

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA REGIÃO ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE ITACOATIARA, SILVES E ITAPIRANGA,
NORDESTE DO ESTADO AMAZONAS**

MARIA MIRTES CORTINHAS DOS SANTOS

**MANAUS – AM
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA REGIÃO ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE ITACOATIARA, SILVES E ITAPIRANGA,
NORDESTE DO ESTADO AMAZONAS**

MARIA MIRTES CORTINHAS DOS SANTOS

**MANAUS – AM
2006**

MARIA MIRTES CORTINHAS DOS SANTOS

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA REGIÃO ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE ITACOATIARA, SILVES E ITAPIRANGA,
NORDESTE DO ESTADO AMAZONAS**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Geociências da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Geociências.**

Orientador: Prof. Dr. VALMIR DA SILVA SOUZA

**MANAUS – AM
2006**

DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS

© SANTOS, M.M.C & JUNIOR, C.A.A.

ILUSTRAÇÃO DE DESENHOS

© SANTOS, V.M.C & MOTA, M.B.

FOTOGRAFIAS

© SANTOS, M.M.C & SOUZA, V.S.

Universidade Federal do Amazonas

Análise geomorfológica da região entre os municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, nordeste do Estado do Amazonas, 2006.

111 p. ilustr.

1. Morfoestruturas 2. Planalto 3. Planície 4. Processos Lateríticos

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Geociências.

Autor(a): SANTOS, M.M.C.

Ficha catalográfica elaborada por: SANTOS, M.M.C.

MARIA MIRTES CORTINHAS DOS SANTOS

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA REGIÃO ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE ITACOATIARA, SILVES E ITAPIRANGA,
NORDESTE DO ESTADO AMAZONAS**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geociências da Universidade Federal
do Amazonas, como requisito parcial
para obtenção do Título de Mestre
em Geociências.**

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. VALMIR DA SILVA SOUZA (Orientador)
Universidade Federal do Amazonas**

**Prof. Dr. HAILTON LUIZ SIQUEIRA DA IGREJA
Universidade Federal do Amazonas**

**Prof. Dr. JOSÉ AUGUSTO VIEIRA COSTA
Universidade Federal de Roraima**

**MANAUS – AM
2006**

A minha mãe Maria de Jesus Rodrigues
Cortinhas *in memória, dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me iluminar e conceder saúde;

Ao Manoel Bentes dos Santos Filho, meu cônjuge e ao Victor Manoel Cortinhas dos Santos, meu filho, que muito fizeram apoiando-me nos momentos mais difíceis durante o curso;

Ao Prof. Dr. Valmir da Silva Souza, meu orientador, pessoa extraordinária que sempre manteve senso de profissionalismo em suas orientações, ajudando e incentivando para que alcançasse êxito;

À Prof^a. Dr^a Adriana Maria Coimbra Horbe, pela disponibilidade da área do Projeto, sugestões na realização do trabalho e apoio de campo;

Aos professores do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) curso de mestrado: Prof. Dr. Albertino de Souza Carvalho, Prof. Dr. Cláudio Augusto Millioti, Prof. Dr. José Duarte Alecrim e Prof. Dr. Rutênio Luiz Castro de Araújo pelos seus valiosos ensinamentos transmitidos;

As minhas irmãs Cheiro e Rosália Cortinhas Moreira pelo carinho e amizade;

À minha cunhada Maria de Fátima Matos de Souza pelo apoio e incentivos recebidos;

Aos colegas que sempre estiveram disponíveis no momento em que precisava, especialmente Andrew Muller, Ângela Leguizamon, Carlos Augusto de Azevedo Júnior, Cristóvão, Débora, Haroldo, Marcela Pereira, Marcelo Batista Motta, Marco Antônio e Sanclever;

A Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Universitário de Santarém pelo tempo disponível e apoio ao Programa de Qualificação e Aperfeiçoamento de seus professores;

Ao Projeto de Cooperação DEGEO-UFAM/CG-UFPA (MCT/CNPq Proc. Nº 620181/2004) e a FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) pelo apoio financeiro durante a pesquisa;

A todos o meu eterno agradecimento.

“Conserve os olhos fixos num ideal e lute sempre pelo que desejares, pois só os fracos desistem e só quem luta é digno da vida”.

Anônimo

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I	
1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 Geral	
2.2 Específicos	
3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Aquisição de informações	20
4.2 Processamento digital das imagens	20
4.3 Taxonomia	24
4.3.1 O primeiro táxon	24
4.3.2 O segundo táxon	24
4.3.3 O terceiro táxon	24
4.3.4 O quarto táxon	29
4.3.5 O quinto táxon	30
4.3.6 O sexto táxon	31
4.4 Atividades de campo	31
4.5 Análise mineralógica	31
5 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	32
6 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA	33
7 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL	35

CAPÍTULO II

2 REVISÃO DA LITERATURA	38
2.1 Uma abordagem sobre a geomorfologia	38
2.2 Evolução das concepções relativas ao relevo	39
2.3 A teoria da pediplanação	41
2.4 A tônica geomorfológica no Brasil	41
2.5 A integração do relevo na abordagem de Ab' Sáber	42
2.6 A contribuição do Projeto Radambrasil nos estudos geomorfológicos do Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro e Planície Amazônica	43
2.7 A lateritização na região Amazônica	47
2.7.1 Mineralogia dos lateritos da região Amazônica	48
2.7.2 Modo de ocorrência dos lateritos da região Amazônica	48

CAPÍTULO III

3 Abordagem sintética sobre a neotectônica da Amazônia	49
3.1 Elementos morfoestruturais da área de estudo	50

CAPÍTULO IV

4 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO	57
4.1 Abordagem morfoescultural	57
4.2 Análise do sistema de drenagem	57
4.3 Compartimentação das unidades morfoesculturais	71
4.4 Identificação e descrição dos perfis lateríticos	87
5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	103
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE FIGURAS

1.1	Mapa de localização	19
1.2	Fluxograma dos materiais e métodos	21
1.3	Fase de georeferenciamento das imagens de sensores remotos	22
1.4	Combinação de imagem LANDSAT-5 do sensor TM com o Modelo Digital do Terreno-SRTM (<i>Shuttle RADAR topography Mission</i>), geradas no software <i>Global Mapper 5.0</i>	23
1.5	Mapa imagem SRTM (<i>Shuttle RADAR topography Mission</i>)	25
1.6	Mapa imagem LANDSAT-5 do sensor TM	26
1.7	Mapa das zonas homólogas	27
1.8	Padrão de drenagem segundo Howard (1967), modelo de hierarquia fluvial conforme Strahler (1952) e propriedades de drenagens de Soares & Fiori (1976)	28
1.9	Visão panorâmica dos municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga	34
1.10	Mapa das unidades geológicas	36
1.11	Depósitos aluvionares	37
1.12	Mapa das feições estruturais	51
1.13	Mapa dos maiores segmentos estruturais da região nordeste do estado do Amazonas e sistema de prima escalonado da área de estudo	55
1.14	Mapa das unidades morfoestruturais	58
1.15	Mapa hipsométrico	59
1.16	Mapa do sistema de drenagem	60
1.17	Principais direções do rio Amazonas na área de estudo	62
1.18	Lago Canaçari e restinga fluvial	63
1.19	Padrões de drenagem da área de estudo (principais)	64

1.20	Hierarquia fluvial do sistema de drenagem	65
1.21	Hierarquia fluvial do sistema de drenagem	66
1.22	Tipos de vales	67
1.23	Forma anômala do rio Caru	69
1.24	Formas anômalas dos rios Itabani, Sanabani e Igarapé Maquarazinho	70
1.25	Mapa das feições morfoesculturais	72
1.26	Mapa da área de planície	73
1.27	Formas de relevo na área de planície	75
1.28	Formas de relevo na área de planalto	76
1.29	Barras de acreção	78
1.30	Foz afogada e sinuosidade do rio Urubu	81
1.31	Entalhamento das drenagens	85
1.32	Mapa de identificação dos perfis lateríticos	88
1.33	Perfil 1. Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-010, ramal de entrada para o município de Itapiranga onde apresenta o horizonte mosqueado	92
1.34	Perfil 2. Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-010 no município de Itacoatiara, com presença de crosta ferruginosa apresentando 1 m de espessura	93
1.35	Perfil 3. Afloramento as margens do rio Amazonas no município de Itacoatiara na forma desfragmentado, supostamente pertencente à Formação Novo Remanso	94
1.36	Perfil 4. Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-363, com via de acesso para o município de Itapiranga com crosta de até 1 m de espessura	95
1.37	Perfil 5. Afloramento em corte de estrada na AM-363 com via de acesso para Itapiranga, com presença do horizonte mosqueado com 1 m de espessura	96

1.38	Perfil 6. Afloramento em corte de estrada na AM-363 com via de acesso para o município de Itapiranga, onde apresenta crosta falhada	97
1.39	Perfil 7. Afloramento em corte de estrada na AM-363 nas proximidades do município de Itapiranga, com presença do horizonte linhas de pedra ou <i>stone lines</i> com 20 cm de espessura	98
1.40	Perfil 8. Afloramento em corte de estrada na AM-363 com via de acesso para o município de Silves com presença do horizonte mosqueado	99
1.41	Perfil 9. Afloramento em corte de estrada na AM-363 nas proximidades do município de Silves, onde se manifesta o horizonte saprolítico	100
1.42	Perfil 10. Afloramento em corte de estrada na AM-363 próximo ao município de Silves, com presença de crosta ferruginosa em estrutura colunar	101
1.43	Perfil 11. Afloramento em corte de estrada na AM-363 com via de acesso para o município de Silves apresentando horizonte linhas de pedra ou <i>stone lines</i> , de forma paralela com 10 cm de espessura cada	102

LISTA DE QUADRO E TABELAS

1.1	Codificação das formas de acumulação e denudação	29
1.1	Análise de padrão, hierarquia e anomalias de drenagem	68
1.2	Análise das propriedades de drenagem	68
1.3	Medidas Interfluviais	83
1.4	Medidas Interfluviais	84
1.5	Índice de dissecação (unidades B-D)	86
1.6	Índice de dissecação (unidades E-F4)	86
1.7	Índice de dissecação (unidades F5-G)	86
1.8	Coordenadas dos perfis lateríticos	89

RESUMO

A área de estudo está situada a nordeste do Estado do Amazonas, ao longo das rodovias estaduais AM-010 e AM-363, abrange os municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, os quais estão inseridos nas unidades morfoestruturais do Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro e Planície Amazônica. A pesquisa teve como principal objetivo caracterizar as feições geomorfológicas e morfoestruturais correlacionando com as unidades geológicas, por meio de bases cartográficas na escala 1:100.000 dos municípios de Itacoatiara - Folha SA. 21-Y-D4/MI 582; Itapiranga - Folha SA. 21-Y-B-IV/MI-0521; Anebá - Folha SA. 21-Y-A-VI/MI-520 e São José do Amatari-Folha SA. 21-Y-C-III/MI-58, bem como na fotointerpretação das imagens de sensores remotos (MDT)/SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), LANDSAT-5 do sensor TM e trabalho de campo. As feições geomorfológicas estão assentadas sobre rochas pertencentes à Formação Alter do Chão e Novo Remanso, e que foram esculpidas sob a influência de fatores endogenéticos (movimentos tectônicos com produção de falhas) e exogenéticos (ações climáticas: intempéricas e erosivas). O relevo no Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro se apresenta dissecado, sob formas de platôs e colinas. As colinas apresentam topos convexos (Dc) com amplitude de até 1 km de extensão por 200 m de largura e altimetria atingindo 80m. Por outro lado, os platôs apresentam topos aplainados e conservados (Dptac), topos convexos (Dptc) e topos aplainados (Dpta), com amplitudes que variam entre 1 a 8 km de extensão com 100 a 400 m de largura e altimetria de até 150 m. Na área restrita a Planície Amazônica, às formas de relevo mais representativas são os terraços fluviais, os paranás, as ilhas, os lagos e os furos que se encontram principalmente sob a ação hidrodinâmica do rio Amazonas. A rede de drenagem é constituída pelo rio Amazonas e seus principais afluentes rios: Uatumã, Anebá, Caru e Urubu em conjunto com seus tributários. O padrão de drenagem predominante é o dendrítico, embora, na parte Sudoeste da área de estudo se manifeste o padrão subdendrítico, nas cercanias do Lago Canaçari o padrão ortogonal, nas unidades C1, F2, F3, G o padrão treliça e ao sul o padrão anelar. A área apresenta diversos segmentos estruturais de 1ª ordem que são os mais representativos e tem direções preferenciais NW-SE e NE-SW, cuja consequência principal é o controle direcional dos rios Amazonas, Uatumã, Anebá, Caru e Urubu. Por sua vez, os segmentos estruturais de 2ª ordem com direções N-S e NNE-SSW controlam o relevo e hidrografia da área, cujo reflexo principal é o alinhamento dos vales e cristas e direção dos rios e igarapés de 1ª a 4ª ordens. A análise geométrica dos elementos estruturais fotointerpretados combinados com observações de campo resultou na identificação de falhas normais em arranjo lítrico e permitiu elaborar um modelo morfoestrutural representado por um sistema de prismas escalonados os quais mergulham cerca de 25° para SW. Do ponto de vista pedológico, são encontrados depósitos de areias e latossolos de cor vermelho-amarelo, além de perfis lateríticos ferruginosos com horizontes bem individualizados, cujos principais constituintes mineralógicos são o quartzo, a caulinita e os óxi-hidróxidos de ferro (hematita e goethita).

Palavras – chave: morfoestruturas, planalto, planície e processos lateríticos.

ABSTRACT

The studied area is located in the northeast part of the State of Amazonas, along the State roads AM-010 and AM-363. It encompasses the cities of Itacoatiara, Silves and Itapiranga, which are inserted in the morphostructural units of the River Trombetas Desiccated Plateau Negro River and the Amazonian Plain. This research has as main objective to characterize the geomorphologic and morphostructural features and to correlate them with the geological units, by means of the cartographic bases in the 1:100,000 scale of the cities of Itacoatiara-Sheet SA.21-Y-D4/MI-582; Itapiranga-Sheet SA.21-Y-B-IV/MI - 0521; Anebá - Sheet SA.21-Y-VI/MI-520 and São José do Amajari-Sheet SA.21-Y-C-III/MI - 58, as well as with the interpretations of the remote sensor images (MDT)/SRTM (*Shuttle RADAR Topography Mission*), LANDSAT-5 of TM sensor and field work. The geomorphologic features are built up on rocks of the Alter do Chão Formation and of the Novo Remanso Formation; these features were carved under the influence of endogenetic factors (tectonic movements with faults) and exogenetic (climatic actions: weathered and erosive). The relief in the River Trombetas Desiccated Plateau - Negro River is desiccated, and shows plateau and hills shape. The hills present convex tops (Dc) with altimetry and amplitude up to 1 km of extension for 200m of width reaching 80m. On the other hand, the plateaus display smoothed and preserved tops (Dptac), convex tops (Dptc) and smoothed tops (Dpta), with amplitudes that range I to 8 km of extension, with 100 to 400m width and altimetry up to I 50m. In the restricted area of the Amazonian Plain, the more representative relief shapes are fluvial terraces, *paranas* (connecting rivers), islands, lakes and *furos*, that are mainly under the influence of the hydrodynamic actions of the Amazon River. The draining net is constituted by the Amazon River and its main tributaries: Uatumã, Anebá, Caru and Urubu rivers. The draining pattern that predominates is the dendritic, although in the southwestern part of the studied area predominates the subdendritic pattern, in the environs of the Canaçari Lake is the orthogonal pattern, in the Units C1, F2, F3 and G, predominates the treliça, and to the south, the ring pattern. The area displays several representative structural segments of first order, that have preferential directions NW-SE and SW-NE which controls the direction of the Amazon, Uatumã, Anebá, Caru and Urubu rivers. In turn, the structural segments of second order, which have N-S and NNE-SSW direction, control the relief and the hydrography of the area, whose main consequence is the alignment of the valleys and ridges, and the directions of the rivers and *igarapés* from the first to the fourth orders. The geometric analysis of the photointerpreted structural elements combined with field work observations resulted in the identification of normal faults in listric arrangements and allowed to elaborate a morphostructural model represented by a system of scalonated prisms that deep about 25° to SW. From the pedologic point of view, sand deposits and Iatossoils with red-yellow colors are found, as well as ferruginous lateritic profiles with well defined horizons, with a mineralogical composition of quartz, kaolinite, hematite and goethite.

Keywords: morphostructural, plateau, plain and lateritic processes.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A região nordeste do Estado do Amazonas hospeda feições geomorfológicas distintas, decorrentes principalmente da variação litológica e da ação tectônica que atuou nos últimos 100 milhões de anos. Outro agente importante no modelado do terreno é o clima, sobretudo, durante os períodos Neógeno e Quaternário (GINGRAS *et al.* 2002), quando a região foi submetida a oscilações climáticas responsáveis pela formação das coberturas lateríticas (COSTA, 1991). Tais coberturas favoreceram a formação de extensos platôs, indiscriminadamente em relação ao litotipo subjacente, os quais são bem marcados nos produtos de sensores remotos.

A ação neotectônica dos últimos 20 milhões de anos provocou inúmeras movimentações que culminaram na geração de diferentes estilos de falhamentos, que rebaixaram e/ou soergueram blocos rochosos, sobre os quais se instalaram os platôs e drenagens que entalharam os vales, causando diversas transformações da paisagem na região Amazônica (STERNBERG, 1950, 1953; NASCIMENTO *et al.* 1976; IRIONDO & SUGUIO, 1981; IRIONDO, 1982; FRANZINELE & PIUCI, 1988; FRANZINELLE & IGREJA, 1990; COSTA & HASUÍ, 1991; COSTA, 1996; CUNHA, 1992; COSTA *et al.* 1992, 1994; HASUÍ 1990, 1996; BORGES *et al.* 1995; CUNHA *et. al.* 1994; FRANZINELLI *et al.* 2002, entre outros).

Na área de estudo verificou-se diferentes unidades de relevo associadas à planície e a planalto que abrigam platôs, colinas, terraços, paranás, ilhas, lagos, além de outras formas desenvolvidas pelas ações dos fatores internos e externos.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O principal objetivo da pesquisa é caracterizar as feições geomorfológicas e morfoestruturais, correlacionando com as unidades geológicas.

2.2 ESPECÍFICOS

Identificar e caracterizar as unidades morfoesculturais, analisar o sistema de drenagem, identificar e descrever os perfis lateríticos, realizar análise mineralógica dos lateritos e elaborar mapas temáticos.

3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área estudada localiza-se a nordeste do Estado do Amazonas entre as coordenadas de 2° 25'12''S / 58° 27'36''W, 2°25'12''S / 58° 00'00''W, 3° 19'48''S, 58° 25'12''W e 3° 19'48''S / 59° 07'00'' W (Figura 1.1). O acesso é feito pelas rodovias estaduais AM-010 e AM-363, compreende os municípios de Itacoatiara, Silves, Itapiranga e totaliza uma área de 7000 Km².

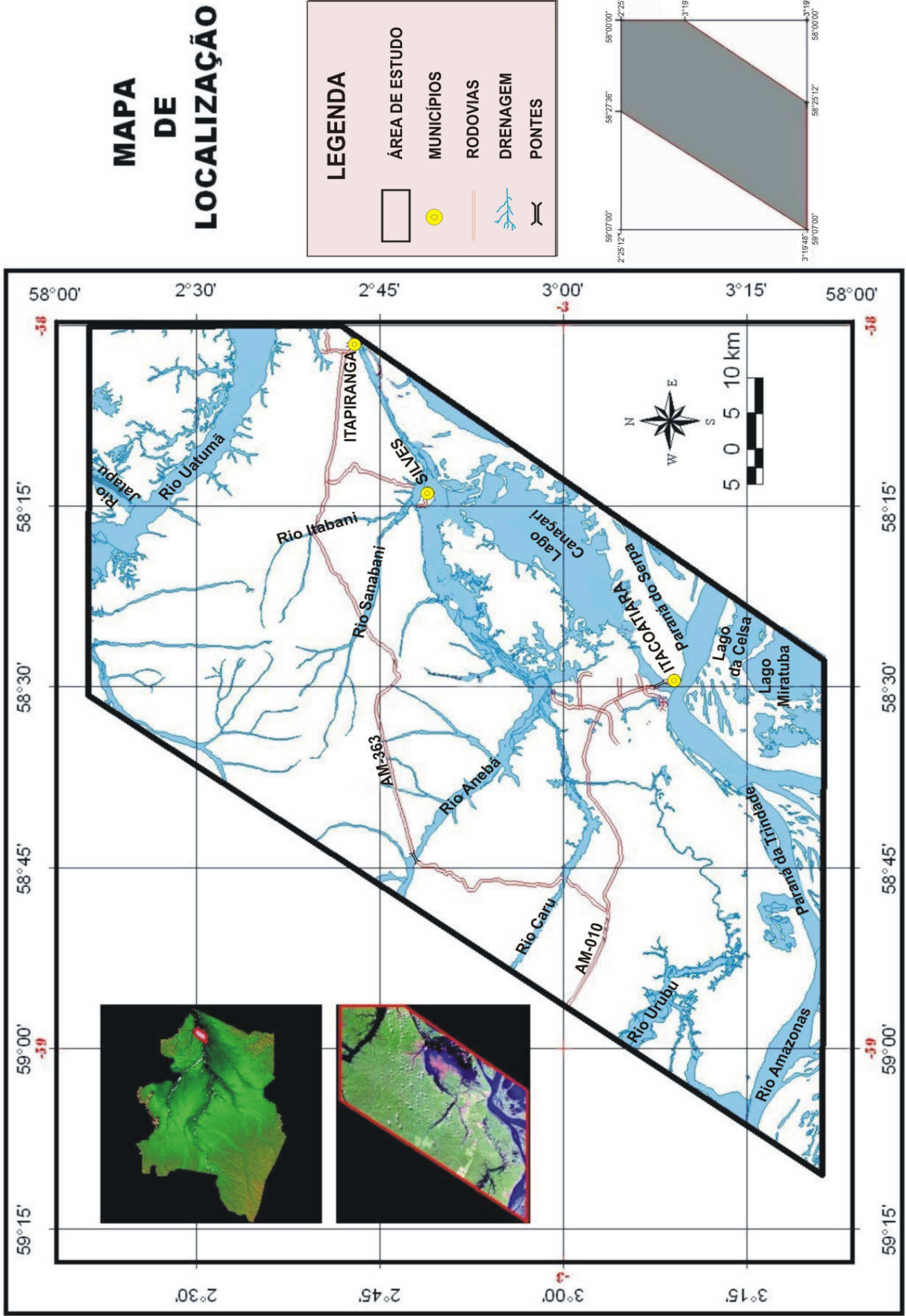


Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo. Elaborado com base no mosaico de imagens da série LANDSAT-5 no formato Mrsid
 Fonte: USGS-USA (1986 a 1992)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades necessárias para execução da pesquisa obedeceu a uma sistematização descrita abaixo e apresentada em forma de fluxograma (Figura 1.2).

4.1 Aquisição das informações: Partiu-se de levantamento do acervo bibliográfico a respeito do estágio do conhecimento geológico da área, das informações morfoestruturais e morfoesculturais realizadas por meio das bases cartográficas na escala 1:100.000 dos municípios de Itacoatiara-Folha SA.21-Y-D4/MI-582; Itapiranga-Folha SA.21-Y-B-IV/MI-0521; Anebá-Folha SA.21-Y-A-VI/MI-520 e São José do Amatari-Folha SA.21-Y-C - III/MI-58, bem como pelas imagens LANDSAT-5 do sensor TM e do Modelo Digital do Terreno-SRTM (*Shuttle RADAR Topography Mission*).

Utilizou-se na caracterização das unidades morfoesculturais a taxonomia do Radambrasil (1978), aprimorada por Ross (2000), e adaptada para área de estudo em função das peculiaridades das formas de relevo.

4.2 Processamento digital das imagens. Nesta etapa foi realizado o processo de restauração quantitativa das imagens, visando corrigir suas possíveis distorções geradas no momento de sua aquisição, onde a correção geométrica de modelo de registro (georeferenciamento) foi a técnica utilizada em uma imagem da série LANDSAT-5 do sensor TM.

Utilizou-se uma imagem georeferenciada do Modelo Digital do Terreno-SRTM (*Shuttle RADAR Topography Mission*) do tipo imagem x imagem feita no software Global Mapper 5.0 e depois exportada no formato Geotiff para o software Arcview GIS 3.3, visando executar o processo de extração dos elementos da imagem (Figura 1.3).

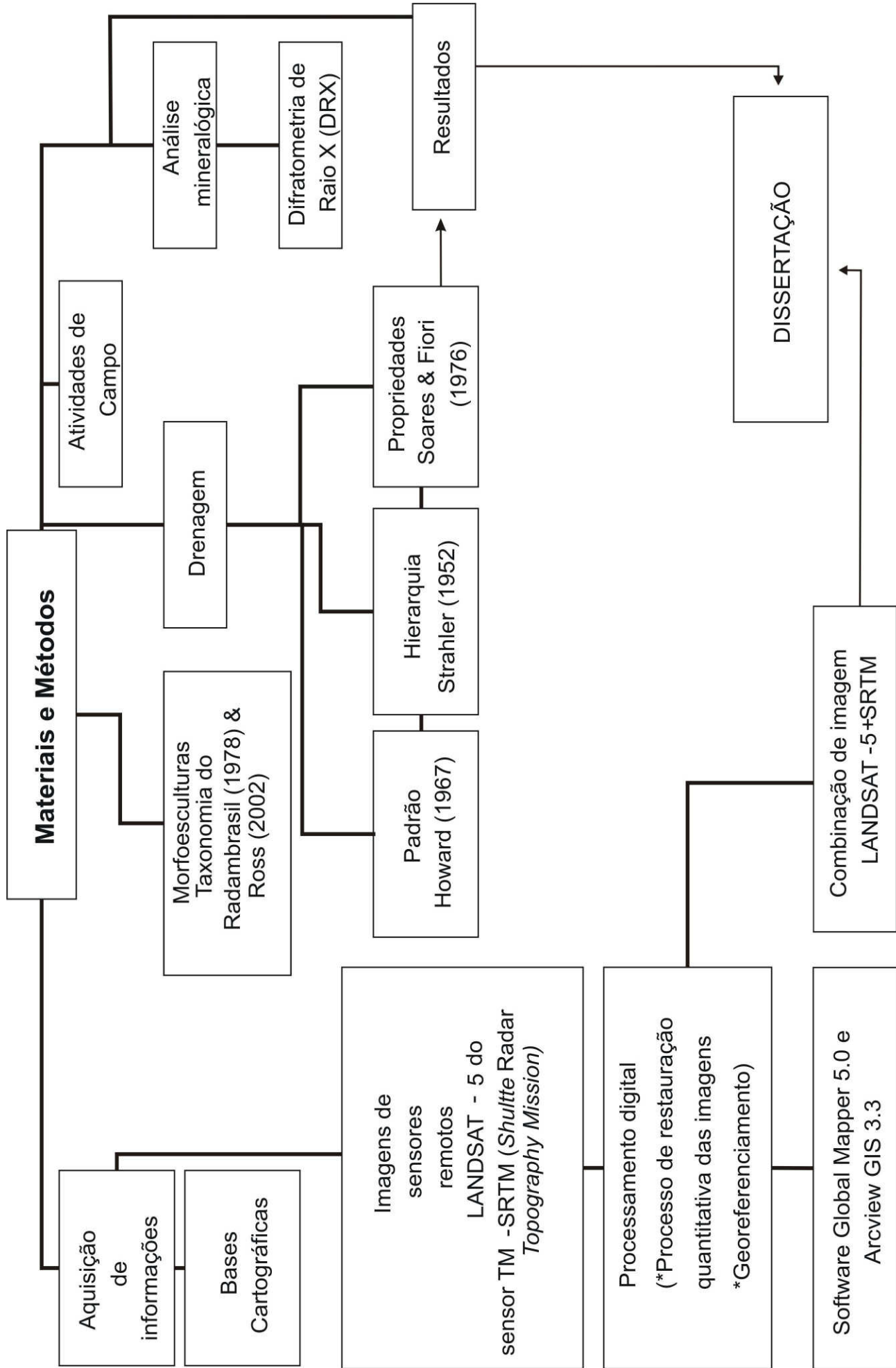


Figura 1.2 - Fluxograma dos materiais e métodos utilizados na pesquisa

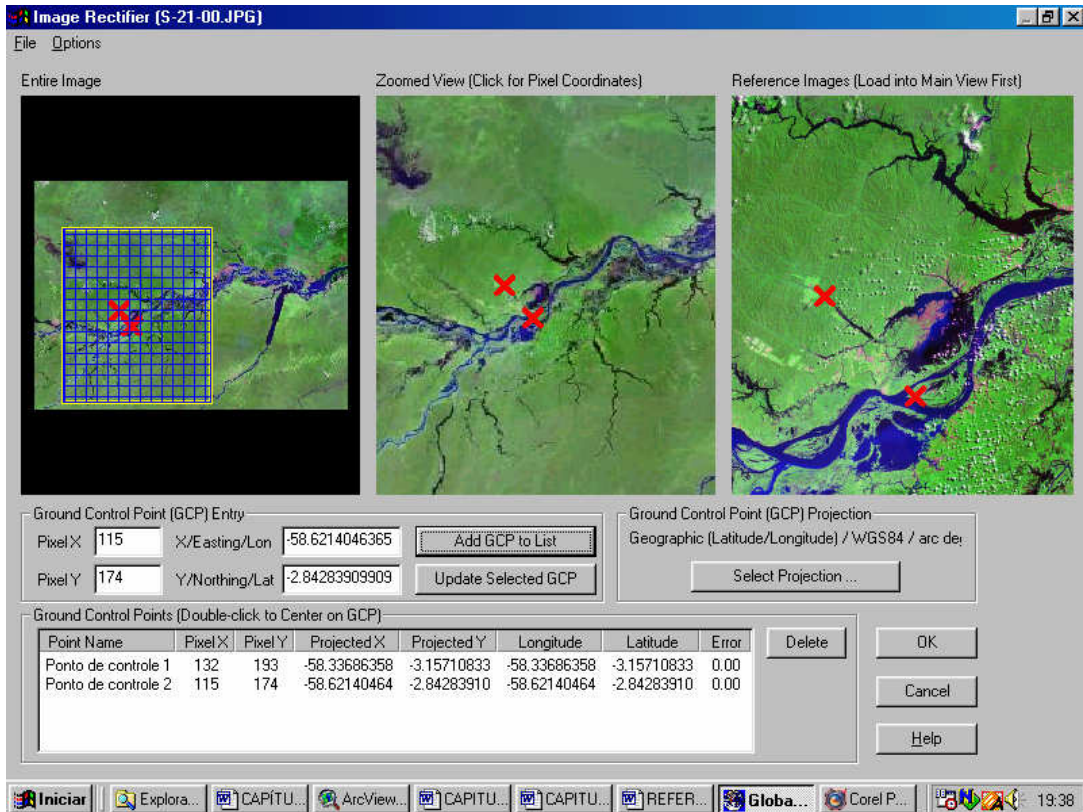


Figura 1.3 - Fase de georeferenciamento da imagem

Ainda na fase de processamento, foram realizadas algumas combinações de imagens LANDSAT-5 do sensor TM com o Modelo Digital do Terreno-SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com objetivo de destacar alguns elementos alvos tais como: relevo, drenagem e feições estruturais (Figura 1.4).

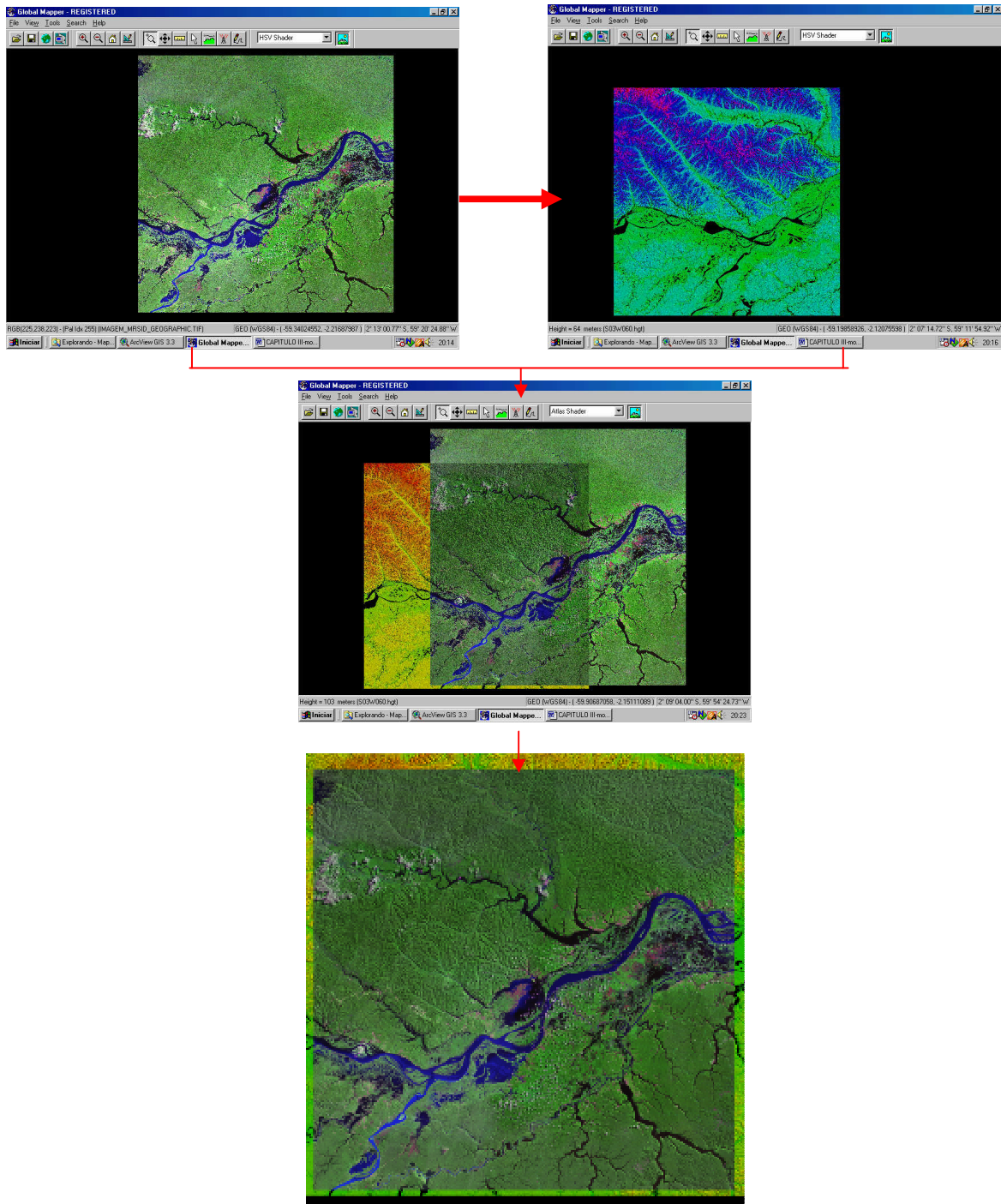


Figura 1.4 - **Combinação de imagens.** LANDSAT-5 do sensor TM com o Modelo Digital do Terreno - SRTM (*Shuttle RADAR Topography Mission*), geradas no Global Mapper 5.0

Na análise da imagem partiu-se primeiramente da interpretação dos elementos alvos e da relação entre eles. Em seguida realizou-se a fotoleitura e fotoanálise.

A fotoleitura consistiu no reconhecimento e identificação dos elementos das imagens de sensores remotos, tais como:

- Imagem do modelo digital do terreno MDT/SRTM (*Shuttle RADAR Topography Mission*) (Figura 1.5) referente ao ano 2000 pertencente à Zona 21 com resolução nominal de 90 metros;

- Imagem da série LANDSAT-5 do sensor TM, no formato Mosaic (Figura 1.6) Mosaico: ID – S-21- 00_loc, projeção: UTM, Órbita 231 e ponto 61, Zona 21, Datum: WGS84, Component Count: 37, Bandas 3 (red), 4 (green) e 5 (blue) referente aos anos de 1986 a 1992 com resolução nominal de 30 metros.

A fotoanálise incide na extração de informações da imagem referente aos alvos observados. Neste momento, analisou-se os elementos texturais e estruturais de relevo identificando as zonas homólogas, as quais foram individualizadas em sete unidades: A, B, C, D, E, F e G, com subdivisão nas unidades C e F, ou seja, C1, C2, C3 e F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 (Figura 1.7) e drenagem tais como: hierarquia, propriedades e padrão. O padrão de drenagem, conforme Howard (1967) (Figura 1.8A), a hierarquia fluvial de acordo com a classificação de Strahler (1952) (Figura 1.8B) e as propriedades de drenagem: tropia, sinuosidade, angularidade e assimetria, bem como densidade de drenagem segundo Soares & Fiori (1976) (Figura 1.8C). Após a fotoanálise registrou-se a taxonomia em que consistiu em seis táxons, descritos a seguir:

4.3 Taxonomia

4.3.1 **O primeiro táxon** caracteriza o domínio ou unidades morfoestruturais que correspondem as maiores feições de relevo e são representadas por duas combinações de cores.

4.3.2 **O segundo táxon** representa os compartimentos do relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura e posicionados em diferentes níveis topográficos.

4.3.3 **O terceiro táxon** é constituído pelo modelado correspondente aos agrupamentos de formas de agradação (relevo de acumulação) e formas de denudação (relevo

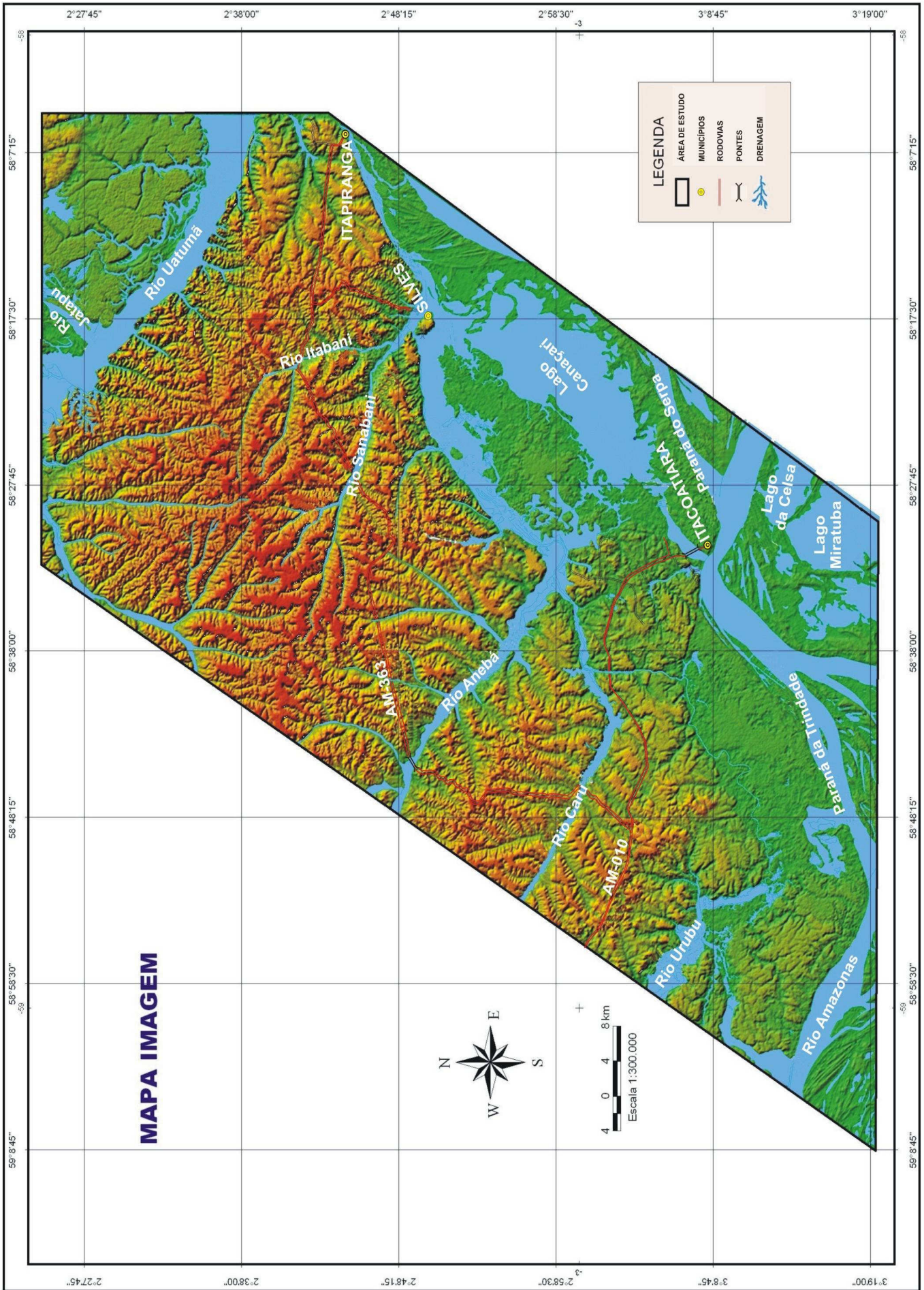


Figura 1.5 - Mapa imagem. Elaborado com base no Modelo Digital do Terreno (MDT - SRTM), localizado na zona 21 referente ao ano 2000
Fonte: USGS-USA

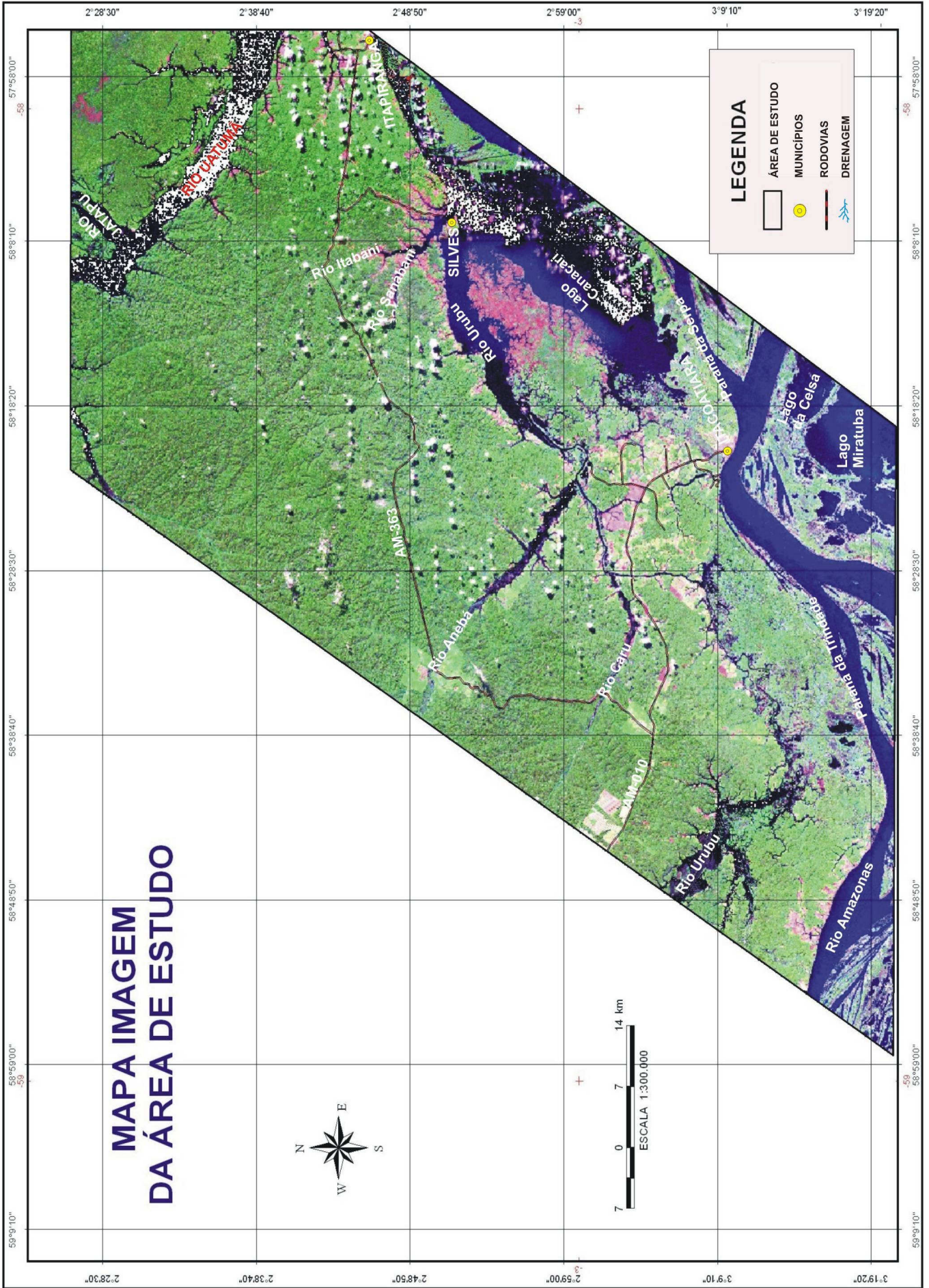


Figura 1.6 - Mapa imagem da área de estudo. Elaborado com base no mosaico de imagens da série LANDSAT-5 do sensor TM no formato Mirsid localizado na zona 21 referente aos anos de 1986 a 1992. Fonte: USGS-USA

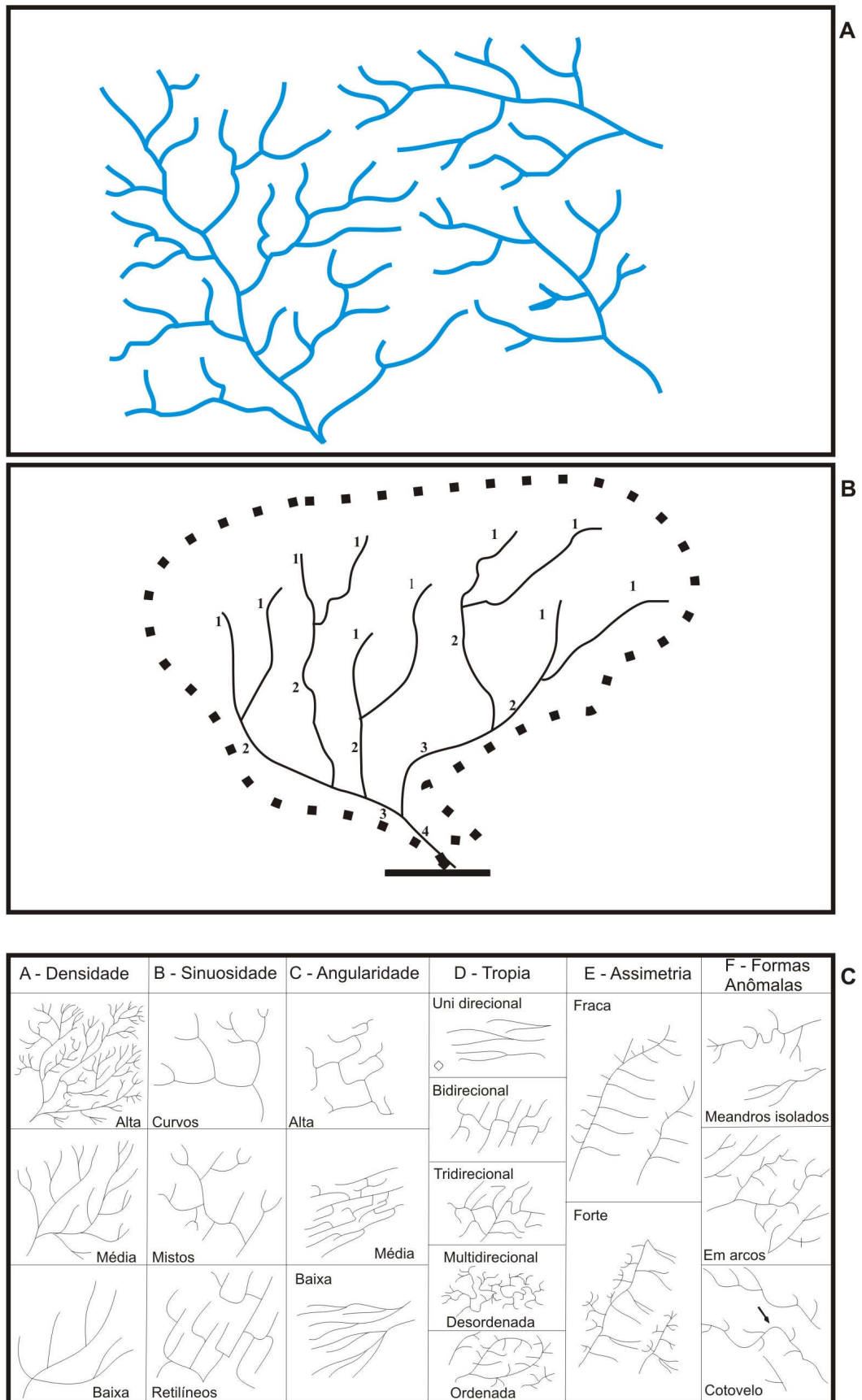


Figura 1.8 - A) Modelo do padrão de drenagem dendrítico de acordo com Howard (1967) observado com maior incidência na área de estudo da rede hidrográfica. B) Esquema representativo da hierarquia fluvial de Strahler (1952) que demonstra o procedimento para determinar a ordem ou hierarquia dos rios. C) Propriedades da rede de drenagem de acordo com Soares & Fiori (1976)

de dissecação). Essas unidades se caracterizam por diferentes intensidades de dissecação do relevo por influência dos canais de drenagem temporários e perenes, e representam subdivisões contidas nas morfoestruturas, ocasionadas pelas variações dos processos geomorfológicos como a variação climática, processos erosivos ou deposicionais. As formas agradacionais recebem a primeira letra maiúscula **A** e para as formas denudacionais **D** que indicam a morfologia do topo da forma individualizada, que é o reflexo do processo morfogenético que gerou tal forma, conforme (Quadro 1.1).

4.3.4 **O quarto táxon** é correspondente aos conjuntos de forma semelhante às tipologias do modelado, e recebem uma codificação de letra maiúscula de acordo com a variação do processo geomorfológico, mencionado no terceiro táxon e letras minúsculas para o tipo de topo apresentado. No relevo de denudação recebem a seguinte codificação: (Dc) para as colinas de topos convexos, (Dptc) platôs com topos convexos, (Dpta) platôs com topos aplainados e (Dptac) platôs com topos aplainados e/ou conservados. Nos relevos de acumulação recebem a codificação de Apf - A de agradação ou acumulação, (p) de planície e (f) de fluvial. A planície fluvial é subdividida em planície fluvial inundável (Apfi) e planície fluvial alagada (Apfa), enquanto que os terraços fluviais recebem a codificação (Atf) - A de agradação; (t) de terraço e (f) de fluvial (Quadro 1.1).

FORMAS DE ACUMULAÇÃO	FORMAS DE DENUDAÇÃO
A - Acumulação (deposição)	D - Denudação (erosão)
Apf - Formas de planície fluvial	Dc - Colinas de topos convexos
Apfa - Planície fluvial alagada	Dptac - Platôs com topos aplainados e/ou conservados
Apfi - Planície fluvial inundável	Dpta - Platôs com topos aplainados
Atf - Formas de terraços fluviais	Dptc - Platôs com topos convexos

Quadro 1.1 - Codificação das formas de acumulação e denudação

4.3.5 **O quinto táxon** corresponde ao tamanho médio dos interflúvios e grau de entalhamento dos canais representados por uma combinação de dois números, conforme o que se atribui no grau de dissecamento de relevo.

O índice de dissecação da área de estudo obedeceu aos pressupostos metodológicos do Radambrasil (1978), que foi estabelecido segundo a combinação de dois índices (ordem de grandeza e aprofundamento da drenagem). Esta combinação qualifica a forma, dimensionamento que ocupa definindo a vertente. Para se estabelecer o índice de dissecação utilizou-se a imagem SRTM com auxílio do software Arcview GIS 3.3. Foram feitas três medidas de cada unidade morfoescultural e que obedeceram critérios de acordo com a ordem de grandeza a seguir:

Índice - Ordem de grandeza das formas de dissecação

1 - ≤ 250 m;

2 - $> 250\text{m} \leq 750$ m;

3 - > 750 m ≤ 1.750 m;

4 - > 1.750 m ≤ 3.750 m;

5 - > 3.750 m ≤ 12.750 m.

No entanto, a intensidade de aprofundamento ou entalhe da drenagem foi definido a partir da observação do padrão da imagem, de acordo com os critérios abaixo:

1 - Muito fraca;

2 - Fraca;

3 - Mediana;

4 - Forte;

5 - Muito Forte.

A combinação desses dois índices resulta no índice de dissecamento do relevo.

4.3.6 **O sexto táxon** é correspondente às formas menores produzidas pelos processos atuais, ou ainda as formas resultantes pela ação antrópica, o que não se aplica nesta pesquisa.

4.4 **Atividades de Campo:** Consistiu no reconhecimento da área, nas observações sistemáticas das morfoestruturas e morfoesculturas, da drenagem, na identificação das unidades geológicas, dos perfis lateríticos e coleta das amostras lateríticas.

4.5 **Análise mineralógica:** As amostras coletadas dos perfis lateríticos foram analisadas pela técnica de difratometria de raios-X (DRX), via método do pó, realizada no Laboratório de Difratometria de raios-X do Departamento de Geociências (DEGEO) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Coletou-se 28 amostras lateríticas, que foram secadas, quarteadas, onde uma parte foi para análise mineralógica e a outra guardada em arquivo para subsidiar futuras investigações. Para identificação mineralógica utilizou-se 10 g de amostra a qual foi moída em grau de ágata para diminuir ao máximo a granulometria, transformando-a em pó. A partir desta etapa a amostra foi colocada em uma lâmina de alumínio vazada e prensada com placa de vidro. A lâmina foi submetida a análise no intervalo de 5 a 50 e/ou 60 2θ com velocidade de $2^\circ \theta / \text{min}$.

5 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A área estudada se localiza nas unidades morfoestruturais da Planície Amazônica e do Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro (RADAMBRASIL, 1976).

O Planalto apresenta-se em formas de platôs conservados e dissecados, colinas e ravinas desenvolvidas sobre rochas pertencentes à Formação Alter do Chão, enquanto a Planície Amazônica por sedimentos Quaternários antigos e recentes. A Planície fluvial Amazônica apresenta-se de forma alongada e acompanha as margens do rio Amazonas com feições bastante individualizadas, sendo as mais representativas as ilhas, os furos, os paranás e os lagos.

A vegetação é formada por floresta tropical densa com destaque para a mata dos aluviões fluviais (nas várzeas), constituída pela variedade de espécies florestais de porte mediano e pela grande porcentagem de madeiras moles, tais como: Imbaúba (*Cecropia* sp), Louro-da-várzea (*Nectandra Amazonum* Nees) e Tarumã-da-várzea (*Vitex Cymosa* Benth).

Do ponto de vista pedológico são encontrados depósitos de areias e latossolos de cor vermelho-amarelo, além de lateritas ferruginosas.

Segundo a classificação de Köppen (1948) *in* Jesus (1995), o clima da área de estudo é o tropical chuvoso úmido (Af) com temperaturas oscilando entre 22° C a 33° C com média de 28° C. A maior pluviosidade incide nos meses de janeiro a maio com cerca de 200mm e umidade relativa do ar sempre elevada, com médias mensais entre 77% na estação seca e 88% na estação chuvosa de acordo com o Instituto de Meteorologia do Estado do Amazonas (INMET/AM).

6 CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA

Os municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga (Figura 1.9) dispõem de uma infraestrutura básica constituída de rede de energia elétrica, comunicação e saneamento. Na economia, Itacoatiara e Itapiranga concentram as atividades na agricultura, pecuária, piscicultura e extrativismo vegetal, enquanto que o município de Silves nas culturas temporárias que mobilizam grande parte da mão de obra rural produzindo mandioca, abacaxi, arroz, cana de açúcar, feijão, juta, milho e melancia.

De acordo com o censo 2000 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico (IBGE), o município de Itacoatiara abriga uma população de 72.105 habitantes, números estes discrepantes em relação a Silves com 7.785 e Itapiranga com 7.309 habitantes. Itacoatiara apresenta maior densidade demográfica em função do grande desenvolvimento promovido pela indústria madeireira e outros investimentos, principalmente no negócio de grãos ao longo do rio Madeira.

No aspecto educacional Itacoatiara apresenta rede escolar funcionando com ensinos fundamental, médio e superior, este último consolidado pela presença da Universidade Federal do Amazonas e pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), ambas voltadas para os cursos de licenciatura e bacharelado nas mais diversas áreas do conhecimento. Quanto aos municípios vizinhos, Silves e Itapiranga, apresentam quadro educacional voltado para os ensinos fundamental e médio.

Todos os três municípios têm sua rede educacional administrada pelas unidades da Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDUC), subordinadas a administração geral, sediada em Manaus.



Payer/2005



Figura 1.9 - **Visão panorâmica dos municípios.** A) Itacoatiara, situado as margens do rio Amazonas, tem em seus rios, igarapés, lagos e paranás seus maiores atrativos turísticos. B) Silves, localizado no lago Saracá, na confluência do rio Urubu com o lago Canaçari. C) Vista parcial das feições de um paraná, situado em Itapiranga

7 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

O Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro e Planície Amazônica se inserem na Bacia Sedimentar Amazônica, aflorando na área de estudo rochas das Formações Novo Remanso e Alter do Chão (Figura 1.10).

A Formação Alter do Chão é a mais expressiva na área e o primeiro pesquisador que fez alusão a seu respeito foi Kistler (1954). Essa Formação pertence ao Grupo Javari (EIRAS *et al.* 1994), e teve seu nome consagrado na nomenclatura estratigráfica da Bacia Amazônica por Caputo *et al.* (1972). É de idade cretácea definida por Price (1960), realizada com base na descoberta de dentes de dinossauro terópodo num testemunho da parte superior da formação no poço Nova Olinda (1-NO-1-AM) na Bacia do Amazonas, e nos trabalhos de cunho palinológico de Daemon & Contreiras (1971), e Daemon (1975). Interpretações regionais consideram o paleoambiente de deposição como flúvio deltaico-lacustre (CAPUTO *et al.* 1972; DINO *et al.* 1999; NOGUEIRA *et al.* 1999). É formado principalmente por siltitos e arenitos de coloração avermelhados a amarelados, e traços de raízes. Apresenta estratificação cruzada e acanalada e é constituída mineralogicamente por quartzo, caulinita, hematita e goethita.

A Formação Novo Remanso, definida por Rozo (2004), que inferiu para esta formação idade Terciária. Apresenta-se à margem esquerda do rio Amazonas entre as comunidades de Novo Remanso (AM) e São José do Amatari (AM), seus sedimentos são discordantes sobre a Formação Alter do Chão e estão recobertos por unidades quaternárias. Litologicamente essa formação é constituída por camadas de arenitos ferruginosos grossos e areias com granulometria variando de média a fina e apresenta estratificação cruzada tabular. Seus principais constituintes mineralógicos são: o quartzo, a caulinita e os óxi-hidróxidos de ferro (hematita e goethita).

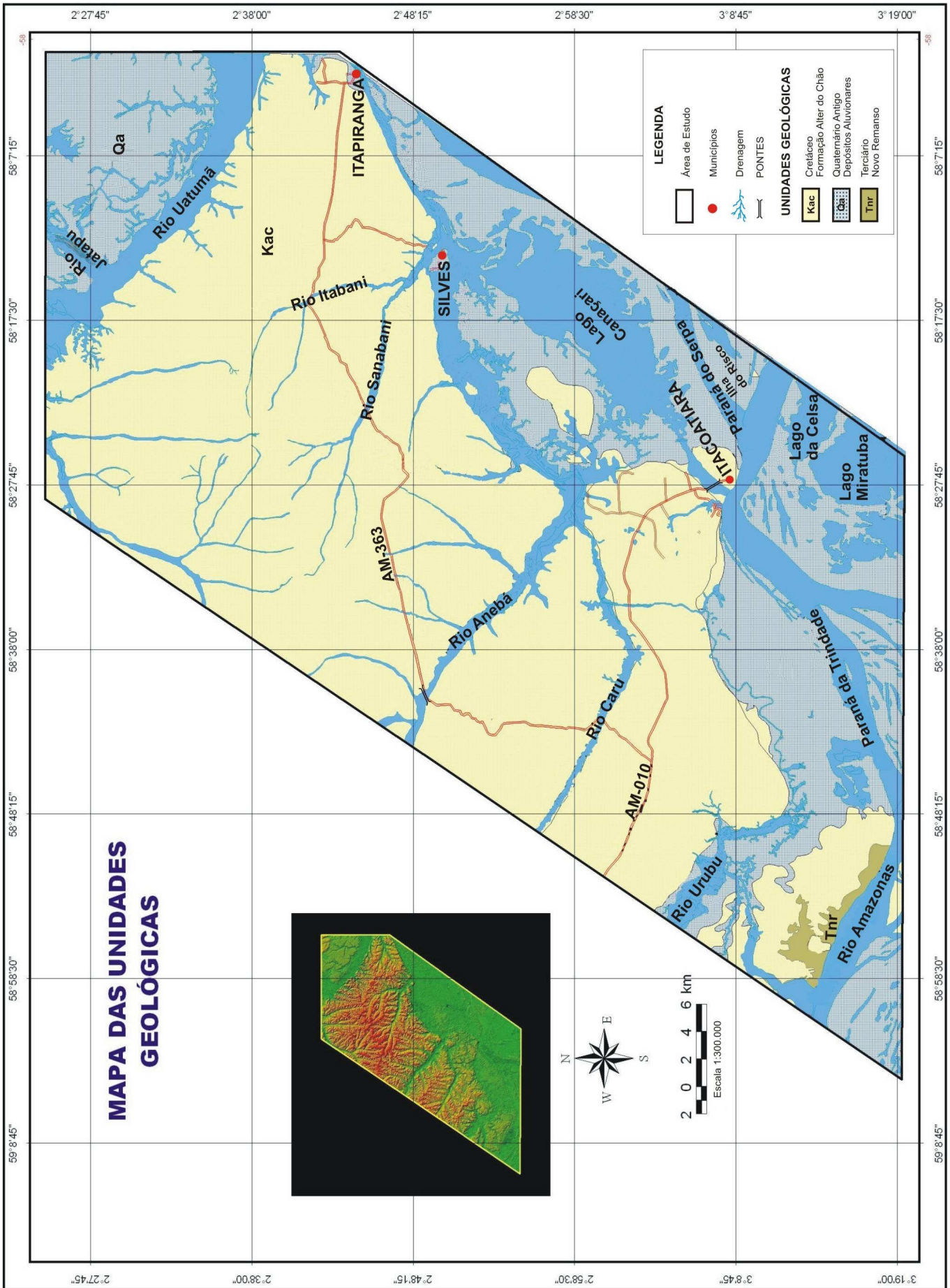


Figura 1.10 - Mapa das unidades geológicas. Elaborado com base na imagem do Modelo Digital do Terreno (MDT-SRTM), localizado na zona 2 I referente ao ano 2000
 Fonte: USGS-USA

Registram-se ainda na área de estudo as coberturas lateríticas (Cretáceo-Superior) principalmente na região de planalto, e nas planícies os depósitos aluvionares tais como areias (Figura 1.11) e ocorrências de turfas, este último principalmente na região da ilha do Risco (REIS & FIGUEIREDO, 1983).



Figura 1.11 - **Depósitos aluvionares.** A) Depósito areno-argiloso formado por processos erosivos encontrado nas margens dos vales na rodovia estadual AM-363 B) Depósitos de neossolo quartzarênico

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Uma abordagem sobre a Geomorfologia

Com base no trabalho de Guerra (1993), as formas de relevo são estudadas pela geomorfologia, tendo em vista a origem, a estrutura e a natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças interna e externa que, de modo geral, entram como fatores construtores e destruidores do relevo terrestre.

A geomorfologia é um ramo das geociências, que se aplica ao estudo das formas superficiais e recorre à geologia com relação à natureza, a estrutura e aos movimentos do subsolo e têm influência sobre as formas dos terrenos modelados pelos agentes externos.

Os agentes externos, considerados como agentes exógenos atuam no modelamento do relevo. Entre esses agentes podem ser citados: meteorização das rochas (erosão elementar ou intemperismo), a erosão fluvial (erosão normal), erosão pluvial e erosão eólica, entre outros. Esses processos estão em função da variação da temperatura, da umidade e da precipitação sob diversas formas.

Os agentes internos ou endógenos, tais como: tectonismo, movimentos orogênicos e vulcanismos, entre outros, atuam no relevo terrestre resultando nas deformações, desgastes e acumulações.

A geomorfologia está agregada aos estudos geológicos, no sentido que à constituição das formas de relevo atual e de eras antigas, têm que estar baseado no postulado da permanência das leis da natureza, onde não se pode saber algo do passado, sem levar em consideração às leis da evolução atual.

Portanto, para se entender as formas atuais do relevo, deve-se levar em consideração todo o processo pelo qual foi submetido no passado, o que é possível através de evidências de materiais deposicionais resultantes dos diferentes processos morfogênicos a que foi submetido.

2.2 Evolução das concepções relativas ao Relevo

Segundo Ross (2000), o avanço científico no âmbito das ciências da terra, onde se insere a geomorfologia, deu-se em meados do século XIX. Embora, as raízes desse impulso sejam encontradas desde o Renascimento nas observações de campo de Leonardo da Vinci, final do século XV e início do XVI, quando ao encontrar em grandes altitudes, nos montes alpinos, rochas com fragmentos de conchas, percebendo então, que a mesma guardava semelhanças com conchas novas encontradas nos terrenos baixos de depósitos recentes. Diante dessas constatações, chegou à devida conclusão: “O fato de encontrar rochas com conchas em diferentes altitudes, e em diferentes inclinações indicava um grande levantamento de terras que antes certamente eram parte do fundo do mar”.

Entretanto, por muitos séculos o progresso nas ciências naturais foi impedido pela crença que os fatos observados na superfície terrestre eram resultados de acontecimentos excepcionais de caráter catastrófico o que perdurou até o final do século XVIII.

Porém, vale enfatizar que na segunda metade do século XVII surgiu o Princípio do Atualismo, onde a lógica se resumia: “O presente é a chave do passado”, portanto a base de pesquisa da geologia e da geomorfologia. No final do século XIX, a totalidade dos conhecimentos geomorfológicos adquiriu mais expressão na Europa, quanto nos Estados Unidos da América. Nesse último, com a expansão territorial e a ampliação dos estudos geológicos voltados obviamente para a procura de minerais preciosos, a geomorfologia obteve

mais espaço entre as ciências da terra, com base nesse contexto histórico foi que surgiu o modelo teórico de William Morris Davis, estabelecendo uma direção para a interpretação do relevo.

Entretanto, o postulado de Davis propôs uma concepção finalista, onde todo relevo tem começo, meio e fim, podendo, no entanto, recomeçar com um processo de rejuvenescimento. Desse modo, o Ciclo Geográfico ou Geomórfico concebido por Davis passa por três fases: juventude, maturidade e senilidade, a partir da qual o relevo pode retornar à juventude com soerguimento de caráter tectônico. A idéia de mudança ou de evolução das formas de relevo ao longo de um tempo não claramente determinado é de qualquer modo, uma contribuição nova aos conhecimentos geomorfológicos.

A noção de importância da influência estrutural no modelado do relevo transparece quando o autor admite que cada novo ciclo é sempre reativado com processos de soerguimentos gerados pela influência tectônica. Porém, os estudos geomorfológicos também tiveram enorme influência da escola germânica e se fundamentava na relação do relevo com a litologia, solo, hidrologia e o clima. No entanto, as primeiras correlações entre as zonas climáticas do globo e as formas de relevo foram estabelecidas em 1912 por Walter Penck. Entretanto, a tônica de Penck transporta-se para os efeitos naturalistas, não esquecendo da forte relação que os processos endogenéticos manifestavam na relação com o relevo. Porém, apoiados na concepção de W. Penck, outros autores nos diversos cantos do globo terrestre começaram a interpretar a gênese do relevo com base na variação climática, definindo, portanto, o modelado da paisagem sem deixar de considerar outros fatores que estão associados a esta, como é o caso da vegetação.

2.3 A Teoria da Pediplanação

Outra contribuição marcante para o conhecimento geomorfológico foi de King (1953), que de certa forma sofre influência do modelo davisiano, mas incorpora contribuições marcantes de W. Penck. A Teoria da Pediplanação que se apóia no princípio da atividade erosiva por processos de ambientes áridos e semi-áridos, passou a ter larga aceitação para as áreas intertropicais, sobretudo no Brasil e na África. Entretanto, ficou evidente nessa concepção que o relevo não tem um comportamento cíclico como preconizava o modelo teórico de Davis, mas certamente ocorria de forma intermitente a atuação dos efeitos tectônicos, colocando superfícies de erosão ou de pediplanação elaboradas ao longo do tempo em diferentes níveis.

No Brasil na década de 60, A.N. Ab'Sáber, J.J. Bigarella e alguns outros por influência dos pesquisadores franceses de geomorfologia climática e pela linha da pediplanação de King (1953), passaram a interpretar o relevo brasileiro e procurar vestígios dos processos de pediplanação, entre os quais, depósitos de paleossolos, paleopavimentos, entre outros.

2.4. A Tônica Geomorfológica no Brasil

Os estudos geomorfológicos no Brasil, de acordo com Christofolletti (1980), datam de épocas recentes e assinala como precursor histórico Ab' Sáber, que registra três períodos principais: o primeiro está associado aos grandes feitos dos viajantes e naturalistas que percorreram o solo brasileiro na primeira metade do século XIX, sobretudo, trabalhos de geólogos que passaram também no Brasil e deixaram seus registros, que posteriormente contribuíram para estudos geomorfológicos. O segundo período caracteriza o predomínio de

pesquisadores estrangeiros, especialistas em geologia e geomorfologia que deixaram suas contribuições importantes em seus trabalhos, bem como, a participação efetiva de pesquisadores brasileiros e o último após a criação das primeiras Faculdades de Filosofia no país e após a Fundação do Conselho Nacional de Geografia, em 1937.

Contudo, foi a partir de 1950, que o conhecimento geomorfológico brasileiro evoluiu de maneira rápida. Com a realização do Congresso Internacional de Geografia realizado no Rio de Janeiro em 1956, houve significativa expansão dos estudos de geografia e geologia, com inúmeras publicações que difundiram os conhecimentos geomorfológicos, portanto, contribuindo dessa forma para a expansão da mesma.

Embora os estudos sobre o relevo brasileiro tenham evoluído a partir dos anos 50, começou a ser esboçado nos anos 40 quando Aroldo de Azevedo estabeleceu áreas de planaltos e planícies. O planalto foi classificado como Planalto das Guianas e Planalto Brasileiro, com subdivisão deste último em Atlântico, Central, Meridional e as planícies denominadas de Amazônia, Pantanal e Costeiras.

Na década de 60 o relevo brasileiro assumiu nova divisão, principalmente sob a ótica dos domínios morfoclimáticos regionais embasada por Ab'Sáber.

2.5. A Integração do relevo na abordagem de Ab' Sáber (1969)

Ab'Sáber (1969), reconhece que no estudo integral do relevo deve ser levado em consideração três níveis de abordagens, que individualizam o campo de estudo da ciência geomorfológica: a compartimentação morfológica, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisionomia da paisagem.

1. A compartimentação morfológica inclui observações relativas aos diferentes níveis topográficos e características morfológicas, que apresentam uma importância direta no

processo de ocupação. Nesse sentido, a geomorfologia assume importância ao definir os diferentes graus de risco que uma área possui, oferecendo subsídios ou recomendações quanto à forma racional de ocupação direta no processo de ocupação.

2. A estrutura superficial, ao mesmo tempo em que representa importante elemento na constituição do grau de fragilidade do terreno, é responsável pelo entendimento histórico da evolução do relevo.

3. A fisiologia da paisagem, tende objetivar a compreensão e a ação dos processos morfodinâmicos atuais, momentos em que o homem se insere como elemento modificador, que muitas vezes abrevia a própria atividade evolutiva do modelado.

Ab'Sáber (1967a), quando em sua participação no Projeto Radambrasil, estabeleceu os domínios morfoclimáticos das regiões onde a variação da erosão depende de um sistema morfoclimático, no qual a fisiologia da paisagem está relacionada às condições de clima, vegetação e solo. Em trabalho posterior, Ab'Sáber (1967b), esquematizou de modo genérico, a distribuição do que chamou de “áreas nucleares” dos domínios morfoclimáticos, considerando que entre essas “áreas nucleares” de cada domínio existem processos geomorfológicos de transição o que atribuiu de influências bioclimáticas (RADAMBRASIL, 1976), dando ênfase aos estudos paleoclimáticos que atuaram ao longo do Neógeno (Terciário Superior) ao Quaternário.

2.6. A Contribuição do Projeto Radambrasil na geomorfologia do Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro e Planície Amazônica

O estudo do relevo brasileiro, principalmente na Região Amazônica apóia-se nas investigações produzidas pelo Projeto Radambrasil nos anos de 1970 a 1985, quando o uso de imagem de radar, passou a interpretar o meio físico e biótico das regiões abrangidas pelo

projeto, incluindo mapas temáticos e textos analíticos, dos mais diversos aspectos, tais como: geologia, uso do solo, geomorfologia, entre outros, o que tem contribuído fundamentalmente com as pesquisas científicas.

Durante a atuação do projeto o relevo foi mapeado com base nas características semelhantes de formas e altimetria, registradas e editadas em volumes a exemplo da (FOLHA SA-21-RADAMBRASIL, 1976), onde se insere oito unidades morfoestruturais tais como: Pediplano Rio Branco-Rio Negro, Planalto Dissecado Norte da Amazônia, Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas, Planalto Rebaixado da Amazônia, Depressão Periférica do Norte do Pará, Planalto Tapajó Xingu, Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro e Planície Amazônica, onde as duas últimas se inserem a área da pesquisa.

A área de planície Amazônica, identificada como planície fluvial relativa à bacia hidrográfica do rio Amazonas, como unidade morfoestrutural iniciou-se por Barbosa *et al.* (1974), no mapeamento da (FOLHA SA-22- RADAMBRASIL, 1974), onde se caracterizava por apresentar uma colmatagem atual e ativa, onde se destacavam lagos, furos, paranás e depósitos sedimentares fluviais recentes. A extensão do mapeamento sistemático para oeste permitiu que Nascimento *et al.* (1976), ao estudarem a (FOLHA SA-21-RADAMBRASIL, 1976), acrescentassem novas características de planície, dentre estas, as que mais se destacavam era a presença de lagos que assumiam formas e dimensões variadas, que refletiam diferentes intensidades de colmatagem.

As unidades de relevo próximas à planície Amazônica são: A nordeste e sul encontram-se limitada com o Planalto Rebaixado da Amazônia (Médio Amazonas), a noroeste com o Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro e a sudeste com o Planalto Tapajós-Xingu. A leste a Planície Amazônica prolonga-se da Folha SA 22-Belém e a oeste estende-se para a Folha SA 20-Manaus. Predomina a vegetação de Campo, aparecendo

também os Parques e a Floresta de Várzea. Os aspectos pedológicos encontram-se areias e principalmente solos hidromórficos, além de lateritas.

A área desta unidade está sob o controle direto do rio Amazonas, que está dividida em planície fluvial alagada e planície fluvial inundável. A planície fluvial alagada abrange trechos que mesmo em período de menor volume das águas do rio Amazonas estão submersos, enquanto que as áreas inundáveis são alagadas apenas no período das cheias. Registram-se fatos específicos na Planície Amazônica tais como: paranás, furos, igarapés, lagos com formas e gênese diferenciadas, vales fluviais, diques fluviais, entre outros.

O rio Amazonas adentra na área pertencente à Folha SA 21-Santarém, com direção SW-NE; nas proximidades da ilha Carreiro, condicionado pelos sedimentos terciários da Formação Barreiras, dirige-se para NW-SE até o rio Madeira, onde novamente procura a direção SW-NE. A leste de Urucará dirige-se novamente de NW-SE até o município de Parintins, onde inflete para NE. Nas proximidades de Óbidos, em função da litologia terciária, varia sua direção para NW-SE até Santarém, onde de forma alinhada, volta-se outra vez para SW-NE. Os principais afluentes do rio Amazonas são os rios Madeira, Tapajós e Curuá-Una os mais importantes da margem direita, enquanto os rios Urubu, Uatumã, Nhamundá, Curuá e Maicuru, os mais significativos pela margem esquerda (RADAMBRASIL, 1976).

O Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro, limita-se ao norte com os relevos residuais da borda norte da Sinéclise do Amazonas, próximo do paralelo de 02° 00'S. Ao sul os vales afogados dos rios Nhamundá, Uatumã, Anebá e Urubu e situa-se em seu limite com a Planície Amazônica, nas proximidades da rodovia AM-010 que liga Manaus (AM) a Itacoatiara (AM). A leste desta unidade de relevo está o rio Trombetas que separa do Planalto Rebaixado da Amazônia (Médio Amazonas) e a oeste prolonga-se para a Folha SA. 20 - Manaus, próximas a Folha SA. 21- Santarém. Sua denominação definiu-se a partir de diversos nomes, entre os quais Planalto Dissecado Amazonas-Pará, Planalto Dissecado Nordeste de

Manaus e Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro. O primeiro nome indicaria a posição geográfica do Planalto abrangendo terras dos Estados do Amazonas e Pará, que possuem como limite interestadual o rio Nhamundá. No caso Planalto Dissecado Nordeste de Manaus se deve a idéia de restrição da área ocupada pela unidade às proximidades de Manaus. Mesmo não se estendendo por todo o interflúvio do Rio Trombetas-Rio Negro, sendo limitado pelo baixo curso desses dois canais fluviais, preferiram tal denominação.

As formas de relevo são talhadas em rochas sedimentares cretáceas pertencentes à Formação Barreiras, com solo do tipo Latossolo Amarelo, com cobertura de floresta Densa. Os rios Nhamundá, Jatapu, Uatumã e Preto da Eva atravessam o Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro na direção NW-SE, compartimentando-o em grandes interflúvios.

As condições geomorfológicas deste planalto refletem a intensa atuação dos processos erosivos, resultando em uma grande faixa de dissecação, em interflúvios com encostas ravinadas, interflúvios tabulares com drenagem densa, colinas e ravinas (RADAMBRASIL, 1976).

De maneira geral, a rede de drenagem apresenta padrão do tipo dendrítico, assinalando-se capturas fluviais, o que ocorre também drenagens com feições distintas que representam anomalias no conjunto, dado a influência da tectônica, estrutural e litologia presente. Entretanto, desde o Terciário esse planalto encontra-se em meio a modificações em sua forma (RADAMBRASIL, 1976), dado os fatores internos e externos e a respeito desse último fator pode ser assinalado o processo de lateritização.

2.7. A lateritização na Região Amazônica

O termo laterito é aplicado como produto de intenso intemperismo de rochas subaéreas, fazendo com que os teores de Ferro (Fe) e/ou Alumínio (Al) sejam mais elevados e os de Silício (Si) mais baixos nos lateritos do que na rocha-mãe caolinizada (SCHELLMANN, 1980).

Na região Amazônica, particularmente, Costa (1991) e Costa & Angélica (1995), usam o termo laterito para designar rochas formadas ou em fase de formação por meio de intenso intemperismo químico de rochas preexistentes, inclusive de lateritos antigos, sob condições de clima tropical. No entanto, as primeiras citações de lateritos na região Amazônica foram feitas por Katzer (1903), que descreveu como arenitos ferruginosos aos quais deu a denominação de “Grés do Pará”.

Segundo Costa (1991), os lateritos da região Amazônica podem ser classificados em dois grandes grupos: a) lateritos imaturos; b) lateritos maduros.

Os lateritos maduros iniciaram o seu estabelecimento no Terciário Inferior (Eoceno-Oligoceno) de acordo com (COSTA, 1984; TRUCKENBRODT *et al.* 1982), sendo retrabalhados provavelmente no Mioceno e Plioceno (KOTSCHOUBEY, 1984; COSTA, 1990a e COSTA *et al.* 1991). Por outro lado, os lateritos imaturos se formaram durante o Pleistoceno (Quaternário), Costa (1991). Os lateritos imaturos estão distribuídos por toda região e formam o relevo jovem que domina toda Amazônia. Os perfis desses lateritos apresentam características típicas de baixo grau de evolução, onde apresentam normalmente um horizonte argiloso, mosqueado, linhas de pedra ou *stone lines* e concrecionário ferruginoso. Enquanto que, os lateritos maduros estão bem representados na Amazônia, mas não tem a mesma extensão geográfica dos imaturos. Em geral, os lateritos maduros compõem relevo mais elevado, sob forma de platôs ou morros. São lateritos evoluídos compostos pelos

horizontes: crosta ferruginosa, bauxítico e/ou fosfático de alumínio, argiloso e o pálido transicional, e apresentam com maior complexidade de texturas e mineralogia.

2.7.1. MINERALOGIA - Quanto às espécies minerais dos lateritos da Amazônia, segundo Costa (1991), pode-se considerar as mais importantes:

a) Lateritos imaturos: hematita, goethita, goethita com alumínio e maghemita;

- Caulinita, halloysita, esmectita e illita.

b) Lateritos maduros: Caulinita, quartzo, gibbsita, goethita aluminosa, augelita, esmectita, illita, halloysita, variscita, wardita, entre outros.

2.7.2. MODO DE OCORRÊNCIA - Na Amazônia, segundo Costa (1991), os lateritos maduros podem ocorrer da seguinte maneira: em platôs ou morros, cujos topos representam superfícies lateríticas reliquias; em platôs isolados formando-se sobre lateritos bauxíticos; ocorrem ainda como parte do relevo recente devido a movimentos tectônicos em blocos, nivelando o relevo antigo com o recente. No entanto, os lateritos imaturos formam o relevo recente, quase plano, desenvolvido sobre crostas ferruginosas ou concreções ferruginosas incoesas, em relevo quase plano a ondulado, instalado sobre latossolos (COSTA, 1991). Entretanto, a evolução geomorfológica na região Amazônica está diretamente relacionada ao processo de lateritização, que se formaram a partir de diferentes tipos de rochas-mãe ou foram depositadas sobre diferentes tipos de embasamento.

CAPÍTULO III

3 Abordagem sintética sobre a neotectônica da Amazônia

Na região Amazônica a ação da neotectônica é assinalada por sistemas de falhas, de padrões de relevo e arranjos de drenagem cujos estilos podem ser identificados por meio de produtos de sensores remotos. A primeira observação sobre neotectônica na região dos baixos cursos dos rios Negro e Solimões se deve a Sternberg (1950), que observou controle tectônico dos vales dos rios Uatumã, Urubu e Rio Preto da Eva, orientados segundo duas direções preferenciais NE-SW e NW-SE, tanto em terra firme quanto na várzea. Posteriormente, nos trabalhos do Projeto Radambrasil na década de 70, mapeamentos em nível de reconhecimento regional, outras informações a respeito de eventos tectônicos foram associados a trabalhos desenvolvidos na década de 80 e 90, notadamente por (IGREJA & FRANZINELLI, 1987; EIRAS & KINOSHITA, 1988; BEMERGUY & COSTA 1991; CUNHA 1991; COSTA & HASUÍ, 1991; COSTA *et al.* 1992, 1994 e 1996; BEMERGUY *et al.* 1995; BORGES *et al.* 1995; FERNANDES FILHO *et al.* 1995; COSTA 1996, entre outros).

De acordo com Franzinelle & Igreja (1990), na região que compreende o baixo curso do rio Negro, existem um hemi-graben caracterizado por falhas normais inclinadas para nordeste e decorrente da atuação de um eixo extensional voltado para N50°-55°. Relataram ainda que parte dos dados estruturais pode ser explicada por meio de um sistema direcional dextral de direção E-W. No entanto, Costa *et al.* (1992) e Costa *et al.* (1994), referem-se à tectônica ressurgente na região Amazônica e relacionam as estruturas neotectônicas a dois episódios de movimentação, sendo um no Terciário Superior (Mioceno Plioceno) e outro no Quaternário. A compartimentação estrutural do Terciário Superior compõem-se de três domínios denominados de transpressivo, direcional e distensivo, de leste para oeste. O

domínio transpressivo localiza-se entre as cidades de Manaus (AM) e Santarém (PA), sendo formado por três segmentos principais. O primeiro segmento compreende a cidade de Manaus e Itacoatiara (AM), onde se caracteriza pela presença de vários feixes de falhas inversas na direção NE-SW e inclinados preferencialmente para SE. No entanto, no interflúvio do rio Preto da Eva/Urubu, ocorrem duplexes e sistemas imbricados afetando os sedimentos da Formação Alter do Chão. O segundo estende-se entre as cidades de Itacoatiara e Parintins (AM) e compõem-se de dois feixes de falhas transcorrentes de direção NE-SW. Já o terceiro, corresponde à região do Baixo Tapajós, sendo caracterizado por dobras quilométricas. A compartimentação do Quaternário se refere ao desenvolvimento de duas junções tríplices denominadas Baixo Tapajós e Marajó-Mexiana, e a existência de falhas normais NW-SE que afetam os sedimentos da Formação do Solimões.

3.1 Elementos morfoestruturais da área de estudo

Para o estudo dos elementos morfoestruturais da área desta pesquisa, utilizou-se imagens SRTM para individualizar os alinhamentos e lineações fotointerpretadas, a fim de compor um quadro comparativo das principais direções de tensões. Os elementos fotointerpretativos foram então agrupados, em função de suas diferentes magnitudes, em 1ª, 2ª e 3ª ordens (Figura 1.12). Os lineamentos de 1ª ordem são os de maior destaque junto à imagem de sensores remotos e estão orientados preferencialmente segundo as direções NW-SE e SW-NE, exibem forte padrão linear, cujos comprimentos variam de 20 a 40 km e controlam os vales dos rios Amazonas, Urubu, Uatumã, Caru e Anebá (Figura 1.5). Os lineamentos de 2ª ordem, também com destaque juntos a imagem de sensores remotos, estão orientados segundo as direções N-S e NNE-SSW, com formato linear a curvi-linear, com comprimentos entre 5 e 15 km e que se caracterizam como controlador do relevo da área,

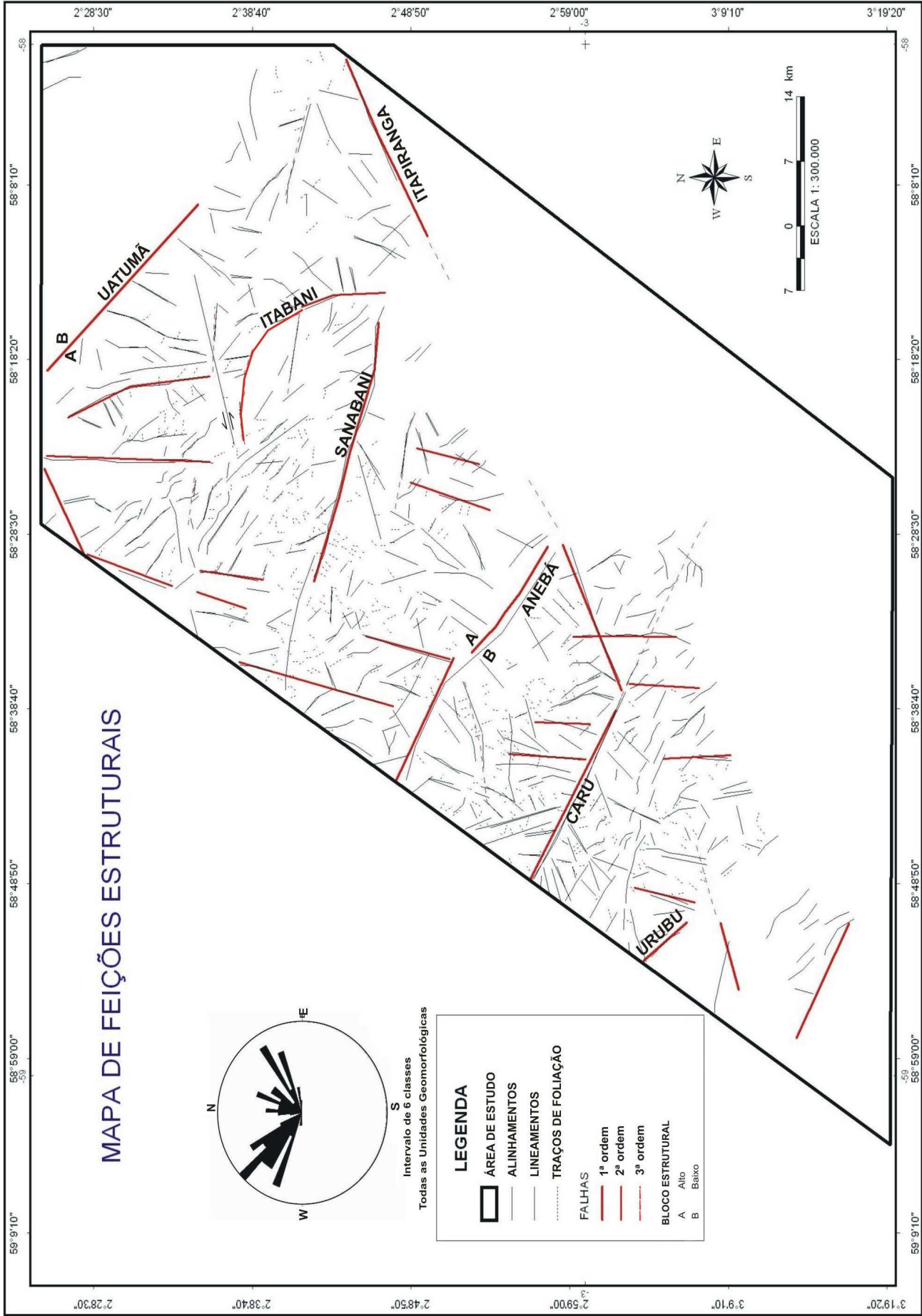


Figura 1.12 - Mapa de feições estruturais. Elaborado com base na imagem do Modelo Digital do Terreno (MDT-SRTM) localizado na zona 21 referente ao ano 2000
Fonte: USGS-USA

limitando vales entre cristas alinhadas e imprimindo um controle sobre rios e igarapés de 1ª a 4ª ordens. Já os lineamentos de 3ª ordem, são menos destacados na imagem de sensores remotos e estão orientados preferencialmente nas direções NWW-SEE, SWW-NEE e W-E, controlando o rio Sanabani e, principalmente, os rios e igarapés de 1ª e 2ª ordem (Figura 1.5).

A partir dos lineamentos de drenagens observou-se também os aspectos de assimetria, tropia, sinuosidade, angularidade e anomalias, tais como: vale encaixado na unidade E da área e encurvamentos em forma de arco na drenagem, que podem ser atribuído como possíveis movimentos neotectônicos. Na (Figura 1.12) apresenta-se o estereograma referentes aos dados estruturais fotointerpretativos da área estudada, onde se nota que as principais direções de lineamento estão no sentido NW-SE e SW-NE.

Em uma análise morfoestrutural simples é possível observar que a área de estudo está delimitada por dois lineamentos estruturais principais nas direções NW-SE e SW-NE de 1ª ordem (Figura 1.5). A porção norte limita-se pelo segmento estrutural NW-SE, o qual controla a drenagem ao longo do rio Uatumã, enquanto que a porção sul é limitada através da junção entre os lineamentos estruturais NW-SE e SW-NE, os quais controlam os rios Urubu e Amazonas, respectivamente.

O setor centro-norte da área, aqui denominado de bloco morfoestrutural Itapiranga, ocorrem platôs de topos aplainados e conservados (Dptac) e colinas (Dc), com altitudes em torno de 150 e 50 metros, respectivamente. Esse bloco mostra-se limitado ao norte pelo lineamento NW-SE (controlador do rio Uatumã), a leste pelo lineamento SW-NE (controlador do rio Amazonas) e ao sul pelo lineamento NWW-SEE (controlador do rio Sanabani). No interior desse bloco predominam os lineamentos de 2ª ordem, ou seja, orientados na direção N-S e NNE-SSW, cujo padrão de drenagem é do tipo dendrítico (Figura 1.8A).

O setor central aqui denominado de bloco morfoestrutural Silves, mostra-se limitado através da articulação dos lineamentos NWW-SEE, SW-NE e NW-SE. Nesse bloco é possível

ainda, individualizar dois sub-setores, chamados de norte e sul, os quais estão separados pelo lineamento NW-SE controlador do rio Anebá (Figura 1.5). No sub-setor norte, predomina platôs de topos aplainados e conservados (Dptac) com altitudes da ordem de 150 metros e estruturados por lineamentos N-S e NNE-SSW. Em direção ao sub-setor sul, os (Dptac) são substituídos por platôs de topos convexos (Dptc) e de topos aplainados (Dpta), com a altitude baixando para a ordem de 110 metros e mantendo o predomínio de lineamentos N-S e NNE-SSW.

O setor sul denominado de bloco morfoestrutural Itacoatiara, se apresenta limitado pelos lineamentos NW-SE e N-SSW. Nesse bloco também é possível individualizar dois sub-setores, denominados de norte e sul, os quais se separam pelos lineamentos NW-SE controladores dos rios Urubu, Caru e Amazonas (Figura 1.5). No sub-setor norte ocorrem platôs de topos aplainados (Dpta), de topos convexos (Dptc) e sistema de colinas (Dc) com altitudes de 100 e 60 metros com predominância do lineamento NW-SE, controladores dos rios Caru e Urubu de 3ª ordem, e pelos lineamentos de 2ª ordem com direções N-SSW, que controlam cristas do relevo. No sub-setor sul predominam platôs de topos aplainados (Dpta), de topos convexos (Dptc), sistemas de colinas (Dc) com altitudes rebaixadas (60 a 40 m) e terraços fluviais (Atf) com até 60 metros de altitudes, rios de 1ª e 2ª ordem e padrão de drenagem do tipo subdendrítico, controlados também pelos lineamentos de 1ª ordem (NW-SE).

Os lineamentos de direção NW-SE e SW-NE exercem fortes influências estruturais na área de estudo, controlando essencialmente a configuração da rede de drenagem e sistema de relevo. Tal controle estrutural há muito tempo tem sido discutido por diversos pesquisadores, entre os quais (STERNBERG, 1950; FRANZINELLI & PIUCI, 1988; FRANZINELLI & IGREJA, 1990; COSTA *et al.* 1991, 1992, 1994 e 1996; FERNANDES

FILHO *et al.* 1995; HASUY, 1996; IGREJA & CATIQUE, 1997; FRANZINELLE *et al.* 2002; entre outros).

Segundo Miranda *et al.* (1994) *in* Costa (2002), na região do Rio Uatumã 89% das falhas normais desenvolvidas sobre os sedimentos da Formação Alter do Chão, estão orientadas preferencialmente segundo direções NNE-SSW e NE-SW, sugerindo a atuação de esforços distensivos nas direções WNW-ESE e NW-SE. O restante das estruturas observadas (11%) corresponde a falhas reversas com orientação preferencial NNE-SSW e NE-SW sugerindo a atuação de esforços compressivos WNW-ESSE e NW-SE. Miranda *et al.* (op.cit) destacaram ainda a presença de descontinuidades com orientação NW-SE no embasamento, as quais coincidem com o interflúvio Uatumã-Anebá e representam possivelmente altos e baixos estruturais do substrato cristalino.

Segundo Costa, *et al.* (1994, 1995 e 1996), na região compreendida entre as cidades de Manaus e Juruti (PA), existem dois conjuntos de estruturas decorrentes de movimentos tectônicos durante o Terciário Superior e o Quaternário. As estruturas mais antigas (Figura 1.13A) correspondem às falhas inversas orientadas segundo a direção NE-SW, controladoras do sistema de colinas desenvolvidas sobre os sedimentos da Formação Alter do Chão, podendo estar associada a dobras, falhas transcorrentes e normais, definindo domínios transpressivo, direcional e distensivo, respectivamente. Por outro lado, as estruturas do Quaternário são representadas pelos seguintes elementos: um segmento distensivo situado entre as cidades de Manacapuru (AM) e Itacoatiara, um segmento transcorrente na região da Ilha de Tupinambarana e duas junções tríplices denominadas Baixo Tapajós e Marajó-Mexiana. O segmento distensivo Manacapuru e Itacoatiara são caracterizados por falhas normais orientadas na direção NW-SE, que controlam o traçado geral dos rios Preto da Eva, Urubu, Uatumã e o baixo curso do Rio Negro, além de impor desnivelamento de até 30 metros no perfil laterítico desenvolvido no Plioceno-Pleistoceno.

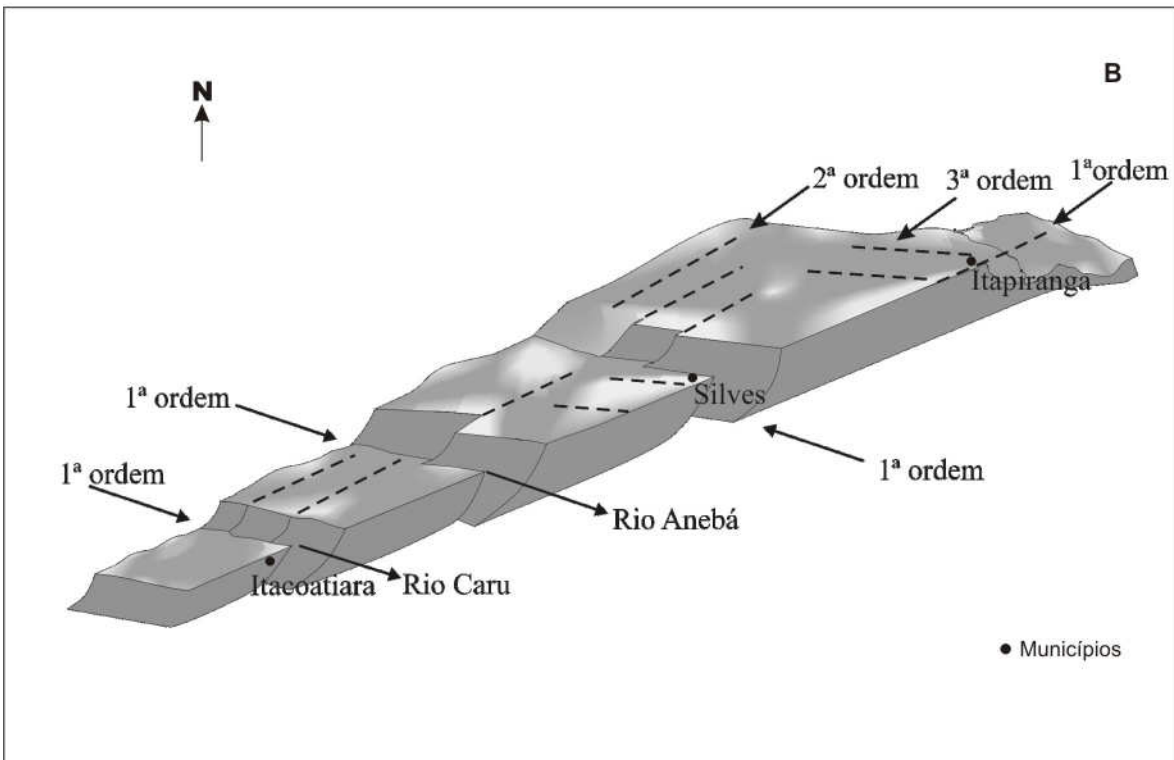
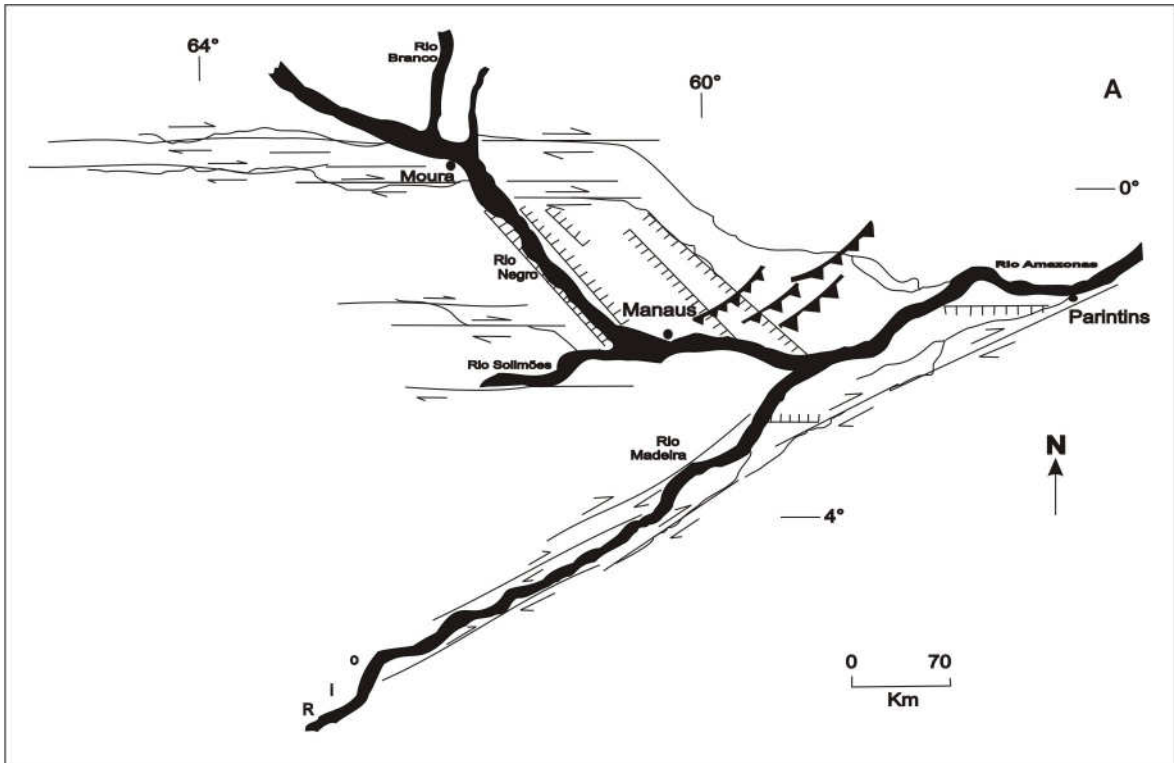


Figura 1.13 - A) Maiores estruturas neotectônicas da região leste do estado do Amazonas. Fonte: COSTA *et al.* (1996). B) Bloco diagrama em arranjo morfoestrutural em um sistema de prisma, formado por 4 blocos observados em diferentes grupos estruturais da área de estudo

A ação de um componente transcorrente na região da cidade de Itacoatiara, cuja cinemática é interpretada como dextral, também tem sido discutida por Igreja & Catique (1997), como responsável pelo controle estrutural na foz do rio Madeira, e no desenvolvimento de lagos, ilhas e paranás naquela região. Tal tectônica transcorrente dextral é também estendida para a foz do rio Negro, à qual favoreceria a captura de drenagens, formação de cachoeiras e ilhas (IGREJA *et al.* 1999 & FRANZINELLI *et al.* 1999).

A análise geométrica dos elementos estruturais fotointerpretativos auxiliada pelas restritas observações em campo da ação de falhas normais em arranjo lítrico permitiu elaborar um arranjo morfoestrutural representado por um sistema de prismas escalonados para área de estudo (Figura 1.13B). Tal concepção distribui os blocos estruturais Itapiranga, Silves e Itacoatiara, conforme seus padrões de relevo e drenagem, como as áreas mais rebaixadas, tais como as planícies de inundação, controlados principalmente pela articulação de falhamentos normais NW-SE e NE-SW. É provável que tais blocos ou prismas não tenham simplesmente deslizados um em relação ao outro, mas que tenham sido submetidos a um componente rotacional no sentido horário, sobretudo entre os blocos morfoestruturais Itapiranga e Silves, os quais ainda necessitam de melhor investigação.

Em geral, podemos considerar que os blocos morfoestruturais individualizados na área de estudo estão escalonados com as áreas mais rebaixadas localizadas na porção sul e as mais elevadas na porção centro-norte. Tal escalonamento permite projetar os blocos com ângulos de mergulhos em torno de 25° na direção SW, e ao longo da junção entre os blocos ou prismas morfoestruturais estão desenvolvidos as drenagens dos rios Urubu, Caru, Anebá, Sanabani e Uatumã, com fluxos d'água de NW para SE, refletindo a provável rotação dos blocos no sentido horário (Figuras 1.5 e 1.13B).

CAPITULO IV

4 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Abordagem morfoestrutural

As feições relevo da área de estudo no contexto das morfoestruturas, são representadas pelo Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro e Planície Amazônica (Figura 1.14), definidas pelas formas e posicionamento altimétrico das massas de relevo segundo Radambrasil (1976), onde as maiores altitudes se encontram na porção centro-norte com cerca de 150 metros (Figura 1.15).

4.2 Análise do sistema de drenagem

Os cursos de água constituem processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980). A rede de drenagem na área de estudo (Figura 1.16) é constituída pelo rio Amazonas, canal principal, considerado de 5ª ordem em conjunto com seus principais afluentes: rios Urubu, Caru, Uatumã e Anebá, bem como os tributários. Os principais afluentes do rio Amazonas na área apresentam paralelismo entre si, percorrendo estruturas falhadas de 1ª ordem com direções preferenciais NW-SE e SW-NE. Porém, esses rios alimentam o potencial hídrico do rio Amazonas e ajudam a elaborar a planície fluvial Amazônica.

O rio Amazonas ao adentrar a área de estudo com direção NW-SE, apresenta canal sob forma retilínea e no trecho entre a comunidade de São José do Amatari (AM) e a foz do

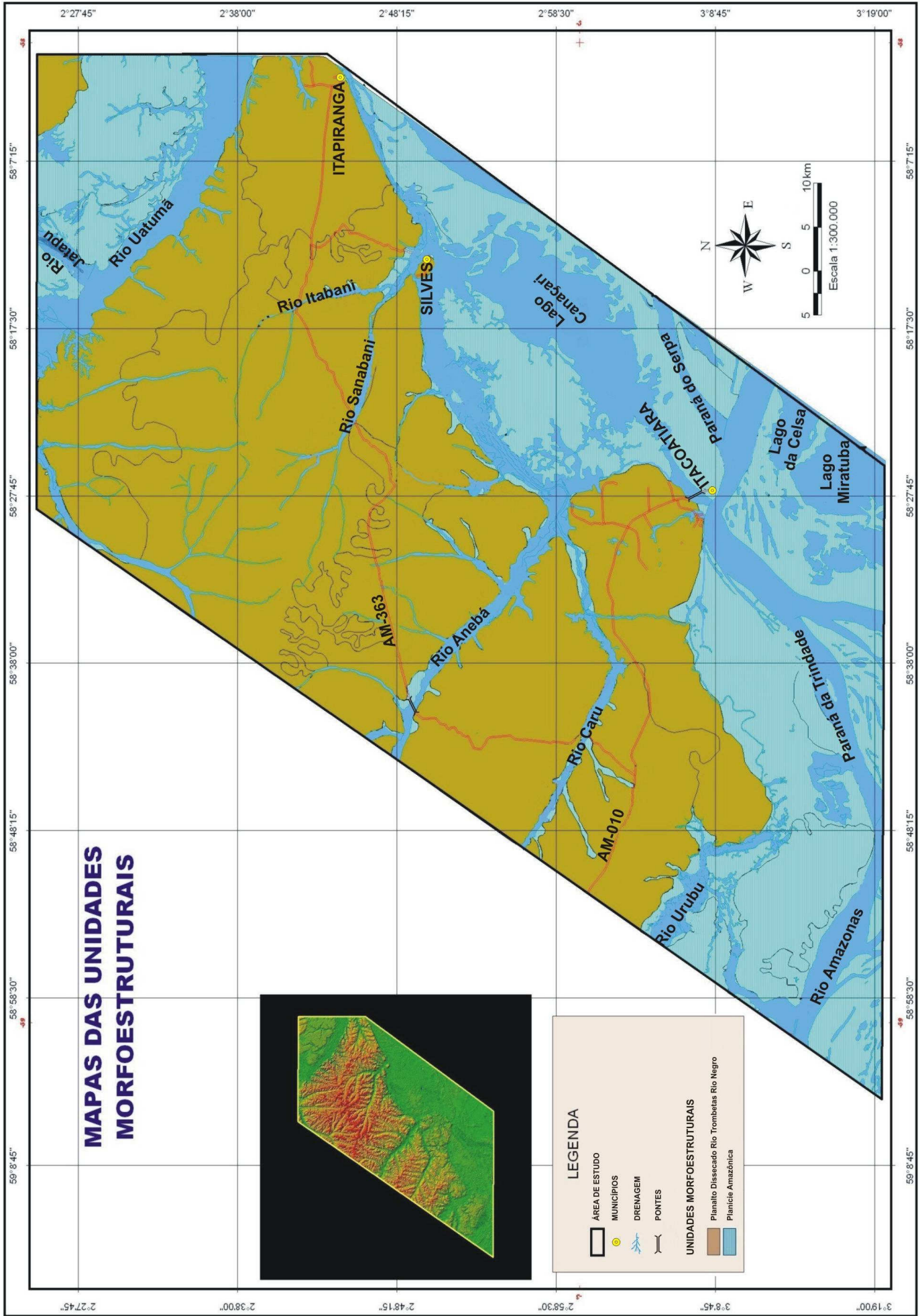


Figura 1.14 - Mapa das unidades morfoestruturais. Elaborado com base na imagem do Modelo Digital do Terreno (MDT-SRTM), localizado na zona 21 referente ao ano 2000
 Fonte: USGS-USA

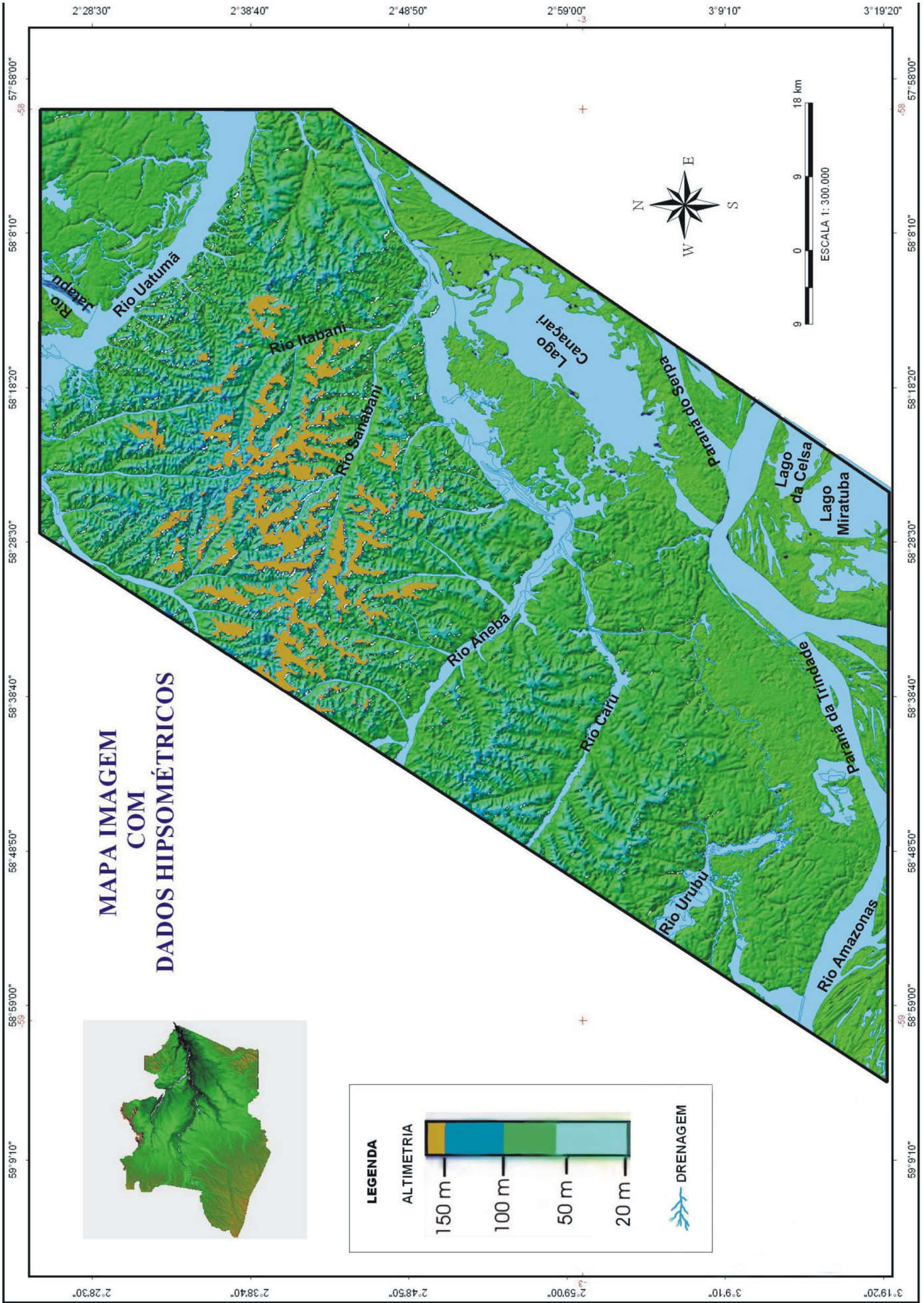


Figura 1.15 - Mapa imagem com dados hipsométricos. Elaborado com base no Modelo Digital do Terreno (MDT - SRTM), localizado na zona 21 referente ao ano 2000
Fonte: USGS-USA

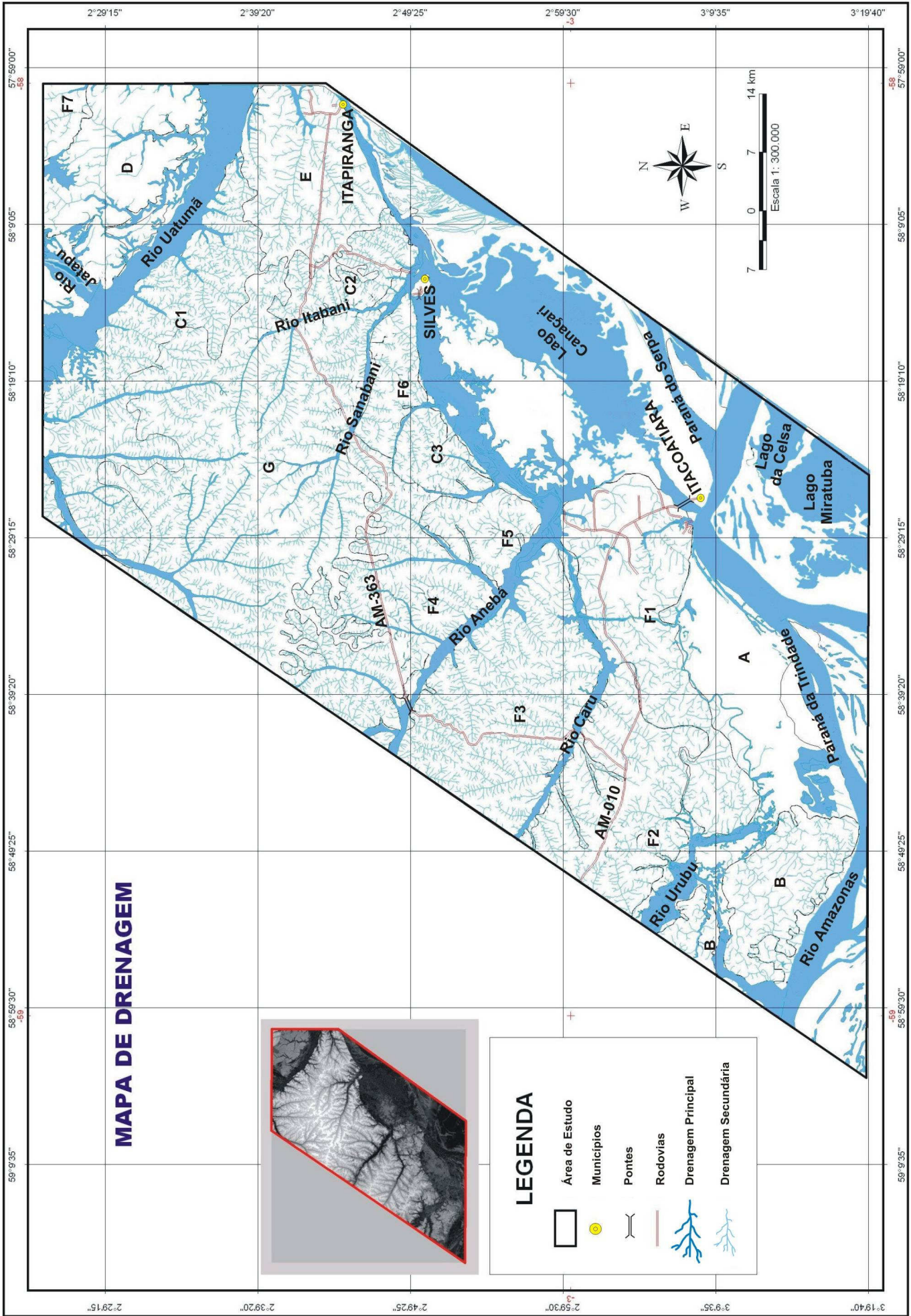


Figura 1.16 - Mapa de drenagem. Elaborado com base na imagem do Modelo Digital do Terreno (MDT - SRTM), localizado na zona 21 referente ao ano 2000
 Fonte: USGS-USA

rio Madeira inflecta para NE-SW sob forma anastomosada, onde descreve uma anomalia em cotovelo nas proximidades do município de Itacoatiara, onde retoma a direção NW-SE (Figura 1.17).

Muitos são os furos que caracterizam o sistema de drenagem da área de estudo, a exemplo o furo de Silves na porção leste da área que nasce no Lago Canaçari. Esse lago está adaptado à tectônica e teve sua gênese em áreas alimentadas por afluentes e/ou pelas chuvas onde ocorreu subsidência localizada, controlada por alinhamentos estruturais (RADAMBRASIL, 1976). O lago Canaçari, coleta águas dos rios Urubu e Anebá e se liga ao rio Amazonas por restinga fluvial (Figura 1.18). Registram-se ainda no sistema de drenagem lagos posicionados no interior das ilhas, que são considerados em colmatagem por decantação (RADAMBRASIL, 1976), a exemplo os lagos que se encontram na ilha do Risco na porção SE da área (Figura 1.27B3a).

As análises realizadas indicam que os arranjos das drenagens apresentam-se ramificados com padrão dendrítico predominantemente (Figura 1.19A'), com variação para o padrão treliça nas unidades C1, F2, F3 e G, embora na parte SW se manifeste o padrão subdendrítico (Figura 1.19B'), nas cercanias do lago Canaçari o padrão ortogonal segundo Nascimento *et. al.* (1976), e ao Sul o padrão anelar (Tabela 1.1). A hierarquia fluvial é constituída por 381 rios de 1ª ordem equivalente a (57,47%), 179 de 2ª ordem representando (29,71%), 61 de 3ª ordem com (9,2%), 23 de 4ª ordem equitativo a (3,4%), e 01 rio de 5ª ordem o que equivale a (0,22%), totalizando, portanto 645 rios (100%) (Figuras 1.20 e 1.21). Os vales se apresentam em forma de V e de U, e encaixado (Figura 1.22). As propriedades de drenagens (Tabela 1.2) se apresentam no conjunto da rede hidrográfica com angularidade variando de baixa a alta, tropia de unidirecional a multidirecional desordenada, fraca assimetria, sinuosidade alta na porção central de SSW e densidade variando de baixa a alta. As formas anômalas no sistema de drenagem são observadas na retilinearidade do rio Caru

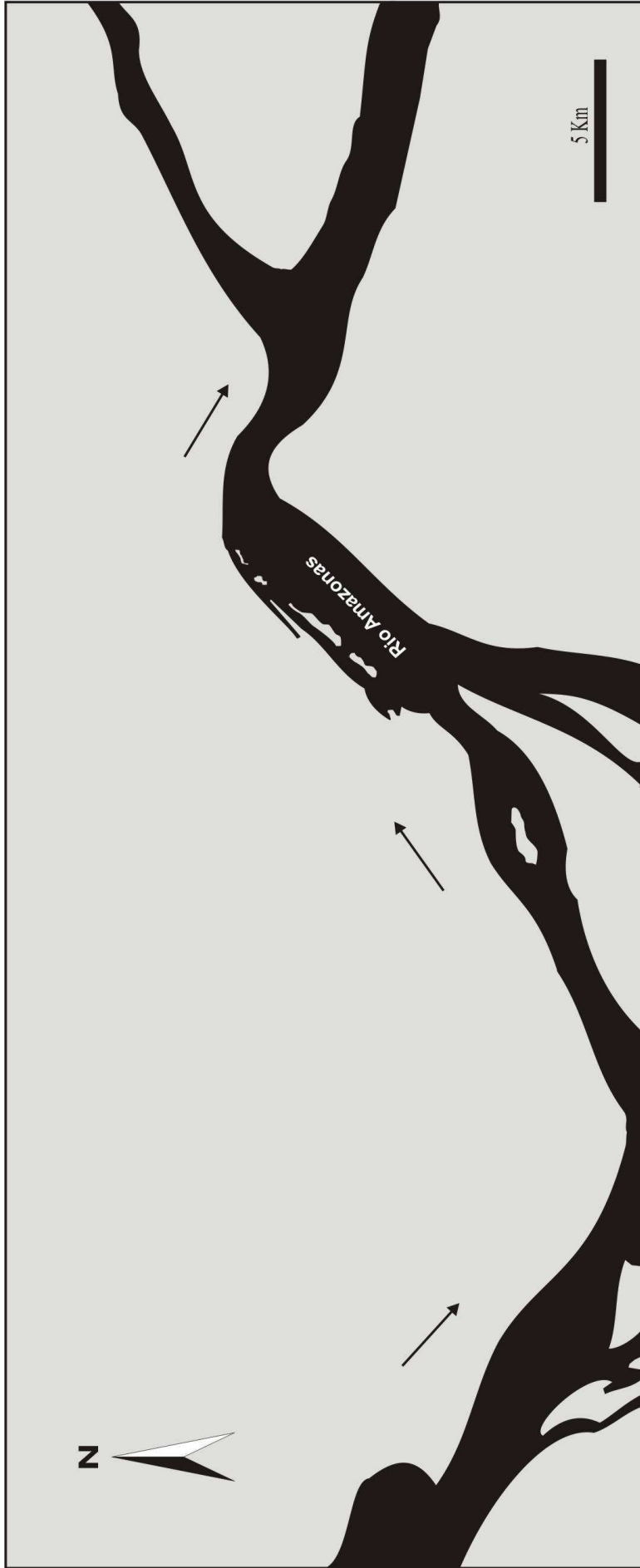


Figura 1.17 - Canal principal do sistema de drenagem. Rio Amazonas com direção NW-SE no trecho entre a comunidade São José do Amatari e foz do rio Madeira; NE-SW no trecho entre a foz do rio Madeira e o município de Itacoatiara (AM) e que inflecta para NW-SE entre Itacoatiara e a ilha do Risco

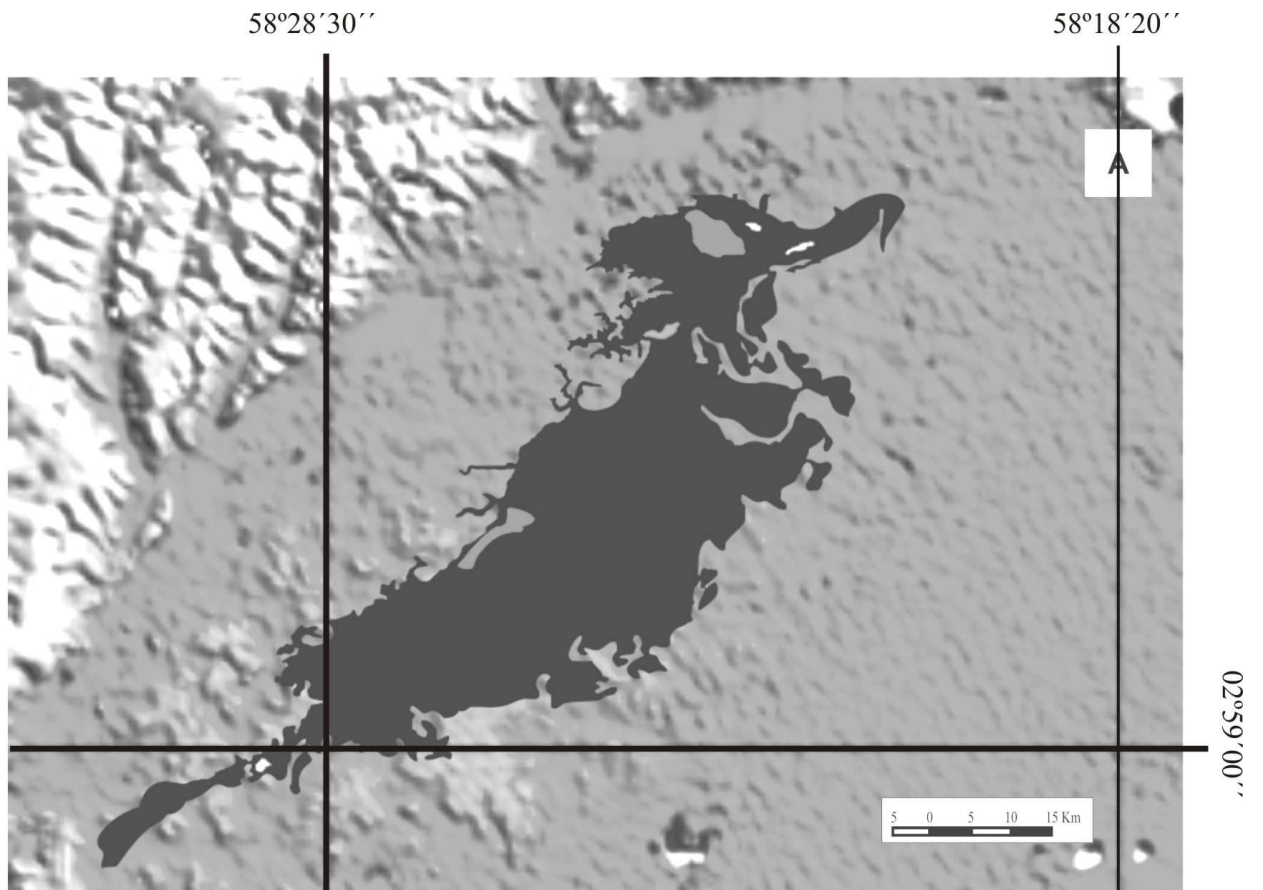


Figura 1.18 - A) Imagem SRTM mostrando o lago Canaçari que teve sua gênese em decorrência de movimentos tectônicos. B) Esquema do lago Canaçari: (a) lago e (b) restinga que liga o lago ao rio Amazonas

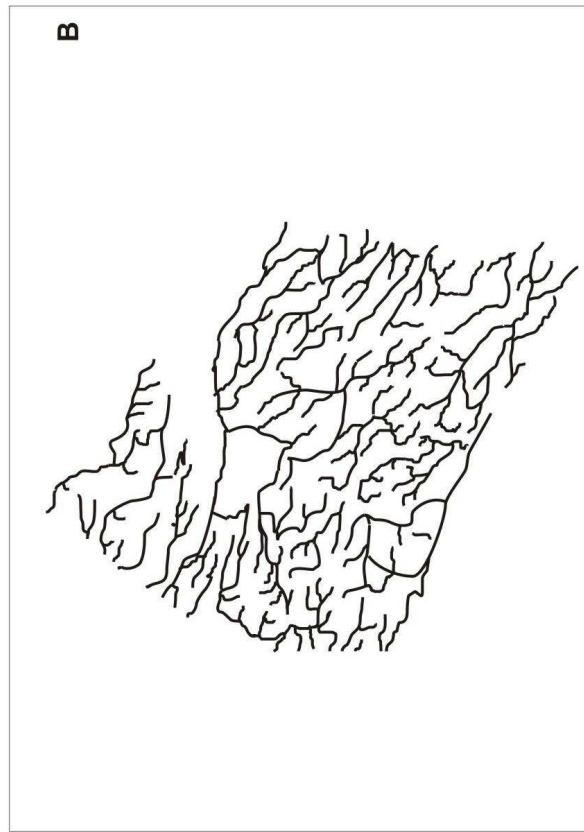
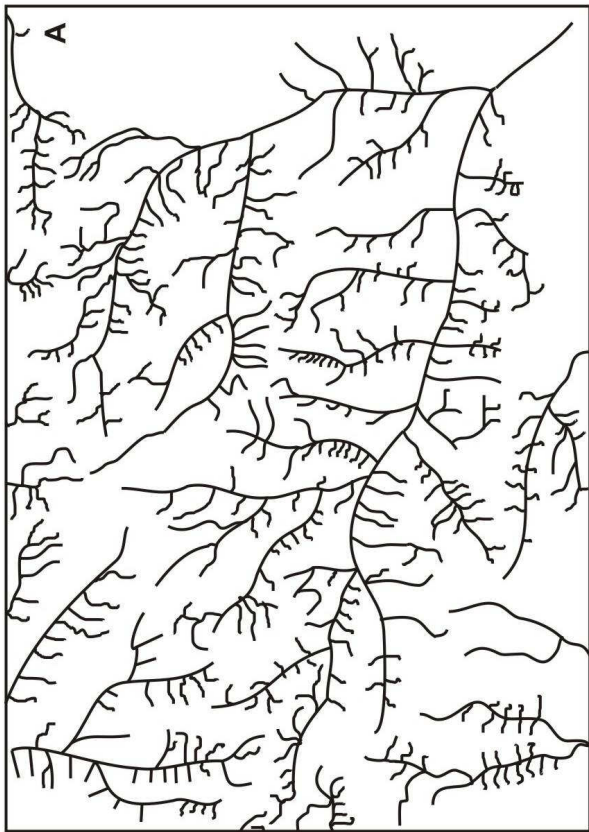
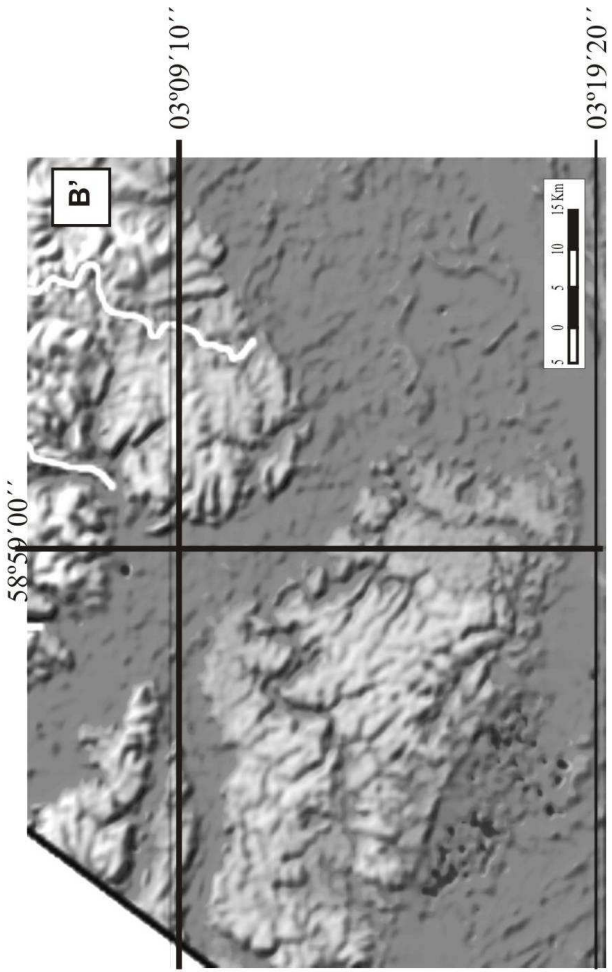
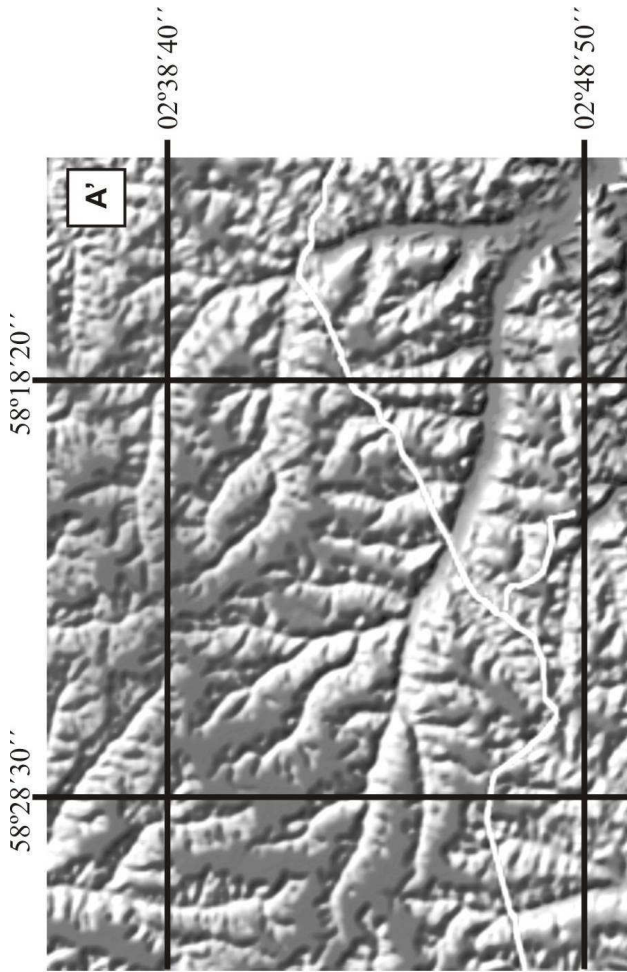


Figura 1.19 - Padrões de drenagem que ocorrem na área de estudo. A) Padrão dendrítico próximo ao município de Silves. B) Esquema do padrão subdendrítico. B') Padrão subdendrítico que se manifesta no traço fluvial na porção SW da área de estudo (escala comum para as duas ilustrações)

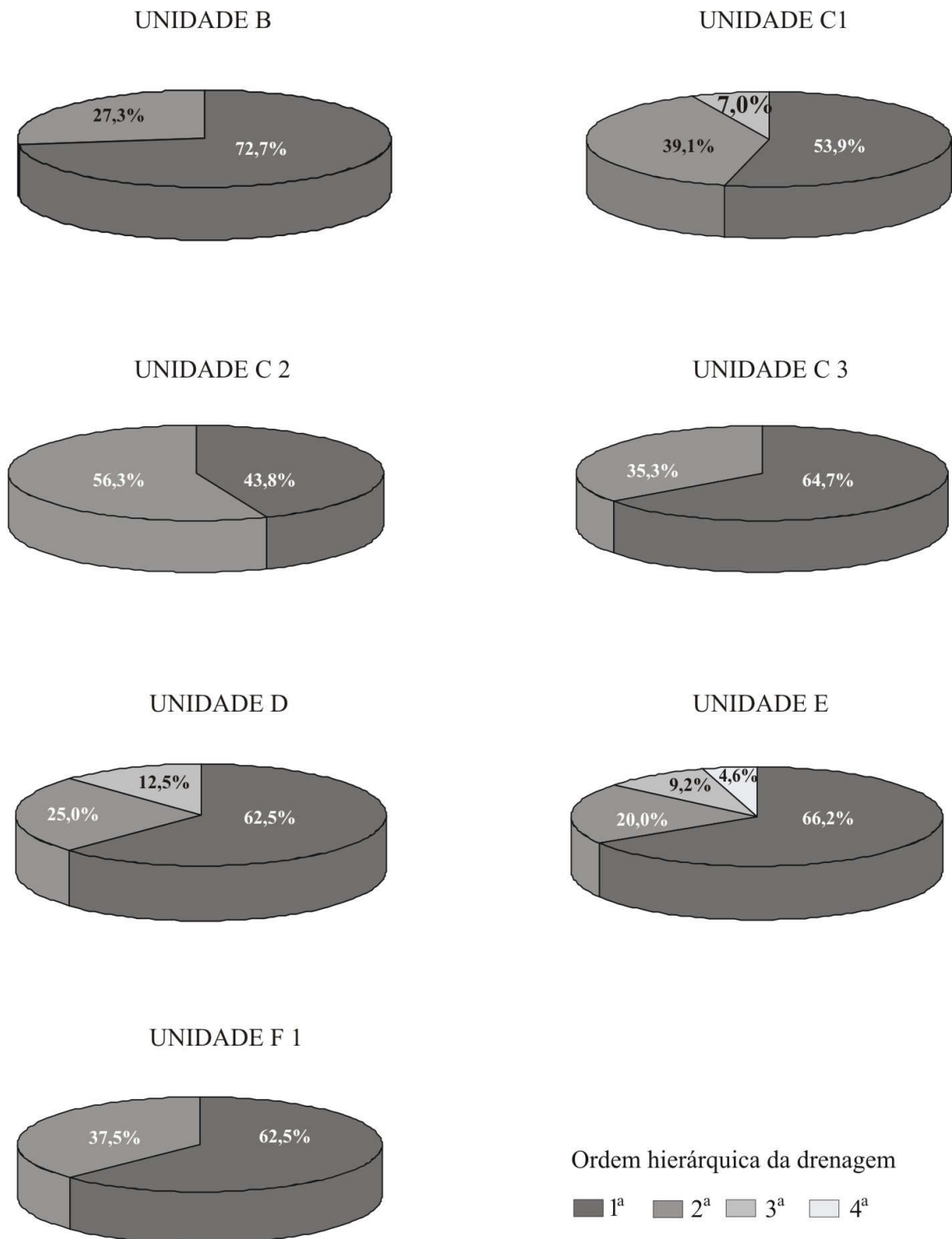


Figura 1.20 - **Hierarquia fluvial da área de estudo.** Elementos retirados a partir da fotointerpretação de imagem SRTM, com base na classificação de Strahler (1953), equivalente as unidades B, C1, C2, C3, D, e F1 (representatividade em %)

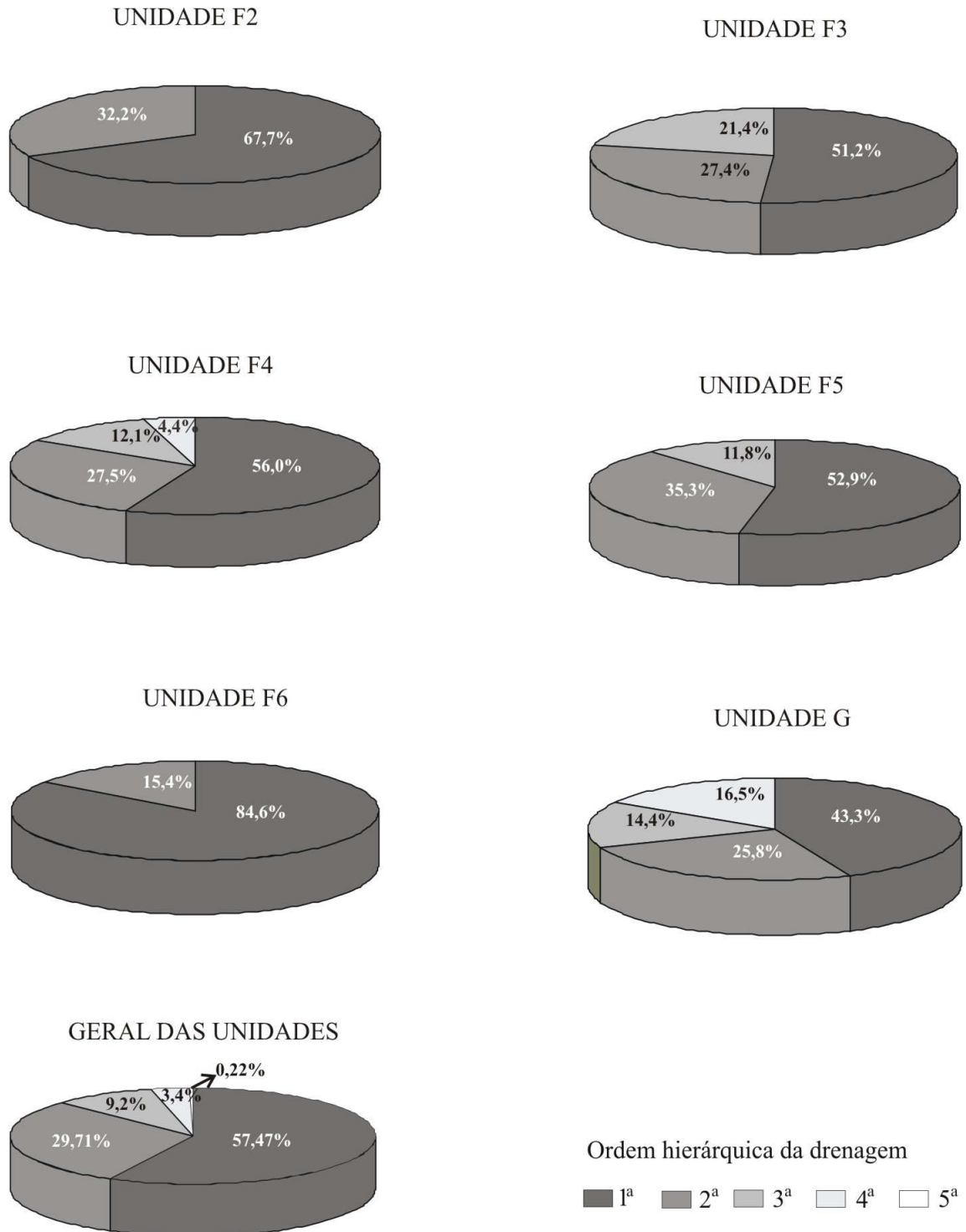


Figura 1.21 - **Hierarquia fluvial da área de estudo.** Elementos retirados a partir de fotointerpretação de imagem SRTM, com base na classificação de Strahler (1953), equivalente as unidades F2, F3 F4, F5, F6, G e o geral das unidades (representatividade em %)

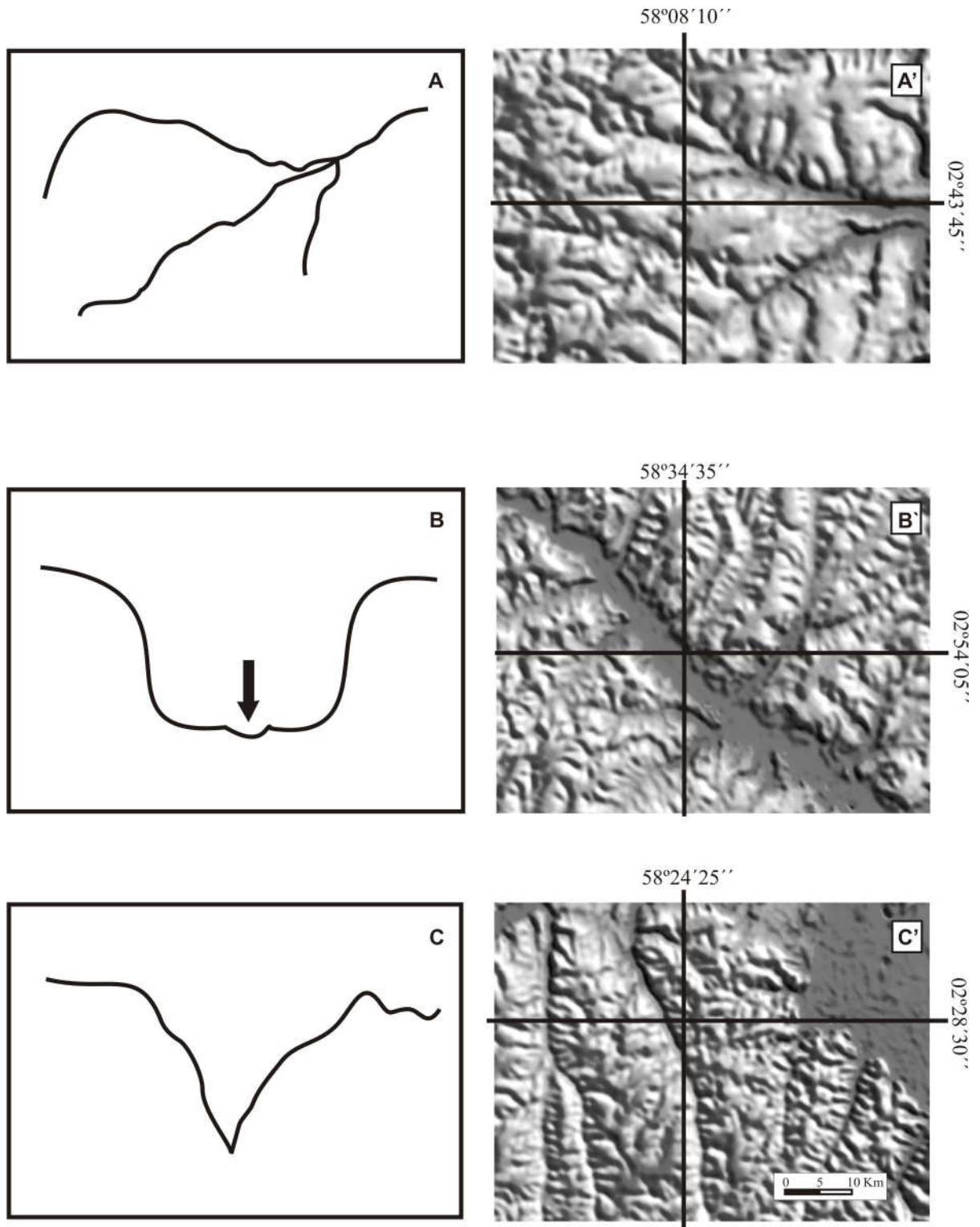


Figura 1.22 - Esquema representativo das formas de vales e imagem SRTM onde demonstram os tipos de vales na área de estudo. A) Vale em forma encaixado, B) Vale em forma achatado e C) Vale em V. A') Vale encaixado próximo ao município de Itapiranga, B') Vale achatado no rio Caru e C') Vales ao norte da área de estudo (escala comum a todas as ilustrações)

(Figura 1.23); na forma de arco dos rios Itabani e Sanabani (Figura 1.24A), e do igarapé Maquarazinho (Figura 1.24B); e na forma de cotovelo do rio Amazonas (Figura 1.17). Em geral, as distintas feições no sistema de drenagem têm contribuído respectivamente para o modelado da paisagem local.

TABELA 1. 1 - Análise do padrão, hierarquia e anomalias de drenagem correlativas as unidades morfoesculturais da área de estudo

Unidades	Padrão	Hierarquia	Formas Anômalas
A	retilíneo, anastomosado e anelar	5ª ordem	cotovelo
B	subdendrítico	1ª a 2ª ordem	Arco (como forma sugestiva)
C	dendrítico	1ª a 3ª ordem	arco (centro-leste)
D	dendrítico	1ª a 2ª ordem	-
E	dendrítico	1ª a 3ª ordem	arco
F	treliça (C1,F2, F3) e dendrítico	1ª a 4ª ordem	arco
G	dendrítico e treliça	1ª a 4ª ordem	arco

Fonte: dados com base no modelo digital do Terreno (MDT-SRTM) localizado na Zona 21, referente ao ano 2000 (USGS-USA)

TABELA 1. 2 - Análise das propriedades de drenagem correspondente as unidades morfoesculturais da área de estudo

Unidade	Densidade	Sinuosidade	Angularidade	Tropia	Assimetria
A	alta	-	alta	bidirecional	fraca
B	baixa	-	baixa	bidirecional	fraca
C	alta	-	baixa e média em (C3)	bidirecional	fraca
D	baixa	-	média	bidirecional	fraca
E	média	-	média	bidirecional	fraca
F	alta	alta (centro de SSW)	média e baixa em (F6/F7)	bidirecional/unidirecional (extremo norte)	fraca
G	média	-	média	multidirecional desordenada	fraca

Fonte: USGS-USA - Dados com base no modelo digital do Terreno (MDT-SRTM) localizado na Zona 21, referente ao ano 2000

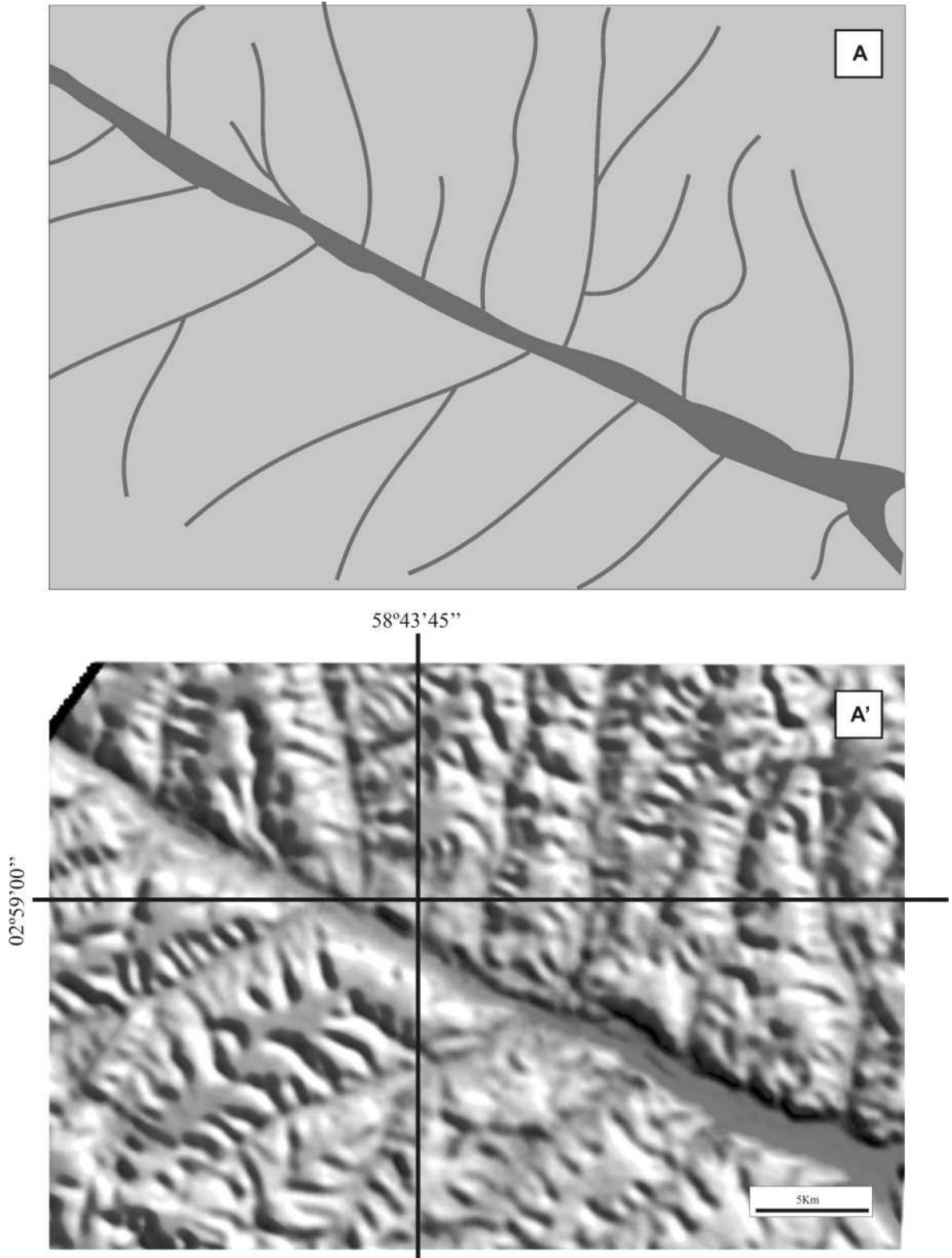


Figura 1.23 - A) Esquema representativo do rio Caru onde se verifica forte retilinearidade produzida pelo controle estrutural. A') retilinearidade no rio Caru considerada uma das principais formas anômalas no sistema de drenagem

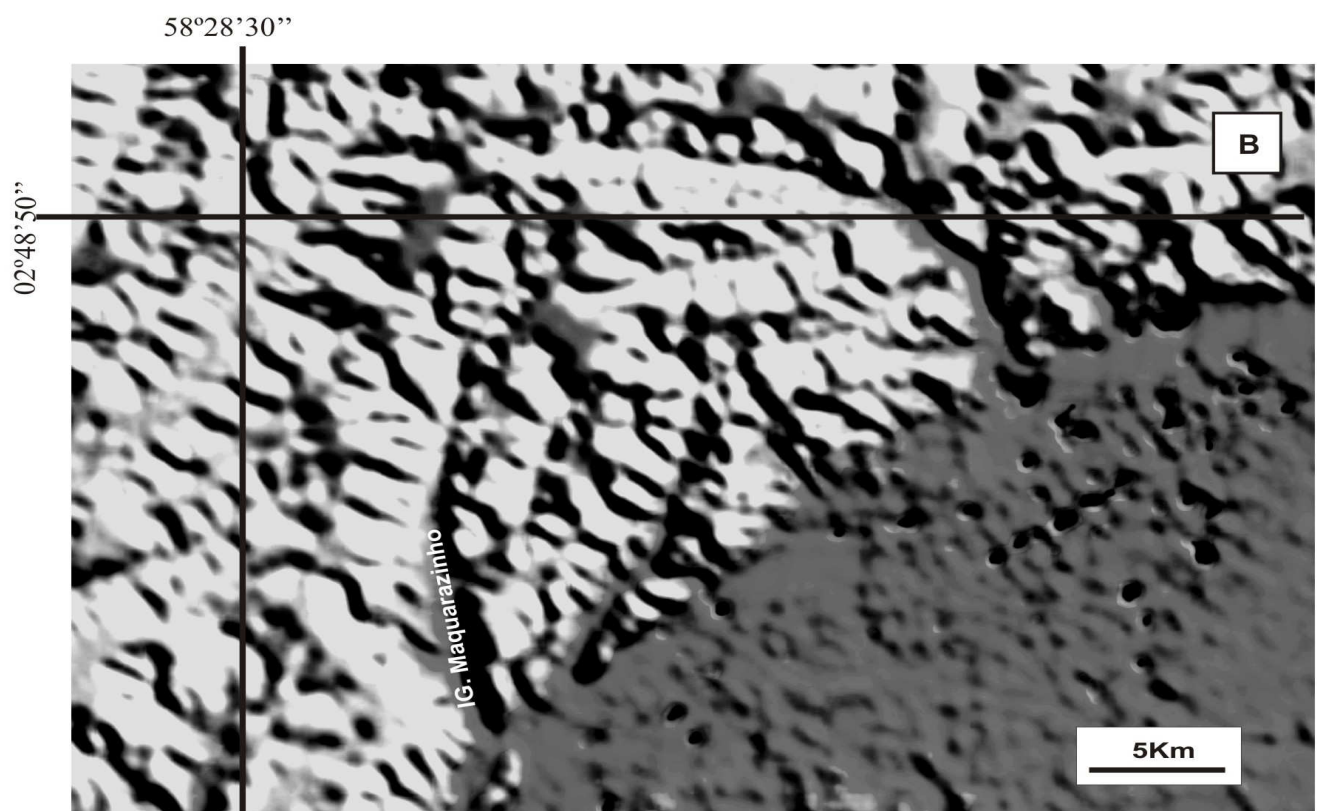
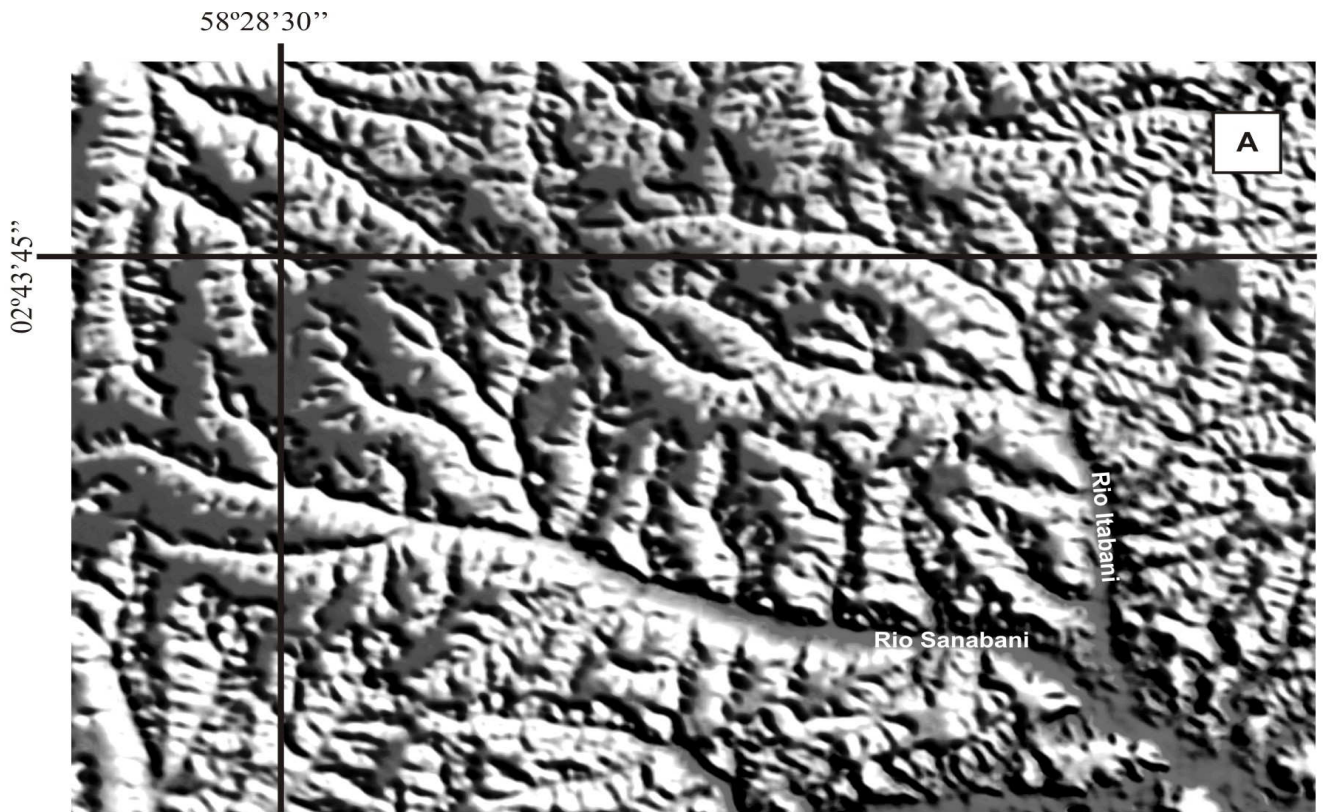


Figura 1.24 - Feições anômalas encontradas no sistema de drenagem da área de estudo produzidas pela ação de tectonismo. A) encurvamentos dos rios Itabani e Sanabani, rios de 4^a ordem no sistema de drenagem. B) encurvamento do igarapé Maquarazinho (escala comum para as duas ilustrações)

4.3 Compartimentação das unidades morfoesculturais

As feições morfoesculturais estão inseridas no Planalto Dissecado Rio-Trombetas - Rio Negro e Planície Amazônica, produtos das ações climáticas ocorridas no período Terciário-Quaternário e da incisão dos vales dos rios. Como resultado dessas ações encontram-se as cristas aplainadas, convexas e as coberturas lateríticas. Tais feições morfoesculturais apresentam características texturais, índices de dissecação e tipos de modelado resultante dos processos acumulativos (agradacionais) e erosivos (denudacionais), os quais permitiram dividi-las nas unidades descritas a seguir (Figura 1.25).

Unidade A - Distribuída, sobretudo na porção de leste a sudoeste da área de estudo, é representada pela planície fluvial Amazônica (Apf) (Figura 1.26), submetida diretamente ao controle do rio Amazonas. A planície fluvial Amazônica com faixa alongada de superfície pouco acidentada com altitudes cerca de 20 a 60 metros e está subdividida em planície fluvial inundável (Apfi) e planície fluvial alagada (Apfa). Essa última corresponde aos trechos que mesmo em período de menor volume das águas do rio Amazonas estão submersas com uma lâmina d'água de alguns centímetros formando áreas de brejo. A planície fluvial inundável (Apfi) apresenta elevado índice pluviométrico, normalmente entre os meses de dezembro a maio com maior volume de água precipitada registrado no mês de janeiro, segundo informações obtidas pelo INMET/AM. São representativos deste domínio os terraços fluviais (Atf) constituídos de sedimentos holocênicos (RADAMBRASIL, 1976), e posicionados a SW da área de estudo, sob forma alongada e com cerca de 7 Km de extensão por 2,5 Km de largura, com altitude entre 40 a 60 metros. Esses terraços apresentam vales em forma de V, medindo até 3 Km de extensão por 1 Km de largura.

Outras feições características desta unidade são as barras de acreção, os paranás que apresentam extensões variáveis, a exemplo o Paraná da Trindade, posicionado ao S da área

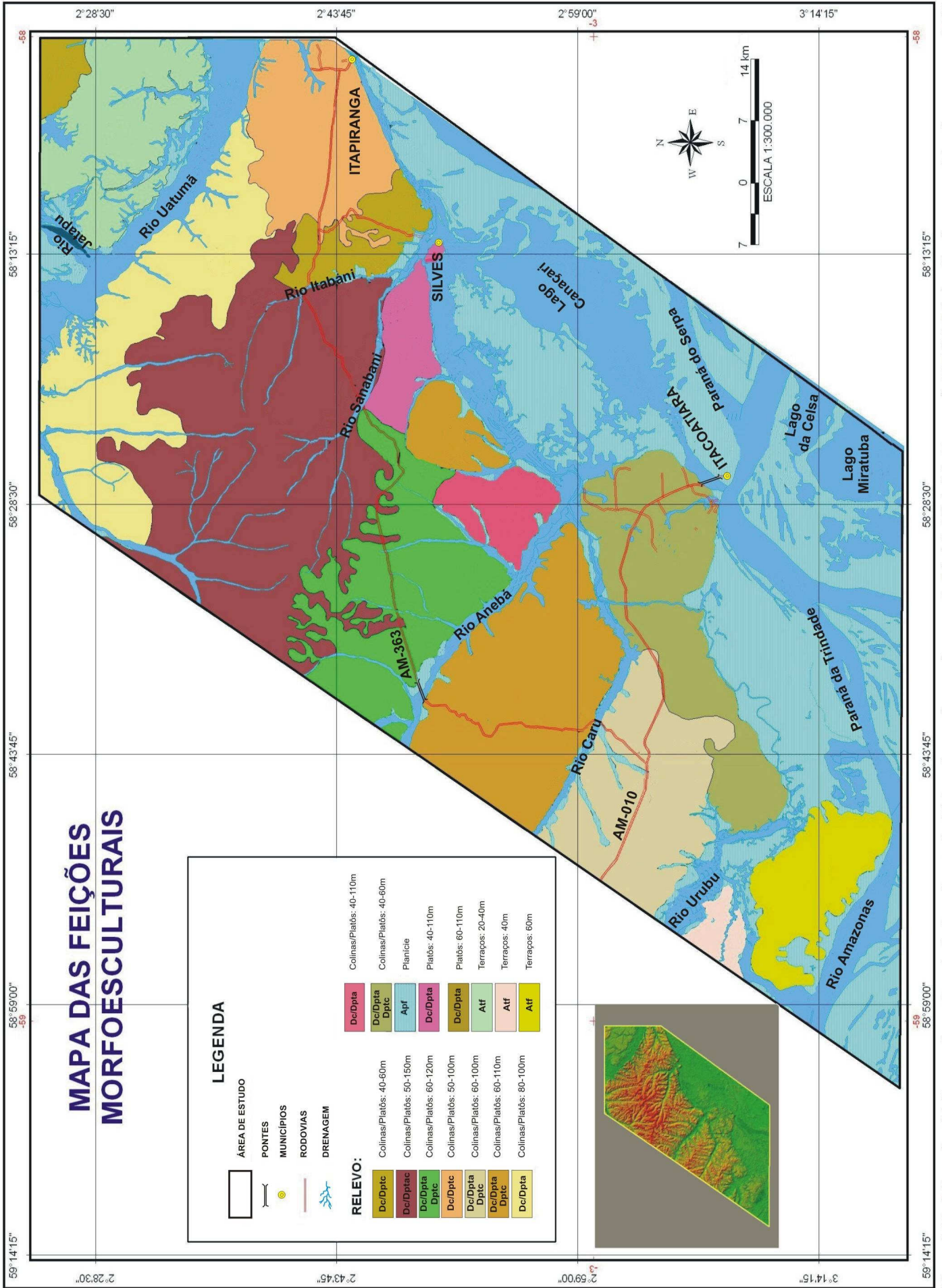
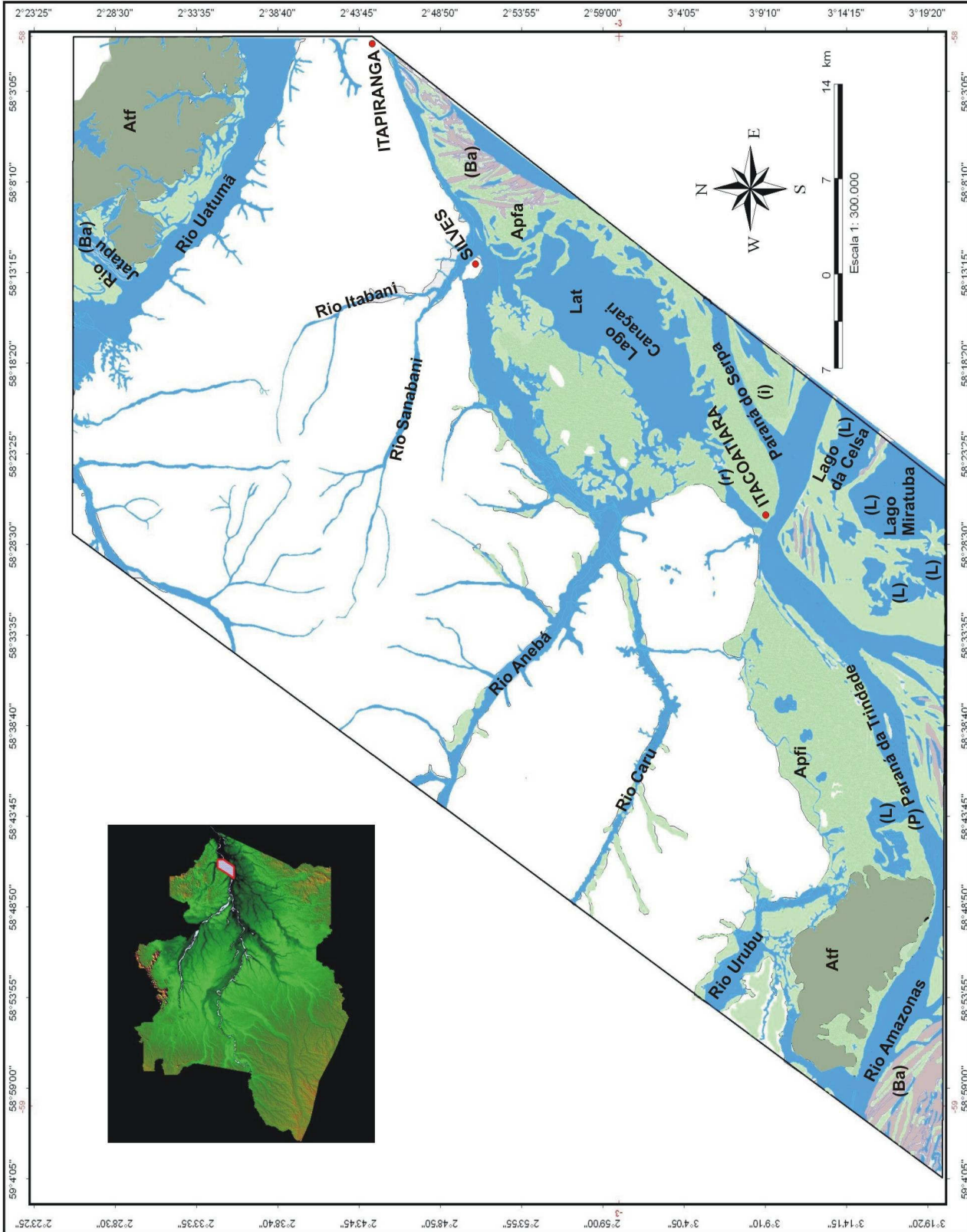


Figura 1.25 - Mapa das feições morfoesculturais da área de estudo. Elaborado com base na imagem do Modelo Digital do Terreno (MDT-SRTM), localizado na zona 21 referente ao ano 2000
 Fonte: USGS-USA

MAPA DA ÁREA DE PLANÍCIE



LEGENDA

- Área de estudo
- Municípios
- ↳ Drenagem Principal
- (Aptf) Planície Fluvial alagada
- (Apfi) Planície Fluvial inundável
- (Atrf) Terraços fluviais
- (Lat) Lago adaptado a tectônica
- (I) Ilha
- (L) Lago
- (r) Restinga
- (P) Paraná
- Depósito de Areia
- (Ba) Barra de Acreção
- Vegetação

Figura 1.26 - Mapa da área de planície. Elaborado com base no Modelo Digital do Terreno (MDT- SRTM) e bases cartográficas. Fonte: USGS - USA (2000) e bases cartográficas (São José do Amajari, Anebé, Itapiranga e Itacoatiara)

com 23 Km de extensão por 4 Km de largura e o Paraná do Serpa, localizado a SE com até 20 Km de extensão e 2 Km de largura (Figura 1.27A1). Os lagos (Figura 1.27A2) também são freqüentes nesta unidade e apresentam dimensão bem significativa, onde o Canaçari posicionado a SE com 29 Km de extensão por 13 Km de largura e o Lago Miratuba localizado na porção S apresenta 18 Km de extensão por 5 Km de largura. As ilhas também são representativas deste domínio (Figuras 1.27A3 e 1.27A3a).

Em geral, o sistema de drenagem nesse compartimento e/ou unidade apresenta-se com padrão retilíneo, anastomosado e anelar além do subdendrítico na porção SW, densidade de alta a baixa, angularidade baixa, tropia bidirecional e assimetria fraca, anomalias em cotovelo.

Neste domínio, predomina a vegetação de várzea e os depósitos sedimentares são freqüentes pelo transporte do rio Amazonas, enquanto que do ponto de vista pedológico manifestam-se solos hidromórficos (RADAMBRASIL, 1976).

A **Unidade B** (Atf), está localizada na porção SW da área que faz parte da planície fluvial Amazônica e registra ocorrência de terraços fluviais (Atf), descrita na unidade A.

A **unidade C** está distribuída nas porções de norte a centro-leste da área de estudo, sendo constituída por platôs de topos aplainados (Dpta) e convexos (Dptc), além do conjunto de colinas (Dc), apresentando altitudes variáveis, as quais permitiu subdividi-las em C1, C2 e C3.

A **subunidade C1** se localiza principalmente na porção N da área com platôs de topos aplainados (Dpta), medindo 2 Km de extensão por 1 Km de largura, em cotas altimétricas de até 100 metros, enquanto as colinas (Dc) apresentam cristas convexas, orientadas preferencialmente no sentido NNE-SSW medindo entre 1 Km de extensão por 200 m (Figura 1.28A) de largura em altitudes, cerca de 80 metros. O principal curso d'água que drena essa subunidade é o rio Uatumã com vale em forma de U e seus tributários com vales

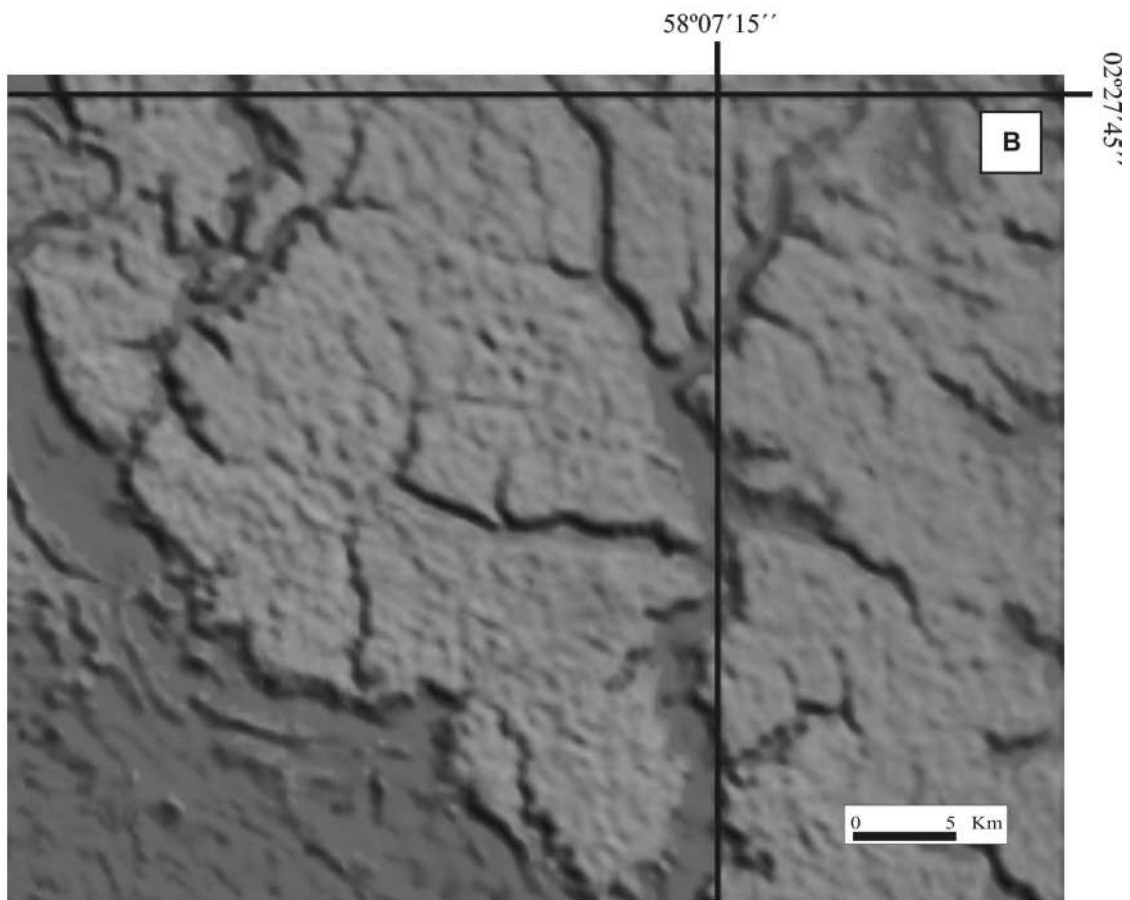
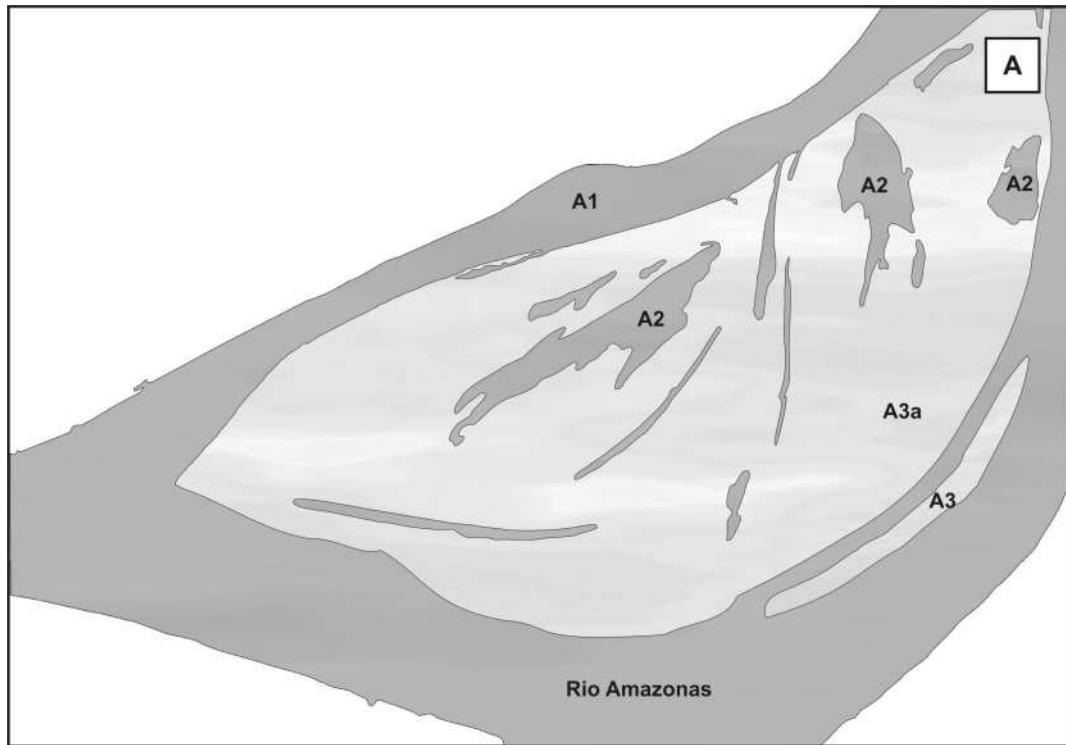


Figura 1.27 - A) Esquema representativo de parte da planície de inundação exibindo formas de relevo. (A1) paraná, (A2) lagos e (A3) ilhas, (A3a) Ilha do Risco. B) terraço fluvial, com sedimentos quaternário, constituído pela ação hidrodinâmica do rio Uatumã e Jatupu, com altimetria variando entre 20 a 40 m

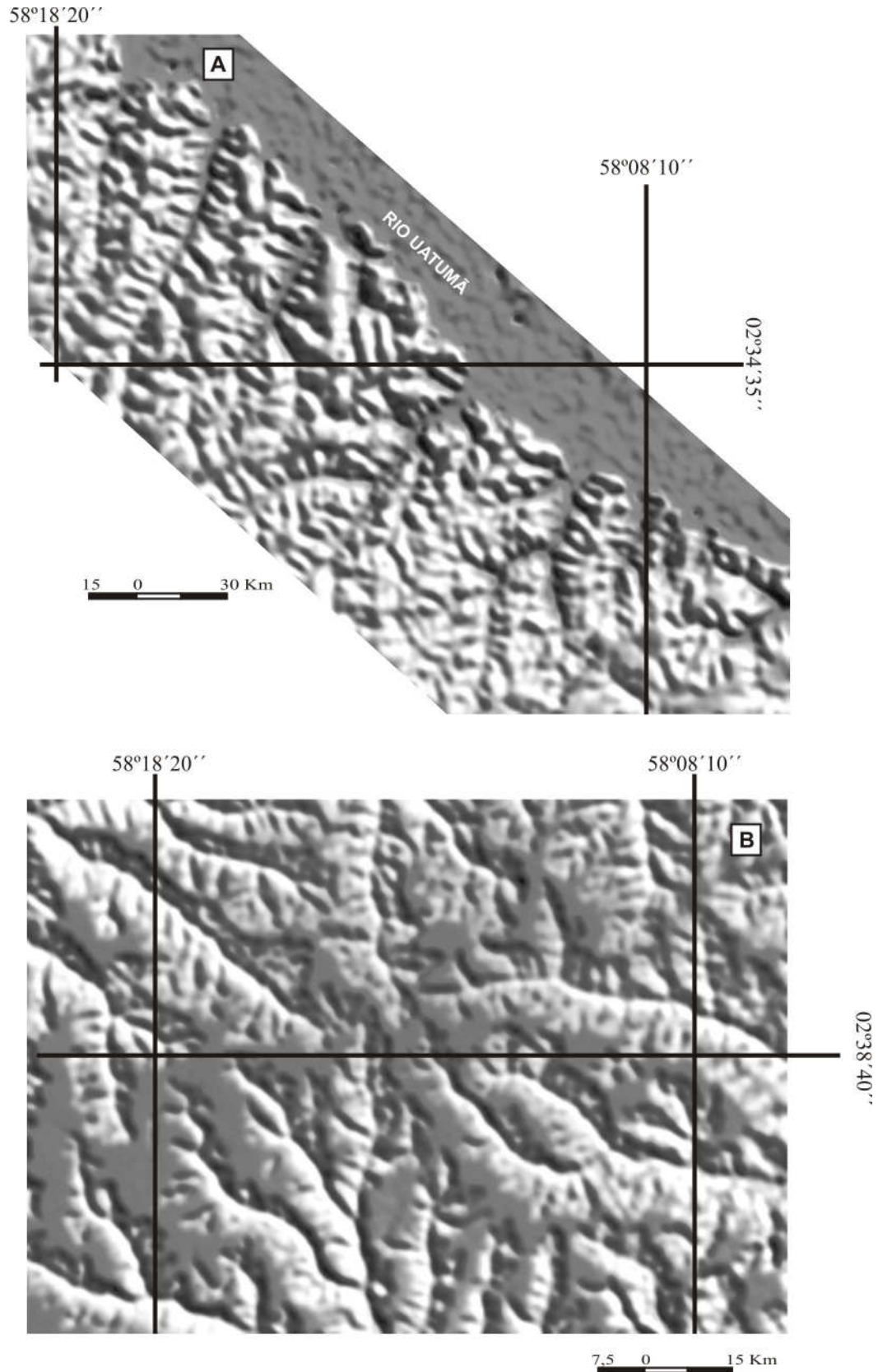


Figura 1.28 - (A) Sistema de colinas com altitudes de até 80 m, com perfis convexos, entalhados por vales em forma de V dos tributários do rio Uatumã, cristas alinhadas preferencialmente nas direções NNE-SSW. (B) representativo de platôs com topos aplainados e/ou conservados com altitudes cerca de 150 m, localmente ravinados
 Fonte: Imagem SRTM (USGS - USA, 2000)

em forma de V. A **subunidade C2** se posiciona a Leste da área apresenta platôs de topos convexos (Dptc), medindo cerca de 1 Km de extensão por 100 m de largura em altitudes de 60 metros; enquanto as colinas (Dc) com até 1 Km de extensão por 200 m de largura em cristas convexas em altitudes de até 40 metros. A **subunidade C3** está localizada na porção centro-leste da unidade com platôs de topos aplainados (Dpta) de até 2,5 Km de extensão por 300 m de largura em altitudes de 110 metros. Por outro lado, as colinas (Dc) apresentam cristas convexas medindo até 1,5 Km de extensão por 200 m de largura em cotas altimétricas de 60 metros.

A rede hidrográfica dessa unidade em geral, se apresenta com padrão dendrítico e treliça com alta densidade, tropia bidirecional, assimetria fraca, angularidade de baixa a média e anomalia em arco na porção centro-leste. Apresenta-se hierarquizada com rios de 1^a a 3^a ordem sob influência direta do rio Uatumã na porção N a NE com vale achatado em forma de U. Esse rio na área de estudo mede cerca de 44 Km de extensão por 7,5 Km de largura. A **unidade C** ainda é drenada na porção centro-leste da área pelo rio Urubu com vale fechado em forma de V.

A cobertura vegetal desse compartimento (unidade) constitui-se por árvores predominantemente de médio porte em meio a um solo com textura média altamente intemperizado (latossolo) de coloração amarelado-avermelhado.

A **unidade D** posiciona-se a NE da área, constitui-se pelo ecossistema de terraços fluviais (Atf), pertence à área restrita da planície fluvial do rio Uatumã e Jatapu. Esse terraço (Atf), apresenta-se em faixa de até 11Km de extensão por 8 Km de largura com altitudes entre 20 a 40 metros (Figura 1.27B). O rio Uatumã margeia essa unidade e nas proximidades da foz do rio Jatapu, desenvolve-se um sistema de barra de acreção com até 8 Km de extensão por 1 Km de largura (Figura 1.29) o qual foi descrito segundo Radambrasil (1976), como dique fluvial.

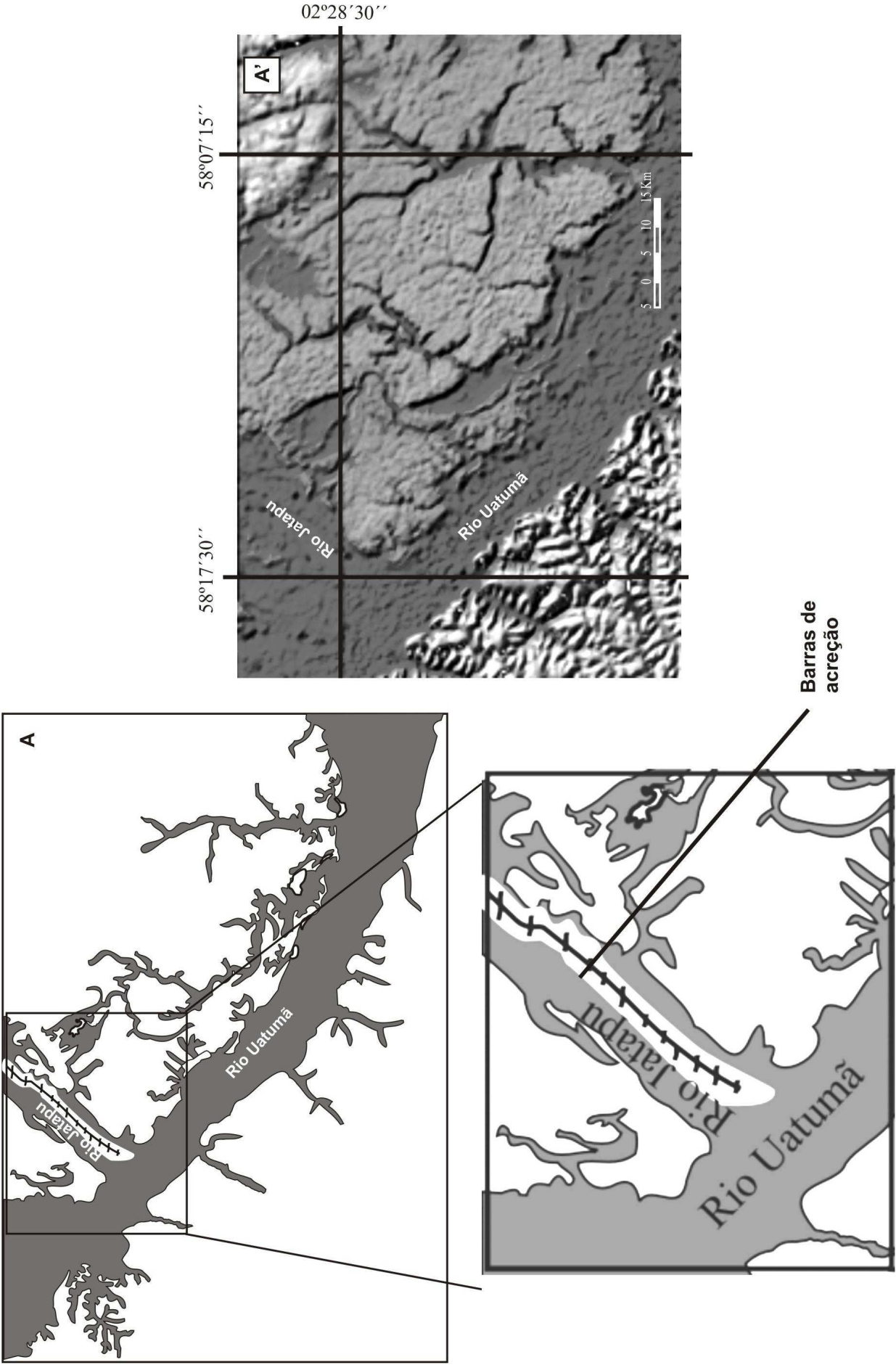


Figura 1.29 - A) Barras de acreção na foz do rio Jatapu, formando uma barreira natural devido a acumulação de areia. A') Imagem SRTM mostrando a planície de inundação do rio Uatumã e confluência do rio Jatapu

A rede de drenagem dessa unidade é hierarquizada de 1ª a 2ª ordem, com padrão dendrítico limitado a pequenos cursos, com baixa densidade, angularidade média, tropia bidirecional e assimetria fraca, enquanto que a vegetação destaca-se pela presença de mata dos aluviões (RADAMBRASIL, 1976).

A **unidade E** se localiza na porção ENE, apresenta feições de platôs com topos convexos (Dptc) e sistema de colinas (Dc). As colinas de topos convexos e extensão de até 1 Km por 200 metros de largura exibem altitudes em torno de 50 metros. No entanto, os platôs (Dptc), medindo em geral 6 Km de comprimento por 2 Km de largura com altitudes cerca de 100 metros circundados por forte ravinamentos, apresentam-se alinhados preferencialmente nos sentidos N-S com vale encaixado com até 13 Km de comprimento por 1 Km de largura (Figura 1.22A').

A rede de drenagem dessa unidade se apresenta com padrão dendrítico em média densidade, hierarquizada de 1ª a 3ª ordem, tropia bidirecional, angularidade média, assimetria fraca e anomalia em forma de arco. A vegetação desse domínio apresenta-se com médio porte.

A **unidade F** corresponde a maior extensão espacial da área, se encontra posicionada ao centro-sul, SW, NW e extremo norte, sendo constituída por platôs de topos aplainados (Dpta), platôs de topos convexos (Dptc) e sistemas de colinas (Dc), com variações de altitudes, o que propiciou a subdivisão em F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7.

A **subunidade F1** se localiza na porção centro-sul e abriga sistemas de colinas e platôs. Esses platôs apresentam topos aplainados (Dpta) e topos convexos (Dptc) com até 4 Km de extensão por 200 metros de largura em altitudes em torno de 60 metros, enquanto as colinas em cristas convexas (Dc) medindo cerca de 1 Km de extensão por 80 m de largura aproximadamente em altitudes, cerca de 40 metros. As **subunidades F2, F3, F4 e F5** se posicionam de NW a SW da área, configuram formas de platôs de topos aplainados (Dpta) e

topos convexos (Dptc) onde esse último excetua a subunidade F5. Ainda registram nessa subunidade um conjunto de colinas em cristas convexas (Dc), que se apresentam com até 60 metros de altitudes em meio aos platôs. Os (Dpta) medem aproximadamente em torno de 2 a 8 Km de extensão por 100 a 400 metros de largura em cotas variáveis entre 60 a 100 m de altitudes, enquanto que os (Dptc) se apresentam com 4 Km de extensão por 300 m de largura em altitudes entre 100 a 120 metros. A **subunidade F6** está localizada na parte centro-leste da unidade, constitui-se por conjunto de platôs com topos aplainados (Dpta) medindo 3 Km por 300 metros de extensão em altitudes cerca de 110 metros. Em meio aos platôs ocorrem as colinas com 40 metros de altitudes (Dc) em cristas alinhadas sentido NW-SE. Finalmente, a **subunidade F7** situada no extremo norte da unidade constitui-se por sistema de colinas e platôs de topos convexos (Dptc) onde esses platôs se apresentam com extensão de até 4 Km por 200 metros de largura com altimetria atingindo 60 metros. Por outro lado, as colinas (Dc) com 200 m de extensão por 80 m de largura e 40 m de altitudes.

Essa unidade é drenada pelos rios Urubu, Anebá e Caru em combinação com seus tributários apresentando padrão treliça e dendrítico com alta densidade. O rio Caru com vale fechado em forma de V e em forma de U mede até 17 Km de extensão por 1 Km de largura aproximadamente subdividindo as unidades F2 e F3 sob forte retilinearidade. Já o rio Anebá com vale em forma de U numa faixa de 32 Km de extensão por 1 Km de largura subdivide as unidades F3 e F4 em falhas consideradas de 1ª ordem sentido preferenciais NW-SE e SW - NE. O rio Urubu na porção central da unidade apresenta vale de fundo chato medindo cerca de 21 Km de comprimento por 3 Km de largura aproximadamente, e nas demais porções apresenta-se em seu tracejado com alta sinuosidade em curvas divagantes (Figura 1.30). O sistema hidrográfico manifesta-se com angularidade de média a baixa e assimetria fraca, hierarquia de 1ª a 4ª ordem, tropia bidirecional, excetuando o compartimento F7 que apresenta tropia unidirecional.

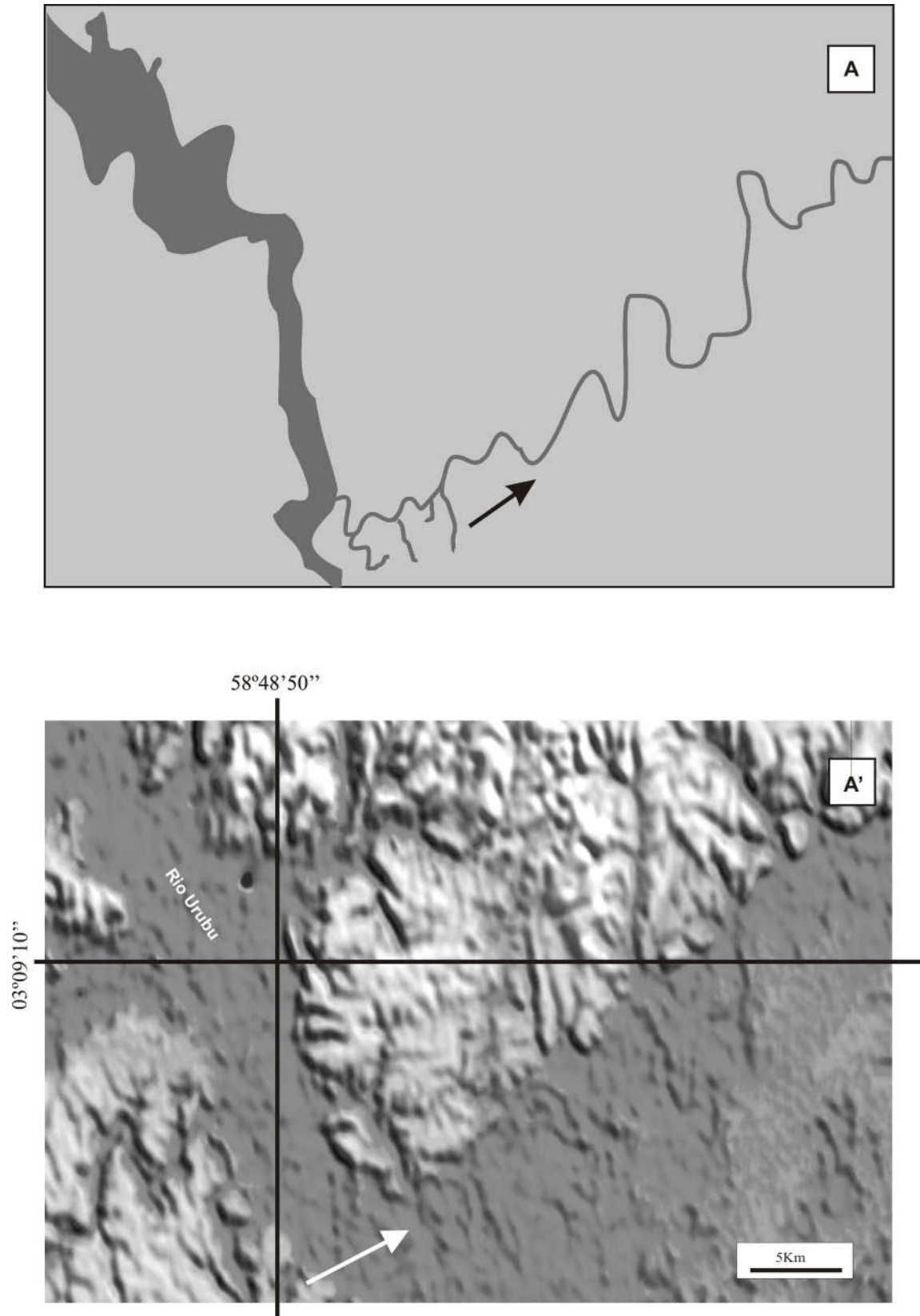


Figura 1.30 A) Esquema do rio Urubu onde se observa intensa sinuosidade no centro de SSW da área de estudo. A') rio Urubu na porção SSW da área pesquisada com foz afogada devido a movimentos tectônicos

A vegetação nessa unidade é densa, ainda que primitiva, com destaque para as madeiras, tais como: Angelim-pedra, pau d'arco-amarelo, entre outras espécies. Já os solos são profundos, normalmente de cor vermelho-amarelo, tipo latossolo.

A **unidade G** posicionada no centro-norte desponta com as maiores altitudes nos topos dos platôs aplainados e conservados (Dptac) com cerca de 150 metros. Esses platôs medem até 8 Km de extensão por 200 metros de largura, apresentam-se ravinados e estão posicionados preferencialmente no sentido NW-SE (Figura 1.28B). O sistema de colinas (Dc) se apresenta com perfis convexos, amplitudes variáveis de até 1 Km de comprimento por 100 metros de largura, atingem eventualmente topos de até 50 metros de altitudes.

O sistema hidrográfico apresenta vale em forma de V com padrão treliça e dendrítico, sob média densidade, angularidade média, tropia multidirecional desordenada, assimetria fraca e anomalias em arco ao leste da unidade.

A vegetação se apresenta densa, exhibe plantas de maior porte com destaque para as castanheiras e maçarandubas. Constitui-se essencialmente de terrenos areno-argilosos e arenosos este último principalmente associados nas margens dos vales (Figura 1.11A).

Quanto ao índice de dissecação da área de estudo, as unidades morfoesculturais apresentam medidas e entalhamento das drenagens (Tabelas 1.3 e 1.4) significativas (Figura 1.31), manifestando, portanto, um alto índice de dissecação do relevo local, conforme (Tabelas 1.5 a 1.7) o que contribuem para acelerar os processos erosivos, alterando respectivamente, a paisagem local.

TABELA 1.3 - Medidas interfluviais das unidades morfoesculturais da área de estudo

Unidades	Medidas Interfluviais em metro (m)
B	1.110
	1.111
	1.130
C1	749
	735
	734
C2	734
	748
	750
C3	747
	748
	749
D	2.220
	3.150
	2.590
E	1.330
	1.130
	1.180
F1	1.200
	840
	850

Fonte: Imagem de sensores remoto (MDT-SRT), localizado na zona 21 referente ao ano 2000. USGS-USA

TABELA 1.4 - Medidas interfluviais das unidades morfoesculturais da área de estudo

Unidades	Medidas Interfluviais em metro (m)
F2	780
	840
	850
F3	690
	680
	580
F4	790
	980
	970
F5	850
	820
	810
F6	880
	890
	770
F7	800
	755
	810
G	1.690
	1.230
	1.280

Fonte: Imagem de sensores remoto (MDT-SRT), localizado na zona 21 referente ao ano 2000. USGS-USA

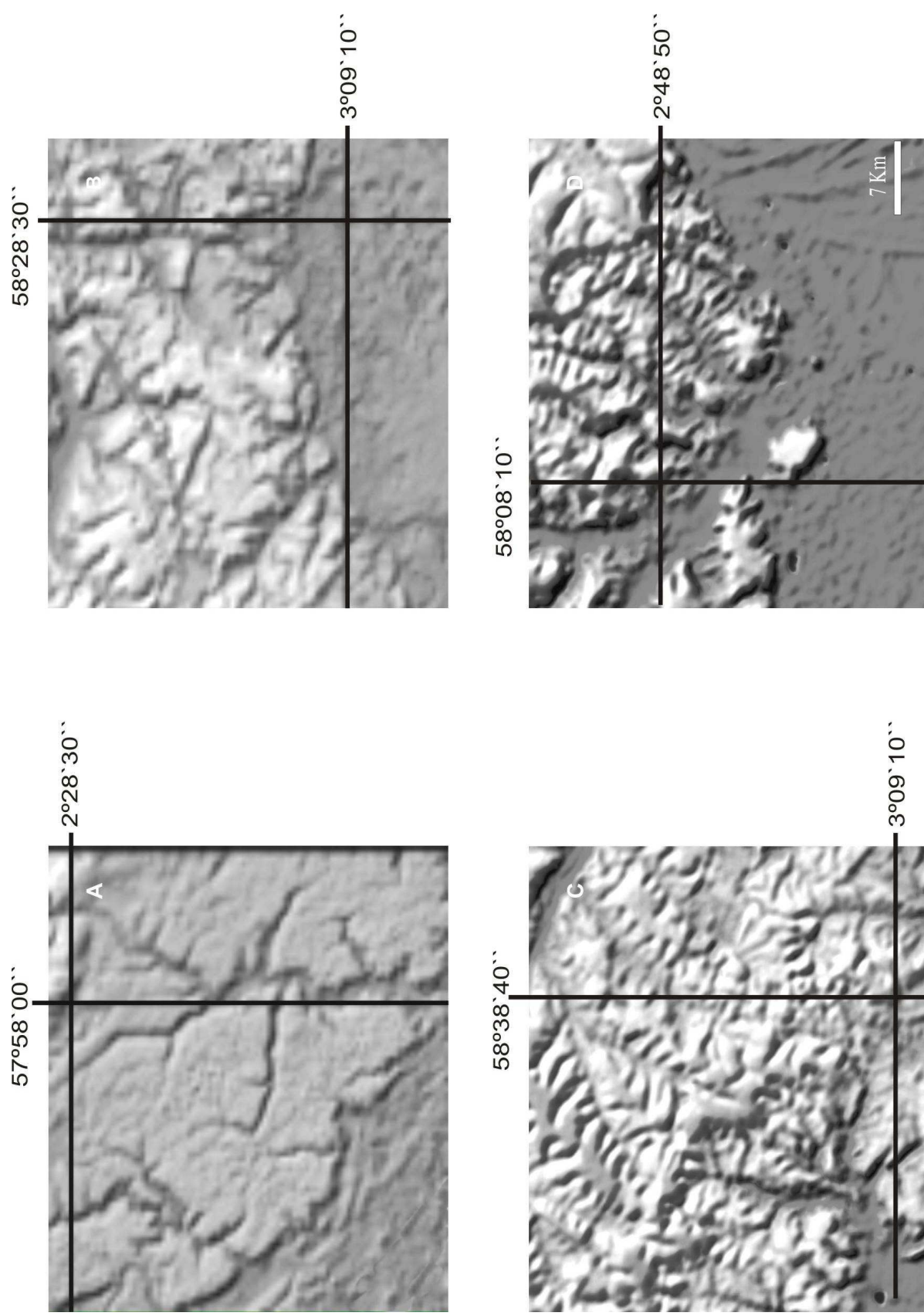


Figura 1.31 - Ordem de grandeza e intensidade de aprofundamento das drenagens com base no Modelo Digital do Terreno (MDT-SRTM) (ver tabelas 1.3 e 1.4). A) Corresponde a unidade D com grandeza $> 1.750\text{m}$ e $\leq 3.750\text{m}$ e fraco entalhamento da drenagem. B) Representa a unidade F1 apresentando grandeza $> 750\text{m}$ e $\leq 1.750\text{m}$ e aprofundamento de drenagem mediana. C) Representativo da unidade F2 com grandeza $> 750\text{m}$ e $\leq 1.750\text{m}$ e entalhamento de drenagem forte e D) Corresponde a unidade morfoescultural C2 com grandeza $> 250\text{m}$ e $\leq 750\text{m}$ e entalhamento de drenagem muito forte (escala comum a todas as ilustrações)

TABELA 1.5 - Ordem de grandeza das formas de dissecção das unidades morfoesculturais e os seus respectivos índices

Intensidade de Aprofundamento da drenagem	Unidades	<250m	>250m ≤750m	>750m ≤1.750m	>1.750m ≤3.750m	>3.750m ≤12.750m	Índice de dissecção
	B			32			Fraca
	C1		24				Forte
	C2		25				Muito Forte
	C3		24				Forte
	D					42	

TABELA 1.6 - Ordem de grandeza das formas de dissecção das unidades morfoesculturais e os seus respectivos índices

Intensidade de Aprofundamento da drenagem	Unidades	<250m	>250m ≤750m	>750m ≤1.750m	>1.750m ≤3.750m	>3.750m ≤12.750m	Índice de dissecção
	E			34			Forte
	F1			33			Mediana
	F2			34			Forte
	F3		24				Forte
	F4			35			Muito Forte

TABELA 1.7 - Ordem de grandeza das formas de dissecção das unidades morfoesculturais e os seus respectivos índices

Intensidade de Aprofundamento da drenagem	Unidades	<250m	>250m ≤750m	>750m ≤1.750m	>1.750m ≤3.750m	>3.750m ≤12.750m	Índice de dissecção
	F5			35			Muito Forte
	F6			34			Forte
	F7			32			Fraca
	G			33			Mediana

Fonte: Imagem MDT/SRTM localizado na zona 21 referente ao ano 2000-USGS-USA. (A mesma fonte para as tabelas 1.5 e 1.6)

4.4 Identificação e descrição dos perfis lateríticos

As formas de relevo na área de estudo, estão associadas ao processo de lateritização expressos nas formas de perfis lateríticos imaturos. Esses perfis encontram-se desenvolvidos principalmente sobre rochas da Formação Alter do Chão, estruturados em horizontes bem definidos, por vezes falhados expostos em corte de estrada nas rodovias estaduais AM-010 e AM-363 (Figura 1.32 e Tabela 1.8) possuem espessuras variáveis entre 1,5 a 7,5 m. A descrição dos horizontes lateríticos é feita da base para o topo do perfil, apresentada a seguir:

Horizonte Saprolítico - Esse horizonte ocorre no perfil 9 nas proximidades do município de Silves (Figura 1.41B). Mede 3 m de espessura, apresenta textura areno-argilosa, de coloração variando entre o rosa-alaranjado a branco, estruturas reliquiares da rocha-mãe (Formação Alter do Chão) como estrutura laminada, entre outras. Nesse horizonte predominam os minerais de quartzo, caulinita, hematita e goethita (Figura 1.41C).

Horizonte mosqueado - Sobreposto ao horizonte saprolítico encontra-se o horizonte mosqueado, (Figuras 1.33B, 1.39B e 1.40B) normalmente apresenta-se com espessura entre 1 a 3m, com aspecto maciço, coloração vermelha a amarelada com venulações esbranquiçadas e alaranjadas, as quais imprime um mosqueamento ao horizonte. Esse horizonte é encontrado nos perfis 1, 3, 5, 7, 8 e 9 e seus constituintes mineralógicos são o quartzo, a caulinita, por vezes hematita e goethita (Figuras 1.39D e 1.41D).

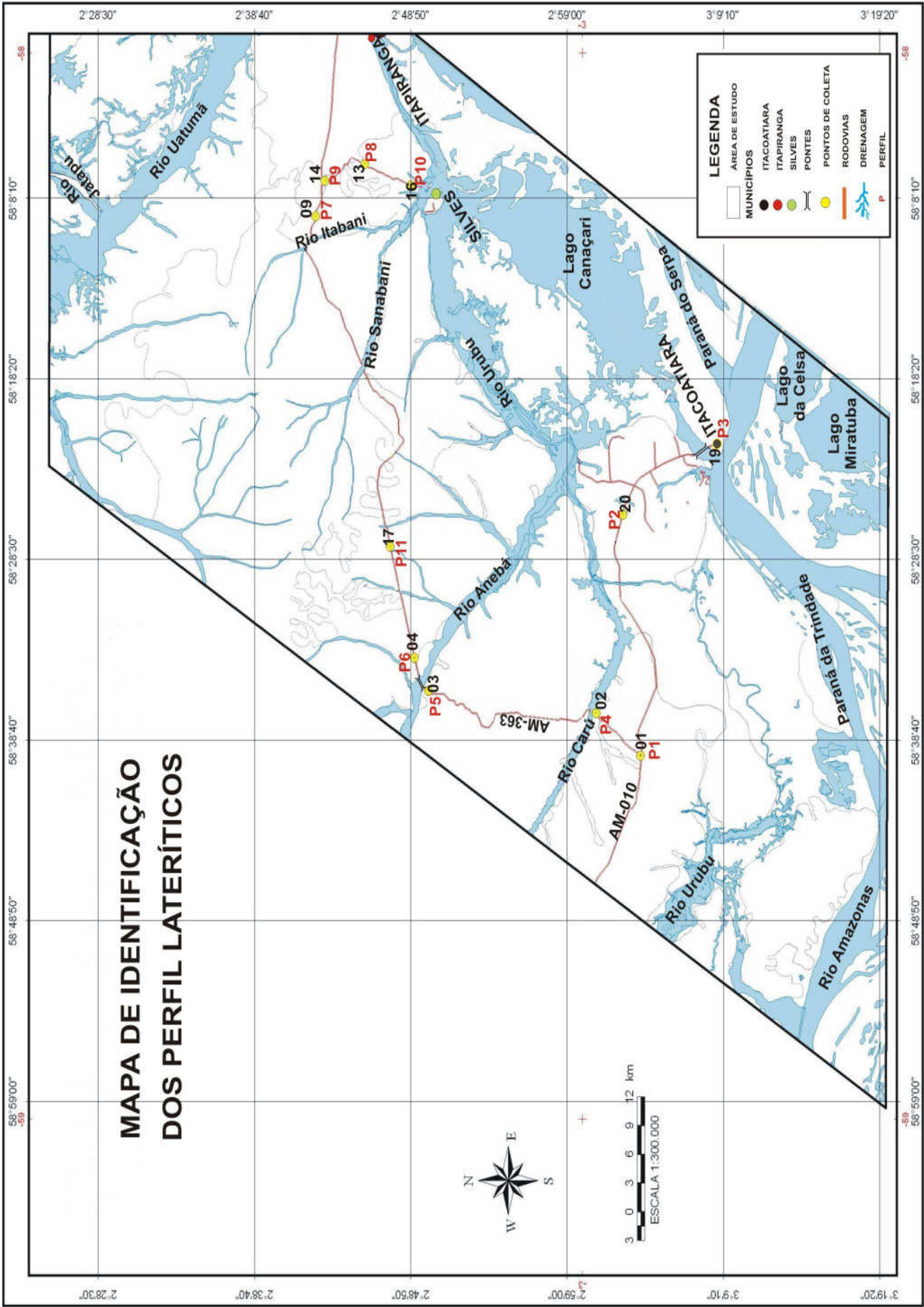


Figura 1.32 - **Mapa de pontos**. Elaborado com base no Modelo Digital do Terreno (MDT - SRTM), referente ao ano 2000 e trabalho de campo
Fonte: USGS-USA e TC

TABELA 1.8 - Coordenadas e identificação dos perfis lateríticos

N° do Ponto	N° Perfil	Local	Coordenadas
01	01	AM-010	3° 03' 35,82'' e 58° 44' 09,78''
20	02	AM-010	3° 02' 28,74'' e 58° 30' 34,32''
19	03	AM-010	3° 08' 58,65'' e 58° 26' 40,02''
02	04	AM-363	3° 00' 41,76'' e 58° 41' 45,42''
03	05	AM-363	2° 47' 47,52'' e 58° 40' 30,18''
04	06	AM-363	2° 48' 53,04'' e 58° 38' 36,84''
09	07	AM-363	2° 42' 27,84'' e 58° 13' 49,32''
13	08	AM-363	2° 43' 06,48'' e 58° 09' 56,04''
14	09	AM-363	2° 43' 03,06'' e 58° 11' 46,26''
16	10	AM-363	2° 48' 38,04'' e 58° 12' 02,04''
17	11	AM-363	2° 47' 18,84'' e 58° 32' 24,72''

Fonte: Dados com base nos trabalhos de campo

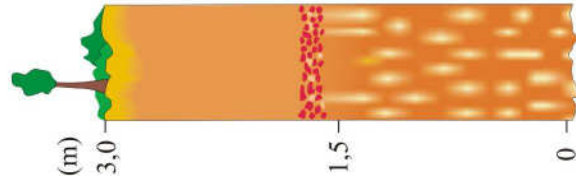
Crosta - No perfil 2 esse horizonte se apresenta com até 1 m de espessura, de cor variando entre o vermelho a cinza, com pigmentações esbranquiçadas (Figura 1.34E), enquanto que no perfil 3 a crosta encontra-se desmontada em forma de blocos (Figura 1.35B) às margens do rio Amazonas no município de Itacoatiara apresentando estrutura vermiforme e porosa (Figura 1.35C e E). Por sua vez, no perfil 4 esse horizonte exibe fragmentos pisolíticos com diâmetro variando de 1 a 2 cm, apresenta ainda como características textura porosa, de coloração acinzentada com núcleo amarelado e grãos de quartzo aprisionados por cimento (Figura 1.36C), e está em contato com um material argiloso. Por outro lado, no perfil 5 esse horizonte atinge espessura em torno de até 1 m e se apresenta com coloração acinzentada. No perfil 6 a crosta é porosa, de coloração cinza a avermelhada (Figura 1.38C) e apresenta falhas normais em padrão escalonado, supostamente em plano de 310 AZ/25° SW, com ângulo de mergulho a 25° S (Figura 1.38B), enquanto que no perfil 10 (Figura 1.42B) esse horizonte se apresenta com 1 m de espessura aproximadamente, envolvido em matriz argilosa, com textura porosa e estrutura colunar, coloração avermelhada (Figura 1.42E). Os principais constituintes mineralógicos desse horizonte são: o quartzo, a caulinita, a hematita e a goethita (Figuras 1.34 F, 1.35D, 1.36D, 1.37 Fa, 1.38D e 1.42F).

Linhas de pedra ou *stone lines* - Composto essencialmente por concreções pisolíticas ferruginosas que se apresentam com formas irregulares (arredondadas e/ou alongadas) às vezes com superfície fosca, polida, com 1 a 2,5 cm de diâmetro (Figura 1.43B). Esse horizonte apresenta-se com espessura entre 10 a 20 cm e ocorre nos perfis 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10 e 11. Nos perfis 4 e 11 as linhas de pedra ou *stone lines* se manifestam em duas disposições de formas paralelas com espessura de 10 cm cada. É constituído pelos seguintes minerais: o quartzo, a caulinita, goethita e hematita (Figuras 1.37Fb e 1.40D).

Horizonte argiloso - Encontrado em quase todos os perfis descritos, possui espessura a partir de 1 m atingindo o máximo de 5 metros no perfil 8 (Figura 1.40B). Esse horizonte possui consistência argilosa, de coloração alaranjada a avermelhada, textura maciça, contendo às vezes, fragmentos de vegetais (raízes). É constituído por quartzo, caulinita, hematita e goethita (Figuras 1.36GM1 e 1.38F). Normalmente esse horizonte está revestido por uma camada de solo (Figura 1.33C).

Solo - O solo se encontra amplamente distribuído em todos os perfis e se apresenta com espessura variando entre 20 cm a 1,5 m, composto por um material areno-argiloso, normalmente de coloração alaranjada e matéria orgânica (restos de animais e vegetais) (Figura 1.36E), com predominância dos minerais: caulinita e quartzo (Figuras 1.33D, 1.34D, 1.36F e 1.37D).

Perfil 1



A

Solo material argilo arenoso com 50 cm de espessura e presença de raízes, apresenta cor amarelo-laranja.

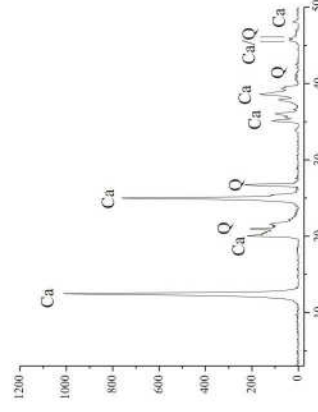
Horizonte argiloso de coloração variando de vermelho a amarelo-laranja com espessura de 1,5 m.

Linhas de pedra com 10 cm de espessura aproximadamente, é composto por concreções ferruginosas arredondadas de até 1 cm de diâmetro.

Horizonte mosqueado composto por material argiloso de coloração avermelhado-amarelado com manchas esbranquiçadas e amareladas devido a lixiviação dos óxi-hidróxidos de ferro.



D



F

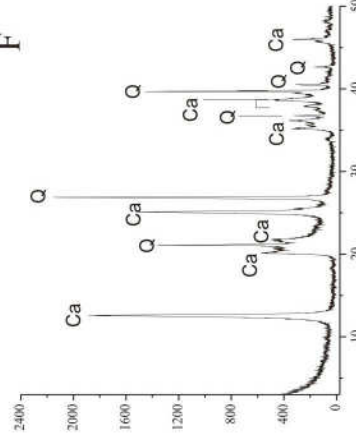
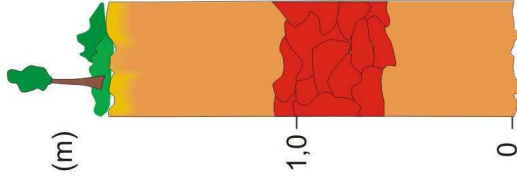


Figura 1. 33 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-010, ramal de entrada para o município de Itapiranga onde apresenta o horizonte mosqueado, C) Detalhe do solo, D) Difratograma do solo, E) Horizonte argiloso e linhas de pedra, F) Difratograma do horizonte mosqueado. Ca=Caulinita e Q=Quartzo

Perfil 2



A

Solo formado por material argiloso de coloração amarelado, medindo aproximadamente 20 cm de espessura. Apresenta em sua constituição minerais de quartzo e caulinita.

Horizonte argiloso apresenta cor variando entre o vermelho a amarelo e com presença de raízes.

Crosta com 1 m de espessura, apresenta fragmentos angulosos e arredondados medindo aproximadamente 3 a 5 cm de diâmetro.

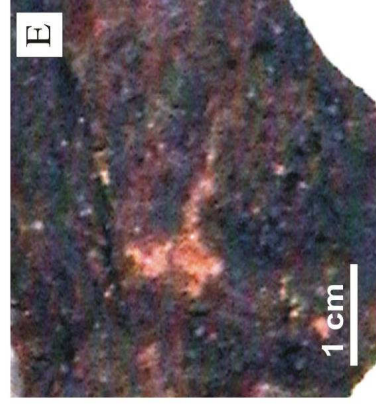
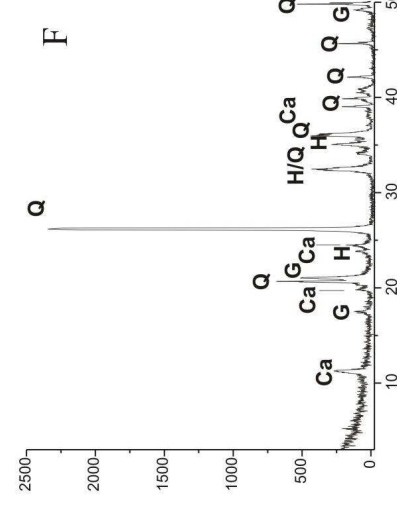
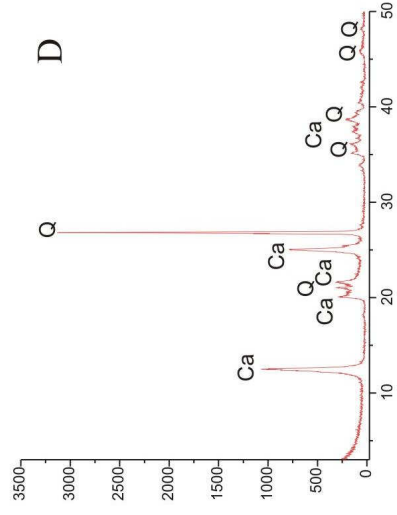
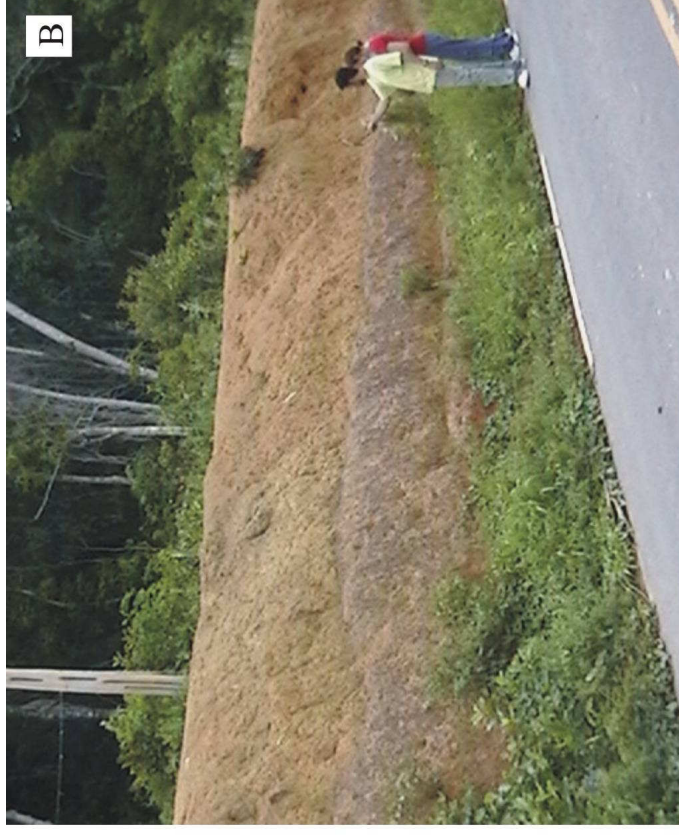
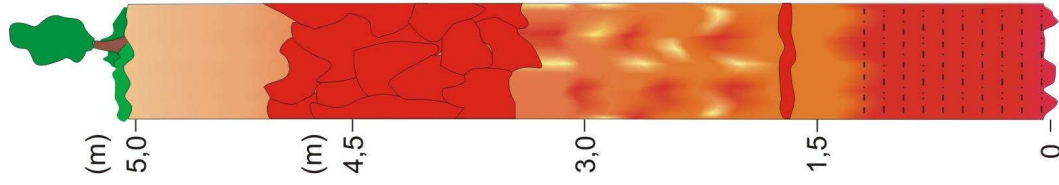


Figura 1. 34 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-010 no município de Itacoatiara, C) Detalhe do solo, D) Difratograma do solo, E) Detalhe da crosta e F) Difratograma correspondente a crosta. Ca= caulinita, Q = Quartzo, G= Goethita e H= Hematita

Perfil 3



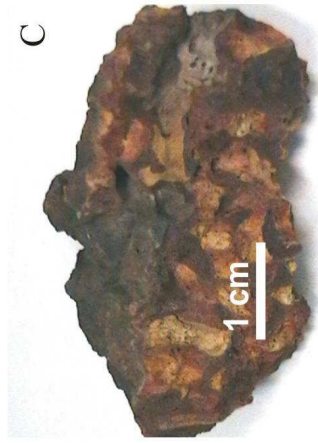
A

Latossolo de cor amarelo medindo até 1,5 m de espessura.

Crosta ferruginosa se apresenta desmontada às margens do rio Amazonas. A estrutura é vermiforme, apresenta porosidade alta e filmes de hematita e cimento de ferro aprisionando grãos de quartzo.

Horizonte mosqueado com 1m de espessura, composto por material argiloso de coloração vermelho-alaranjado com venulações amareladas.

Pedra de ferro apresenta espessura de 5 cm e coloração cinza-alaranjada.



C



B



E

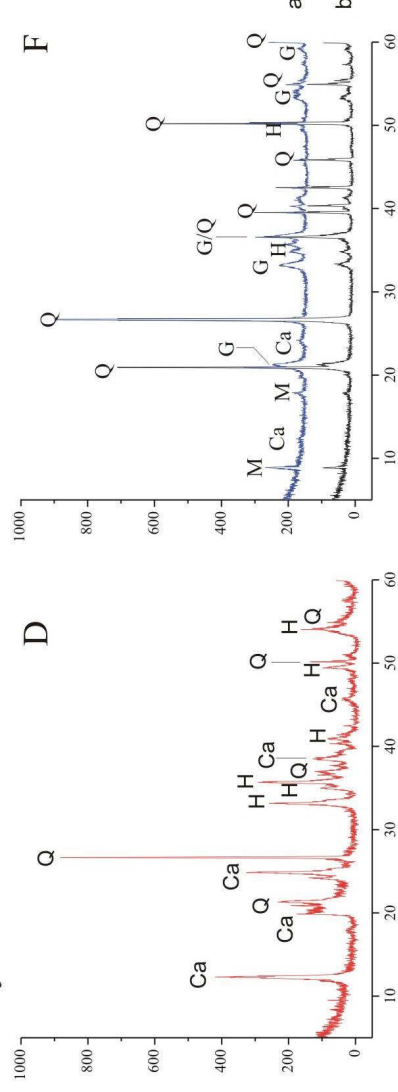
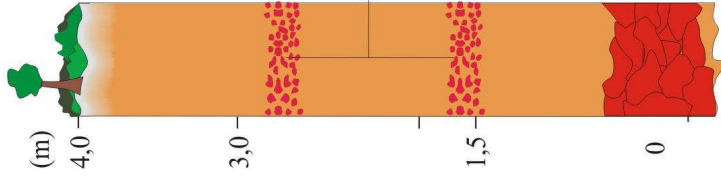


Figura 1.35 - A) Perfil, B) Afloramento às margens do rio Amazonas no município de Itacoatiara, supostamente pertencente a Formação Novo Remanso, C) Detalhe da crosta, D) Difratograma da crosta, E) Crosta, F) Difratogramas a) arenito ferruginoso e b) *iron stone*

Perfil 4



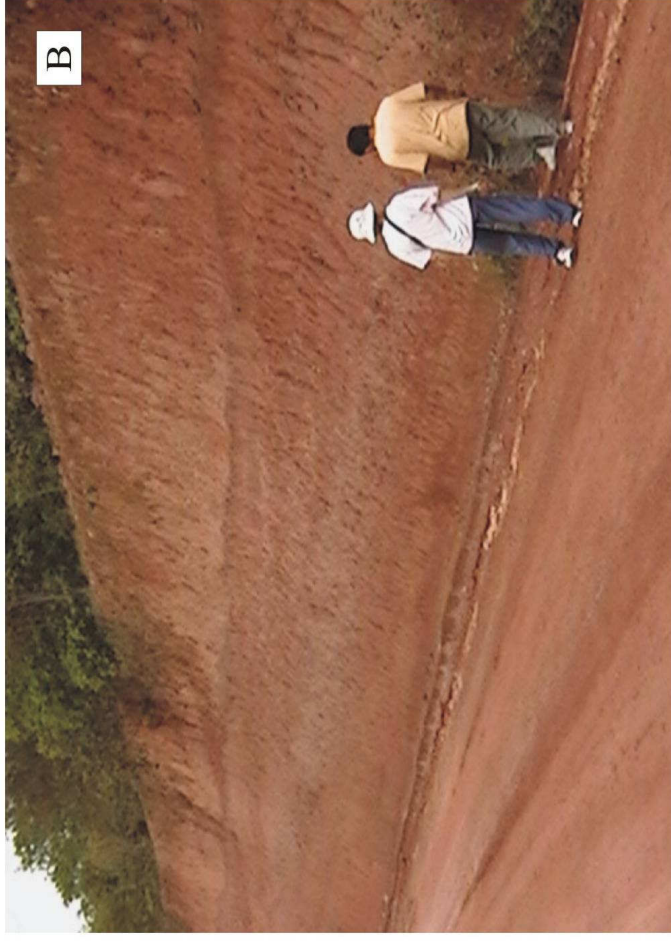
A

Solo material areno-argiloso de coloração alaranjada e presença de matéria orgânica. Apresenta-se com 20 cm de espessura.

Horizonte argiloso com espessura variando entre 1 a 1,5 m e de coloração vermelho a amarelo-alaranjado.

Linhas de pedra apresenta 10 cm de espessura em cada horizonte. É composto por concreções ferruginosas de formas irregulares com até 1 cm de diâmetro.

Crosta laterítica ferruginosa com 1 m de espessura aproximadamente.



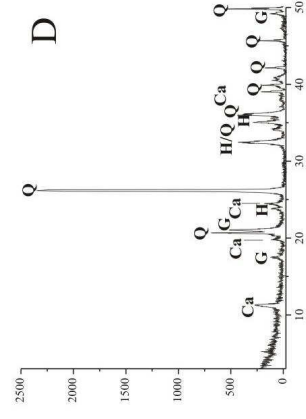
B



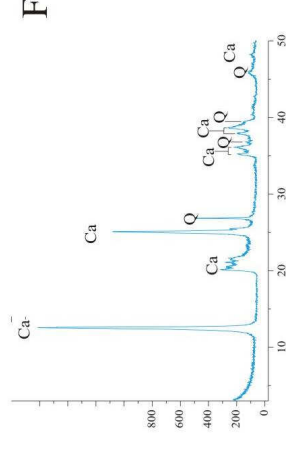
C



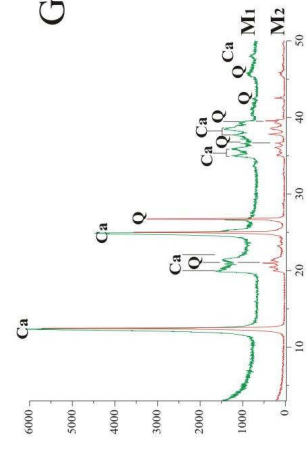
E



D



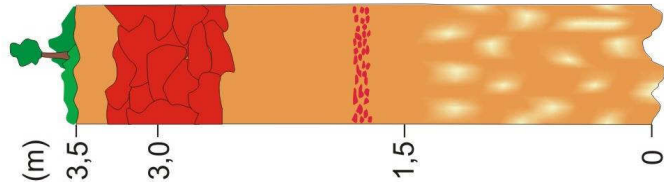
F



G

Figura 1.36 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-363, via de acesso para o município de Itapiranga, C) Detalhe da crosta, D) Difratograma do horizonte crosta E) Detalhe do solo, F) Difratograma correspondente ao moscado e G) Difratograma correspondente ao moscado e M1= horizonte argiloso e M2= horizonte solo

Perfil 5



A

Solo com 30 cm de espessura, de coloração alaranjada e presença de raízes.

Crosta ferruginosa com 1 m de espessura, apresentando fragmentos pisolíticos.

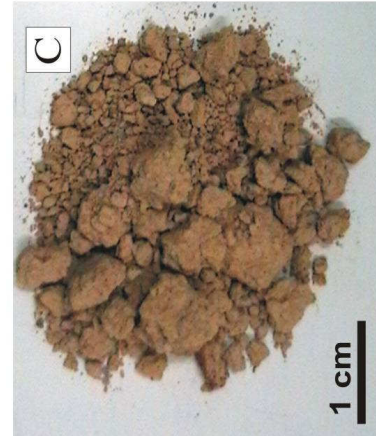
Horizonte argiloso de coloração amarelada-alaranjada com espessura de até 2,5 m.

Linhas de pedra com 15 cm de espessura.

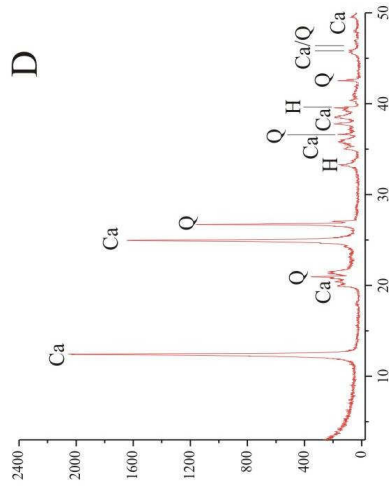
Horizonte mosqueado com 1m de espessura, apresenta material argiloso de coloração amarelada com venulações esbranquiçadas.



B



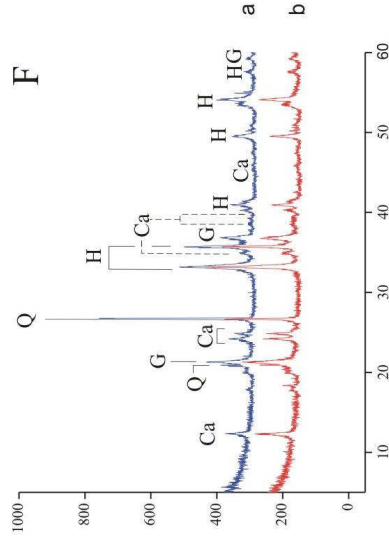
C



D



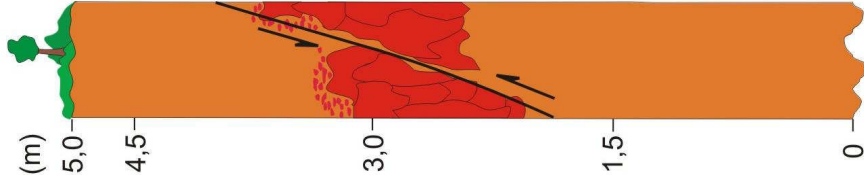
E



F

Figura 1.37 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-363 com via de acesso para o município de Itapiranga, C) Detalhado solo, D) Difrato gramado solo, E) Concreções, F) Difrato gramas a= crosta e b= linhas de pedra

Perfil 6

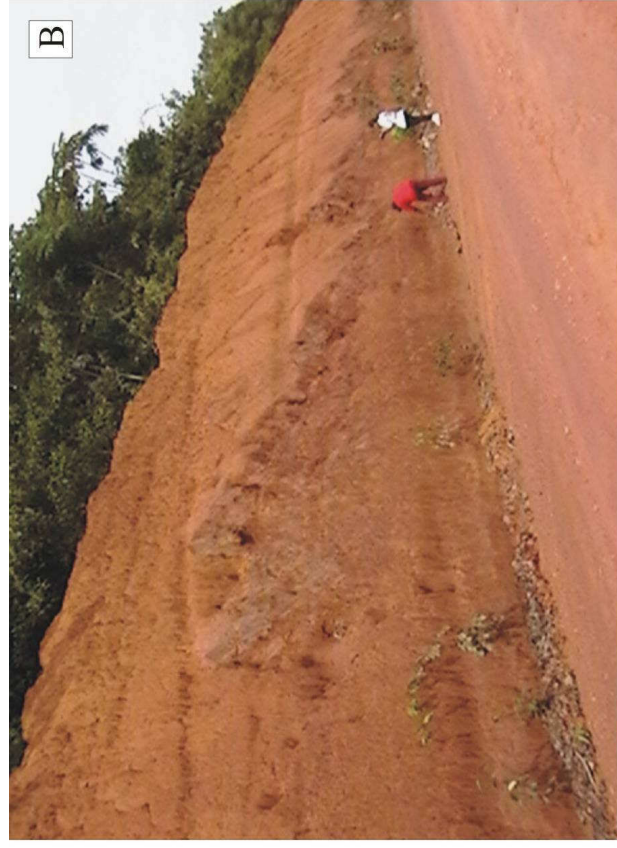
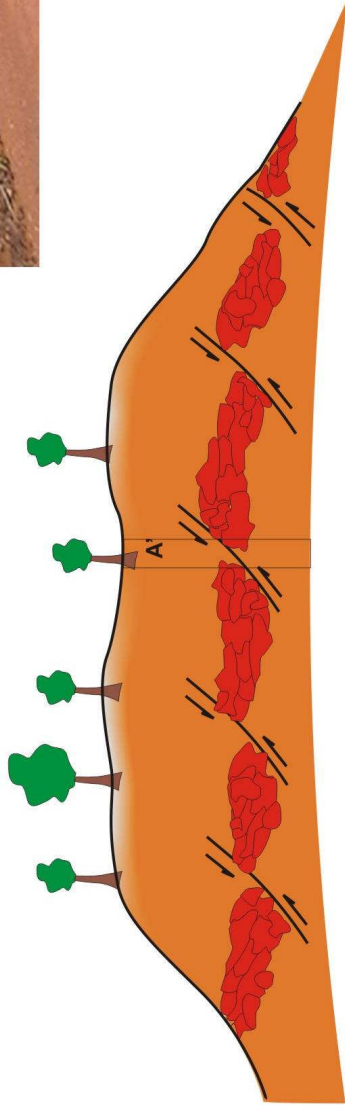


A

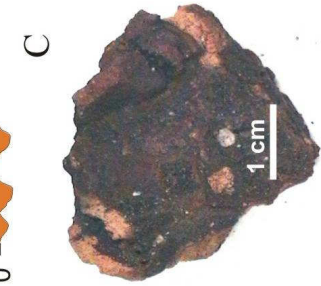
Horizonte argiloso com espessura média de 4 m e coloração alaranjada.

Linhas de pedra apresenta-se com 15 cm de espessura e concreções ferruginosas com formas irregulares principalmente arredondadas, medindo aproximadamente 1,5 a 2,5 cm.

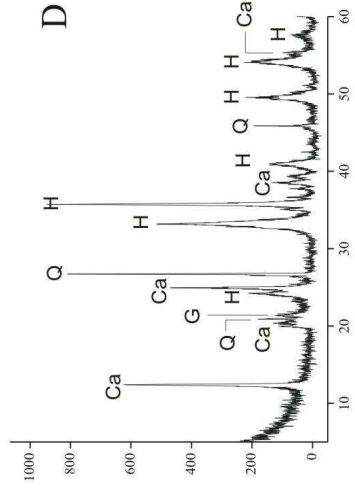
Crosta ferruginosa com falhas normais em padrão escalonado, onde supostamente o plano da falha é 310° Az/25°SW com mergulho de 25°S.



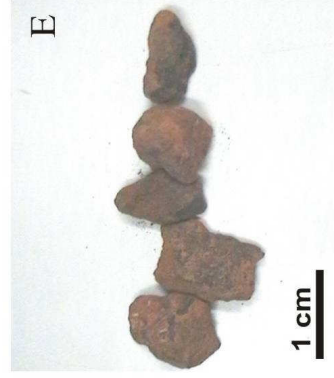
B



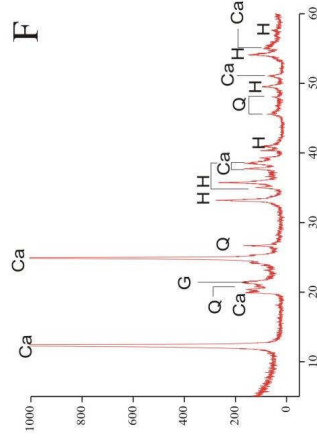
C



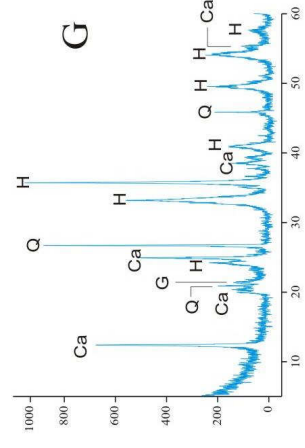
D



E



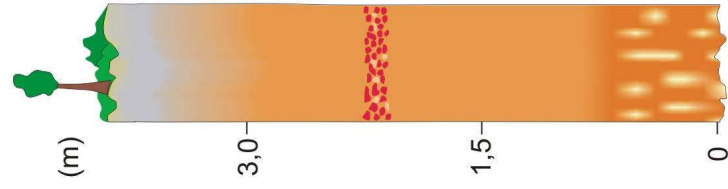
F



G

Figura 1. 38 - A e A') Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-363 com via de acesso para o município de Itapiranga onde apresenta crosta falhada, C) Detalhe da crosta, D) Difratograma de concreções ferruginosas, E) concreções ferruginosas, F) Difratograma do horizonte argiloso e G) Difratograma das concreções ferruginosas

Perfil 7



A

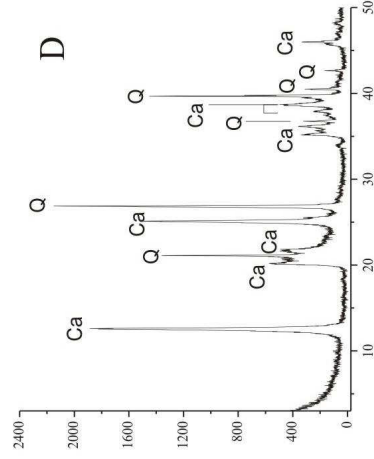
Solo apresenta coloração acinzentada com até 25 cm de espessura, composto por matéria orgânica, caulinita e quartzo.

Horizonte argiloso de coloração laranja-avermelhado com até 4,0 m de profundidade, constituído por óxi-hidróxidos de ferro, caulinita e quartzo.

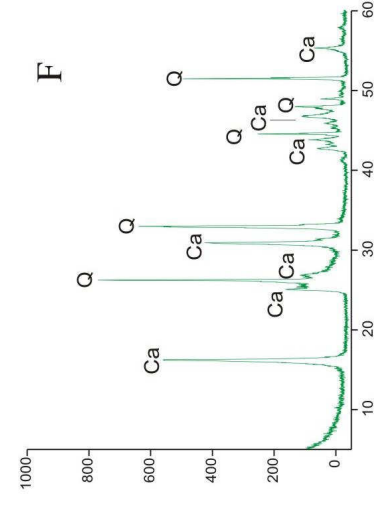
Linhas de pedra com até 20 cm de espessura, formada por concreções ferruginosas de forma irregulares que variam de 1 a 2,5 cm de diâmetro.



Horizonte mosqueado apresenta-se com 2 m de espessura, coloração avermelhada com venulações esbranquiçadas.



D



F

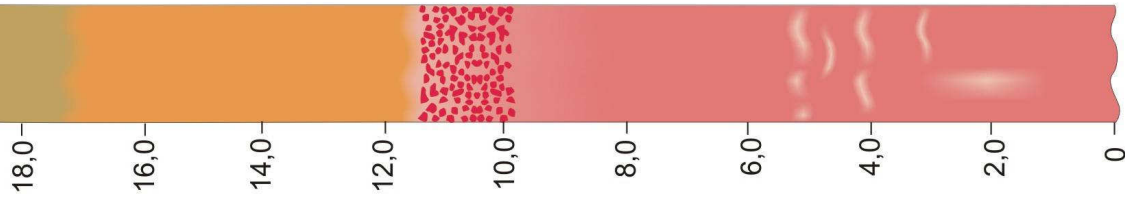
Figura 1. 39 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-362 nas proximidades do município de Itapiranga, C) Detalhe do horizonte mosqueado, D) Difratoograma do horizonte mosqueado, E) Detalhe do solo e F) Difratoograma do solo

Perfil 8



A

Solo apresenta coloração acinzentada e espessura de 30 cm.



Horizonte argiloso com até 5 m de profundidade, apresenta coloração alaranjada.

Linhas de pedra apresentando concreções ferruginosas, medindo entre 1 a 4 cm de diâmetro.

Horizonte mosqueado composto por material areno-argiloso de coloração rosa-avermelhado com leves pigmentações esbranquiçadas, apresentando aproximadamente 1,5 m de espessura.



D

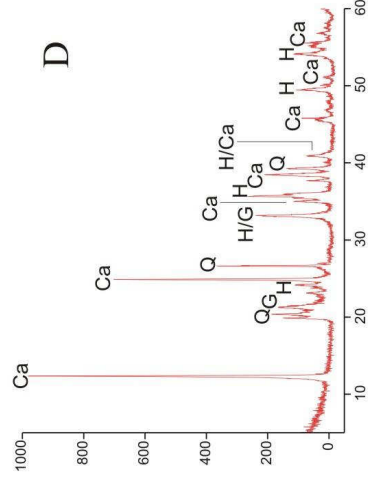


Figura 1.40 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-362 com via de acesso para o município de Silves apresentando horizonte argiloso, C) Fragmento de linhas de pedra e D) Difratograma dos fragmentos de linhas de pedra

Perfil 9



A

Solo mede aproximadamente 1 m de espessura e apresenta coloração cinza-amarelado.

4,5-

Horizonte argiloso de coloração laranja- avermelhado com até 4,0 m de profundidade.

3,0-

Horizonte mosqueado apresenta-se com 3 m de espessura, coloração avermelhada com venulações amarelada.

1,5-

Saprólito com 3 m de espessura, cor variando entre rosa a branco e laranja. Apresenta estruturas reliquias da rocha-mãe (Formação Alter do Chão).

0

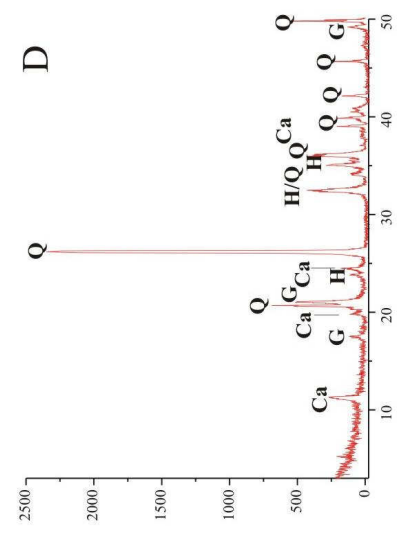
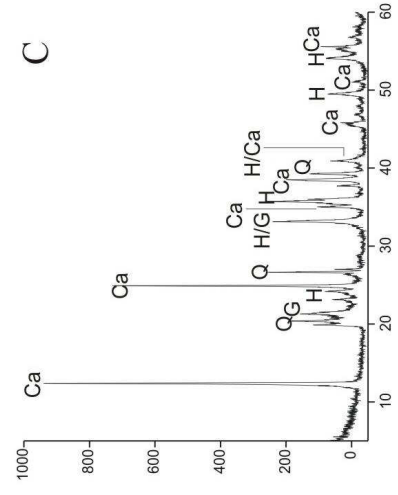
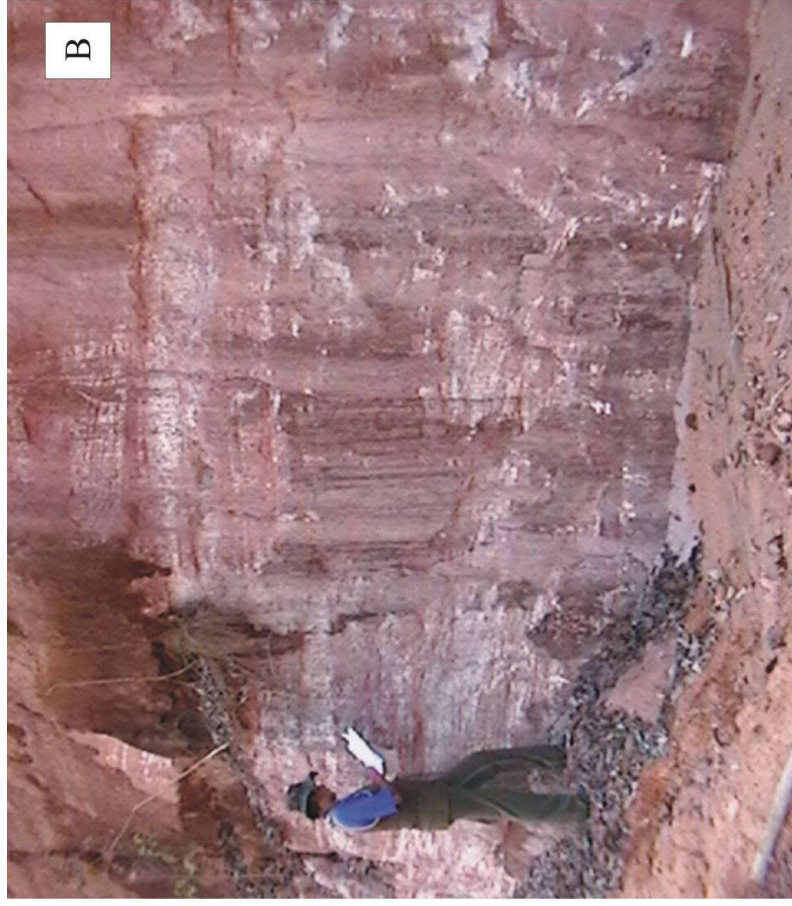
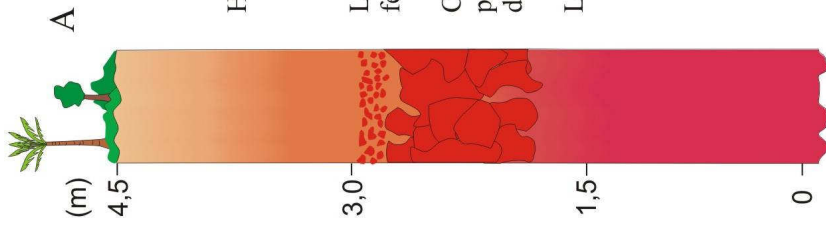


Figura 1.41 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada na rodovia estadual AM-363 nas proximidades do município de Silves onde se manifesta o horizonte saprolítico, C) Difratoograma correspondente ao horizonte saprolítico e D) Difratoograma do horizonte mosqueado

Perfil 10



Horizonte argiloso de coloração alaranjada medindo 4 m de espessura.

Linhas de pedra com 20 cm de espessura aproximadamente. É formada por concreções ferruginosas de forma arredondada e angulosa, medindo entre 0,5 a 3,5 cm de diâmetro.

Crosta ferruginosa apresenta estrutura colunar e 1 m de espessura aproximadamente. Na parte superior do horizonte há incidência de fragmentos pisolíticos com até 2 cm de diâmetro.

Latossolo de coloração laranja-avermelhado com aproximadamente 1,5 m de espessura.

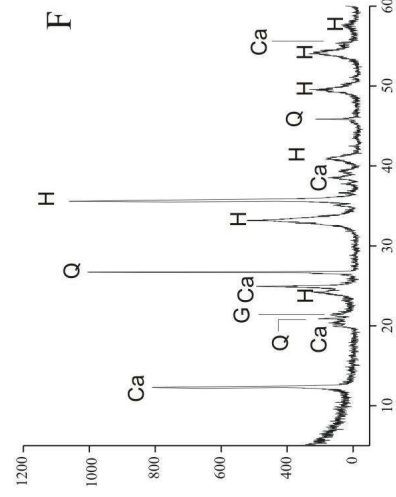
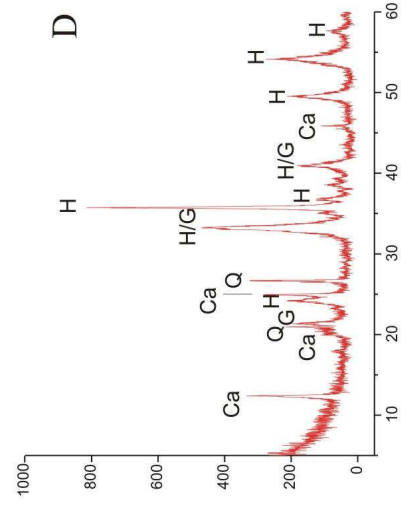
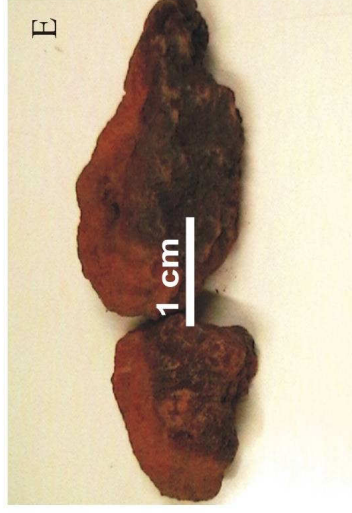
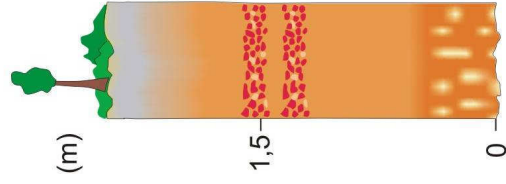


Figura 1.42 - A) Perfil, B) Afloramento na rodovia estadual AM-363 próximo ao município de Silves, C) Detalhe das concreções ferruginosas, D) Difratoograma das concreções, E) Crosta ferruginosa e F) Difratoograma da crosta

Perfil 11



A

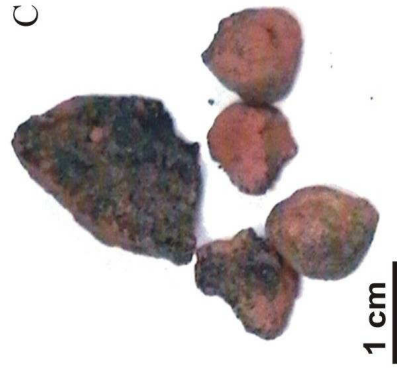
Solo apresenta-se com 20 cm de espessura e presença de raízes.

Linhas de pedra dispõem-se com 10 cm de espessura cada e apresentam fragmentos irregulares com até 1 a 2 cm de diâmetro, com superfícies fosca e polida.

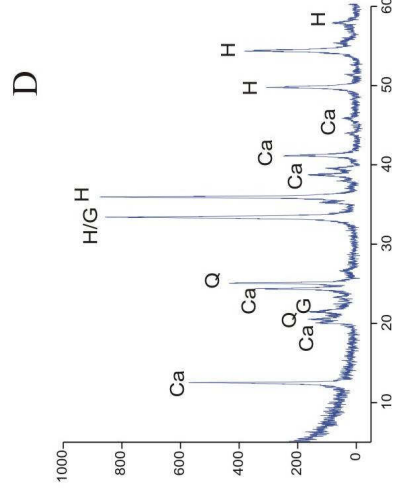
Horizonte argiloso de coloração vermelho-amarelado e espessura de 1 m.



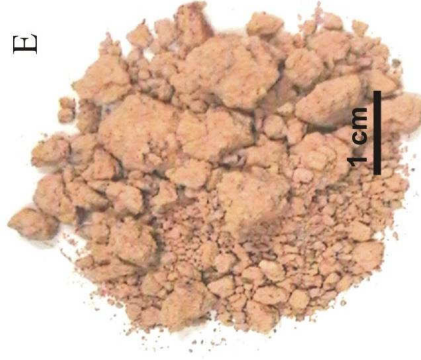
B



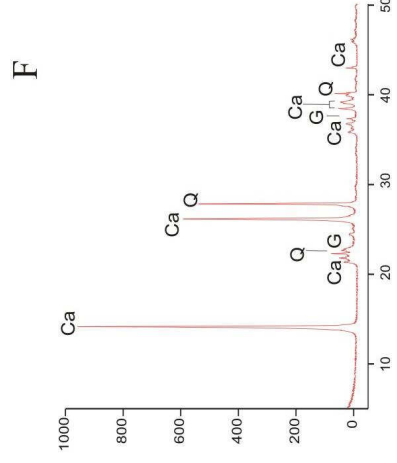
C



D



E



F

Figura 1.43 - A) Perfil, B) Afloramento em corte de estrada com via de acesso para o município de Silves apresentando linhas de pedra ou *stone-lines* em duas disposições, C) Concreções ferruginosas, D) Difratograma das concreções ferruginosas, E) Latossolo e F) Difratograma de latossolo

5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

As pesquisas geomorfológicas da área de estudo auxiliadas pelas bases cartográficas, acervo bibliográfico, trabalho de campo e pelos produtos de sensoriamento remoto, permitiram levantar pontos importantes a respeito do controle morfoestrutural, da influência das unidades geológicas, da elaboração dos perfis lateríticos e do sistema de drenagem na formação do relevo.

De acordo com Sternberg, (1950); Franzinelli & Igreja, (1990); Costa *et al.* (1996); Miranda *et al.* (1994) *in* Costa (2002), entre outros, a rede de drenagem da área pesquisada mostra-se controlada por segmentos estruturais nas direções NW-SE e SW-NE e NNE. Tais segmentos estruturais controlam os rios Amazonas, Uatumã, Urubu, Caru e Anebá, enquanto que, os segmentos estruturais NNE-SSW e N-S controlam as cristas do relevo, e os de direções NWW-SEE, SWW-NEE e W-E controlam o rio Sanabani e principalmente rios e igarapés de 1ª e 2ª ordens.

As unidades geológicas que afloram na área de estudo são a Formação Alter do Chão e Novo Remanso, que apresentam sedimentos areno-argilosos e que permitem a formação do padrão drenagem dendrítico o que contribuem para uma alta densidade. Os domínios litológicos, tipicamente com feições areno-argilosos, mais argilosos e impermeáveis, onde a água fica presa por absorção causam escoamento superficial, portanto, acelerando a ação dos processos erosivos.

A análise hierárquica com base em Strahler (1952), resultou em um quantitativo de 381 rios de 1ª ordem equivalente a (57,47%), 197 de 2ª ordem (29,78%), 61 de 3ª ordem (9,2%) 23 de 4ª ordem (3,4%), finalmente 01 de 5ª ordem o que equivale a (0,22%), totalizando 645 rios. Segundo Lima (2002), a análise hierárquica do sistema de drenagem relacionado à estrutura geológica, se faz necessário por considerar que áreas onde os rios são

de menores ordens são áreas instáveis, e que podem sofrer ação de movimentos neotectônicos, enquanto que drenagem de maior ordem percorre estruturas antigas e estáveis.

Os perfis lateríticos se associam ao processo evolutivo da paisagem e a formação destes perfis se deve essencialmente a estabilidade tectônica local e a influência climática a partir do Terciário. Considera-se o clima como parâmetros determinantes, onde a precipitação e a temperatura, que são fatores isoladamente maiores influenciadores que regulam a natureza e a velocidade das reações químicas (TOLEDO *et al.*2000).

Os perfis lateríticos da área estudada são considerados imaturos de acordo com a classificação de Costa (1991), pois são menos evoluídos poucos profundos e se apresentam formados pelos horizontes saprólito, mosqueado, crostas, linhas de pedra ou *stone lines* e argilosos, além de uma cobertura de solo altamente intemperizado de cor vermelho-amarelo (latossolo). Esses perfis apresentam mineralogia constituída por quartzo, caulinita, hematita e goethita, sendo que, o quartzo e a caulinita são expressivos em quase todos horizontes, enquanto os minerais goethita e hematita concentram-se na crosta laterítica, nos pisólitos e no horizonte mosqueado por serem considerados zona de acumulação de ferro.

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou obter as seguintes conclusões:

a) As unidades geológicas que afloram na área são a Formação Alter do Chão do Grupo Javari, do Cretáceo-Superior, e pela Formação Novo Remanso de idade Terciária. Essas formações constituem-se principalmente de arenitos e siltitos, que têm o quartzo, a caulinita, a hematita e a goethita seus principais minerais;

b) A evolução Cenozóica da área notabiliza-se pelos processos neotectônicos, cujas evidências são observadas no controle estrutural com direções preferenciais NW-SE, SW - NE, NNE-SSW e W-E que controlam principais drenagens e alinhamento de relevo (as cristas) e as formas anômalas na rede de drenagem. Tal arranjo estrutural está configurado sob a forma de prismas escalonados, limitados por falhas em arranjo listrico mergulhando cerca

de 25° para SW. É provável que tais prismas tenham sido submetidos a um componente rotacional horário, o qual ainda necessita de maiores investigações. Essa configuração permite explicar a distribuição das formas de relevo e drenagem, além da compartimentação dos perfis lateríticos na área em estudo, colocando os prismas ou blocos mais rebaixados na porção sul e os mais elevados na porção centro-norte da área.

c) As morfoesculturas (platôs e colinas), também apresentam uma fisionomia característica como resultante de uma ação climática que vem ocorrendo desde o Terciário.

d) O alto índice de dissecação que se apresenta na área de planalto, se deve também em função da densidade e da fisionomia da rede de drenagem que se encontram vinculados aos domínios litológicos;

e) Na região de planície, as formas de relevo tiveram sua gênese também em função das estruturas tectônicas e do processo acumulativo devido à ação hidrodinâmica do rio Amazonas que transportam sedimentos principalmente em suspensão depositando nas margens;

f) Os perfis lateríticos são considerados imaturos, e tiveram sua formação na segunda fase de lateritização ocorrida na região Amazônica, ou seja, no Pleistoceno quando houve estabilidade crustal. São constituídos normalmente pelos horizontes saprólito, mosqueado, crosta, linhas de pedra ou *stone lines* e argiloso revestidos por camada de solo com alto grau de intemperização, com textura média e de coloração variando entre o amarelado-avermelhado (latossolos). Esses perfis lateríticos estão associados à evolução do relevo da área estudada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A.N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil.. São Paulo: [s.n.], 1967a.

_____. Problemas geomorfológicos da Amazônia brasileira. Atas. Simp. Biota Amazônica. Geoc. Rio de Janeiro. 1:35-67. 1967b.

_____. Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil. Geomorfologia. São Paulo: (6). 15 p. 1969.

BARBOSA, G. V; RENNÓ, C. V; FRANCO, E. S. Geomorfologia da Folha SA. 22 Belém. In: BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAM. Folha SA. 22 – Belém. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais, 5). 1974.

BEMERGUY, R. L & COSTA, J.B.S. Considerações sobre o sistema de drenagem da Amazônia e sua relação com o arcabouço tecto-estrutural. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. (Série Ciências da Terra). 3:75-97. 1991.

BEMERGUY, R. L; COSTA, J. B. S; HASUY, Y; BORGES, M. S. Tectônica e paleogeografia da calha do rio Amazonas: In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5. Gramado, Boletim de Resumos Expandidos... Porto Alegre: SBG/RS e CPGQ/UFRGS, p.419-420. 1995.

BORGES, M. S; COSTA, J. B. S; BEMERGUY, R. L; FERREIRA JR., C.R.P; HASUY, Y. A esculturação da paisagem do litoral norte do Brasil e sua relação com os movimentos neotectônicos do Quaternário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5. Gramado, 1995. Boletim de Resumos Expandidos. Porto Alegre: SBG/RS e CPGQ/UFRGS, p.423-424.(b), 1995.

CAPUTO, M.V.; RODRIGUES, R; VASCONCELOS, D.N.N. Nomenclatura estratigráfica da bacia do Amazonas. In: SBG. CONGR. BRÁS. GEOL. , 26. Anais... 3:36-46. 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, A.R.A. Tectônica Cenozóica e Movimentação Salífera na Bacia do Amazonas e suas relações com a Geodinâmica das Placas da América do Sul, Caribe, Cocos e Nazca. 2002. 237f. (Dissertação de Mestrado), Belém.

COSTA, J. B. S; HASUÍ, Y. O quadro geral da evolução tectônica da Amazônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3, Rio Claro, Boletim...Rio Claro: UNESP e SBG, p142-145. 1991.

COSTA, J. B. S; HASUÍ, Y; BEMERGUY, R. L; BORGES, M. S; COSTA, A. R; TRAVASSO, J. A. M; IGREJA, H. L..S. Aspectos Fundamentais de neotectônica da Amazônia Brasileira. In: INT. SIMP. QUATERNÁRIO DA AMAZÔNIA. Recursos e Contribuição Científica. Manaus, ABEQUA. 1992. p. 103-106.

COSTA, J. B. S; HASUI, Y; BORGES, M. S; BEMERGUY, R. L.; SAADI, A ; COSTA Jr., P.S. Arcabouço tectônico meso-cenozóico da região da calha do Amazonas. São Paulo: Editora da UNESP, Geociências, 13:2. No prelo. 1995.

COSTA, J. B. S; HASUI, Y; BORGES, M. S; BEMERGUY, R. L; SAADI, A ; COSTA Jr., P.S. Arcabouço tectônico meso-cenozóico da região da calha do Amazonas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4. Belém., Anais... Belém, SBG. p. 47-50. 1994.

COSTA, J.B.S. A Neotectônica na Amazônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5, Belém, Boletim de Resumos Expandidos...Belém: SBG, p. 35-38. 1996.

COSTA, J.B.S; BEMERGUY, R.L; HASUI,Y; BORGES, M. S; FERREIRA Jr, C.R.P; BEZERRA, P.E.L; COSTA, M.L; FERNANDES, J.M.G. Neotectônica da região Amazônica: aspectos estruturais, tectônicos, geomorfológicos e estratigráficos. Geonomos – Revista de Geociências, IV (2) 23-24. 1996.

COSTA, M.L; ANGELICA, R.S. Two generations of the laterite profiles in the Amazon region their ore potencial : rock and ore display. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF GEOCHEMICAL EXPLORATION 17, Townsville (Austrália). Extended Abstracts...1995. p.278. 1995.

COSTA, M.L. A dinâmica de formação de lateritas: o exemplo do NE do Pará e NW do Maranhão, In: CONGRES. BRÁS. GEOL, SBG, 33. Anais... Rio de Janeiro.v.10, p :4823-4837. 1984.

_____. Aspectos Geológicos dos lateritos da Amazônia. Revista Brasileira de Geociências. 21(2) p.146-160. 1991

_____. Lateritos e lateritização. In: SBG, CONGRES. BRAS. GEOL. 36, Anais... 1:404-421. 1990a.

COSTA, M.L; FONSECA, L.R; ANGELICA, R.S; LEMOS, V.P; LEMOS, R.L. Geochemical exploration on the Maicuru Alkaline-Ultramafic-Carbonatite Complex, northern Brazil. J. Geochem. Explor. 1991.

CUNHA, F. M. B. Morfologia e neotectonismo do rio Amazonas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3, Belém, 1991. Anais... Belém: SBG/NO, p. 193-210. 1991.

_____. Morfologia e neotectonismo do rio Amazonas. In: SBG, SIMP. GEOL. da Amazônia. 3, anais...p. 193-210. 1992.

CUNHA, P. R.C; GONZAGA, F.G; COUTINHO, L.F.D. E; FEIJÓ, F.J. Bacia do Amazonas. Boletim de Geociências. PETROBRAS, 8: 47-55. 1994.

DAEMON, R.F; CONTREIRAS, C.J.A. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. Anais... São Paulo, SBG.V.3, p.79-88. 1971.

DAEMON, R.F. Contribuição à datação da Formação Alter do Chão, bacia do Amazonas. Revista. Brasileira de Geociências, 5:78-84. 1975.

DINO, R; SILVA, O. B; ABRAHAO, D. Caracterização palinológica e estratigráfica de estratos cretáceos da Formação Alter do Chão, bacia do Amazonas. In: SBG, Simpósio sobre Cretáceo do Brasil. 5. Boletim de resumos expandidos, p 557-565. 1999.

EIRAS, J. F; KINOSHITA, E. M. Evidências de movimentos transcorrentes na Bacia do Tacutu. Rio de Janeiro: Petrobrás. Boletim de Geociências, 2 (2/4):193-208. 1988.

EIRAS, J. F; BECKER, C.R; SOUZA, E. M; GONZAGA, F.G; SILVA, J.G.F; DANIEL, L.M; MATSUDA, N. S; FEIJÓ, F.J. Bacia do Solimões. Bol. Geoc. PETROBRAS, Rio de Janeiro, 8 (11):17-45. 1994.

FERNANDES FILHO, L. A; COSTA, J. B. S; COSTA, M. L. Bacia de Manaus: uma estrutura *pull-apart* do Quaternário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5.5. Gramado, 1995. Boletim de Resumos Expandidos... Porto Alegre: SBG/RS e CPGQ/UFRGS, p.419-420. 1995.

FRANZINELLI, E; IGREJA, H.L.S. Utilização do Sensoriamento Remoto na investigação na área do baixo Rio Negro e Grande Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6. Anais... 3:641-648. 1990.

FRANZINELLI, E; PIUCI, J. Evidências de neotectonismo na Bacia Amazônica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA. 7. Belém, Anais... Belém, SBG. p 80-90. 1988.

FRANZINELLI, E; IGREJA, H.L.S; REPOLHO, T. Fragmentation of Ecosystem Owing to Neotectonics in the Amazon Basin. Science Reports of Tohoku Univesity, 7 th Series (Geography). Vol. 49, n. 2 . p. 207-214. 1999.

_____. Modern Sedimentation In The Lower Negro River, Amazonas State, Brazil. Geomorphology (44); 259-271. 2002.

GINGRAS, M. K; RASANEM, M; RANZI, T. The significance of bioturbated inclined heterolthic stratification in the southern part of the Miocene Solimões Formation, rio Acre, Amazonia, Brazil. An International Journal of SEPM (Society for Sedimentary Geology) V. 17n n° 6. p.591-601. 2002.

GUERRA, A.J.T. Dicionário Geológico Geomorfológico. 5. ed. Rio de Janeiro: 1993. 446p.

HASUÍ, Y. Evolução geológica da Amazônia In: SIMP. GEOL. AMAZ. 5. Belém. 1996. Boletim de resumos expandidos... Belém, SBG p. 31-34. 1996.

_____. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: SBG, Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no SE do Brasil, 1, Anais...11:1-31. 1990.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: summation. Bulletin American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, v.5, n.11. p.2246-2259. 1967.

IGREJA, H. L. S; FRANZINELLI, E. O Lineamento do Rio Negro: Um exemplo. Boletim do ICE, Manaus (04) p. 17-18 DEGEO. FUA. 1987.

IGREJA, H. L.S & CATIQUE, J. Análise Neotectônica do Lineamento de Itacoatiara Centro-Leste do Estado do Amazonas. In: VI SIMP. NAC. DE ESTUDOS. Tectônicos. Pirenópolis-GO. SBG/JG-UNB, p. 131-133. 1997.

IGREJA, H. L.S; FRANZINELLI, E; REPOLHO, T. Neotectonic Influence on Fluvial Capture in the Amazon Basin. State of Amazon, Brazil. Science Reports of Tohoku Univesity, 7 th Series (Geography). Vol. 49, n. 2. p. 197-206. 1999.

IRIONDO, M & SUGUIO, K. Neotectonics of the Amazon plain.. *Bulletin of the INQUA Neotectonic Commission*, 4:72-78. 1981.

IRIONDO, M. Geomorfologia da planície Amazônica. In: SBG, SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4, Anais...p 323-348. 1982.

JESUS, E.F.R. Espaço. Tempo e escala em climatologia. 1995. 128f. Tese de doutorado. Departamento de geografia de FFLCH. USP.São Paulo.

KATZER, F. Grundzüge der Geologie des unterm Amazonas gebietes des Staates Pará in: Brasilien. Leipzig, M. Weg. 296 p. 1903.

KING, L.C. Canons of landscape evolution, *Bulletin of the Geological Society of American*. Washington. D.C. 64 (7): 721-732. 1953.

KISTLER, P. Historical resume of basin. Belém. PETROBRAS-RENOR. N.p. (Relatório Técnico Interno, 104-A). 1954.

KOTSCHOUBEY, B. Bauxitas do Baixo Nhamundá, região do baixo e médio Amazonas - natureza e gênese. In: CONGRES. BRAS. GEOL. 33, Anais, 8: 3926-3940. 1984.

LIMA, M.I.C. Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico. Outubro. Belém-Pará-Brasil. 173 p. 2002.

NASCIMENTO, D. A. do MAURO, C. A. de GARGIA, M. das G. L. Geomorfologia. In: BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL Folha SA-21-Santarém. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (Levantamento de Recursos Naturais, 10). 1976.

NOGUEIRA, A. C. R; VIEIRA, L. C; SUGUIO, K. Paleossolos da Formação Alter do Chão, Cretáceo-Terciário da Bacia do Amazonas, Regiões de Presidente Figueiredo e Manaus. In: SBG. SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL. 5:261-266. Sessão Temática Sedimentologia e Estratigrafia. 1999.

PAYER. Disponível em: <<http://www.payer.de/arbeitskapital/arbeits308140.gif>> Acesso em: 19 jul. 2006.

PRICE, L.I. Dentes de theropoda num testemunho de sonda no estado do Amazonas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 32 (1): 79-84. 1960.

RADAMBRASIL. Folha S. A-21- Santarém: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso da terra. Rio de Janeiro: DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 10). p220. 1976.

RADAMBRASIL. Folha SA. 20 Manaus: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 628p (Levantamento de recursos naturais, 18). 1978.

RADAMBRASIL. Folha SA.22 Belém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, (Levantamento de recursos naturais, 5). 1974.

REIS, J.N; FIGUEIREDO, E. S. Projeto Turfa do Médio Amazonas. (Relatório de Progresso) CPRM-AM. 1983.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 5 ed. São Paulo: Contexto, 85p. 2000.

ROZO, J. M. G. Evolução deposicional do canal fluvial do rio Amazonas, no setor entre a ilha do Careiro e a foz do rio madeira. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SCHELLMANN, W. Considerations on the definition and classification of laterites. In: INT. SEMINAR ON LATERITIZATION PROCESSES, 1. Trivandrum, 1979. Proceedings... Trivandrum, Oxford & Ibh. p. 1-10. 1980.

SOARES, P. C; FIORI, A. P. Lógica e Sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. 16 (32): 17. 1976.

STERNBERG, H. O'Reilly. Sismicidade e morfologia na Amazônia brasileira. Anais Acad. Bras. Ciências. Rio de Janeiro, (25): 443-453. 1953.

_____. Vales tectônicos na planície Amazônica. R. Brás. Geogr. Rio de Janeiro. 12 (4): 3-26, out/dez. 1950.

STRAHLER, A. N. Hipsometric (área-altitude) análisis of erosional topography. 1952
TOLEDO, M.C.M; OLIVEIRA, S.M.B; MELFI, ADOLPHO. Intemperismo e formação do solo. In: DECIFRANDO A TERRA. OFICINA DE TEXTOS. São Paulo p 139-166. 2000.

TRUCKENBRODT, W; KOTSCHUBAY B; GOÉS A.M. Considerações a respeito das bauxitas na parte leste da região Amazônica. In: SBG, SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1, Anais...1:201-209. 1982.