



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**“ ASPECTOS NEOTECTÔNICOS E ECOLOGIA DA
PAISAGEM EM PARTE DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS DO NE
DO ESTADO DO PARÁ (TUCURUI, BAIÃO, BREU BRANCO,
GOIANÉSIA, MOJU E TAILÂNDIA) ”**

Dissertação apresentada por:

FRANCILEIDE DE FÁTIMA ROCHA SOUZA

**BELÉM
2007**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

- S729a Souza, Francileide de Fátima Rocha
Aspectos neotectônicos e ecologia da paisagem em parte da área dos municípios do NE do estado do Pará (Tucuruí, Baião, Breu Branco, Goianésia, Moju e Tailândia / Francileide de Fátima Rocha Souza – 2007
118 f. : il.
Dissertação (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
Orientador, Mauricio da Silva Borges.
1. Neotectônica. 2. Ecologia da Paisagem. 3. Geomorfologia. 4. Tucuruí (PA). 5. Baião (PA). 6. Breu Branco (PA). 7. Goianésia (PA). 8. Moju (PA). 9. Tailândia (PA). I. Universidade Federal do Pará. II. Borges, Maurício da Silva, Orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 551.8098115



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**ASPECTOS NEOTECTÔNICOS E ECOLOGIA DA
PAISAGEM EM PARTE DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS DO
NE DO ESTADO DO PARÁ (TUCURUI, BAIÃO, BREU
BRANCO, GOIANÉSIA, MOJU E TAILÂNDIA).**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

FRANCILEIDE DE FÁTIMA ROCHA SOUZA

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação: **30/10/2007**

Comitê de Dissertação:


MAURÍCIO DA SILVA BORGES (Orientador)


JAIRO ROBERTO JIMENEZ RUEDA


CLÁUDIO FABIAN SZLAFSTEIN

Dedico a todas as pessoas que não têm medo de sonhar, aceitam desafios, vencem obstáculos e conquistam a vitória.

AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar , agradeço a Deus por permitir que eu pudesse chegar até o final desta dissertação , por ser meu refúgio e fortaleza nas dificuldades encontradas em conciliar, meu lar, chegada de um novo filho, família e estudos, a caminhada teria sido muito mais difícil sem as suas palavras.
- À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica pela oportunidade no mestrado.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (Capes) pela Concessão de Bolsa de Mestrado.
- Ao Serviço de Proteção da Amazônia (SIPAM), pela concessão da imagem de radar SAR, material de suma importância para a dissertação.
- Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelos materiais que foram de grande valia para execução do trabalho.
- Ao Laboratório de Computação Aplicada (COMAP), que ficou disponível para trabalhos em softwares indispensáveis ao desenvolvimento da dissertação.
- Ao Prof. Dr. Maurício da Silva Borges, pela orientação deste trabalho, confiança depositada em mim, e amizade, seu grande conhecimento que me ensinou a caminhar com firmeza e determinação.
- Ao Msc. Osmar Guedes, pela ajuda nos momentos de dúvida relacionadas a ferramentas do Arc Gis 9.2
- Ao Prof. Dr. Roberto Vizeu, pelas dúvidas suprimidas em conceitos de deste assunto tão amplo que é Geologia Estrutural.
- À Prof. Dra Ruthléa Bemerguy pelo apoio e amizade ao longo desses anos.
- A todos meus amigos que ingressaram no mestrado / 2005, os momentos de alegria e descontração não serão esquecidos, juntos chegamos até esta etapa final.
- A Geóloga e Msc. Poliana Gualberto, meu muito obrigada de coração, pelo carinho com os meus filhos e por toda ajuda e disponibilidade cem por cento.

- À Engenheira e Msc Aline Sardinha , pela bela amizade cultivada agora e em tempos futuros.
- À Contabilista Ana Gorette pela revisão do texto em inglês.
- Aos meus colegas Marcelo e Bruno, pelo pouco tempo de amizade, que no entanto, foi de grande importância para os meus momentos de alegria e dúvidas neste trabalho.
- À minha família (pai, irmãos, primos, tias) que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse chegar até a etapa final.
- À minha Querida mãe, por sempre estar disponível para mim, em todos os momentos , cuidando dos meus pequeninos, para que eu pudesse executar tarefas no decorrer de todo o meu mestrado e também para os mesmos cuidados, agradeço as Sras. Nailza e Dairza por disponibilizarem seu tempo com meus filhos para que eu pudesse dar continuidade aos meus trabalhos.
- Ao meu Marido César Augusto Souza pelo seu amor, apoio, compreensão e ajuda imprescindível na hora de executar a árdua tarefa de administrar nosso lar e família juntamente com meus estudos.
- Enfim, a todos que contribuíram direta e indiretamente para que esta dissertação tivesse êxito.

*As Lutas seguidas de conquistas
e vitórias são nada mais do que
frutos das bênçãos de Deus e
persistência humana.*

Francileide Souza

RESUMO

Este trabalho investigou os aspectos da paisagem através das evidências geológicas, geomorfológicas e Neotectônicas na região entre os Municípios de Tucuruí até Tailândia (PA). Nesta região a incidência de processos neotectônicos foi responsável pela geração de estruturas, seqüências sedimentares, padrões de rede de drenagem (Bacia do Rio Tocantins) e sistemas de relevo. Para execução deste estudo foram utilizados imagens Landsat ETM+ processadas digitalmente em plataforma ENVI 4.0, além de modelos digitais de elevação fornecidos pelo SRTM/NASA e imagens de radar SAR, visando à análise do relevo ,drenagem e reconhecimento dos lineamentos mais expressivos , bases analógicas também foram convertidas para o formato digital com a finalidade de elaborar bases cartográficas em ambiente ArcGIS 9.1. A Análise do relevo, na área investigada, permitiu identificar os seguintes grupos genéticos: a) Grupo de Degradação – Constituído por Sistema de Serras (Serra do Trucará) com topos achatados de amplitudes variando entre 253 e 290 metros, Sistema de Morros com topos angulosos até 180 metros e Sistema Colinoso alcançando até 120 metros , os quais constituem a maior parte da expressão paisagística; b) Grupo de Agradação – Englobando Sistemas de Planícies Aluviais e Sistema de Terraços Fluviais. Estes sistemas são exibidos com geometrias controladas pela instalação de descontinuidades, caracterizando compartimentação morfoestrutural. A integração dos dados, oriundos da análise do relevo, bem como a caracterização das anomalias de drenagem e as descontinuidades, permitiu o reconhecimento de “landorforms” tectônicos primários associados a feixes de lineamentos orientados a E-W, NW-SE, NE-SW e N-S, estes entendidos como tendo funcionado em tempos neotectônicos. A articulação entre os feixes de falhas neotectônicas se dá maneira a definir um romboedro extensional a sul do paralelo 3^o30”S. A estrutura romboedral é definida pelo arranjo entre feixes de descontinuidades orientadas a NW-SE, com tendência simétrica e com aparente natureza transtensiva e feixes de descontinuidades orientados a E-W, ao centro da área, com provável componente “strike-slip” dominante. Esta geometria é cortada por estruturas complicadoras orientadas a NE-SW. Três feixes principais de descontinuidades orientadas a N-S afetam a área de investigação, e representam

“landforms” tectônicos primários com tendência extensional. Estas estruturas foram interpretadas como decorrentes da reativação das estruturas do Cinturão Araguaia. Organizam-se em uma estrutura assimétrica com mergulho dominante para Leste e na altura do meridiano 49⁰38W parecem ter forte vínculo com o traçado do Rio Tocantins e impõe significativo controle aos depósitos quaternários.

A rede de drenagem se ajusta prontamente a estes padrões de tectônica estrutural, os quais respondem pela presença de feições anômalas como arcos e cotovelos, e pela instalação de padrões , com forte assimetria, alguns parcialmente interpretados como treliça de falha. A morfogênese da área em apreço, no que concerne aos seus aspectos tectônicos foi admitida como vinculada à atuação de um binário dextral orientado a E-W, fruto da dinâmica estabelecida pela atual fase de deriva da Placa Sul Americana para Oeste.

Palavras-chave: Neotectônica. Ecologia da Paisagem. Geomorfologia. Tucuruí. Baião. Breu Branco. Goianésia. Moju. Tailândia.

ABSTRACT

This work inside investigated the aspects of the landscape and geologic and geomorphological evidences of the neotectonic context in the region that understands the Tucuruí Cities until Thailand (Pará). In this region the incidence of neotectonics processes was responsible for the generation of structures, sedimentary sequences, standards of draining net (Basin of the Tocantins River) and relief System. For execution of this study had been used Landsat ETM+ images for the digital processing in platform ENVI 4.0, digital Models of rise supplied by the SRTM/NASA and images of radar SAR analysis of the relief, draining and recognition of the lineaments expressives, analogical bases elaboration of cartographic bases in environment ArcGIS 9.1. The Analysis of the relief, in the investigated area, allowed to identify as genetic groups:) Group of Degradation - Constituted of System of Mountain ranges (Mountain range of the Trucará) with flattened topos of amplitude varying between 253 and 290 meters, System of Mounts with angular topos up to 180 meters and Colinoso System with 0 amplitude varying it enters m (base level) up to 120 meters, which constitute most of the paisagística expression; b) Group of Agradação - Englobando Aluvial Plain Systems and System of Fluvial Terraces. These systems are shown with geometrias whose joints if give through the installation of discontinuities, characterizing morfoestrutural compartimentação. The integration of the data, deriving of the analysis of the relief, as well as the characterization of the anomalies of draining and the discontinuities, allowed to the recognition of "landforms" elementary schools tectonics associates the beams of guided lineaments the E-W, NW-SE, NE-SW and N-S. The joint enters beams of neotectonics imperfections gives way to define one extensional romboedro to south of the parallel 3030"S. The romboedral structure is defined by the arrangement between beams of guided discontinuities to NW-SE, with symmetrical trend and apparent transtensive nature and guided beams of discontinuities the E-W, to the center of the area, with probable dominant component "strike-slip". This geometry is cut by to complicate structures guided to NE-SW. Three main beams of guided discontinuities the N-S affect the inquiry area, and represent "landforms" elementary schools tectonics with extensional trend. These structures had been interpreted as decurrent of the reactivation

of the Cinturão Araguaia. They are organized in an anti-symmetrical structure with dominant diving for East and in the height of the meridian 49°38'W they seem to have strong bond with the tracing of the Tocantins River and imposes fort has controlled to the quaternary deposits. The draining net adjusts it to these standards of structural tropia readily, which answer for the presence of anomalous feições as arcs and elbows, and for the installation of standards in treliça, with strong asymmetry, some partially interpreted as treliça of imperfection. Morfogênese of the area in appraise, in that it concerns to its tectônicos aspects was admitted as tied to the performance of a binary guided dextral the E-W, fruit of the dynamics established for the current phase of drift of the American South Plate for West.

Key-words: Neotectonic. Landscape ecology. Geomorphology. Tucuruí. Baião. Breu Branco. Goianésia. Moju. Tailândia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág
Figura 1 - Localização da área estudada.....	19
Figura 1.1 - Principais atividades executadas no trabalho.....	26
Figura 2 - Sub Bacias hidrográficas pertencentes à área de trabalho. Fonte: ANA (2006).....	29
Figura 2.1 - Mapa Tipos de solos da área. Fonte:RADAM (1974) e EMBRAPA(1999)...	30
Figura 2.2 -Mapa com classificação da vegetação da área. Fonte: Radam (1974).....	31
Figura 2.3 - Mapa climático da área . Fonte: IBGE, 2006.....	32
Figura 2.4 - Unidades Morfoestruturais e Morfoclimáticas Fonte: Radam (1974).....	33
Figura 2.5 - Litoestratigrafia da área estudada. Fonte: Lima e Coelho (1997) e Matta (1984).....	37
Figura 2.6 - Contexto Geológico da região estudada. Fonte: Lima e Coelho (1997) e Matta (1984).....	38
Figura 3 - A placa Sul americana no Contexto Global.Fonte: (Bizzi,2003).....	42
Figura 3.1 - Distribuição dos principais elementos estruturais do Quadro Neotectônico na região Amazônica. Fonte:Costa et al. 1996.....	44
Figura 3.2 - Estruturas maiores do Terciário Superior da Região Nordeste do Pará. Fonte: Costa et al. 1996.....	45
Figura 3.3 - Estruturas maiores do Quaternário da região Nordeste do Pará. Fonte: Costa et al.1996.....	46
Figura 3.4 - Fraturas em regime coaxial. Em (a), C e C' são as fraturas de cisalhamento conjugado, fazendo ângulo θ com σ_1 . T e fratura de partição e T' é outra que pode aparecer; em (b), fraturas de cisalhamento de um elipsóide deformado; em (c), mesmo caso, com arrastos. Os pequenos círculos em preto indicam o estado de deformação interna. Fonte: Hasui e Costa(1991).....	49
Figura 3.5 - Descontinuidades formadas na deformação não coaxial. Os ângulos são $\alpha = 75^\circ$ $\beta = 45^\circ$ $\gamma = 15^\circ$ (considerando o ângulo de atrito interno de 30°). R, P, X e Y (D) têm movimentos sinistrais em binários sinistrais. As flechas indicam as direções de estiramento e encurtamento. Fonte: Hasui e Costa (1991).....	49
Figura 3.6 - Visto em mapa, os tipos de estruturas ao longo de falha transcorrentes. Fonte:Woodcock e Schubert (1994).....	51
Figura 3.7 - Vistas em mapa estruturas dentro de zonas transcorrentes planares. Fonte: Woodcock e Schubert (1994).....	51
Figura 3.8 - Vistas em mapa de blocos rotacionados por um binário dextral e as estruturas dominantes.Fonte: Woodcock e Schubert (1994).....	52
Figura 3.9 - Escarpas relacionadas a incrementos de deslocamentos numa falha recentemente propagada. Fonte: Stewart e Hancock (1990).....	54
Figura 3.10 - Elementos que caracterizam o relevo tipo cuesta. Fonte: Casset, 2006.....	55
Figura 3.11 - Relevo tipo Hog back (ex. Serra dourada).Fonte: Casset, 2006.....	55
Figura 3.12 -Principais propriedades da Rede de Drenagem, O grau de integração, grau de continuidade e densidade têm implicações diretas com o tipo litológico, no	

entanto, as demais têm controles principalmente estruturais. O conceito introduzido de Textura de Drenagem terá grandes implicações no que se refere principalmente a Densidade, embora as demais propriedades também influenciem. Fonte:Soares e Fiori (1976).....	58
Figura 3.13 - A rede de drenagem é definida pelos padrões básicos do tipo: A, dendritico, paralelo B, treliça C, retangular D, radial E, anelar F, multibassinal G e contorcido H. Fonte: (Howard 1967).....	59
Figura 3.14 -Variações dos padrões básicos: A- treliça de falha ,B- treliça de junta ,C- angulado ,D- centrípeto, E-complexo, F- compostos ,G e H palimpséstico. Fonte: Howard (1967).....	60
Figura 3.15 - Subdendritico ,B- pinado, C- Anostomótico, D- Distributário, E- Subparalelo ,F- Colinear, G-Treliça direcional e H- Treliça recurvada.Fonte:Howard, (1967).....	61
Figura 3.16 - Feições anômalas de drenagem.Fonte: Soares e Fiori (1976).....	62
Figura 3.17 - Forma do canal do Tipo Braided com a formação de terraços na degradação e acúmulo de sedimentos na agradação. Fonte: Ouchi 1985.....	63
Figura 3.18 - Aumento da sinuosidade em canais do tipo meandrante. Fonte:Ouchi 1985.....	64
Figura 3.19 -Esquema conceitual dos fatores formadores da paisagem-solos segundo Botero (1999). Fonte : Castro (2000).....	67
Figura 3.20 - Arquitetura de Sistemas de informação Geográfica . (CÂMARA e MEDEIROS ,1998)......	71
Figura 4 : Mapa de drenagem da área de trabalho.....	72
Figura 4.1 - Mapa com rede de Drenagem retificada.....	73
Figura 4.2 - Mapa com lineamentos gerados a partir da rede de drenagem.....	74
Figura 4.3 -Mapa das estruturas interpretadas a partir do reconhecimento de lineamentos na área.....	75
Figura 4.4 - Mapa com visualização Provável Estrutura romboedral gerada por feixes de falhas.....	77
Figura 4.5 - Zonas Homólogas definidas para área de trabalho.....	79
Figura 4.6 - Mapa com feições anômalas e assimetria de drenagem na zona homóloga 1.....	80
Figura 4.7 - Mapa com Zona Homóloga a isolar os topos achatados de serras. Imagem SRTM 2000.....	81
Figura 4.8 - Mapa com Geometria e anomalias de drenagem da zona Homóloga 3. Imagem SRTM 2000.....	82
Figura 4.9 - Mapa com feições anômalas da Zona Homóloga 4.Imagem SRTM 2000.....	83
Figura 4.10 - Mapa com Zona homóloga 5.....	84
Figura 4.11 - Mapa com Anomalias de drenagem encontradas nos traços de drenagem da área.....	86
Figura 4.12 - Mapas com visualização dos aspectos morfológicos do Rio Tocantins.Imagens SRTM 2000, SAR R99B.....	88
Figura 4.13 - Mapa com Feições em arco no Rio Tocantins.....	89
Figura 4.14 - Mapa com Aspectos meandrantés do Rio Moju.Imagem SAR R99B.....	90
Figura 4.15 - Feições geomorfológicas possivelmente associada a recuo de	

Landforms Tectônicos Primários (no detalhe)	91
Figura 4.16- Landforms Tectônicos Primários obtidos a partir de dados morfoestruturais interpretados de produtos SRTM.....	92
Figura 4.17- Perfis esquemáticos com landforms tectônicos primários.....	93
Figura 4.18- Perfis esquemáticos com landforms tectônicos primários.....	94
Figura 4.19- Perfil esquemático para visualização com landforms tectônicos Secundários.....	95
Figura 4.20- Mapa com Sistemas de Planícies de inundação. Imagem SAR R99B.....	98
Figura 4.21- Mapa com Sistemas de Terraços Fluviais. Imagem SAR R99B.....	99
Figura 4.22- Mapa com Sistema de Morros e Morrotes. Imagem SAR R99B.....	100
Figura 4.23- Mapa com Sistema de Serras. Serra do Trucará. Imagem RADAR SAR R99B.....	101
Figura 4.24- Mapa com Sistema Colinoso representando a morfografia dominante da área. Imagem SAR R99B.....	102
Figura 4.25- Mapa Geomorfológico da Área.....	103
Figura 4.26- Análise quantitativa da expressão areal dos sistemas geomorfológicos da paisagem em diagrama estatístico.....	104
Figura 4.27- Classes visualizadas pela classificação digital supervisionada.....	105
Figura 4.28- Classes visualizadas pela classificação digital supervisionada.....	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	APRESENTAÇÃO	17
1.2	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	18
1.3	OBJETIVOS E RELEVÂNCIA	20
1.4	MATERIAIS UTILIZADOS	20
1.5	ATIVIDADES E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
1.5.1	Para o estudo de evidências neotectônicas	22
1.5.2	Para o estudo da ecologia da paisagem	24
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	27
2.1	HIDROGRAFIA	27
2.2	SOLOS	30
2.3	VEGETAÇÃO	31
2.4	CLIMA	32
2.5	PROVÍNCIA GEOMORFOLÓGICA	33
2.6	GEOLOGIA LOCAL	34
2.7	CONTEXTO ESTRUTURAL	39
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	40
3.1	NEOTECTÔNICA	40
3.1.1	Contexto da placa sul Americana	41
3.1.2	Neotectônica no Brasil	42
3.1.3	Neotectônica na Amazônia	43
3.1.4	Fonte de dados para estudo da neotectônica	47
3.1.5	Tectônica transcorrente	47
3.1.5.1	Estruturas no sistema transcorrente	48
3.1.6	Geomorfologia tectônica	53
3.1.6.1	Landforms tectônicos primários & secundários	54
3.1.7	Drenagem	56
3.1.7.1	Padrões e anomalias de drenagem	56
3.1.8	Lineamentos	65

3.2	ECOLOGIA DA PAISAGEM	66
3.2.1	História do desenvolvimento da ecologia da paisagem	68
3.2.2	Geoprocessamento como ferramenta para o estudo da ecologia da paisagem	69
4	RESULTADOS	72
4.1	EVIDÊNCIAS NEOTECTÔNICAS	72
4.1.1	Geológicas	72
4.1.1.1	Aspectos estruturais locais	73
4.1.1.2	Descontinuidades	74
4.1.1.3	Quadro cinemático local	76
4.1.2	Geomorfológicas	78
4.1.2.1	Drenagem	78
4.1.2.1.1	Descrição e análise da rede de drenagem	78
4.1.2.1.2	Zonas homólogas	78
4.1.2.1.3	Rio Tocantins	87
4.1.2.1.4	Rio Moju	89
4.1.2.2	Relevo	91
4.1.2.2.1	Landforms tectônicos	91
4.2	ECOLOGIA DA PAISAGEM	96
4.2.1	Análise e quantificação do relevo	96
4.2.1.1	Relevo de agradação	97
4.2.1.2	Relevo de degradação	99
4.2.2	Ocupação do solo	104
5	CONCLUSÕES	106
	REFERÊNCIAS	109

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A paisagem na região de influência da Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia,exibe a forte relação do sistema de drenagem com lineamentos gerados pelos movimentos tectônicos do Mesozóico e Cenozóico. Assim, o controle estrutural do sistema hidrográfico é evidenciado por diversas feições morfológicas e anomalias da rede de drenagem (BEMERGUY; COSTA, 1991).

De acordo com Suguio (1999), as feições neotectônicas da Amazônia passaram a ser mais bem compreendidas pelas investigações de campo de depósitos sedimentares em diversas áreas, acompanhadas por estudos sistemáticos de vários aspectos da drenagem e do relevo, a primeira tentativa de síntese com base em estudos morfológicos, litológicos e estruturais foi apresentada por Costa et. al. (1996) dos Estados do Amazonas, Roraima, Amapá, Pará, Maranhão e Tocantins.

A organização espacial da paisagem pode ser um objeto de fundamental importância para indicação de evidências neotectônicas. Nesse contexto, a ecologia da Paisagem, em sua abordagem geográfica explica que a evolução morfogenética resulta de mecanismos que operam em diferentes escalas temporais, a saber, processos geomorfológicos e geológicos ocorridos durante certo tempo. A combinação resulta em paisagem terrestre composta por diferentes formas de relevo, tipos de vegetação e uso do solo (FORMAN; GODRON,1986)

Segundo Carrão, Caetano e Neves (2001) no estudo da ecologia da Paisagem, a análise quantitativa, ganha cada vez mais atenção na medida em ajuda a compreender a organização espacial. A quantificação é geralmente baseada no uso de mapas temáticos, onde são atribuídos valores aos elementos físicos, tais como: morros, colinas, rios , lagos, etc..., no intuito de caracterizar padrões geométricos subsidiados pelo uso de ferramentas do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Assim, o entendimento de todos os processos tectônicos e estruturais da área investigada, bem como sua relação com o arcabouço da paisagem serviu como base para a fundamentação dos objetivos gerais da dissertação.

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudo dispõe-se como um retângulo englobando parte dos Municípios de Tucuruí, Goianésia do Pará, Baião, Moju, Breu Branco e Tailândia, encontrando-se limitado pelos paralelos $02^{\circ}52'30''S$ e $04^{\circ}00'00''S$ e pelos meridianos $48^{\circ}52'30''W$ e $50^{\circ}00'00''W$ com relação a Greenwich. Pertencente à parte das folhas SA.22-Z-C (Tucuruí) e SA.22-Z-D (Goianésia) e pequenas porções às folhas SA.22-Z-A (Cametá) e SA.22-Z-B (Tomé Açu). (Figura 1)

O acesso terrestre é feito através das principais rodovias (PA-150,263,151,422), o acesso aéreo se dá mediante vôos diários da capital e de Marabá para o município de Tucuruí e Tailândia. O aeroporto de Tucuruí tem 200 metros de comprimento e 45 metros de largura, permitindo o pouso e a decolagem de aeronaves de pequeno e grande porte. O acesso rodo fluvial é feito através de viagens de barcos pelo Rio Tocantins. (TUCURUIONLINE, 2006)

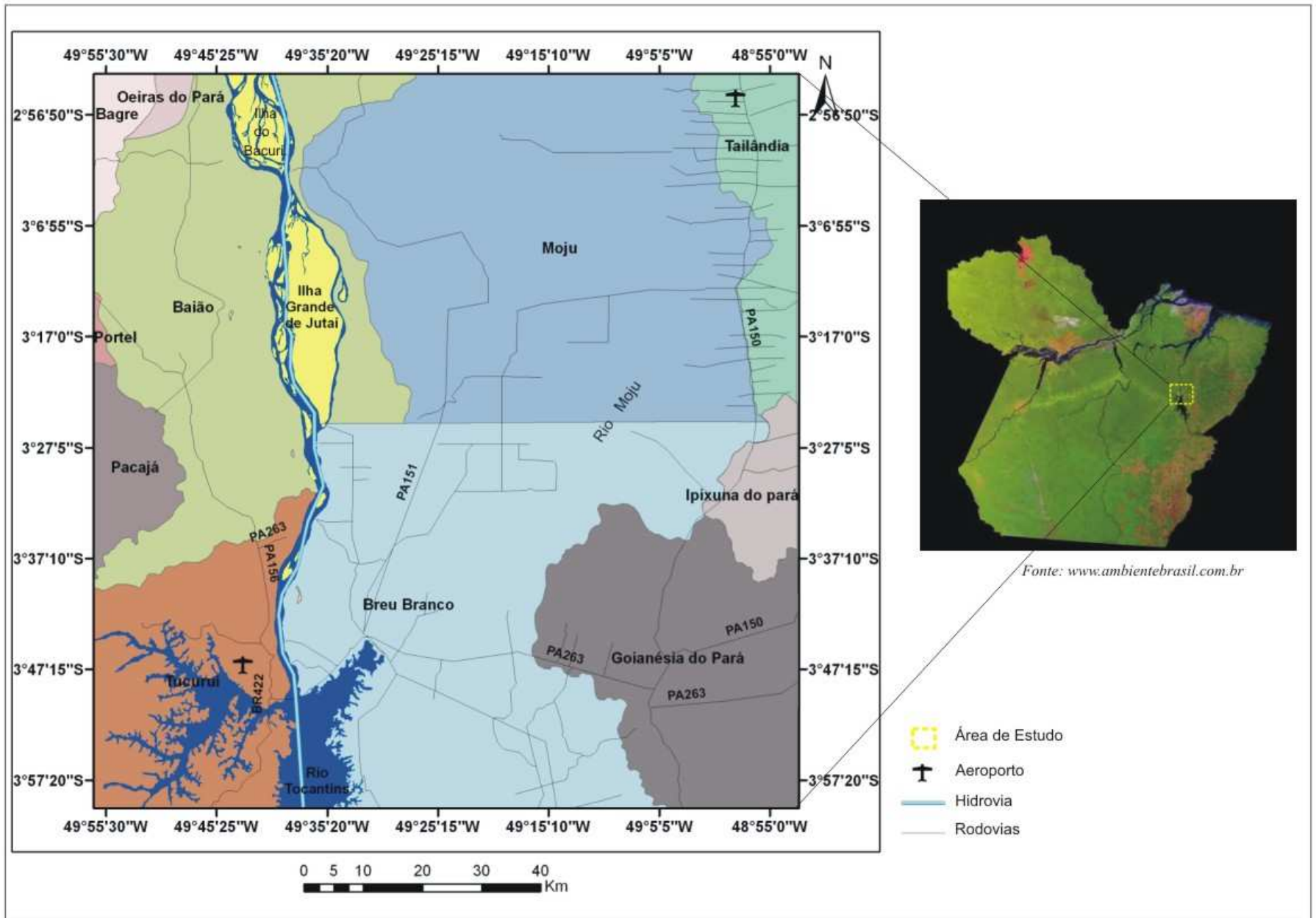


Figura 1 : Localização da área estudada.

1.3 OBJETIVOS E RELEVÂNCIA

A área de trabalho possui características geomorfológicas, hidrográficas e paisagísticas relacionadas aos processos tectônicos e estruturais incidentes. Estes eventos são peculiares e foram gerados no Cenozóico mostrando grande importância na forma da paisagem na área de trabalho.

Diante do exposto, o objetivo geral foi mostrar os aspectos neotectônicos através de evidências geomorfológicas e geológicas, aliado ao estudo da paisagem física, caracterizando a mesma em seu contexto espacial.

Os objetivos específicos foram:

- 01- Através da análise da rede de drenagem , e observação do quadro cinemático local ,mostrar evidências que pudessem contribuir para o estudo da neotectônica , com aplicação de bases conceituais nos produtos gerados inerentes ao estudo.
- 02- Análise e classificação do espaço físico, bem como sua ocupação , auxiliando no Estudo da Ecologia da Paisagem, com uso do Geoprocessamento e Sensoriamento remoto.

1.4 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados para execução do trabalho foram:

- 1) Mapa Geológico da Folha SA22-Z-C (Tucuruí), adquirido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), parte do “Projeto de Sistematização dos Recursos Naturais”: Reconhecimento Geológico das Folhas SA-22-Z-C (Tucuruí) e SA-22-X-A (Novo Repartimento)
- 2) Folha Belém (1:1.000.000) Geomorfologia, Geologia, Vegetação, Solos do Projeto Radam do ano 1974

- 3) Imagens do Sensor ETM + ,Landsat 7: cenas (223/062, 223/063, 224/062, 224/063) dos anos de 2000 e 2001, adquiridos gratuitamente em Global Landcover Facility (2006).
- 4) Modelo Digital de Elevação da imagem do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 2000, que foi uma missão de ônibus espacial Endeavour (iniciada em fevereiro de 2000) visando efetuar o levantamento topográfico da superfície do globo terrestre, e foi adquirida gratuitamente em Shuttle Radar Topography Mission (2006).
- 5) Imagem de Radar SAR R 99 B, Banda L, resolução 6m e polarização HH, do ano de 2005. O SAR opera nas bandas (frequência) L e X, com múltiplas polarizações (HH, HV, VH e VV) e elevada resolução espacial (3, 6, e 18m). As imagens foram cedidas pelo Centro Técnico e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM - CTO Belém)
- 6) Base de dados digital do SIGIEP (Sistemas de informações georreferenciadas do Estado do Pará) do ano de 2003, disponível no Laboratório de computação aplicada (COMAP)
- 7) Softwares Global Mapper 6.0, Arc Gis 9.1, Envi 4.0. e Corel Draw 12.0.

1.5 ATIVIDADES E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Estas etapas foram imprescindíveis para o desenvolvimento da dissertação e estão sintetizadas a seguir:

Pesquisa Bibliográfica, Levantamento da Base de Dados , Aquisição de Materiais.

Esta etapa compreendeu o levantamento da base de dados (mapas e imagens) disponíveis em instituições ,órgãos públicos, internet e a análise sistemática da bibliografia especializada sobre o tema escolhido e da área objeto da investigação, nesta etapa subsidiou-se também a fundamentação teórica e a utilização do geoprocessamento relativos aos temas neotectônica e ecologia da paisagem.

Conversão da Base de Dados para o Formato Digital

As bases analógicas (geologia, vegetação, geomorfologia e solos) na escala de 1:1.000.000 foram digitalizadas para fins de georreferenciamento e para geração de mapas temáticos, através do *software* arc gis / arc map 9.1 , estabelecendo assim, uma base de dados cartográficos em formato digital.

Trabalhos de Campo.

Esta fase do trabalho permitiu a verificação dos elementos geomorfológicos formadores da paisagem, com auxílio de GPS (Sistema de posicionamento Global), incluindo o levantamento de dados necessários para validação da realidade do mapa. Foram verificados dados litológicos locais, além da descrição de estruturas, verificação de antropismo, vegetação, entre outros.

1.5.1 Para o estudo de evidências neotectônicas

GEOLÓGICAS

- Extração da Rede de Drenagem

A partir da imagem SRTM, a drenagem foi extraída através de ferramentas do software ARC GIS/ ARC MAP

- Retificação da drenagem e confecção do mapa de lineamentos

Após a extração da rede de drenagem, através da observação dos traços de drenagem retilíneos , a drenagem foi manualmente retificada para se obter os traços maiores de lineamentos de acordo com o conceito de O'leary, Friedman e Pohn (1976),

- Análise das estruturas

Os lineamentos foram analisados, a partir de assimetrias de drenagem, foram geradas estruturas para possivelmente serem analisadas

- Geração do Quadro Cinemático local

Com o reconhecimento e geração de estruturas, como possíveis falhas normais e transcorrentes, foi criado o quadro estrutural local.

GEOMORFOLÓGICAS

a) Drenagem

- Extração da rede de drenagem

A partir da imagem SRTM, a drenagem foi extraída através de ferramentas do software ARC GIS/ ARC MAP

- Descrição e Análise

A Descrição da rede de drenagem foi baseada nas propostas contidas em Howard (1967), Lima (2002), Soares e Fiori (1976), Stewart e Hancock (1994), para compartimentação de zonas homólogas.

- Identificação de feições anômalas

A partir de distintos padrões identificados na rede de drenagem, foram descritas feições anômalas como arco, cotovelo e meandros isolados.

- Confecção de mapa de anomalias

A partir da Análise da rede de drenagem e classificação de padrões , o mapa de anomalias foi gerado com o intuito de localizá-las regionalmente e localmente dentro da área de trabalho.

b) Relevo

- Identificação dos sistemas de relevo em SAR- R99B e SRTM

O relevo foi definido a partir de análise visual em imagens de radar SAR-R99B (Banda L) e classificado em seus padrões morfológicos, Com base nos conceitos de Lima (1995), Nunes et al. (1995) e Ponçano et al. (1979).

- Elaboração de Perfis em imagens SRTM

Através do software Globall Mapper 6.0 foram produzidos perfis topográficos, os quais foram editados no Corel Draw 12.0, e analisados.

- Reconhecimento de Landforms tectônicos
Com a visualização dos perfis e respectivas denominações de tipo de relevo encontrado, foram reconhecidos Landforms Tectônicos, segundo os critérios de Stewart e Hancock (1994) e Casset (2006).

1.5.2 Para o estudo da ecologia da paisagem

a) Caracterização dos Elementos geomorfológicos

- Identificação dos sistemas de relevo em SAR R99B e SRTM
Como já descrito anteriormente, o relevo foi definido a partir de análise visual em imagens de radar SAR-R99B (Banda L) e classificado em seus padrões morfológicos, Com base nos conceitos de Lima (1995), Nunes et al. (1995) e Ponçano et al. (1979).
- Quantificação dos elementos geomorfológicos
Em ambiente do software ArcGis 9.1, A média da área (%) de todos os polígonos gerados por diferentes sistemas de relevos, foi obtida com base em ferramentas apresentadas pelo sistema, foi gerado a área de cada polígono, o que permitiu a quantificação dos elementos geomorfológicos da área. Os dados numéricos obtidos foram exportados para planilhas do Excel, para serem gerados gráficos que permitissem a visualização quantitativa dos dados do relevo.
- Geração de Mapa Geomorfológico
Foi possível através do reconhecimento e identificação de diferentes sistemas de relevo o que possibilitou a compartimentação geomorfológica.

b) Ocupação do Espaço Físico

- Processamento em imagem Landsat
As imagens de Satélite do Landsat (ponto / órbita: 224/062, 224/063, 223/062, 223/063) foram registradas e classificadas no *software* ENVI 4.2. ,onde a priori foi

descartada a classificação não-supervisionada (ISODATA), contudo, essa classificação não obteve uma boa resposta, em virtude das áreas de cultivo serem representadas como vegetação natural.

- Classificação digital supervisionada

Foram usados 40 pontos de controle, polinômio de 1° grau para a reamostragem dos pixels e o processo de interpolação foi vizinho mais próximo. Assim, o erro médio foi de 0,45 pixel, ou seja, considerando que as imagens possuem 30m de resolução espacial, o erro corresponde a 13,5m.

- Identificação de áreas ocupadas

Optou-se trabalhar com a classificação supervisionada com o treino para 03 classes: água, vegetação natural, e ocupação do solo.

As etapas da atividades estão resumidas na figura 1.1

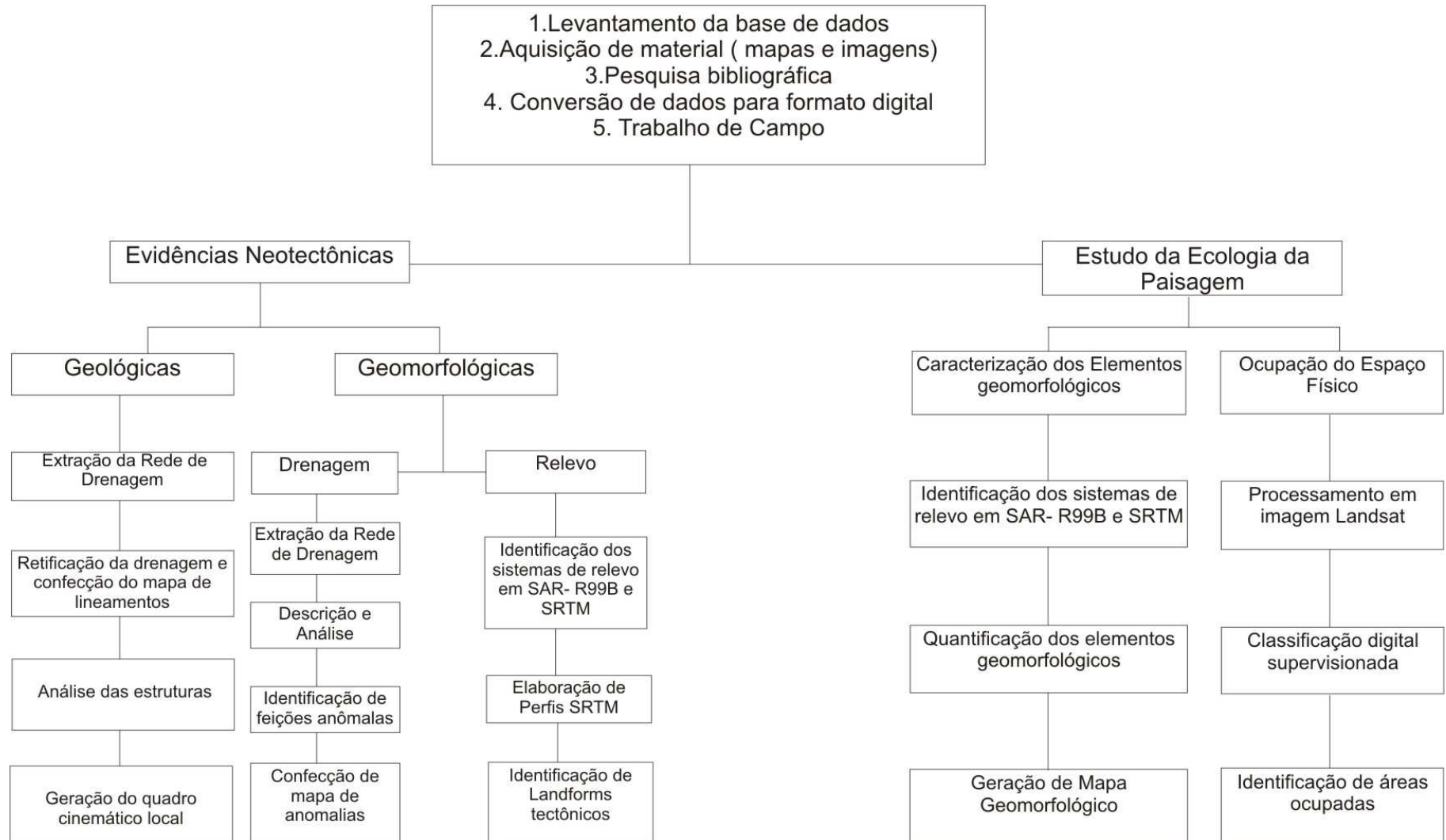


Figura 1.1 : Principais atividades executadas no trabalho, visando a aquisição de dados e interpretação dos registros neotectônicos e de ecologia da paisagem.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 HIDROGRAFIA

A área de trabalho está inserida em três sub-bacias que pertencem a três Grandes Bacias Hidrográficas: 1. Amazonas, 2. Rio Tocantins (Região hidrográfica Tocantins – Araguaia) e 3. Atlântico Norte. (ANA¹, 2006). Figura 2

Bacia Hidrográfica do Amazonas (Sub bacia 19)

A bacia Amazônica forma o maior e mais complexo sistema de água doce do mundo, com aproximadamente 7.000.000 km² de área de drenagem, 58% da bacia localiza-se no Brasil. Está limitada a Oeste pelos Andes, ao Norte pelo Escudo das Guianas, ao Sul pelo Maciço Central Brasileiro e a Leste, deságua no Oceano Atlântico. O principal sistema fluvial é o rio Amazonas, Possui uma descarga média final de 175.000 m³. A temperatura média é de aproximadamente 30° C durante a estação seca e 26° C durante a estação chuvosa. A alta taxa de precipitação registrada em toda a bacia - 2.200 mm/ano, em média - contribui para a existência de uma densa rede de igarapés e pequenos rios. Aproximadamente metade da precipitação total provém do oceano Atlântico, trazida pelos ventos, e a outra metade deriva da evapotranspiração da vegetação existente na própria bacia. A área de drenagem da Sub-bacia 19 está compreendida entre a Foz Rio Xingu, inclusive, e a foz do Rio Amazonas, localmente é composta pelos afluentes Rios dos Oeiras, Rio Jacundá e Rio Alto Pacajá.

¹ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins (Sub bacia 29)

O Estado do Tocantins é caracterizado por dois sistemas hidrográficos, cujos eixos de drenagem são os rios Tocantins e Araguaia . A bacia do rio Tocantins possui uma vazão média anual de 10.900m³/s, volume médio anual de 344 Km³ e uma área de drenagem de 767.000Km² , que representa 7,5% do território nacional. O rio Tocantins nasce no Planalto de Goiás, a cerca de 1000 m de altitude, sendo formado pelos rios das Almas e Maranhão A extensão total do rio Tocantins é de 1.960 km, sendo sua foz na Baía de Marajó, onde também deságuam os rios Pará e Guamá. A Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia apresenta uma vazão média de 15.432,54 m³/s que corresponde a 9,6 % do total do País. O grande potencial hidrelétrico da região torna a Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia prioritária para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos. Entre as 28 centrais hidrelétricas instaladas destaca-se a UHE Tucuruí, localizada no baixo Tocantins, que é responsável pelo abastecimento de energia elétrica de 96 % do estado do Pará e 99 % do Maranhão. No rio Tocantins, a época de cheia estende-se de outubro a abril, com pico em fevereiro, no curso superior, e março, nos cursos médio e inferior.

Bacia Hidrográfica do Atlântico Norte

A Bacia do Atlântico Norte banha extensas áreas dos Estados do Amapá, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, e parte do Estado da Paraíba, Pernambuco, Pará e Alagoas. A Bacia possui uma vazão média anual de 6.800 m³/s e uma área de drenagem de 996.000 Km² composta por dois trechos (Norte e Nordeste) O trecho Norte corresponde à área de drenagem dos rios que deságuam ao norte da Bacia Amazônica, incluindo a bacia do rio Oiapoque.

Na área de drenagem da Sub Bacia 31 estão os rios rio Cairari, rio Moju, rio Capim, rio Acari, onde a mesma está compreendida entre a confluência do rio Tocantins e a confluência do rio Guamá.

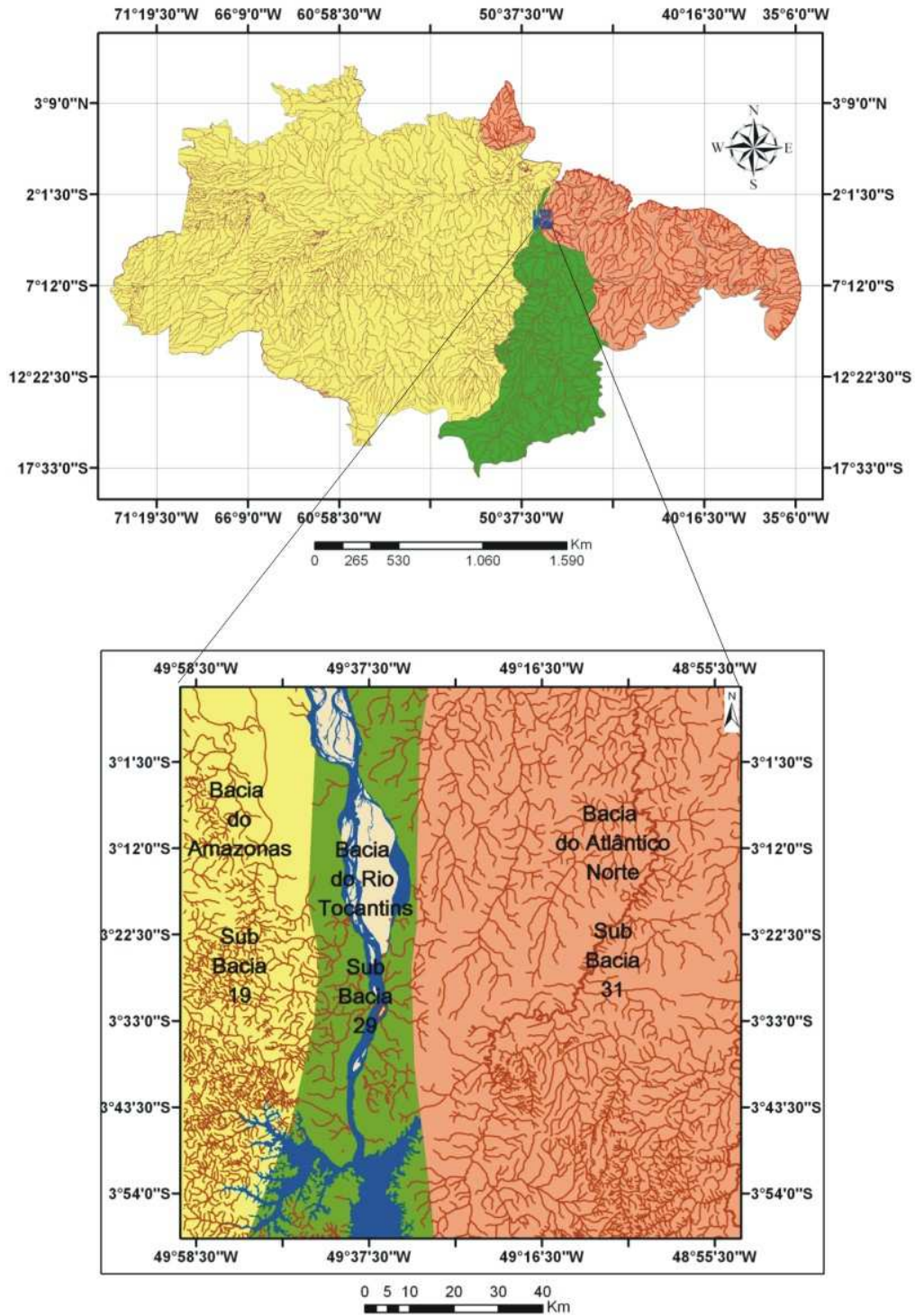
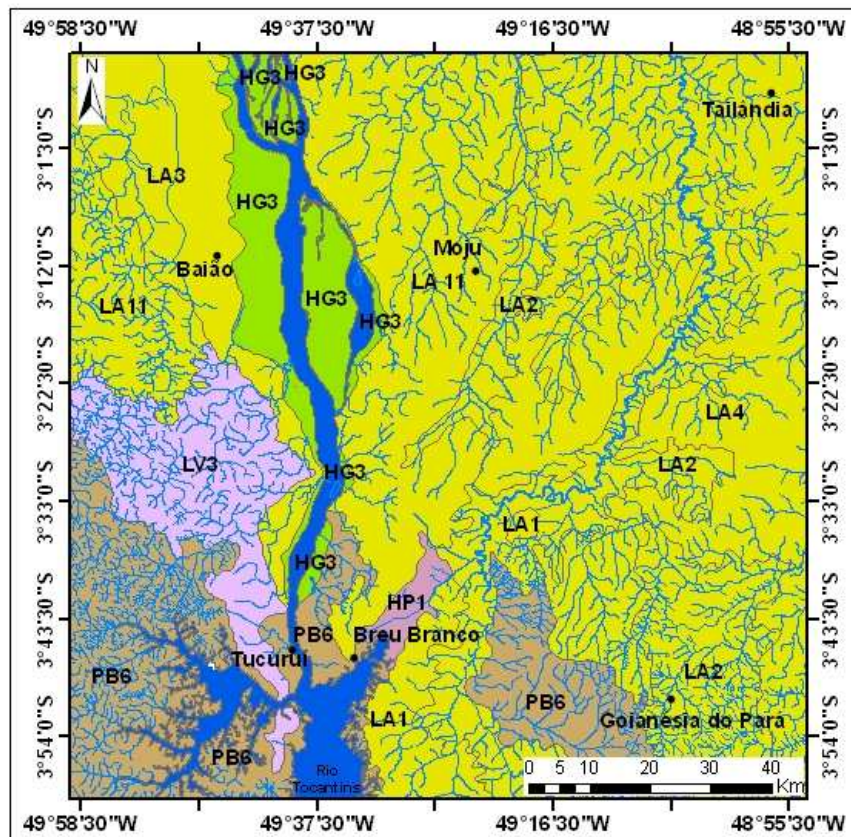


Figura .2 : Sub Bacias hidrográficas pertencentes à área de trabalho
Modificado de ANA (2006)

2.2 SOLOS

Segundo BRASIL (1974), os solos constituintes da área de trabalho são: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Podzol Hidromórfico, Podzólico Vermelho Amarelo e Solos Hidromórficos Gleyzados (Figura 2.1), atualmente existe uma nova classificação de solos (EMBRAPA,1999), que substitui a existente e estão descritas a seguir:



LEGENDA

LA	(LA1,LA2,LA3,LA4) Latossolo Amarelo distrófico / Latossolo (Embrapa) : areias quartzosas e textura média a muito argilosa
LV	(LV2,LV3) Latossolo Vermelho Amarelo distrófico / Latossolo (Embrapa): solos litólicos distróficos textura média a muito argilosa
HP	Podzol Hidromórfico / Espodosolos (Embrapa) :Textura predominantemente arenosa, textura raramente argilosa (média ou siltsosa) no horizonte B.
PB3	Podzólico Vermelho-Amarelo/ Alisolos(Embrapa): Textura varia de média a argilosa.
HG3	Hidromórfico Gleyzado / Gleisolos(Embrapa): Solos Aluviais eutróficos, ocasionalmente com textura arenosa e texturas indiscriminadas

Figura 2.1 : Mapa com tipos de solos da área. Fonte: BRASIL (1974)) e EMBRAPA (1999)

2.3 VEGETAÇÃO

Segundo BRASIL (1974) o tipo de vegetação encontrada na área pode ser caracterizado como Floresta Densa e suas variações como, Floresta Densa de Mata Ciliar, Aluvial Campestre, de Sub Montana, de Planícies Aluvial e Aberta Latifoliada (Figura 2.2).

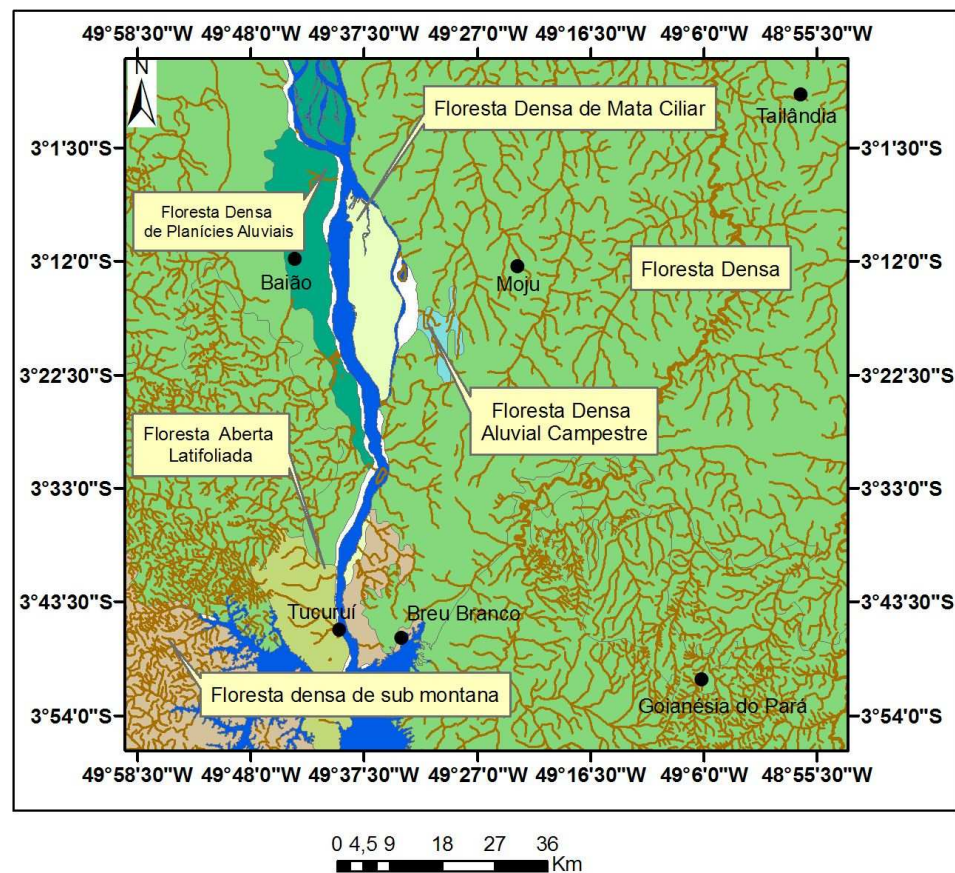


Figura 2.2 : Mapa com classificação da vegetação da área , compilado de BRASIL (1974)

2.4 CLIMA

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006) a área apresenta Clima quente e úmido com Temperatura média anual variando entre 25°C e 26°C. Duas porções se diferenciam pelos períodos secos , um a dois meses na parte norte e três meses na parte sul da área, e estão inseridos no clima tropical chuvoso (segundo método de Köppen). Figura 2.3.

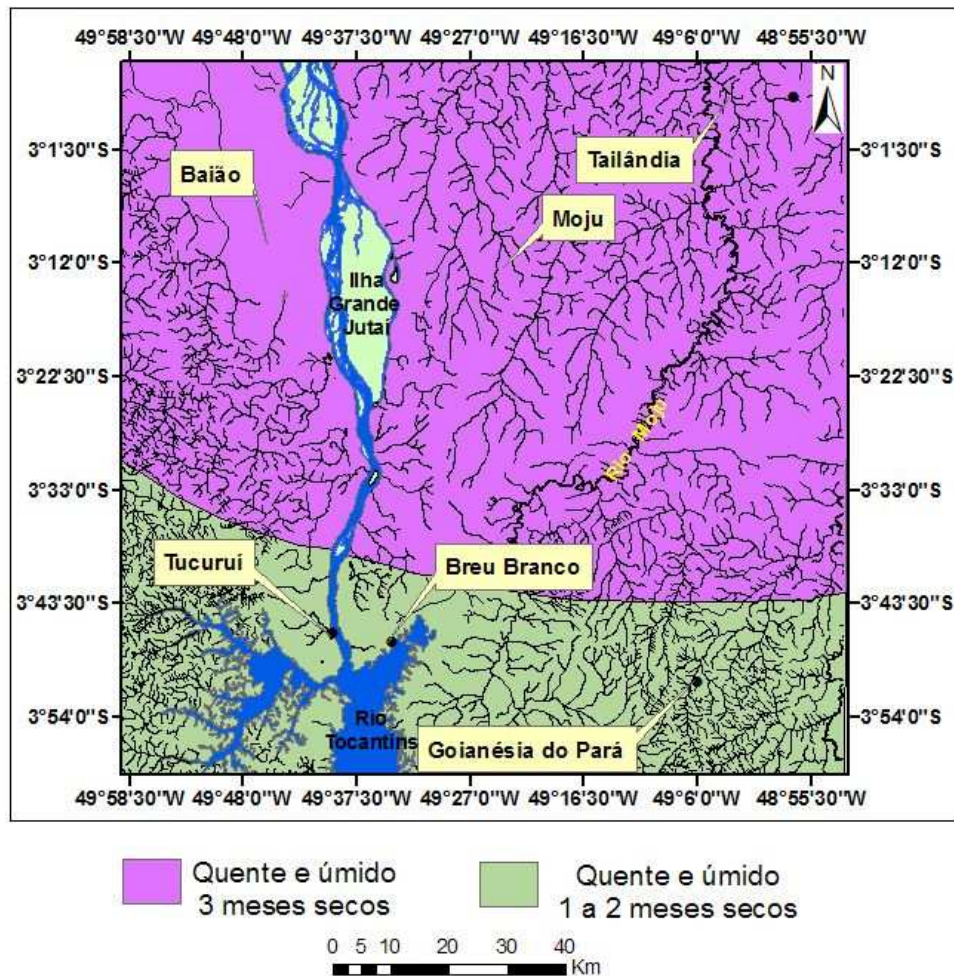


Figura 2.3 : Mapa climático .
Fonte: IBGE (2006)

2.5 PROVÍNCIA GEOMORFOLÓGICA

A área está inserida na grande unidade definida como Planalto Rebaixado da Amazônia, o qual abrange a maior parte da compartimentação morfológica, a paisagem se expressa por formas erosivas, correspondendo parte a superfícies pediplanadas e aplainamentos em retomada de erosão. Faz parte do domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados em áreas colinosas e planícies revestidas por floresta densa. (Figura 2.4).

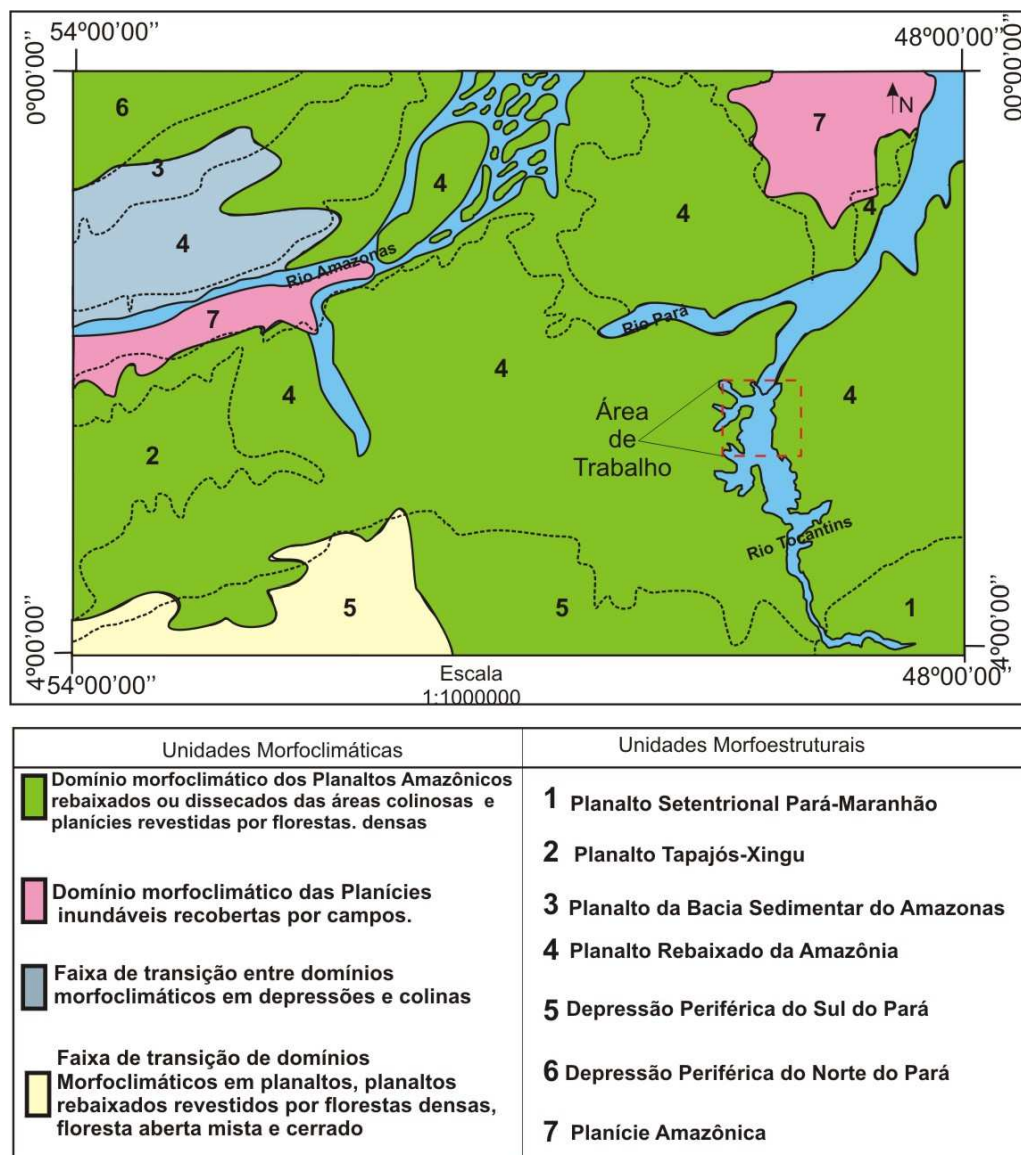


Figura 2.4: Unidades Morfoestruturais e Morfoclimáticas Fonte: BRASIL (1974)

2.6 GEOLOGIA LOCAL

A geologia e sua distribuição estratigráfica da área de trabalho foram adquiridas através de compilações bibliográficas e observações em campo (Figura 2.5 e 2.6).

Arqueano

Complexo Xingu

O termo foi proposto por Silva et al. (1974), para designar o conjunto de rochas polimetamórficas existentes na bacia do Rio Xingu. Suas características petrográficas e estruturais obedecem a um padrão homogêneo. Em campo tratam-se de migmatitos com granitos, granodioritos, gnaisses e anfibolitos.

Na área de estudo esta unidade é representada por rochas gnaissicas ortoderivadas de composição granodiorítica, granítica e quartzo diorítica com enclaves de composição anfibolítica, além de Gnaisses miloníticos, Gnaisses bandados e Gnaisses anfibolíticos.

Meso Proterozóico

Grupo Tucuruí

Formação Caraipé

A denominação desta unidade provém do Rio Caraipé, afluente do Tocantins pela margem esquerda. A porção basal dessa unidade é representada por arenitos bem estratificados e camadas de siltito cinzento. Basaltos também aparecem exibindo-se como rochas cinza escuras. A porção aflorante desta unidade é restrita ao sistemas de serras existentes na região, entre elas a Serra do Trucará.

Formação Morrote

A denominação de Formação Morrote provém de uma elevação na margem esquerda do Rio Tocantins, na altura do eixo da barragem, onde há boas exposições desta unidade. A formação Morrote faz contato inferior com os basaltos da Formação Caraipé, através de uma zona de brechas. (MATTA, 1982)

Esta unidade aflora na porção leste da área e os litotipos pertencentes são Grauvacas de granulção fina.

Grupo Tocantins: é representado na área pela Formação Couto Magalhães
Formação Couto Magalhães

O Grupo Tocantins aflora na região Tocantins-Araguaia, zona limítrofe dos estados de Tocantins e Pará, tendo sido definido primeiramente por Moraes Rego (1933), como “Série do Tocantins”. Trata-se de um conjunto de fillitos, com relativa abundância de níveis quartzíticos. Essa unidade é representada na área pela Formação Couto Magalhães. Constitui-se litologicamente de filitos, às vezes ardosianos, com intercalações de metassiltitos, quartzitos e rochas carbonáticas ocorrendo subordinadamente (BRASIL, 1984)

Cenozóico

Formação Itapecuru (Cretáceo)

De acordo com Lisboa² apud (BRASIL op. cit.), as camadas Itapecuru são camadas arenosas e argilosas sempre vermelhas e acimentadas, porém livres de areias aluviais, a Formação Itapecuru é formada principalmente por arenitos finos e argilosos, intercaladas, subsidiariamente, com leitos de siltitos e folhelhos variegados.

Coberturas detríticas e Lateríticas

São depósitos detríticos ferruginosos, constituídos de areias inconsolidadas de granulação média a fina, com intercalações de níveis siltico-argilosos, nas áreas de predominância aluvial, e de areias siltes e argilas, com intercalações de níveis conglomeráticos e zonas parcialmente laterizadas, nas áreas (BRASIL ,1984)

De acordo com Souza (1989) as lateritas de composição bauxítica constituem uma couraça cuja espessura pode atingir até 8 metros e também são encontradas na formação Caraipé, na Serra do Trucará.

² LISBOA, M. A. R. The permian geology of northern Brasil. **American Journal of Science**, New Haven, Ser. 4,37(221): 425-43, may.1914.

Grupo Barreiras (Terciário Superior)

Esta unidade é encontrada na porção Leste da área e é caracterizada por uma grande diversidade de tipos litológicos que variam de argilito a conglomerado. As camadas ora exibem estratificação perfeita, ora são maciças. De uma maneira geral, predominam arenitos finos e siltitos bem estratificados, nas cores vermelho, amarelo, branco e roxo, com camadas de arenito grosseiro e conglomerático geralmente com estratificação cruzada intercalada.

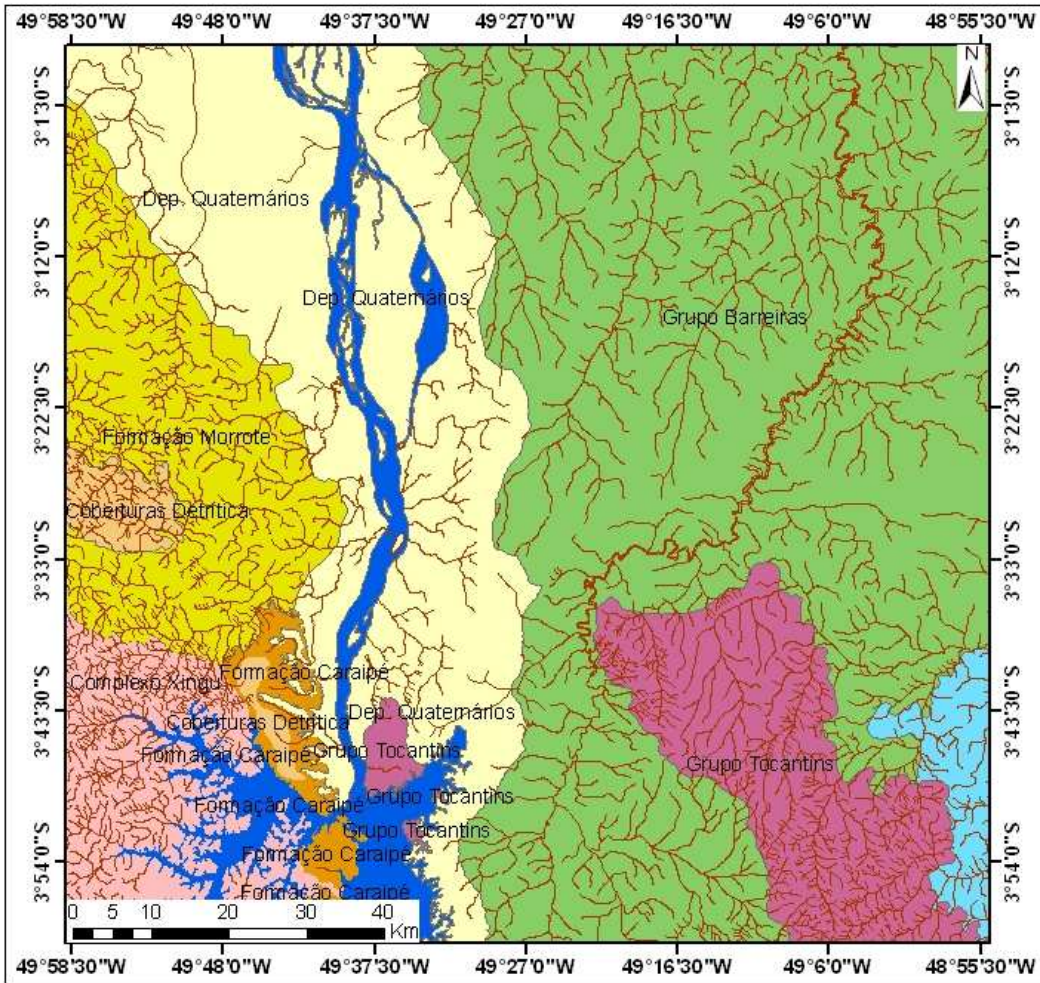
Depósitos Quaternários

Segundo Brasil (1984) Os depósitos fluviais que acompanham muito dos cursos d'água que constituem a atual rede de drenagem, são notáveis por sua extensão e volume, principalmente o Rio Amazonas e seus afluentes. As faixas aluviais são facilmente demarcáveis em estudos fotointerpretativos, pois constituem planície de acumulação sujeitas à inundações sazonais e encobertas por uma vegetação características. A constituição litológica dos depósitos quaternários inconsolidados é variável, havendo todavia um predomínio de argilas e siltes. Os terraços fluviais são compostos de siltes, areias, cascalhos. No sentido Tucuruí-Goianésia se faz presente uma extensa cobertura aluvionar que compreende os depósitos inconsolidados de areias e cascalhos quartzosos esbranquiçados, que provavelmente associam-se aos depósitos de Rios e Igarapés da região.

Os sedimentos detríticos recobrem indistintamente todas as unidades estratigráficas regionais, são sedimentos inconsolidados ou incoesos, mal selecionados, de matriz areno-argilosa, com seixos de quartzo, a coloração é amarelada ou avermelhada, as coberturas são correlacionáveis aos sedimentos do grupo Barreiras.

IDADE	UNIDADE	LITOTIPO	
CENOZÓICO	Depósitos Quaternários	Areias, argilas, siltes, cascalhos, sedimentos detríticos e lateríticos	
	Grupo Barreiras	Arenitos, Siltitos, Argilitos e conglomerados	
	Coberturas detríticas e lateríticas Paleogênicas	Laterita de natureza aluminosa e ferruginosa, sob a forma de lajedos, blocos e concreções.	
MESOZÓICO	Formação Itapecuru	Arenitos finos e argilosos, com leitos de siltitos e folhelhos variegados.	
MESO PROTEROZÓICO	Grupo Tocantins Formação Couto Magalhães	Filitos, xistos, serpentinitos e metabasitos	
	Grupo Tucuruí	Formação Morrote	Grauvacas de granulação fina
		Formação Caraipé	Derrames de Basaltos (Bauxitas) , arenitos e siltitos na base.
ARQUEANO	Complexo Xingu	Gnaisses ortoderivados de composição granodiorítica granítica e quartzo diorítica.	

Figura 2.5 : Litoestratigrafia da área estudada
 Fonte: Lima e Coelho (1997) e Matta (1982).



Idade e associações litológicas		
C e n o z ó i c o	Quaternário	<p>Areias, Argilas, Siltes e Cascalhos de planícies e terraços fluviais</p>
	Terciário	<p>Arenitos, Argilitos, Siltitos e Conglomerados</p> <p>Arenitos finos e argilosos, com leitos de siltitos e folhelhos</p> <p>Laterita de natureza ferruginosa e aluminosa</p>
Meso Proterozóico		<p>Filitos, Xistos, Serpentinóis e Metabasitos</p> <p>Grauwacas de granulação fina</p> <p>Derrames de Basaltos (Bauxitas), arenitos e siltitos na base</p>
Arqueano		Gnaisses ortoderivados de composição granítica, granodiorítica e quartzo diorítica

Figura 2.6: Contexto Geológico da Região Estudada. Fonte: Lima e Coelho (1997) e Matta (1982)

2.7 CONTEXTO ESTRUTURAL

De acordo com Abreu, (1978) A região estudada está inserida em duas unidades geotectônicas maiores: o Bloco Cratônico e Faixa de dobramentos Araguaia. O Bloco Cratônico ocidental abrange a área de ocorrência do Complexo Xingu, onde nele importantes lineamentos de orientação NW e WNW se acham superimpostos, alguns chegando mesmo a adentrar na faixa marginal, impondo-lhe deslocamentos. O mesmo autor define a Faixa Araguaia como uma grande feição estrutural que resultou de um soerguimento assimétrico mais acentuado na parte oriental, esta feição possui configuração geral submeridiana, ligeira concavidade voltada para oeste e alguns aspectos estruturais de grande importância.

Abreu e Hasui (1978) descreveram as principais estruturas da Faixa Araguaia e apresentaram uma história de deformações que afetaram as rochas desta unidade geotectônica. As principais estruturas são: a) Geossutura Tocantins – Araguaia (ALMEIDA, 1974); b) Lineamentos Iri-Martírios (SILVA et al., 1974) c) Falha de empurrão de Tucuruí (TROW et al., 1976).

Almeida (op. cit.) definiu a Geossutura Tocantins-Araguaia como uma zona de dezenas de quilômetros segmentada por falhas verticais, que alcançam a parte inferior do extenso cordão de rochas máfico-ultramáficas, orientado submeridianamente e pelas marcantes direções estruturais N-S e NW-SE nos sítios da faixa.

Segundo Trow et al. (op.cit.) a Falha de Empurrão de Tucuruí está localizada entre os paralelos 4° e 6° Sul e marca o limite tectônico entre a faixa Araguaia e o Bloco Cratônico. Esta é responsável pelo cavalgamento do Grupo Tocantins sobre o Complexo Xingu

O sistema de falhas da Faixa Araguaia apresenta falhas direcionais NW-SE, falhas de empurrão e Falha de gravidade. A história das deformações na Faixa Araguaia foi de natureza polifásica, com desenvolvimento de dobras intrafoliais, dobras de crenulação, megadobras do tipo Braquianticlinal e dobras suaves desenhadas pela xistosidade. (ABREU, 1978)

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 NEOTECTÔNICA

As principais características da pesquisa neotectônica são: o enfoque multidisciplinar; a possibilidade de criação de modelos atualísticos de paleocorrelação; o fato de que as estruturas e tramas neotectônicas são o reflexo de processos profundos na superfície e a possibilidade de estudos de sítios arqueológicos e sua importância econômica, assim como de impacto social (BORGES, 2006; STEWART; HANCOCK, 1994)

Segundo Angelier³ (1986 apud SUGUIO, 1999), a Neotectônica versaria sobre o período no qual as observações geofísicas poderiam ser extrapoladas à luz dos dados geológicos, enquanto que Vita Finzi (1986) diz que a neotectônica deveria tratar das deformações do Cenozóico tardio.

Morner (1990), considera que o regime tectônico começa em tempos diferentes e em lugares diferentes. Uma das principais discussões em neotectônica, diz respeito a até onde se deve retroceder no tempo geológico para definir o início da implantação desse regime. Esta questão pode ser muito relevante principalmente numa região intraplaca. O termo “neotectônica” foi introduzido por Obruchev⁴ (apud STEWART; HANCOCK, 1994) para descrever “o estudo de movimentos tectônicos que ocorreram ao final do Terciário e primeira metade do Quaternário”.

Para Sengor; Goror e Soroglu (1985), o período neotectônico é definido como o tempo que decorreu desde a última grande reorganização tectônica geral em uma região de interesse. Em cinturões colisionais jovens uma grande reorganização

³ ANGELIER, J. La néotectonique cassante et sa place dans un arc insulaire: L'arc é géen meridionale. **Révue de Géographie Physique, géologie, dynamique**, v. 18, p. 1257-1265, 1986.

⁴ OBRUCHEV, V. A. **Osnovnye cherty kinetiki i plastiki neotektoniki**. Akad.Nauk. sssr izv. Serv. Geol., 5 :13-24

tectônica pode admitir-se que tenha ocorrido no passado recente. Segundo Becker (1993) para crátons antigos, distantes dos limites ativos das placas, o intervalo de tempo decorrido desde a última reorganização tectônica deve contradizer o termo “neo” em neotectônica.

Stewart e Hancock (1994) definem “neotectônica” como ramo da tectônica relacionado com os movimentos atuais da terra, podendo apresentar uma continuidade dos movimentos do passado. Onde as estruturas neotectônicas desenvolvem-se no regime tectônico corrente, abrangendo nessa conceituação, o estado de deformação prevalente dentro de uma região intraplaca.

3.1.1 Contexto da placa sul americana

Segundo Bizzi (2003), a Plataforma Sul Americana deriva da fração continental da placa homônima que permaneceu estável e funcionou como antepaís durante a evolução das faixas móveis do Caribe (norte) e Andina (a oeste), ao mesmo tempo em que se processavam a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Sul, no Mesozoico. O Brasil ocupa a parte principal (>75%) dessa plataforma fanerozóica, compartilhando-a ao norte com a Colômbia, Venezuela (de forma parcial), Guiana, Suriname e Guiana Francesa. De acordo com a figura 3, a Placa Sul americana está dividida em suas frações oceânicas (Atlântico Sul) e continental (continente Sul Americano, parte estável e parte instáveis) e seus limites/zonas de interação. Ao Norte, placa oceânica do Caribe, a oeste a fossa Peru/Chile, que conduz presentemente para subducção as placas de Cocos, Nazca e Antártica e as cristas meso-oceânicas de Galápagos e do Chile que as separam, ao Sul, a placa oceânica de Scotia. O embasamento da fração continental estável – a Plataforma Sul Americana – se expõe de forma mais ou menos contínua na sua porção norte - Escudo das Guiana- e na parte centro ocidental do Brasil e parte da Bolívia-Escudo Brasil Central.



Figura 3: A placa Sul americana no Contexto Global.
Fonte: Bizzi (2003)

3.1.2 Neotectônica no Brasil

No Brasil, a partir da década de 50, pesquisas sobre a temática da neotectônica se iniciaram com os trabalhos de Sternberg (1950,1953) Outros trabalhos importantes foram publicados, principalmente a partir da década de 80, dentre os quais podem ser citados: Eiras e Kinoshita, (1988); Franzinelli e Igreja (1990); Franzinelli e Piuci, (1988); Igreja et al.(1990); Veloso et al., (1987), entre outros.

O estudo da Neotectônica no Brasil em geral e na sua região amazônica em particular, sofreu grandes avanços ao longo da década de 90, com a publicação de

inúmeras pesquisas envolvendo o assunto. Os resultados, de um modo geral estão de acordo quanto à natureza transcorrente do regime neotectônico originalmente proposto por Hasui (1990).

Costa et al. (1996) analisaram as principais relações entre os elementos tectônicos que conformam a placa Sul-Americana (Cordilheira dos Andes, Sistema montanhosos do Caribe, a cadeia meso-atlântica e a região intra-placa) e apresentaram considerações sobre a natureza ou fatores indutores deste regime direcional neotectônico.

O 1º *Workshop* sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro, impulsionou o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema em várias áreas do Brasil, o trabalho de grande destaque foi de Yociteru Hasui, no qual é apresentado o quadro neotectônico no Brasil, destacando-se o regime tectônico e a idade dos processos envolvidos, onde considera como neotectônica todos os processos ligados à abertura do Oceano Atlântico e seus retrabalhamentos até o Triássico ou Permiano, e juntamente, os processos pós-climax da abertura do Atlântico a partir do Mioceno ou Oligo-Mioceno, marcando seu limite inferior pela deposição do último pacote sedimentar nas bacias costeiras (HASUI, op.cit.)

3.1.3 Neotectônica na Amazônia

Costa et al. (1996) realizaram um estudo sobre neotectônica em parte da região Amazônica (Figuras 3.1, 3.2 e 3.3) em relação aos aspectos tectônicos, geomorfológicos e estruturais e definiram que esta na região amazônica, é marcada por estruturas, seqüências sedimentares, padrões de rede de drenagem e sistemas de relevo, e concluíram que:

1. O Cráton Amazônico é um segmento crustal formado por numerosas discontinuidades de naturezas diversas, que mediante reativações, tiveram papel importante na distribuição e nos tipos dos principais arranjos neotectônicos, assim marcando a incidência da tectônica ressurgente.

2. O quadro neotectônico é decorrente de deformação intraplaca imposta pela atuação de forças de um par conjugado dextral de direção E-W, gerado pela rotação da Placa Sul-Americana para Oeste.

Segundo os autores, tais conclusões apontam para o fato de que a atividade neotectônica é importante no interior da Placa Sul-Americana pela influência decisiva no modelato da paisagem e pelo potencial de desdobramentos em diversas frentes de aplicação de conhecimentos geológicos.

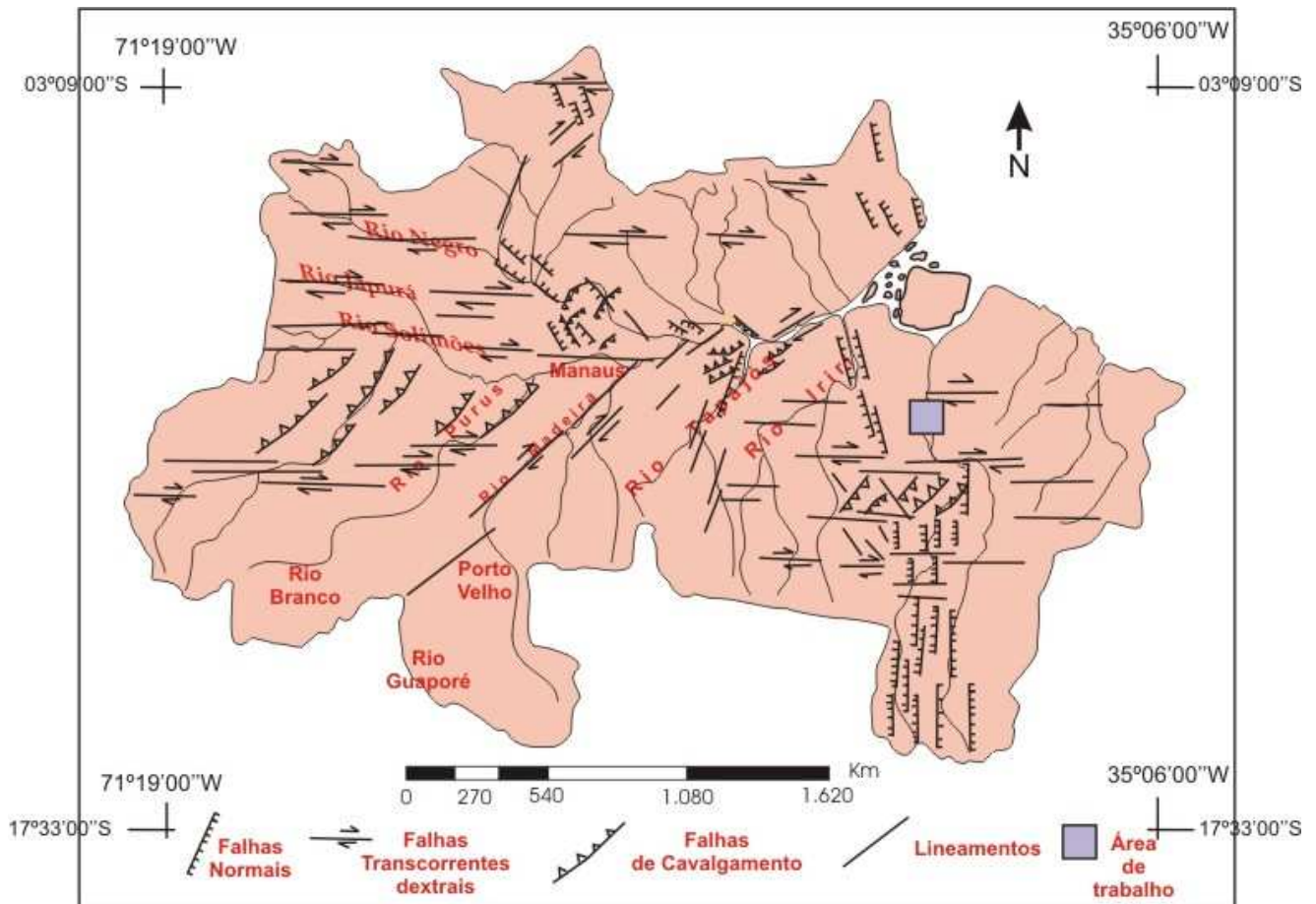


Figura 3.1: Distribuição dos principais elementos estruturais do Quadro Neotectônico na região amazônica.

Fonte: Costa et al. (1996)

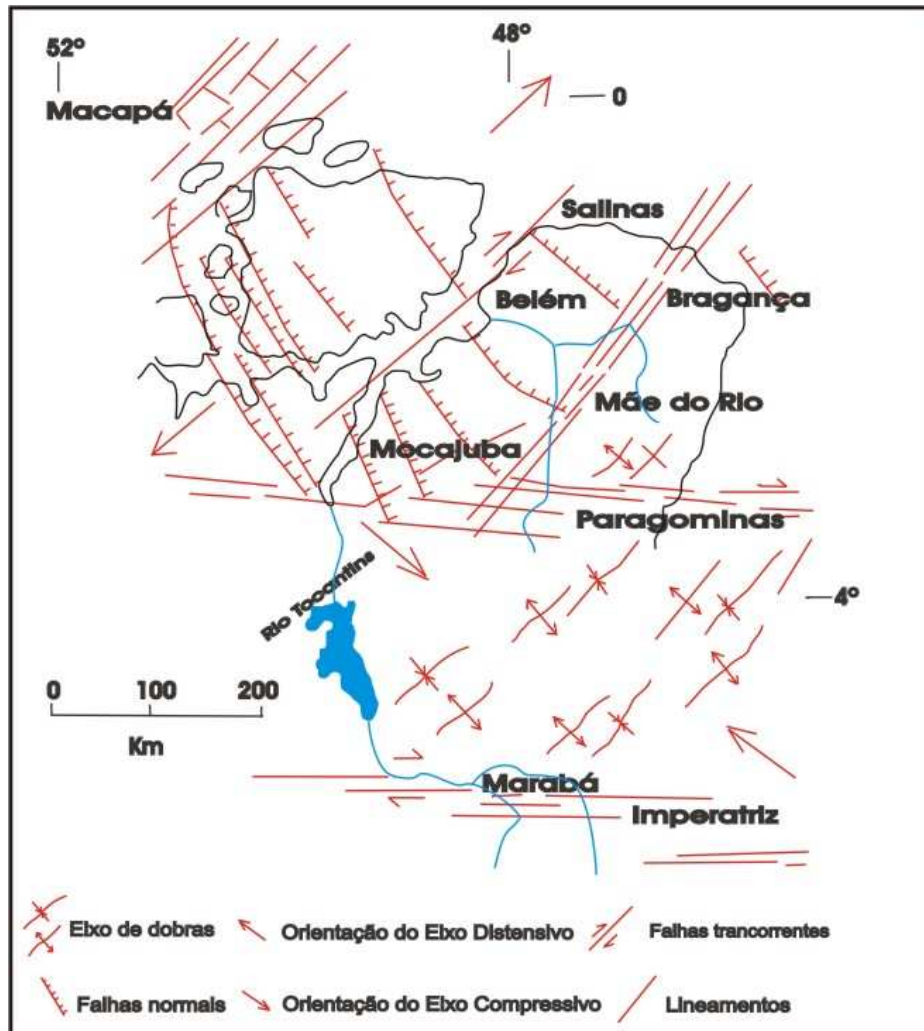


Figura 3.2 : Estruturas maiores do Terciário Superior da Região Nordeste do Pará
 Fonte: Costa et al. (1996)

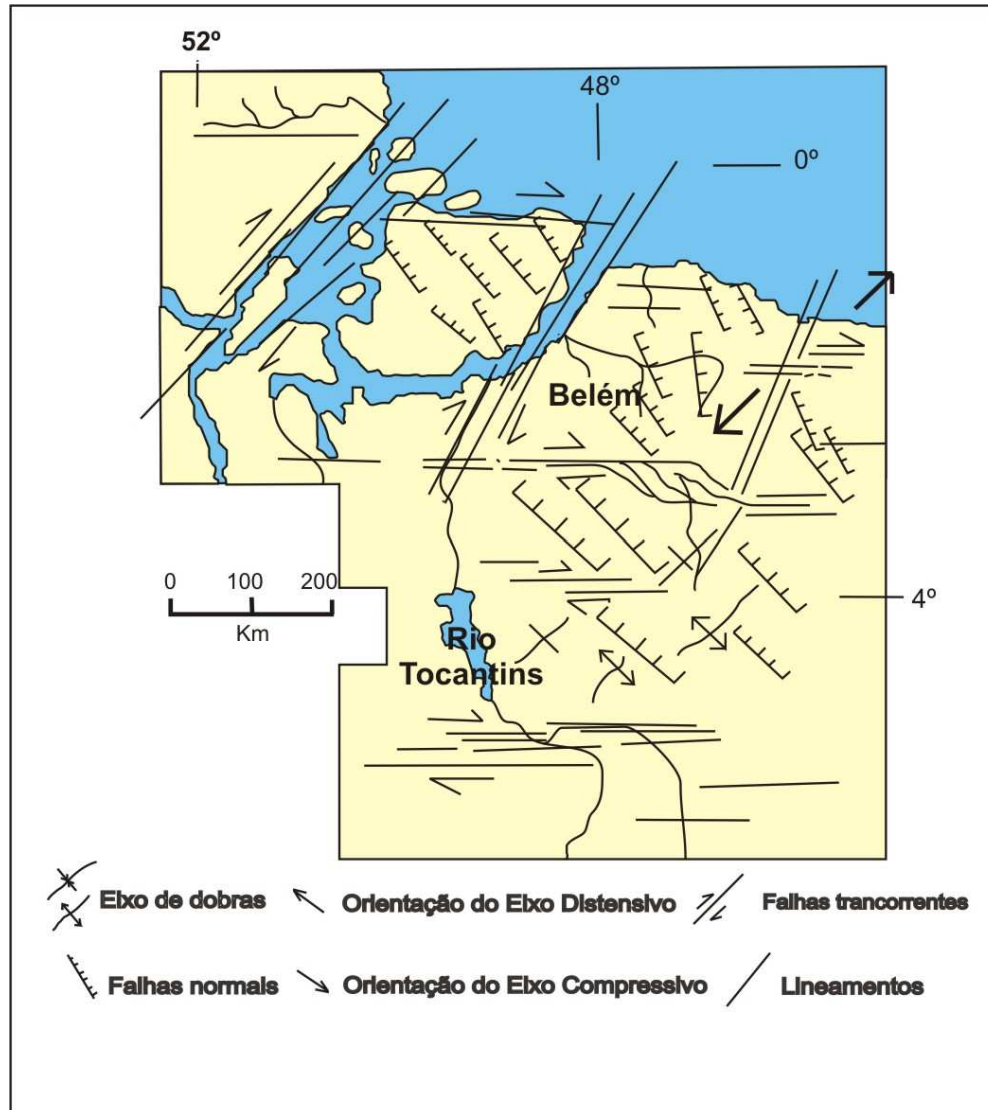


Figura 3.3: Estruturas maiores do Quaternário da região Nordeste do Pará.
Fonte: Costa et al. (1996)

3.1.4 Fonte de dados para o estudo da neotectônica

Pode-se considerar que o estudo completo da neotectônica em uma região, depende de um conjunto integrado de dados cujas fontes podem ser de natureza geológica, geomorfológica, geofísicas, geodésicas e históricas ou arqueológicas (Tabela 1).

Tabela 1.: Tipos de Evidências e fonte de dados utilizados pelo estudo da Neotectônica.
 * Tipos de Evidências estudadas no trabalho.

Evidências	Fonte de Dados
Geológicas*	Estudos relacionados à falhas, arqueamentos e deformações regionais
Geomorfológicas*	Escarpa de falhas Depósitos Superficiais Deformados Interflúvios e Vertentes Rede de Drenagem Disposição Geométrica-Espacial dos Depósitos Superficiais
Geofísicas	Métodos Sísmicos Para o Estudo de Terremotos
Geodésicas	Estão ligadas diretamente ou indiretamente às geológicas ou geomorfológicas, medições de movimentos recentes em escala global e local são realizados através de medidores de adernamento, de deformação e de rastejo.
Históricas ou Arqueológicas	Compreendem desde registro em mapas de épocas mais antigas até relatos feitos pelo homem e situações geográficas em tempos históricos , por exemplo, Muralha da China ou Sambaquis.

Fonte: Suguio (1999)

3.1.5 Tectônica transcorrente

No Brasil o ambiente geotectônico da dinâmica crustal do Neógeno tem correlação com sistemas transcorrentes, uma vez que o mesmo representa o produto interno da

movimentação da placa Sul Americana, influenciando no modelato da terra e cursos de rios. Segundo Hasui e Costa (1991), as zonas transcorrentes, por definição, têm traços lineares, formas planares verticais e movimentos horizontais, mas em relação aos fatores que influenciam no seu desenvolvimento, mostram traços com inflexões, formas curvilineares, atitudes até de baixo mergulho e movimentos envolvendo componentes de empurrão ou normais.

3.1.5.1 Estruturas no sistema transcorrente

Segundo Hasui e Costa (1991) o entendimento dos sistemas direcionais têm sido alcançados através do estudo de zonas transcorrentes rúpteis, tanto em cisalhamento coaxial (puro) quanto o não-coaxial (simples), as quais podem gerar movimentações transcorrentes. Quando a deformação é pura, duas falhas direcionais (dextral e sinistral) chamadas fraturas de cisalhamento (C e C') desenvolvem-se, formando um par conjugado simétrico. Associadas às estruturas referidas desenvolvem-se ainda fraturas de partição (T e T'). Falhas normais propagam-se perpendicularmente a δ_3 e dobras ou falhas reversas, perpendicularmente a δ_1 (Figura 3.4)

Na deformação não coaxial tem-se também a fratura de partição (T) e as de cisalhamento chamadas de sintéticas ou de Riedel (R), antitéticas ou conjugadas de Riedel (R'), sintéticas secundárias (P), Y ou D, paralela à direção do binário e mesmo sentido de movimentação relativa, e X que faz ângulo agudo $90^\circ - (\phi/2)$ com a direção do binário e possui mesmo sentido de movimentação relativa (Figura 3.5).

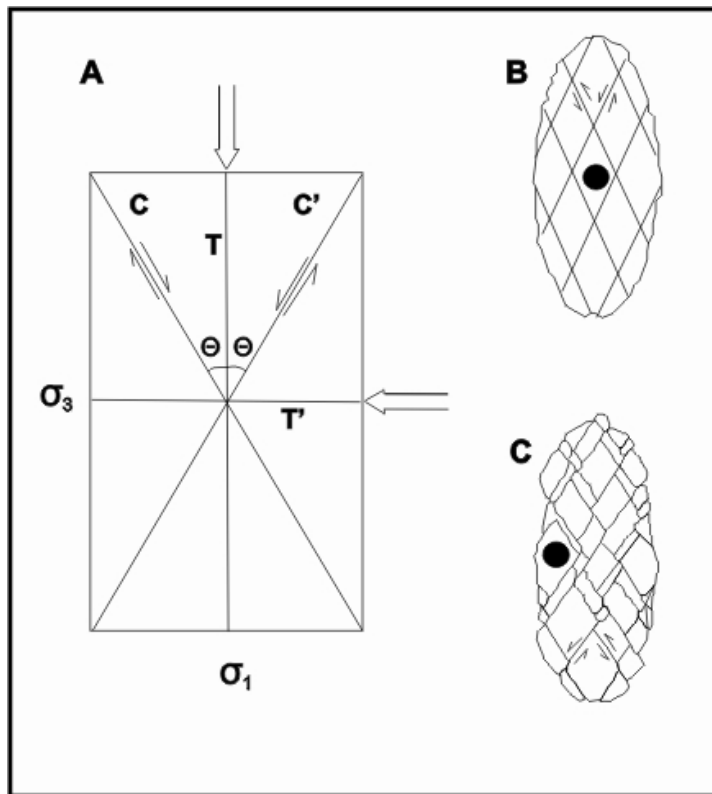


Figura 3.4: - Fraturas em regime coaxial. Em (a), C e C' são as fraturas de cisalhamento conjugado, fazendo ângulo θ com σ_1 . T e fratura de partição e T' é outra que pode aparecer; em (b), fraturas de cisalhamento de um elipsóide deformado; em (c), mesmo caso, com arrastos. Os pequenos círculos em preto indicam o estado de deformação interna. Fonte: Hasui e Costa (1991).

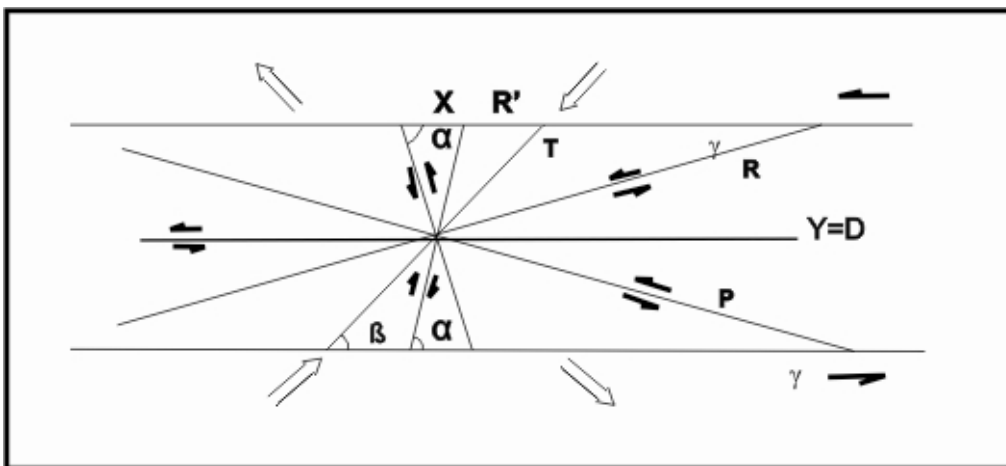


Figura 3.5.- Descontinuidades formadas na deformação não coaxial. Os ângulos são $\alpha = 75^\circ$ $\beta = 45^\circ$ $\gamma = 15^\circ$ (considerando o ângulo de atrito interno de 30°). R, P, X e Y (D) têm movimentos sinistrais em binários sinistrais. As flechas indicam as direções de estiramento e encurtamento.

Fonte: Hasui e Costa (1991).

As primeiras estruturas desenvolvidas, segundo experimentos com argila, são dobras e descontinuidades R, seguindo-se descontinuidades P. Com a progressão da deformação o movimento é concentrado numa estreita zona de deslocamento principal. Em ensaios laboratoriais com amostras sob pressão confinante, esse critério não se aplica; as descontinuidades R e P aparecem primeiro, seguindo-se as R' e Y (HASUY; COSTA, 1991). Vários autores ressaltam a importância das relações angulares observadas entre as descontinuidades referidas que dizem respeito ao momento de formação das estruturas em maciços isotrópicos, pois as mesmas são modificadas com a progressão da deformação, tomando-se paralelizadas sob altas taxas de movimentação. Um ponto de fundamental importância é a presença de estruturas pré-existentes ou de anisotropias do meio, pois estas irão influenciar diretamente no desenvolvimento de transcorrências, causando variações no estilo das estruturas. Segundo Woodcock e Schubert (1994), quando falhas transcorrentes acomodam movimentação oblíqua ao longo de seus segmentos, a deformação pode ser analisada pelo sistema de cisalhamento puro superimposto a um cisalhamento simples, sendo esta movimentação oblíqua um importante mecanismo de formação de bacias. A principal característica geométrica dos sistemas transcorrentes é a presença de separações e curvaturas. Chistie-blick e Biddle, (1985) comentam que a interação entre os segmentos de falha forma estruturas romboédricas, cuja geometria depende da cinemática envolvida e da sobreposição e espaçamento entre as falhas. As curvaturas são determinantes na formação de duplexes (Figura 3.6) Outros padrões geométricos conhecidos são; em échelon, recobrimento, anastomosado e outros exemplificados na Figura 3.7

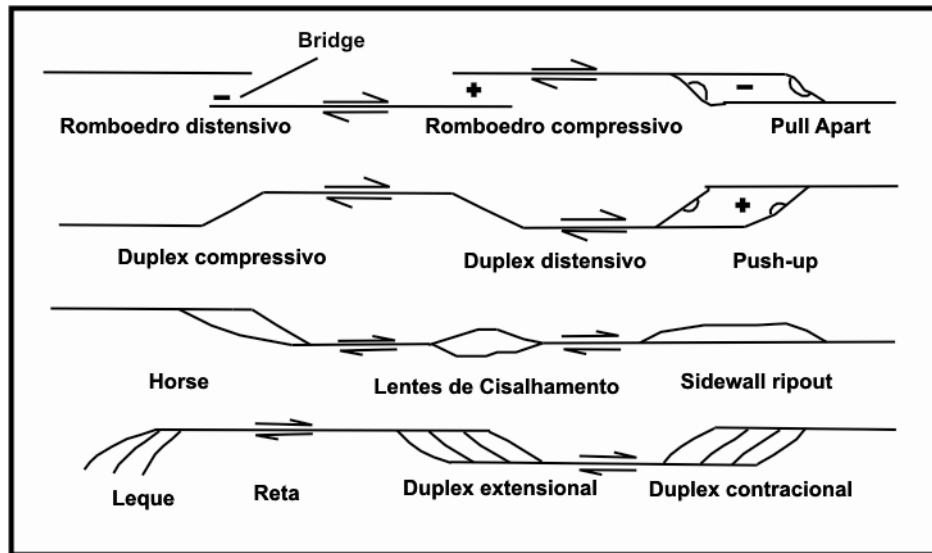


Figura 3.6: Visto em mapa, os tipos de estruturas ao longo de falhas transcorrentes.
Fonte: Woodcock e Schubert (1994)

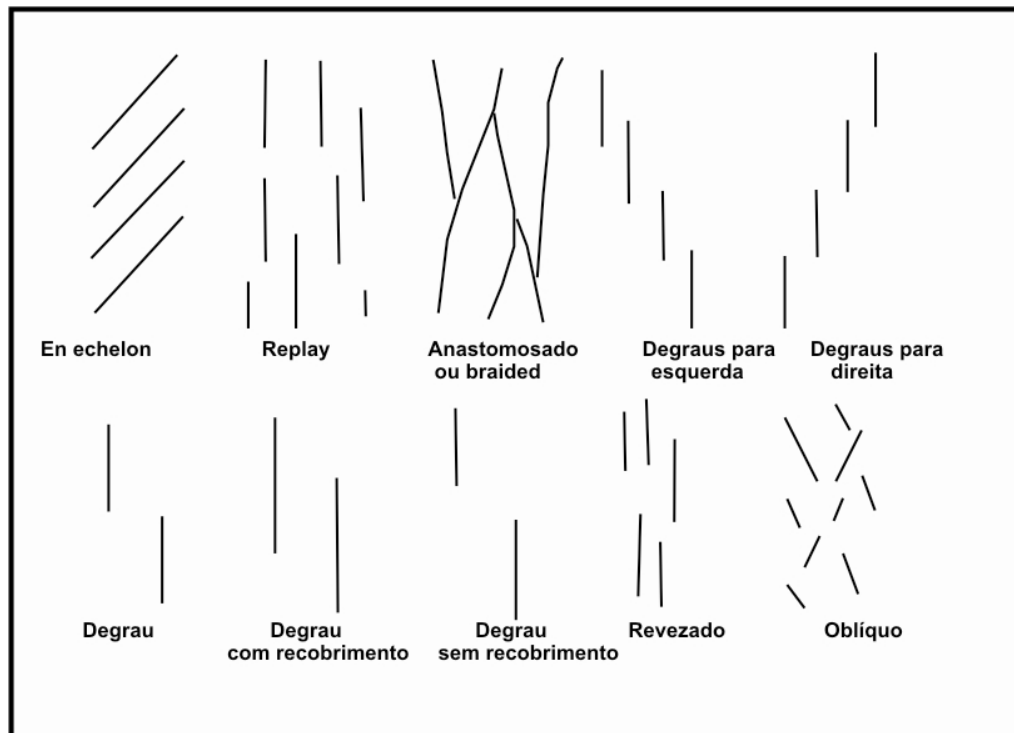


Figura 3.7: Vistas em mapa estruturas dentro de zonas transcorrentes planares.

Fonte: Woodcock e Schubert (1994)

Considerando-se a deformação progressiva e heterogênea, verifica-se que as transcorrências acomodam muita rotação ao redor de um eixo vertical resultando em deformação finita complexa, dependente da magnitude do deslocamento e do estágio de formação de cada feição envolvida (HASUI; COSTA, 1991). No geral, as rotações dos blocos obedecem a cinemática do binário do sistema em função de um padrão estrutural dominante (Figura 3.8). As áreas de padrão estrutural diferente do dominante experimentam rotações em sentido oposto, sendo um fator complicador em estudos paleomagnéticos (WOODCOCK; SCHUBERT, 1994).

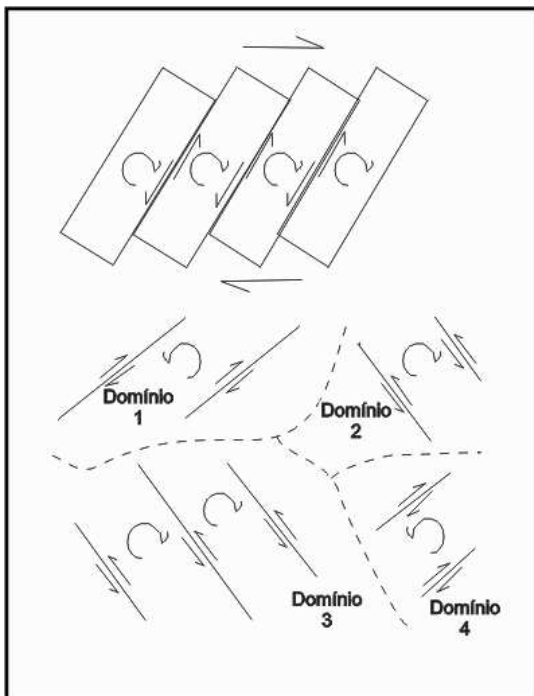


Figura 3.8: Vistas em mapa de blocos rotacionados por um binário dextral e as estruturas dominantes. Fonte: Woodcock e Schubert (1994)

3.1.6 Geomorfologia tectônica

A Geomorfologia tectônica, segundo Bull e Wallace⁵ (1985 apud BEMERGUY,1997) estuda a interação das estruturas da crosta com processos erosionais e deposicionais, e inclui: a) reconhecimento de relevos que são particularmente importantes na caracterização de estruturas; b) introdução de novas técnicas de datação e ampliação das antigas para avaliação das idades de terraços fluviais, depósitos glaciais e marinhos; e c) desenvolvimento de modelos processo-resposta para explorar a importância relativa do tectonismo na operação de sistemas geomórficos e para estimar tempos de eventos tectônicos discretos.

Com base no modelo de Davis(1905) e Penck (1953), Morisawa (1985) concluiu os seguintes pontos sobre a interação da geomorfologia com a tectônica:

1) as formas de relevo resultam das desigualdades de forças e/ou desigualdade de resistência. Tais princípios promovem as peculiaridades da paisagem. As conseqüências das desigualdades das taxas dos processos exógenos e endógenos, atuando sobre diferentes materiais são inerentes à forma de relevos. A natureza tenta alcançar o equilíbrio entre força e resistência, mas esse estado é dificultado pela dinâmica da terra.

2) As paisagens resultam de diferenças nas razões de atividades exógenas/endógenas, e desse modo variam no tempo e no espaço. Portanto as formas de relevo são freqüentemente elaborações compostas e complexas que dificultam o entendimento de sua origem e evolução.

3) A tectônica de placas pode auxiliar em algumas das feições da paisagem da terra; no entanto, estudos regionais mais detalhados são necessários afim de integrar a tectônica e eventos geomorfológicos para o entendimento da evolução da paisagem atual. Summerfield (1986) e Doornkamp (1986) comentam que esta relação foi negligenciada por muito tempo pelos geomorfólogos.

⁵ BULL, W.B.; WALLACE, R.E. Tectonic Geomorphology (Penrose conference report) **Geology**, v. 13, p. 316, 1985.

A contribuição de Summerfield (1986), é de grande importância para a geomorfologia tectônica no sentido de explorar a variação de escalas temporal e espacial e suas ligações com a geofísica e com diversos ramos da geologia. Com esse escopo três temas principais são identificados: a neotectônica que abarca a investigação de movimentos, variando de décadas até o tempo do neógeno, a depender da definição adotada; controle estrutural do desenvolvimento de relevo; e relação entre tectônica global e evolução da paisagem.

3.1.6.1 Landforms tectônicos primários e secundários

Stewart e Hancock (1994), fazem uma breve discussão sobre os principais conceitos adotados pela geomorfologia tectônica, em termos de **Landforms tectônicos primários e secundários**. Os primários correspondem às formas de relevos geradas por tectonismo recente, determinando áreas de impacto para análise de risco natural; e os secundários, as que foram deslocadas, deformadas, modificadas ou preservadas pela atividade neotectônica. Segundo estes autores como **Landforms tectônicos primários** tem-se a escarpa de falha e a escarpa de linha de falha. A escarpa de falha é o resultado do deslocamento do terreno coincidente ou fortemente coincidente com o plano de falha e suas características dependem da geometria e cinemática da falha. A figura 3.9 mostra estilos dos escarpamentos. As escarpas mais importantes para análise neotectônica são as das falhas normais, pois as falhas inversas geralmente “mascaradas” por colúvios e as transcorrentes são poucos expressivas em termos de relevo. Quanto aos **Landforms tectônicos secundários**, ex.: relevo de *cuestas* (Figura 3.10), e *hog-backs*, No relevo de *cuestas*, as camadas de declividade moderada são basculadas produzindo um relevo assimétrico. Se o basculamento é grande e as camadas atingirem declives de 45°, é formado um relevo muito rotacionado, aproximadamente simétrico denominado *hog-back*. (Figura 3.11)

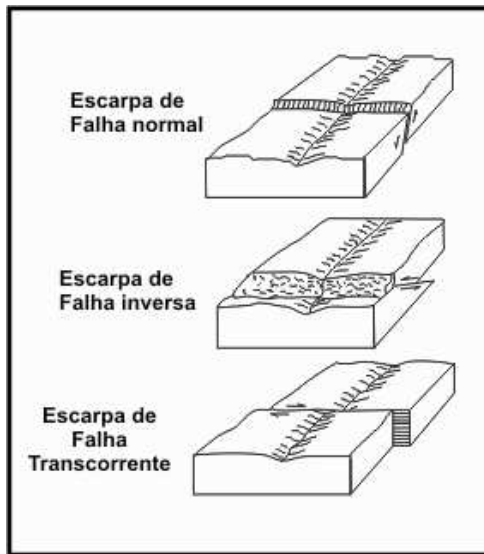


Figura 3.9 :Escarpas relacionadas a incrementos de deslocamentos numa falha recentemente propagada.
 Fonte: Stewart e Hancock (1994)

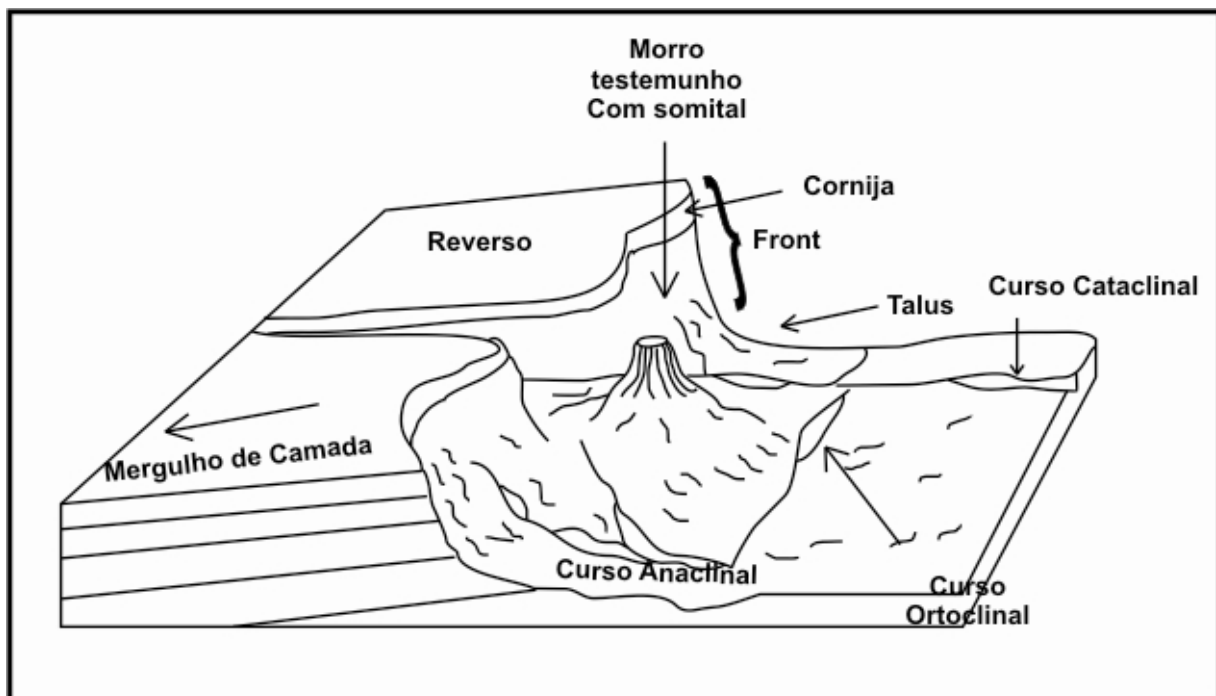


Figura 3.10: Elementos que caracterizam o relevo tipo *Cuesta*
 Fonte: modificado de Casseti (2006)

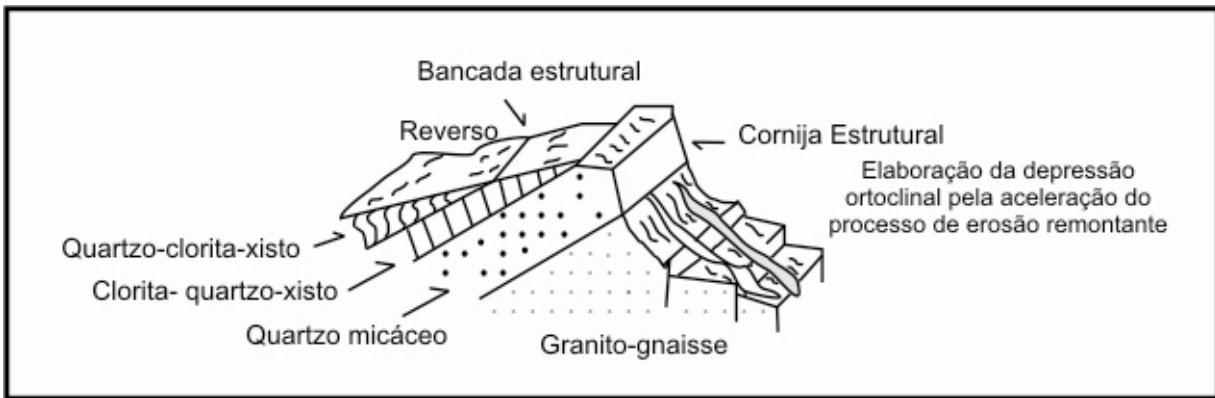


Figura 3.11: Relevo tipo hog-back (ex. Serra Dourada)
 Fonte: modificado de Casseti (2006)

3.1.7 Drenagem

Guerra (1993) define drenagem como uma feição linear negativa produzida por água de escorrência, que modela a topografia de uma região. Por sua vez, Christofolletti (1980) conceitua como canais de escoamento inter-relacionados que formam uma bacia. Mais recentemente, Suguio e Bigarella (1990) apresentam conceituações de drenagem sob o ponto de vista geológico e geomorfológico. Sob este último aspecto, consideram como uma corrente canalizada ou confinada, incluindo os canais sem água de regiões secas, enquanto que, geologicamente, como o tronco principal de um sistema de drenagem. Deffontaines e Chorowicz (1991) definem rede de drenagem como um conjunto de superfícies topográficas subaéreas, as quais são contíguas com pendentes ladeiras acima, em todos os lados, à exceção da direção do fluxo da água. Esse conjunto de superfícies pode ser coberto com água, temporariamente ou de forma perene.

Para a neotectônica, a análise da rede de drenagem é um elemento bastante sensível que reflete a orientação de deslocamentos estruturais, anomalias topográficas ou deformações tectônicas, principalmente em áreas de baixo relevo onde este tipo de

investigação torna-se imprescindível para sua interpretação estrutural, já que os rios são muito sensíveis e capazes de se ajustar à deformação, em períodos de tempo muito curto na escala geológica do tempo (Melo Júnior, 1998).

3.1.7.1 Padrões e anomalias de drenagem

A análise sistemática das anomalias mostrada nos deslocamentos da drenagem possibilitam indicar a presença de fraturamentos e a movimentação ao longo de falhas, contudo, em relevos suaves, existem dificuldades em se observar vários tipos de deformação, devido a coberturas recentes inconsolidadas que ocultam estruturas. O comportamento dos rios refletem padrões de drenagem e seus cursos d'água são sensíveis a qualquer movimentação terrestre, isto é, são controlados e desviados pelas falhas e refletem geralmente o arcabouço estrutural da área (COSTA, 2004).

Soares e Fiori (1976) estabeleceram propriedades que deveriam ser analisadas nos padrões de drenagem com o objetivo de identificar parâmetros físicos do terreno (Figura 3.12).

Quando as áreas são analisadas regionalmente, a rede de drenagem é definida por padrões básicos. Segundo Howard (1967) estes correspondem aos tipos dendrítico, paralelo, treliça, retangular, radial, anelar, multibasinal e contorcido (Figura 3.13). O dendrítico é o mais comum dos padrões. Assemelha-se a uma ramificação de árvore. Desenvolve-se em áreas de baixa declividade, em rocha uniformemente erodida, de composição homogênea, como rochas sedimentares ou cristalinas não fraturadas. O padrão paralelo é caracterizado como sendo o tipo dendrítico alongado. Indica inclinação moderada do terreno ou quando o relevo da área acompanha o declive regional. O padrão de drenagem treliça consiste de cursos d'água principais paralelos. Os seus tributários normalmente são curtos formando ângulos quase retos ou retos com os cursos d'água principais. Associa-se a estruturação de rochas do embasamento, mas podem refletir rochas de diferentes competências. Desenvolve-se em áreas de rochas sedimentares inclinadas ou falhadas, ou em rochas de baixo grau metamórfico. O tipo retangular geralmente observa-se em áreas fraturadas ou talhadas em ângulo

reto. O padrão radial desenvolve-se sobre áreas estruturadas como domo salino, vulcões, erosões residuais e soerguimento tectônico. O padrão básico anelar é indicativo de estruturação em domos ou em bacias. O multibasinal é o padrão de drenagem que se configura em zonas de erosão e deposição glacial, eólica, cárstica, vulcânicas recentes e em locais de deslizamento. A contorcida apresenta como característica a ausência de orientação regional.


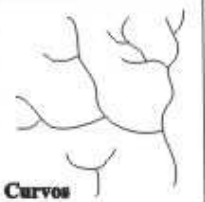
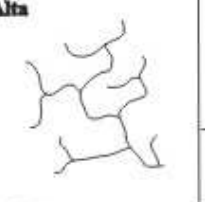



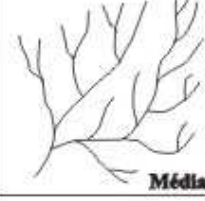
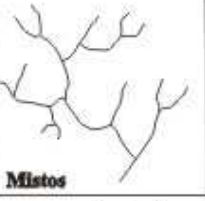


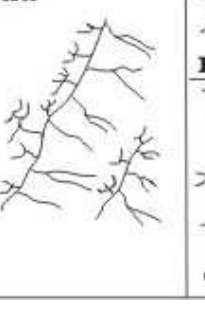
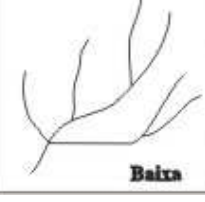

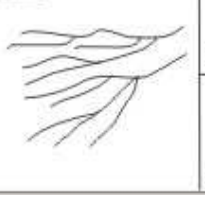




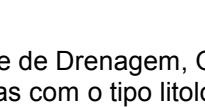
A - Densidade	B- Sinuosidade	C- Angularidade	D- Tropia	E- Assimetria	F- Formas Anômalas
 Alta	 Curvos	 Alta	 Unidirecional	 Fraca	 Meandros Isolados
 Média	 Mistos	 Média	 Bidirecional		 Forte
 Baixa	 Retilíneos	 Baixa	 Tridirecional	 Cotovelo	
			 Multidirecional		
			 Desordenada		
			 Ordenada		

Figura 3.12: Principais propriedades da Rede de Drenagem, O grau de integração, grau de continuidade e densidade têm implicações diretas com o tipo litológico, no entanto, as demais têm controles principalmente estruturais. O conceito introduzido de Textura de Drenagem terá grandes implicações no que se refere principalmente a Densidade, embora as demais propriedades também influenciem

Fonte: Soares e Fiori (1976)

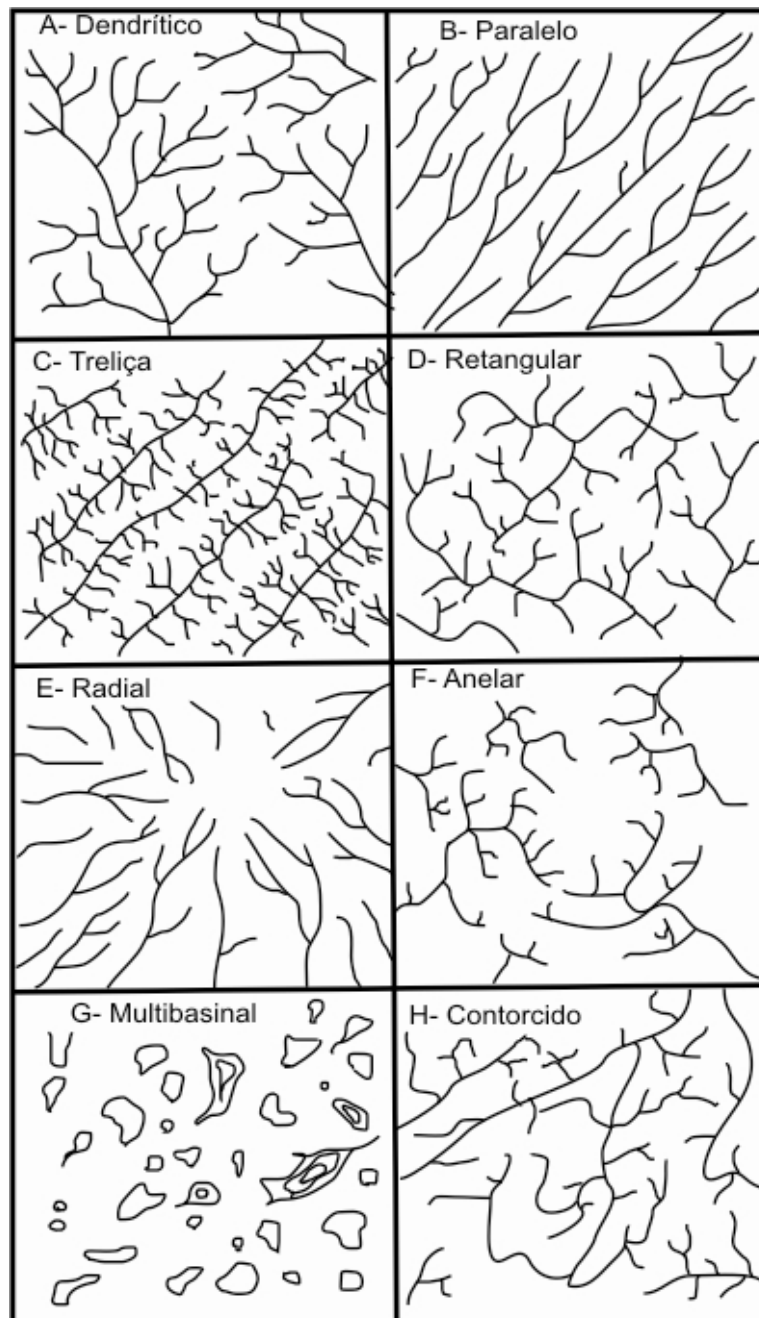


Figura 3.13 - A rede de drenagem é definida pelos padrões básicos do tipo: A- dendrítico, B- paralelo , C- treliça, D- retangular , E- radial , F- anelar, G- multibasinal e H-contorcido.
 Fonte: (Howard 1967).

A partir dos principais padrões básicos surgem as variações subdentritica, pinada e anastomosada (dendrítica); subparalelo e colinear (paralelo), treliça de falha, treliça de junta (treliça); e angulado (retangular) (Figura 3.14). Existem casos especiais

de padrões como centrípeto, complexo, compostos, palimpséstico e distributário (HOWARD, 1967) (Figura 3.15).

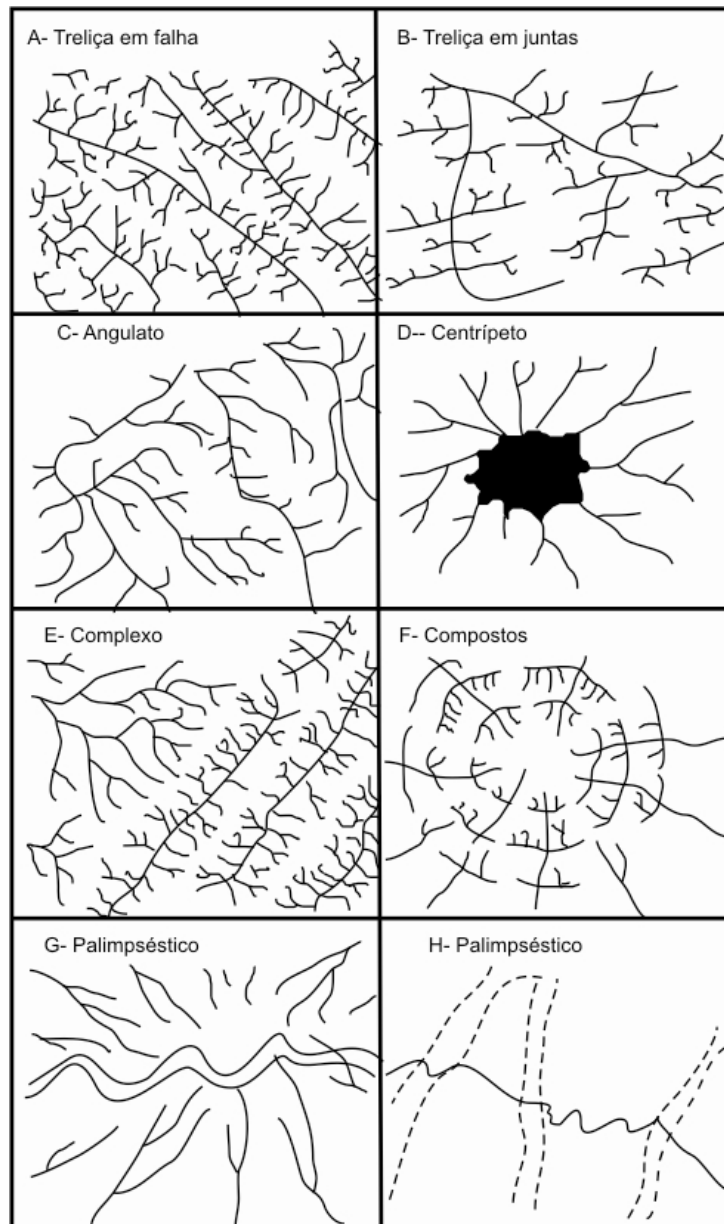


Figura 3.14: Variações dos padrões básicos: A- treliça de falha ,B- treliça de junta ,C - angulato ,D - centrípeto ,E - complexo ,F - compostos , G e H palimpséstico.
Fonte: Modificado de Howard (1967).

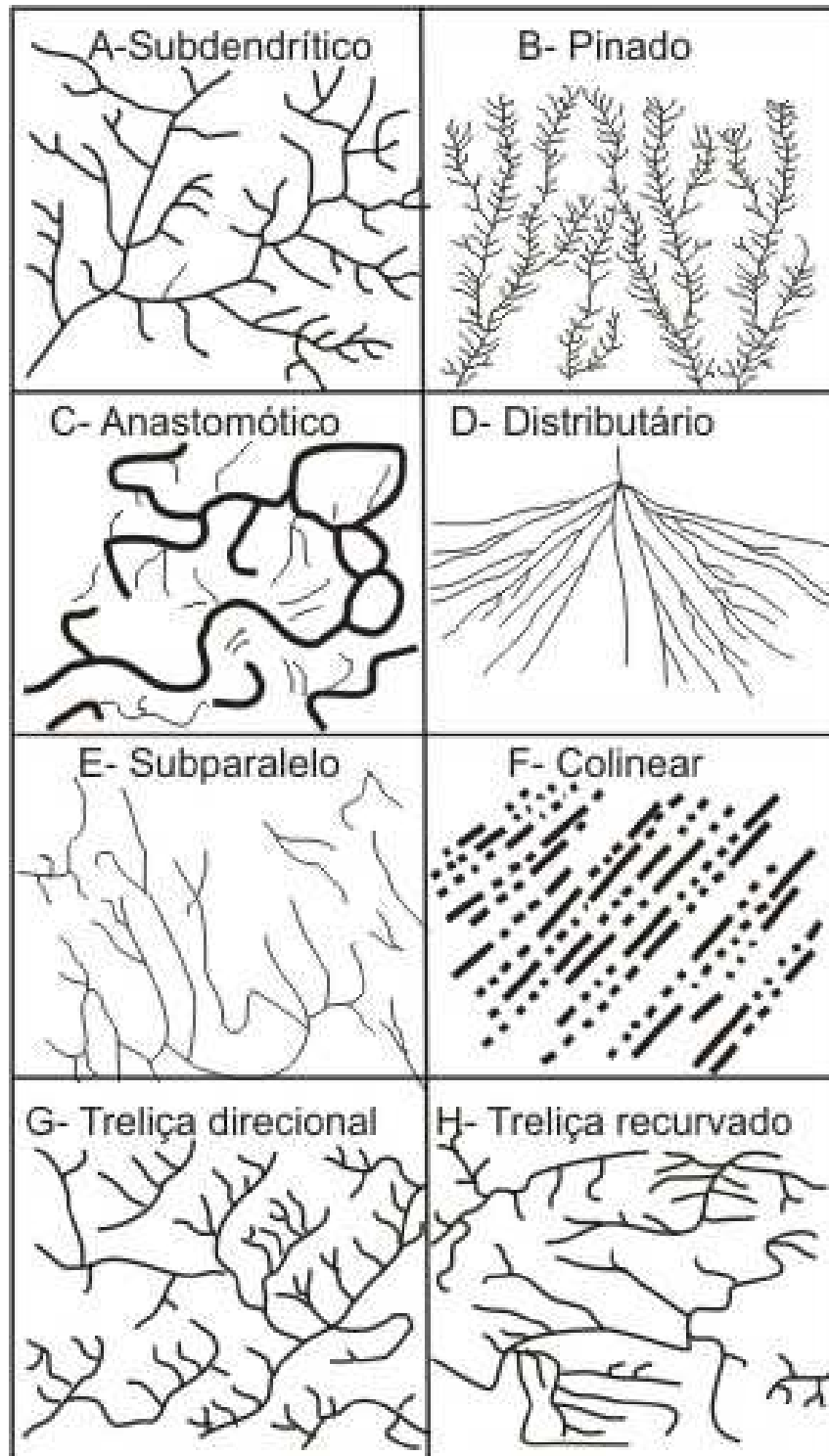


Figura 3.15 : A- Subdendrítico ,B- pinado ,C- Anostomótico , D Distributário , E- Subparalelo ,F- Colinear , G-Trelença direcional e H- Trelença recurvada
 Fonte: Howard (1967)

Os desvios localizados da drenagem fornecem subsídios a respeito de estruturas que não são observadas pelo padrão da rede de drenagem. Estas anomalias são feições discordantes do padrão regional. Segundo Soares e Fiori (1976), anomalias de drenagem são feições localizadas ao longo de segmentos retos, como arcos e cotovelos, meandros abruptos ou feições *braided* (*entrelaçado*), variação no calibre de rios, depressões isoladas (lagoas e pântanos), afogamento ou alargamento de canais e curvas anômalas de rios (Figura 3.16) Além destas anomalias, acrescenta-se a ocorrência restrita dos padrões radial, anelar, paralelo inseridos no padrão dendrítico e meandramentos compridos (HOWARD, 1967).



Figura 3.16 – Feições anômalas de drenagem.
Fonte: Soares e Fiori (1976)

Ouchi (1985) estudou experimentalmente as relações gradiente e forma de canal. Na situação de soerguimento foi mostrado que o tipo *braided* não apresentou mudança de forma, mas sim a formação de terraços pela erosão a montante

(degradação) e acúmulo de sedimentos a jusante (agradiação). No caso da subsidência, a montante, onde o declive é mais íngreme, ocorreu degradação, conseqüentemente agradiação a jusante (Figura 3.17). No tipo meandrante, o soerguimento provocou aumento da sinuosidade na região abaixo (jusante), onde ocorreu a deformação. Na subsidência, a posição da sinuosidade inverteu, surgindo na região acima, com degradação a montante e agradiação na região em subsidência (Figura 3.18). Portanto, de acordo com este autor, as mudanças bruscas na forma de um rio estão vinculadas à variação do gradiente do terreno, ocasionado por subsidência ou soerguimento, onde o aumento da inclinação do canal gera meandros, enquanto o decréscimo forma rios retilíneos.

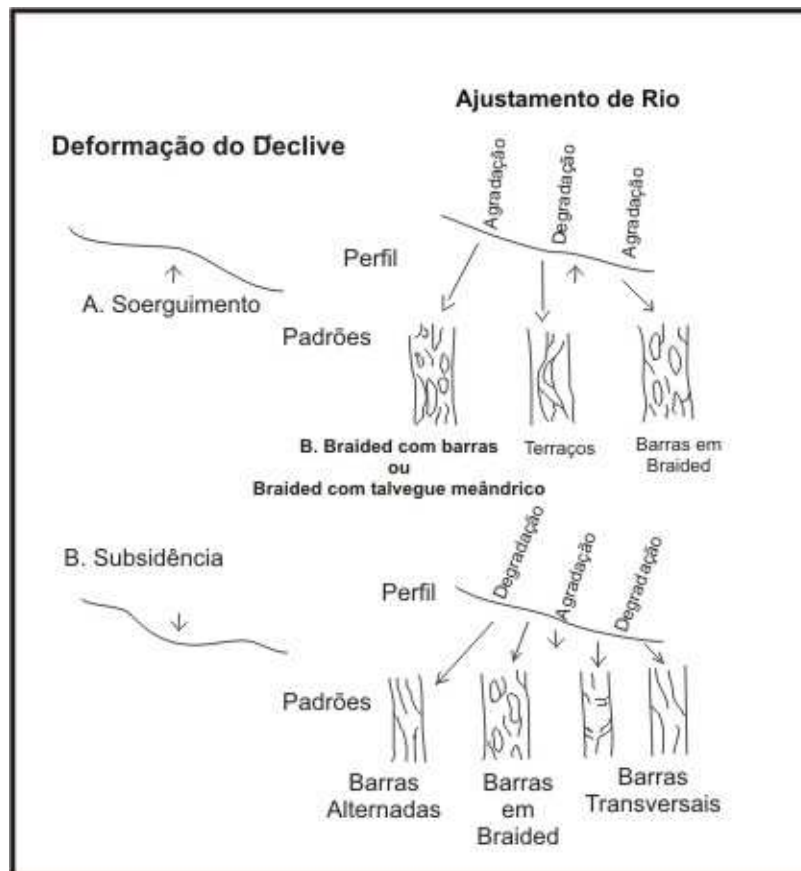
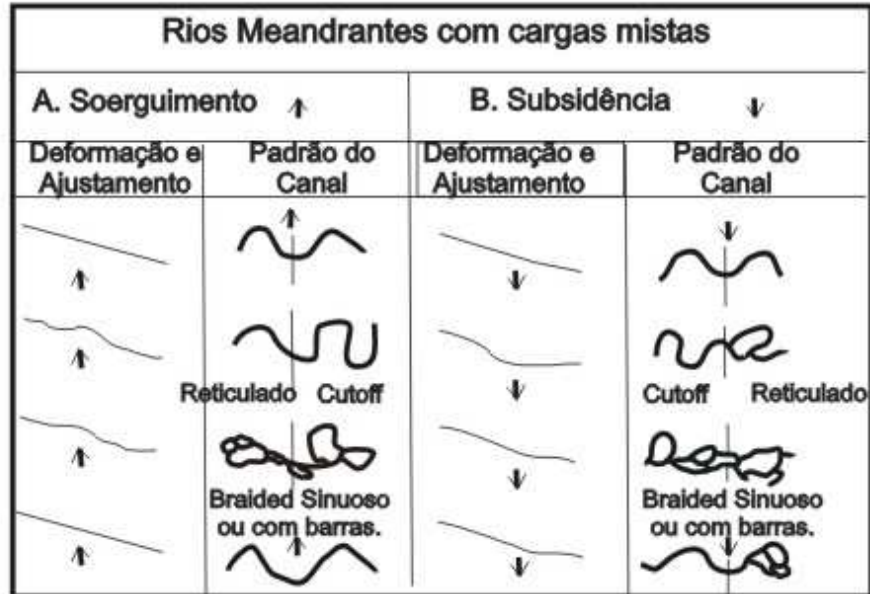


Figura 3.17: Forma do canal do Tipo Braided com a formação de terraços na degradação e acúmulo de sedimentos na agradiação.

Fonte: Ouchi (1985)

A



B

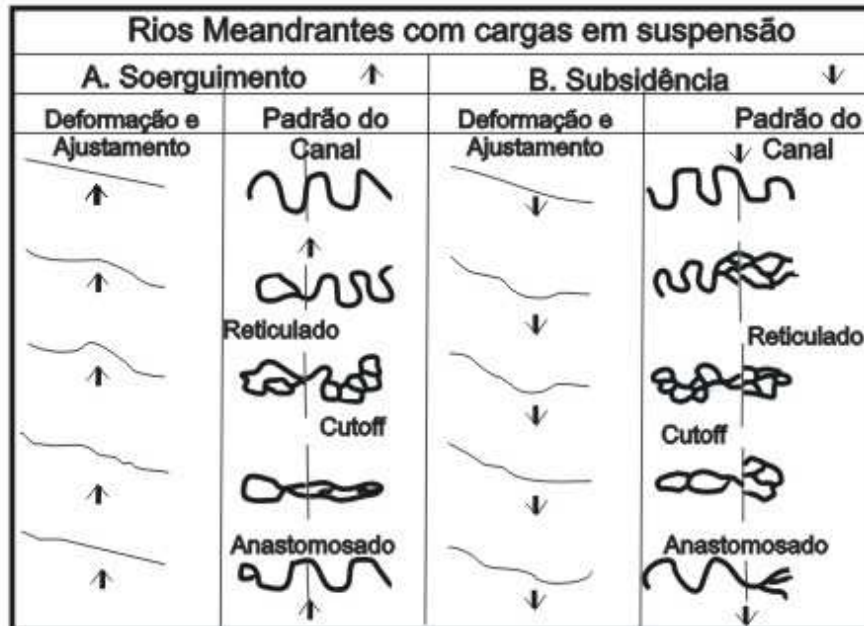


Figura 3.18: Aumento da sinuosidade em canais do tipo meandrante.
Fonte: Ouchi (1985).

3.1.8 Lineamentos

O termo lineamento é definido como uma linha significativa do relevo significativa, a qual revela a arquitetura oculta do embasamento rochoso, sendo característica da fisionomia da terra. Um lineamento é considerado uma feição mapeável da superfície, linearmente simples ou composta, que está alinhada de forma retilínea ou suavemente encurvada (HUDGSON, 1974).

De acordo com O'leary; Friedman e Pohn (1976), o lineamento é uma morfoestrutura por conceito: é uma feição linear mapeável, simples ou composta, contínua ou descontínua da superfície terrestre, cujas partes estão alinhadas em arranjo retilíneo ou suavemente curvo, que diferem distintamente dos padrões de feições que lhes são adjacentes e, presumivelmente, refletem fenômeno de subsuperfície. Tais autores citam a importância dos mapas de lineamentos como fontes de numerosas informações de caráter estrutural.

Para o Sensoriamento Remoto, os lineamentos são considerados, segundo Joshi (1989) como feições fisiográficas (positivas ou negativas) ou mudanças tonais dentro de uma cena. As feições fisiográficas são representadas por linhas de vales e cristas lineares de relevo, que são interpretadas como fraturas presentes nas rochas. Segundo Sabins Jr. (1978) os lineamentos são compostos pelas feições lineares da superfície terrestre, podendo ser geomórficos (causados pelo relevo) ou tonais (provocados por mudanças nos níveis de cinza), ocorrendo como formas de relevo, limites lineares entre diferentes tipos de terrenos ou quebras dentro de uma unidade uniforme. Cursos de água retilíneos e segmentos alinhados de vales são expressões geomórficas características dos lineamentos. Um lineamento tonal pode ser um limite retilíneo entre áreas de tons contrastantes ou mesmo uma faixa que se destaque sobre um fundo uniforme. Com efeito, diferenças na vegetação, no teor de umidade ou na composição dos solos ou rochas podem conduzir a acentuados contrastes tonais. As feições lineares possuem grande importância no estudo da tectônica de uma região, pois refletem sua estrutura crustal. Através do mapeamento de lineamentos, pode-se determinar a localização de depósitos minerais; tal estudo tem ainda aplicações no campo da geologia estrutural, tectônica, geofísica e engenharia.

3.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM

PAISAGEM

A definição mais comum de paisagem é que se trata de uma área de terra heterogênea composta de um agrupamento de ecossistemas interativos que se repetem de modo similar por todas as partes. Existem diversas variantes da definição dependendo do contexto da pesquisa ou gerenciamento (VOLOTAÕ, 1998)

De acordo com Bertrand (1972) “Paisagem” não é a simples adição de elementos geográficos disparatos . É uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto, instável de elementos químicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em eterna evolução.

Existe diferença entre paisagem natural e a paisagem cultural. A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais (SCHIER, 2003).

A paisagem é compreendida como uma entidade natural que reúne atributos litológicos, geomorfológicos, edáficos, topográficos, sociais e econômicos, dentre outros. A separação da paisagem em áreas homogêneas chamadas de “unidades da paisagem” é utilizada como um modelo que possibilita seu estudo e tratamento através de métodos qualitativos e quantitativos (REFOSCO, 1996). Estas áreas homogêneas são reconhecidas como resultado da conjunção de fatores distintos, como a história geológica, a morfogênese do relevo, o clima em seu movimento, a dinâmica biológica e a participação da ação humana em sua evolução histórica (BEROUTCHACHVILLI; BERTRAND⁶;1978; FERREIRA⁷, 1997 apud FRANÇA; IBANEZ; FERREIRA, 2005).

⁶ Beroutchachvilli, N; Bertrand G. Le géossystème ou système territorial naturel. **Révue Géographique des Pyrénées, et du Sud-Ouest**, v. 49, n. 2, p. 167-180, 1978.

⁷ Ferreira, M. C. Mapeamento de unidades de paisagem com Sistemas de Informação Geográfica: alguns pressupostos fundamentais. **Geografia**, v. 22, n. 1, p. 23-36, 1997.

Para Botero⁸ (1977 apud CASTRO, 2000) A Paisagem está intimamente ligada aos solos, com o conceito que diz que “Solos são tanto perfis como Paisagens” A partir da análise fisiográfica do relevo pode-se cartografar a paisagem como unidade síntese de interface entre o meio físico e biótico, além de analisar seus fatores formadores, que são os mesmos dos solos (Clima ou paleo-clima, relevo, litologia, idade e organismos) assim como suas relações dinâmicas no tempo) (Figura 3.19.). Dentro deste contexto, A análise da paisagem aqui representa a busca pelo entendimento das relações entre a sociedade e o meio e mostra a ocupação da terra tanto pelo meio físico quanto pelo antropismo.

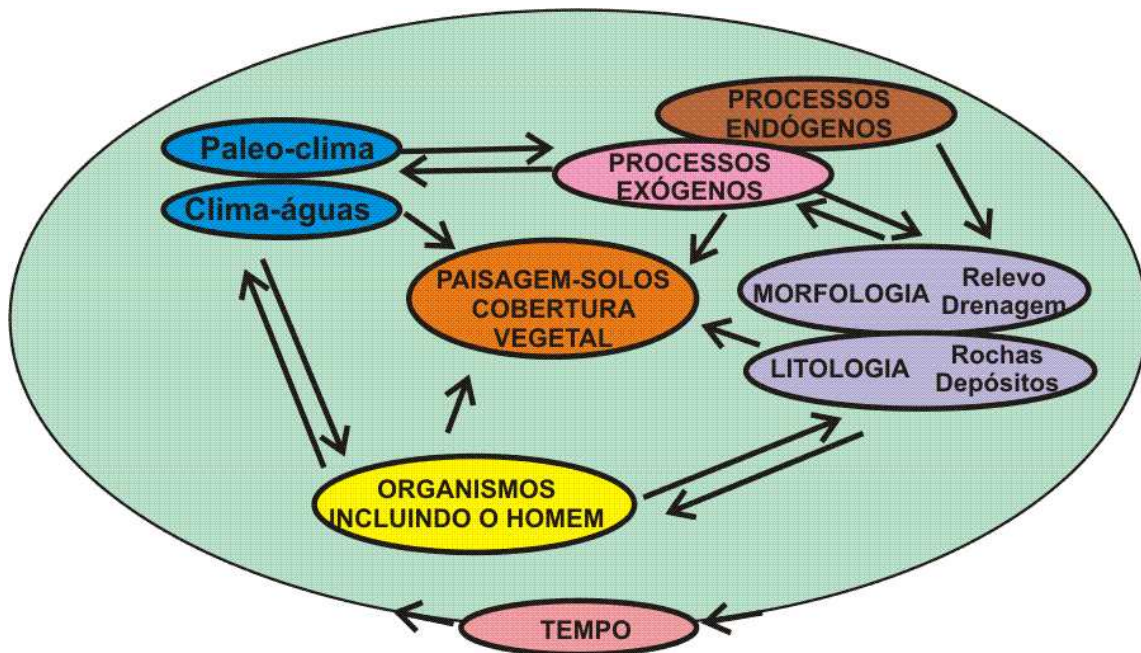


Figura 3.19: Esquema conceitual dos fatores formadores da paisagem-solos.
Fonte : segundo Botero (op. cit. CASTRO op. cit).

ECOLOGIA

Haeckel⁹ (1869 apud BANNISTER, 1976) foi quem primeiro usou este termo para designar a parte da biologia que estuda as relações entre os seres vivos e o ambiente

⁸ BOTERO, P.J. **Guias para el analisis Fisiográfico**. Notas de classe. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)- Centro internamericano de fotointerpretación (CIAF), Bogotá. 1977

⁹ HAECKEL, E. *Über Entwicklungsgang und Aufgab der Zoologie*. Jena Z. natur w.5, 1869. 353-370.

em que vivem, isto é, o ramo da Biologia que estuda as relações das plantas, dos animais e do homem com o meio ou com o ambiente; é o estudo de um grupo territorial natural, no conjunto das suas relações com o meio geográfico e das condições de vida social; ; movimento que visa o estabelecimento de um melhor equilíbrio entre o homem e o meio ambiente, assim como a preservação deste último. A unidade básica da ecologia é chamada Ecossistema, onde Odum (1963) o descreve em quatro elementos principais, também denominados de *componentes do ecossistema*: substâncias abióticas (água, luz, oxigênio, dióxido de carbono, compostos orgânicos, solo e nutrientes), organismos produtores, organismos consumidores (animais) e organismos decompositores (bactérias e fungos). No entanto, Coaldrake (1964) divide o ecossistema em cinco elementos: clima (precipitação, temperatura, umidade, luz), geologia, solos, flora e vegetação.

3.2.1 História do desenvolvimento da ecologia da paisagem

De acordo com Nucci (2007) A Ecologia da Paisagem surgiu em meados do século XX, com raízes na Europa Central e Ocidental, sendo a Alemanha e a Holanda os primeiros países com a maior quantidade de trabalhos produzidos nessa área. O termo Ecologia da Paisagem, como uma disciplina científica emergente, foi cunhado por Troll em 1939, ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens e definiu o termo como ramo da ecologia que estuda os efeitos dos modelos da paisagem e suas mudanças ao longo do tempo sobre os processos ecológicos,

Em 1981 realizou-se em Wageningen (Holanda) o 1º Congresso Internacional de Ecologia da Paisagem, organizado pela *The Netherlands Society of Landscape Ecology*, que conduziu a criação da *Internacional Association of Landscape Ecology* em 1984. Durante o congresso, entre as várias definições para a Ecologia da Paisagem, a mais ampla e compreensível definição foi apresentada por Isaak S. Zonneveld, que diz :” a ecologia da paisagem deveria ser considerada como uma ciência Bio-Geo- Humana e com abordagem, atitude e pensamento holísticos. Uma importante contribuição para esse campo foi o estabelecimento de áreas especiais para a Ecologia da Paisagem nas principais universidades da Alemanha com o objetivo de

se considerar o complexo inter-relacionamento entre o homem e suas paisagens naturais,

No Brasil a influência da concepção de Ecologia da Paisagem marca o trabalho de importantes geógrafos como Monteiro e muitos outros geógrafos que buscam recortar a realidade em unidades homogêneas em alguns aspectos. Dependendo da especialidade do autor ou de seus objetivos as características que compõem o mapa de unidades pode conter uma tendência mais marcada para tratar de aspectos físicos ou sociais ou ambos. (FURLAN, 2007)

A Ecologia da Paisagem é uma nova área de conhecimento dentro da Ecologia e é marcada pela existência de duas principais abordagens: 1) Geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território e 2) Ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e o grande valor dessas relações em termos de conservação biológica. Neste trabalho serão enfatizadas as abordagens geográficas cujos pontos fundamentais que a caracterizam são: a) A preocupação com o planejamento da ocupação territorial, 2. O estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, as paisagens culturais, e 3. Análise de amplas áreas espaciais. A evolução da paisagem resulta de três mecanismos operando em diferentes escalas temporais: Processos geomorfológicos, geológicos ocorridos durante certo tempo e padrões de colonizações de organismos, a combinação resulta em paisagem terrestre composta por diferentes formas de relevo, tipos de vegetação e uso do solo. (FORMAM; GODRON, 1986; HOBBS, 1994; METZGER, 2001).

3.2.2 Geoprocessamento como ferramenta para o estudo da ecologia da paisagem

Os atuais métodos para o estudo da ecologia da paisagem envolvem o geoprocessamento, imagens de satélite e fotografias aéreas, de onde são extraídos dados que são armazenados, processados e integrados via computador de forma a se obter resultado na forma de mapas, dados estatísticos e diagramas, onde estes irão caracterizar distintas paisagens desvendando os processos que as resultam. O desenvolvimento da tecnologia em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornou disponível um conjunto de

ferramentas analíticas para avaliação e ordenamento do território. Os instrumentos que viabilizam o Estudo da Ecologia da paisagem são o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica. Atualmente há um demanda crescente de trabalhos que fazem uma interface entre as duas ciências e geram produtos de análise estrutural e visual da paisagem (p.ex. LANDOVSKY, 2003; REFOSCO, 1996; VOLOTÃO, 1998; WATRIN; VENTURIERI, 2005).

Do ponto de vista técnico – científico as imagens em sensoriamento remoto vêm para reforçar e melhorar as fontes de dados para estudos e levantamento geológicos, ambientais agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos e oceanográficos, entre outros. (CRÓSTA, 1992). De acordo com Câmara e Medeiros (1998) (Figura 3.20) “Geoprocessamento” é a Disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, que apresenta como instrumento computacional o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A estrutura geral de um SIG possui os seguintes componentes:

1. Interface com usuário;
2. Entrada e integração de dados;
3. Consulta, análise espacial e processamento de imagens;
4. Visualização e Plotagem; e
5. Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

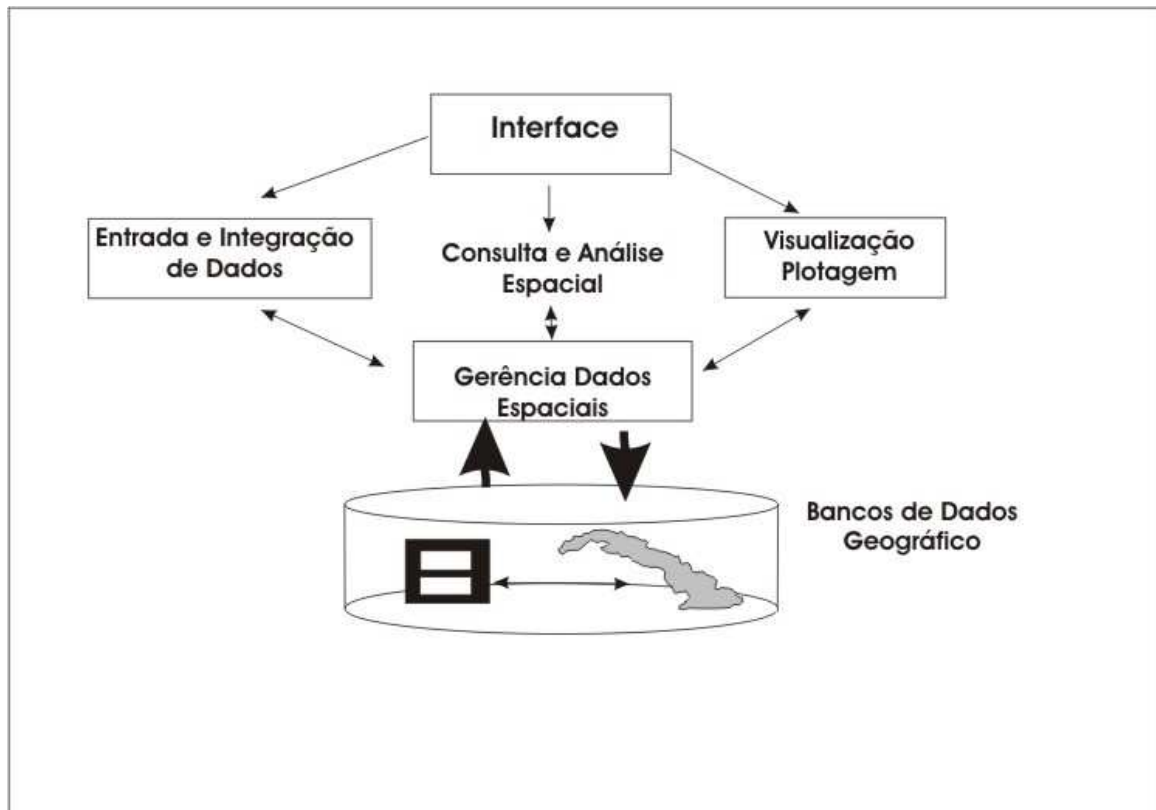


Figura 3.20: Arquitetura de Sistemas de informação Geográfica .
 Fonte: Câmara e Medeiros (1998)

Um dos principais usos das imagens de satélite é a geração de mapas temáticos de uso e ocupação do solo. Neste caso, o emprego do Estudo da Paisagem pode revelar informações intrínsecas ao mapa temático gerado a partir de uma imagem orbital, como o empobrecimento da qualidade visual de uma região em consequência da implantação de uma obra de engenharia ou da ocorrência de um desmatamento. A valoração da paisagem é considerada um recurso que permite avaliar a qualidade de uma região com rapidez e eficácia e o estudo da Ecologia da Paisagem com as técnicas de Sensoriamento Remoto pode ser viável, econômica e tecnicamente, nas questões de planejamento e de uso racional do solo.(CARRÃO et al., 2001).

4. RESULTADOS

4.1 EVIDÊNCIAS NEOTECTÔNICAS

4.1.1 Geológicas

Para se alcançar a finalidade do estudo é necessário que se conheça a rede de drenagem (Figura 4), seus distintos padrões e características relacionadas ao traço em que ela apresenta em seu percurso.

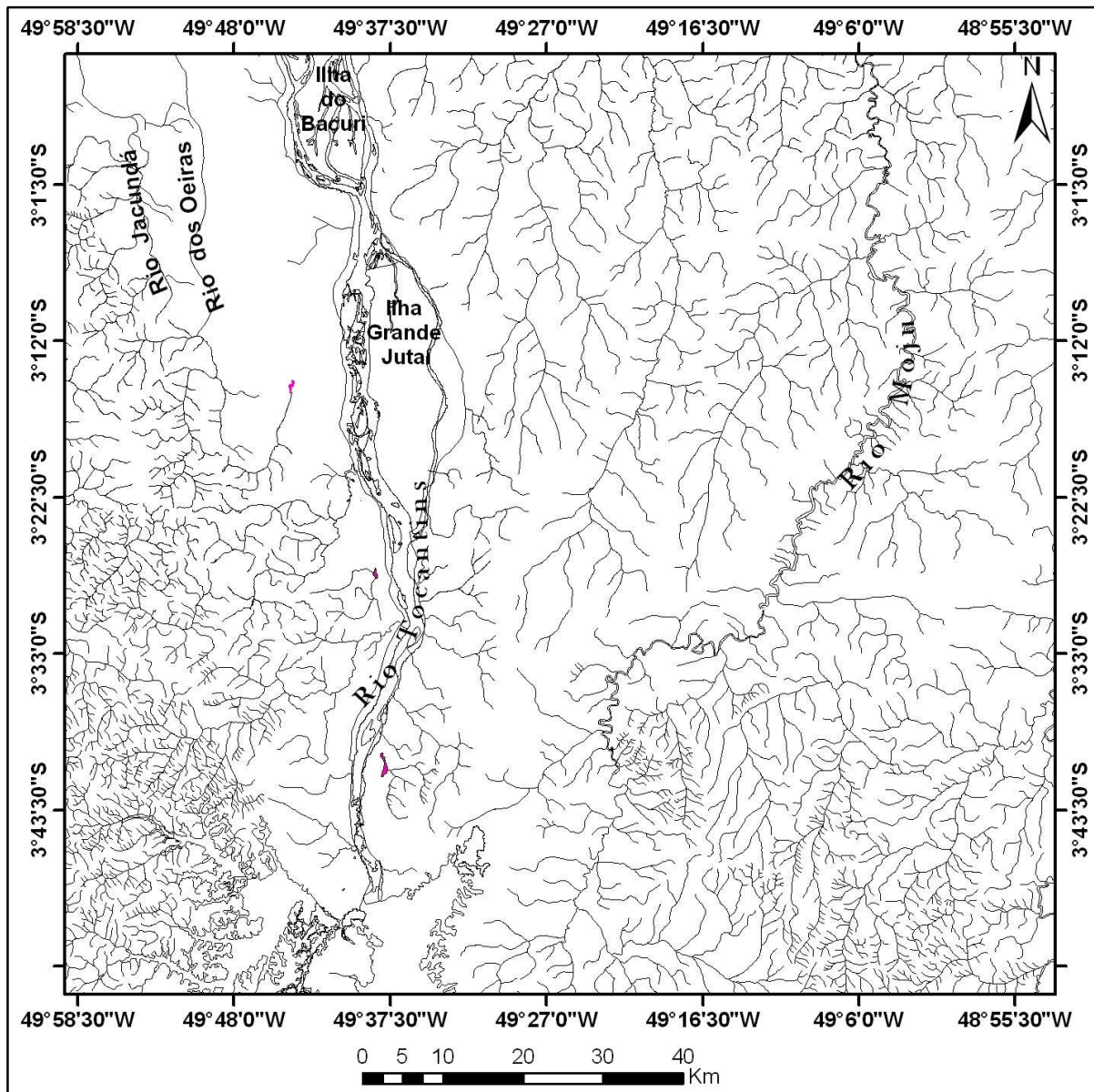


Figura 4: Mapa de drenagem da área de trabalho.

4.1.1 1 Aspectos estruturais locais

Após a retificação ou criação de segmentos retos na rede de drenagem, foram gerados lineamentos o que possibilitou a determinação do quadro estrutural local segmentos retilíneos da rede de drenagem. (Figura 4.1)

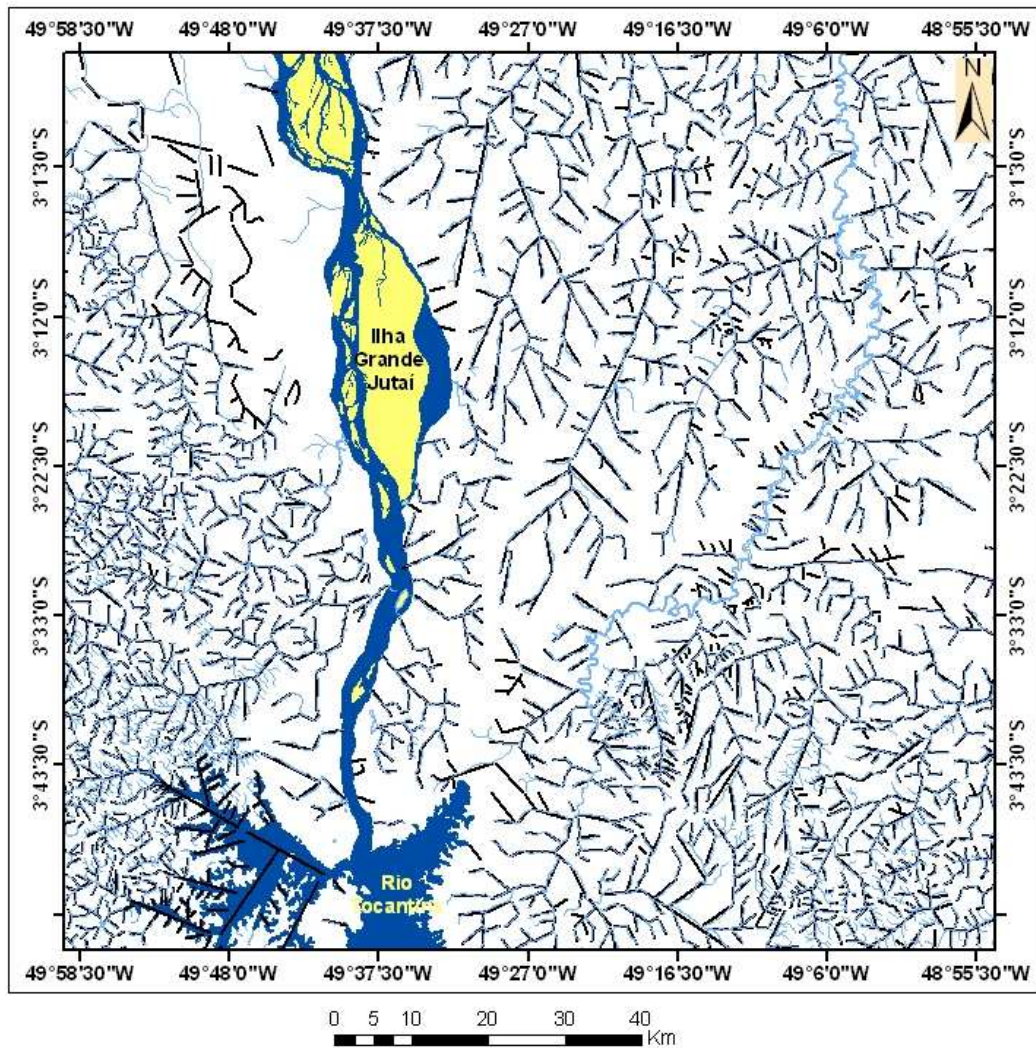


Figura 4.1: Mapa com rede de Drenagem retificada

4.1.1.2 Descontinuidades

Foram reconhecidos lineamentos que assumem as principais direções N-S/NE-SW/NW-SE/ E-W. (Figura 4.2). A partir da análise dos mesmos, as estruturas locais foram interpretadas como falhas normais de direção N-S, NW-SE, Falhas transcorrentes dextrais de direção E-W e NE-SW. (Figura 4.3)

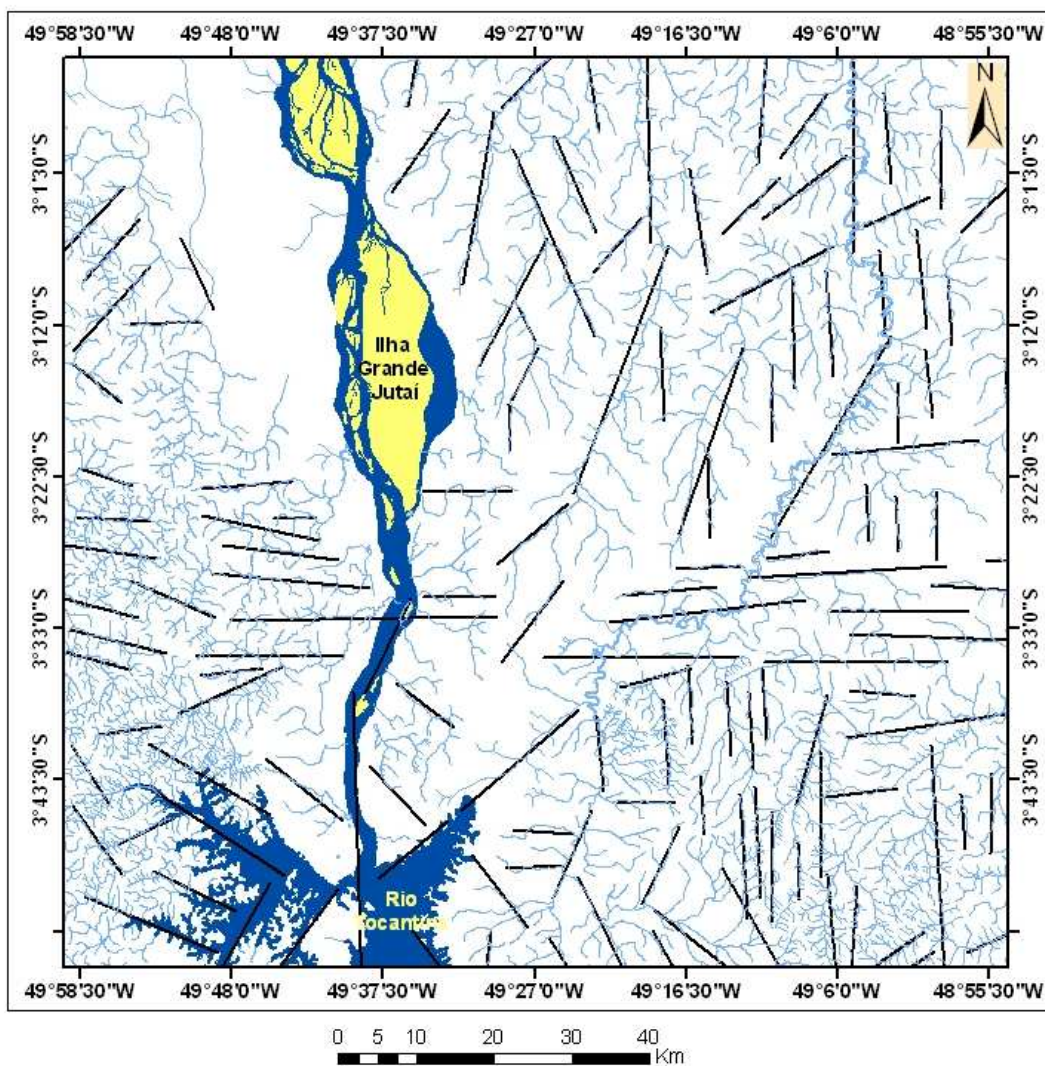


Figura 4.2 : Mapa com lineamentos gerados a partir da rede de drenagem.

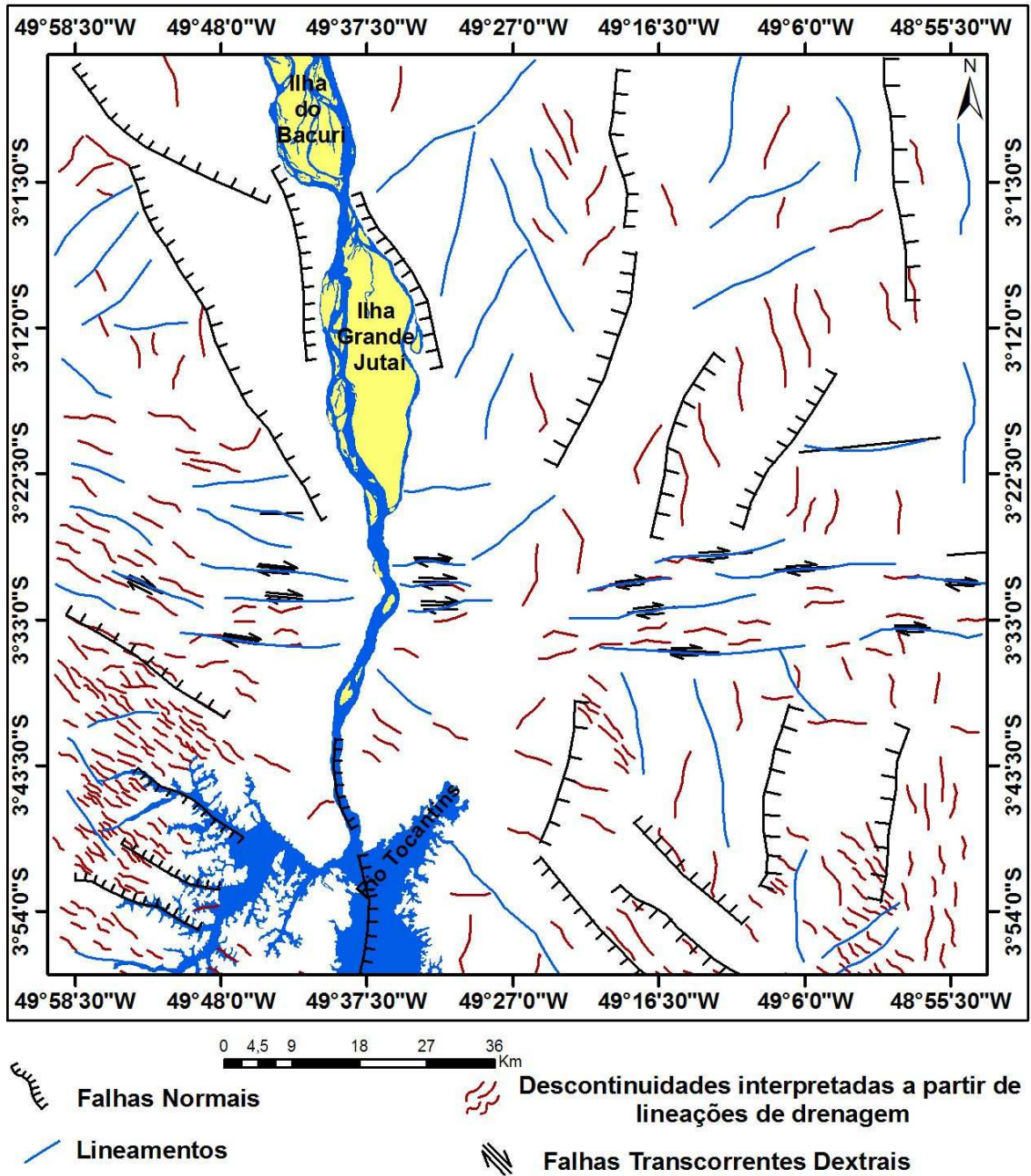


Figura 4.3 : Mapa com Estruturas interpretadas a partir do reconhecimento de lineamentos na área.

4.1.1.3 Quadro cinemático local

A articulação entre os feixes de falhas neotectônicas se dá maneira a definir um romboedro extensional a sul do paralelo $3^{\circ}30''\text{S}$ (Figura 4.4). A estrutura romboedral é organizada pelo arranjo entre feixes de descontinuidades orientadas a NW-SE, com tendência simétrica e com aparente natureza transtensiva e feixes de descontinuidades orientados a E-W, ao centro da área, com provável componente “strike-slip” dominante. Esta geometria é cortada por estruturas complicadoras orientadas a NE-SW. Estas estruturas foram interpretadas como decorrentes da reativação do Cinturão Araguaia. Dispõem-se em uma estrutura assimétrica com mergulho dominante para Leste e na altura do meridiano $49^{\circ}38' \text{ W}$ parecem ter forte vínculo com o traçado do Rio Tocantins e impõem forte controle aos depósitos quaternários.

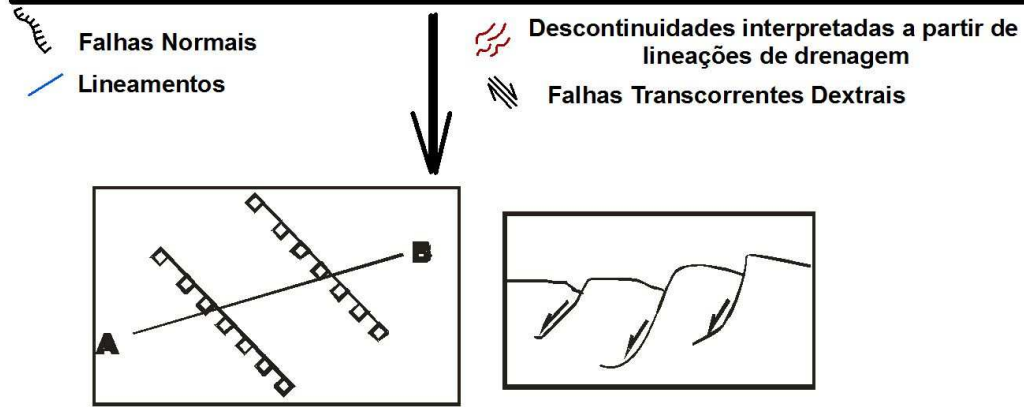
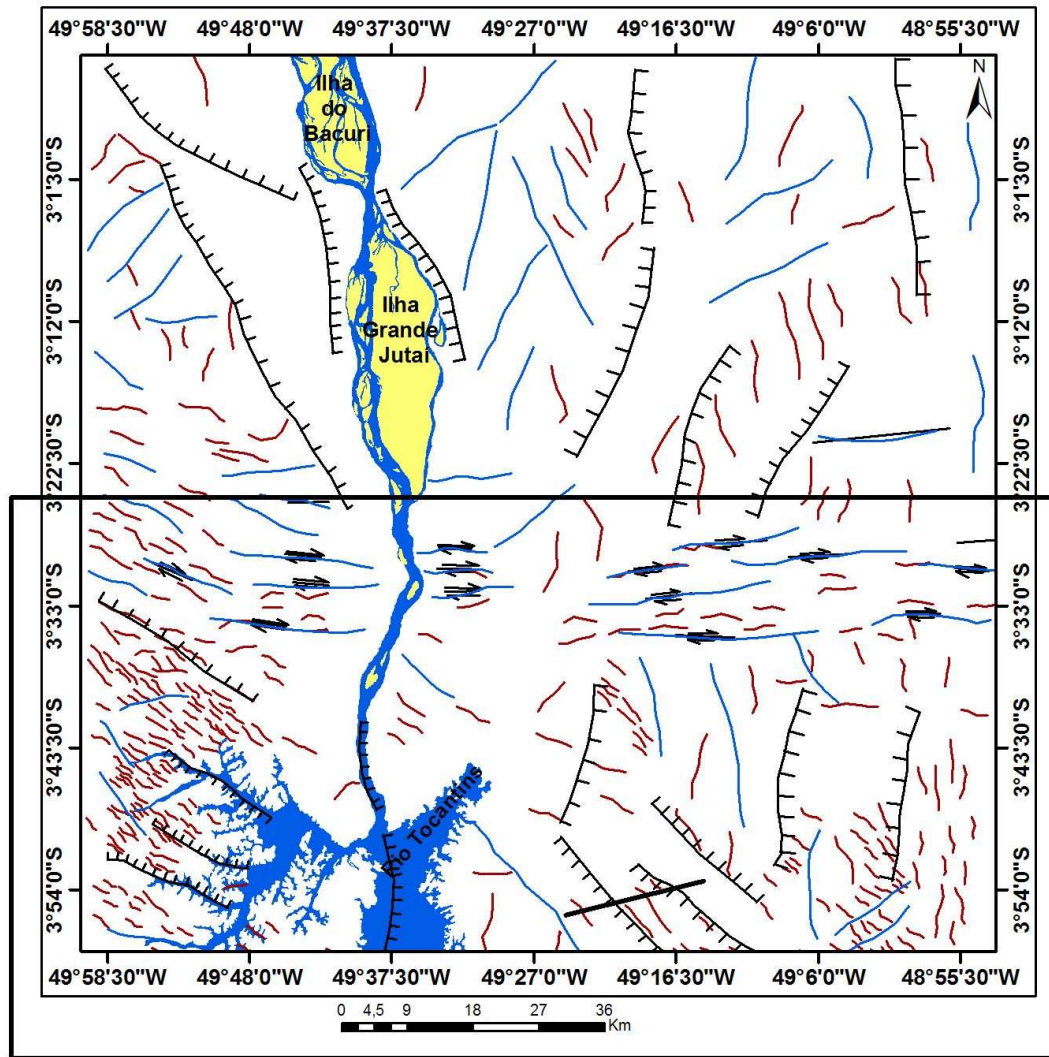


Figura 4.4 :Mapa com visualização da provável Estrutura romboedral gerada por feixes de falhas

4.1.2 Geomorfológicas

4.1.2.1 Drenagem

4.1.2.1.1 Descrição e análise da rede de drenagem

As anomalias representadas pelos deslocamentos das drenagens , quando analisadas , permitem individualizar tanto a presença de fraturamentos quanto a movimentação ao longo de falhas. Destaca-se que a compartimentação de zonas homólogas é indispensável para a análise da rede de drenagem, pois pode-se individualizar setores baseados nas feições anômalas, além de padrões importantes para o estudo da Neotectônica. Para análise da rede de drenagem foram utilizadas bases conceituais de Howard (1967), Lima (2002), Soares e Fiori (1976), Stewart e Hancock (1994),

4.1.2.1.2 Zonas homólogas

Na área de trabalho foram caracterizadas 5 zonas homólogas de drenagem (Figura 4.5)

Zona Homóloga 1

A área compreende afluentes dos Rios Tocantins e Alto Pacajá. Apresenta traçado da rede de drenagem muito denso. Pode ser classificada como ligeiramente anelar (em ocorrências restritas) e treliça de falha, onde seus cursos de primeira ordem se apresentam fortemente orientados segundo feixes de falhas NW-SE, o que são refletidos também na orientação dos topos angulosos do sistema de morros e morrotes presentes na área (Figura 4.6). Feições anômalas como arcos e cotovelos se fazem presentes em ângulos médios a altos, com padrões de assimetria classificados como ramificada completa fortemente estruturada, por vezes também apresenta traços lineares cuja intensidade de estruturação é muito forte.

Zonas Homólogas de Drenagem

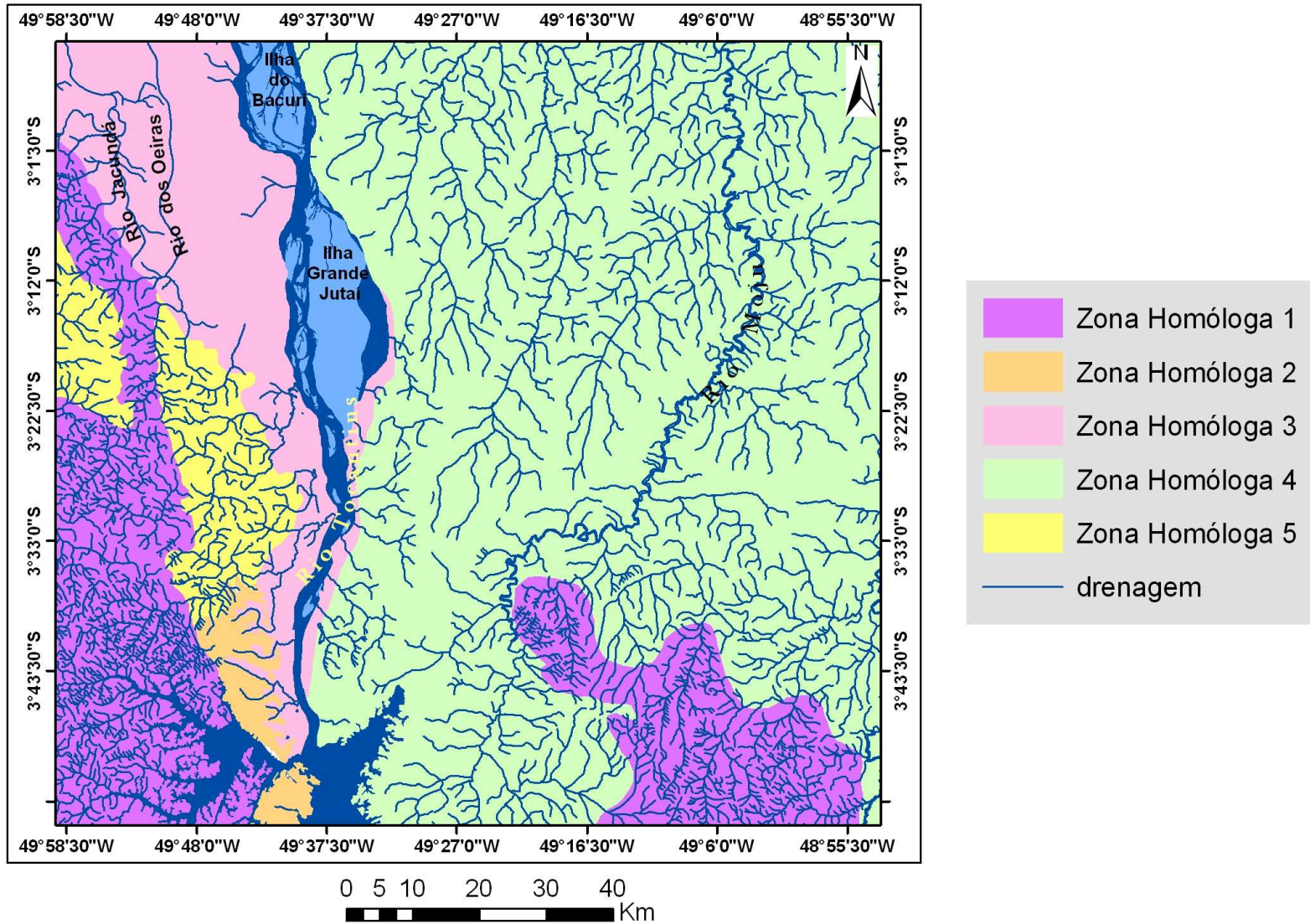


Figura 4.5: Mapa com zonas Homólogas definidas para área de trabalho.

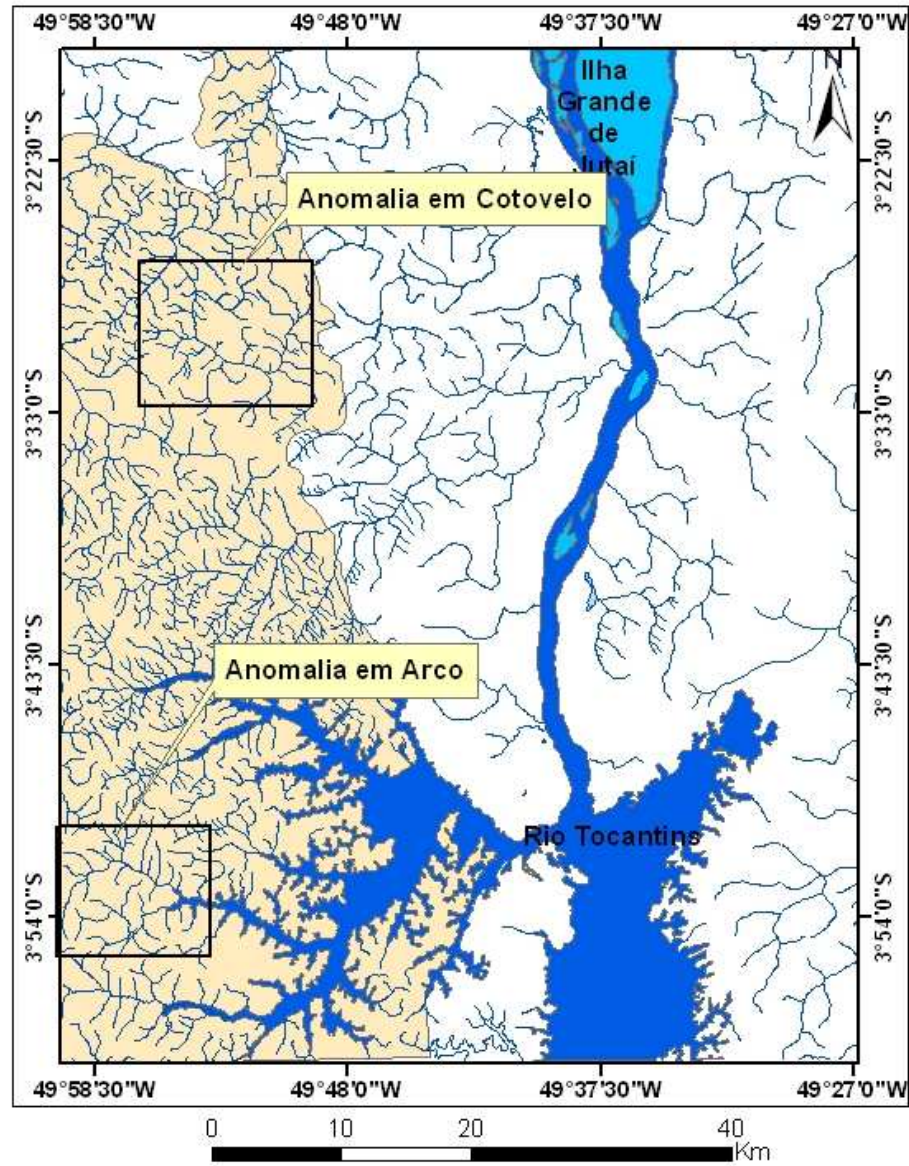


Figura 4.6 : Mapa com feições anômalas e assimetria de drenagem na zona homóloga 1

Zona Homóloga 2

O Rio Tocantins é o principal rio da área pertencente a esta zona homóloga. Nesta área não se observa padrões de drenagem específicos, pois o arranjo da rede de drenagem encontra-se pobremente distribuída sobre os topos achatados de serras (p.exemplo: Serra do Trucará) que apresenta altitudes máximas de até 290 metros. Associa-se a um relevo fortemente dissecado sobrepostos a rochas da Formação Caraipé, sustentado por cobertura lateríticas (bauxitas) Figura 4.7.

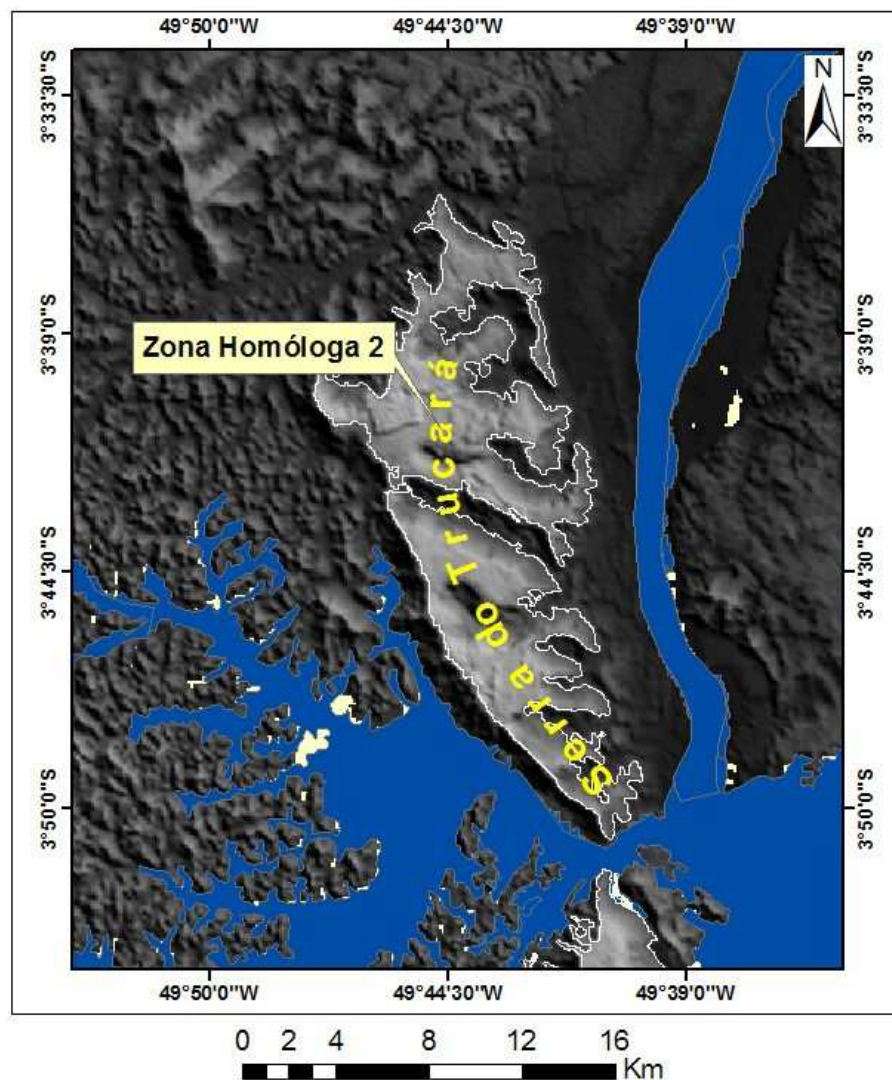


Figura 4.7 : Mapa com zona Homóloga a isolar os topos achatados de serras. Imagem SRTM 2000.

Zona Homóloga 3

Esta zona associa-se a relevos colinosos que alcançam até 120 metros, bem como terraços fluviais e margem de rios. Apresenta padrões com drenagem multibasinal com lagos, e estão sobre rochas sedimentares. Algumas das formas anômalas encontradas são em arco e cotovelo. Podem exibir angularidade média a baixa, não raramente exibem tendência unidirecional. Destaca-se um caso particular de assimetria forte, localizada no curso do Rio Jacundá (Figura 4.8) e está sobreposta aos depósitos quaternários e parcialmente aos litotipos da Formação Couto Magalhães.

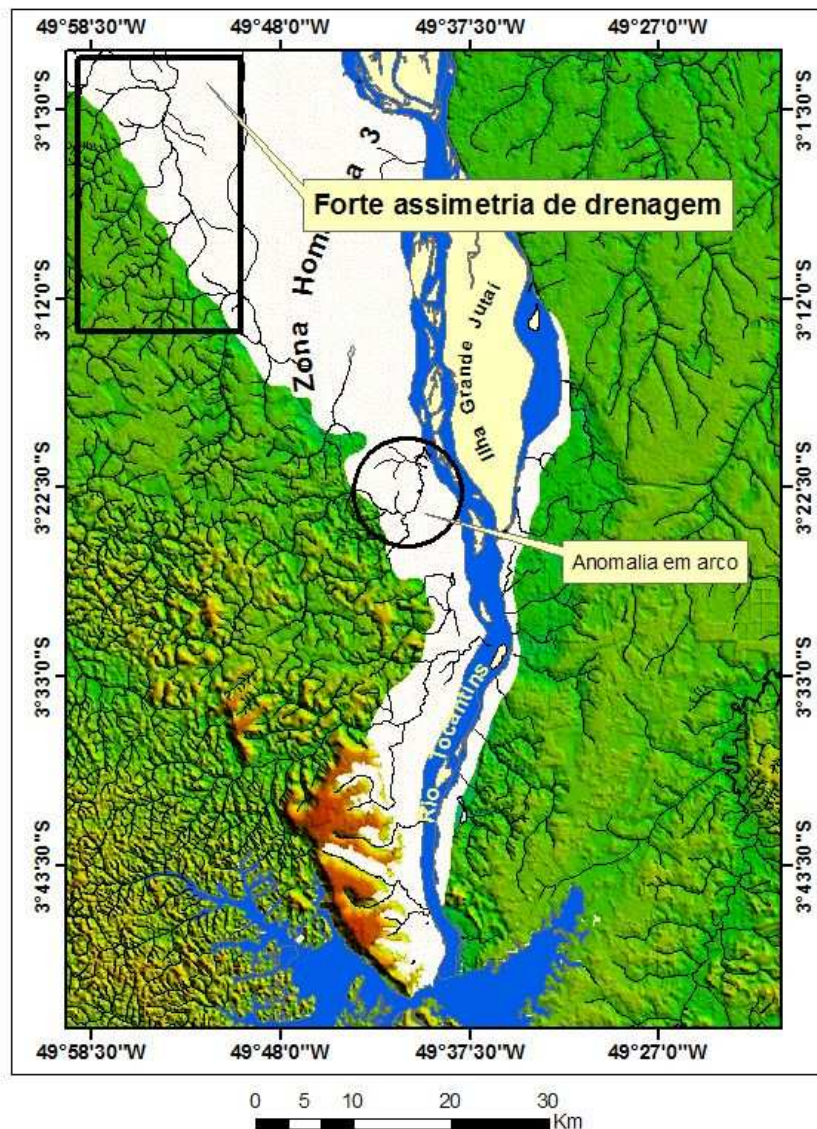


Figura 4.8: Mapa com geometria e anomalias de drenagem da zona Homóloga 3. Imagem SRTM 2000.

Zona Homóloga 4

Esta área é bastante representativa, pois a rede de drenagem é muito densa e possuidora de formas anômalas como arcos e cotovelos representados pelos cursos dos rios Igarapé Grande, Rio Cairari e Rio Moju. Possui assimetria simples completa, fortemente estruturada, traços de drenagem mistos (curvos e retilíneos) (figura 4.9). Apresenta grandes traços de drenagem(3° e 4° ordem) com direções preferenciais NW-SE subordinados aos feixes de falhas N-S, estes últimos vinculados à reativações das estruturas aflorantes do cinturão Araguaia.

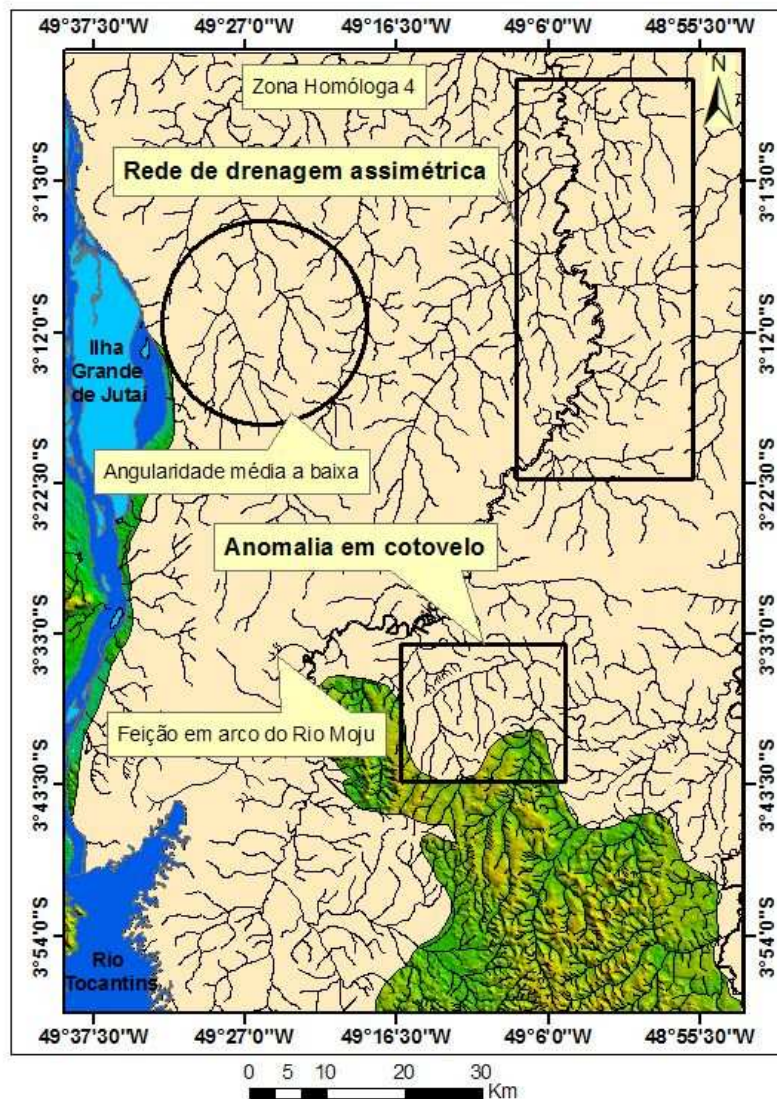


Figura 4.9: Mapa com feições anômalas da Zona Homóloga 4. Imagem SRTM 2000.

Zona Homóloga 5

Esta zona caracteriza-se por apresentar rede de drenagem com tendência a tropia multidirecional desordenada, sem controle forte controle estrutural preferencial para seus cursos maiores e menores, mas ainda com presença de algumas anomalias como arco e cotovelo. Foi classificada como Padrão sub-dendrítico, uma vez que outros segmentos apresentavam-se angularidade média e baixa sinuosidade. (Figura 4.10)

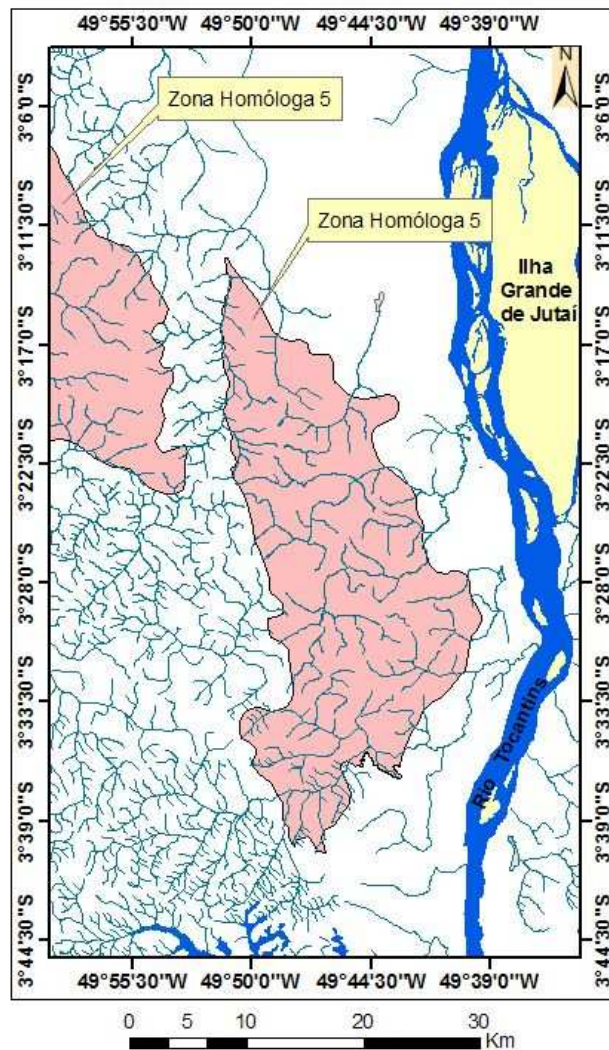


Figura 4.10 : Zona homóloga 5

As anomalias encontradas em toda a área de trabalho estão resumidas na figura 4.11 onde os traços de drenagem apresentam formas anômalas em arco, cotovelo e meandros isolados, com assimetria nos cursos de ordens elevadas.

Bemerguy e Costa. (2001) destacam exemplos de indicadores neotectônicos relativos à drenagem, elementos anômalos da paisagem amazônica e mostra que eles têm íntima relação com dois pulsos de movimentos direcionais que marcam a dinâmica do desenvolvimento da compartimentação geomorfológica no Terciário Superior e no Quaternário.

Segundo Bemerguy e Costa (1991) os principais rios da região Norte encontram-se fortemente adaptados à estruturas mesozóicas e cenozóicas. Estruturas intimamente associadas à falhas de transferência, controlam o traçado da rede de drenagem, da região do Baixo Amazonas, bem como os trechos anômalos, em cotovelo dos Rios Araguaia e Tocantins.

A rede de drenagem da área se ajusta prontamente aos padrões de tectônica estrutural, os quais respondem pela presença de feições anômalas como arcos e cotovelos, e pela instalação de padrões em treliça, com forte assimetria, onde alguns são parcialmente interpretados como treliça de falha.

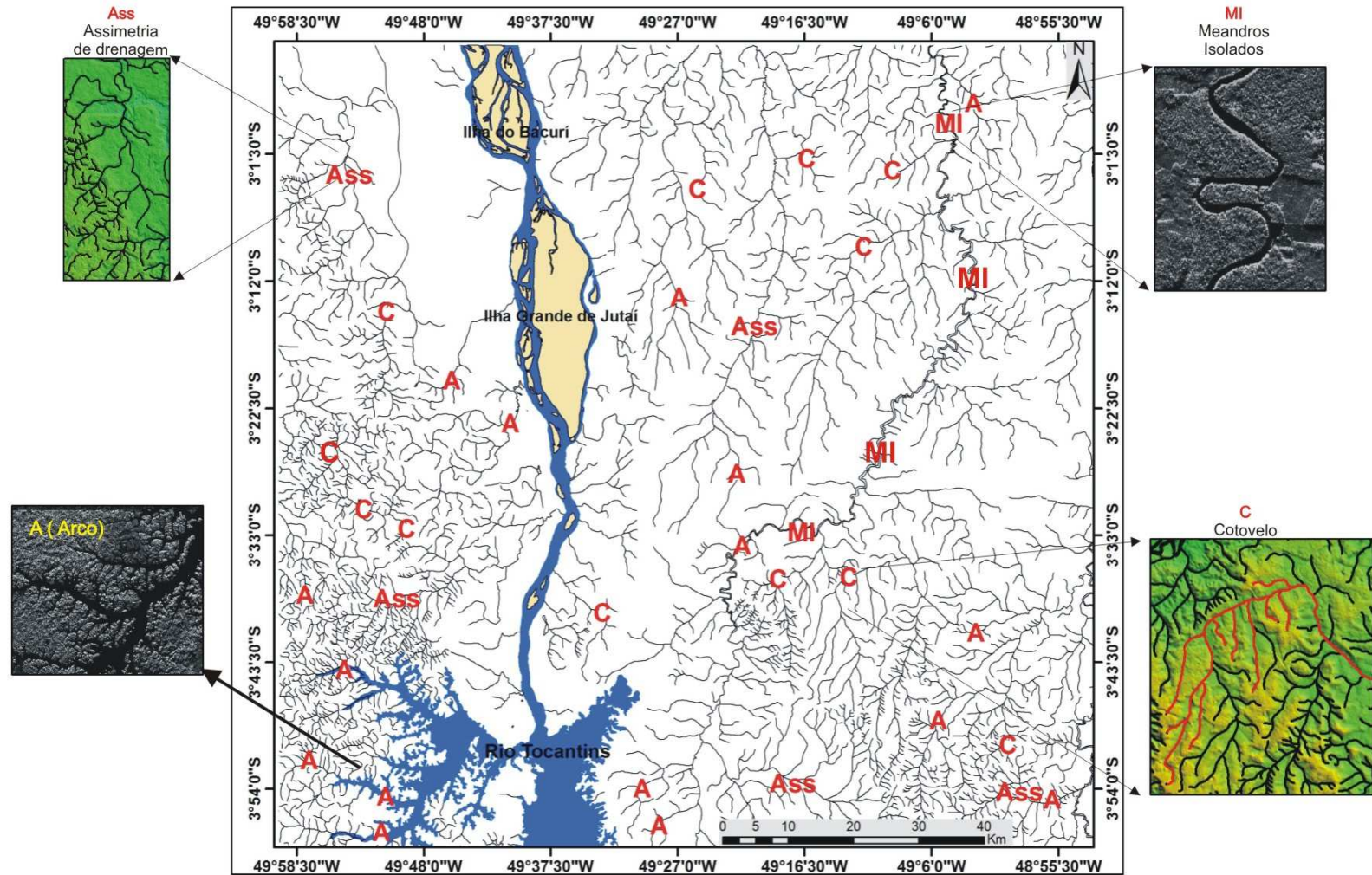


Figura 4.11: Mapa com anomalias de drenagem encontradas nos traços de drenagem da área.

4.1.2.1.3 Rio Tocantins

O Rio Tocantins, um dos formadores do Estuário do Amazonas, desenvolve seu curso em direção predominante sul-norte, com extensão de 2500 km até a foz, nas proximidades da cidade de Belém, Capital do Estado do Pará, onde chega ao Oceano com uma bacia de drenagem de 767 000 km² possuindo inúmeros afluentes.

O rio Tocantins tem estreita planície de inundação. Nasce no Escudo Brasileiro e flui em direção norte até desaguar na Baía de Marajó. Os principais formadores do rio Tocantins são os rios Paranã e Maranhão. Este último nasce na Reserva Biológica de Águas Emendadas, no Distrito Federal, onde as bacias amazônica, do Paranã e do São Francisco se comunicam.

Dentro da área estudada, o Rio Tocantins mostra eventualmente bancos de areia ao longo do seu leito e frequentemente o seu curso é interrompido por cachoeiras e corredeiras e sua morfologia particular mostra feições anastomóticas e em seu perfil longitudinal, apresenta canais retilíneos com barras (ilhas) próximo às coordenadas 49°37'31" W e 3°12'32" S. (figura 4.12), o Rio Tocantins também mostra características de formas anômalas em arco (Figura 4.13).

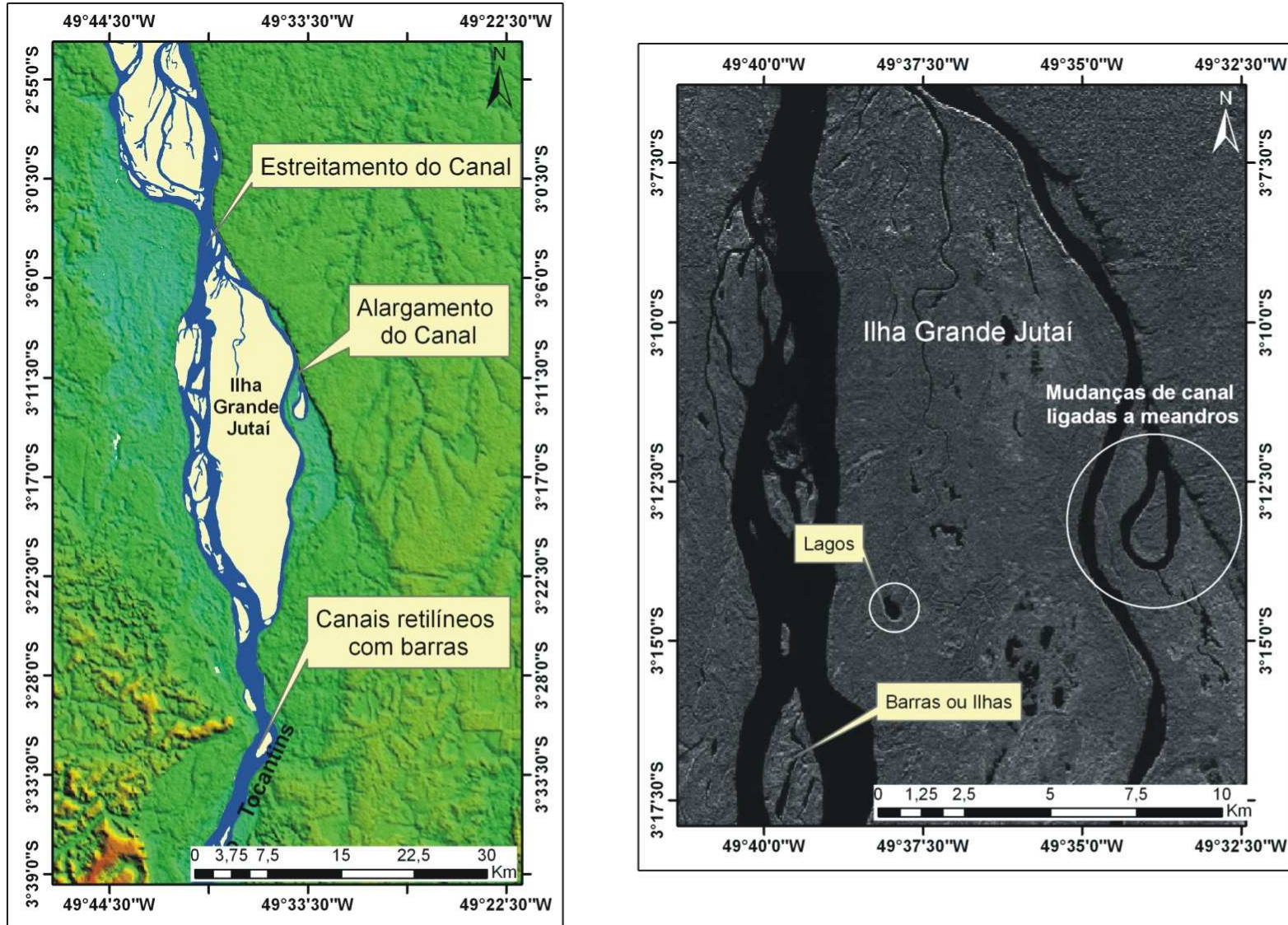


Figura 4.12 : Mapas com visualização Aspectos morfológicos do Rio Tocantins.
Imagem SRTM 2000 e SAR R99R

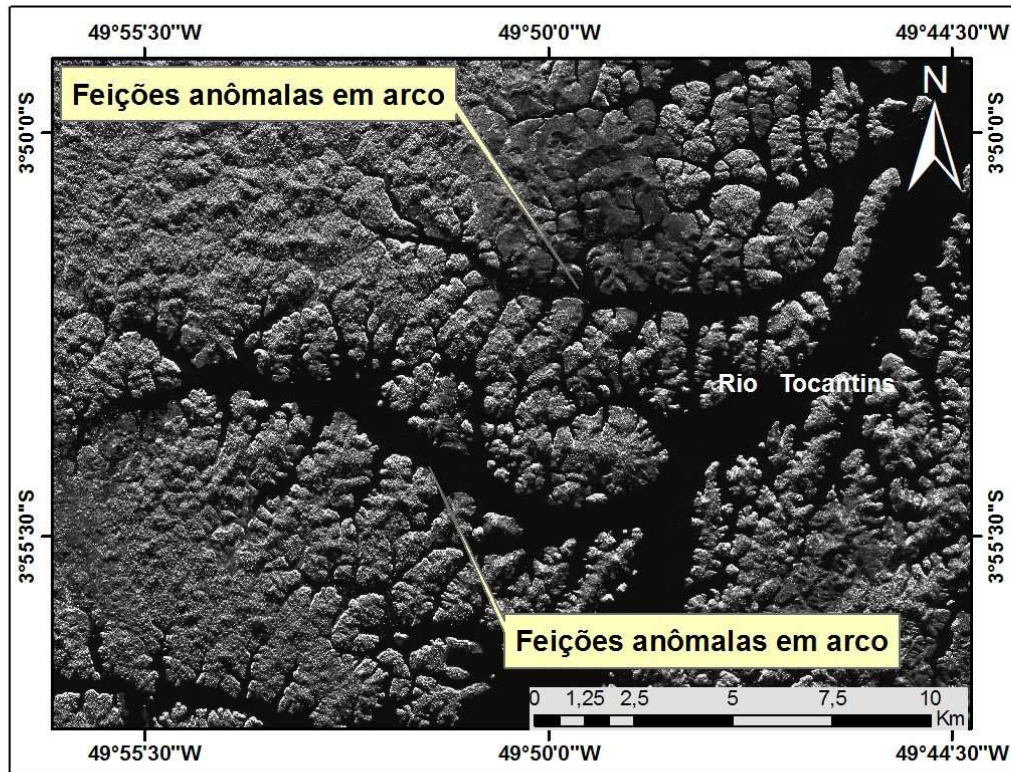


Figura 4.13: Mapa com feições em arco no Rio Tocantins

4.1.2.1.4 Rio Moju

Segundo Cristofolletti (1980), Canais meandantes são curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, elaboradas pelos rios através de um trabalho contínuo de escavação na margem côncava (maior velocidade da corrente) e deposição na margem convexa (menor velocidade da corrente).

O Rio Moju possui perfil longitudinal notadamente meandrante, corta a área com várias orientações, desde N-S, passando a E-W, projetando-se a NE-SW. Exibe grandes feições anômalas, tais como arco à altura do paralelo 3°39'00". Apresenta drenagem fortemente assimétrica. (Figura 4.14)

O Rio Moju têm características peculiares que formam lagos estes lagos são formados através do isolamento de meandros por processos de erosão e sedimentação das margens.

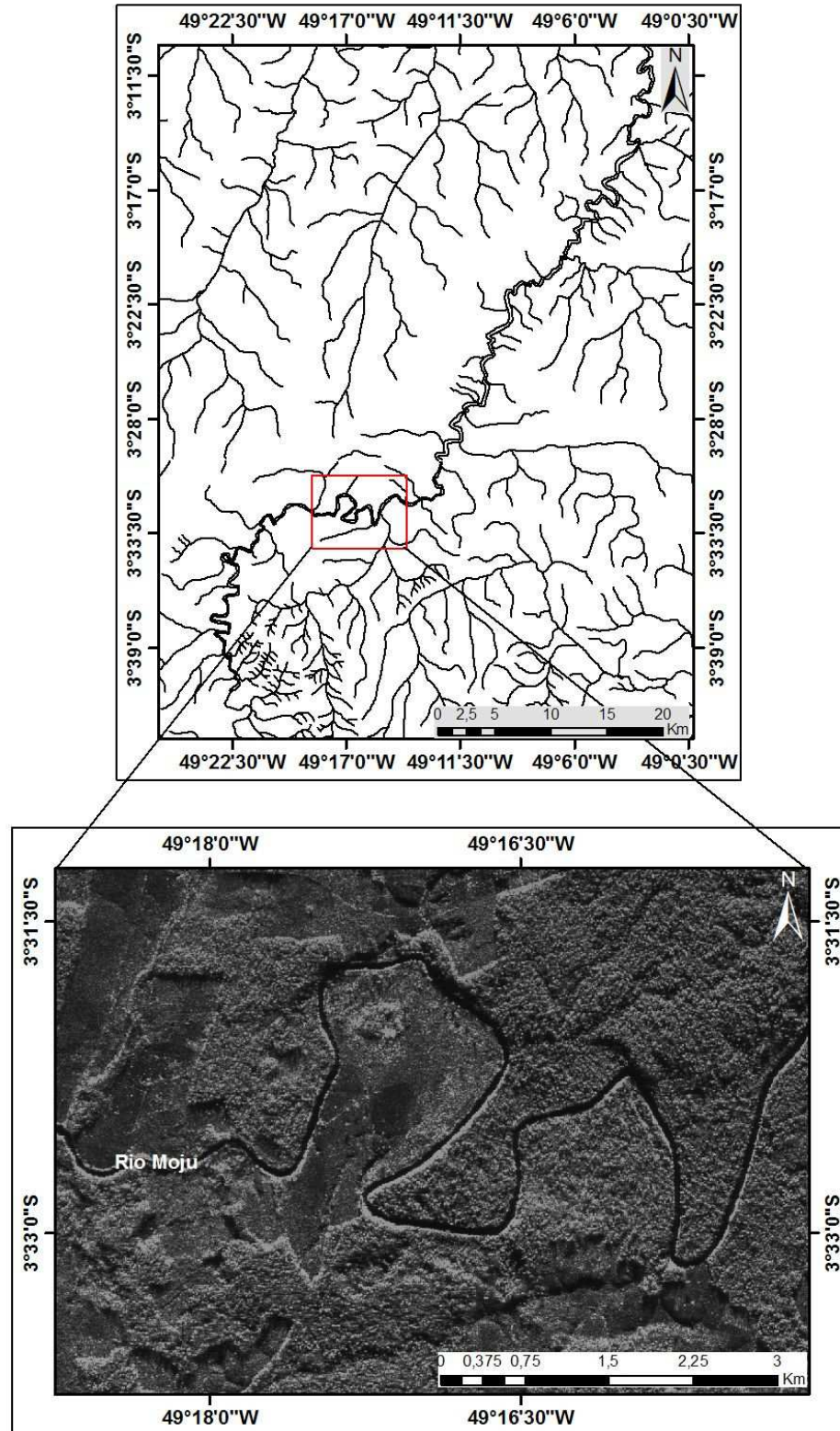


Figura 4.14: Mapa com aspectos meandantes do Rio Moju. Imagem SAR R99B

4.1.2.2. Relevo

4.1.2.2.1 *Landforms* tectônicos

Na área de trabalho, falhas normais indicaram presença de “*landforms Tectônicos Primários*” (escarpas de falhas)- Figura 4.15, ao longo de vales dos rios e “*landforms Tectônicos secundários*” (relevo fracamente assimétrico) em perfis de serras, onde seu comportamento estrutural gerou feições características para a classificação. Foram produzidos 6 perfis com base nos modelos digitais de elevação, onde as feições morfológicas foram identificadas(Figuras 4.16, 4.17, 4.18 e 4.19)



Figura 4.15 : Feições geomorfológicas possivelmente associada a recuo de *Landforms Tectônicos Primários* (no detalhe)

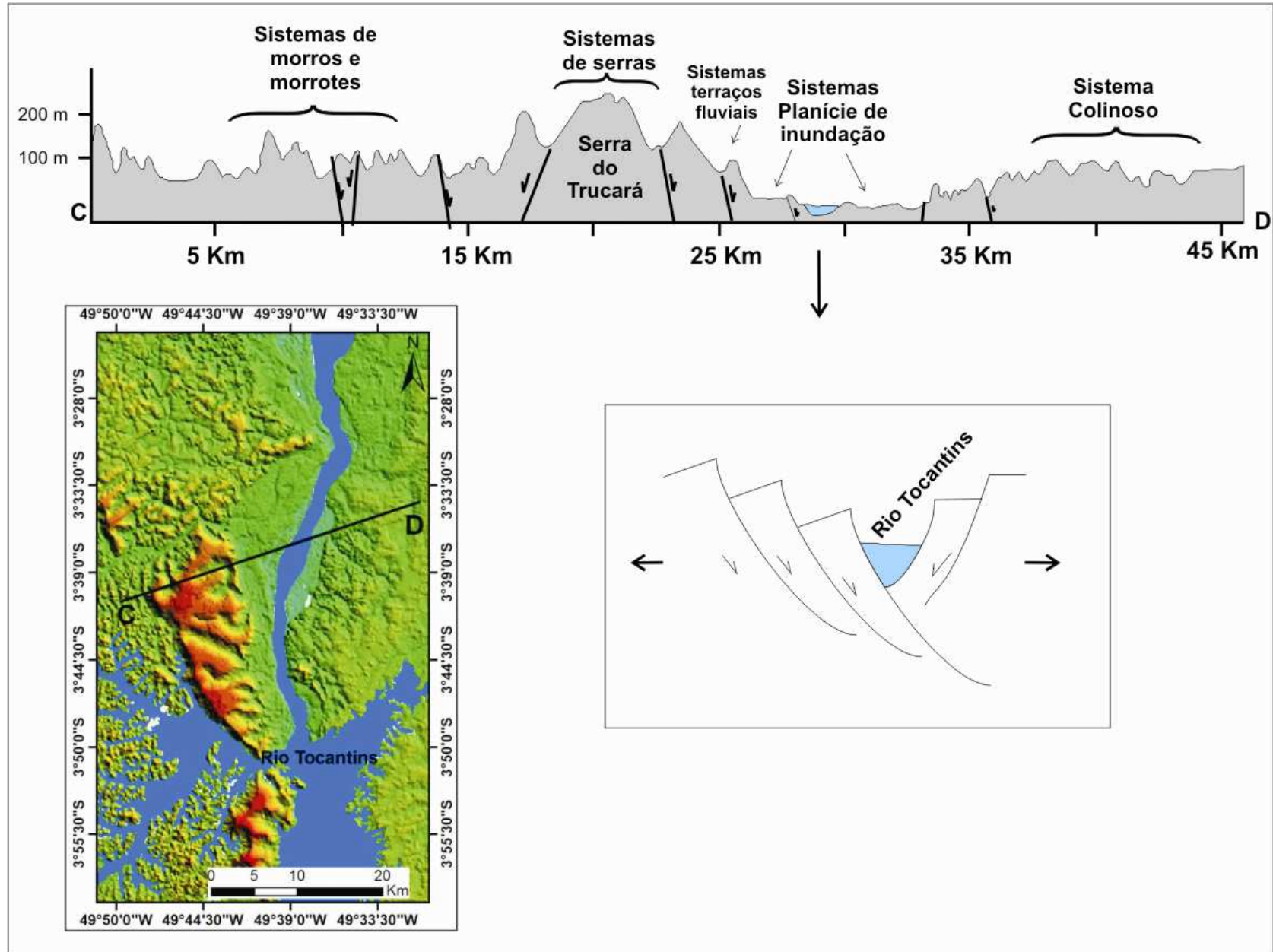


Figura 4.16: Perfil esquemático com Landforms Tectônicos Primários obtidos a partir de dados morfoestruturais interpretados de produtos SRTM.

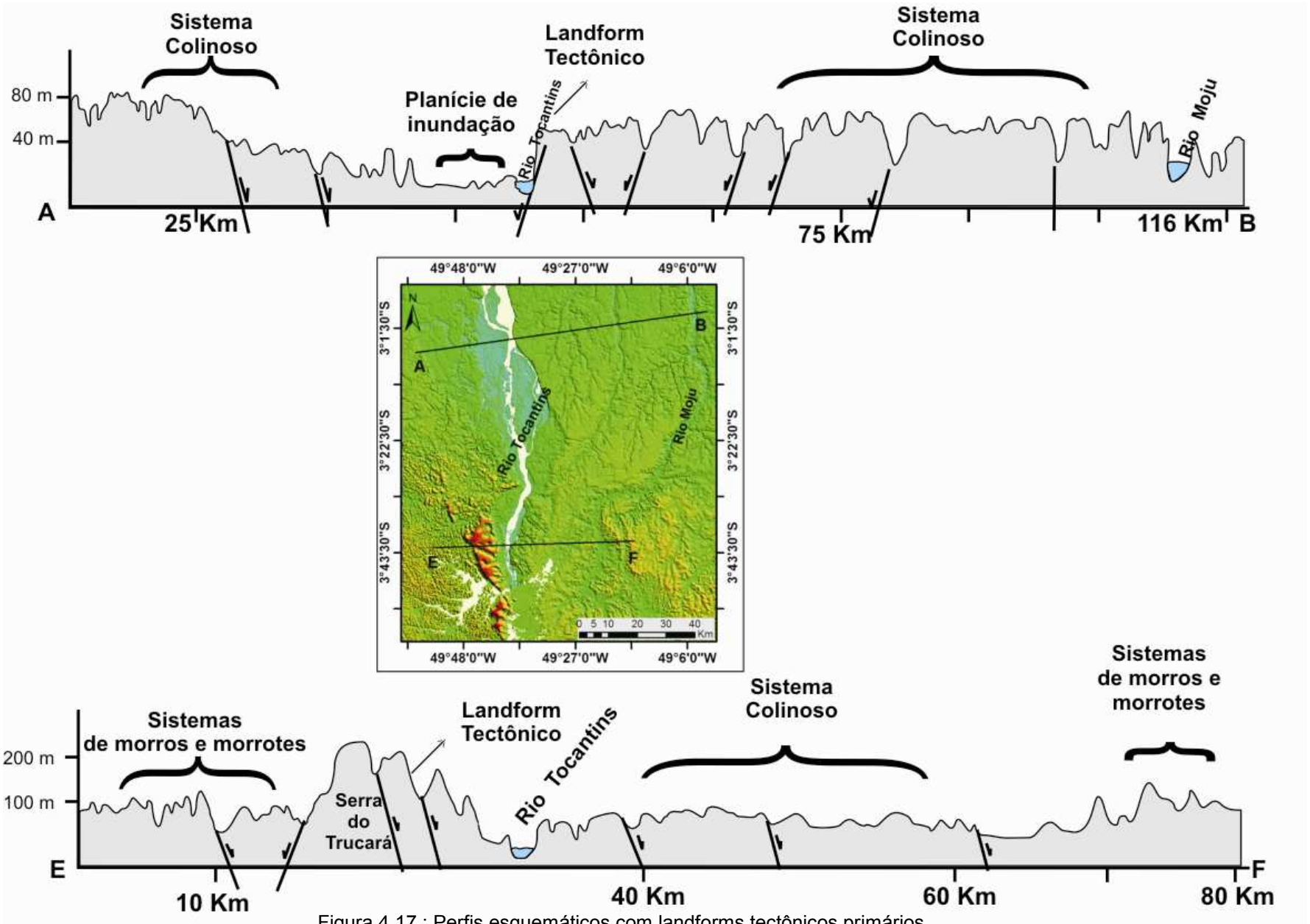


Figura 4.17 : Perfis esquemáticos com landforms tectônicos primários

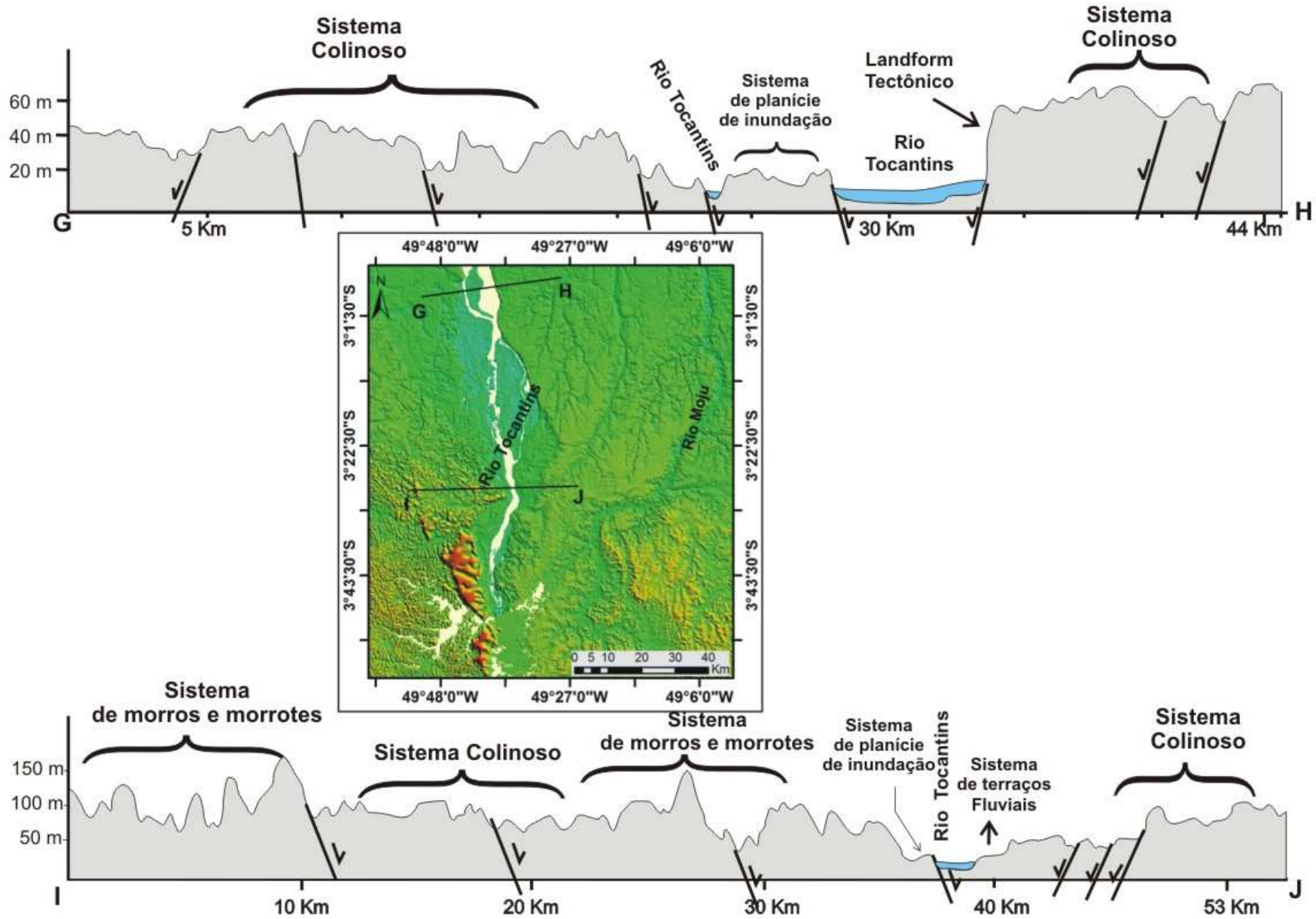


Figura 4.18 : Perfis esquemáticos com landforms tectônicos primários

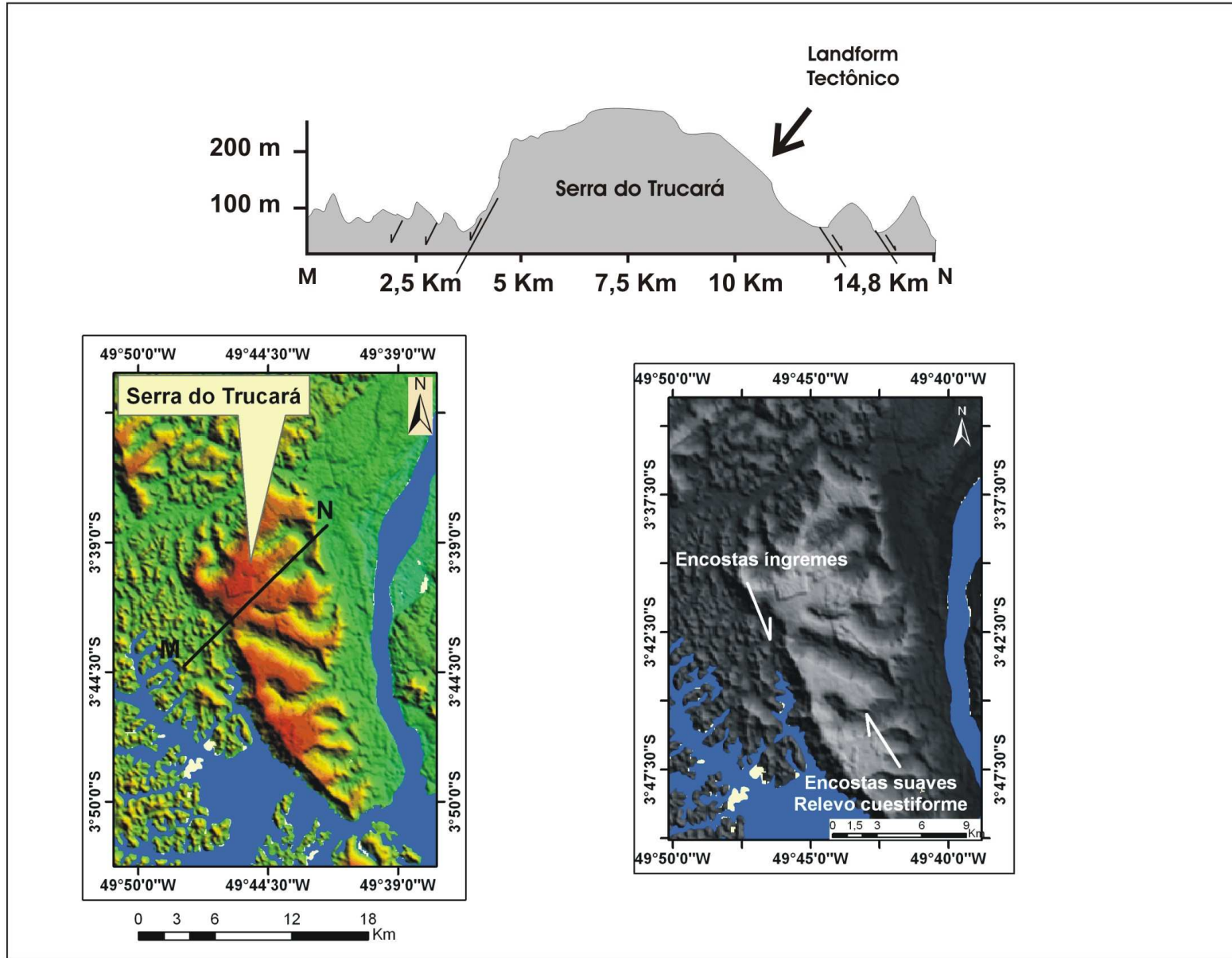


Figura 4.19 : Perfil esquemático para visualização de landforms tectônicos Secundários. Imagem SRTM 2000

Através dos perfis topográficos foi possível observar o contraste de relevo da área, onde porções se mostram com baixas altitudes (variando entre 40 e 60 metros) características de Planícies de inundação e terraços fluviais. As áreas de maior altitude (até 290 metros) mostram morros e morrotes com vales em “V”, encostas íngremes, e topos angulosos e arredondados, o sistema colinoso apresenta topos e encostas mais suaves, os perfis que apresentam os relevos de serras, se particularizam pela forma tabular de seus topos e encostas íngremes e suaves caracterizando as cuestas presentes na área.

A Figura 4.19 mostra feições significativas para indicar sua classificação como landform tectônico secundário, pois apresenta relevo assimétrico onde sua porção ocidental é representado por “posição de front” e na sua porção oriental o relevo pode ser descrito como reverso.

Na figura 4.16 foram identificados “landforms” tectônicos primários associados a feixes de lineamentos orientados a E-W, NW-SE, NE-SW e N-S. Três feixes principais de descontinuidades orientadas a N-S afetam a área de investigação, e representam “landforms” tectônicos primários com tendência extensional.

Tais feições são de elevada importância para a Neotectônica uma vez que se tornam evidências geomorfológicas de que o processo é atuante em determinada porção da paisagem.

4.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM

4.2.1 Análise e quantificação do relevo

A geomorfologia tem sido freqüentemente usada, em seu sentido mais amplo, para classificar a superfície terrestre tanto em termos de forma quanto de processo. O reconhecimento das feições geomorfológicas foi embasada nos modelos digitais de elevação e Imagens de Radar SAR, segundo a metodologia de Ponçano et al. (1979) e usa, predominantemente, a forma (morfologia) do ponto de vista morfométrico como o fator principal na determinação dos sistemas paisagístico.

A Análise do relevo, na área investigada, permitiu identificar grupos genéticos de agradação e degradação que estão subdivididos em: Sistemas de : *Planícies de inundação, Terraços fluviais, Morros e Morrotes, Colinoso e Serras* (Figura 4.25)

4.2.1.1 Relevo de agradação

São superfícies aplainadas por acumulação de sedimentos aluviais:

- a) *planícies de inundação* – Tratam-se dos Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto à margem do Rio Tocantins, estas regiões são sujeitas periodicamente às inundações. São encontrados na porção NW da área de trabalho (Figura 4.20);

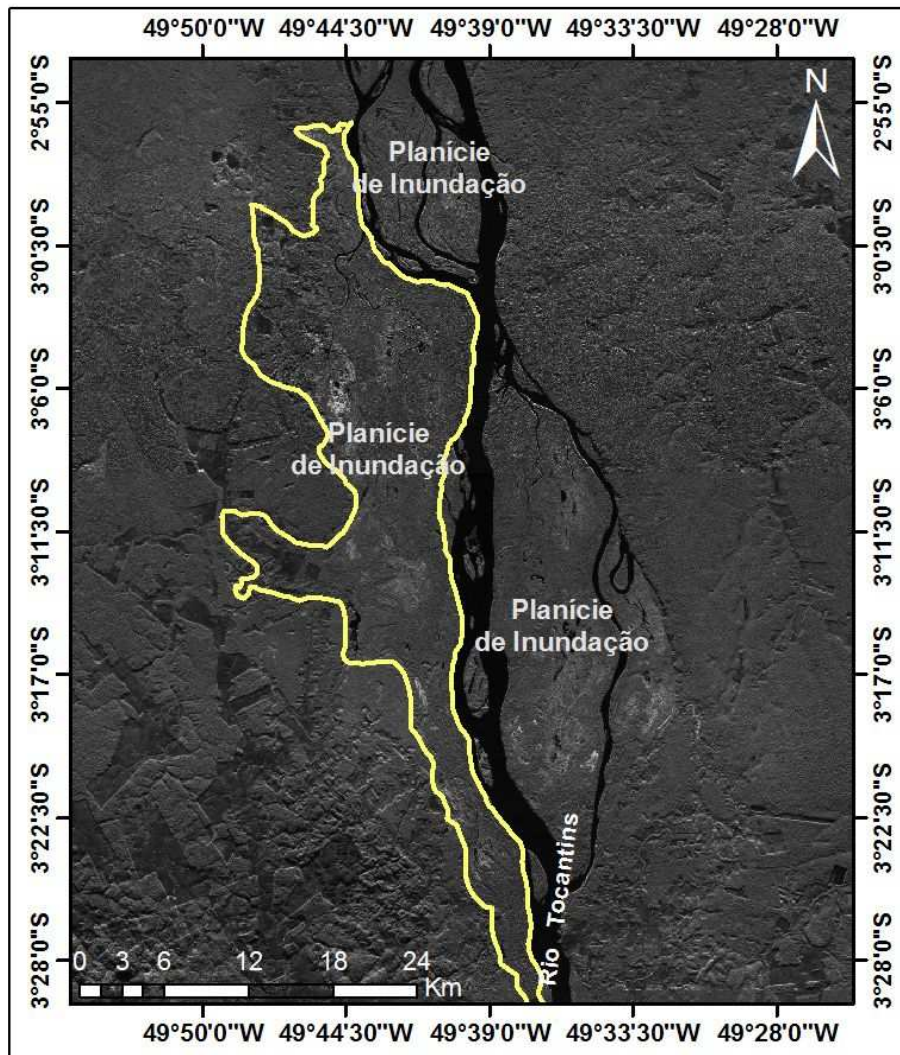


Figura 4.20: Mapa com Sistemas de Planícies de inundação, Imagem SAR R99B

b) *terraços fluviais* – São caracterizados pelos Terrenos horizontais ou levemente inclinados, junto à margem dos rios, alçados de poucos metros em relação à várzea não são inundáveis. Encontram-se nas porções N,S, e NE da área de trabalho (Figura 4.21).

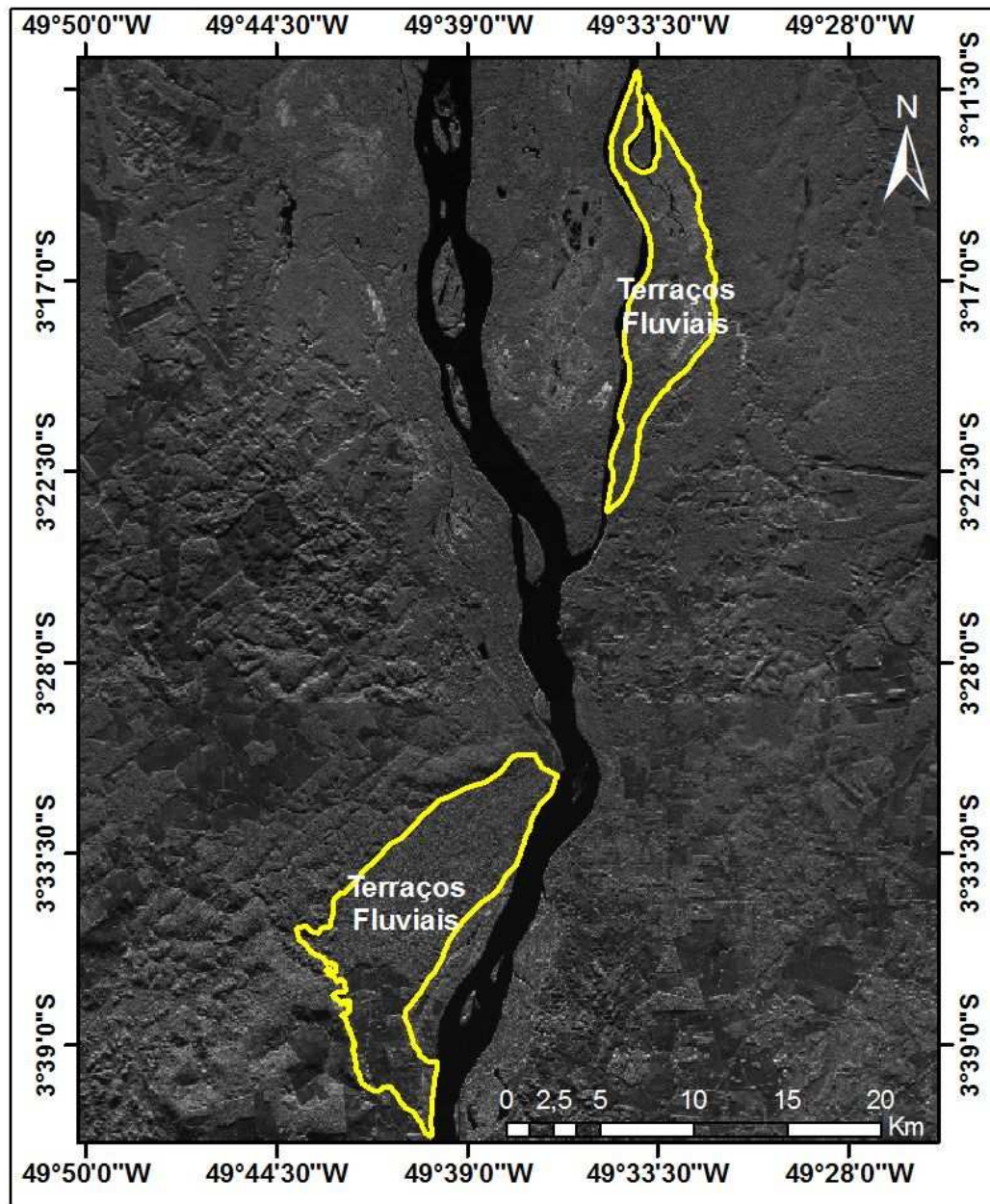


Figura 4.21: Mapa com Sistemas de Terraços Fluviais.
Imagem SAR R99B

4.2.1.2 Relevos de degradação

São superfícies que estão em processo de dissecação ou erosão:

- a) *morros e morrotes*: Possuem vales fluviais profundos. Apresentam declividades médias e altitudes locais de aproximadamente 180 metros, apresenta topos angulosos e arredondados, vertentes com perfis retilíneos e convexos, drenagem de alta densidade, vales fechados. Encontra-se na porção SW da área.(Figura 4.22);

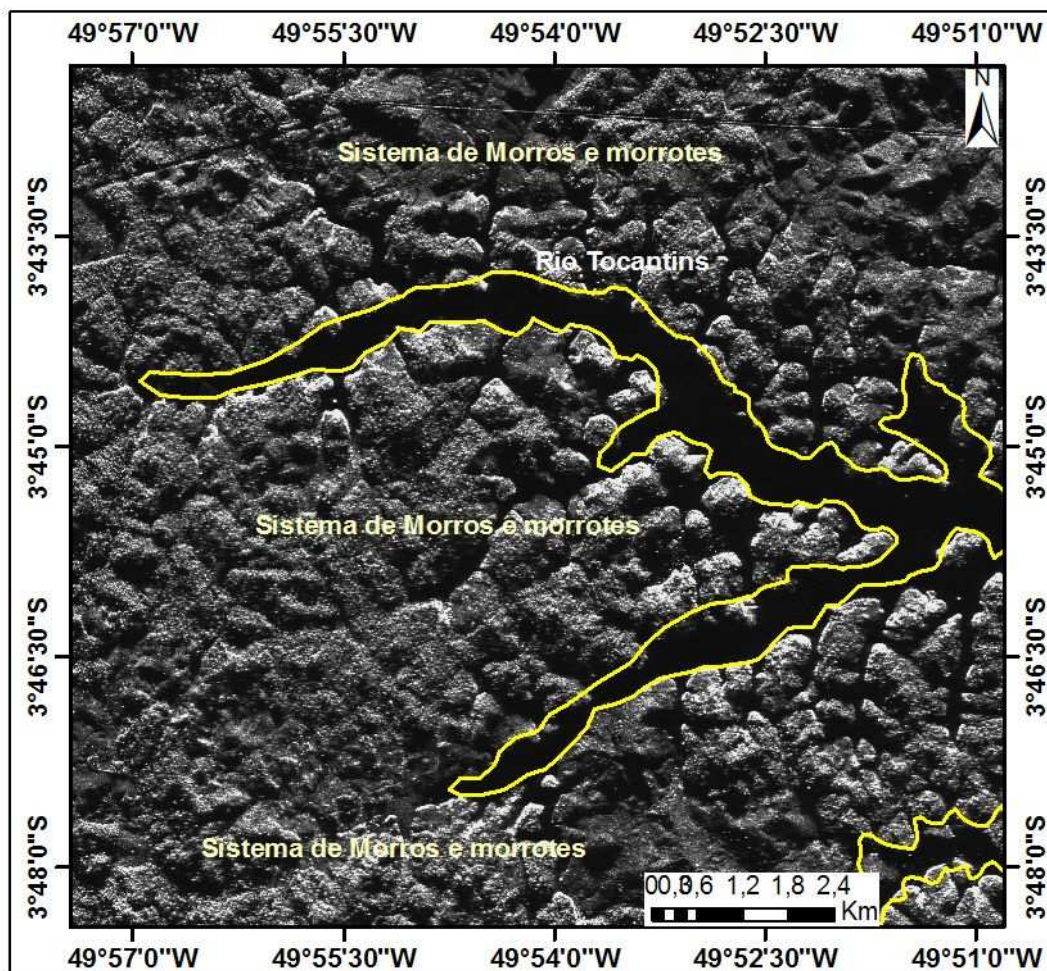


Figura 4.22 : Mapa com Sistema de Morros e Morrotes. Imagem SAR R99B

- b) *sistemas de serras*: Marcado por formas com topos achatados, encostas da parte oeste bastante íngremes e na parte leste se tornam mais suaves mostrando o relevo cuestiforme, apresenta declividade média a alta, maiores que 15%, com cotas de 250 a 300 metros (ex. Serra do Trucará), (Figura 4.23);

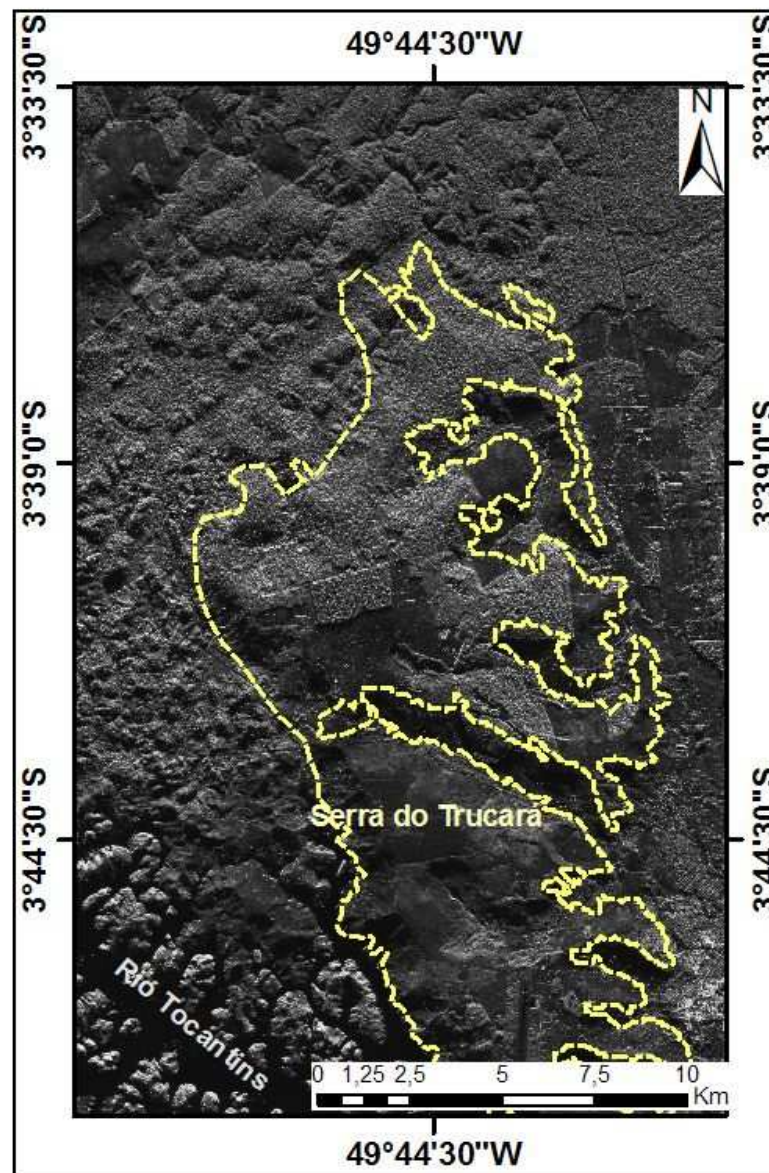
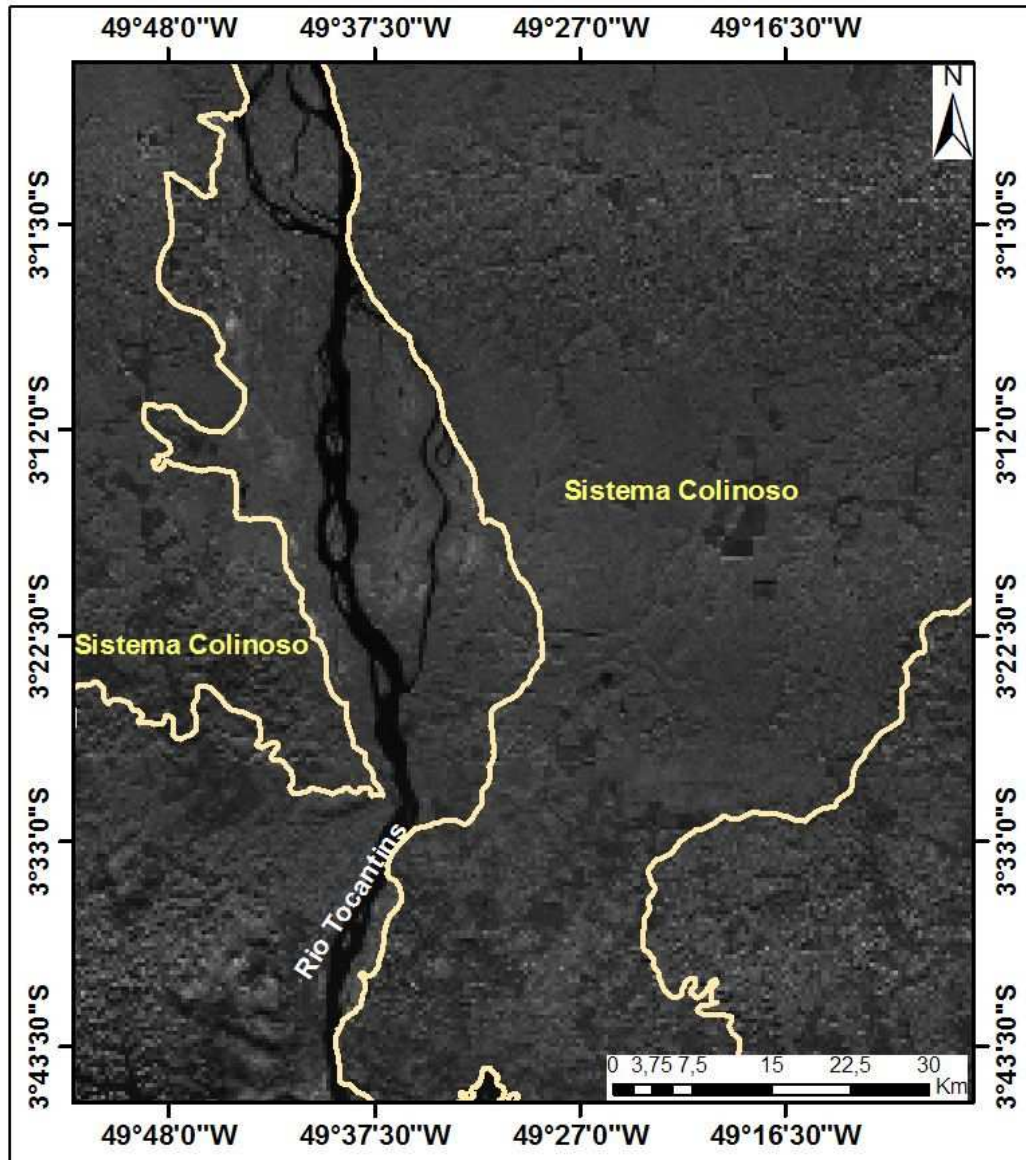


Figura 4.23: Mapa com Sistema de Serras. Serra do Trucará.
Imagem RADAR SAR R99B

- C) *sistema colinoso*: Caracterizado por formas constituídas por superfícies pouco elevadas com cume mais ou menos nivelado devido à erosão. As cotas encontram-se abaixo de 120 metros. Este sistema constitui a maior parte da expressão paisagística da área de estudo(Figura 4.24)



4.24: Sistema Colinoso representando a morfografia dominante da área. Imagem SAR R99B

MAPA GEOMORFOLÓGICO

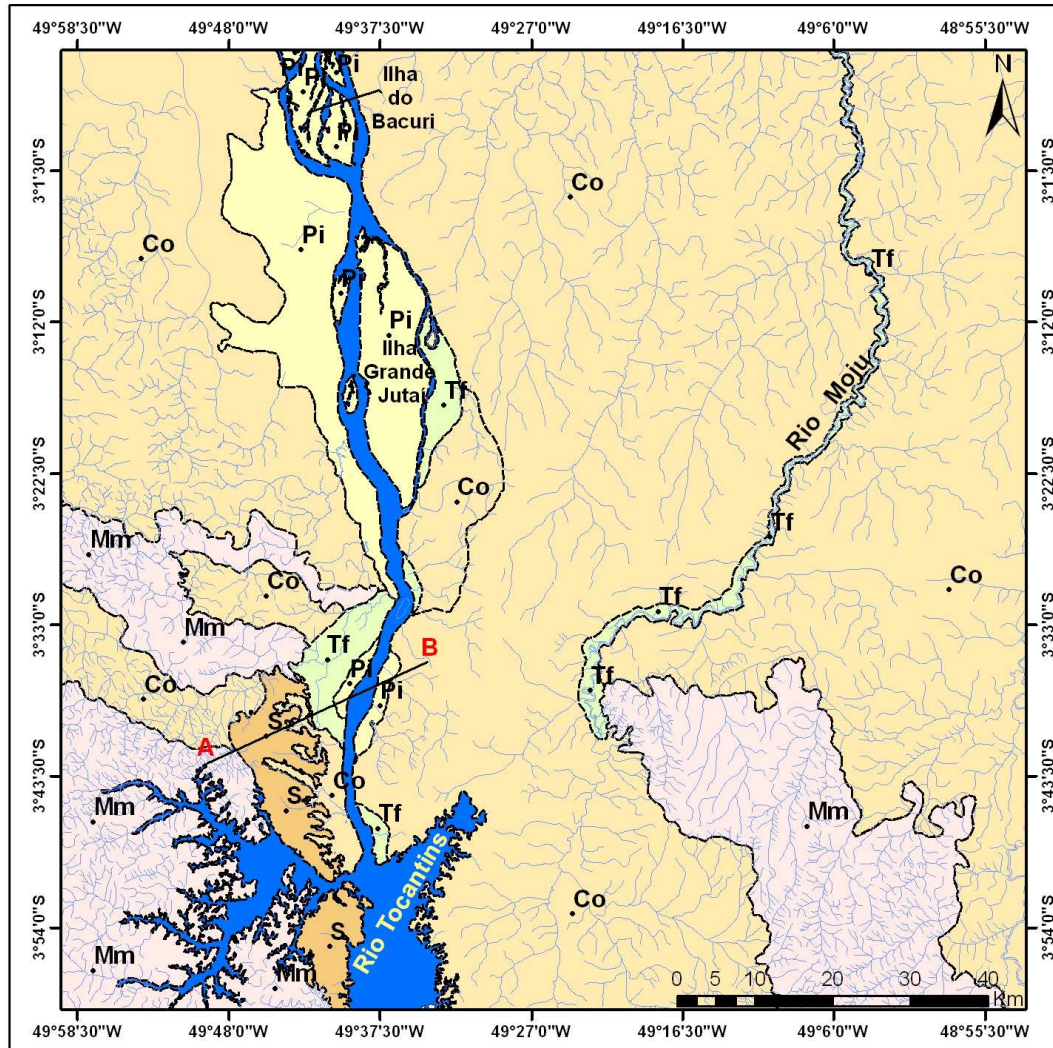
LEGENDA

Sistemas de Relevo

Agradação		Degradação	
Pi	Planície de Inundação	Co	Colinas
Tf	Terraços Fluviais	Mm	Morros e Morrotes
Drenagem		S	Serras
Limite entre sistemas de Relevo			



Perfil Geomorfológico com os tipos de Sistemas de Relevos presentes na área



4.25: Mapa geomorfológico da Área

A análise Quantitativa dos elementos geomorfológicos (Figura 4.26) permitiu identificar que o relevo de agradação composta de planícies e terraços que ocupam 7 % do total, e para o grupo de degradação composta de Morros, Morrotes, Colinas e Serras têm-se 86 %. O Rio Tocantins ocupa uma área de 7% do total, todos os dados podem ser visualizados na tabela 2

Tabela 2 : Diversidade paisagística da área e seus respectivos valores quantitativos.

Sistema de Relevo	Área Km ²	%
Sistema Colinoso	10941,58	68
Sistema de Morros e morrotes	2475,64	16
Sistema de Serras	270,45	2
Sistema de Terraços Fluviais	322,38	2
Sistema de Planícies Fluviais	811,44	5
Rio Tocantins	1070,0	7

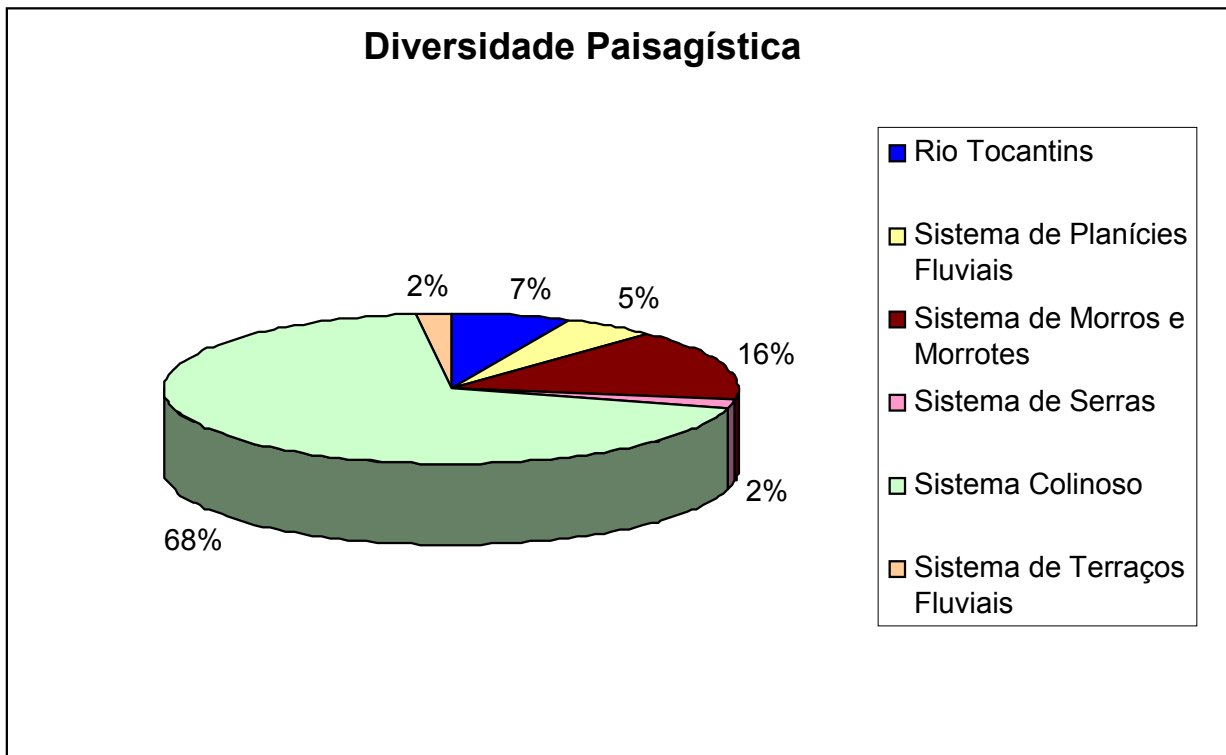


Figura 4.26: Análise quantitativa da expressão areal dos sistemas geomorfológicos da paisagem em diagrama estatístico.

4.2.2 Ocupação do solo

A classificação Supervisionada possibilitou a visualização de três classes (Figuras 4.27 e 4.28): água (azul), vegetação(verde) e antropismo(vermelho) para as cenas 223/062 (03.08.2001) Municípios de Moju e Tailândia; 223/063 (31.07.2000) Breu Branco e Goianésia do Pará; 224/062 (09.07.2001) Município de Baião; 224/063 (09.07.2001) que engloba o município de Tucuruí, em todas as cenas verifica-se que o antropismo apresenta uma grande escala de ocupação, principalmente às margens dos rios. É importante ressaltar que o “antropismo” refere-se aqui a solo exposto e áreas cultivadas, sendo necessário um estudo mais detalhado para definição das particularidades destas classes. Na cena 223/063, a área antropizada ocupa uma porcentagem aproximada de 55%. Já a cena 223/062, tem suas classes de vegetação e antropismo aproximadamente equivalentes.

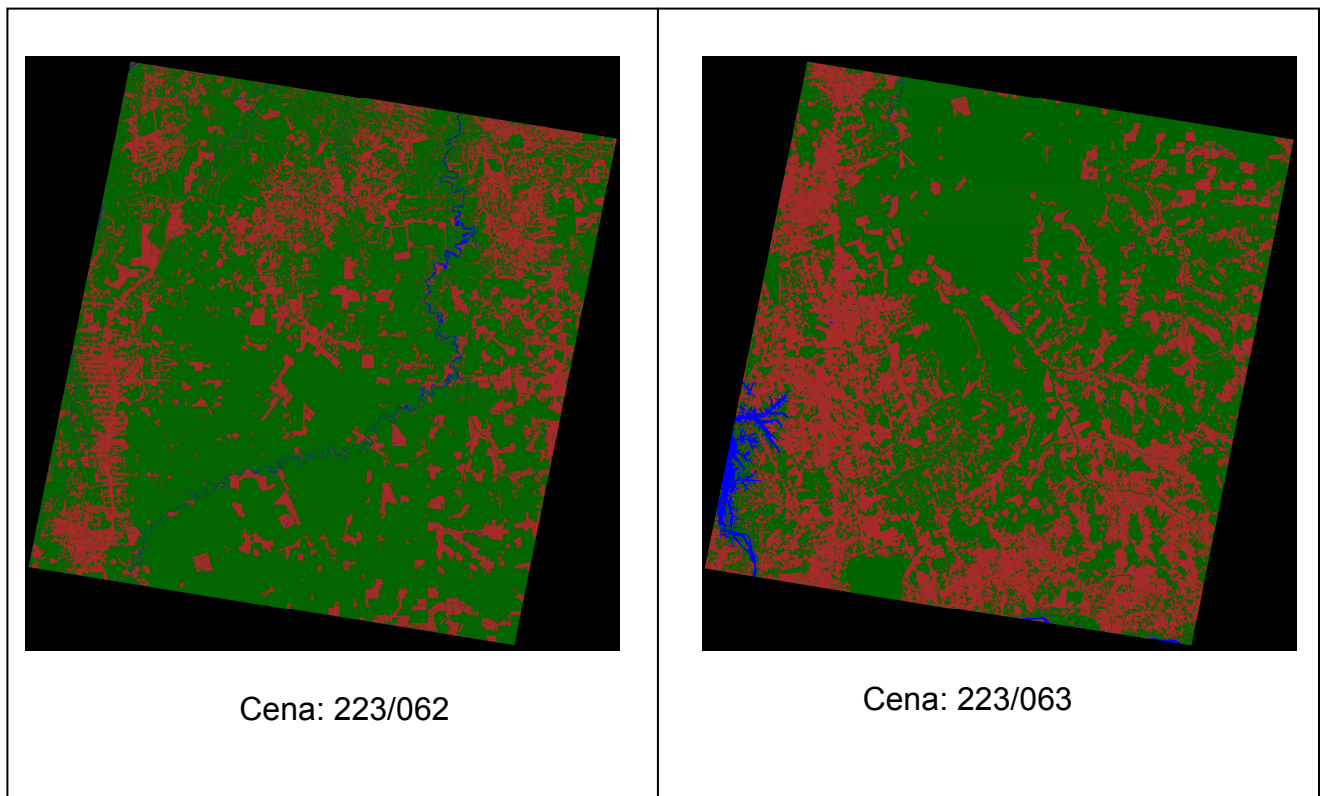


Figura 4.27: Classes visualizadas pela classificação digital supervisionada

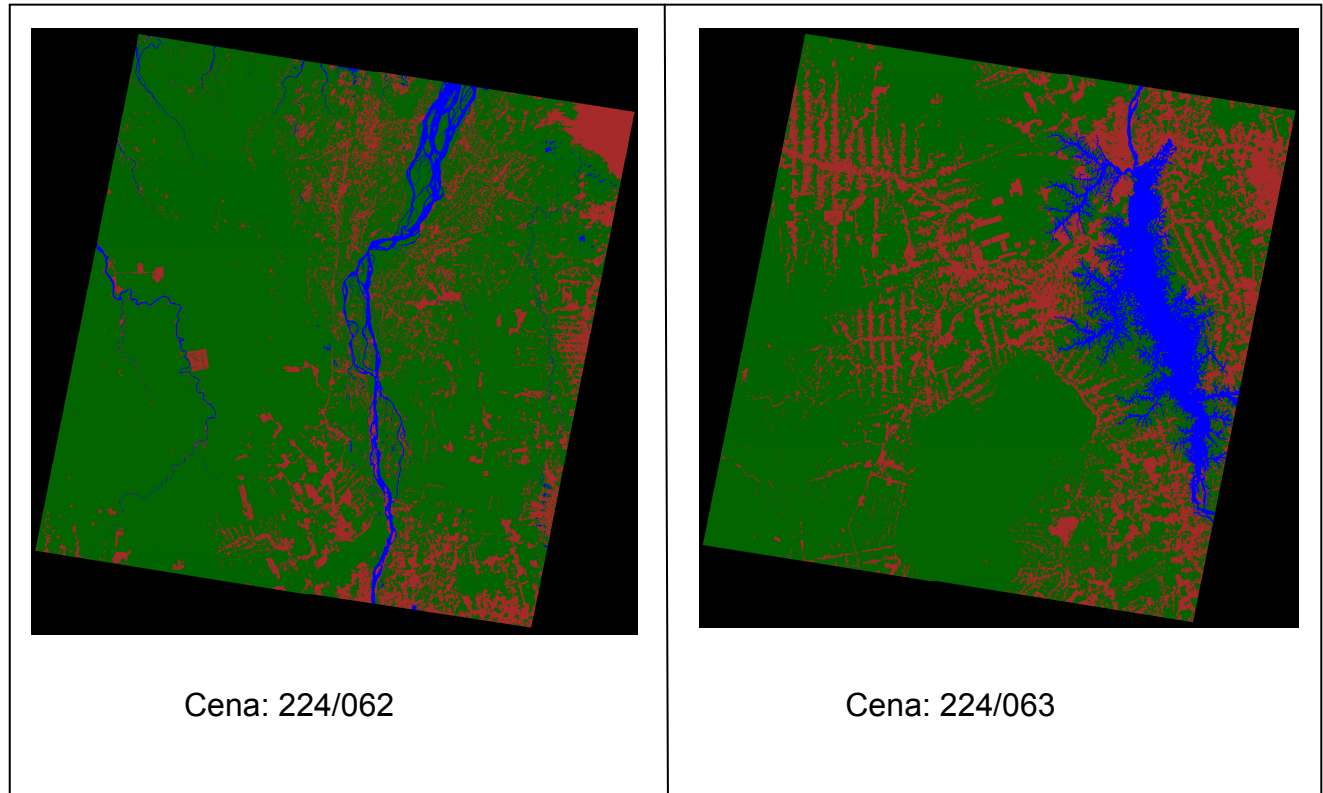


Figura 4.28: Classes visualizadas pela classificação digital supervisionada

A cena 224/062, que engloba o município de Baião, apresenta visualmente maior porcentagem para a classe vegetação, e a cena que abrange o município de Tucuruí (224/063), é bastante antropizada, com grande parcela de ocupação às margens do Lago.

5 CONCLUSÕES

As principais conclusões obtidas a partir deste trabalho são:

01. A análise da rede de drenagem demonstrou: a) presença de padrões em treliça, subdendrítico, anastomótico, multibasinal. Alguns destes com densidade variando de média a alta, sinuosidade mista a retilínea. Nas porções identificadas como afetadas por descontinuidades verificou-se que os cursos de rios de primeira a terceira ordem por vezes eram bidirecionais com angularidade média. Ainda nestas situações foram verificadas assimetrias de drenagem, as quais estão presentes distintamente nas 5 zonas homólogas classificadas para área. Nos segmentos afetados pelas descontinuidades neotectônicas, foram comumente identificados conjuntos de formas anômalas como arcos, cotovelos e um grande número de meandros; b) que os alinhamentos estruturais obtidos a partir dos elementos texturais de drenagem individualizam-se segundo as orientações NW-SE, N-S (aparentemente atuando como falhas normais), NE-SW (descontinuidades direcionais), e feixes E-W atuando como falhas transcorrentes dextrais. As estruturas neotectônicas orientadas a N-S, NE-SW e NW-SE possivelmente representam reativações de estruturas pretéritas vinculadas sobretudo aos eventos Pré-cambriano e mesozóicos. O “trend” E-W é entendido como estruturação neoformada.

02. O Rio Tocantins possui morfologia retilínea, com estreitamento e alargamento de suas planícies ao longo de seu percurso. Eventualmente apresenta em seu leito as barras arenosas, por vezes estabilizadas (ilhas), alternado por terraços rochosos. Estas interrupções de seu curso são interpretadas como manifestações de descontinuidades e blocos soerguidos, os quais são expressos morfologicamente por cachoeiras e corredeiras. Em trechos locais também apresenta feições anastomóticas. O Rio Moju por sua vez, apresenta-se meandrante, exibindo vários registros de mudanças de posições destes. Não se descarta a possibilidade da migração dos meandros estarem controladas pela rotação dos blocos.

03. A análise morfológica do relevo permitiu identificar os seguintes grupos genéticos:
- a) Grupo de Degradação – Constituído por Sistema de Serras cuja unidade representante é a Serra do Trucará, com topos achatados e amplitude variando entre 253 e 290 metros; Sistema de Morros e Morrotes com topos angulosos de até 180 metros e Sistema Colinoso com amplitudes alcançando até 120 metros, os quais constituem a maior parte da expressão paisagística;
 - b) Grupo de Agradação – Englobando Sistemas de Planícies Aluviais e Sistema de Terraços Fluviais. Estes sistemas são exibidos com geometrias cujas articulações se dão através da instalação de descontinuidades, caracterizando compartimentação morfoestrutural. Através da classificação digital supervisionada, com treino para as classes de água, foram avaliadas algumas atividades sobre os “landcovers”, sobretudo vegetação natural e antropismo os quais possibilitou interpretar que a ocupação se dá de forma desordenada e de modo a promover forte fragmentação da paisagem.
04. Foram identificadas anomalias geomorfológicas indicadoras de atividades neotectônicas, as quais relacionam-se à expressões de escarpamentos de pequena amplitude e de relevos cuestiformes os quais foram interpretados como *landforms tectônicos primários e Secundários*, no sentido de Stewart e Hancock (1994).
05. A análise morfográfica da paisagem possibilitou visualizar que a área é composta por Sistemas de Terraços Fluviais (3%), Sistema Colinoso (67%), Sistemas de Serras (2%), Sistemas de Morros e Morrotes (21%) e Sistemas de Planícies Aluviais (3%). O curso principal do Rio Tocantins ocupa apenas 4% da área.
06. A articulação entre os feixes de falhas neotectônicas da área, se dá de maneira a definir um romboedro extensional a sul do paralelo 3^o30”S. A estrutura romboedral tem tendência simétrica. É definida pelo arranjo entre feixes de descontinuidades orientadas a NW-SE (com tendência normal) e conjuntos de descontinuidades orientados a E-W (provável componente “strike-slip” dominante). Esta geometria é cortada por estruturas complicadoras orientadas a NE-SW. As estruturas orientadas a N-S e NNW-SSE foram

interpretadas como decorrentes da reativação do Cinturão Araguaia e impõem forte controle aos depósitos quaternários.

07. A organização morfoestrutural e paisagística da área é entendida como decorrente da atuação de um binário E-W no domínio intraplaca fruto da deriva da placa Sul Americana para oeste, conforme proposto por Hasui (1990).

A integração dos dados necessária para se obter os resultados pretendidos nesta dissertação foi suficiente para mostrar que as evidências geológicas e geomorfológicas encontradas na área, podem ser correlacionadas ao neotectonismo pois permitiram relacionar o arcabouço da estruturação paisagística com modificações impostas por eventos tectônicos ocorridos no cenozóico, onde falhas impõem forte controle aos sistemas de drenagem e relevo, cuja relação se dá a pulsos de movimentação de estruturas maiores impostas pela rotação da Placa Sul Americana para Oeste.

As formas de relevo exercem um papel fundamental no estudo das paisagens. Dentro da visão ambiental, tais formas ,são vistas como fatores de influência sobre as condições ecológicas locais, criando condições hidrológicas e topoclimáticas específicas. Ao se analisar o contexto paisagístico, os dados gerados na quantificação dos elementos geomorfológicos podem ser utilizados no monitoramento ambiental da região e no fornecimento de subsídios para o ordenamento territorial. O estudo da paisagem demanda etapas no seu entendimento, uma delas é o levantamento de informações que possam indagar novos questionamentos e direcionar estudos de campo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.A.M. de. **Estratigrafia e evolução estrutural do segmento setentrional da faixa de dobramentos Araguaia**. 1978. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1978.
- ABREU, F. A. M. de ; HASUI, Y. Evolução estrutural do Supergrupo Baixo Araguaia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 1, p. 257-269.
- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **USP-IG**, n. 3, p.45-48, 1967.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Informações hidrológicas**. [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente, 2006. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2006.
- ALMEIDA, F. F. M. de,. Antefossa do Alto Paraguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. v. 4, p. 5-9.
- BANNISTER, P. **Introduction to physiological plant ecology**. 2. ed. Oxford: Edinbrugh Melbourne, 1976.
- BECKER, A. An attempt to define a "neotectonic period" for central and northern Europe. **Geol.Rundsh**, v. 993, n. 82, p. 67-83, 1993.
- BEMERGUY, R. L. **Morfotectônica e evolução paleogeográfica da calha do rio Amazonas**. 1997. 201 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.
- BEMERGUY, R. L.; COSTA, J.B.S. Controle tectônico na evolução do sistema de drenagem da Amazônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS. 3., 1991, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: SBG, Unesp, 1991. p. 103-104.
- BEMERGUY, R. L.; COSTA, J.B.S. Exemplos de indicadores neotectônicos nos rios da Amazônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Resumos expandidos...** Belém: SBG, 2001. CD-Rom.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n.13, p.1-27, 1972.

BEZERRA, P. E. L. **Compartimentação morfotectônica do Interflúvio Solimões - Negro**. 2003. 333 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

BIZZI, L. A. (Ed.) **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG = Geology, tectonics and mineral resources of Brazil: text, maps & GIS**. Brasília, DF.: CPRM, 2003. 1 CD.

BORGES, M. S. Esculturação da paisagem do litoral Norte do Brasil e sua relação com os movimentos neotectônicos do Quaternário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Porto Alegre. **Boletim de resumos expandidos...** Porto Alegre: SBG, 1995. p. 423-424.

BORGES, M. S. **Notas de aula da disciplina neotectônica e geomorfologia aplicada**. Belém: UFPA. CPGG, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. (DNPM). **Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais**. Escala 1:2500.000. [S.l.], 1984. 501p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SB.22 Araguaia e SC. 22 Tocantins: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 4 e 5).

BRITALDO, S. S. F. **Modelagem da dinâmica da paisagem de uma região de fronteira de colonização Amazônica**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/cursos/tutoriais/modelagem/referencia/tese_britaldo/tese.html>. Acesso em: 26 set. 2006.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Princípios básicos em geoprocessamento. Sistemas de informação geográfica: aplicações na agricultura**. 2. ed. [S.l.]: Embrapa, 1998. p. 3-11.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC: Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: ENCONTRO DE UTILIZADORES DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – ESIG, 6., 2001, Oeiras, Portugal. **Anais...** Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001. Disponível em: <<http://esig2001.tripod.com>>. Acesso em: 4 jun. 2006.

CASTRO, B.J. **Evolução morfotectônica e ecologia da paisagem na região Orinóquia Colombiana**. 2000. 221 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

CASSETI, V. **Geomorfologia. Compartimentação da paisagem**. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 25 out. 2006.

CAVALCANTE, L. M. **Neotectônica na área do Tiracambú, NE do estado do Pará, NW do estado do Maranhão**. 2000. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

CHISTIE-BLICK, N; BIDDLE, K. T. Deformation and basin formation along strike-slip faults. In: BIDDLE, K. T.; CHRISTIE- BLICK, N. (Ed.). **Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation**. [S.l.]: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1985. p. 1-34. (Special publication, 37).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1980. 149 p.

COALDRAKE, J. E. Plant ecology. In: **Some concepts and methods in sub-tropical pasture research**. Hurley, Berkshire: Commonwealth Agric. Bureaux. 1964. chapter 4, p.37-48. (Bulletin, 47).

COELHO, F. A. J. F; LIMA, M. I. C. Evidências de movimentos neotectônicos na região de Tucuruí – Goianésia (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40.,1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 78.

COSTA, F. R. da; **Influência da neotectônica sobre os arranjos geométricos dos aquíferos na região metropolitana de Belém – estado do Pará**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

COSTA, J. B. S. **Aspectos lito-estruturais da região de Colméia-Goiás**. 1985. 71 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1985.

COSTA, J.B.S.; BEMERGUY, R.L.; HASUI, Y.; BORGES, M. S.; FERREIRA JUNIOR, C. A.P.; BEZERRA, P. E. L.; COSTA, M. L.; FERNANDES, J. M. G. Neotectônica da Região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **Revista de Geociências**, v. 4, n. 2, p. 23-44, 1996.

COSTA, J.B.S.; HASUI, Y. O quadro geral da evolução tectônica na Amazônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3., 1991, Rio Claro. **Resumos...** Rio Claro: [s.n.], 1991. p. 142-143.

COSTA, J.B.S.; IGREJA, H. L. S.; BORGES, M. S; HASUI, Y. Tectônica Mesozóico-Cenozóica da Região Norte do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3., 1991, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, SBG 1991. p.108-109.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens em sensoriamento remoto.** Campinas, SP: IG. UNICAMP, 1992. 172 p.

DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Geographical Journal**, v. 14, p. 481-504. 1905.

DAVIS JR, C. A. ;LAENDER, A. H. F. **Múltiplas representações em aplicações urbanas de sistemas de informação geográfica.** Disponível em: <www.geoinfo.info/geoinfo1999/papers/Clodoveu.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2006.

DEFFONTAINES, B.; CHOROWICZ, J. Principles of drainage basin analysis from multsource data: application of the structural analysis of the Zaire basin. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 194, p. 237-267, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. DNPM. Projeto RADAM. **Folha SA 22 Belém:** geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Minerais, 5).

DOORNKAMP, J. C. Geomorphological approaches to the study of neotectonics. **Journal of the geological Society**, London, v. 143, p. 335-342, 1986.

EIRAS, J. F; KINOSHITA, E. M. Evidências de movimentos transcorrentes na bacia do Tacutu. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2/4, p. 193-208. 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, 1999

FAIRBRIDGE, R. W. **Morphotectonics the encyclopedia of geomorphology.** [S. l.]: Dowden, Hulchilson & Koss, 1968, p. 734-736. (Encyclopedia of Earth Sciences, 3).

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

FRANÇA, D. DE A.; IBANEZ, D. M.; FERREIRA, N. J. Detecção de mudanças e elaboração de cartas de unidades de paisagem e de uso do solo a partir de imagens TM-LANDSAT: o exemplo de São José dos Campos – SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3755-3761.

FRANZINELLI, E; IGREJA, H. L. S. Utilização do sensoriamento remoto na investigação da área do baixo rio Negro e Grande Manaus. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6.; 1990, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1990. v. 3, p. 641-648.

FRANZINELLI, E.; PIUCI, J. Evidencias de neotectonismo na bacia amazônica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA GEOLOGIA, 7., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. p. 80-90.

FROHN, R. **Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for monitoring modeling, and assessment of ecosystems**. [S.l.]: Lewis publishers. Boca Raton., 1999. 99 p.

FURLAN, S. Â. **Ordenamento ecológico e econômico do território: a geografia socioambiental**. Mesa Redonda: Geografía Física y Ordenamiento Ecológico del Territorio. Disponível em <http://reliot.ine.gob.mx/brasil_texto.html>. Acesso em: 25 out. 2007

GLOBAL LANDCOVER FACILITY. Data & Products. **ESDI**. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/>>. Acesso em: 22 ago. 2006.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1993. 446 p.

GUERREIRO, M. G. S.; SILVA, J. M. R. da. **Projeto Guaraí-Conceição**. Belém: DNPM, Universidade Federal do Pará, 1976. 50 p.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1., 1990, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG. Núcleo de Minas Gerais, 1990. p 1-31. (Boletim,11).

HASUI, Y.; COSTA, J. B. S. **Zonas e cinturões de cisalhamento**. Belém: Ed. Universidade Federal do Pará, 1991. 144 p.

HASUI, Y.; MATTA, M.A.S. A falha de Tucuruí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 4, p. 1729-1742.

HIRUMA, S. T.; RICCOMINI, C. ; GAUTTIERI, M. C. M. Neotectônica no planalto de Campos do Jordão, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n. 3, p. 375-384, 2001,

HOOPS, R. J. Landscape ecology and conservation: moving from description to application. **Pacific Conservation Biology**, v. 15, p. 239-248, 1994.

HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: summatio. **Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.**, Chicago, v. 51, n. 11, p. :2246-2259, 1967.

HUDSON, R. A. Review of significant early studies in lineament tectonics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF NEW BASEMENT TECTONICS, 1., 1974, Salt Lake City, UT. **Proceedings...** Salt Lake City: UGA, 1974. p. 1-10.

IGREJA, H. L. S de; BORGES, M. S.; ALVES, R. J.; COSTA JÚNIOR, P. S. da; COSTA, J. B. S. Estudo neotectônico nas Ilhas de Outeiro e Mosqueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1990. v. 5 p. 2110-2123.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa climatológico do Brasil**. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais>. Acesso em: 12 nov. 2006.

JOSHI, A. K.; Automatic detection of lineaments from Landsat data. In: INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM (IGARSS'89) AND CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, 12., 1989, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: IEEE, 1989. v. 1, p. 85-88.

LANDOVSKY, G. S.; ARAKI, H.; BATISTA, D.B. Aplicação do sensoriamento remoto na avaliação da qualidade visual da paisagem: primeiros resultados experimentais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE 2003. p. 583-587.

LIMA; M. I. C. **Análise de drenagem seu significado geológico – geomorfológico.** [S.l.: s.n.], 2002. CD Rom. Apostila digital.

LIMA, M. I. C. **Introdução à interpretação radargeológica.** [S.l.]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE, 1995. 124 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 3).

LIMA, M. I. C.; COELHO, F. A. J. F. **Projeto de sistematização dos recursos naturais. Reconhecimento geológico das Folhas SA-22-Z-C (Tucuruí) e SA-22-X-A (Novo Repartimento).** [S.l.]: IBGE, 1997. (Relatório interno de viagem).

MATTA, A. S.; HASUI, Y. Modelamento estratigráfico da região de Tucuruí-Pa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. p. 821-831.

MATTA, M. A. **Evolução geológica da região de Tucuruí-Pa.** 1982. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará,, Belém, 1982.

MELO JUNIOR, H. R. **Neotectônica na região da cidade de Marabá- Pa.** 1998. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?.** [S.l.]: Laboratório de Ecologia de Paisagens e conservação. LEPAC. Departamento de Ecologia. Instituto de Biociências, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.Br>>. Acesso em: 05 jun. 2006.

MORAES REGO, L.F. Notas geográficas e geológicas sobre o rio Tocantins. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Belém, v. 9, p. 271-288, 1933.

MORISAWA, M. Tectonic e geomorphic models. In: MORISAWA, M. S.; HACK, J. T. (Ed.). **Tectonic geomorphology.** Boston: Allen & Unwin, 1985. p. 199-216.

MORNER, N. A. Neotectonics and structural geology; general introduction. **Bull. Int. Quat. Ass. Neotect. Comm.** INQUA, n. 13, p. 87, 1990.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, jan./jun. 2007. Disponível em: <www.ser.ufpr.br/geografar> . Acesso em: 25 out. 2007.

NUNES, B de A.; RIBEIRO, M. I. de C.; ALMEIDA, V. J. de; NATALINO FILHO, T. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1995. 112 p.

ODUM, E. P. "**Ecology**". New York: Holt, 1963.

O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, J.D.; POHN, H.A. Lineament, linear limination: some proposed new standards for old terms. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 87, n. 10, p. 1463-1469, 1976.

OUCHI, S. Response of alluvial rivers to slow active tectonic movement. **Geological Society of American Bulletin**, v. 96, p. 504-515, 1985.

PAVLIDES, S. P. **Looking for a definitions of neotectonics terraneous**, v. 1, n. 3, p. 233-235, 1989.

PENCK, W. **Morphological analysis of land forms**. Tradução por H. Czech e K.C. Boswell. London: Macmillan, 1953. 429 p.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.;ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v. 26, n. 1, p. 59-90, abr. 2001.

PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, M.A. de; PIRES NETO, A.C.; ALMEIDA, F.F.M. de. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: SBG, 1979.

REFOSCO, J. C. Ecologia da paisagem e sistema de informações geográficas no estudo da interferência da paisagem na concentração de sólidos totais no reservatório da usina de Barra Bonita, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p. 343-349.

SABINS JR., F. F. **Remote sensing, principles and interpretation**. San Francisco: W. H. Freeman, 1978. 426 p.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Disponível em <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewFile/3353/2689>>. Acesso em: 22 out. 2007.

SCHUMM, S. A. **Alluvial river response to active tectonics**: active tectonics. [S.l.]: National Academy Press, 1986. p. 80-94. (Studies in Geophysics).

SENGOR, A.M.C.; GOROR, N.; SOROGLU, F. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic scale: Turkey as a case of study. In: BIDDLE, R. T.; CRISTIE BLICK, N. (Ed.). **Strike-Slip deformation basin formation and sedimentation**. [S.l.: s.n.], 1985. p. 227-264. (Soc. Econ. Paleontol. Mineral Spec. Publ., 37)

SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION. **SRTM V2 released**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em : 25 set. 2006.

SILVA, G. G. da; LIMA, M. I. C. de; ANDRADE, A. R. F. de; ISSLER, R. S. Geologia. In: BRASIL. Projeto RADAM. **Folhas SB-22 Araguaia e SC-22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1974. v.. 4 , p. 1-143.

SOARES, P.C.; FIORI, A. D. Lógica e sistemática na análise de interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notas geomorfológicas**, Campinas, v. 16, n. 32,,: p.71-104, 1976.

SOUZA, E. L. **Estudo geológico das lateritas aluminosas da serra de Trucará-Tucuruí, estado do Pará**. 1989. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1989.

STERNBERG, H. O'R. Sismicidade e morfologia da Amazônia brasileira. **Anais da Academia de Ciências Brasileira**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 443-453, 1953.

STERNBERG, H. O'R. Vales tectônicos da planície Amazônica. **Revista Brasileira Geográfica**, Rio de Janeiro, n. 11,,:p. 95-106, 1950.

STEWART, L.S.; HANCOCK, P.L. Neotectonics. In: HANCOCK, P.L. (Ed.). **Continental deformation**. [S.l.]: Pergamon Press, 1994. p. 370 – 409.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. Passado + Presente= Futuro?. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 363 p.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1990. 183 p.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**: an introduction to the study of landforms. New York:: Longman Scientific & Technical, 1993. 573 p.

SUMMERFIELD, M. A. Tectonic geomorphology macroscale perspectives. **Progress in Physical Geography**, v. 10, p. 227-238, 1986.

TROW, R. A. J.; VAZ, L. F.; SLONGO, T. T.; NAKASATO, N. Geologia da região de Tucuruí., Baixo Tocantins, Pa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: SBG, 1976. v..2: p.137-148.

TUCURUIONLINE. **O Portal de Tucuruí na web**. Disponível em: <http://www.mconline.com.br/tucurui/home/internas.php?page=cidade/como_chegar>. Acesso em: 25 nov. 2006.

VELOSO, J.A.V.; ASSUMPÇÃO, M GONÇALVES, E. S REIS, J.C DUARTE, V.M.; MOTA, C.G.B. Registro de sismicidade induzida em reservatórios da CEMIG e FURNAS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 1987. v.1, p.135-146.

VITA-FINZI, C. **Recent earth movements**: an introduction to neotectonics. [S.l.]: Academic Press, 1986. 226 p.

VOLOTÃO, C. F. DE S. **Trabalho de análise espacial**: Métricas do Fragstats. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

WATRIN , O. D. S.; VENTURIERI, A. Métricas de paisagem na avaliação da dinâmica do uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3433-3440.

WOODCOCK, N.H.; SCHUBERT, C . Continental strike-slip tectonics. In: STEWART, I.S; HANCOCK, P. L. **Neotectonics**. New York: Pergamon Press, 1994. p. 370-409.