



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO TOCANTINS

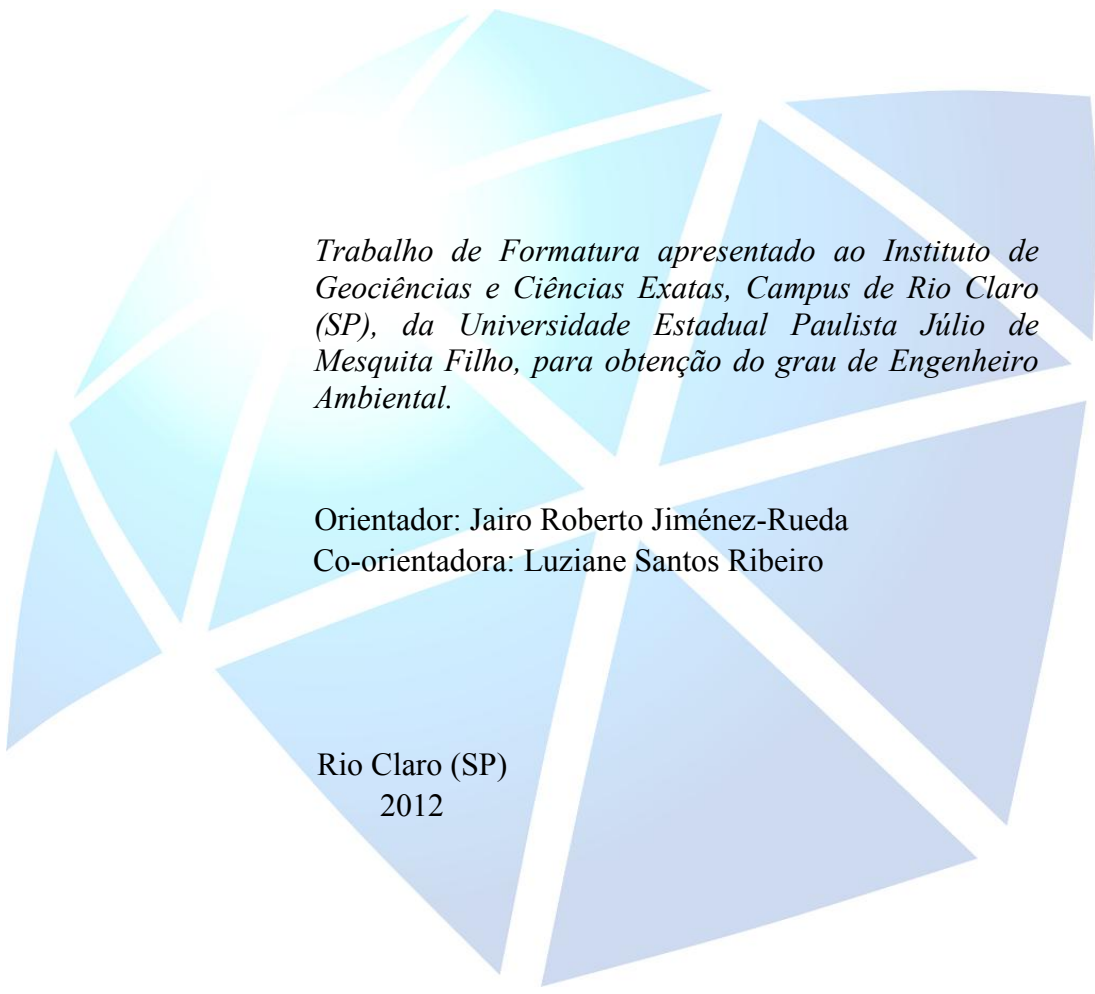
Laira Barros de Almeida

Rio Claro (SP)

2012

LAIRA BARROS DE ALMEIDA

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO TOCANTINS

A large, stylized graphic of a globe is positioned in the background, centered behind the text. The globe is composed of several triangular segments in various shades of blue and cyan, creating a faceted, geometric appearance.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro (SP), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda
Co-orientadora: Luziane Santos Ribeiro

Rio Claro (SP)
2012

LAIRA BARROS DE ALMEIDA

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO TOCANTINS

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro (SP), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Jairo Roberto Jiménez-Rueda
Marcelo L. Garcia
Marcelo Rodrigo Alves

Rio Claro, 02 de Julho de 2012

Laira Barros de Almeida

Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Agradecimentos

Primeiramente, eu gostaria de agradecer ao meu orientador, Jairo, por me oferecer todo o suporte necessário para a realização deste trabalho. Agradeço também à Luziane, minha co-orientadora, pela atenção prestada principalmente com o ArcGis.

Obrigada a todos aqueles que me ajudaram indiretamente com esse trabalho. Obrigada a toda minha “família” de Rio Claro, principalmente as meninas com quem morei todos esses anos na “Quebra-Coco”: Vocês foram fundamentais. Obrigada a Erica, minha colega de trabalho, ouvido de todas minhas dificuldades para conciliar meu estágio e a execução desse trabalho. Obrigada a Gabriela Marrach. Você me ajuda só de existir.

Por fim, obrigada à minha família e a Deus. Toda a força que ganhei eu devo a vocês.

Muito Obrigada!

“Se você trabalhar com esforço, fizer valer os seus direitos e usar sua mente e imaginação, poderá moldar o mundo a seus desejos.” (Malcolm Gladwell)

RESUMO: A carência de estudos de planejamento territorial no Brasil agrava o desequilíbrio ambiental ocasionado pela ocupação desordenada de uma região. Como mais novo estado brasileiro frente a uma ocupação acelerada, o estado do Tocantins está enquadrado nessa realidade. Para o fornecimento de diretrizes para elaboração de um estudo de planejamento territorial do estado do Tocantins, o presente trabalho está embasado no zoneamento geoambiental que tem como objetivo o cruzamento de informações pertinentes ao meio físico. Dessa forma, a partir de um estudo detalhado do meio físico e de elaborações de mapas em ambiente SIG, apresenta-se as características ambientais do Estado do Tocantins assim como subsídios ao planejamento na forma de mapas temáticos e capacidade suporte do meio físico. Esses mapas demonstraram a suscetibilidade a erosão de determinadas áreas inseridas no estado, como a região próxima aos municípios de Araguaína, Mateiros e Arrais. Além disso, foi possível identificar áreas frágeis que necessitam de especial atenção como as Coberturas Cenozóicas a sudoeste do Estado.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Morfoestruturas, Zoneamento Geoambiental, Tocantins

ABSTRACT: The lack of environment planning studies in Brazil drives to an imbalance due to a disorderly occupation in some areas. As the youngest Brazilian state facing a fast occupation, Tocantins is included on this situation. In order to provide guidelines for an environment planning studies, this paper is under geoenvironmental zoning which is based on the integration of physical aspects. This detailed study supported by maps elaborated on GIS environment, will be able to present the support for planning studies focused on the potential or limitation of the area.

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do Estado do Tocantins	12
Figura 2 - Regionalização Climática do Estado do Tocantins.....	18
Figura 3 - Mapa de Precipitação Média Anual do Estado do Tocantins	19
Figura 4 - Mapa de Geologia do Estado do Tocantins	21
Figura 5 - Eras Geológicas e Eventos Geodinâmicos	22
Figura 6 - Ambientes Geológicos do Estado do Tocantins	23
Figura 7 - Mapa de Geomorfologia do Estado do Tocantins	25
Figura 8 - Mapa de Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins	27
Figura 9 - Mapa de Declividade do Estado do Tocantins.....	28
Figura 10 - Províncias Estruturais Brasileiras	29
Figura 11 - Unidades Geotectônicas da Província Parnaíba	30
Figura 12 - Província Tocantins	31
Figura 13 - Província São Francisco	33
Figura 14 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins	34
Figura 15 - Mapa de Vegetação do Estado do Tocantins	35
Figura 16 - Principais Elementos Tectônicos do País	36
Figura 17 - mapa Pedológico do Estado do Tocantins	37
Figura 18 - Mapa de Erodibilidade do Estado do Tocantins	38
Figura 19 - Drenagem Regional do Estado do Tocantins.....	41
Figura 20 - Dreagem Adensada do Estado do Tocantins	42
Figura 21 - Mapa de Isobases 6 do Estado do Tocantins	45
Figura 22 - Mapa de Isobases 5 do Estado do Tocantins	46
Figura 23 - Mapa de Isobases 4 do Estado do Tocantins	47
Figura 24 - Mapa de Isobases 3 do Estado do Tocantins	48
Figura 25 - Mapa de Isobases 2 do Estado do Tocantins	49
Figura 26 - Mapa de Isobases 1 do Estado do Tocantins	50
Figura 27 - Configuração Atual do Relevo do Tocantins.....	51
Figura 28 - Lineamentos Estruturais do Estado do Tocantins.....	53
Figura 29 - Densidade de Lineamentos Estruturais do Estado do Tocantins	54
Figura 30 - Traços de Fratura do Estado do Tocantins.....	56
Figura 31 - Densidade de Traços de Fratura do Estado do Tocantins	57
Figura 32 - Densidade de Máximos 1 e Máximos 2 do Estado do Tocantins	59
Figura 33 - Mapa Morfoestrutural do Estado do Tocantins	62
Figura 34 - Subprovíncias do Estado do Tocantins.....	65
Figura 35 - Mapa Fisiográfico do Estado do Tocantins	75

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Morfoestruturas e suas aplicações	61
Tabela 2 - Legenda Fisiográfica para delimitação das unidades fisiográficas do estado do Tocantins	64
Tabela 3 – Paisagens do Estado do Tocantins	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	10
2. OBJETIVOS	11
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	12
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1. Método Morfoestrutural e Caracterização das Áreas Suscetíveis à Erosão	13
4.2. Zoneamento Geoambiental	13
4.3. Sistemas de Informações Geográficas – SIGs – como apoio ao Zoneamento Geoambiental	14
5. METODOLOGIA	15
5.1. Definição da Área	15
5.2. Diagnóstico Zero (DZ)	15
5.3. Mapa de Drenagem Regional Adensada	15
5.4. Mapa de Lineamentos de Drenagem	16
5.5. Mapa de Traços de Fraturas	16
5.6. Mapa Morfoestrutural	16
5.7. Isobases Confluentes	16
5.8. Fisiografia	17
5.9. Capacidade Suporte do Meio Físico	17
6. DISGNÓSTICO ZERO	18
6.1. Clima	18
6.2. Paleoclima	20
6.3. Geologia	21
6.4. Geomorfologia	24
6.5. Fisiografia	28
6.5.1. Província Parnaíba	29
6.5.2. Província Tocantins	31
6.5.3. Província São Francisco	32
6.5.4. Subregiões	34
6.6. Tectônica e Neotectônica	35
6.7. Pedologia	37
6.8. Arqueologia e Antropologia	38
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40

7.1.	Diagnóstico	40
7.1.1.	Análise da Rede de Drenagem	40
7.1.2.	Isobases Confluentes	43
7.1.3.	Geologia Estrutural	52
7.2.	Fisiografia	63
7.2.1.	Caracterização Fisiográfica	63
7.2.2.	Legenda Fisiográfica	63
7.2.3.	Interpretação Fisiográfica	64
4.1.	Capacidade Suporte do Meio Físico.....	68
8.	CONCLUSÃO.....	69
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	ANEXO	74

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Desastres recentes, como os desabamentos em Niterói/RJ, Angra dos Reis/RJ e algumas cidades do Estado de Santa Catarina, despertam a atenção para uma problemática preocupante: a ocupação urbana desordenada que carece de práticas de manejo e conservação sustentáveis, principalmente em áreas de risco. A ausência de planejamento territorial se estende por todo o Brasil, de forma que o Estado de Tocantins não foge a essa realidade.

Após a construção da rodovia Belém-Brasília e, mais recentemente, sua emancipação, o crescimento populacional no Estado, antes lento, se acelerou chegando a 4% ao ano nas décadas de 70 e 80, além de uma forte concentração urbana (cerca de 70% da população). Algumas regiões se destacaram crescendo mais rapidamente, como o território do Bico do Papagaio, localizado a extremo norte do Estado do Tocantins, levando-as a enfrentar problemas agrícolas e ambientais por falta de infraestrutura e planejamento. Segundo o IBGE, em 2007 o Bico do Papagaio representava apenas 12% do território total do Tocantins, mas possuía 15% da população e abrigava 25 dos 139 municípios. O quadro que se formara então era de um Estado com vastas áreas para a agricultura e a pecuária, mas com sua população envolvida em outro problema recorrente: as disputas pela terra, o que pode agravar ainda mais a questão.

As diretrizes para um planejamento eficiente do território podem ser definidas através de um diagnóstico biótico e abiótico da área contemplado no Zoneamento Geoambiental. Esse visa o levantamento e cruzamento de informações pertinentes ao meio físico das quais se podem extrair mapas de zonas e subzonas homólogas, que, após minuciosa análise, propiciam embasamento para o planejamento da área. Para divisão e caracterização dessas zonas homólogas, a análise geoambiental apoia-se em parâmetros geológicos, climáticos, morfoclimáticos, morfotectônicos, morfoestruturais, fisiográficos e, por fim, a fisiologia da paisagem. A reunião de tais informações permite um estudo detalhado das condições naturais do meio físico em relação a suas aptidões e restrições, o que viabiliza medidas de prognóstico e diagnóstico de áreas mais suscetíveis a danos ambientais.

Considerando a importância ecológica do Estado do Tocantins como abrigo de grandes riquezas naturais além de sua ocupação acelerada, o trabalho em questão será realizado com o intuito de fornecer informações complementares e direcionais para futuros estudos de planejamento territorial e práticas de manejo.

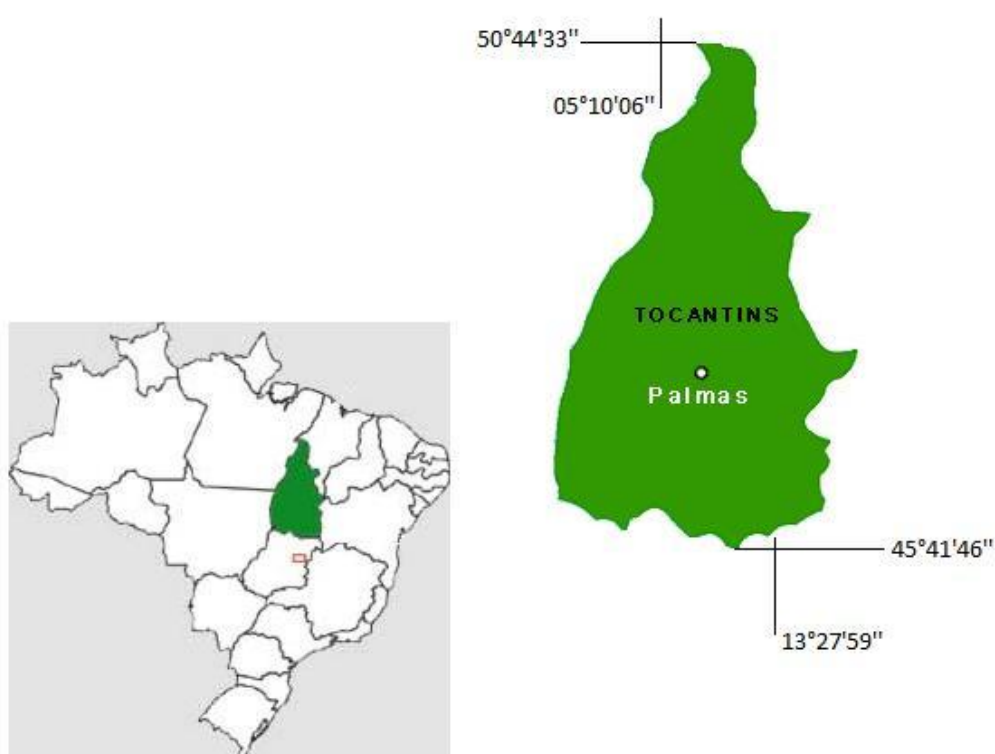
2. OBJETIVOS

O presente estudo propõe realizar o Zoneamento Geoambiental preliminar para o Estado do Tocantins, isso é, gerar mapas e cartas temáticas capazes de auxiliar o planejamento adequado do parcelamento do solo do estado, bem como o processo de tomada de decisão de medidas mitigadoras de prevenção, controle e implementação de obras civis focando, principalmente, as regiões mais suscetíveis à erosão.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O Tocantins localiza-se na região norte, no centro geográfico do país entre as latitudes S5°10'06'' e S13°27'59'' e longitudes W50°44'33'' e W45°41'46'' (SEPLAN, 2008). Faz limites com os seguintes estados: Maranhão, Pará, Goiás, Piauí, Bahia e Mato Grosso. Possui uma área total de 277.620 km² com 5,4% do território inserido na Amazônia Legal.

Figura 1 - Localização do Estado do Tocantins



4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Método Morfoestrutural e Caracterização das Áreas Suscetíveis à Erosão

Erosão pode ser definida como o desprendimento e arraste das partículas do solo causadas pela ação da água e do vento. Uma das características mais importantes para o estudo do processo erosivo é a relacionada à capacidade de infiltração de água no solo (REIS, 2006). Essa capacidade de infiltração, por sua vez, é o fator mais importante para se definir as classes de erodibilidade do solo que são estabelecidas a partir do Método Morfoestrutural (JIMÉNEZ-RUEDA et al, 1992).

Morfoestrutura é definida pelo conjunto de forças, internas e externas, que através de um conjunto de processos responde pela gênese do modelado do relevo terrestre, isso é, a morfoestrutura influencia, de maneira marcante, os processos de formação do solo. Dessa forma, o Método Morfoestrutural se apoia nos processos deformacionais da rocha marcados por fraturas, lineamentos estruturais e juntas (JIMÉNEZ-RUEDA et al, 1992).

A análise morfoestrutural está embasada na observação do comportamento de feições de drenagem e relevo, uma vez que a distribuição espacial dessas permite compreender como está disposto o maciço ou sua cobertura de alteração intempérica. O estabelecimento de padrões de assimetrias-simetrias das bacias hidrográficas e das redes de drenagem é o que provê a abstração de feições morfoestruturais (JIMÉNEZ-RUEDA et al, 2008).

A partir do exposto acima, é possível compreender a permeabilidade da área de estudo, importante para o estabelecimento de classes de erodibilidade, a partir da análise da rede de drenagem.

Considerando que algumas restrições e potencialidades de uso do solo são determinadas pelo domínio morfoestrutural, a definição de morfoestruturas é uma etapa inicial para o Zoneamento Geoambiental (TONIZZA et al, 2005).

4.2. Zoneamento Geoambiental

O zoneamento geoambiental vem com o propósito de subsidiar o planejamento ambiental e a ordenação territorial da região em estudo. É uma parte do processo de planejamento do uso da terra a partir da definição de áreas homogêneas, em função de suas possibilidade e limitações diante às intervenções do homem e de suas necessidades de manejo ou conservação (ROBAINA & BAZAN, 2008).

Cada unidade de área homogênea é representada pela zona ou subzona geoambiental. Essa, por sua vez, é delimitada por ruptura de declive, associada ao limite litológico e/ou geológico, ou, em algumas vezes, ao limite erosivo e descontinuidade estrutural. Pode ser subdividida em função de algumas variáveis que podem condicionar a configuração das formas de relevo, de anomalias morfoestruturais, entre outras (OHARA, 1995).

A realização do zoneamento geoambiental apoia-se em técnicas de geoprocessamento e produção de mapas temáticos para caracterização do meio físico, biótico e socioeconômico. Assim, a definição da paisagem permitirá a definição das potencialidades da área de estudo o que auxiliará o planejamento de diversas formas de uso compatíveis (SHIMBO et al, 2007).

4.3. Sistemas de Informações Geográficas – SIGs – como apoio ao Zoneamento Geoambiental

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são ferramentas computacionais para geoprocessamento que permitem realizar análises complexas integrando dados de diversas fontes e criando banco de dados georreferenciados (CÂMARA, 2001).

Visando caracterizar e entender a organização do espaço, são realizados os estudos de mapeamento temático, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros. A partir desses estudos, são realizados os trabalhos de ordenamento territorial com o objetivo de normatizar a ocupação do espaço e de racionalizar a gestão do território (CÂMARA, 2001).

Para tal é imprescindível a identificação de áreas homogêneas que servirão de base de um sistema de classificação e reorganização do espaço geográfico e estudo de uma interdependência entre cada uma dessas áreas. Em ambiente SIG, o agrupamento dessas unidades é realizado a partir de um processo denominado de regionalização por agregação ou agrupamento a partir da identificação de variáveis cujo inter-relacionamento permite realizar o particionamento do espaço geográfico (CÂMARA, 2001).

Todo o processo parte de um banco de dados que armazenam mapas cadastrais e permitem a escolha de atributos descritivos para obtenção dos mapas temáticos. Assim, cada um desses atributos e/ou mapas permitirão a elaboração de modelos geradores de diagnóstico e prognóstico (CÂMARA, 2001).

Muitos dos procedimentos para análise morfoestrutural, como adensamento de drenagem, antes eram executados manualmente o que dificultava a análise para áreas muito extensas. Graças à metodologia desenvolvida por Ribeiro (2010) a partir da implementação do “Método Morfoestrutural para Mapeamentos Geoambientais” através da automatização dos procedimentos em ambiente SIG, o mesmo pode ser feito para todo o território do Tocantins.

5. METODOLOGIA

5.1. Definição da Área

O Estado do Tocantins possui algumas particularidades que podem ser abordadas como justificativa de sua escolha.

Além de ser o mais novo estado brasileiro, criado em 1988, e fazer limite com estados do nordeste, centro-oeste e do norte facilitando o seu acesso, o estado, segundo a Secretaria da Agricultura, abrange aproximadamente dois terços da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, além de várias sub-bacias importantes, tornando o Tocantins um dos estados mais ricos do Brasil em recursos hídricos o que possibilita a irrigação, construção de hidrovias, geração de energia elétrica e empreendimentos de turismo ecológico, aquicultura e consumo humano. Merece destaque também as vastas áreas destinadas à pecuária e à agricultura, sendo essa última a principal atividade econômica do Estado com culturas de arroz, milho, soja, mandioca e cana-de-açúcar.

Com uma densidade populacional de 3,3 hab/km², concentrada em sua maioria no extremo norte do Estado, o estado também é ocupado, em mais de 50% do seu território, por áreas de preservação e unidades de conservação, além das já citadas bacias hídricas. Dentre essas, é importante citar a maior Ilha fluvial do mundo, a Ilha do Bananal, e o Parque Estadual do Cantão onde se encontram três importantes ecossistemas: o amazônico, o pantaneiro e o cerrado.

Além disso, é preciso destacar o caráter inédito da aplicação do Método Morfoestrutural para o Estado do Tocantins.

Dessa forma, o Tocantins se torna um estado importante para realização do estudo de forma a prover um prévio planejamento para seu desenvolvimento aliado a preservação de suas riquezas naturais.

5.2. Diagnóstico Zero (DZ)

Apoiando-se na literatura existente para o estado do Tocantins, o Diagnóstico Zero, tem como premissa compreender e caracterizar melhor os diversos aspectos geológicos, tectônicos, climáticos, fisiográficos, pedológicos e socioeconômicos. Assim, é possível estabelecer as prioridades na geração das informações a serem complementadas e/ou produzidas para executar o planejamento do Estado.

5.3. Mapa de Drenagem Regional Adensada

A drenagem é a base fundamental para o desenvolvimento do Método Morfoestrutural. A partir dela, serão extraídos traços de juntas e fraturas, alinhamentos de drenagem, lineamentos estruturais, densidades de fraturamento e permeabilidade, entre outros. Por isso, para as etapas seguintes, o mapa de drenagem deve estar adensado. Dessa forma, essa etapa consistirá em completar a drenagem omitida nas cartas topográficas. Será realizada em ambiente do software Arcgis 9.3 com as SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – dados numéricos de relevo e topografia) do Estado do Tocantins obtidas no site da EMBRAPA.

5.4. Mapa de Lineamentos de Drenagem

Essa etapa corresponde à extração dos elementos retilíneos da drenagem, em geral de extensão superior a 2-3 km e associados a drenagens de terceira ordem e superiores.

O mapa de lineamentos de drenagem permite a análise de pontos de cruzamento de lineamentos de diferentes direções. A partir disso, realiza-se a contagem da frequência desses pontos por unidade de área o que gerará um mapa de densidade de cruzamentos determinando regiões com maior percolação de fluidos.

5.5. Mapa de Traços de Fraturas

O mapa de fraturas corresponde à extração dos elementos de drenagem retilíneos normalmente inferiores a 2 km e associados à drenagem de primeira ordem.

O mapeamento dos traços de juntas objetiva avaliar o grau de fraturamento das coberturas e rochas. Maiores intensidades de rompimento permitem identificar maior permeabilidade, infiltração, alterabilidade, ruptibilidade e consequente maior susceptibilidade à erosão.

Sobre esse mapa, realiza-se uma análise espacial que identificará as duas direções de maior frequência de traços estabelecendo os máximos e mínimos 1 e 2. Assim, serão identificadas as áreas com mudanças abruptas de direções, isso é, onde haverá intensa percolação de fluidos, e consequente maior alteração do complexo rocha/solo o que torna a área de maior instabilidade. Se na região ocorrer coincidência das variações de máximos 1 e 2, o processo erosivo já se terá instalado. Onde houver apenas máximo 1, a erodibilidade é alta e onde houver apenas máximo 2, os processos erosivos estão potencializados e podem ser desestabilizados por qualquer intervenção natural e/ou antrópica.

5.6. Mapa Morfoestrutural

O mapa morfoestrutural avalia quais regiões apresentam os domínios dos altos e baixos estruturais. Essa avaliação é feita a partir da análise de assimetrias e formas anômalas de drenagem presentes na área de estudo.

A caracterização morfoestrutural é importante considerando que altos e baixos estruturais, apresentam comportamentos diferentes no que se refere às reações intempéricas e aos processos geoquímicos. Permitem identificar processos de laterização e/ou oxidação intensa (altos estruturais) e processos redutores proporcionados pelo impedimento à drenagem imposta pela própria estrutura e consequente formação de argilas (baixos estruturais) (MORAES et al, 2005).

5.7. Isobases Confluentes

Isobases são paleosuperfícies de erosão associadas a um intervalo de tempo geológico remoto com características morfo-tectono-climáticas distintas que deram origem aos solos, a morfoestrutura e ao relevo atuais (RIBEIRO, 2010). Serão geradas pela ordenação da hidrografia e associação às confluências de drenagem de valores de elevação. Cada ordem de confluência corresponde a uma época distinta. Quanto maior a ordem, mais antiga a paleosuperfície.

5.8. Fisiografia

A fisiografia é a reorganização taxonômica da evolução das paisagens e a gênese de suas formas unitárias.

Já a análise fisiográfica é a integração analítica dos elementos e padrões de fotointerpretação de Leudes e Guy (1961 – 1965) proposta por Goosen (1960) desenvolvida por Botero (1978) e Villota (2005) a partir da interpretação de sensores remotos complementando a caracterização geomorfológica mediante o reconhecimento da paisagem, fundamental na análise fisiográfica da superfície terrestre, uma vez que apresenta certa homogeneidade geológica, climática, pedológica e biológica (SHIMBO, 2006).

Para que a elaboração do mapa fisiográfico fosse viável considerando a extensão do território, o mapa foi elaborado em ambiente do ArcGis 10.0 tendo como base as curvas de nível adensadas (80 m) elaboradas a partir das SRTM disponibilizada pela EMBRAPA.

5.9. Capacidade Suporte do Meio Físico

A capacidade suporte do meio físico, aqui exposta, procura rever a bibliografia a respeito da susceptibilidade a erosão do solo, comparando com os mapas descritos acima, uma vez que o cruzamento desses planos de informação permite definir ao respeito da percolabilidade e fragilidade do sistema possibilitando o planejamento territorial e medidas preventivas.

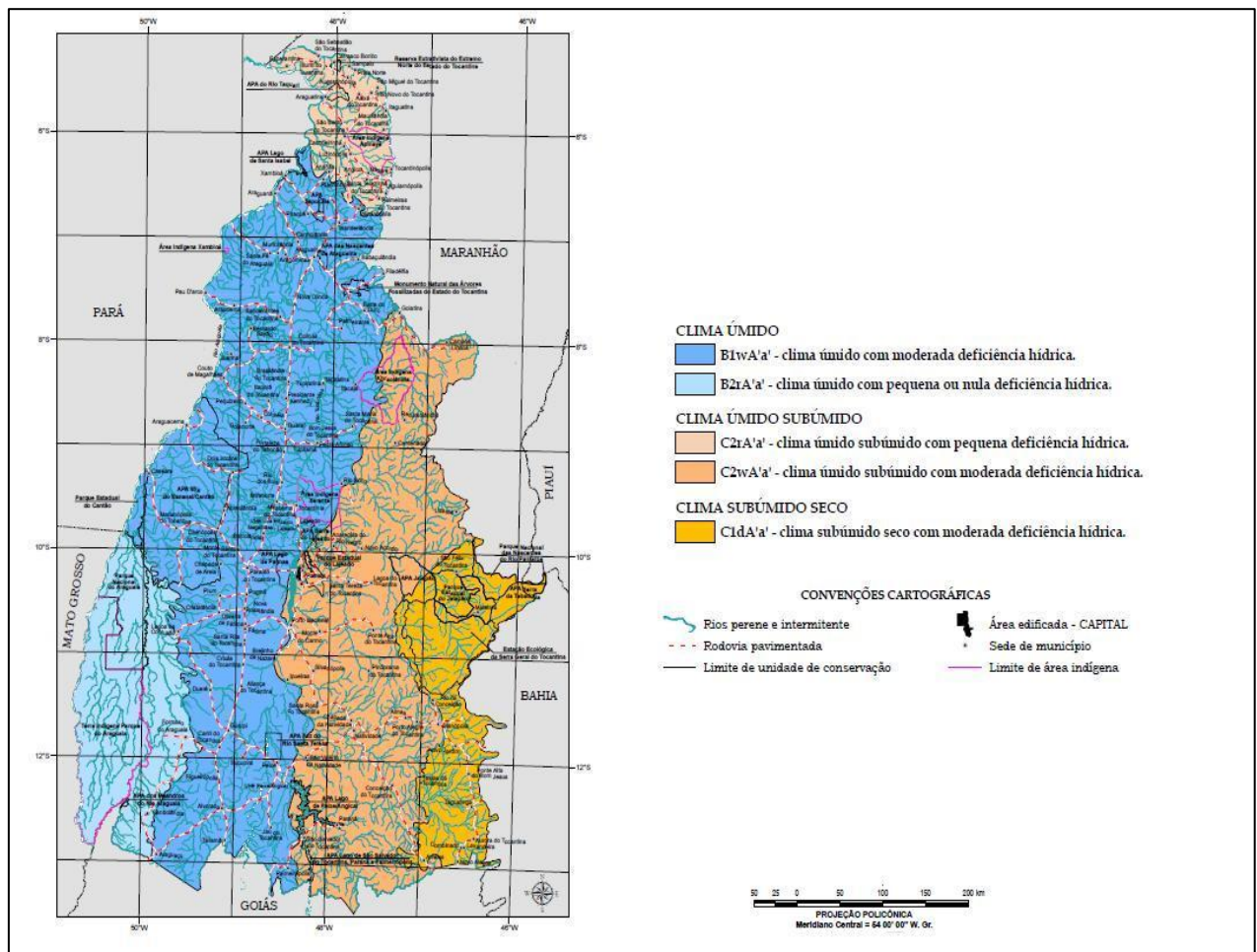
6. DISGNÓSTICO ZERO

6.1. Clima

O Estado do Tocantins está inserido no domínio climático tropical semi-úmido. Esse domínio é tipicamente caracterizado por um período de estiagem de quatro meses. Segundo classificação de Köppen, o clima é classificado como Aw, tropical com verões úmidos e invernos secos (RURALTINS, 2011).

A Secretaria do Planejamento do Tocantins (SEPLAN/TO), para confecção do Atlas do Estado, regionalizou o clima, conforme Método de Thornwaite, indicado abaixo. Os climas foram classificados considerando índices de umidade, aridez e eficiência térmica.

Figura2 - Regionalização Climática do Estado do Tocantins



Fonte: Atlas do Tocantins – SEPLAN/TO

Conforme mapa acima, é possível observar cinco regiões climáticas:

B1wA'a': Clima úmido. Deficiência hídrica moderada durante o inverno. Evapotranspiração potencial média anual entre 1400 e 1700 mm.

B2rA'a': Clima úmido com deficiência hídrica nula ou muito pequena. Evapotranspiração média anual de 1700 mm.

C2rA'a': Clima subúmido com pequena deficiência hídrica. Evapotranspiração média anual de 1600 mm.

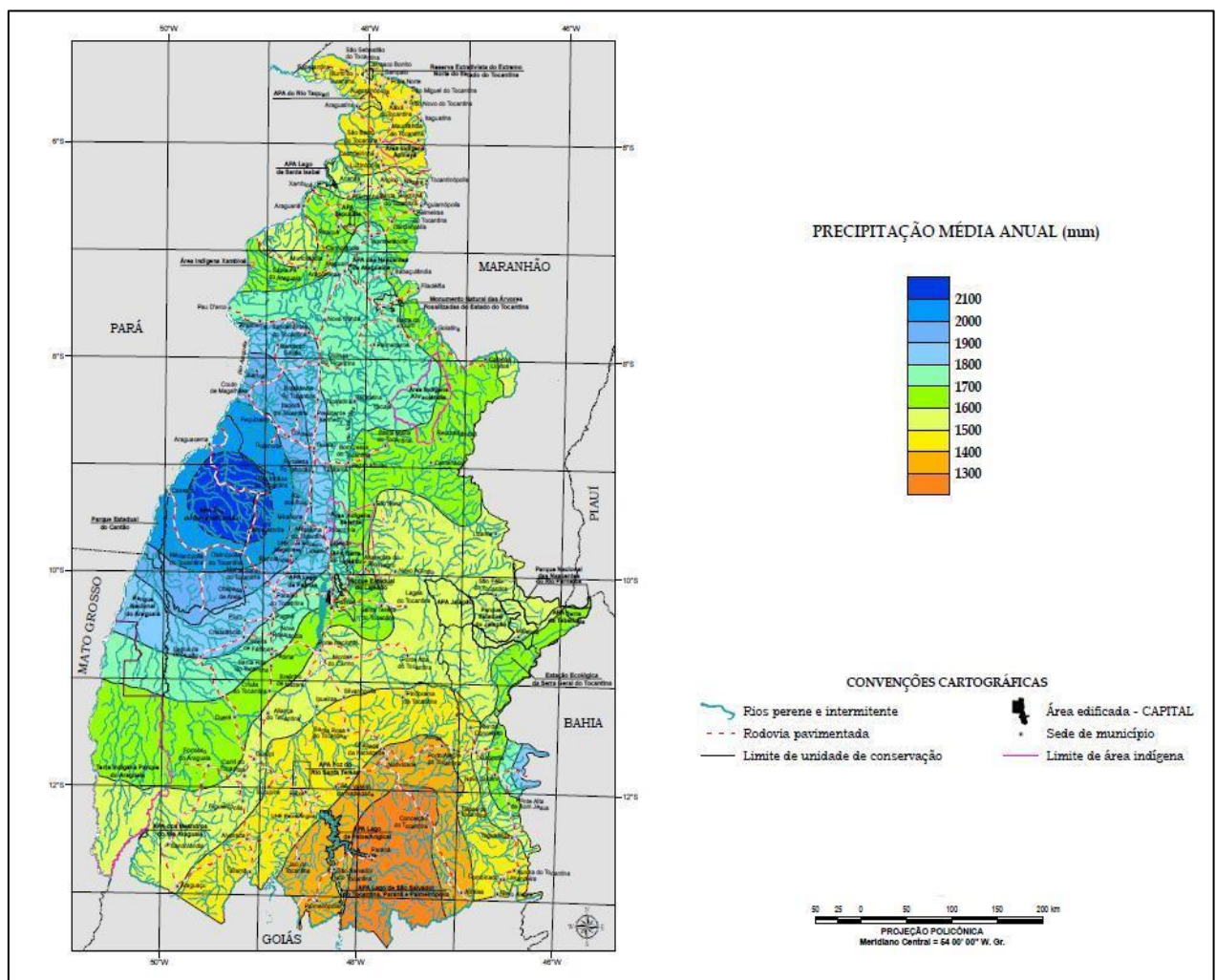
C2wA'a': Clima subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno. Evapotranspiração potencial média anual de 1500 mm.

C1dA'a': Clima subúmido seco com moderada deficiência hídrica no inverno. Evapotranspiração potencial média de 1300 mm.

A temperatura média anual é de 26°C. A máxima, encontrada durante o mês de setembro, possui uma média de 32°C. A mínima ocorre em julho com uma média de 15°C. A máxima e mínima absoluta são, respectivamente, 42°C e 8°C (RURALTINS, 2011).

A precipitação média no estado é de 1700 mm/ano e é crescente de Leste para Oeste, com a região próxima a Araguaína, e do Sul para o Norte. Janeiro é o mês mais chuvoso e agosto o mês mais seco (RURALTINS, 2011).

Figura 3 - Mapa de Precipitação Média Anual do Estado do Tocantins



Fonte: Atlas do Tocantins – SEPLAN/TO

6.2. Paleoclima

Alguns vestígios na crosta terrestre possibilitam a dedução de como era caracterizado o clima ao longo das eras geológicas permitindo melhor compreensão da formação da paisagem de um determinado território e possíveis alterações.

O Quaternário, dividido em Pleistoceno e Holoceno, é o período que contém o maior número de informações paleoclimáticas. Entretanto, acredita-se que nos últimos 600 milhões de anos houve três períodos de glaciação alternados com períodos interglaciais (maiores temperaturas). O primeiro período teria ocorrido no período Pré-Cambriano, outro durante o início do Permiano e, por fim, durante Pleistoceno terminal. Esse último é denominado de glaciação de Würm-Wisconsin. A redução da temperatura nesse período teria sido responsável por maior confinamento de águas nos pólos na forma de gelo rebaixando, dessa forma, o nível do mar (AYOADE, 2011). No Brasil, estudos observaram possíveis longas fases semi-áridas (algumas relacionadas com períodos de glaciação) alternadas com fase semi-úmidas. Algumas evidências a esse respeito podem ser encontradas no Tocantins e em estados limítrofes.

A região central do Brasil possui, de forma acentuada, extensas superfícies horizontais ou aplainadas, porém essas formas não estão geneticamente associadas ao clima úmido atual. Sequências concrecionais denominadas de bancadas ferruginosas ou detríticas, característica de suas formações superficiais, estão diretamente relacionadas a efeitos paleoclimáticos, uma vez que o material desagregado que capeia esses aplainamentos é resultante de um clima seco, árido ou semi-árido (CASSETI, 2005).

Tendo aproximadamente 87% do seu território recoberto pelo domínio dos cerrados, a interpretação paleoclimática do Tocantins pode ser feita a partir da Teoria dos Refúgios (1977 apud SILVA, 2010) que explica a retração e expansão de cerrados durante o Quaternário. Segundo essa teoria, durante o período de seca do Pleistoceno terminal, o Brasil Central apresentaria grandes áreas de cerrado rodeadas por vegetação da caatinga com exceção do Sul onde predominariam florestas temperadas. Oscilações climáticas para climas mais úmidos teriam beneficiado a expansão do cerrado, configurando no espaço fitogeográfico atual (SILVA, 2010).

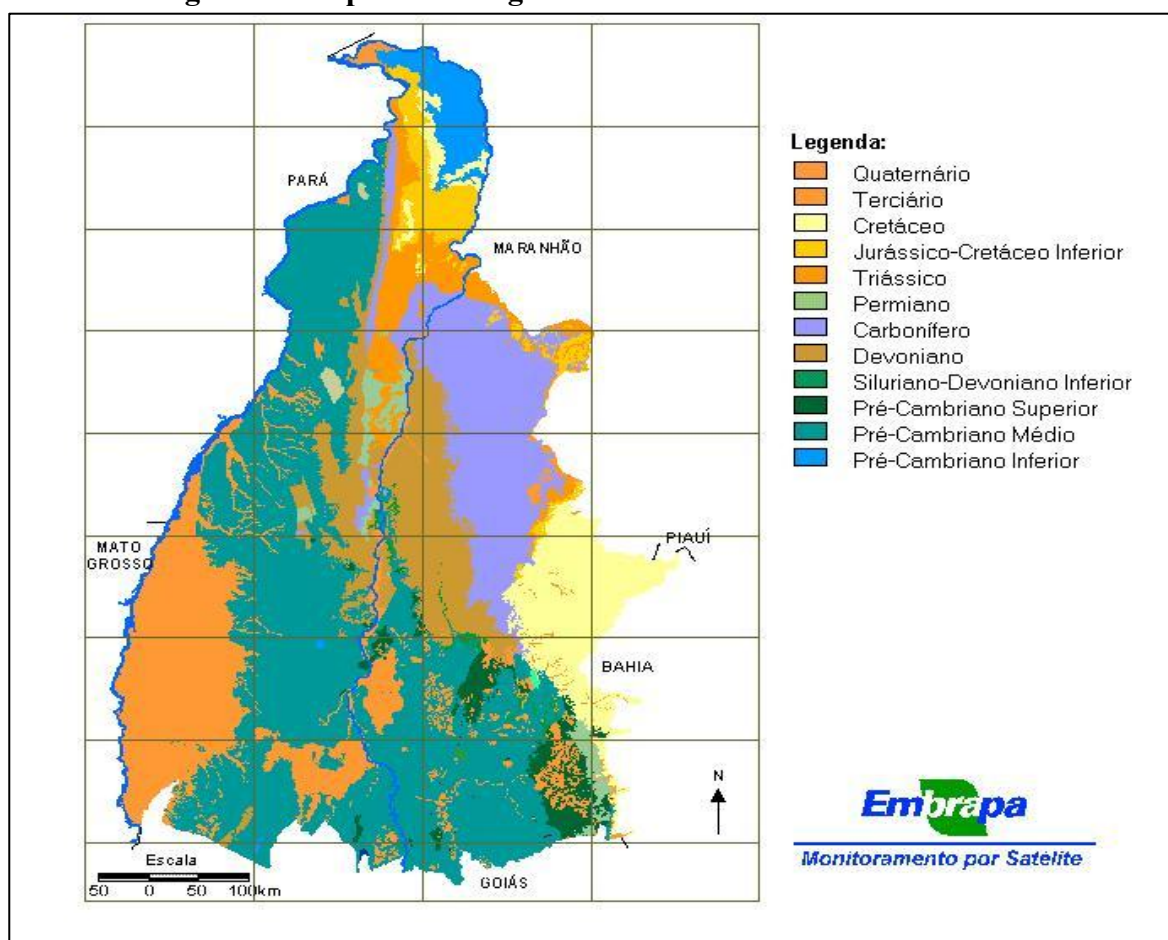
Além da vegetação do cerrado, o Tocantins possui inúmeros remanescentes florestais ao longo de seu território. Entende-se que após o último período glacial, houve o crescimento da floresta decídua como resultado das novas condições climáticas (FILHO, 1993). Além disso, a teoria dos refúgios defende a persistência de grandes manchas de florestas tropicais úmidas durante os períodos secos do Quaternário, principalmente as localizadas em superfícies rebaixadas (HAFFER, 2002). É importante ressaltar o predomínio de áreas pouco declinadas no território do Tocantins (declive igual ou inferior do que 5%).

Como complementação, deve-se citar o monumento natural das árvores fossilizadas do Tocantins a nordeste do Estado que levanta a hipótese de dois cenários paleoclimáticos para a região. O primeiro trata da oscilação climática – período úmido precedido por um período semi-árido – ou a coexistência de faixas úmidas e semi-áridas, uma vez que os estudos palinológicos evidenciam um clima quente árido a semi-árido e os estudos paleobotânicos evidenciam um clima quente e úmido (CASTRO et al, 2007).

6.3. Geologia

O mapa de geologia do Estado do Tocantins selecionado para o presente trabalho corresponde ao mapeamento geocronológico realizado pela EMBRAPA como parte do estudo de Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins. A coluna litoestratigráfica está representada em ordem cronológica do período geológico (EMBRAPA, 1999). Para fins de melhor entendimento, o trabalho apresenta uma tabela com os períodos geológicos e correspondentes ciclos geodinâmicos.

Figura 4 - Mapa de Geologia do Estado do Tocantins



Fonte: EMBRAPA

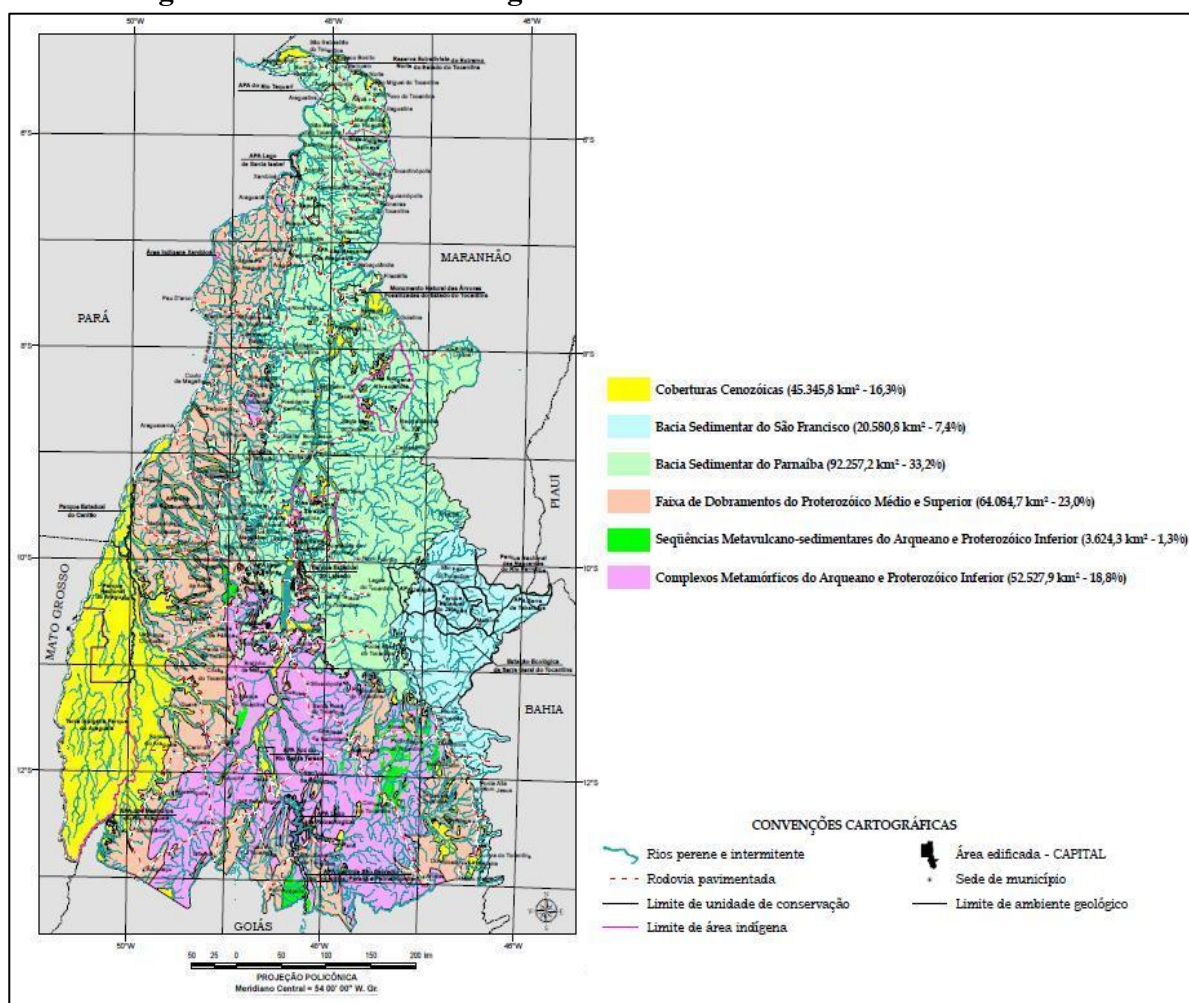
Figura 5 - Eras Geológicas e Eventos Geodinâmicos

Eon	Era	Período	Milhões de anos	Eventos/ Ciclos Geodinâmicos
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	1.6	Depósitos holocênicos e ações tectogênicas
		Terciário		Oscilações climáticas pleistocênicas
	Mesozóico	Cretáceo	64,4	Processo de pediplanação
		Jurássico	140	Reativação tectônica (Sul Atlântico)
		Triássico	205	Vulcanismo alcalino
				Vulcanismo basáltico
	Paleozóico	Permiano	250	Amplas bacias sedimentares intracratônicas
		Carbonífero	290	
		Devoniano	355	
		Siluriano	410	
		Ordoviciano	438	Cratonização da plataforma
		Cambriano	510	
Proterozóico	Neoproterozóico		540(570)	Ciclo Brasileiro
	Mesoproterozóico		1.000	Ciclo Espinhaço-Uruçuano
	Paleoproterozóico		1.600	Ciclo Transamazônico
Arqueano			2.500	Ciclo Jequié-Aroense
			4.500	

Fonte: Casseti, 2005

O Estado do Tocantins encontra-se na Região Norte do país e está compreendido pelas bacias sedimentares do Parnaíba e do São Francisco. O restante do estado, enquadrado na mesoregião Província do Tocantins, é formado por Coberturas Cenozóicas, Faixa de Dobramentos do Proterozóico Médio e Superior, Sequências Metavulcano-Sedimentares do Arqueano e Proterozóico Inferior e Complexos Metamórficos do Arqueano e Proterozóico Inferior (SEPLAN,2008).

Figura 6 - Ambientes Geológicos do Estado do Tocantins



Fonte: Atlas do Tocantins – SEPLAN

A Bacia Sedimentar do Parnaíba abrange uma faixa N-S. Faz limite com os Estados da Bahia, Piauí e Maranhão. Encobre 33,2% do Estado (SEPLAN, 2011). De idade Paleozóica, é caracterizada por uma seqüência de arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos e materiais carbonosos resultantes de sucessivas transgressões e regressões marinhas e deposições continentais. Cortada por rochas magmáticas intrusivas e extrusivas datadas do Juro-Triássico e Eocretácio, a bacia está posicionada entre Faixas de Dobramentos com preenchimento de até 3.000 m. (VILLELA et al., 2011).

A Bacia Sedimentar do São Francisco localiza-se a sudeste do Estado, na região da Serra do Tocantins. Igualmente de idade Paleozóica, representada pela formação, encobre 7,4% do Estado abrangendo o território do Jalapão (SEPLAN, 2011). É composta por arenitos laterizados, cauliniticos e finos (FREITAS, 2008).

As Coberturas Cenozóicas, como o próprio nome já diz, formaram-se no Cenozóico. Essas formações são caracterizadas, essencialmente, por planícies. Cobrem 16,3% do Estado do Tocantins e encontram-se a sudoeste do Estado (Parque Estadual do Araguaia) (SEPLAN, 2011). Está sub-dividada em três unidades: Detrítica-laterítica (sedimentos areno-pelíticos inconsolidados com concreções ferruginosas); Bananal (sedimentos areno-argilosos inconsolidados com coloração variada, laterizados ou não); Coberturas Aluvionares (calhas de rios - areia, cascalho, silte e argila).

As Faixas de Dobramentos Proterozóico Médio – Superior encobrem, segundo o Seplan, 23% do Estado (divisa com o Pará e com as Coberturas Cenozóicas ao Sul). Abrange as unidades: Serra da Mesa, com xisto variado, quartzitos e lentes de mármore; Super Grupo Baixo Araguaia, subdividido em Grupo Estrondo (xisto-quartzo feldspático, xisto migmatito, gnaisses, anfibolito, quartzitos) e Grupo Tocantins (filito, clorita-xisto, metasiltito, metargilito e mármores na fácies xisto verde); Grupo Arai, composto por metassedimentos e rochas vulcânicas; Grupo Natividade com mármores, quartzito puro, entre outros; Grupo Paranoá que possui estrutura sedimentar continental sem indícios de metamorfismos; Grupo Bambuí formado por calcários, dolomitos e siltitos calcíferos; Formação Alcalina Peixe e Porto Nacional, hornblenda piroxenitos, metahornblenda gabronoritos, enderbitos, charnoenderbitos, charnokitos, gnaisses aluminosos (FREITAS, 2008).

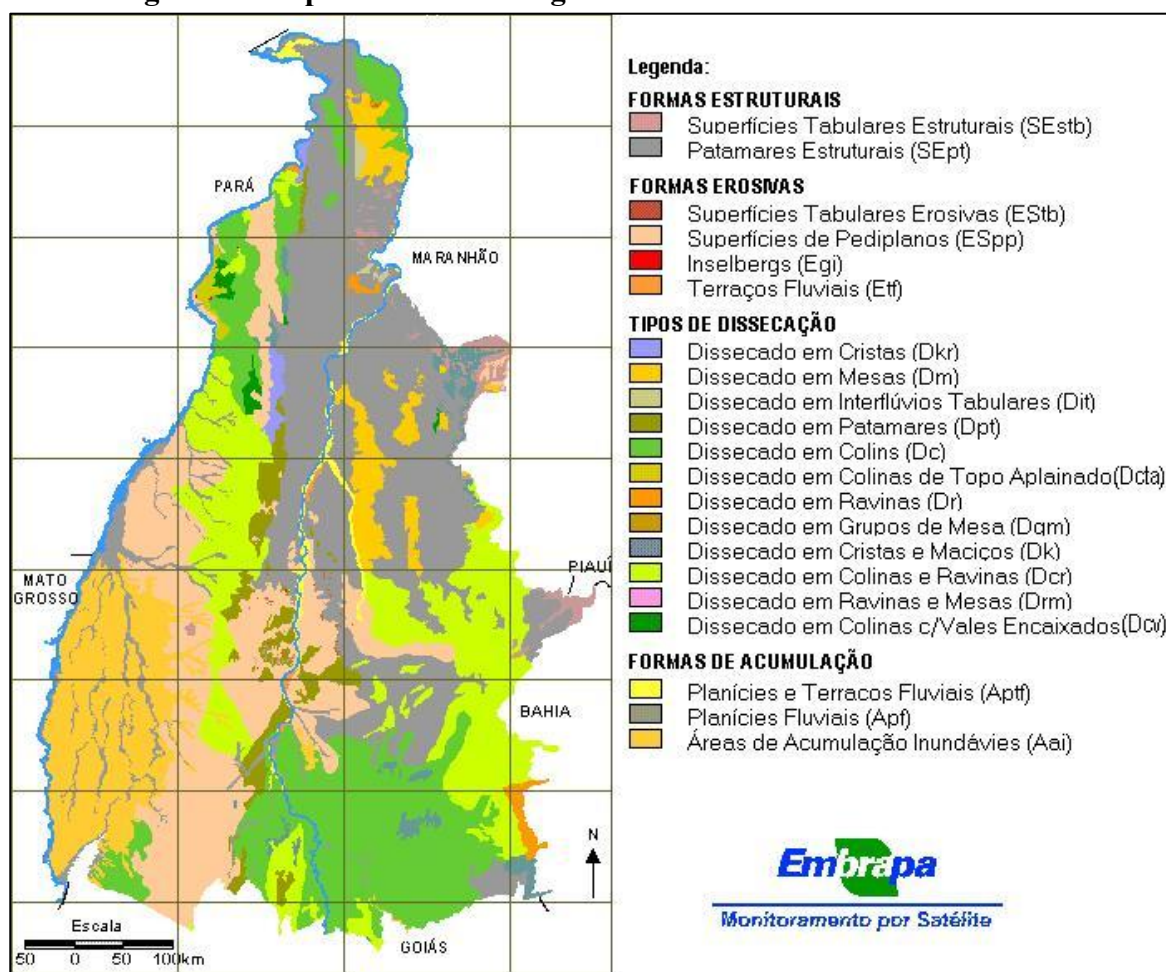
A Sequência Metavulcânica do Arqueano e Proterozóico Médio Inferior ou Greenstone Belts (FREITAS, 2008), que representa apenas 1,3% do Estado (SEPLAN, 2008), são de relevante importância econômica por apresentarem chumbo, ferro, zinco e cobre. Ocorrem no interior dos Complexos Metamórficos do Arqueano e Proterozóico Inferior. “*Os greenstone belts são representados por anfibolitos e tremolita-xistos, metandesitos, formações ferríferas, itabiritos dolomíticos, itabiritos, metavulcânicas ácidas e intermediárias, metassiltitos, quartzitos, metarenitos conglomeráticos e metaconglomerados polimíticos, talco xistos e serpentinitos (Faixa Almas-Dianópolis), mica xistos pelíticos, xistos grafiosos, granada quartzitos e xistos máficos (GreenstoneBelt Natividade), e anfibolitos, gnaisses, quartzitos, granada-muscovita-biotita xisto, talco xisto, mica xisto, anfibólio-xisto feldspático, rochas calcissilicatadas e meta-cherts*” (FREITAS, 2008).

Por fim, o Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico Inferior com 18,8% de ocorrência no estado, é composto por rochas do Complexo Goiano, Complexo Colméia e Porto Nacional (ambos com elevado grau metamórfico), Complexo Gameleira, composto por rochas metamórficas básicas e ultrabásicas, Complexo Aruanã-Pindorama, composto por rochas metavulcânicas e metassedimentos detríticos e Suíte Ipueiras, composto basicamente por granitos (FREITAS, 2008).

6.4. Geomorfologia

A compartimentação do relevo do Estado do Tocantins será apresentada pela combinação do mapa geomorfológico e do mapa de zoneamento agroecológico, ambos extraídos do estudo de Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins (EMBRAPA, 1999). O primeiro mapa apresenta as formas de relevo enquanto o segundo as relaciona com os domínios morfoclimáticos do Estado.

Figura 7 - Mapa de Geomorfologia do Estado do Tocantins



Fonte: EMBRAPA

As formas estruturais correspondem a um relevo cuja topografia é condicionada pela estrutura. Dessa forma, as formas de relevo são geradas por processos morfodinâmicos guiados pela estrutura geológica. No caso do Tocantins, as formas estruturais são as Superfícies Tabulares Estruturais e os Patamares Estruturais. Os relevos tabulares possuem a tendência de ocorrerem no interior de bacias sedimentares devido à disposição horizontal dos estratos (CASSETI, 2005). Os patamares, pequenos degraus intercalados a níveis de aplainamento, são superfícies de erosão. Sua gênese está associada a compensações de massas rochosas geradas por diferenças de densidades entre a crosta externa e a interna (CASSETI, 1991). O Morro do segredo, em Lajeado (TO), é um exemplo de superfície tabular estrutural. Esse é retrabalhado por processo de pediplanação.

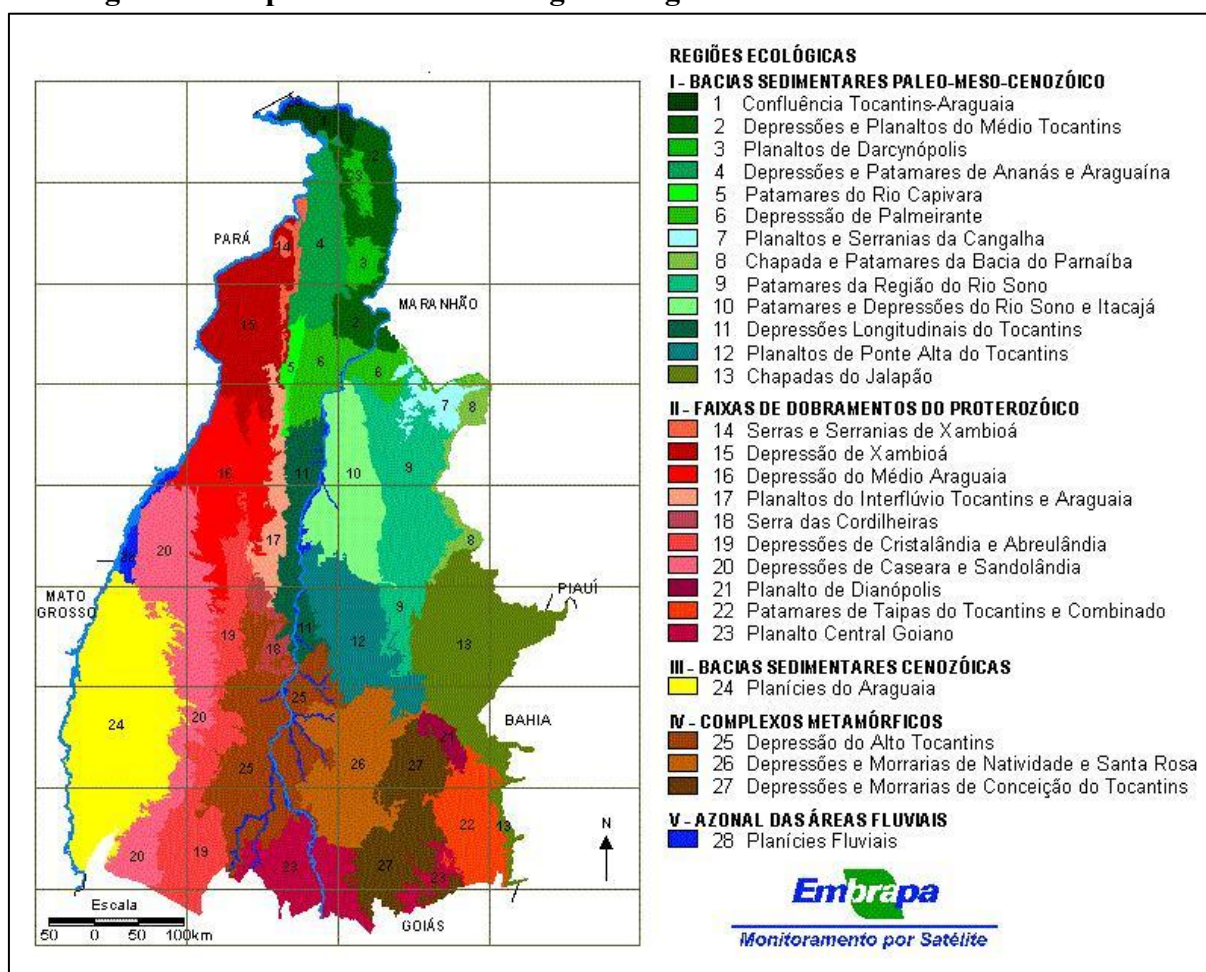
As formas erosivas são formas de relevo condicionadas por processos erosivos. Nesse caso ocorre um rebaixamento das saliências, tendendo ao nivelamento do relevo (SEPLAN, 2008). No Estado do Tocantins encontram-se Superfícies Tabulares Erosivas, Inselbergs, Terraços Fluviais e Superfícies de Pediplanos. Essas últimas estão relacionadas diretamente à processos paleoerosivos (CASSETI, 1991). A origem de Terraços Fluviais pode estar relacionada a mudanças climáticas ou processos tectônicos que refletiram na mudança de poder erosivo da corrente fluvial por aumento, por exemplo, no nível de base, levando a erosão da própria planície. Essa deixa, como testemunho, os terraços. Os inselbergs são

caracterizados por vertentes íngremes. São formas de relevo residual resultante do processo de pediplanação.

Os tipos de dissecação são formas de relevo entalhadas pelos agentes erosivos. Aqui, ocorre uma dissecação diferencial do relevo, principalmente ao longo da rede hidrográfica. No domínio de formas tabulares prevalece a pedogênese uma vez que a infiltração é maior do que o escoamento. Já em superfícies de formas aguçadas predomina o escoamento favorecendo, por sua vez, a morfogênese. Esse fato permite inferir a respeito da suscetibilidade erosiva da área com base no grau de dissecação. Quanto maior o grau de dissecação do relevo, maior o domínio da morfogênese. Em outras palavras, enquanto no domínio de formas aguçadas prevalece a erosão, nas tabulares ocorre o predomínio da infiltração (CASSETI, 2005). Um exemplo de relevo dissecado em cristas é a Serra Grande, localizada em São Salvador do Tocantins (TO) próximo ao extremo sul do Estado.

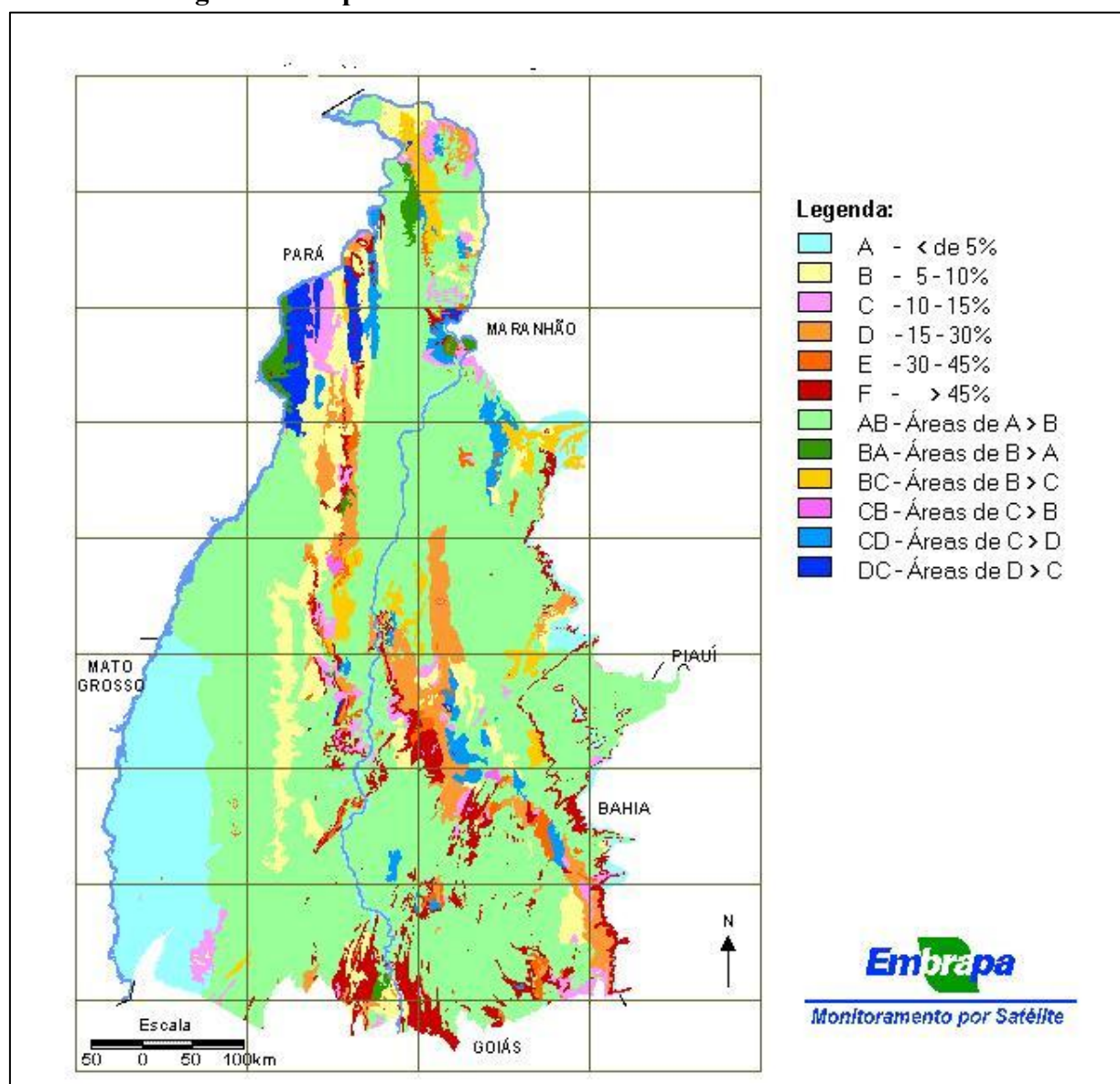
Por último, as formas de acumulação são relevos resultantes do depósito de sedimentos que podem ocorrer em regiões fluviais, paludais e lacustres. Normalmente são sujeitas à inundação. Ocorrem no Estado como Planícies e Terraços Fluviais, Planícies Fluviais e Áreas de Acumulação Inundáveis. Um exemplo importante é a Planície do Bananal. As Planícies fluviais normalmente são relacionadas a processos de sedimentação. Surgem ao longo dos cursos d'água por modificação da dinâmica de transporte de sedimentos. A dinâmica pode ser alterada uma vez que o rio transporta estruturas geológicas distintas e litologias de diferentes graus de resistência à erosão o que o conduzirá a formar trechos com predomínio de sedimentação (planícies aluviais) e trechos com predomínio da erosão e transporte (ZANCOPÉ, 2006). As áreas de acumulação inundáveis são áreas aplainadas com cobertura arenosa. São periodicamente ou permanentemente alagadas. Podem apresentar drenagem incorporada à rede fluvial ou fechada. As planícies e terraços fluviais são superfícies alveolares delgadas como, por exemplo, na região de São Miguel do Tocantins a norte do Estado. Nesse caso, registra-se a coalescência de planície de inundação holocênica com terraço fluvial pleistocênico elaborado, provavelmente, a partir da regressão fluvial durante a última fase glácio-eustática (SEPLAN, 2008).

Figura 8 - Mapa de Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins



Fonte: EMBRAPA

Figura 9 - Mapa de Declividade do Estado do Tocantins



Fonte: EMBRAPA

6.5. Fisiografia

A geomorfologia é o levantamento inicial para o estudo dos solos (1984 apud SHIMBO, 2006). Entretanto, alguns processos para caracterização dos solos não são estudados pela geomorfologia devendo a análise fisiográfica ser complementar provendo informações a respeito da evolução da paisagem numa determinada área (SHIMBO, 2006).

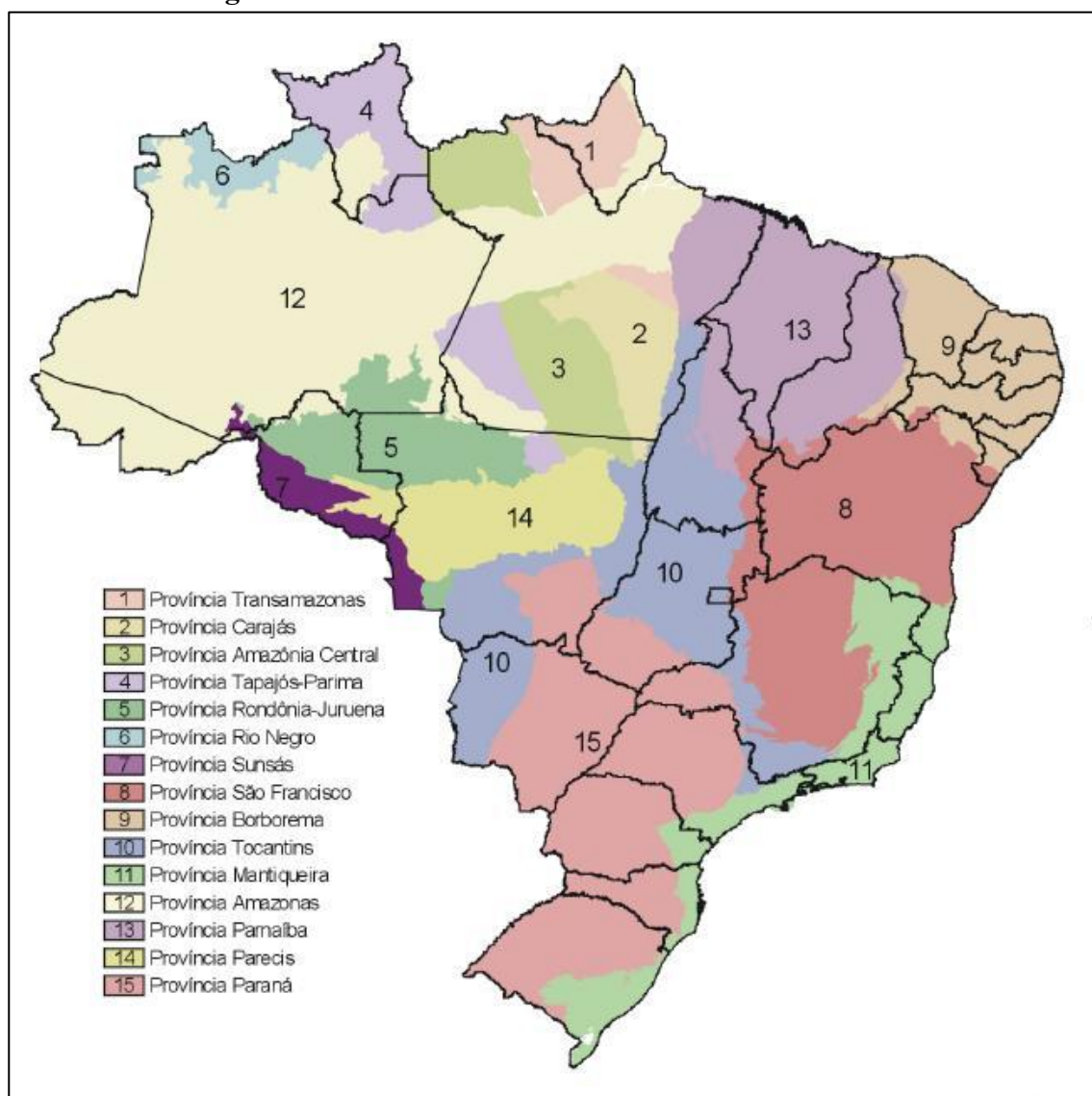
Para caracterização fisiográfica a partir da bibliografia existente, a contextualização regional foi definida a partir dos seguintes níveis categóricos: Província Fisiográfica, Região e Sub-Região (1978 apud SHIMBO, 2006).

A síntese da análise fisiográfica corresponde à paisagem, divisão de regiões que apresentam homogeneidade climática e geodinâmica (1984 apud SHIMBO, 2006). Essa

paisagem corresponde às figuras 8 e 9 apresentadas no item anterior que dão configuração às subregiões apresentadas ao final deste item.

O Brasil possui quinze províncias sendo que o Estado do Tocantins está inserido em três delas: Província Tocantins, Província Parnaíba e Província São Francisco. Para fins de simplificação, cada item abaixo descreverá a Província e suas regiões.

Figura 10 - Províncias Estruturais Brasileiras



Fonte: CPRM, 2003

6.5.1. Província Parnaíba

A Província Parnaíba abrange uma área total de 600.000 km² e é limitada a norte pelo Arco Ferrer, a leste pela Falha de Tauá, a sudeste pelo lineamento Senador Pompeu, a oeste pelo lineamento Tocantins-Araguaia e, por fim, a noroeste pelo Arco Tocantins (BIZZI et al., 2003).

O substrato da Província Parnaíba é formado por maciços arqueanos, crátons sinbrasilianos e cinturões orogênicos brasileiros (1993 apud BIZZI et al. 2003).

Consiste em quatro sítios deposicionais que são separados por discordâncias. Essas coincidem com os limites das superseqüências divisoras das rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba (1993 apud BIZZI et al. 2003): Bacia do Parnaíba (do tipo Fratura Interior/Depressão Interior), Bacia das Alpercatas (do tipo Fratura Interior), Bacia do Grajaú (do tipo Depressão Marginal) e Bacia do Espigão-Mestre (do tipo Depressão Interior) (1994 apud BIZZI et al. 2003).

Figura 11 - Unidades Geotectônicas da Província Parnaíba



Fonte: CPRM, 2003

A Bacia do Parnaíba ocupa a região centro-sul da Província. É do tipo Fratura Interior/Depressão Interior, compreendendo as superseqüências: Siluriana, Grupo Serra Grande; Devoniana, Grupo Canindé; Carbonífero-Triássica, Grupo Balsas (1994 apud BIZZI et al. 2003).

A Bacia das Alpercatas compreende uma área de 70.000 km². Formada por um sistema de riftes ENE-WSW e NNE-SSW, corresponde uma bacia intracratônica assoreada por rochas sedimentares e derrames vulcânicos (1995 apud BIZZI et al. 2003).

A Bacia do Grajáú está localizada a norte da Bacia das Alpercatas sendo preenchida por supersequências cretáceas (BIZZI et al., 2003).

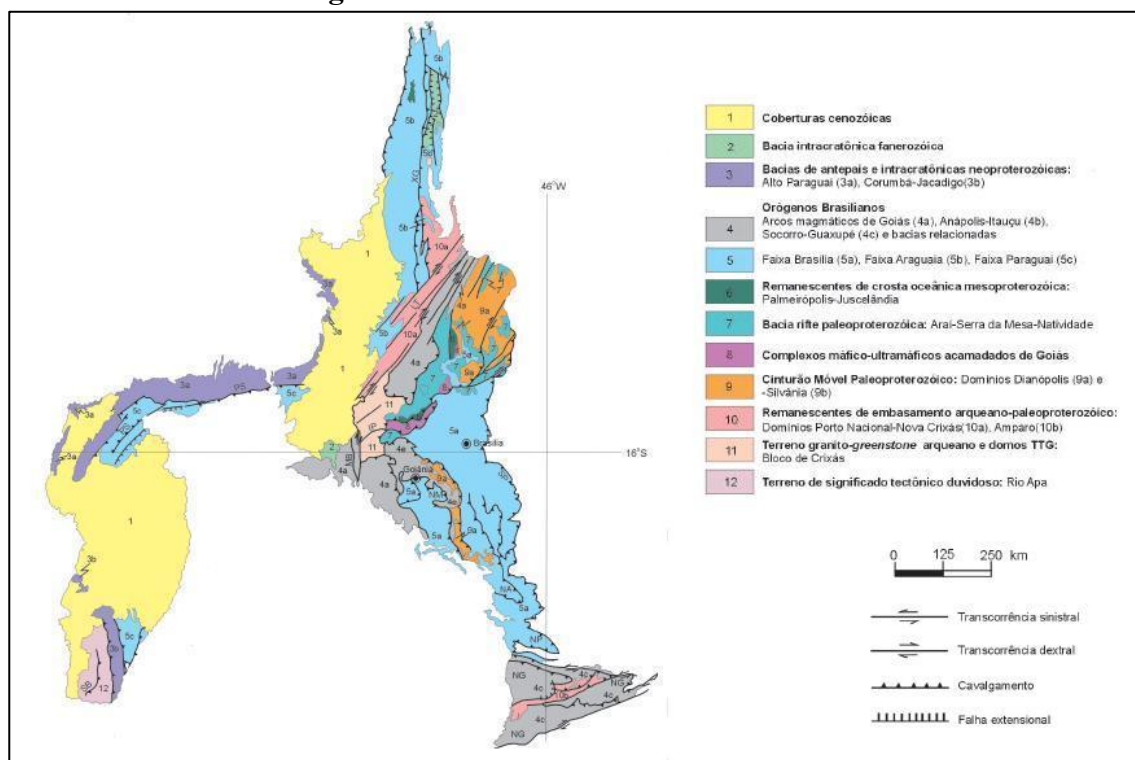
Por fim, a Bacia do Espigão Mestre, preenchida por arenitos eólicos, corresponde à extremidade norte da sub-bacia Urucuia (domínio da Bacia do São Francisco) (BIZZI et al., 2003).

6.5.2. Província Tocantins

A Província Tocantins possui direção norte sul e seu embasamento é formado por terrenos arqueanos e paleoproterozóicos. Esses terrenos, anteriormente atribuídos ao Maciço Mediano de Goiás (1977 apud BIZZI et al. 2003), foram intensamente retrabalhados durante o Ciclo Brasileiro. Apresenta domínios ricos em supracrustais devido à ação conjunta de tectônica e ciclos erosionais fanerozóicos (BIZZI et al, 2003).

A província está subdividida em cinco unidades tectônicas, são elas: Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Arco Magmático do Oeste de Goiás e Faixa Paraguai-Araguaia (1994 apud BIZZI et al. 2003).

Figura 12 - Província Tocantins



Fonte: CPRM, 2003

A Faixa Araguaia e a Faixa Brasília correspondem aos dobramentos do Proterozóico Médio e Superior existentes no Território do Tocantins. A Faixa Brasília é caracterizada por desenvolvimento de sistema de dobras e imbricamentos com vergência para o Cráton São Francisco (BIZZI et al., 2003). Na Faixa Araguaia são comuns, decorrentes do cisalhamento

dúctil durante a inversão tectônica da faixa, mesodobras e microdobras assimétricas (BIZZI et al., 2003).

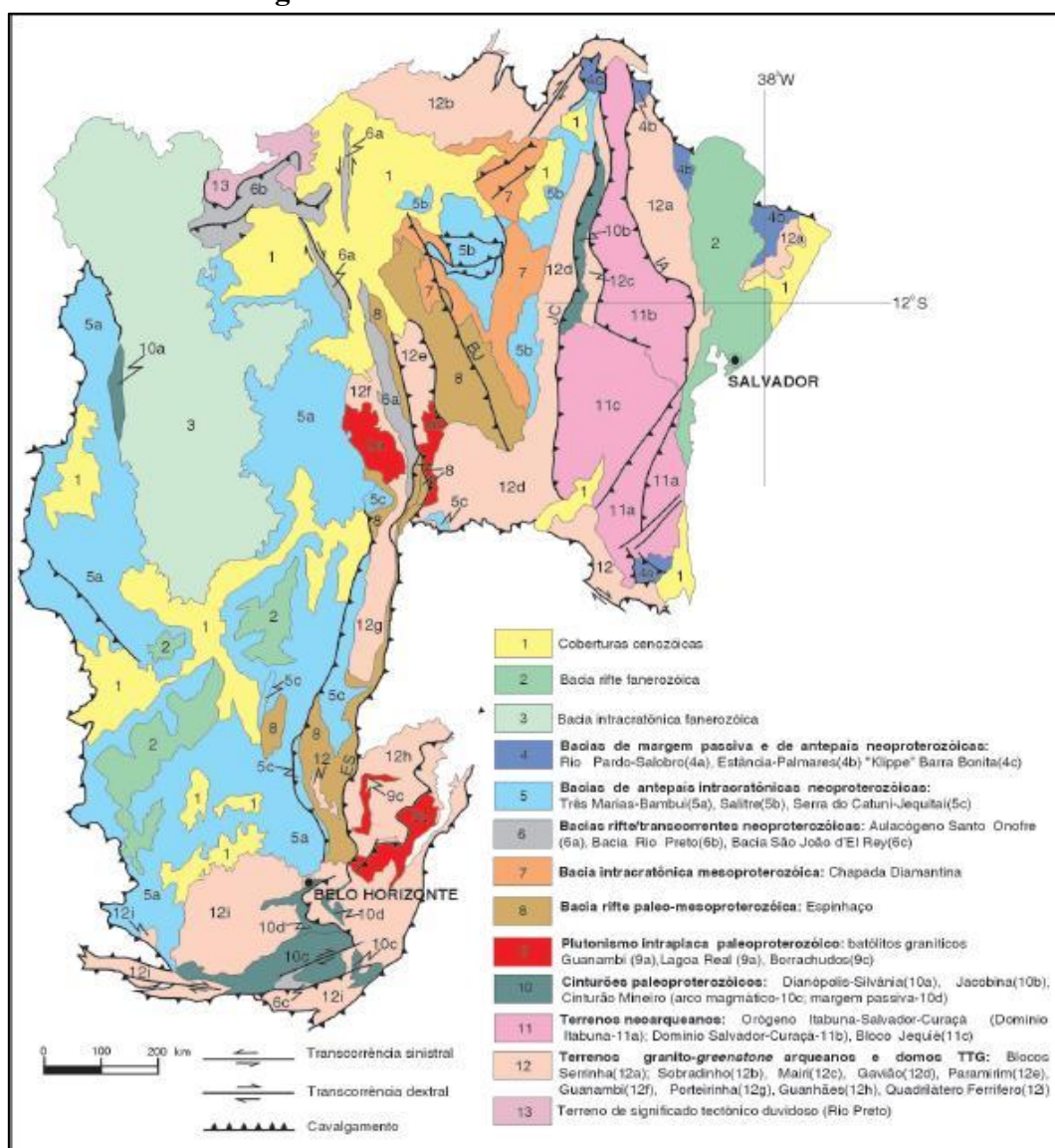
O Maciço de Goiás define-se como um microcontinente envolvido em processos colisionais brasileiros (1994 apud BLUM 1999). Engloba as rochas granito-greenstone formadas no arqueano e terrenos ortognáissicos paleoproterozóicos recobertos pelas rochas metassedimentares do grupo Serra da Mesa (BLUM, 1999).

O Arco Magmático de Goiás ocorre no sul do Estado do Tocantins juntamente com o Domínio Porto Nacional-Nova Crixás correspondendo às unidades geológicas Sequência Metavulcânica do Arqueano e Proterozóico Médio Inferior e Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico Inferior.

6.5.3. Província São Francisco

A Província São Francisco, juntamente com a Província Borborema, é composta pelas rochas mais antigas do país. Segundo Bizzi et al. (2003), essas rochas “*são representadas por ortognaisses cinza, tonalítico-trondhjemiticogranodioríticos (TTG), que formam pequenos núcleos, domos ou maciços, envolvidos também por ortognaisses similares a TTG ou calcialcalinos, mais jovens (mesoarqueanos e/ou neoarqueanos), o que denota eventos acrescionais sucessivos na edificação desses segmentos crustais antigos*”.

Figura 13 - Província São Francisco



Fonte: CPRM,2003

A Bacia Sedimentar São Francisco possui uma extensão de 150.000 km² estando dividida em dois sub-domínios: Urucuia e Abaeté que apresentam diferenças tectônicas (BIZZI et al., 2003).

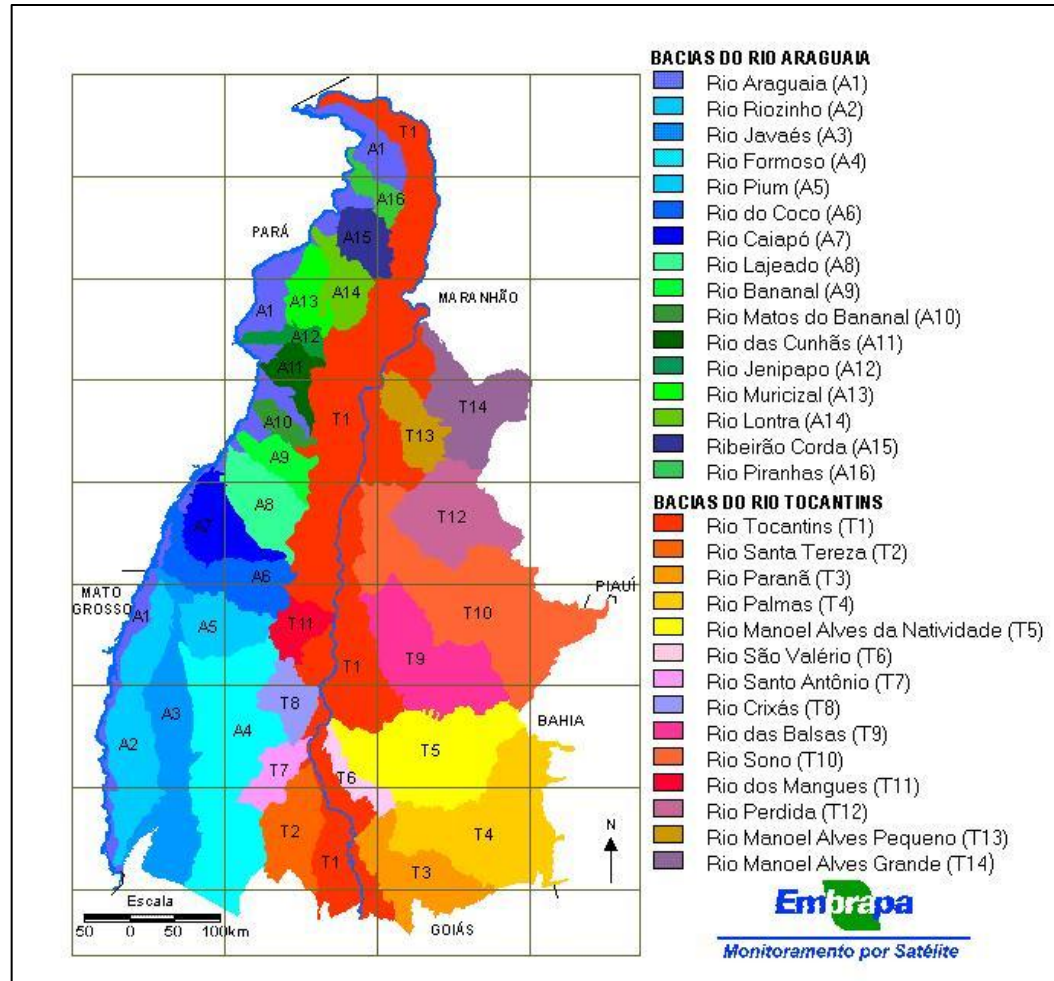
A Bacia, do tipo Depressão Interior, desenvolve-se sob rochas sedimentares neoproterozóicas clásticas e carbonáticas do Grupo Bambuí. É preenchida por rochas vulcanossedimentares reunidas em quatro grupos e uma formação que estão separados por discordâncias: Grupo Santa-Fé, Carbonífero-Permiano; Aredo, Valaginiano a Albiano; Urucuia-Mata da Corda, Cenomaniano e Maastrichiano; Formação Chapadão, Plio-Pleistoceno (BIZZI et al., 2003).

Os Depósitos Cenozóicos que ocorrem tanto na Província Tocantins e São Francisco compreendem, como o próprio nome diz, a depósito recentes ocorridos no Cenozóico (depois de 65 Ma). Não configuram verdadeira bacia sob o ponto de vista de extensão superficial e espessura (BIZZI et al., 2003). A cobertura cenozóica importante para o Estado do Tocantins está compreendida pelo embasamento Escudo Atlântico.

6.5.4. Subregiões

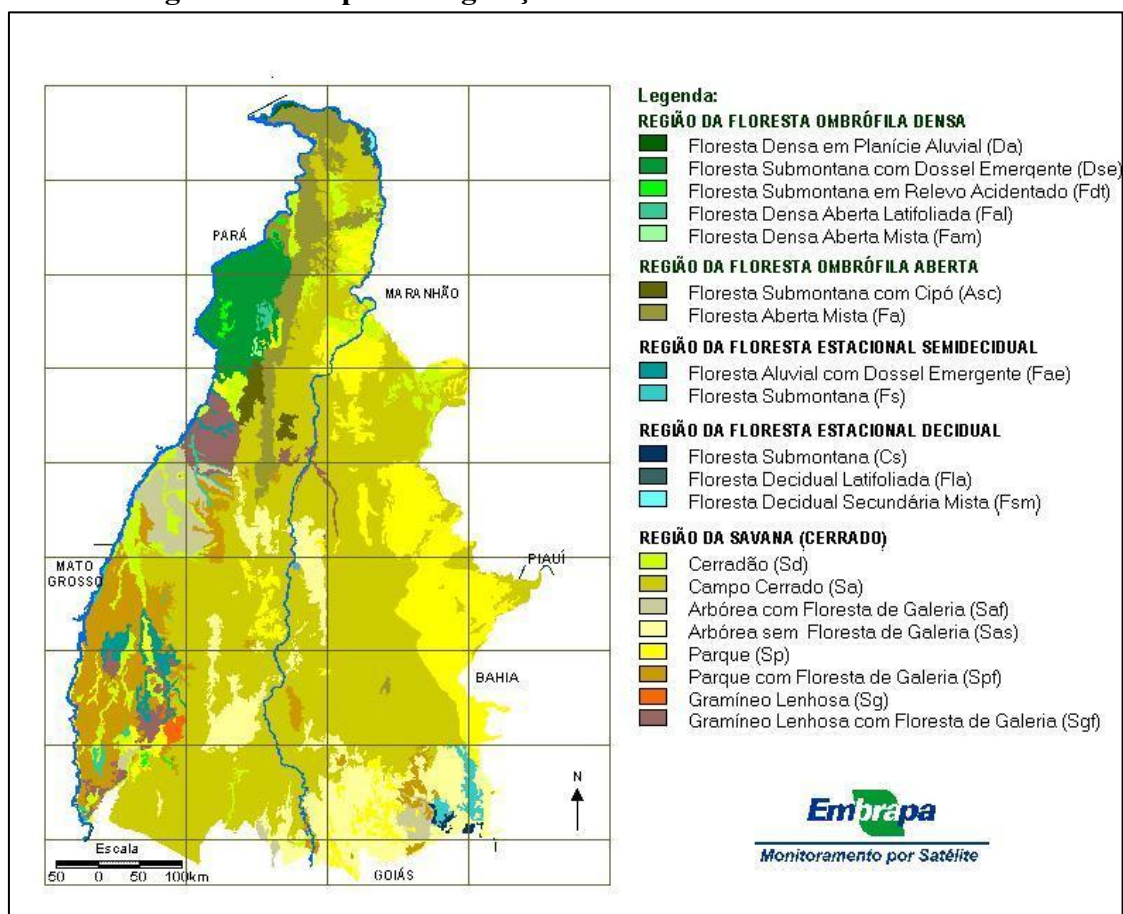
6.5.4.1. Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins

Figura 14 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins



6.5.4.2. Mapa de Vegetação

Figura 15 - Mapa de Vegetação do Estado do Tocantins



6.6. Tectônica e Neotectônica

A tectônica e neotectônica será descrita, de maneira simplificada, a partir das Províncias Brasileiras, particularmente as relacionadas ao território do Tocantins.

O Estado esteve sob influência tectônica durante o evento tectônico denominado de Brasileiro Moderno que descreve a formação da Gondwana Central e teria se iniciado por rifteamento da crosta continental (CHAMANI, 2011).

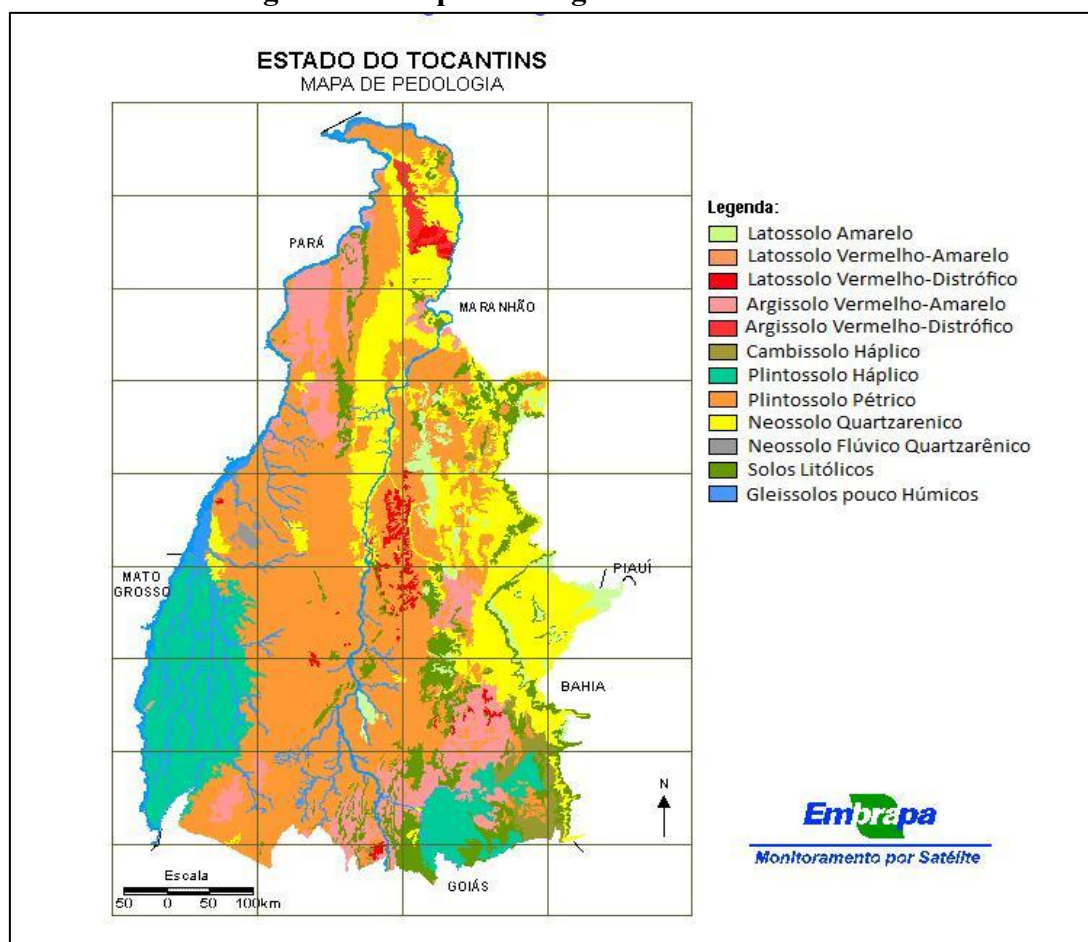
O cráton São Francisco é afetado pela tectônica deformacional brasileira na forma de tectônica de antepaís, exames de diques máficos e deformações localizadas em linhas de fraqueza, entre outros. (BIZZI et al., 2003). Esse cráton, além do cráton amazônico, admite zoneamento tectônico a partir de domínios orto e paraplataformais (BIZZI et al., 2003).

A Província Tocantins apresenta embasamento complexo, com faixas móveis paleoproterozóicas e mesoproterozóicas. Essas retrabalhadas no Ciclo Brasileiro. Esse embasamento encontra-se aflorante com frequência devido a diversas circunstâncias tectônicas e/ou erosionais (BIZZI et al., 2003). Devido à ação local conjunta de tectônica e ciclos erosionais fanerozóicos, a Província é rica em domínios supracrustais e alguns

6.7. Pedologia

Conforme mapa abaixo, o Tocantins apresenta treze classes de solos: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Escuro, Cambissolo Háplico, Plintossolo Háplico, Gleissolos Pouco-Húmicos, Neossolos Fluvico-Quartzarênico, Neossolos Quartzarênico, Solo Litólico e Plintossolo Pétrico.

Figura 17 - mapa Pedológico do Estado do Tocantins

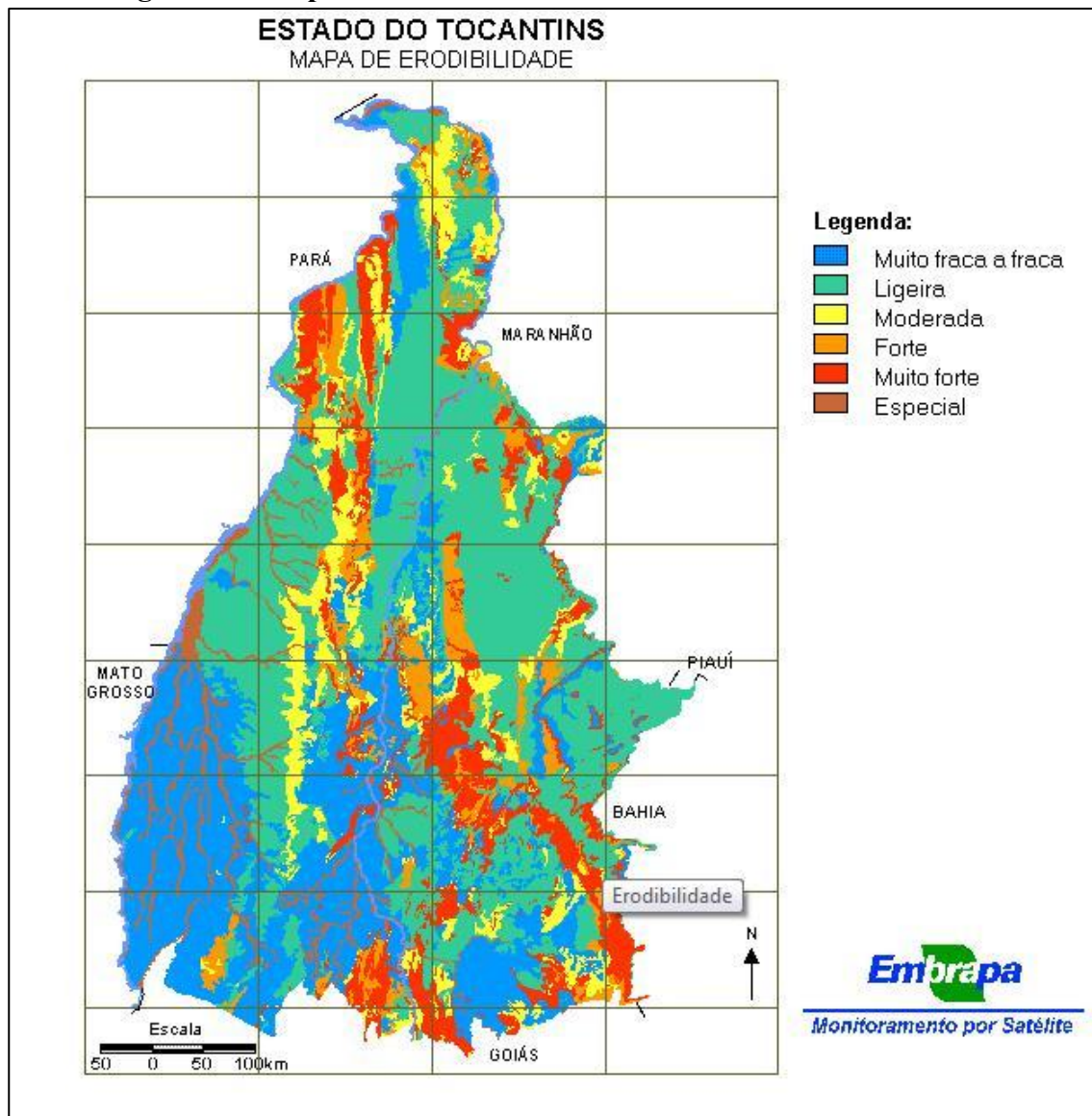


Fonte: Modificado de EMBRAPA (1999)

O Estado possui, predominantemente, solos distróficos, com horizonte A moderado e argila de atividade baixa. Em termos de expressão espacial, os Plintossolos Pétricos e os Latossolos são os principais, seguidos pelos Neossolos Quartzarênicos. Deve-se destacar a presença de caráter petroplântico na maioria das unidades taxonômicas encontradas e o grande percentual (16,8%) de solos com caráter hidromórfico com susceptibilidade a alagamentos periódicos ou permanentes concentrados na Planície do Bananal e na Depressão do Araguaia (SEPLAN, 2008).

O potencial de erodibilidade está relacionado aos tipos de solos presente numa determinada área. O mapa de erodibilidade apresentado também foi extraído do Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins realizado pela EMBRAPA.

Figura 18 - Mapa de Erodibilidade do Estado do Tocantins



Fonte: EMBRAPA

6.8. Arqueologia e Antropologia

Maior parte dos estudos arqueológicos do Estado do Tocantins foram ou estão sendo realizados pelo NUTA (Núcleo Tocantinense de Arqueologia). Outro Trabalho importante a respeito consiste no Programa de Resgate Arqueológico da Usina Luis Eduardo de Magalhães (Lajeado – TO) cuja área de pesquisa abrange o trecho de transição entre o alto e médio Rio Tocantins.

Conforme estudos, o Brasil Central possui grande potencial arqueológico uma vez que reúne vestígios arqueológicos relacionados às outras porções do país (1996 apud OLIVEIRA, 2005). O programa identificou quatro grupos culturais denominados de “grandes aldeias do

leste”, “grandes aldeias do oeste”, “aldeias do centro-norte” e Tupiguarani (OLIVEIRA, 2005).

O Brasil Central teve sua ocupação iniciada por volta de 800 AD por grupos ceramistas que viviam em grandes aldeias circulares com mais de 500 m de diâmetro. Alguns pesquisadores defendem que essas aldeias são relacionadas a dois fluxos migratórios distintos: Uma frente que ocupou todo centro-sul de Goiás e cujo conjunto de material é denominado de tradição Aratu e uma frente que ocupou o Estado do Mato Grosso denominada de tradição Uru (OLIVEIRA, 2005).

O Programa identificou 120 sítios arqueológicos em relação aos grupos ceramistas no médio curso do Rio Tocantins. Esses apresentam atributos que podem ser relacionados a quatro tradições ceramistas que ocorreram no Brasil Central: Una, Aratu, Uru e Tupiguarani (OLIVEIRA, 2005).

Dentre as características gerais desses grupos, conforme Oliveira (2005), podem ser destacados: os assentamentos localizam-se nos terraços, próximos aos cursos d'água; são caracterizados pela superficialidade arqueológica (25 a 30 cm de profundidade); As datações indicam ocupação tardia desta região.

Ainda é importante destacar a ocupação histórica indígena que ocorreu no Estado do Tocantins. Esse possui uma população de 10 mil indígenas sendo esses divididos em sete etnias: Apinajé (ocupação datada de 1774); Krahô (relacionados aos povos de aldeias circulares); Pakararu; Povo Iny (Karajá, Xambioá e Javaé); Xerente.

Por fim, o presente trabalho deixa destacada a importância arqueológica da região do Jalapão às proximidades do Rio do Sono. Estudos arqueológicos encontraram nessa região diversos sítios arqueológicos, entre eles, pré-cerâmicos cuja ocupação ocorreu há 10.000 anos, início da ocupação no Centro-Oeste e litocerâmicos que representam uma ocupação de 4.000 anos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1. Diagnóstico

7.1.1. Análise da Rede de Drenagem

O Estado do Tocantins apresenta dois sistemas hidrográficos: Araguaia e Tocantins. Além dos rios que dão nome a esses sistemas, pode-se citar o Rio do Sono, o Rio das Balsas, Rio Palma, Rio Paraná, Rio Santa Tereza, Rio do Coco e Rio Formoso. Esses rios correspondem aos principais canais de drenagem. Entretanto, alguns canais de drenagem podem apresentar escoamento apenas em algumas épocas do ano, os denominados rios intermitentes. O adensamento da drenagem, a partir das curvas de nível, procura evidenciar esses rios considerando sua importância tectônica.

Figura 19 - Drenagem Regional do Estado do Tocantins

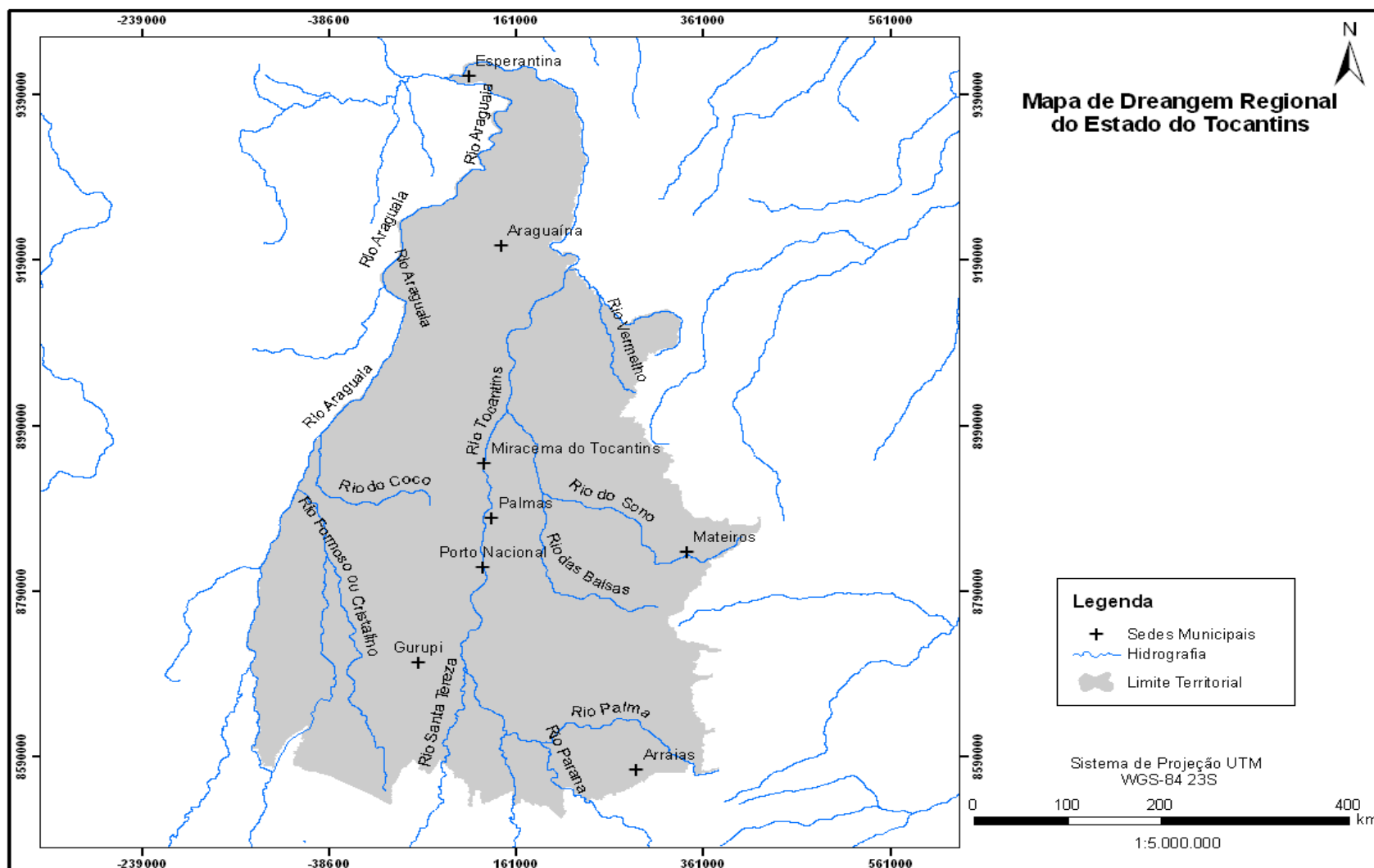
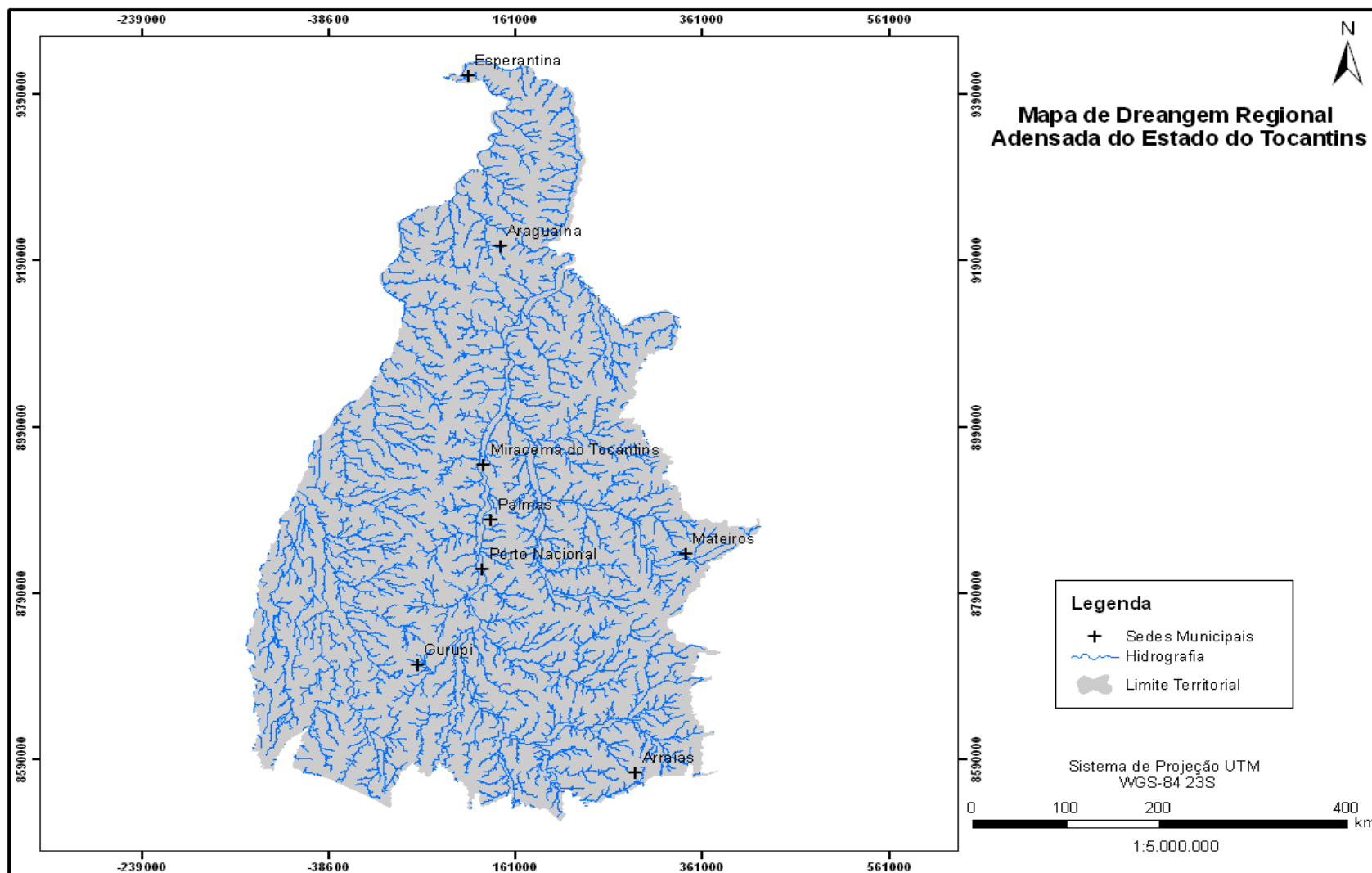


Figura 20 - Dreangem Adensada do Estado do Tocantins



A interpretação da drenagem é o primeiro passo para análise geológica, geomorfológica e hidrológicas da área de estudo. Além disso, permite a identificação de processos endógenos e exógenos ocorridos na evolução da paisagem sendo de importante auxílio na análise de áreas com fragilidade ambiental, suscetibilidade à erosão e de potencialidade de uso da terra (SHIMBO, 2006).

Os padrões de drenagem predominantes que podem ser observados no Estado do Tocantins, a partir da rede de drenagem acima são: Dentrítico, Paralelo, Treliça.

O padrão dentrítico é típico de áreas cobertas por rochas horizontais e não fraturadas. Seu desenvolvimento é influenciado pela litologia e caracteriza-se pela homogeneidade em textura e em resistência à erosão (1972 apud JIMÉNEZ-RUEDA).

O padrão paralelo é característico de área com falhas bastante acentuadas em uma única direção, aflorantes em regiões de topografia suave. Aparecem de forma mais marcante a sudoeste do estado.

O padrão treliça ocorre mais predominantemente em cursos d'água mais longos. Desenvolve-se em regiões dobradas com sinclinais e anticlinais sucessivas, de eixos horizontais a subhorizontais.

Em algumas regiões da área de estudo foram observadas, deslocamentos e mudanças nos cursos d'água, principalmente a leste do estado. Isso pode ser devido ao abatimento e soerguimento de blocos, processo fluvial e sedimentar a partir do condicionamento estrutural e dinâmica da paisagem (SHIMBO, 2006).

7.1.2. Isobases Confluentes

O mapeamento das isobases confluentes permite a compreensão da evolução da paisagem e os processos geológicos que ocorreram no passado que a levaram a atingir a configuração atual (RIBEIRO, 2010). Além disso, é possível compreender o potencial de erosão uma vez que os padrões e densidades de fraturamento definirão maior ou menor potencial. Relevos dissecados são resultantes de intensa movimentação tectônica enquanto superfícies soerguidas recentemente condiciona a ocorrência de feições erosivas de grande porte. São construídas, em ambiente do software ArcGis 9.3, a partir da drenagem confluyente. No caso do trabalho em questão, foram identificadas confluências de ordem 1 até ordem 6 o que cronologicamente significa mais moderna até mais antiga.

De maneira geral observa-se um soerguimento expressivo do relevo ao longo das eras geológicas, uma vez que a altitude máxima está em 308 m na Isobase 6 e em 1209 m na Isobase 1 terminando em 1667 m na configuração atual do relevo (SRTM).

É possível que a isobase 6 está datada do Cretáceo Inferior, isso é, aproximadamente 90 Milhões de anos. Esse período é marcado por alta precipitação e altas temperaturas no território do Tocantins condicionando no interior dos altos estruturais forte lixiviação, latossolização profunda e uma laterização que se estende até a Isobase 5, já no Cretáceo Superior. Em Palmas é possível observar um alto estrutural contínuo com falhamentos escalonados. Há uma falha transcorrente nos limites do canal meandrante que se inicia nas proximidades do município de Araguaína. Esse muito possivelmente era um estuário uma vez que a pedologia atual na região de Araguaína é marcada por predominância de Latossolo além da invasão oceânica observada na Isobase em questão nas proximidades do município de Esperantina onde se observa uma depressão. Devido a essa conclusão, o relevo marcado em

180 m de altitude próximo ao estado seria uma planície fluvio-marinha denominada de falésia, formação característica do encontro entre a terra e o mar. De maneira geral, a orientação do terreno é N-S. O soerguimento do relevo converte o estuário de Araguaína em uma planície fluvio-marinha possibilitando uma laterização mais profunda. A região do Município de Arrais é marcada por um planalto côncavo-convexo e, a oeste desse planalto, surge uma planície muito ampla suavemente inclinada na direção NW. Já é possível observar, a partir das curvas de nível e sobrepondo a drenagem atual sobre a Isobase 5, uma conformação do relevo propícia à formação do Rio Tocantins e seus afluentes, Rio do Sono e Rio das Balsas.

Na Isobase 4, no Terciário Inferior e Médio, até o final do Mioceno, é possível observar um abatimento de Palmas concluindo que essa estava sob um planalto laterizando-se ou latossolizando-se. Esse abatimento pode ter ocorrido devido à expansão do protoaraguaia resultando numa degradação dos latossolos e lateritas por saturação. Há falhamentos na direção N-S em todo o terreno. A orientação passa de N-S a N-E marcando uma forte influência tectônica nesse período.

Datada do Plioceno, entre 5 a 3 milhões de anos (Terciário Superior), está a Isobase 3 onde sua formação mais marcante seria o início da formação da serra do Lajeado nas proximidades de Palmas e da Ilha do Bananal a oeste de Gurupi. Palmas está sofrendo soerguimento recobrimdo os latossolos.

A isobase 2, ainda no Plioceno, final do Terciário Superior, é marcada pela individualização da serra do Estrondo a leste de Palmas, entre os Rios Tocantins e Araguaia, já bem delineados a essa época, principalmente o Rio Tocantins. Há a presença de falhamentos N-S, N-W 30° e N-E 30°. Essas falhas normais N-S, sistema distensivo Tocantins - Araguaia, correspondem a movimentos tectônicos marcantes do Terciário Superior/Quaternário (BEMERGUY et al, 1996). A sudeste observa-se um planalto muito alto ligeiramente dissecado e um possível Front de Cuesta mais verticalizado na região NE. Morretes nas porções NE e SW do planalto médio possuem evidente grau de dissecação muito possivelmente devido à ação da tectônica assim como da formação do Rio Tocantins.

Por fim, na Isobase 1 datada possivelmente do Pleistoceno Médio, ocorre o soerguimento e delineamento completo da Ilha do Bananal e evidente formação da Serra do Estrondo e da Serra do Lajeado. O Rio Araguaia e Tocantins, incluindo seus afluentes, parecem tomar forma final. No extremo Norte, o relevo toma a forma que originaria o Bico do Papagaio.

Figura 21 - Mapa de Isobases 6 do Estado do Tocantins

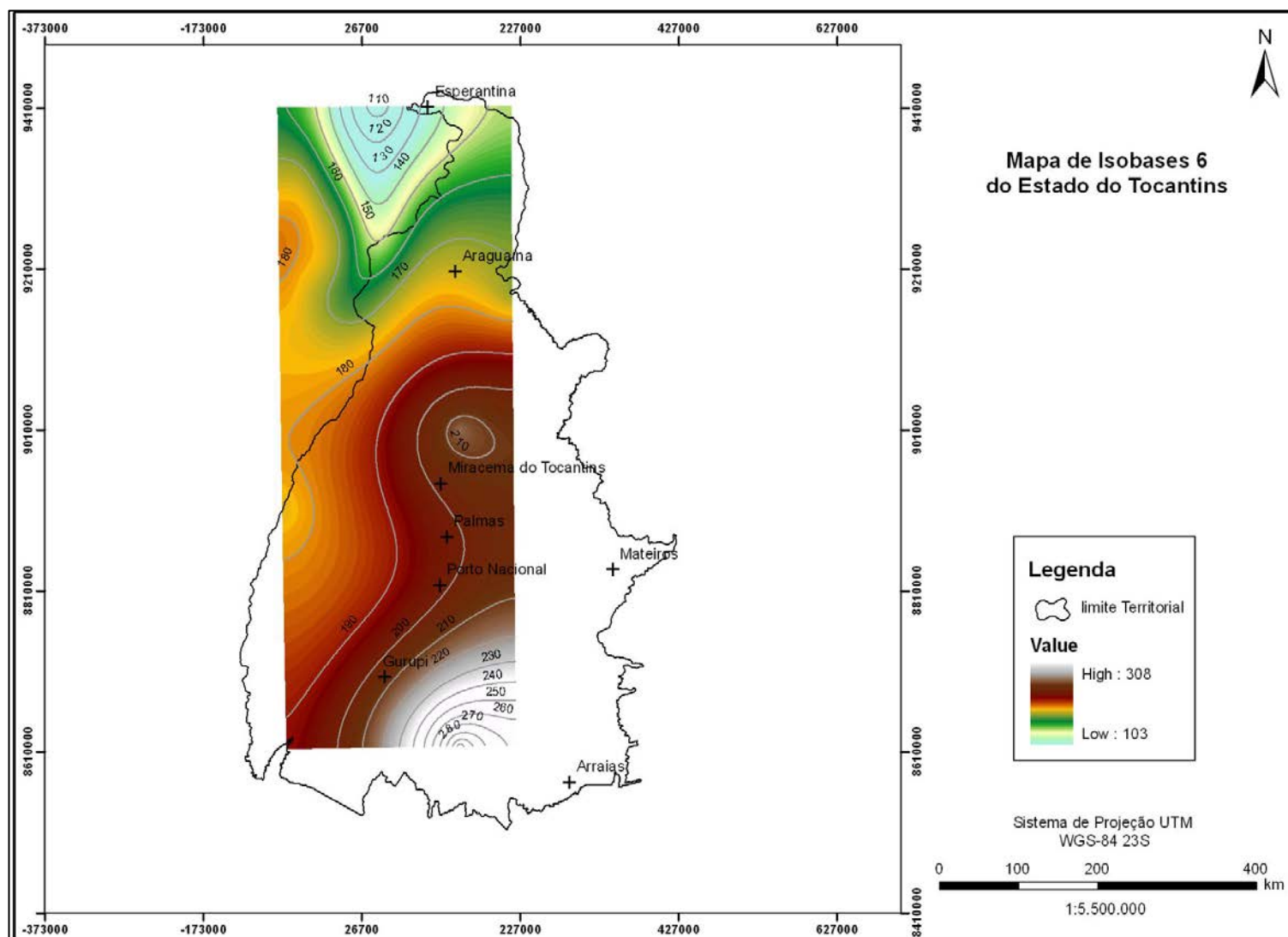


Figura 22 - Mapa de Isobases 5 do Estado do Tocantins

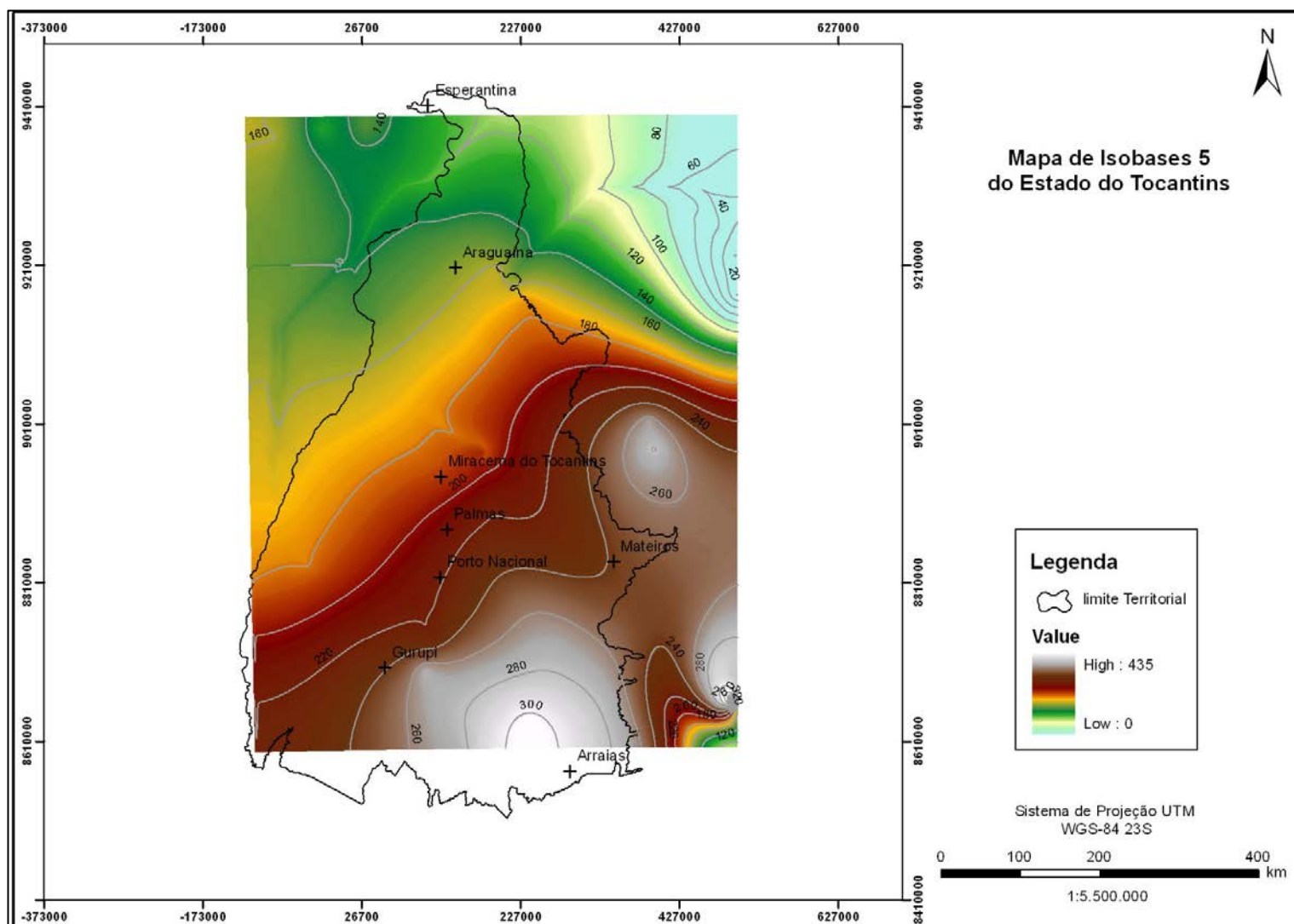


Figura 23 - Mapa de Isobases 4 do Estado do Tocantins

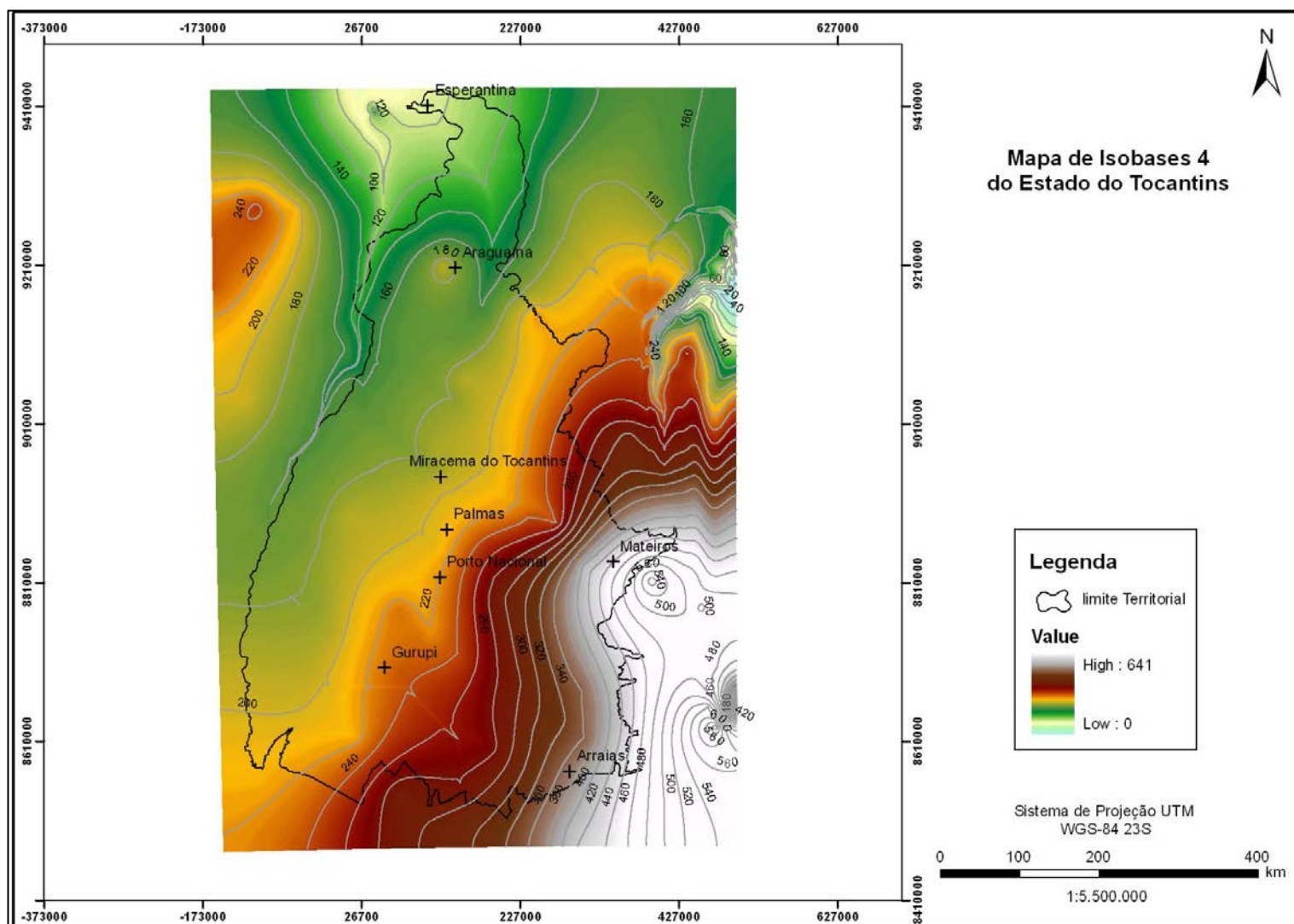


Figura 24 - Mapa de Isobases 3 do Estado do Tocantins

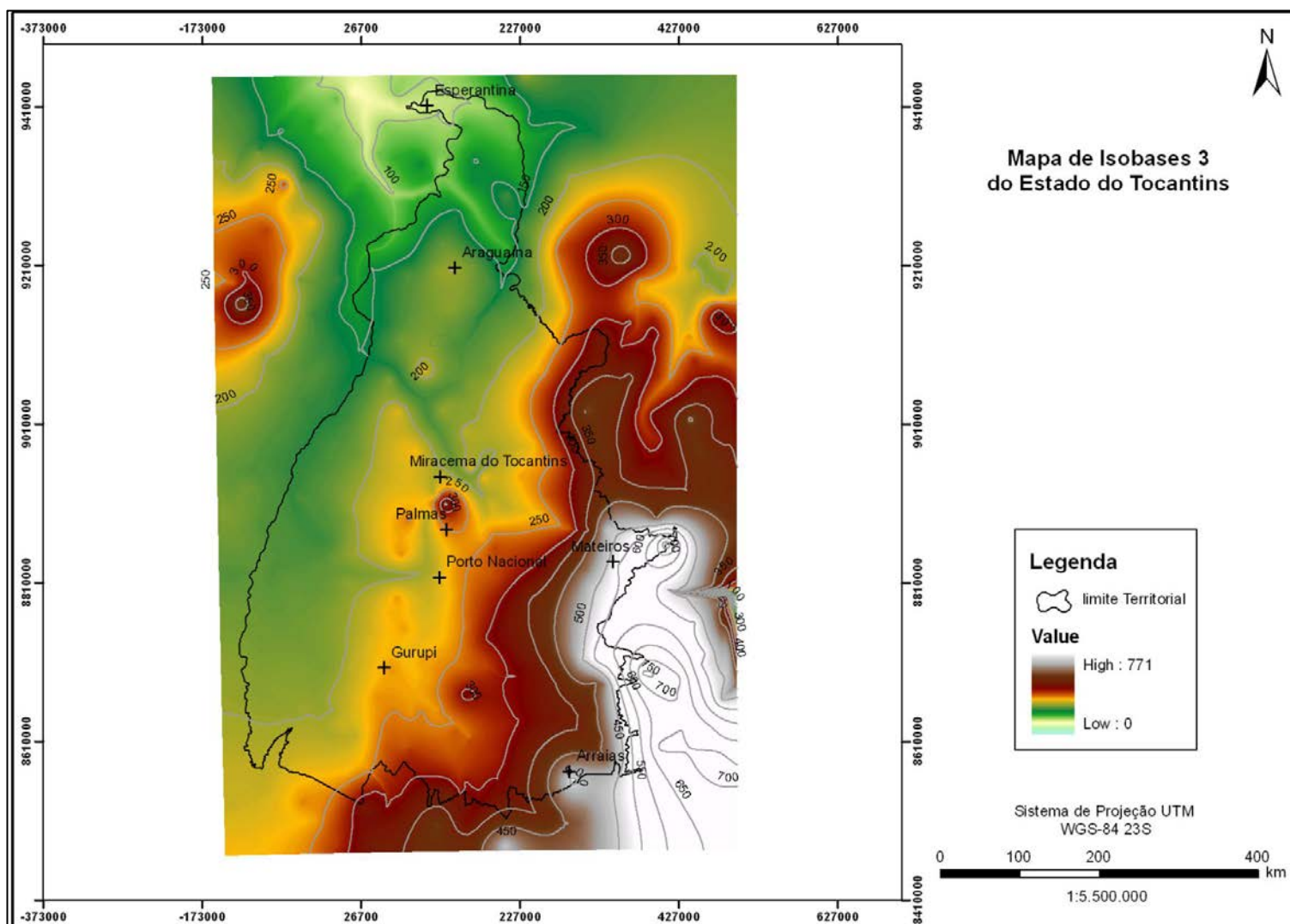


Figura 25 - Mapa de Isobases 2 do Estado do Tocantins

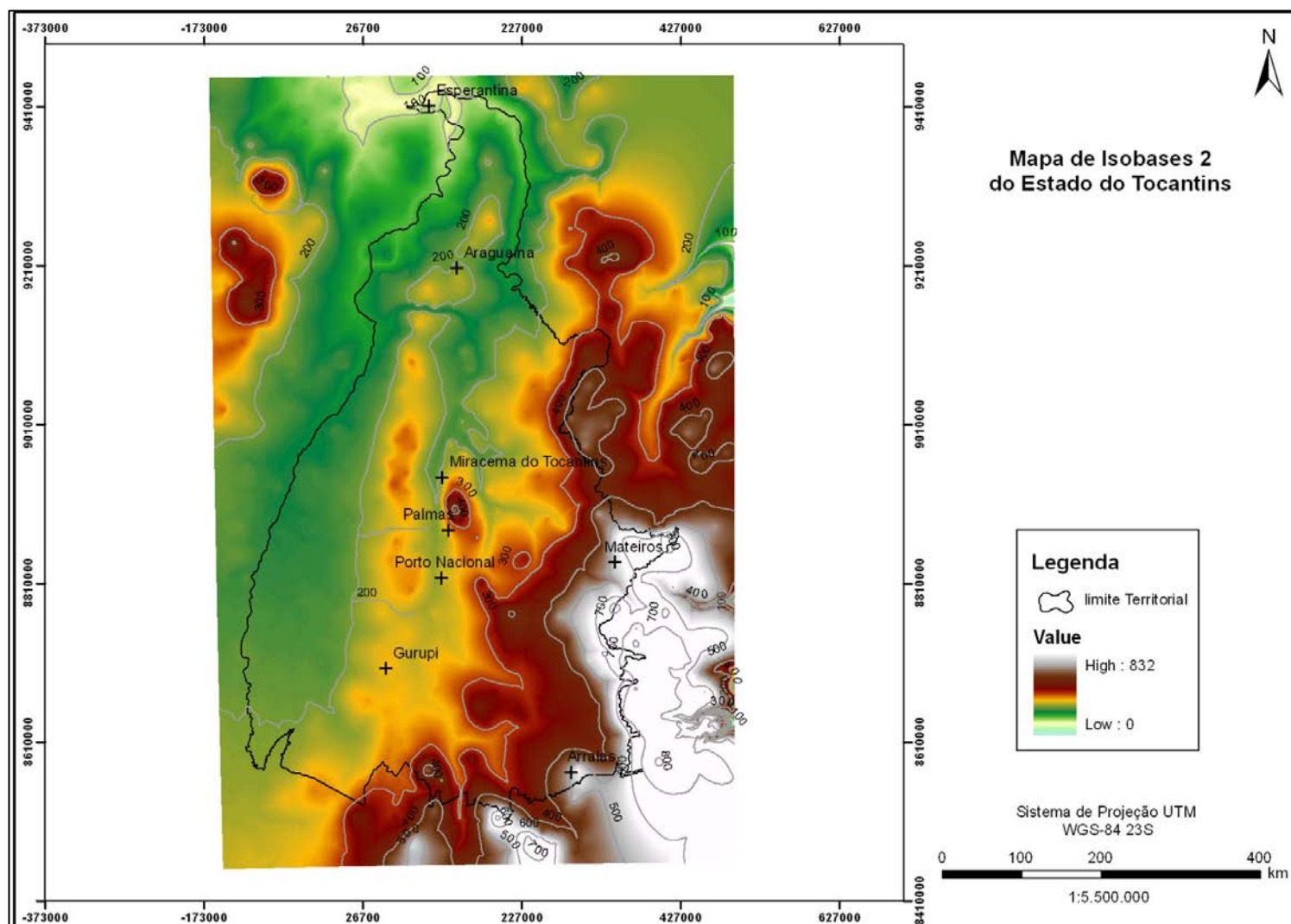


Figura 26 - Mapa de Isobases 1 do Estado do Tocantins

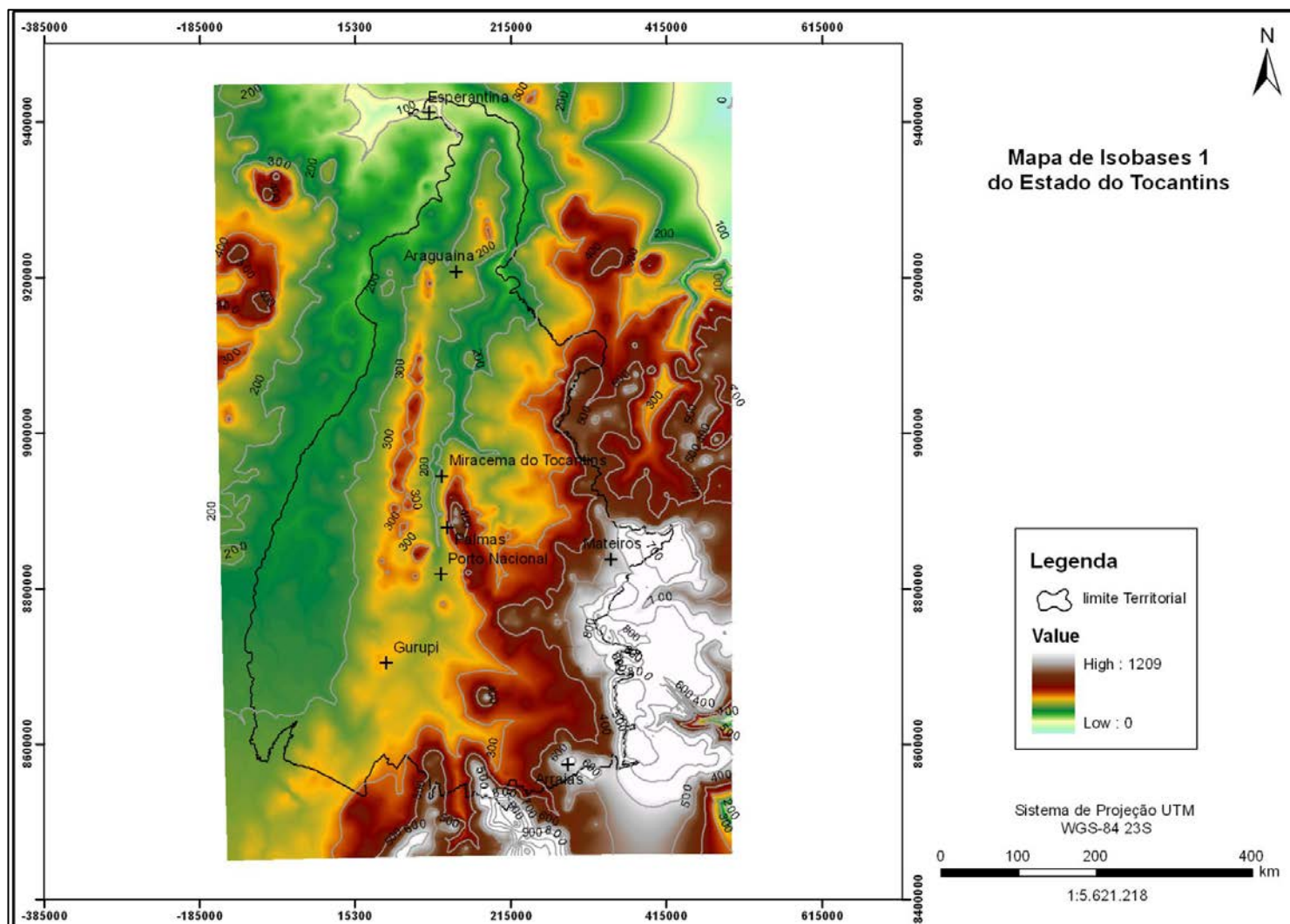
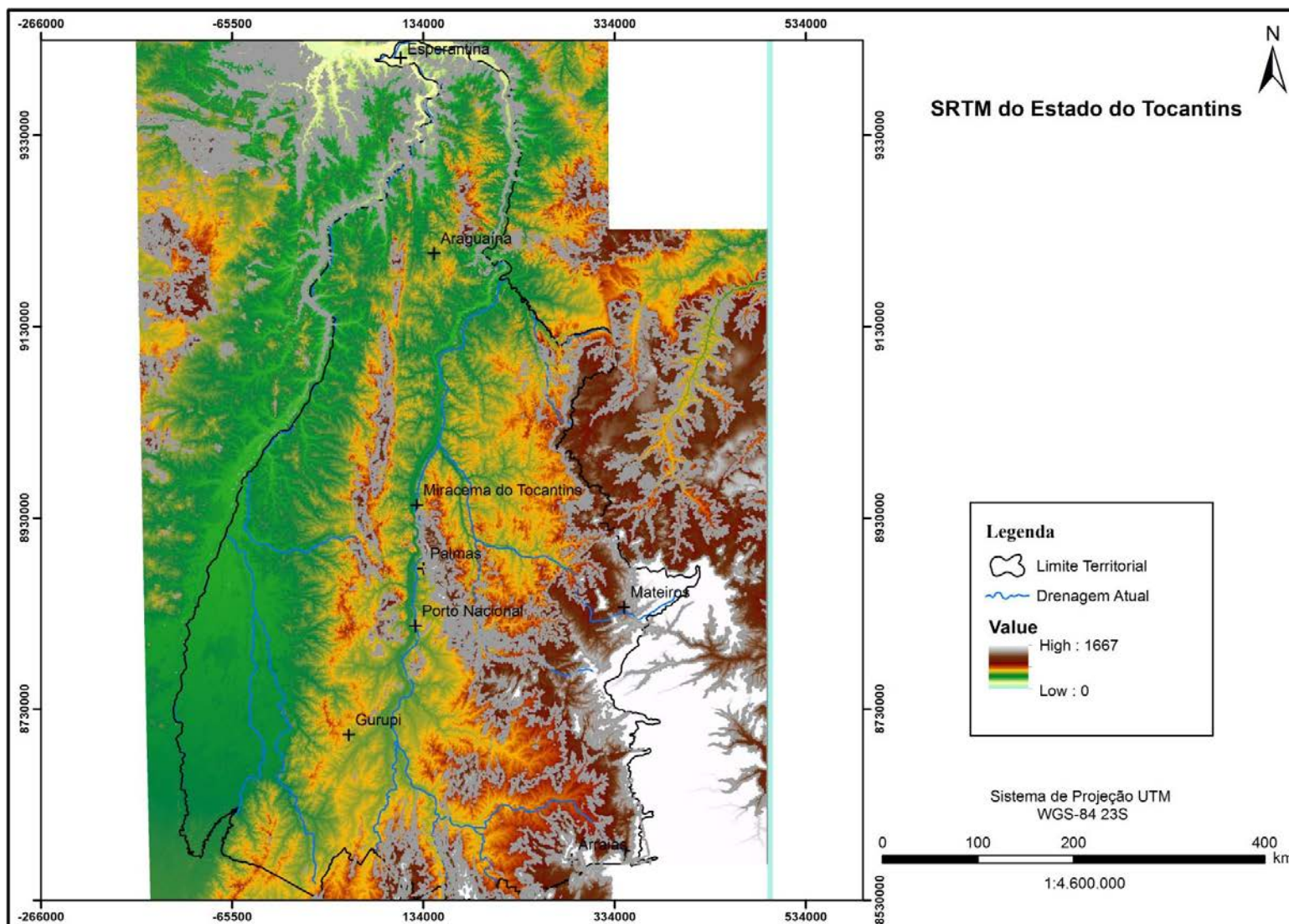


Figura 27 - Configuração Atual do Relevo do Tocantins



7.1.3. Geologia Estrutural

Segundo Shimbo (2006), a análise da geologia estrutural como importante indicador de processos endógenos e exógenos é capaz de auxiliar na identificação das subzonas geoambientais e também evidenciar a suscetibilidade a erosão assim como as aptidões do solo para uso e ocupação.

Para tal análise, foram produzidos os mapas para interpretação morfotectônica e morfoestrutural do Estado do Tocantins.

7.1.3.1. Interpretação Morfotectônica: Lineamentos Estruturais e Traços de Fratura

O mapa de lineamentos estruturais ou de drenagem apresenta predominância de lineamentos na direção NW-SE ao longo de todo estado.

A região que encobre, a partir de Miracema do Tocantins, todo o sul do estado se apresenta com a possibilidade de maior fragilidade devido à maior concentração de lineamentos com direções variadas o que subentende solo mais percolativo.

Além disso, o mapa de lineamentos permite, de forma indireta, evidenciar a presença de falhas que podem ser observadas a partir de mudanças de posições no plano rochoso (1999 apud SHIMBO, 2006).

O mapa de densidade de lineamentos detalha, de maneira mais precisa, as regiões com maior fragilidade e possibilita o entendimento de sua intensidade.

Figura 28 - Lineamentos Estruturais do Estado do Tocantins

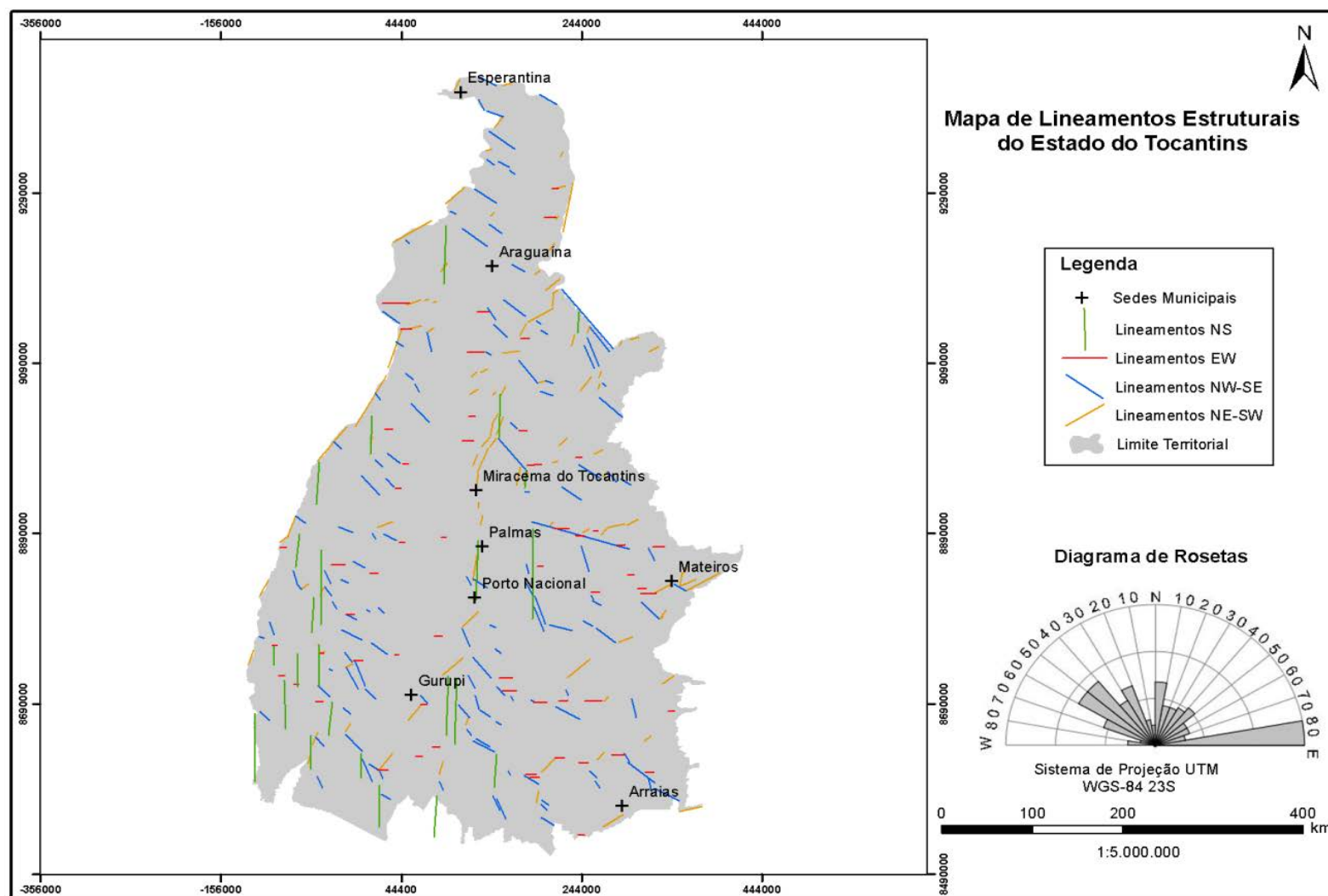
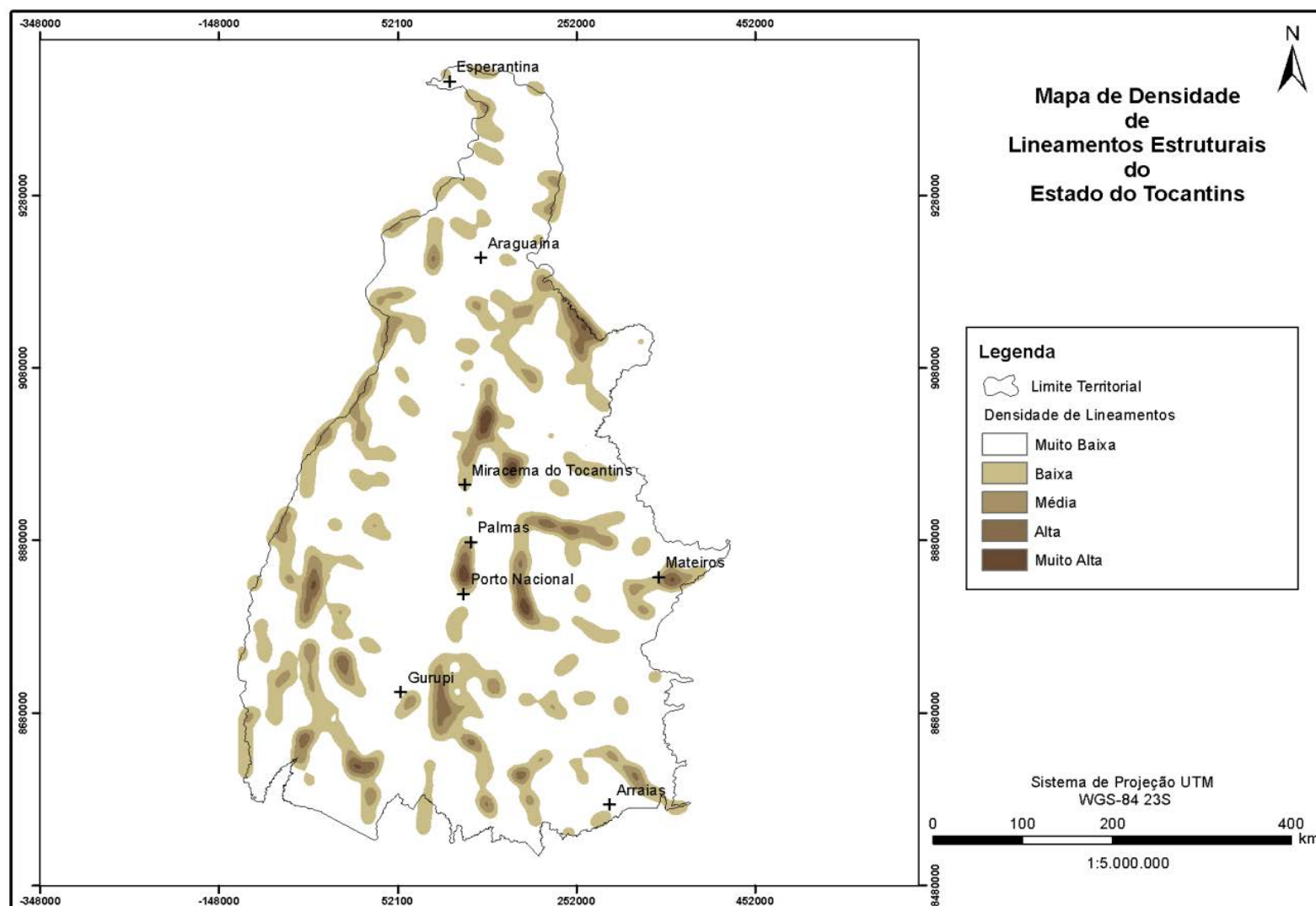


Figura 29 - Densidade de Lineamentos Estruturais do Estado do Tocantins



É importante ressaltar que as áreas em branco apresentam menor ou nenhum pronunciamento superficial, porém podem apresentar pronunciamento subsuperficial.

A probabilidade de ocorrência de erosão também pode ser evidenciada pelo mapa de traços e fraturas e de respectiva densidade. Segundo Shimbo (2006), a área com maior densidade desses traços com mais de uma direção são áreas mais frágeis e mais exigentes de manejo.

Observando o mapa de densidade de lineamentos e densidade de fraturas, conclui-se que a mesma região evidenciada pelo polígono entre os municípios de Porto Nacional, Mateiros e Arraias está, possivelmente, entre os mais frágeis do Estado tendo em vista relativa densidade de lineamentos, densidade de traços e fraturas e predominância de relevo dissecado.

Figura 30 - Traços de Fratura do Estado do Tocantins

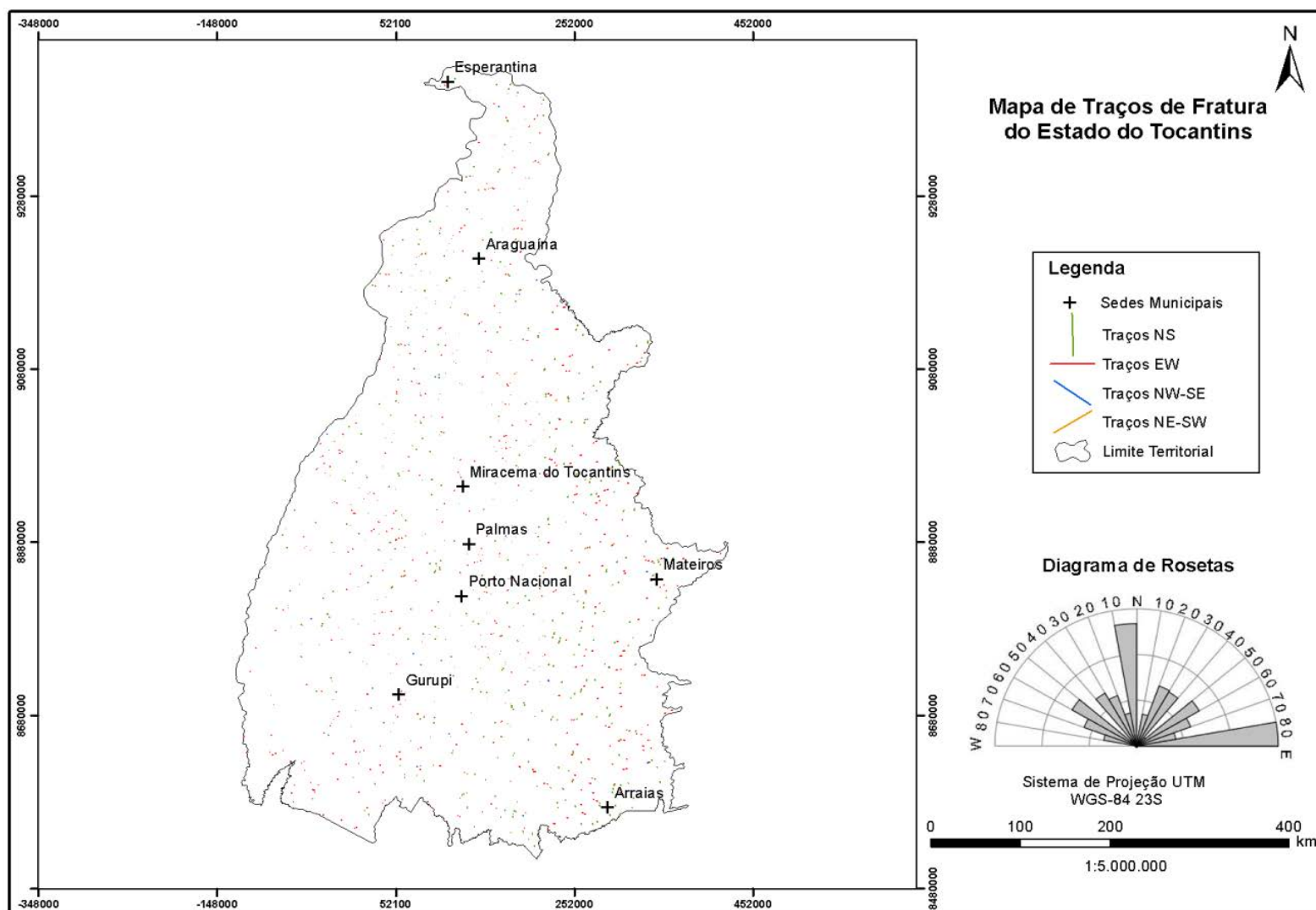
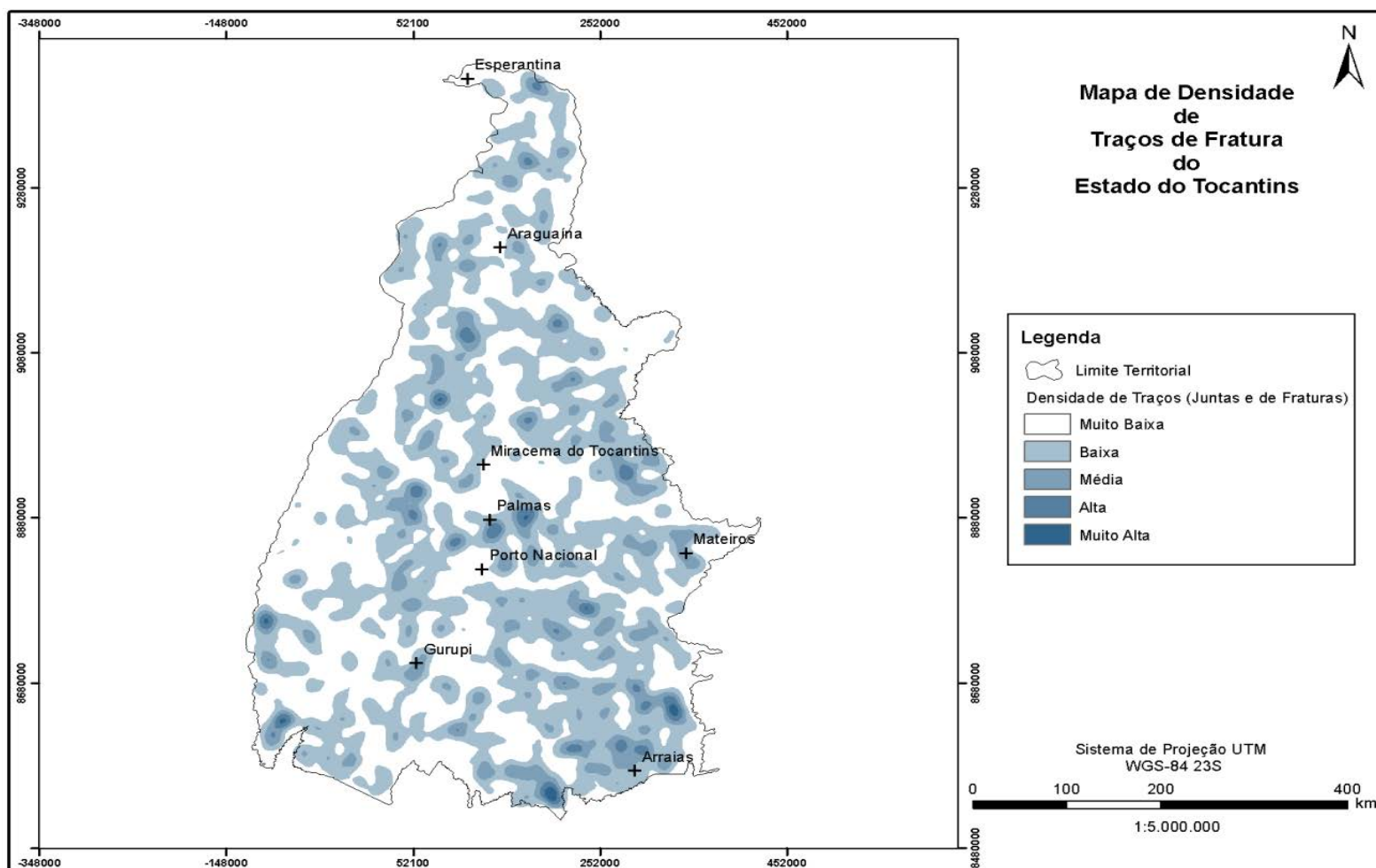
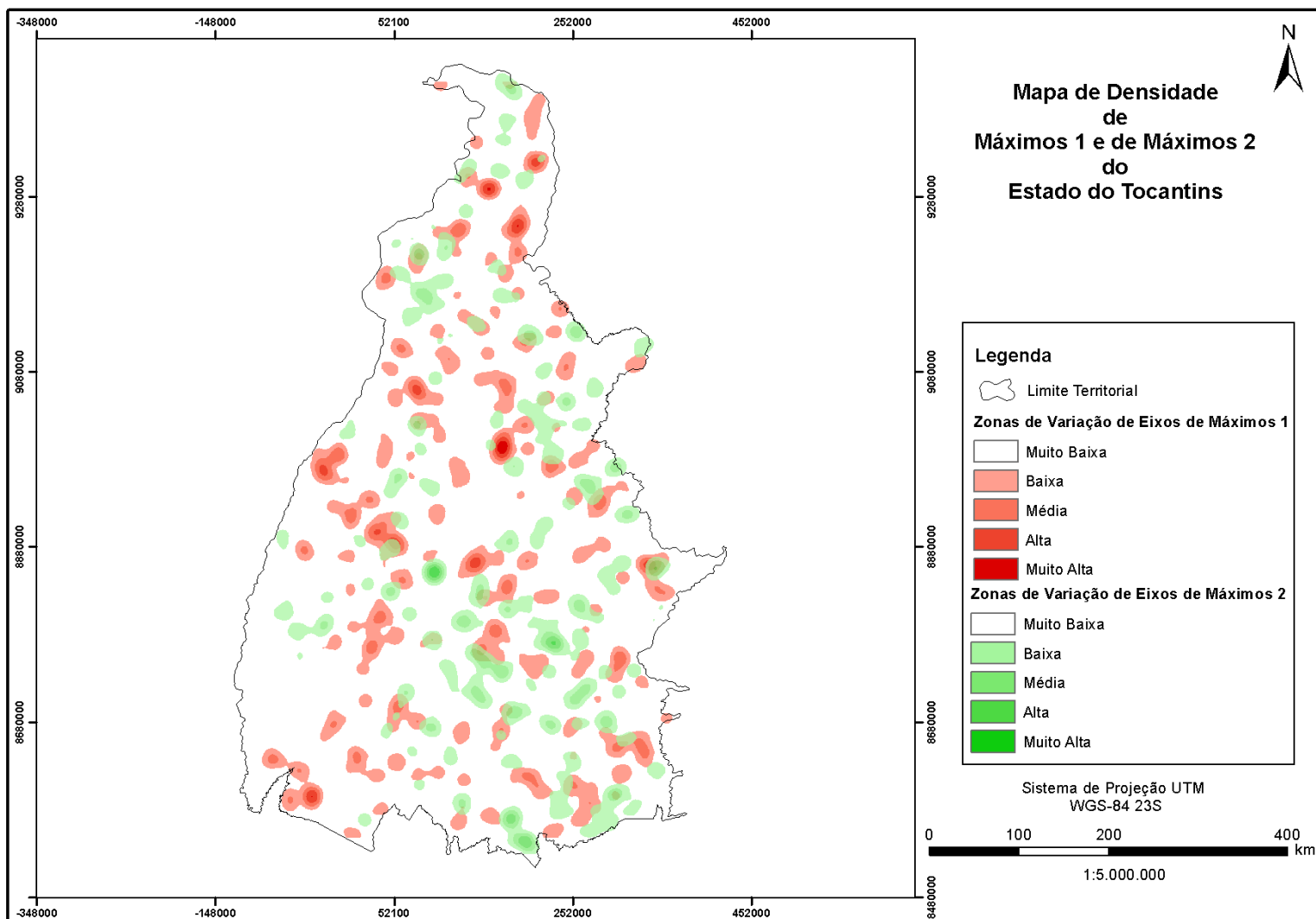


Figura 31 - Densidade de Traços de Fratura do Estado do Tocantins



O mapa de máximos 1 e 2 compreende a análise espacial que identifica, no mapa 32, as direções de traços com maior frequência apontando as áreas com mudanças abruptas de direções. Áreas onde ocorre coincidência das variações de máximos 1 e 2, como em algumas áreas do Tocantins, em especial atenção ao mesmo polígono descrito anteriormente, indicam que o processo erosivo já está instalado. A partir do mapa, pode-se concluir que a densidade de máximos 2 nessas região é significativa o que leva a crer que os processos erosivos estão potencializados e, nesse caso, podem ser desestabilizados por qualquer intervenção natural ou antrópica.

Figura 32 - Densidade de Máximos 1 e Máximos 2 do Estado do Tocantins



7.1.3.2. Interpretação Morfoestrutural

O mapa de feições morfoestruturais permite a identificação dos altos e baixos estruturais e trends de fratura (alinhamentos estruturais demonstrados por fraturas unidirecionais) evidenciando, assim, o comportamento estrutural da região.

A análise morfoestrutural é de grande auxílio na compreensão da dinâmica da paisagem e respectiva potencialidade para o planejamento das variadas formas de uso e ocupação (JIMÉNEZ-RUEDA et al, 1993). Tal análise permitirá a identificação de áreas indutoras de lixiviação e oxidação (altos estruturais) e áreas com potencial de redução e retenção de elementos químicos coloidais (baixos estruturais) (SHIMBO, 2006).

Altos estruturais são locais exorréicos por estarem associados a sistemas abertos. São importantes áreas de recarga de aquífero e lençóis subterrâneos. É caracterizado por ambiente oxidativo e, como proporcionam menor tendência à retenção de água, são locais com solos evoluídos e de relativa permeabilidade com intensa lixiviação de materiais e de nutrientes. Dessa forma, os processos predominantes são a caulínização, a laterização e a latossolização (SHIMBO, 2006).

Normalmente, os altos estruturais são ambientes mais estáveis com exceção de quando estão associados à trends de fratura e falhas. Nesse caso, estão suscetíveis à erosão intensa promovendo o aparecimento de solos menos evoluídos ocasionados pelo domínio da morfogênese sobre a pedogênese (SHIMBO, 2006). Essa situação pode ser observada a leste do Estado onde há predominância de solo Neossolo Quartzarênico e Plintossolo Pétrico. Por serem regiões de maior acidez e, muitas vezes, necessitarem de adubação, essa deve ser feita de maneira cuidadosa para absorção lenta. Um exemplo de boa aplicação é o calcário dolomítico (SHIMBO, 2006).

Baixos estruturais, por sua vez, associam-se a sistemas fechados, endorréicos e com circulação de água direcionada sendo, portanto, locais de acumulação de água e retenção de nutrientes o que lhes proporciona maior fertilidade. Por ser um ambiente redutor, predomina os processos de argilização e gleização. São ambientes menos estáveis e requerem manejo especial principalmente se associados à trends de fratura que acarretam maior percolatividade e suscetibilidade à erosão (SHIMBO, 2006). Essa situação pode ser observada a sudeste do Estado. Os baixos estruturais a norte do estado, na região do Bico do Papagaio, por sofrerem influência de falhamentos que ocorrem próximo ao Estado, se comportam como um alto estrutural.

No centro do estado, a disposição dos altos estruturais relativamente pressionados por um baixo estrutural corresponde a reativações deformacionais do Terciário Superior.

É importante destacar que a combinação entre altos e baixos estruturais e altos e baixos topográficos permitirá um melhor planejamento permitindo o uso adequado dos recursos naturais (1993 apud SHIMBO, 2006). A tabela 1, apresentando o condicionamento das estruturas quando associadas a altos e baixos estruturais e suas aplicações, foi modificada dos estudos de Jiménez-Rueda et al. (1993).

Tabela 1 - Morfoestruturas e suas aplicações

Pedológicas				
	AA	BA	BB	AB
	Intemperismo muito forte. Fertilidade atual e potencial muito baixa	Intemperismo forte. Fertilidade atual e potencial baixa/média	Intemperismo fraco. Fertilidade atual e potencial muito alta	Intemperismo moderado/forte. Fertilidade atual e potencial média alta
	Pedogênese maior que morfogênese	Morfogênese maior que pedogênese	Morfogênese maior que pedogênese	Pedogênese maior que morfogênese
	Erosão quase nula	Erosão Moderada/Forte	Erosão muito forte	Erosão muito forte/moderada
	Circulação intensa de água	Circulação de água média/alta	Circulação de água alta direcionada	Circulação de água baixa direcionada
Fisiográficas				
Ciclos Geomorfológicos	Sul americano Terciário Inferior	Das velhas Terciário superior/Quaternário anterior	Paraguaçu Quaternário médio/atual	Sul americano Terciário inf. Das Velhas Terciário superior/Quaternário anterior
Paisagens Geomorfológicas	Planaltos Dunas Colinas	Planaltos Morros Testemunhos Planícies de Inundação Dunas	Lagoas/Lagunas Terraços Planície de Inundação fluvial-marinha Dunas	Colinas Planaltos
Engenharias				
Civil	Estradas boas Edificações boas	Estradas boas/moderadas Edificações moderadas	Estradas Inadequadas Edificações Inadequadas	Estradas moderadas/inadequadas Edificações boas/inadequadas
Sanitária	Aterros Efluentes líquido/sólido Uso restrito	Aterros Efluentes líquido/sólido Uso restrito/inadequado	Aterros Efluentes líquido/sólido Uso Inadequado	Aterros Efluentes líquido/sólido Uso adequado

Fonte: Jiménez-Rueda et al. (1993)

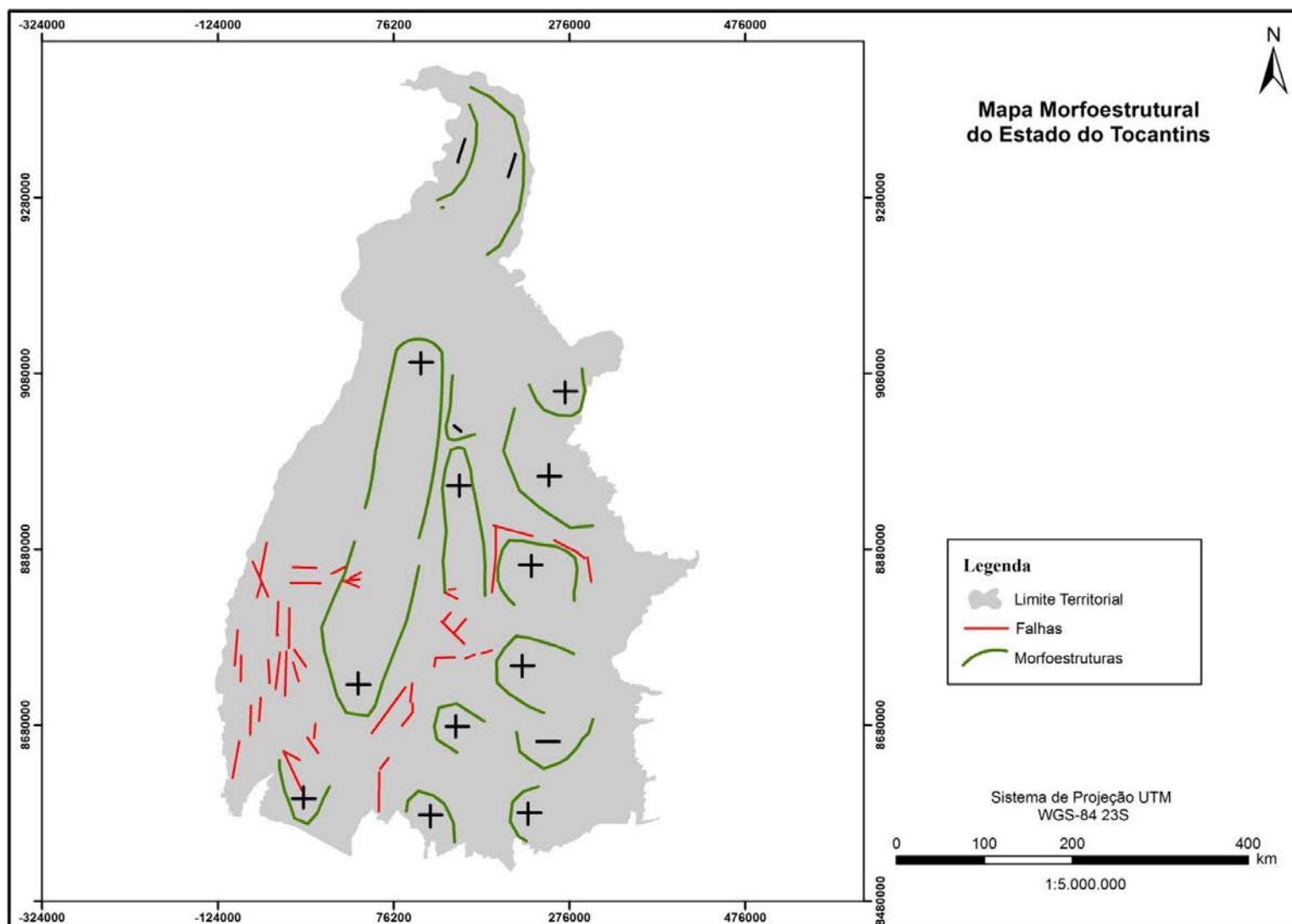
AA = alto topográfico / alto estrutural

BA = baixo topográfico / alto estrutural

BB = baixo topográfico / baixo estrutura

AB = alto topográfico / baixo estrutural

Figura 33 - Mapa Morfoestrutural do Estado do Tocantins



7.2. Fisiografia

7.2.1. Caracterização Fisiográfica

A fisiografia tem como premissa complementar a geomorfologia de maneira a não somente apresentar a origem, morfologia e idade da paisagem como também classificá-la de forma prática considerando aspectos paleoclimáticos, climáticos, biológicos (inclusive humanos), geológicos e hidrológicos numa escala em que é possível inferir a respeito dos aspectos pedogênicos e/ou uso ocupacionais da região (VILLOTA, 2005).

Para entendimento da dinâmica da paisagem que compreende a área de estudo, essa foi classificada em unidades fisiográficas representadas por formas de relevo e caracterizadas pelos processos endógenos e exógenos específicos para melhor compreensão da paisagem (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993). Cada uma dessas unidades possui características únicas no que tange aos aspectos pedológicos proporcionando uma clara compreensão dos padrões de solos e suas aptidões (GOOSEN, 1968). Além disso, são determinantes na caracterização e classificação das unidades homogêneas (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993), das zonas e subzonas geoambientais, das potencialidades e limitações e formas susceptíveis a erosão (SHIMBO, 2006).

A análise fisiográfica da paisagem foi feita a partir da interpretação da SRTM da EMBRAPA numa escala de reconhecimento geral da diferenciação do relevo.

7.2.2. Legenda Fisiográfica

As Planícies de Inundação foram diferenciadas através das áreas sujeitas a inundações de rios atuantes na área.

Planaltos representam parte da planície de inundação onde é possível identificar algumas unidades fisiográficas subatuais, recentes ou paleo soerguidas. Nestes planaltos podem ser identificadas diversas classes de solos característicos de cada unidade fisiográfica devido a mudanças climáticas locais e regionais (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 2011). Estão separados pelas diferenças topográficas do local, divididas em seis intervalos. A altitude mais alta encontrada dentro do estado foi de 1040 m. Abaixo é apresentada a legenda fisiográfica geral para caracterização fisiográfica do estado do Tocantins.

Tabela 2 - Legenda Fisiográfica para delimitação das unidades fisiográficas do estado do Tocantins

A - Paisagem Aluvial	A1 - Planície de Inundação (≤ 174 m)	
P - Planaltos	P1 - Planalto Muito Baixo (≤ 348 m)	P1.1 Não/Ligeiramente Dissecado
		P1.2 Moderadamente Dissecado
		P1.3 Fortemente Dissecado
	P2 - Planalto Baixo (≤ 522 m)	P2.1 Não/Ligeiramente Dissecado
		P2.2 Moderadamente Dissecado
		P2.3 Fortemente Dissecado
	P3 - Planalto Médio (≤ 696 m)	P3.1 Não/Ligeiramente Dissecado
		P3.2 Moderadamente Dissecado
		P3.3 Fortemente Dissecado
	P4 - Planalto Alto (≤ 870 m)	P4.1 Não/Ligeiramente Dissecado
		P4.2 Moderadamente Dissecado
		P4.3 Fortemente Dissecado
	P5 - Planalto Muito Alto (> 870 m)	P5.1 Não/Ligeiramente Dissecado
		P5.2 Moderadamente Dissecado
		P5.3 Fortemente Dissecado

7.2.3. Interpretação Fisiográfica

A interpretação fisiográfica visa, a partir dos elementos fisiográficos, compreender os processos de formação da região e os que ainda estão em atuação.

As Planícies de Inundação (A) ocorrem por todas as áreas de baixo declive do estado e ao longo dos vários cursos d'água presentes no Tocantins. Em nível de subprovincia, maioria está inserida nas subprovincias Coberturas Cenozóicas, Faixa Araguaia, Bacia Intracratônica Fanerozóica (Província Tocantins), Bacias das Alpercatas e parte nordeste da Bacia Parnaíba, todas descritas anteriormente. A presença de tais planícies nas proximidades dos planaltos acaba revelando formas muito dissecadas de relevo. Essa dissecação pode ainda ser maior quando os cursos d'água aparecem em áreas onde o terreno tende a uma maior movimentação. O grau de dissecação pode ser comprovado pelas isobases do Estado e pelo mapa de classes de declividade presente na bibliografia. Esses, quando integrados com a fisiografia e geologia estrutural, podem determinar as áreas susceptíveis à erosão. A partir do mapa fisiográfico (anexo) é possível observar que maior parte do estado é compreendida por planícies de inundação e planaltos muito baixos e baixos o que confere sua baixa susceptibilidade a erosão, porém extensas áreas sujeitas à inundação e que merecem atenção nas práticas de uso e ocupação. Áreas mais susceptíveis à erosão são as áreas de planaltos médios a muito altos principalmente onde pode ser observada a predominância de solos litólicos e formas mais dissecadas de relevo. Essas ocorrem com maior predominância a sul e sudeste do estado (subprovincias Bacia Rife Paleoproterozóica, Arco Magmático de Goiás, Domínio Dianópolis Silvânia, Três Marias-Bambu e Bacia Intracratônica Fanerozóica – Província São Francisco). Abaixo é apresentado o mapa das subprovincias dentro do estado do Tocantins e a detalhamento das paisagens. O mapa fisiográfico está em anexo.

Figura 34 - Subprovíncias do Estado do Tocantins

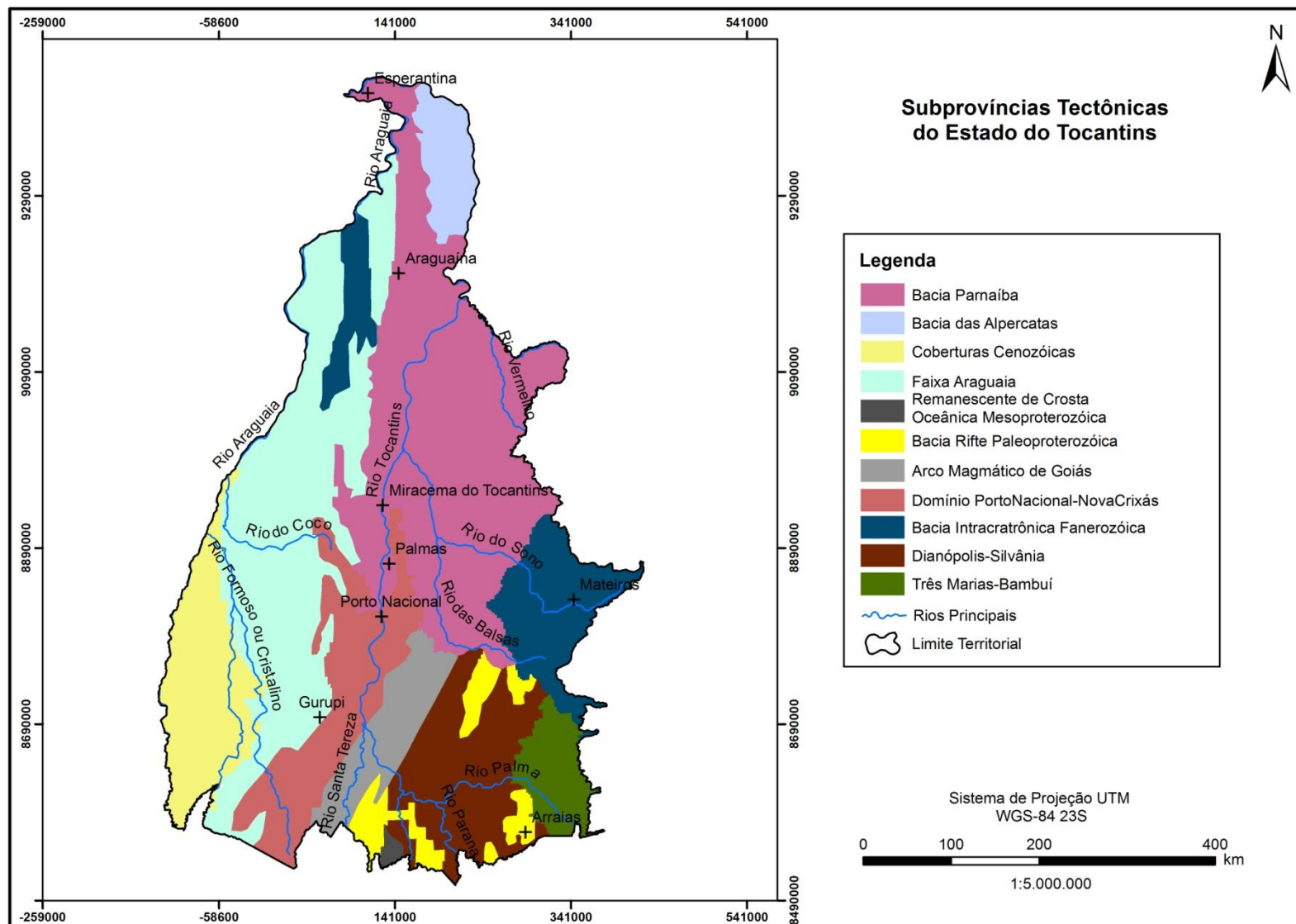


Tabela 3 – Paisagens do Estado do Tocantins

Províncias	Subprovíncias	Ambiente Geológico	Geologia	Geomorfologia	Relevo	Pedologia	Declividade	Bacias Hidrográficas
Província Tocantins	Coberturas Cenozóicas	Coberturas Cenozóicas	Quaternário	Área de Acumulação Inundável	Planície do Araguaia e Planície Fluvial	Plintossolo Háplico	< 5%	A1, A2, A3
	Faixa Araguaia	Faixa de Dobramentos do Proterozóico	Pré-Cambriano Médio	Superfícies de Pediplanos, Dissecados em Colinas com Vales Encaixados, Dissecado em Colinas e Ravinas, Dissecado em Colinas	Ex: Depressão do Médio Araguaia	Plintossolo Pétrico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Solos Litólicos	< 5% e máx de 15% a 30%	A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15
	Domínio Porto Nacional - Nova Crixás	Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico e Faixa de Dobramentos do Proterozóico	Quaternário, Pré-Cambriano Médio	Superfícies de Pediplanos, Dissecado em Patamares	Ex. Depressões de Cristalândia e Abreulândia	Plintossolo Pétrico	< 5% até 10%	T1, T7, T8, T11
	Arco Magnético de Goiás	Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico e Faixa de Dobramentos do Proterozóico	Quaternário, Pré-Cambriano Médio	Superfície de Pediplanos, Dissecado em Colinas, Patamares Estruturais	Ex. Planalto Central Goiano, Depressão do Alto Tocantins	Plintossolo Pétrico e Latossolo Amarelo	< 5% até > 45%	T1, T2, T5, T6
	Bacia Ríft Paleoproterozóica	Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico e Faixa de Dobramentos do Proterozóico	Pré-Cambriano Médio e Superior	Dissecado em Colinas e Ravinas, Dissecado em Colinas, Patamares Estruturais	Ex. Planalto Central Goiano	Argissolo Vermelho-Amarelo, Solos Litólicos	Até 45%	T1, T2, T3, T5
	Remanescente de Crosta Oceânica Mesoproterozóica	Sequências Metavulcano-sedimentares do Arqueano e Proterozóico Inferior	Quaternário e Pré-Cambriano Médio	Dissecado em Colinas e Ravinas, Dissecado em Colinas	Planalto Central Goiano	Latossolo Vermelho-Distrófico, Plintossolo Pétrico Argissolo Vermelho-Amarelo	Até 45%	T1

Cont. Tabela 2.

Provincia São Francisco e Provincia Tocantins	Domínio Dianópolis-Silvânia	Complexo Metamórfico Arqueano e Proterozóico e Faixa de Dobramentos do Proterozóico, Bacia Sedimentar do São Francisco	Pré-Cambriano Médio	Dissecado em Colinas e Ravinas, Dissecado em Colinas, Dissecado em Cristas e Maciços	Ex. Depressões e Morrianas de Conceição do Tocantins e de Natividade e Santa Rosa, Chapadas do Jalapão	Neossolo Quartzarênico, Plintossolo Háplico, Argissolo Vermelho-Amarelo, Solos Litólicos	Entre 5% e 10% até 45%	T1, T3, T4, T5, T6
	Bacia Intracratônica Fanerozoica	Bacia Sedimentar do São Francisco	Cretáceo, Pré-Cambriano Médio, Devoniano	Dissecado em Colinas e Ravinas, Patamares Estruturais, Superfícies Tabulares Estruturais, Superfícies de Pediplanos, Dissecado em Colinas e Dissecado em Colinas com Vales Encaixados	Ex. Chapadas do Jalapão, Depressão de Xambioá	Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo	10-15% >15%-30% , > 45%	A10, A11, A12, A13, A14, T4, T5, T9, T10
Provincia São Francisco	Três Marias - Bambu	Bacia Sedimentar do São Francisco	Cretáceo, Permiano	Dissecado em Colinas e Ravinas, Terraços Fluviais	Ex. Chapadas do Jalapão	Neossolo Quartzarênico, Solos Litólicos, Cambissolo Háplico	< 5% > 5 - 10%, >45%	T4
Provincia Parnaíba	Bacia Parnaíba	Bacia Sedimentar do Parnaíba	Carbonífero, Jurássico-Cretáceo Inferior, Triássico, Devoniano, Permiano, Cretáceo	Patamares Estruturais, Superfícies Tabulares Estruturais, Dissecado em Mesas, Planícies e Terraços Fluviais	Ex. Patamares da Região do Rio do Sono, Depressões e Planaltos do Médio Tocantins	Latossolo Vermelho-Distrófico, Neossolo Quartzarênico, Solos Litólicos, Plintossolo Pétrico	Máx >45%	T1, T9, T10, T12, T13, T14, A1, A14, A15, A16
	Bacia das Alpercatas	Bacia Sedimentar do Parnaíba	Pré-Cambriano Inferior	Patamares Estruturais, Dissecado em Colinas	Ex. Confluência Tocantins -Araguaia	Latossolo Vermelho-Amarelo	Máx 10% - 15%	T1

4.1. Capacidade Suporte do Meio Físico

Para a discussão da capacidade suporte do meio físico do Estado do Tocantins serão revistas todas as informações apresentadas até este momento, considerando que os resultados apresentados devem complementar ou comprovar o já presente na bibliografia existente.

Conforme princípios metodológicos propostos por Riverau (1972), Mattos et al. (1982) e Soares et al. (1982), posteriormente aplicados em análises morfoestruturais por Jiménez-Rueda & Mattos (1992) e Jiménez-Rueda et al. (1993b), o método tem como premissa a caracterização da susceptibilidade a erosão a partir da frequência dos elementos tectônicos e configuração morfoestrutural da área. A erodibilidade seria, então, diretamente proporcional à frequência com que esses eventos ocorrem independentes de suas direções. O cruzamento de diferentes direções confere maior potencial de erosão à área uma vez que essa possui maior grau de percolabilidade e consequente maior fragilidade.

A análise da figura 18 correspondente ao mapa de erodibilidade do estado do Tocantins apresentado pela EMBRAPA permite concluir que maior parte do território possui susceptibilidade a erosão ligeira muito provavelmente pelos solos, pela baixa declividade e muitas áreas susceptíveis a constante alagamento. A sul e sudoeste do estado concentram-se as regiões de pouca susceptibilidade a erosão enquanto os focos de moderada e alta susceptibilidade estão espalhados pelo Estado, principalmente na divisa com o Pará, Maranhão, Bahia e nas proximidades do Rio Tocantins com destaque às áreas com a presença de solos litólicos.

Os mapas apresentados no item resultados comprova o apresentado na bibliografia, alertando para as mesmas áreas demarcadas com alta susceptibilidade a erosão (o polígono em direção a sudeste do estado onde ocorrem as maiores altitudes: Araguaína, Mateiros e Arraias). É importante lembrar que Mateiros está sob território do Jalapão, importante riqueza natural e histórica do Estado. É necessário considerar que, em algumas regiões demarcadas com susceptibilidade ligeira é possível observar considerável frequência de máximos 2 evidenciando uma erosão potencializada que, em caso de uso e ocupação inadequado ou até mesmo algum evento natural, pode desestabilizar o meio.

Áreas como as coberturas Cenozóicas, onde é possível concluir baixa susceptibilidade a erosão, porém alta densidade de falhamentos, devem ter uma atenção especial, pois são áreas extremamente frágeis.

8. CONCLUSÃO

O zoneamento geoambiental do Estado do Tocantins se provou eficiente no apontamento de suas áreas frágeis e/ou susceptíveis a erosão. Devido à extensão da área de estudo, é importante destacar a escala de apresentação do estudo uma. Entretanto, esse é de fundamental importância como direcionador do planejamento.

O adensamento da drenagem seguido da identificação dos elementos tectônicos e morfoestruturais, foi de evidente precisão quando comparado aos resultados presentes na bibliografia para identificação de ambientes frágeis e também que podem sofrer algum tipo de desestabilização. Merecem destaque também as isobases confluentes no que se refere a evolução do relevo e identificação de densidade de fraturamento e tectonismos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Janaina Costa Andrade. **Diagnóstico da Situação Agrícola do Território do Bico do Papagaio**. Ruraltins. Tocantins, 2007.

Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. SEPLAN. Governo do Estado do Tocantins. 2008.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 12^a ed., 332 p.

BEMERGUY, R.L.; BORGES, M.S; COSTA, J.B.; COSTA, M.L.; FERNANDES, J.M.G.; FERREIRA JUNIOR, C.R.P.; HASUI, Y.; BEZERRA, P.E.L. **Neotectônica da Região Amazônica: Aspectos Tectônicos, Geomorfológicos e Depositionais**. Geonomos, Belo Horizonte, v. 4, n.2, p. 23-44, 1996.

BIZZI, L.A.; GONÇALVES, J.H. SHOBENHAUS, R.M; VIDOTTI, R.M. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília, 2003.

BLUM, Marcelo de Lawrence Bassay. **Processamento e Interpretação de Dados de Geofísica Aérea no Brasil Central e sua Aplicação à Geologia Regional e à Prospecção Mineral**. Tese de Doutorado 30, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 229 pg. Disponível em <<http://www.unb.br/ig/posg/dout/tese030/>>. Acessado em: 03/11/2011.

CÂMARA, José Simeão de; MEDEIROS, José Simeão. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE. São José do Campos, SP. 2001.

CARVALHO, Maria Sardenberg Salgado de; SANTOS, Maria Eugenia de Carvalho Marchesini. **Paleontologia das Bacias dos Parnaíba, Grajaú e São Luís**. CPRM. Rio de Janeiro. 2009.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 01/11/2011.

CASSETI, Valter; DIAS, Ricardo Ribeiro; BORGES, Rodrigo Sabino Teixeira. **Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento-Econômico.** Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Tocantins. 2004.

CASTRO, Joel Carneiro de; DIAS-BRITO, Dimas; DIAS, Ricardo Ribeiro; ROHN, Rosemarie; RÖSSLER, Ronny. **Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional.** SIGEP. 2007.

CHAMANI, Marlei Antônio Carrari. **Tectônica intraplaca e deformação sinsedimentar induzida por abalos sísmicos: o Lineamento Transbrasiliiano e estruturas relacionadas na Província Parnaíba, Brasil.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-17082011-084821/>>. Acesso em: 07/11/2011.

COELHO, Juliano Oliveira Martins. **Zoneamento Geoambiental como Subsídio à Análise dos Indicadores Ambientais nas Áreas de Dutos: Evolução Fisiográfica, na Avaliação do Meio Físico, Para Caracterização de Áreas de Implantação de Dutos.** Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006. Disponível em: <<http://www.luzianeribeiro.com/monografias/ZONEAMENTO%20GEOAMBIENTAL...EVOLU%20C7%20FISIOGR%20FICA%20NA%20AVALIA%20C7%20DO%20MEIO%20F%20CDSICO%20PARA%20CARACTERIZA%20C7%20DE%20C1REAS%20DE%20IMPLANTA%20C7%20DE%20D.pdf>> . Acesso em: 07/05/2012.

CUNHA, Francisco Mota Bezerra da. **Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico.** *Anu. Inst. Geocienc.*, 1993, vol.16, p.80-81. ISSN 0101-9759.

FREITAS, Ubiraci do Reis. **Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado do Tocantins. Mineratins.** Tocantins. 2008.

HASSER, J.; PRANCE, G.T. **Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica.** Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

Governo do Estado do Tocantins. Disponível em <http://to.gov.br/tocantins2>, acessado em 10/07/2010 às 22:34.

Instituto de Desenvolvimento Rural do Tocantins. Disponível em <http://ruraltins.to.gov.br>, acessado em 19/10/2011 às 21:54.

JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto. **Estudo Geoambiental do Município de Franca-SP.** Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP. Rio Claro, 2011.

JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto; NUNES, Elias; MATTOS, Juércio Tavares. **Caracterização Fisiográfica e Morfoestrutural da Folha São José de Mipibu – RN.** Geociências, São Paulo, v.12, n.2, p. 481-491, 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto; MATTOS, Juércio Tavares; OHARA, Tomoyuki; SANTANO, Marcio Alexandro. **Critérios para Mapeamento de Classe de Risco a Erosão de Solos em Imagem TM-Landsat.** UNESP. 1992.

MORAES, Fernando Tonizza; JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto. **Caracterização Morfoestrutural do Município de Poços de Caldas, MG, Visando o Estabelecimento de Zonas Geoambientais.** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiania, GO. 2005.

OHARA, Tomoyuki. **Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul (SP) com Sensoriamento Remoto.** UNESP. Rio Claro. 1995.

OLIVEIRA, Elisângela Regina. **Aspectos da Interação Cultural Entre Os Grupos Ceramistas Pré-Coloniais do Médio Curso do Rio Tocantins.** Universidade de São Paulo. 2005.

RIBEIRO, L. S. **Modelagem Qualitativa e Quantitativa das Terras do Município de Campos dos Goytacazes/RJ quanto à Erosão Laminar através de Técnicas de Geoprocessamento.** 2006. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2006.

RIBEIRO, L.S. **Geoprocessamento Aplicado à Reconstrução Paleogeográfica do Estado do Rio de Janeiro.** 2010. 163f. Tese de Doutorado. Unesp. Rio Claro.

ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; BAZAN, Thiago. **Zoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Curuçu, Oeste do Estado do Rio Grande do Sul.** Geoambiente. 2008.

ROCHA, Elizabeth Maria Feitosa da; SILVA, Isabela Habib Canaan da; CRUZ, Carla Bernadete Madureira. **Geração de Mapas Fisiográficos do Relevo a partir de Imagens de Radarsat 1 Modo Fine.** UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

ROSSETTI, Dilce de Fátima. **Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão.** Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006 . Disponível em <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300003&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 29 maio 2012.

Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado do Tocantins. Disponível em <http://www.secagro.to.gov.br/conteudo.php?id=21>, acessado em 11/07/2010 às 15:45.

SHIMBO, Julia Zanim. MICHELIN, Camila Miranda; JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto. **Zoneamento Geoambiental Como Subsídio ao Planejamento Agroambiental. Casos: Dois Assentamentos Rurais no Estado de São Paulo.** II Congresso Brasileiro de Agroecologia. 2007.

SHIMBO, Julia Zanim. **Zoneamento Geoambiental como Subsídio aos Projetos de Reforma Agrária. Estudo de caso: Assentamento Rural Pirituba II (SP).** UNESP. Rio Claro. 2006.

OHARA, Tomoyuki. **Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul (SP) com Sensoriamento Remoto.** UNESP. Rio Claro, SP. 1995.

SILVA, Marco Luiz. **A Dinâmica de Expansão de Retração de Cerrados e Caatingas no Período Quaternário: Uma Análise Segundo a Perspectiva da Teoria dos Refúgios e Redutos Florestais.** Revista Brasileira de Geografia Física. 2010.

SOUZA, Alana Almeida de; JIMÉNEZ-RUEDA, Jairo Roberto. **Análise Fisiográfica e Morfoestrutural no Reconhecimento de Padrões de Solos no Município de Porto Velho-RO.** XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007.

VILLELA, Fernando Nadal Junqueira; NOGUEIRA, Cristiano. **Geologia e Gemorfologia da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins.** Biota Neotrop., Campinas, v. 11, n.1, Mar. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167606032011000100023&lng=en&nrm=iso> . Acessado em 02/11/2011.

ZAMCOPÉ, Marcio Henrique de Campos; FILHO, Arquimedes Peres. **Considerações a Respeito da Distribuição das Planícies Fluviais do Rio Mogi Guaçu.** Revista Brasileira de Geomorfologia, Campinas, 2006. Disponível em http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_1_2006/RBG_Ano_7_n_1_2006_%2065_71.pdf>. Acessado em 02/11/2011.

ANEXO

Figura 35 - Mapa Fisiográfico do Estado do Tocantins

