da planície da Bacia do Médio Araguaia e representam antigos níveis hidromórficos com plintita convertidos em petroplintita pelo soerguimento, erosão e exposição do material sobrejacente. A presença de plintita, nessas áreas causa uma sérias restrições ao uso agrícola devido ao enraizamento das plantas, entrave ao uso de equipamentos agrícolas e pouco volume de solo disponível para as plantas.

⁴ Resistência do solo à penetração (RP) é um dos principais indicadores do estado de compactação do solo no sistema plantio direto (SPD), porém, é fortemente influenciada pela umidade.

Com relação ao Grau de Intemperismo, segundo Cortés et. al. (1973), fornecido através da relação entre areia total sobre finos totais (silte e argila), classifica-se em mf – muito fortemente intemperizado (<1 AT/FT), f - fortemente intemperizado (1-3,5 AT/FT), m - moderadamente intemperizado (3,50-8,50) e d – pouco intemperizado ($>8,50$ AT/FT). A área de estudo apresenta solos bastantes intemperizados, com a classificação de muito fortemente intemperizado presente na maioria dos solos modais e na extensão dos horizontes analisados. O CAMBISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico, foram os que apresentaram um grau de intemperismo moderado, condicente com seu grau de evolução pedogênico.

Com relação ao clima, a região do Médio Vale do Araguaia/MT, é caracterizada por apresentar uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco), com valor de temperatura média de $25,2^{\circ}\text{C}$, com a temperatura mínima de no máximo $24,4^{\circ}\text{C}$.

Esta característica climática é um dos fatores limitantes para a produção agrícola sem irrigação na região de estudo, durante o ano todo. Devido à distribuição não uniforme de chuvas, a produção de culturas anuais se concentra no período das chuvas e mesmo neste período chuvoso, a ocorrência de “veranicos” (semanas sem chuva) com alta radiação solar e grandes perdas de água por evapotranspiração, pode causar efeitos irreversíveis as produções, se coincidirem com os períodos críticos de necessidade de água para as culturas, e o sistema radicular for pouco profundo. Esse problema é mais grave, dada a baixa capacidade de retenção de água, devido o predomínio de solos de textura arenosas na região, de modo geral.

Os dados químicos dos solos coletados em campo estão expostos na Tabela 12, com valores de pH, a capacidade de troca catiônica (CTC), a soma de bases totais (SB), a saturação por bases (V%), matéria orgânica (M.O), o nitrogênio total (N%) e o fósforo (P).

Tabela 12 – Dados químicos dos solos coletados em campo na região do Médio Vale do Araguaia/MT. *P Resina – Fósforo, M.O – Matéria orgânica, K – Potássio, Ca – Cálcio, Mg – Magnésio, SB – Soma de bases, CTC – capacidade de troca catiônica, V – saturação

Perfil (solo)	Horizonte	P	M.O	PH	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V
		Resina mg/dm ³	g/dm ³	Ca Cl ₂							
PLINTOSOLO PETRICO Concrecionário											
	APcnt	32	6	4	1,4	5	3	80	9,4	89,4	11
	AB	30	10	4,2	1,8	8	4	42	13,8	55,8	25
	Bif	31	15	4,4	1,8	12	8	34	21,8	55,8	39
FFc	Crf1	31	20	4,2	2,7	8	5	52	15,7	67,7	23
	Crf2	31	8	4,0	1,5	4	2	52	7,5	59,5	13
	Crf3	29	2	3,9	0,7	2	2	121	4,7	125,7	4
	Crft1	29	2	-	0,9	6	2	-	8,9	8,9	100
	Crft2	30	2	3,8	1,1	6	5	142	154,1	154,1	8
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico											
	Ap	33	6	4,4	1,1	5	2	18	7,4	74	25,4
	AB	30	3	4,6	0,4	2	1	13	3,4	34	16,4
	Bi	31	3	4,6	0,4	2	1	13	3,4	34	16,4
	Bi2	29	4	4,7	0,4	4	2	15	6,4	64	21,4
CXbd	Bw1	29	2	4,7	0,4	5	1	13	6,4	64	19,4
	Bw2	30	2	4,6	0,3	2	1	9	3,3	33	12,3
	2Bw2	31	2	4,6	2,2	5	1	11	8,2	82	19,2
	R1	29	2	4,9	0,5	93	66	12	159,5	159,5	171,5
	R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico											
	A/Ccn	32	16	4,3	1,9	9	7	55	17,9	72,9	25
	2Ab	30	8	4,0	0,8	23	2	42	25,8	67,8	38
LVAd	Bw1A	30	5	4,1	0,5	3	1	28	4,5	32,5	14
	Bw2	31	4	4,2	0,4	2	1	25	3,4	28,4	12
NEOSSOLO QUARTZARENICO Ortico											
	Ap	30	8	4,2	0,4	5	4	26	9,4	35,4	27
	ABg/Big	31	12	4,5	0,4	5	4	38	9,4	47,4	20
	2C1	30	6	4,2	0,4	3	2	25	5,4	30,4	18
RQo33	Ch2	32	3	4,3	0,4	2	2	17	4,4	21,4	21
	Ch3	30	3	4,4	0,3	3	2	16	5,3	21,3	25
	Ch1	30	3	4,4	0,4	3	2	17	5,4	22,4	24
	Ch2	26	3	4,4	0,4	2	1	16	3,4	19,4	18
	Ch3	31	3	4,5	0,6	3	2	15	5,6	20,6	27
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico											
	Apg	36	18	5,5	1,4	47	5	15	53,4	68,4	41
	Bi1	30	11	4,5	1,6	17	4	33	22,6	55,6	21
	Bi2	30	8	4,2	1,3	8	2	42	11,3	53,3	17
CXbd	Crg	30	6	4,1	0,9	6	3	47	9,9	56,9	20
	Rr1	26	6	4,1	1,2	10	2	52	13,2	65,2	73
	Rr2	26	3	4,9	0,8	29	3	12	32,8	44,8	23
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico											
	Ap	26	9	4,7	0,5	3	1	25	4,5	29,5	15
LVAd	BW1	37	16	4,7	1,4	9	4	34	14,4	48,4	30
	Bw2	29	17	4,4	0,5	3	1	38	4,5	42,5	11
CAMBISSOLO HAPLICO TB Distrófico											
	A/Ccn	30	6	5,1	0,4	2	1	18	3,4	21,4	16
CXbd	Ccn	31	6	5,6	0,7	6	4	13	10,7	23,7	45
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico											
	ACg	29	4	5,5	0,4	2	2	15	4,4	19,4	23
	AB	29	3	5,6	0,4	3	2	15	5,4	20,4	26
LVAd	Bw	32	8	5,3	0,5	2	1	20	3,5	23,5	15
	Cfm/Bfm	28	10	5,0	0,5	2	1	20	3,5	23,5	15
	Plintito	28	17	4,3	0,5	3	1	34	4,5	38,5	12

Pelas características químicas dos solos em estudo, pode-se inferir que o pH em todas as amostras apresentou níveis de acidez alta a muito alta, com amplitude de variação de valores de 3,8 a 5,6. Os solos de cerrado naturalmente apresentam-se ácidos, com problemas de toxidez de alumínio e, em certos casos, de manganês. Segundo FAGERIA (2001), o pH adequado para o cultivo de arroz de sequeiro é de 5,60, para o feijão de 6,20, para o milho de 6,40 e para a soja de 6,80, assim, na área de estudo existe uma dificuldade de desenvolvimento das principais culturas, agravado por apresentar valores médios de Al^3 trocável na 45 - 58 $mmol/dm^3$ para todos os solos analisados, tendo assim, o aparecimento da toxidez de alumínio para as plantas.

A Capacidade de troca Catiônica (CTC) apresenta-se bastante variada, contudo, é baixa a muito baixa, o PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário analisado, teve valor médio de 66,5 $mmol/dm^3$ considerado baixo, os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos apresentam em média o valor de 48,9 $mmol/dm^3$, muito baixo e os CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico também apresentaram valores médios baixos, 57,9 $mmol/dm^3$. Os valores extremamente baixos de CTC são indicativos do alto grau de intemperização desses solos, com predominância de argilas de baixa atividade e com grande potencial de lixiviação de cátions, corroborando com a análise do Grau de Intemperismo de Cortés et. al. (1973), que foi de forte a muito fortemente intemperizado, para os solos modais analisados.

Com relação a saturação por bases (V%), os solos analisados também apresentaram valores que variam de muito baixo a mediano de saturação total ocupado com bases trocáveis. A matéria orgânica caracteriza-se com frequência relativa dos solos encontrando-se no intervalo de 3,75 a 14 g/dm^3 . Segundo Ribeiro et al. (1999) o solo deve conter de 40 a 70 g/dm^3 de MO. Os teores de MO pode ser utilizada como identificador chave da fertilidade, onde as melhorias das características químicas e físicas dos solos relacionam-se com o aumento no estoque de MO, e conseqüentemente, a eficiência nutricional, sendo considerado um importante indicador da qualidade dos solos (COSTA et al., 2013), já que nesses solos é a principal fração envolvida na formação de cargas negativa e troca de cátions.

Os teores de Fósforo (P) encontra-se com teores médios de 30,7 mg/dm⁻³. A fixação do P (adsorção e precipitação) é o fator limitante da produção das principais culturas, nos solos das regiões tropicais, além de possuírem deficiência generalizada dos elementos essenciais às culturas agrícolas. Quanto aos teores de Ca e Mg, os mesmos variaram com maior frequência de 2 a 11 mmolc/dm⁻³. A reduzida disponibilidade destes nutrientes nos solos do Cerrado pode ser devido a alta lixiviação provocada pelo elevado índice pluviométrico dessas regiões (COSTA, 2011). Que encontrou valores médios de 1,34 cmolc dm⁻³ para Ca, e 0,50 cmolc dm⁻³ para Mg, em solos do Cerrado baiano.

Quando observado os solos presentes na área de estudo, os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos, dispersos nos planaltos muito baixos e baixos da área central, estão associados, predominantemente, à Fm. Ponta Grossa e a sedimentos colúvio-aluvionares provindos da erosão de outros Latossolos desta Formação, ou associados a sedimentos da Fm. Ronuro (areias, silte, argilas e lateritas), os quais se apresentam enriquecidos com concreções ferruginosas e com componentes com presença de alumínio, gerando problemas de toxidez e, com isso, limitações na implantação de certas culturas. Quando esta cobertura apresenta componentes mais argilosos, encontrados nas áreas de baixos estruturais e altos topográficos a toxidez por alumínio diminui e aumenta a capacidade de troca catiônica entre as plantas e o meio, o que possibilita uma exploração agrícola mais intensiva.

Para a definição da fertilidade foram considerados o pH, a capacidade de troca catiônica (CTC), a soma de bases totais (SB), a saturação por bases (V%), a quantidade de carbono orgânico (C%), o nitrogênio total (N%) e o fósforo (P) disponível. Optou-se por adaptar a Tabela de Fertilidade dos Solos (Tabela 13), desenvolvida pelo Instituto Geográfico “Augustín Codazzi” (IGAC, 1973) e, para cada parâmetro foi feita a média ponderada entre os horizontes A e B, considerando as suas profundidades. Tais horizontes foram utilizados por corresponderem à camada arável do solo, com profundidade variando entre 25 e 100 cm.

Tabela 13 - Parâmetros utilizados para a determinação da fertilidade dos solos.

Fatores	Valores	Classificação	Pontos
pH	4 - 5,0	Muito ácido	-5 a 1
	5 - 5,5	Ácido	1 a 5
	5,5 – 6,5	Ligeiramente ácido	5 a 15
	6,5 - 7,5	Quase neutro	15
	> 7,5	Alcalino	15 a -5
Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (m.e./100 g)	0 - 5	Muito baixa	-5 a 1
	5 - 10	Baixa	1 a 5
	10 - 20	Mediana	5 a 10
	20 - 30	Alta	10 a 20
	> 30	Muito alta	20
Bases totais (SB) (m.e./100g)	0 - 1	Muito pobre	-5 a 1
	1 - 5	Pobre	1 a 5
	5 - 10	Regular	5 a 10
	10 - 30	Alta	10 a 20
	> 30	Muito alta	20
Saturação por bases (V%)	0 - 5	Muito baixa	-5 a 1
	5 - 10	Baixa	1 a 5
	10 - 30	Mediana	5 a 10
	30 - 60	Alta	10 a 20
	> 60	Muito alta	20
Carbono orgânico (C%)	0 - 1	Muito pobre	-3 a 1
	1 – 1,5	Pobre	1 a 3
	1,5 – 2,5	Normal	3 a 5
	2,5 - 4	Alta	5
	> 4	Muito alta	5 a 3
Nitrogênio total (N%)	0 - 0,1	Muito pobre	-3 a 1
	0,1 - 0,15	Pobre	1 a 3
	0,15 - 0,25	Normal	3 a 5
	0,25 - 0,3	Alta	5
	> 0,3	Muito alta	5 a 3
Fósforo Resina (P) (mg/dm³)	0 - 9,8	Muito pobre	-5 a 1
	9,8 - 19,7	Pobre	1 a 5
	19,7 - 40,4	Regular	5 a 15
	> 40,4	Muito alta	15
Fertilidade [(∑ pontos)/10]	-5 a 2,4	Muito baixa	
	2,5 a 5,4	Baixa	
	5,5 a 8,4	Moderada	
	8,5 a 9,4	Moderadamente alta	
	> 9,5	Alta	

Fonte: Adaptado de IGAC (1973).

Depois de estabelecida a classe de fertilidade para cada perfil modal, os dados foram extrapolados para o restante da área de estudo com o auxílio das classes de textura, das unidades de relevo e das zonas e subzonas geoambientais.

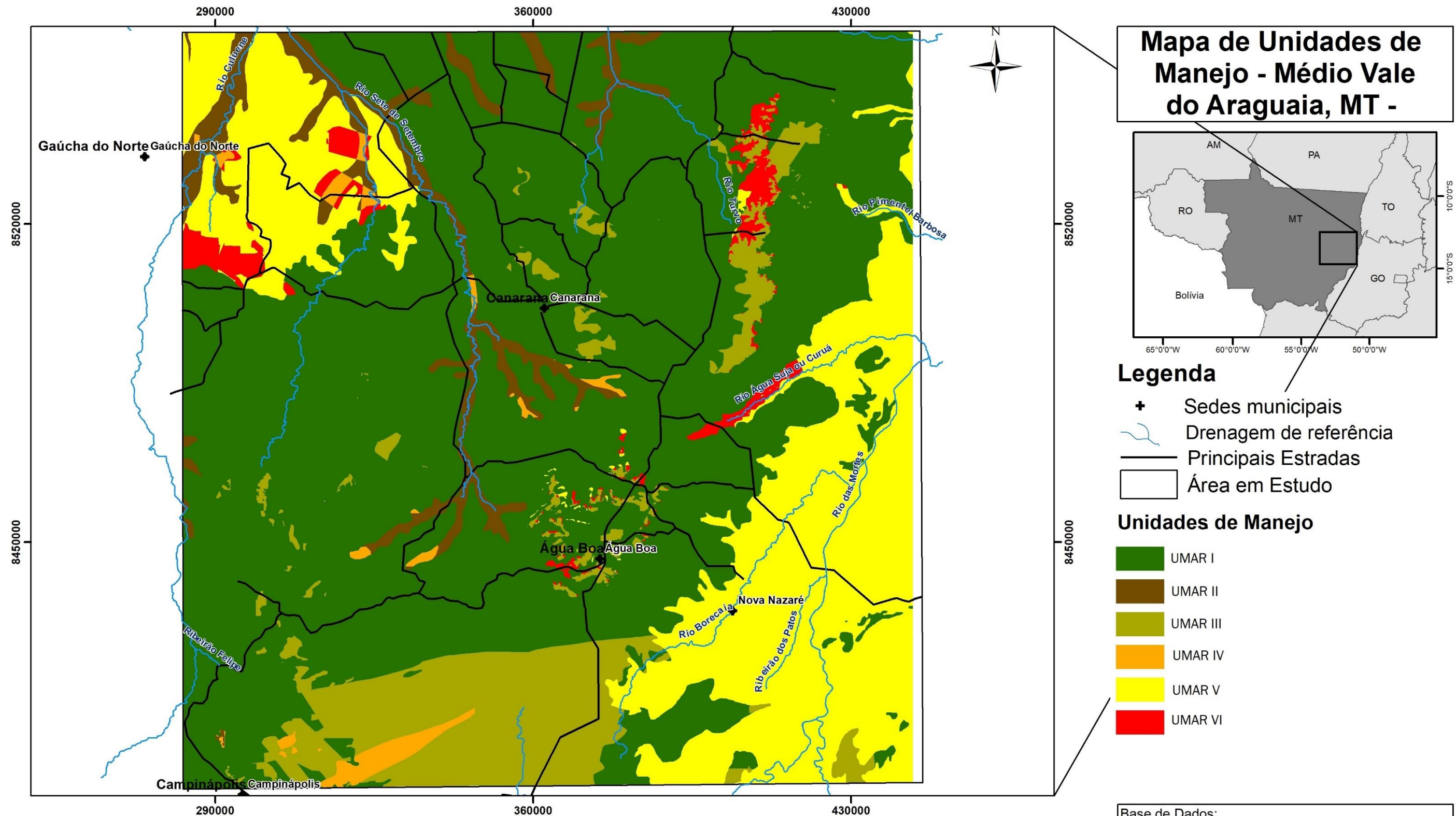
Na sequência, estas informações (CSN, profundidade efetiva do *solum* e textura) foram associadas e calculou-se a média dos valores para cada área gerada. Como a CSN engloba a fisiografia, as morfoestruturas, os *trends* estruturais, a densidade e frequência de cruzamento de lineamentos estruturais, fatores estruturais estes que controlam a dissecação e a capacidade de suporte do meio, além das informações sobre as Zonas e Subzonas Geoambientais, optou-se por dar um peso (6) seis. Da mesma maneira, foi dado maior peso para a profundidade efetiva do *solum*, peso (3) três, pois ela atua diretamente no armazenamento de água e no volume potencial de solo a ser utilizado pelo sistema radicular das plantas. A textura ficou com peso (1) um. Deste modo, o cálculo ficou de acordo com o disposto na equação abaixo:

$$\text{UMAR} = [(\text{CSN} \times 6) + (\text{Profundidade efetiva} \times 3) + (\text{Textura} \times 1)] / 10$$

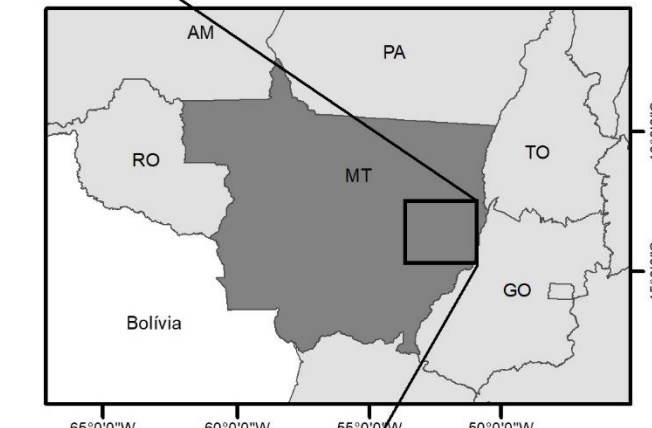
Assim, a área de estudo foi dividida em seis (6) Classes de Unidades de Manejo Agrícola, em escala regional para do Médio Vale do Araguaia/MT (Figura IV).

Os dados obtidos para a fertilidade, segundo a aplicação do cálculo de IGAC (1973) variou entre - 0,2 a 2, ou seja, na área de estudo a fertilidade foi classificada como muito baixas como um todo. A predominância da classe de fertilidade muito baixa na área de estudo indica a necessidade de utilização de fertilizantes e corretivos agrícolas associados às técnicas de manejo de solos que visem à preservação e o incremento dos valores de matéria orgânica, como por exemplo, a rotação de culturas, o sistema de cultivo mínimo e o sistema agrossilvipastoril, sistemas nos quais a manutenção da cobertura superficial do solo pela presença de resíduos vegetais contribui para a ciclagem dos nutrientes e para a redução dos processos erosivos.

A Unidade de Manejo UMAR I corresponde a maior porção da área de estudo, englobando a área centro-norte, correspondendo aos solos derivados das



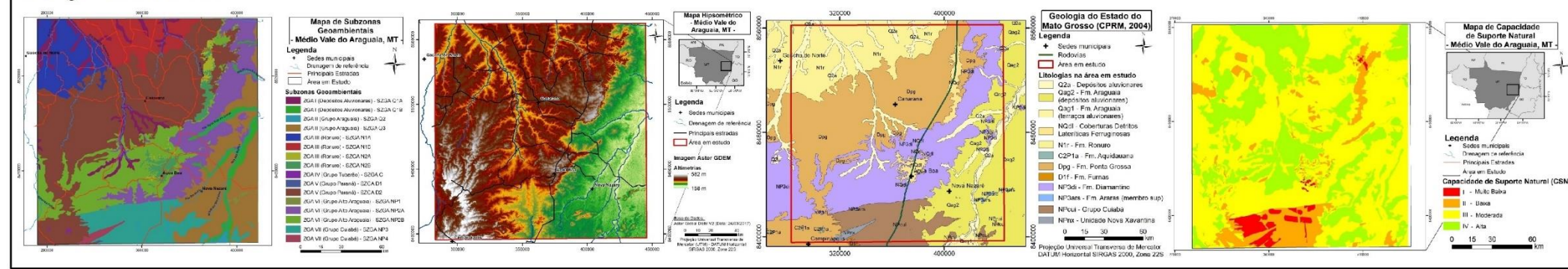
Mapa de Unidades de Manejo - Médio Vale do Araguaia, MT -



- Legenda**
- + Sedes municipais
 - Drenagem de referência
 - Principais Estradas
 - Área em Estudo

- Unidades de Manejo**
- UMAR I
 - UMAR II
 - UMAR III
 - UMAR IV
 - UMAR V
 - UMAR VI

Cartogramas utilizados:



Base de Dados:
 Folhas topográficas do IBGE, em escala 1:100.000, Água Boa (SD-22-Y-B-I), Canarana (SD-22-V-D-IV), Córrego Canastrão (SD-22-V-C-VI), Fazenda Planalto (SD-22-Y-A-III), Garapu (SD-22-V-C-III), Matinha (SD-22-V-D-V), Ribeirão dos Patos (SD-22-Y-B-II), Rio Tanguro (SD-22-V-D-I) e Rio Turvo (SD-22-V-D-II).



Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
 - DATUM Horizontal SIRGAS 2000, Zona 22S

Título: Mapa de Unidades de Manejo Regional
 - Médio Vale do Araguaia, MT -

Data: Agosto/2018 **Figura IV**

Formações Diamantino, Ponta Grossa e Ronuro (localizado na porção norte-nordeste). Os solos predominantes nessas áreas são os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos, os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos, os CAMBISSOLOS DISTRÓFICOS Tb A moderado, como a presença de PLINTOSSOLOS DISTRÓFICOS Tb A moderado, com coberturas arenosas pedogenizadas, depósitos coluviais e localmente crostas ferruginosas em subsuperfície. São solos que apresentam de maneira geral, textura média e encontram-se nas áreas onde a Capacidade de Suporte Natural é moderada a alta. Devido a suas características texturais, a presença de baixos teores de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio, contudo apresentam valores elevados de alumínio, problemas que podem ser sanados através da correção da acidez com a incorporação mais profunda de calcário, abaixo da camada de incorporação, promovendo uma correção mais homogênea, uma vez que a textura promove um maior desenvolvimento radicular.

A Unidade de Manejo UMAR II corresponde às planícies de inundação atual e subatual da Bacia do Alto Xingu. É caracterizada por NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos. Apresenta em sua maioria textura argilosa a média e também corresponde a áreas com a Capacidade de Suporte Natural moderada a alta. Por se tratar de planícies de inundação subatual, o cuidado com a implementação de cultivos como o da soja e do milho está vinculado a saturação de água em alguns períodos, mas o cultivo de arroz, se torna viável.

A Unidade de Manejo UMAR III corresponde às áreas com sedimentos provenientes das coberturas detrito-lateritas e sedimentos do Grupo Cuiabá, tendo LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Concrecionários ou Petroplinticos, além de PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários. Seus solos apresentam textura média, contudo encontra-se em áreas com Capacidade de Suporte Natural muito baixa a baixa, sendo limitativos para os cultivos, tanto pela pequena profundidade dos solos, e por apresentarem em sua maioria em planalto médio dissecados.

A Unidade de Manejo UMAR IV encontra-se restrita as cabeceiras dos afluentes, bem como as planícies atuais e subatuais da bacia do Alto Xingu que apresentam uma Capacidade de Suporte Natural baixa a muito Baixa. Sendo

áreas restritas a qualquer intervenção, destinadas à área de preservação da vegetação nativa.

A Unidade de Manejo UMAR V, corresponde a amplas planícies subatual e planaltos muito baixos do Médio Araguaia, bem como os planaltos baixos da porção noroeste da área de estudo, com predominância de textura arenosa a média e Capacidade de Suporte Natural moderada a Alta. Os solos predominantes nessas áreas são os PLINTOSSOLOS HÁBLICOS Tb Distróficos, por vezes cascalhentos, PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos. Devida a permanência de água por um período, os solos se tornam restritivos com relação às culturas de soja e milho. Contudo em áreas de planaltos médios o cultivo desses grãos pode ser empregado.

A Unidade de Manejo UMAR VI, está distribuída em diferentes porções da área de estudo, vinculadas a solos que apresentam textura arenosa a média e Capacidade de Suporte Natural baixa a muito baixa.

A área de estudo apresenta características que tornam a região como uma expoente na produção agrícola, entre eles: solos com boas condições de estrutura e agregação, ausência de impedimentos físicos naturais para o normal desenvolvimento das raízes em sua maioria, com exceção das áreas que apresentam solos com formações plíntiticas-lateríticas. Apresenta relevo plano a suavemente ondulado, radiação solar bastante uniforme durante o ano, apresentando um imenso potencial fotossintético, abundância de jazidas de calcário e disponibilidade de tecnologia para manejo do solo.

6 CONCLUSÃO

As características do meio físico (geológicas, hidrológicas, climáticas, unidades de relevo e pedológicas) da região do Médio Vale do Araguaia/MT foram caracterizadas, avaliadas qualitativamente, integradas e compartmentadas em Unidades de Manejo Regional (UMAR), indicando as potencialidades e limitações do meio físico e suas condições para sua sustentabilidade natural.

Ao aplicar a sistemática do Zoneamento Geoambiental, foi definida e apresentada as Zonas e Subzonas Geoambientais da área estudada, relacionando-a com as paisagens existentes e sua Capacidade Suporte Potencial Natural. Em termos metodológicos, a integração destas informações no mapeamento, apresentou-se vantajosa, por superar as dificuldades iniciais em relação a pouca bibliografia disponível sobre a região e a geração de informações pertinentes sobre o meio físico com baixo custo no seu desenvolvimento.

O trabalho de campo mostrou-se essencial para a verificação e confirmação dos resultados e das recomendações feitas. Durante este trabalho foram conferidos os resultados dos levantamentos bibliocartográficos e dos produtos obtidos a partir da fotointerpretação assim como geotectônicos (fisiografia, unidade de relevo, morfoestrutura e morfotectônica), sendo estes os fatores determinantes para a capacidade de suporte natural do meio, aumentando a confiabilidade do produto final.

O Zoneamento Geoambiental gerou sete (7) Zonas e dezesseis (16) Subzonas geoambientais, com destaque as Zonas Geoambientais ZGA V (Grupo Paraná) e a ZGA VI (Grupo Alto Paraguai), que ocupam a maior extensão da área e também apresentam as melhores terras para cultivo de culturas anuais e semiperenes. De forma antagônica, ZGA Grupo Cuiabá (ZGA VII) apresentou as áreas com maiores limitações quanto a este tipo de uso.

A Suscetibilidade à erosão na área de estudo variou de baixa a muito alta, com classificação alta e muito alta na porção sudoeste, planaltos médios ondulados a fortemente dissecados da área e em pequenas porções na região central e nordeste, correspondente aos planaltos da Serra do Roncador. Isso se deve a presença de um sistema intensamente fraturado, com paisagens de abatimento e soerguimento de blocos (*horsts* e *grabens*), com altos e baixos

estruturais deformados e altos e baixos topográficos intercalados e uma grande quantidade de lineamentos que se encontram diversamente orientados e sobrepostos a um conjunto de *trends* estruturais, conferindo assim, maior instabilidade e suscetibilidade a processos erosivos.

A capacidade de suporte natural apresentou-se alta em boa parte da área de estudo, acompanhando as planícies de inundação atual/subatual e os planaltos muito baixos a médios. Entretanto, a porção sudoeste da área, merece atenção novamente, uma vez que, apresenta capacidade de suporte predominantemente baixa a moderada, tendo um uso restrito dos solos, devido ao relevo de planaltos médios dissecados, solos rasos com substrato litólico aparente, e intenso processo de fraturamento, requerendo, portanto, estudos mais específicos para melhor dirigir sua ocupação.

Portanto, a integração das informações ambientais básicas analisadas neste estudo foi de grande importância para a caracterização e análise do meio físico e para a compreensão da dinâmica da paisagem, bem como para direcionar estudos mais detalhados e subsidiar as tomadas de decisão por parte dos órgãos públicos e setores privados para fins de planejamento, reorganização física e gestão sustentável do território, uma vez que cartas temáticas que englobem esses conceitos abordados no trabalho, não existiam para a região.

Espera-se ainda que os resultados desta Tese incentivem outros estudos ambientais/geoecológicos, com a utilização de conhecimentos detalhados e integrados do meio físico, da compreensão da dinâmica da fisiologia da paisagem e suas implicações no uso e ocupação da terra, procurando atingir a sustentabilidade ambiental em todas as atividades antrópicas, sejam elas urbanas, de saneamento, de infraestrutura ou agropecuárias, e melhoria na qualidade de vida da sociedade, assim como a manutenção da qualidade do solo e da água.

7 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970.

ALLUM.A.E. **Photogeology and regional mapping**.Oxford: J. Pergamon, 1966. 107p.

ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y.BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, 1977, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, p. 363-91. 1977

ALMEIDA F.F.M., 1981. Província Tocantins: Setor Sudoeste, in: Almeida, F. F. M., Hasui, Y. (Eds.). O Pré-Cambriano do Brasil. Ed. Blücher, São Paulo, pp. 265-281.

ALMEIDA, F.F.M.Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n.41, p.169-262, 1964.

ALMEIDA F.F.M. 1974. Sistema tectônico marginal do Cráton do Guaporé. Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, Anais, 4:11-17

ALMEIDA F.F.M. 1984. Província Tocantins -setor sudoeste. In: Almeida F.F.M. &Hasui Y. (eds.) O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, p. 265-281.

ALVARENGA C.J.S., Moura C.A.V., Gorayeb P.S.S., Abreu F.A.M., 2000. Paraguay and Araguaia belts, in: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A. Campos D.A. (Eds). Tectonic evolution of South America.31st. International Geological Congress, Rio de Janeiro, pp. 183-193.

BATISTA, I.X. **Desenvolvimento sustentável em Rondônia**: políticas públicas, desmatamento e evolução econômica. 2001. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BORDEST,S. M. L. Riscos ambientais na Alta Bacia do Coxipó - MT. UNESP, RioClaro, 1992.

BOMFIM, N. R. Uma perspectiva educacional da relação entre cultura e ambiente.**Encontro de Geografia da UNICSUL** - Território, Sociedade e Meio Ambiente. São Paulo, 2006

BOTERO, J.P. **Fisiografía y estudio de suelos**. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), 1978.

CAETANO, J.O. Caracterização de atributos químicos e físicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes tempos de cultivo com soja e milho. Rio Verde, Universidade de Rio Verde, 2006. 160p. (Dissertação de Mestrado)

Cavaliere KMV, Silva AP, Arvidsson J & Tormena CA (2009) Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um Cambissolo Háplico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:477-485.

Classificação climática de Köppen.

Disponível em: <<http://orion.cpa.unicamp.br/portal/modules.php?name=climasp&file=mapa>>, descrição

<<http://orion.cpa.unicamp.br/portal/modules>>, descrição

<<http://orion.cpa.unicamp.br/portal/modules>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

Decreto n. 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: 28 mar. 2016

CORTÉS, A.L.; MALAGÓN, D.C. **Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples**. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1984. 360 p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso**. 2004. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

CRISÓSTOMO-NETO, A. P. **Mapeamento Geoambiental por imagem de satélite do Vale do Paraíba**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DANIELS, R.B.; PERKINS, H.F.; HAJEK, B.F. & GAMBLE, E.E. Morfology of discontinuous phase pluithite and criteria for its identification in the southeratem united states, 1978

EMBRAPA. Climas. S.d. Disponível

em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em 08 de fevereiro de 2018.

Eiten G. The vegetation of the Serra do Roncador. Biotropica. 1975.

FELFILI, J. M. Principais fisionomias do Espigão Mestre do São Francisco. In: FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M.C. (Org.). Biogeografia do Bioma Cerrado:

- Estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: Universidade de Brasília, 2001. p. 18-30.
- FIORI, A. P. Lógica sistemática na análise e interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. *Notícia Geomorfológica*, 1976
- FIGUEIREDO A. J. DE A., BARROS A. M., EULÁLIO FILHO, A., RODRIGUES A. P., BARRETO B. F., PIMENTEL G. B., COUTO J. G. P., REISCHL J. L., COSTA S. A. G., RESENDE FILHO S. T., PASTORE JÚNIOR W. P., RIBEIRO FILHO W. 1974. PROJETO ALTO GUAPORÉ. Relatório Final. Folha Tangará da Serra SD.21-Y-B. Goiânia, CPRM, v.1. 2013
- FILOSOFOV, V.P. **Brief Guide to Morphometric Methods in Search of Tectonic Structures**. Saratov University: PublishingHouse. 1960.
- FRANZONI, A.M.B. **Avaliação do meio físico para fins de planejamento geoambiental no traçado e manutenção da rede viária: Ilha de Santa Catarina – SC**. 2000. 145 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- GOLTS, S.; ROSENTHAL, E. A morphotectonic map of the northern Arava in Israel, derived from isobase lines. **Geomorphology**, v. 7, p. 305-315. 1993.
- GOMIG, E.G. Estudo do meio físico para o uso da terra na bacia do rio Sete de Setembro, Médio Araguaia-MT. Rio Claro, 89f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2012.
- GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. **Boletinsobresuelos**, Roma, n. 6, p. 0-58, 1968.
- GOOSEN, D. **Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colômbia**. *AcademischProefschrift*, 1971, 199 p.
- GRAVELIUS, H. **Flusskunde**. Goschen'scheVerlagshandlung, Berlin, 1914.
- 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.
- HASUI, Y. **Neotectônica, morfogênese e sedimentação moderna no Estado de São Paulo e regiões adjacentes**. Rio Claro, Relatório final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (nº 95/04417), 2000.
- HASUI, Y.; COSTA, J.B.S. Neotectônica: fundamentos, métodos e técnicas de análise. IN: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5. Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1996, p. 20.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bull. Geol. Soc. Am.**, v. 56, p. 275-370, 1945.

HASUI, Y., MIOTO, J.A. **Geologia estrutural aplicada**. São Paulo: ABGE, Votorantim, 1992. 459 p.

HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.**, v. 51, p. 2246-2259, 1967.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas interativos**. 2013. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_interativos/>. Acesso em: 30 jan. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Organização Territorial**. 2012. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_territorial/>. Acesso em: 17 jun. 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 20 ago. 2015.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín COdazzi. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá, 3 ed. 176p. 1973.

IMÉNEZ-RUEDA, J.R.; PESSOTTI, J.E.S.; MATTOS, J.T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 4. Bariloche. Anais...Bariloche, 1989b. v. 1. p.135-139.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. Acta amazonica, Manaus, v. 38, n. 3, p. 387-402, set. 2008.

JIMENEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. 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 LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4. Bariloche: **Anais...** Bariloche, 1989, p. 459-465.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; PESSOTTI, J.E.S.; MATTOS, J.T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 4, 1989, Bariloche. **Anais...**Bariloche, 1989. v. 1. p.135-139.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de soporte del medio físico:

diagnostico y prognostico. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2; CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, 2. Pereira. **Anais...** Pereira (Colômbia), 1992.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. (Coord.) **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), 1993.

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

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; LANDIN, P. M. B.; MATTOS, J. T. Gerenciamento geoambiental. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S. T. **Análise ambiental: estratégias e ações**. Ed. T.A. Queiroz LTDA: São Paulo – F. Salim Farah Maluf: Rio Claro, Centro de Estudos Ambientais, Unesp, 1995, p.327-329.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; PESSOTTI, J.E.S.; MATTOS, J.T. Modelo para o estudo da dinâmica evolutiva dos aspectos fisiográficos dos pantanais. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v. 33, Número especial, p. 1763-1773, 1998.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. (Coord.) **Aspectos Fisiográficos das coberturas superficiais do Setor Centro-Oeste da Depressão Periférica Paulista**. Projeto de Auxílio à Pesquisa – Relatório Final (Processo nº 2010/05982-8), FAPESP/UNESP Rio Claro, 2012.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T.; LIMA, M.M.; RIBEIRO, L.S.; OLIVEIRA, A.A. Isobases Confluentes como metodologia de geoprocessamento aplicada a reconstrução geodinâmica da paisagem. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL – SELPER, 16. Medellín. **Memórias...** Medellín (Colômbia): SELPER, 2014, 20 p. Disponível em: <<http://selper.org.co/papers-XVI-Simposio/Bases-de-Datos-Geoespaciales/BD8-Isobases.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; RIBEIRO, L.; GOMIG, E.G. 2009. Isobases Confluentes do Estado de Mato Grosso. Material didático.

JOLY, C.A., AIDAR, M.P.M., KLINK, C.A., MCGRATH, D.G., MOREIRA, A.G., MOUTINHO, P., NEPSTAD, D.C., OLIVEIRA, A.A., POTT, A., RODAL, M.J.N. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation.

LACERDA FILHO, J. V., ABREU FILHO, W., VALENTE, C. R., DE OLIVEIRA, C. C., ALBUQUERQUE, M. C. 2004. Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso, Escala 1:1000.000., (1ª ed.) CPRM. Convênio CPRM/SIMCE, Goiânia, Brasil, 252p.

LANDIM, P.M.B.; MONTEIRO, R.C.; CORSI, A.C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 08, 21 p. 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/Surfer.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J.C., BAYER, M. e PRADO, R. The Araguaia Tocantins Fluvial Basin. B. Goiano de Geografia. 1999.

LEPSCH, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas:Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.175 p.

LEPSCH, I.F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

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).

LIMA, Ernane Cortez. A importância das serras cristalinas no semiárido do nordeste, especialmente no ceará-brasil. Sobral: Revista Casa da Geografia. v. 16, n. 1, 2014, p.89- 100. Disponível em:. Acesso em: 10 jan 2015.

LIMA, M.M.de. **Estudo do Meio Físico e Caracterização da Capacidade de Suporte Natural da Região de Pirassununga/SP**. Rio Claro, 174f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2016.

MACHADO. R.; SILVA, M. E. Estruturas em Rochas. In: TEIXEIRA et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 399-420.

MADRUCCI, V; ARAUJO, C.C.; TAIOLI, F. Sensoriamento remoto, aerogeofísica e geoprocessamento aplicados ao estudo de aquífero fraturado em terreno cristalino, leste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 43-52, 2003.

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. de; 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 TM-Landsat. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9. Cochabamba. **Anais...** Cochabamba: SELPER, 2002.

MELO, C. E. Ecologia comparada de ictiofauna em córregos de cerrado do Brasil Central: bases para a conservação das espécies. 2000. 84 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 2000.

O'LEARY, D. W., FRIEDMAN, J. D., POHN, H. A. Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for olds terms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 87, n. 10, p.1463-1469, 1976.

OHARA, T. **Zoneamento Geoambiental da região do Alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto**. 1995. 235 f. Tese (Doutorado em Geociências) – 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.

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 estudo usando dados de satélite. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4. Bariloche. **Anais...** Bariloche: SELPER, 1989, p. 543-547.

PIMENTEL M.M., HEAMAN L., FUCK R.A., MARINI O.J., 1991. U-Pb zircon geochronology of Precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central Brazil. *Precambrian Research*, 52, 321-335.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO BRASIL. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

PRESS, F.; SIEVER, R. GROTZINGER, J.; JORDAN, T.H.; Tradução MENEGAT, R. et al. **Para Entender a Terra**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 656 p.

RANZANI, G. **Pequeno Guia para Levantamento de Solos**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1963. 22 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. 1 ed. Planaltina: Embrapa, 2001. p. 900.

RODRIGUES, R.M. **Estudo e caracterização do meio físico da Bacia do Rio Camboriú/SC, visando o zoneamento geoambiental**. 2000. 73 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013, 353 p.

SANTOS, R. D. dos; GOMES, I. A.; JESUS, R. M. de; ARAUJO, Q. R. de; MENDONÇA, J. R.; CALDERANO, S. B.; FARIA FILHO, A. F. Solos da região sudeste da Bahia: atualização da legenda de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

SHIMBO, J. Z.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Caracterização ecogeodinâmica da região sul do município de Itapeva, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 7. São Paulo. **Boletim de Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003. p. 98.

SHIMBO, J.Z. **Zoneamento Geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária, estudo de caso: Assentamento Rural Pirituba II (SP)**. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SILVA, C.L. **Aspectos Neotectônicos do Médio Vale do Rio Moji-Guaçu: Região de Piraçununga**. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

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

SOARES, P. C.; MATTOS, J. T. de; BALIEIRO, M. G.; BARCELLOS, P. E.; MENESES, P. R.; GUERRA, S. M. S.; CSORDAS, S. M. Análise morfoestrutural regional com imagens de Radar e Landsat na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBG, 1981a.

SOARES P.C.; LUZ, M.E.; REDAELLI, R.; GUERRA, S.M.S. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2. São José dos Campos. **Anais ...**São José dos Campos: INPE, 1982a, p.157-168.

SOARES, P.C.; BARCELLOS, P.E.; CSORDAS, S.M.; MATTOS, J.T.; BALIEIRO, M.G.; MENESES, P.R. Lineamentos em imagens de Landsat e Radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. In.:Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2. Brasília. **Anais...** Brasília, 1982b, p.153-157.

SPIRIDONOV, A.I. **Princípios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. 3 v. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografía, 1981.

STEFANI, F.L. **Zoneamento Geoambiental da Região de Casa Branca/SP.** 2000. 170 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2003.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geol. Soc. América Bulletin**, v. 63, p. 1119-1142, 1952.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union**. New Haven, v. 38, p. 913-920. 1957.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado+presente=futuro?).** São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 366 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977, 91 p.

VEDOVELLO, R. Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação – UBCs. 2000. 154f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia.** São José dos Campos: INPE, 1982, 76 p.

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.** Santafé de Bogotá: Instituto Geografico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación, 1991, 211 p.

VILLOTA, H. El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. **Revista CIAF**, Bogotá, v.13, n.1, p. 55-70, 1992.

VILLOTA, H. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras.** Bogotá: Instituto Geografico Agustín Codazzi, Departamento Nacional de Estadística, 2005, 184 p.

VINK, A.P.A. **Fotografias aéreas y las ciencias del suelo.** UNESCO. 1963.

VOLKMER, S. **Caracterização mineralógica das coberturas de alteração intempéricas da quadrícula de São Carlos (QSC), SP – escala 1:100.000.** 1993. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

WEG, R.F. **Patrones de Denaje**. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretação – CIAF, 1972, 25 p.

YAKUSHOVA, A.F. **Geology with the elements of Geomorphology**. Moscow: Mir Publishers, 1986, 400p.

ZINCK, A. **Aplicación de la geomorfología el levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos**. Mérida: CIDIAT; Bogotá: Instituto Geográfico “Augustin Codazzi”, Subdireção Agrológica – IGAC, 1987, 176 p.

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande-PB, v.5, n.3, p.416-424, 2001.

APÊNDICE A – Tabelas de descrição síntese das Subzonas Geoambientais, Médio Vale do Araguaia/MT.

Descrição síntese das SZGA DAI e DAII da ZGA I quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
DAI	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico A moderado	Planícies de inundação atual e subatual	Depósitos de silte e argilas.	Franco
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico		Depósitos de areias	Franco arenoso
	GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico A moderado		Depósitos de silte e argilas.	Franco argiloso
DAII	PLINTOSSOLO HÁPLICO distrófico A moderado	Planícies de inundação atual e subatual	Depósitos de areias e argilas.	Franco arenoso
	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico		Depósitos de areias e argilas.	Arenoso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico A moderado		Depósitos de silte e argilas.	Franco arenoso
	GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico		Depósitos de silte e de argilas.	Franco arenoso

Descrição síntese das SZGA GAI e GAII da ZGA II quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
GAI	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico petroplíntico	Planaltos baixos	Arenito, Conglomerado, Siltito da fase depósito.	Franco argilo arenoso, cascalhento
GAII	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	Planícies subatuais e planaltos muito baixos	Argila, silte e areia da fase terraço.	Franco argilo arenoso
	PLINTOSSOLO HÁPLICO Alítico		Argila, silte e areia da fase terraço.	Franco argilo arenoso

GAI	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico	Planícies subatuais e planaltos muito baixos	Argila, silte e areia da fase terraço.	Franco arenoso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico		Argila, silte e areia da fase terraço.	Franco argiloso

Descrição síntese das SZGA N1A e N1B da ZGA III quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
N1A	CAMBISSOLO Álico Tb A Húmico	Planaltos muito baixos a Planaltos baixos	Depósitos de argila, silte, areia e cascalho.	Franco arenoso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Alítico A moderado			Franco argiloso
	NEOSSOLO QUARTARÊNICO Órtico			Franco arenoso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico			Argiloso
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico			Franco
N1B	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Alítico A moderado	Planaltos muito baixos	Depósitos de argila, silte, areia e cascalho.	Franco argiloso, Franco argiloso arenoso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico			Argiloso
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico			Franco argiloso,

Descrição síntese das SZGA N2A e N2B da ZGA III quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
N2A	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Álico A moderado	Planaltos muito baixos a médios	Conglomerado, Laterita, Depósitos de areia e argila	Franco
	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico			Franco
N2B	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico plíntico	Planaltos médios	Conglomerado, Laterita, Depósitos de areia e argila	Franco argiloso cascalhento
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico			Franco argiloso

N2B		Planaltos médios	Conglomerado, Laterita, Depósitos de areia e argila	cascalhento
	NEOSSOLO LÍTOLICO Distrófico			Franco cascalhento
	NEOSSOLO LÍTOLICO Distrófico petroplíntico			Franco cascalhento
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário			Franco cascalhento

Descrição síntese das SZGA da ZGA IV quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
C	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico	Planaltos baixos e médios	Diamictito, Folhelho, Arenito e Siltito	Médio/argilosa
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico			Médio

Descrição síntese das SZGA D1 e D2 da ZGA V quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
D1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	Planaltos baixos e médios	Arenito e siltito	Arenoso médio
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico			
D2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb A Húmico	Planaltos baixos e médios	Folhelho e arenitos	Médio argiloso e médio
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico			Médio argiloso e médio
	PLINTOSSOLO HÁPLICO Tb A moderado			Médio argiloso e médio
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico			Médio argiloso e médio
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico A moderado			argiloso
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico			Médio cascalhento
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado concrecionário			Arenoso médio cascalhento
NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico	médio			

D2	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Plíntico	Planaltos baixos e médios	Folhelho e arenitos	Médio argiloso
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico			argiloso
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico petroplíntico			Médio argiloso

Descrição síntese das SZGA NP1, NP2A e NP2B da ZGA VI quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
NP1	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico	Planaltos baixos	Dolomito, Argilito, Arenito, Silexite e Siltito	Médio argiloso
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico			Médio argiloso
NP2A	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário	Planaltos baixos e médios		Médio cascalhento
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico			Médio cascalhento
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico			médio
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico petroplíntico			Médio argiloso cascalhento
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico			Médio argiloso
NP2B	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico	Planaltos baixos e médios		Médio argiloso cascalhento
	NEOSSOLO QUARTZÂRENICO Órtico			Médio arenoso
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico			Médio/ médio cascalhento
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico			argiloso
NP2B	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico	Planaltos baixos e médios	Médio argiloso/argiloso	
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico		Médio/ médio cascalhento	
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico		médio	

Descrição síntese das SZGA NP3 e NP4 da ZGA VII quanto aos tipos de solos, unidades de relevo, litotipo/substrato, textura e características.

Subzona Geoambiental	Tipo de Solo	Unidade do Relevo	Litotipo Substrato	Textura
NP3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	Planaltos médios	Filito, metarenito xisto verde (actinolita, albita, epidoto, clorita)	Médio argiloso
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário arênico			Médio arenoso
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico			Médio muito cascalhento
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico			Argiloso médio argiloso
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico			médio
NP4	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário arênico	Planaltos médios	Xisto, metarenito, andesito, chert, sericita filito carbonoso, filito, metaparaconglomerado, formação ferrífera bandada (BIF'S) e metatufo	Médio arenoso
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico			médio
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico			Médio/ médio cascalhento