UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA

"DETECÇÃO DE PALEOCANAIS E FEIÇÕES TECTÔNICAS NO RIO JURUÁ A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO"

Maria Madalena de Sousa

TRÊS LAGOAS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA

Maria Madalena de Sousa

"DETECÇÃO DE PALEOCANAIS E FEIÇÕES TECTÔNICAS NO RIO JURUÁ A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/ CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação do Prof. Dr. Wallace de Oliveira.

TRÊS LAGOAS
2017

Termo de aprovação

Maria Madalena de Sousa

“DETECÇÃO DE PALEOCANAIS E FEIÇÕES TECTÔNICAS NO RIO JURUÁ A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, nível de mestrado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela seguinte banca examinadora:

***Orientador*:**

Wallace de Oliveira - Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul campus de Três Lagoas.

Vitor Matheus Bacani - Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul campus de Três Lagoas.

Frederico dos Santos Gradella - Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul campus de Três Lagoas.

Dedico a todos aqueles que acreditam em si

e nunca deixam de seguir seus sonhos...

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão a todas elas e de forma especial:

Ao meu filho, Augusto Guilherme Rufino e minha mãe Maria Bondia, por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wallace de Oliveira pela dedicação, paciência, confiança, contribuição para a minha formação e amizade.

Aos queridos Professores e amigos Edima Aranha, Francisco José Avelino Júnior (China) e Aguinaldo Silva pelos conhecimentos ensinados, pela confiança, incentivo e principalmente pela amizade.

Aos Prof. Dr. Edson Araújo (UFAC) e Drª Dilce Rossetti, pelo apoio e contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Ao colega Adalto Braz, pelo apoio e paciência.

Aos Professores do Programa pela dedicação e contribuição na minha formação.

A todos que direta ou indiretamente participaram na execução deste trabalho.

Aos Funcionários da UFMS campus Três Lagoas pela dedicação.

A todos os colegas e amigos não citados, pois seria impossível citar a todos.

Obrigada...

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar feições fluviais que auxiliem na caracterização paleográfica do rio Juruá no Estado do Acre, especificamente a partir da identificação de paleocanais e feições tectônicas utilizando diferentes dados de sensoriamento remoto e técnicas de processamento digital de imagem.A área de estudo está inserida na regional denominada Alto Juruá, mais especificamente do limite territorial entre Brasil no Estado do Acre e Peru até a confluência com o rio Ipixuna no estado do Amazonas, próximo ao município de Cruzeiro do Sul, no Acre. os procedimentos metodológicos foram baseados no processamento digital e análise de imagens Landsat, modelo digital de elevação proveniente dos dados SRTM em resolução de 30 metros (USGS) através do Global Mapper 9.0 e observações em imagem do Google Earth (2016). Para a extração da rede de drenagem foi utilizado mapa de drenagem no formato shapefile em escala de 1:50km, disponibilizado no site do Ministério do Meio Ambiente e Agência Nacional da Água. Inicialmente realizou-se um levantamento de informações básicas como a aquisição de material bibliográfico, imagens de sensores remotos, cartas topográficas e mapas temáticos (mapa geológico e geomorfológico) utilizados como base de apoio para conhecimento regional, buscando as informações necessárias para o desenvolvimento das etapas de análises necessárias como interpretação de imagens de sensores remotos. A extração de paleocanais bem como o mapeamento dos terraços holocênicos e dos lineamentos morfotectônicos se deu através da utilização de modelos digitais de elevação SRTM, cuja análise e processamento dos dados foram executados no aplicativo Global Mapper 9.0. Os resultados mostraram que a bacia não apresenta elevada suscetibilidade, uma vez que as áreas com altas intensidades representaram aproximadamente 23% da área total, relacionadas com as baixas declividades (fora da planície fluvial), solos mal drenados associados ao uso da terra com ausência de práticas conservacionistas. As áreas intermediárias (média suscetibilidade) representaram aproximadamente 42% da área total e as de menor suscetibilidade cerca de 37%. As áreas que apresentaram maiores suscetibilidade, em específico à inundação, estão situadas sobretudo na planície fluvial, já as áreas com maiores tendências aos alagamentos estão relacionadas com a baixa declividade, somadas com as alterações antrópicas. Os resultados mostram que são visivelmente observadas, através de imagens de satélites, feições anômalas em todo o sistema de drenagem como: mudança de direção em ângulo de 90° e trechos retilíneos ao longo de cursos meandrantes. De maneira geral, as análises dos padrões de drenagem, lineamentos e anomalias, realizadas na bacia, demonstram forte condicionamento das estruturas na rede de drenagem. Através da análise das imagens SRTM foi possível destacar feições que sugerem um tributário bastante expressivo na margem esquerda do rio Juruá e que algum fator, possivelmente tectônico, tenha interrompido seu curso invertendo-o na direção contrária abandonando assim o canal.

Palavras-chave: sensoriamento remoto,paleomorfologias, drenagem, lineamentos morfoestruturais.

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify fluvial features that help to characterize the Juruá river in the state of Acre, specifically from the identification of paleocannal and tectonic features using different remote sensing data and digital image processing techniques. The study area Is located in the region known as Alto Juruá, more specifically the territorial boundary between Brazil in the state of Acre and Peru to the confluence with the Ipixuna river in the state of Amazonas, near the municipality of Cruzeiro do Sul in Acre. The methodological procedures were based on digital processing and Landsat image analysis, digital elevation model from SRTM data in 30 meters resolution (USGS) through Global Mapper 9.0 and imaging observations of Google Earth (2016). In order to extract the drainage network, a 1: 50km scale shapefile drainage map was made available on the website of the Ministry of the Environment and the National Water Agency. Initially, a basic information survey was carried out, such as the acquisition of bibliographical material, remote sensing images, topographic maps and thematic maps (geological and geomorphological map) used as a base of support for regional knowledge, seeking the information necessary for the development of the stages Analysis of images from remote sensors. The extraction of paleocannals as well as the mapping of holocene terraces and morphothectonic lineaments occurred through the use of SRTM digital elevation models, whose analysis and data processing were performed in the Global Mapper 9.0 application. The results showed that the basin does not present high susceptibility, since the areas with high intensities represented approximately 23% of the total area, related to the low slopes (outside the fluvial plain), poorly drained soils associated with land use with absence of Conservation practices. The intermediate areas (average susceptibility) will represent approximately 42% of the total area and the least susceptible areas will represent approximately 37%. The areas with the greatest susceptibility, especially to flooding, are located mainly in the fluvial plain, since the areas with the greatest flood trends are related to the low slope, added to the anthropic changes. The results show that, through satellite images, anomalous features are observed throughout the drainage system, such as: 90 ° angle change of direction and rectilinear stretches along meandering courses. In general, the analyzes of drainage patterns, lineaments and anomalies, performed in the basin, demonstrate strong conditioning of the structures in the drainage network. Through the analysis of SRTM images it was possible to highlight features that suggest a very significant tributary on the left bank of the Juruá river and that some factor, possibly tectonic, has interrupted its course by reversing it in the opposite direction, thus abandoning the channel.

Keywords: Remote sensing, paleomorphologies, drainage, morphostructural lineaments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da área de estudos- Alto Juruá, AC/AM.....16

Figura 02 - Principais sub-bacias do rio Juruá inseridas no Alto Juruá 17

Figura 03 - Localização da Bacia do Acre no contexto geotectônico amazônico.....18

Figura 04 - Localização da Bacia do Acre (hachuras) no contexto geológico da Amazônia..... 20

Figura 05 - Formação Solimões (Mioceno até Pleistoceno) ocupando grande parte do Estado do Acre com sedimentos que variam de 800 a 2 mil metros de profundidade..... 20

Figura 06 - Bloco diagrama da borda tectônica reativada da Serra do Divisor ilustrando as escarpas de falhas que limitam o conjunto montanhoso, as bacias do Moa e o corte da Bacia do Juruá, instaladas em área rebaixada sob controle neotectônico 21

Figura 07 - Evolução da paisagem da região da bacia do Acre.....22

Figura 08 - Geologia do Alto Juruá.....24

Figura 09 - Seção Geológica Esquemática.....25

Figura 10 - Mapa Geomorfológico do estado do Acre.....26

Figura 11 - Mapa Geomorfológico do Alto Juruá..... 27

Figura12 - Solos do estado do Acre 32

Figura 13 - Temperaturas médias anual do Estado do Acre.....34

Figura 14 - Distribuição da precipitação no estado do Acre, em que se identifica a gradiente leste-oeste ate Cruzeiro do Sul, e nova redução na direção do Alto Rio Moa 35

Figura 15 – Formação Vegetal do Estado do Acre 36

Figura 16 - Tipologias Florestais do Alto Juruá..... 37

Figura 17 - Corte ilustrando a ocorrência de floresta de bambus (Guadua) associada a solos mais rasos e jovens da depressão central, embasada em sedimentos siltico-argilosos ate arenosos, da Formação Solimões 39

Figura 18 - Principais Rios do Acre..... 40

Figura 19 - Municípios formadores da Bacia do Alto Juruá inseridos na área de estudos..... 41

Figura 20 - Principais afluentes do Rio Juruá inseridos na área de estudo 42

Figura 21 - Representação esquemática de um sistema fluvial ideal 44

Figura 22 - Tipos principais de canais aluviais 45

Figura 23 - Principais elementos topográficos e subambientes de sedimentação em planícies de inundação.....46

Figura 24 - Padrões de drenagem 48

Figura 25 - Distribuição de depósitos quaternários (cor cinza) na Amazônia Legal 50

Figura 26 – Feições anômalas do trecho1- Marechal Thaumaturgo 56

Figura 27 – Feições anômalas do trecho2 – Porto Walter..... 57

Figura 28 – Feições anômalas do trecho3 – Municípios de Mâncio Lima e Cruzeiro do Sul 58

Figura 29 - Padrões de drenagem encontrados no Rio Juruá, onde (A) pode ser caracterizada como Dendritica e retangular (B), (D) Paralelas; (E) treliça;(C) Radial e (F) Dendrítica..... 59

Figura 30 - Propriedades da Drenagem do Alto Juruá 60

Figura 31 - Meandros tortuosos e irregulares no rio Juruá assim como meandros abandonados no município de Cruzeiro do Sul/AC 61

Figura 32 - Presença de padrão dendrítico próximo á Serra do Divisor/ AC..... 62

Figura 33 - Padrão treliça e retangular nos afluentes do rio Juruá 62

Figura 34 - Padrão paralelo localizado á esquerda do rio Juruá entre os rios Paraná dos Mouras e Juruá Mirim 63

Figura 35 - Padrão radial localizado no município de Porto Walter/AC 64

Figura 36 - Paleomorfologia no Alto Juruá..... 65

Figura 37 - Paleomorfologia no Alto Juruá..... 67

Figura 38 - Presença de paleocanal próximo ao muncipio de Cruzeiro do Sul..... 67

Figura 39 - Canal abandonado apresentando trecho anômalo com curvas expressivas próximo á Cruzeiro do Sul – AC 68

Figura 40 - Canal abandonado apresentando trecho anômalo com curvas expressivas próximo á Cruzeiro do Sul – AC 68

Figura 41 - Paleocanais na região de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima 69

Figura 42 - Canal abandonado apresentando curvas e voltas abruptas em ângulos de 90°, em forma de cotovelo, caracterizando assim anomalias de drenagem..... 69

Figura 43 - Canal abandonado na região de Marechal Thaumaturgo 70

Figura 44 - Perfil do relevo na região de Marechal Thaumaturgo 70

Figura 45 - Perfil do relevo na região d Marechal Thaumaturgo 71

Figura 46 - Perfil do relevo na região de Marechal Thaumaturgo 71

Figura 47 - Terraços Holocenos na região de Cruzeiro do Sul 71

Figura 48 - Falha de Batã..... 72

Figura 49 - Sistema de Falhas na área de estudos..... 73

Figura 50 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem nos municípios de Rodrigues Alves - AC e Guajará – AM 74

Figura 51 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem nos municípios Guajará – AM, Cruzeiro do Sul – AC , Mâncio Lima – AC e Rodrigues Alves – AC 74

Figura 52 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem no município de Porto Walter-AC 75

Figura 53 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem no município de Marechal Thaumaturgo – AC..... 75

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01. Descrição das Unidades Pedológicas do Alto Juruá, com base no Mapa de Pedologia do ZEE Fase II.....33

Quadro 02 - Descrição de Classes de Vegetação Ocorrentes na região do Alto Juruá.....38

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO 14

1.1 – Objetivo Geral 15

1.1.1 - Os objetivos específicos 15

1.2 – Hipótese e Justificativa 16

2 - ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO FISIOGRÁFICO 16

2.1 – Contexto Geológico 18

2.2 – Contexto Geomorfológico 25

2.2.1 – Planície Amazônica 28

2.2.2 – Depressão do Laco-Acre 29

2.2.3 – Depressão do Juruá- Laco 29

2.2.4 - Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul 30

2.2.5 – Planaltos Residuais da Serra do Divisor 30

2.2.6 – Depressão Marginal a Serra do Divisor. 31

2.3 – Solos 31

2.4 – Clima 34

2.5 – Vegetação 35

2.6 – Hidrografia 39

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 43

3.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise. 43

3.2 Sistemas Fluviais 44

3.2.1 Definições 44

3.3 – Paleomorfologias 48

3.4 - O registro Quaternário na Amazônia 49

3.4.1 - Evidências paleoambientais 50

3.4.2 - Evidências neotectônicas 51

3.4.3 – Lineamentos Morfoestruturais. 52

3.5 - Sensoriamento Remoto 52

35.1. Landsat 52

3.5.2 - SRTM 53

3.5.3 - Sensoriamento Remoto aplicado a paleomorfologias 53

3 – MATERIAIS E METODOS 54

2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 55

5.1 - Identificação de Feições Anômalas dos Sistemas de Drenagem na Região do Alto Juruá. 55
5.2 - Análise Morfológica da Rede de Drenagem do Alto Juruá/AC, Extraída de MDE-SRTM. 60
5.3 – Detecção de Paleomorfologias 64
5.4 – Lineamento Morfoestruturais sobre Drenagem e Relevo. 72
6 - CONCLUSÃO 75
7 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 76

1 – INTRODUÇÃO

Os cursos d' água são sistemas dinâmicos complexos e, têm sido considerados sensíveis a deformações crustais, respondendo de maneira rápida, mesmo nos casos onde as deformações são de pequena escala e/ou magnitude (ETCHEBEHERE, 2003). A disposição atual dos sistemas de drenagem reflete inúmeros fatores inter-relacionados como: clima, relevo, tectônica, nível do mar, litologia, entre outros, que atuaram no tempo geológico. Atualmente, o uso integrado de técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto, métodos de datação, de análises de proxies, dentre outros tem permitido a reconstituição da evolução dos sistemas de drenagem no tempo geológico. Especialmente, a utilização do sensoriamento remoto em áreas como a Amazônia, onde a baixa topografia desfavorece exposições litológicas naturais e a observação direta de estruturas tectônicas, tem contribuído sobremaneira nos estudos de reconstituição de sistemas fluviais (MANTELLI et al., 2009; ROSSETTI, 2009). Adicionalmente, a grande dimensão da área e o acesso restrito, além da densa cobertura vegetal constituem outros fatores que tornam o sensoriamento remoto uma ferramenta eficaz na obtenção de dados fluviais, geológicos e geomorfológicos (CUNHA, 1991).

A detecção e o mapeamento de feições fluviais atuais e pretéritas na Amazônia a partir dos dados de sensoriamento remoto são fundamentais em discussões que envolvem a formação e evolução dos sistemas de drenagem amazônicos. A complexidade desses sistemas, atuais e paleocanais, e a presença de feições morfoestruturais que sugerem drenagens controladas por tectonismo despertam o interesse sobre os reais fatores que controlam a evolução dos mesmos (STERNBERG, 1950).

A neotectônica da região amazônica é marcada por estruturas, sequências sedimentares, padrões de rede de drenagem e sistemas de relevo, cujas características vêm sendo gradativamente desvendadas (ACRE, 2010).

A detecção da tectônica na região é claramente observada nos afloramentos e exposição de rocha e solo. As falhas provocam deslocamento de camadas e superfícies topográficas e alteram a morfologia da paisagem (LATRUBESSE 2000; RANCY, 2000). Em locais de falhas é observada a formação de espelhos de falha, estrias de atrito e brecha de falha que resultam da fricção entre os blocos de rocha. Os rios sofrem enormes migrações de leitos alcançando ordem de quilômetros, cujos registros são os extensos pacotes de sedimentos, terraços e lagos, bem como o registro de extensos paleocanais (ACRE, 2010).

A região que abrange toda a rede de drenagem do rio Juruá tem apresentado ao longo dos anos um vasto histórico de sismos em especial na região denominada Alto Juruá o que demonstra que a região em particular apresenta nítido controle estrutural. A ausência de estudos mais aprofundados no rio Juruá como ocorre nos rios Madeira e Purus dificulta a compreensão da geomorfologia fluvial na região.

Os paleocanais são importantes feições morfológicas que permitem o entendimento de sistemas de drenagens pretéritos e podem ajudar na compreensão de mudanças na morfologia fluvial. Na Amazônia, o uso de técnicas de sensoriamento remoto tem se mostrado eficiente na identificação e caracterização dessas feições morfológicas (ROSSETTI et al., 2008). Adicionalmente, a utilização de dados de sensoriamento remoto representa uma alternativa rápida, de baixo custo, e que permite o mapeamento de paleomorfologias fluviais em grandes áreas.

Pela dificuldade na obtenção de dados geológicos e geomorfológicos em campo, a utilização em conjunto dos diversos dados de sensoriamento remoto pode contribuir significativamente para a caracterização da dinâmica fluvial quaternária de grande parte do ambiente amazônico. Enriquecem-se assim as discussões sobre a real influência da tectônica e das variações climáticas no desenvolvimento dos sistemas fluviais da área, bem como da relação entre o desenvolvimento dos sistemas fluviais e a distribuição da flora e fauna da área. As informações obtidas também podem auxiliar no planejamento e orientação de trabalho de campo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é utilizar diferentes dados de sensoriamento remoto e técnicas de processamento digital de imagens a fim de identificar feições fluviais que auxiliem na caracterização paleogeográfica da área, em específico, a partir da identificação de paleocanais.

1.1 – Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é identificar feições fluviais que auxiliem na caracterização paleográfica do rio Juruá no estado do Acre, especificamente a partir da identificação de paleocanais e feições tectônicas utilizando diferentes dados de sensoriamento remoto e técnicas de processamento digital de imagem.

1.1.1 - Os objetivos específicos

Os objetivos específicos correspondem a: (i) extração e caracterização da rede de drenagem atual; (ii) extração e caracterização de segmentos de vegetação de interesse com base em dados de sensoriamento remoto; (iii) identificação de paleocanais e feições anômalas; (iv) identificação dos

diversos terraços produzidos ao longo do tempo e (v) identificação dos lineamentos morfoestruturais na Bacia do rio Juruá no estado do Acre.

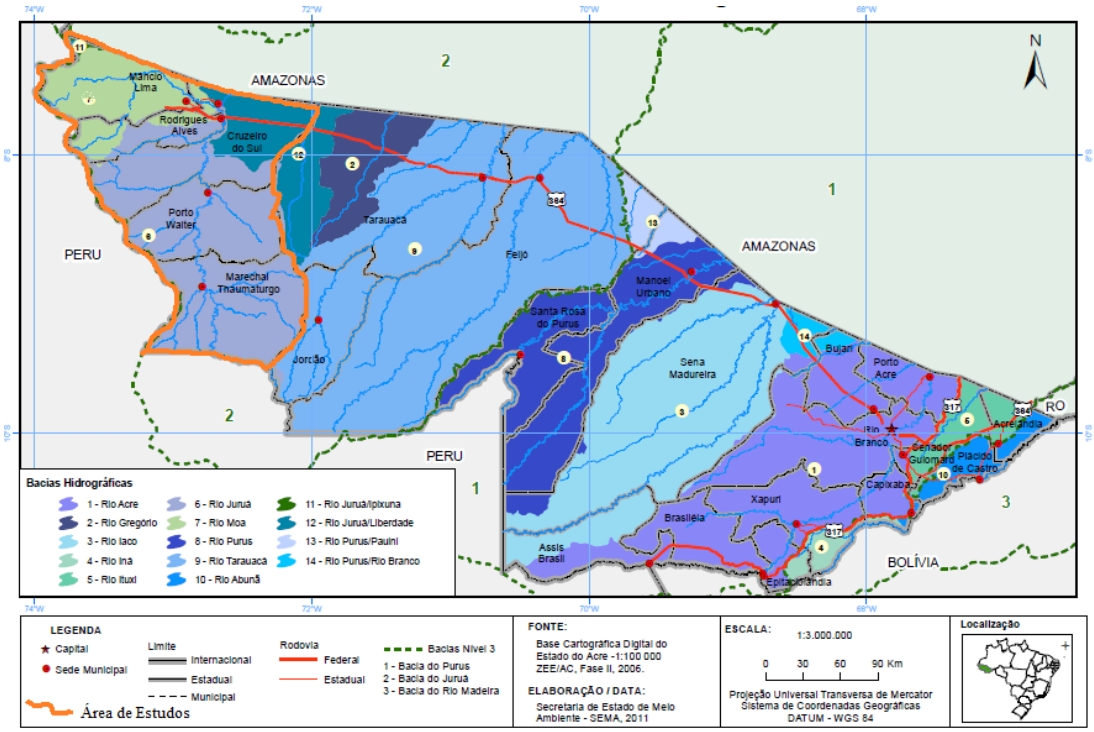
1.2 – Hipótese e Justificativa

Análises preliminares de imagem de satélite sugerem várias feições um tanto distintas das demais ao longo do seu curso meandrante, em especial na área considerada do Alto Juruá. Algumas das feições remetem à hipótese de que haviam tributários ligados a bacia do rio Juruá sugerindo que sua nascente tinha uma direção distinta da atual, além de feições que mostram que o curso do rio sofreu mudanças bruscas no passado.

2 - ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO FISIOGRÁFICO

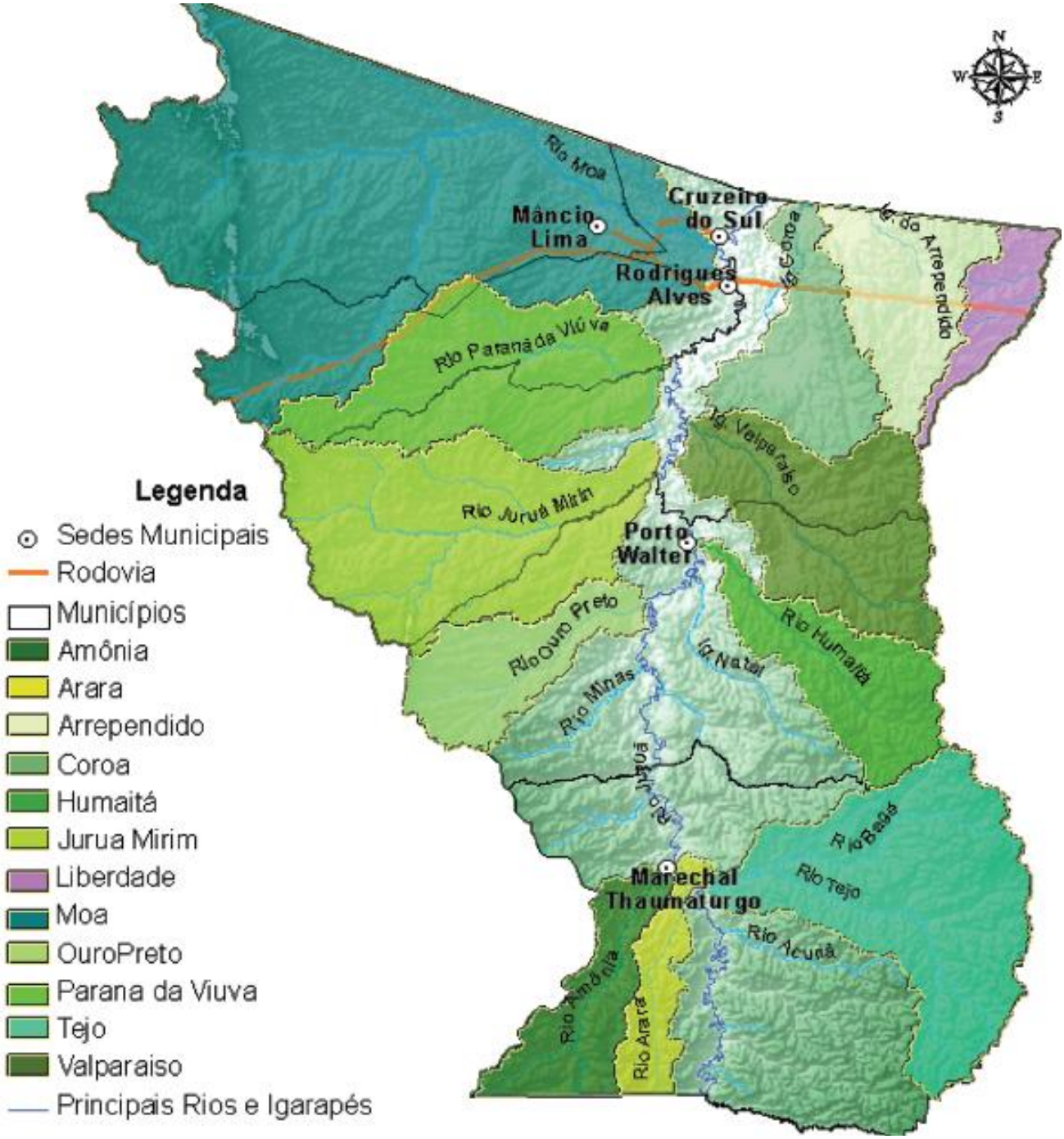
A área de estudo está inserida em território nacional, na regional denominada Alto Juruá, mais especificamente do limite territorial entre Brasil no estado do Acre e Peru até a confluência com o rio Ipixuna no Estado do Amazonas, próximo ao município de Cruzeiro do Sul, no Acre (Figuras 01 e 02). Este rio tem sua nascente na serra das Mercês (Serra da Contamana) no Peru, a 453 metros de altitude. Sua extensão total é de 3283 km, e percorre todo o noroeste do Estado do Acre desaguando no rio Solimões no Estado do Amazonas, no sentido sudoeste-nordeste. É considerado um dos rios mais sinuosos do mundo (ACRE, 2012).

Figura 01 - Localização da área de estudos- Alto Juruá, AC/AM



Fonte: adaptado de Acre, 2011.

Figura 02 - Principais sub-bacias do rio Juruá inseridas no Alto Juruá.



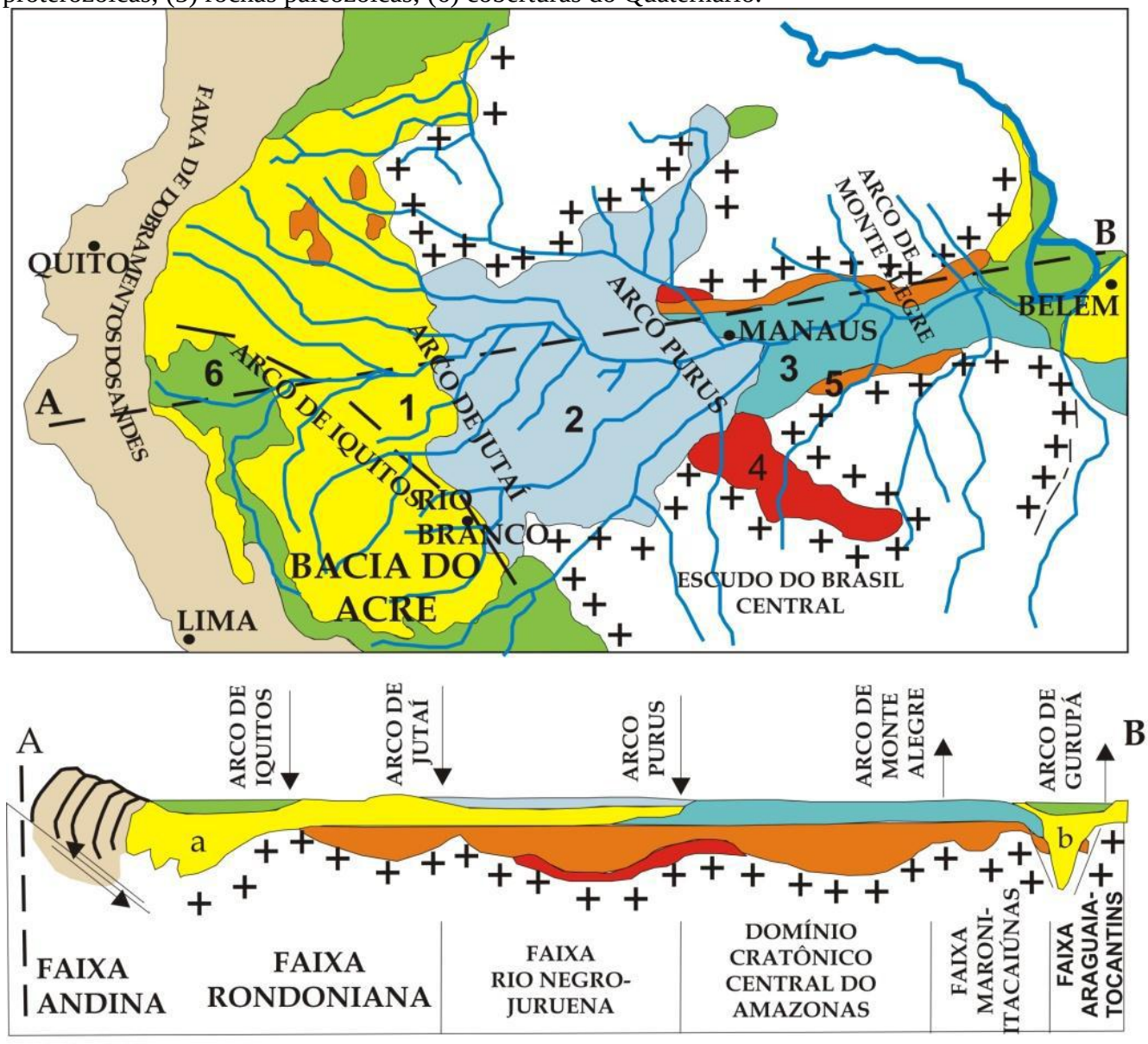
Fonte: Base de dados do ZEE (ACRE, 2006).

Esta bacia insere-se no vasto triângulo formado entre o Rio Madeira, Rio Japurá e a borda oriental dos Andes, constituindo uma unidade morfológica de grande extensão da região do Alto Amazonas. Do ponto de vista geológico, é representada, em grande parte, pela Formação Solimões, constituída por sedimentos siltosos e argilosos, referentes a depósitos fluvio-lacustres do Plio-Pleistoceno (ACRE,2000). No alto Juruá encontram-se as elevações mais orientais da Cordilheira Andina, constituindo a Serra do Divisor.

2.1 – Contexto Geológico

A unidade geotectônica mais importante no Estado do Acre é a Bacia do Acre, delimitada pelo Arco de Iquitos e pela faixa Andina (CAVALCANTE, 2006) (Figuras 03 e 04).

Figura 03 - Localização da Bacia do Acre no contexto geotectônico amazônico. (1) a) Formação Solimões, b ‑ sedimentos terciários; (2) Formação Içá; (3) Formação Alter do Chão; (4) coberturas proterozóicas; (5) rochas paleozóicas; (6) coberturas do Quaternário.

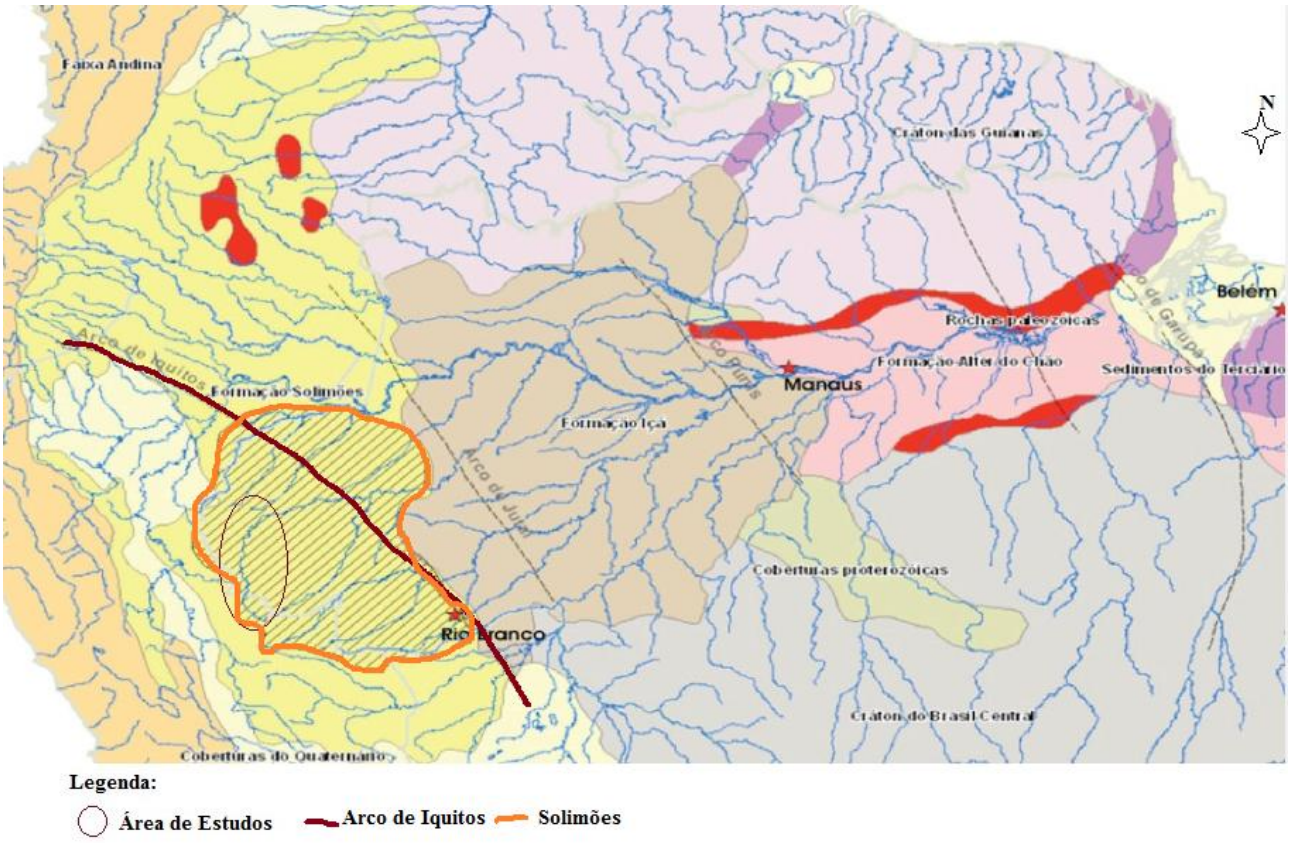


Fonte: Adaptado de Bezerra (2003) apresentado por ACRE (2006).

De acordo com Acre (2006, apud KRONG et al.,1988), a Bacia do Acre é um retroarco que limita a faixa móvel andina, compreendendo unidades cenozoicas na porção mais a oeste com remanescentes mesozoicos e pré-cambrianos. A mesma teve em sua história geológica uma

deposição pericratônica[1] e marginal aberta no Paleozoico, o que resultou em sedimentos continentais intercalados a sedimentos marinhos.

Figura 04 - Localização da Bacia do Acre (hachuras) no contexto geológico da Amazônia.



Fonte: ACRE 2010.

Cavalcante (2006) ressalta que, em seguida ao soerguimento da Cordilheira dos Andes, o Arco de Iquitos é rebaixado e a Bacia do Acre passa a ser intracontinental, com fontes de sedimentos vindas do oeste, o que provoca uma inversão no fluxo das drenagens principais, que se mantém até a atualidade (fluxo dos rios Solimões, Juruá e Purus de oeste para leste), sendo neste momento o início da deposição de sedimentos para a consolidação da Formação Solimões.

De acordo com Cavalcante (2006), a Formação Solimões aflora por grande extensão na Bacia do Acre, recoberta por sedimentos holocenos, principalmente nas margens de rios, com predomínio de siltitos e argilitos, como principal componente aflorante, e em sua divisa a oeste com a Serra do Divisor, com arenitos do Cretáceo. Análises feitas entre os municípios de Cruzeiro do Sul e Marechal Thaumaturgo identificaram duas associações de fácies, sendo que uma delas considerada fluvial meandrante e a outra planície de inundação.

[1] As bacias pericratônicas ou bacias da margem continental desenvolvem-se em áreas alongadas de margens cratônicas e sofreram subsidências mais ou menos acentuadas. Essas bacias situam-se, comumente, em parte sobre a crosta continental, de natureza granítica e em parte sobre a crosta oceânica de composição basáltica (SUGUIO, 1999).

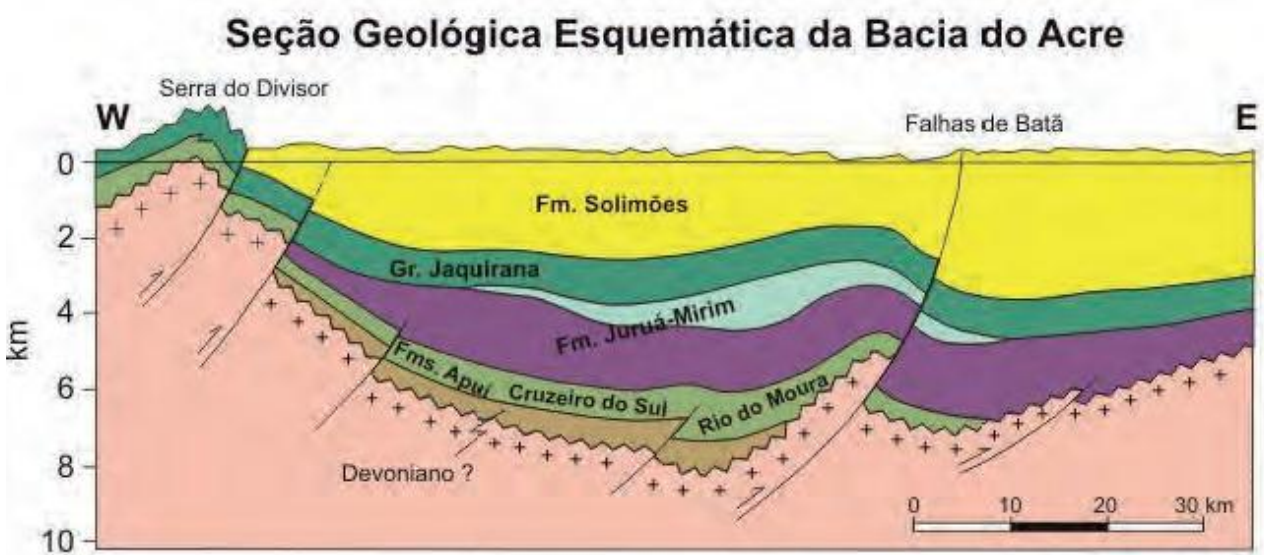
A associação de fácies meandrante, dominada por fluxo trativo, é representada por camadas de várias espessuras, caracterizando áreas de acomodação de diferentes profundidades, apresentando estágios pontuais de erosão (ACRE, 2006).

A associação de planície de inundação é composta por fácies pelítica[2] maciça, rica ou não em matéria orgânica e fácies pelítica, com algumas camadas de arenito que se alternam formando laminações plano-paralelas e laminação cruzada cavalgante, sendo que estudos realizados nesta última mostram, que devido a uma diferenciação de energia no sistema deposicional, é possível notar que houve deposição por suspensão seguida por períodos com um grande influxo de sedimentos rapidamente depositados (ACRE, 2006).

Foi identificada, em subsuperfície, uma sequência sedimentar representativa de intervalos significativos, que são: Carbonífero Superior/Permiano (Formações Apui, Cruzeiro do Sul e Rio do Moura) (Figura 05). Estes são delimitados por expressivas descontinuidades (FEIJO; SOUZA, 1994). Considera-se que estes são depósitos estratégicos do ponto de vista de concentração de óleo e gás, segundo o contexto geológico/geotectônico associado a eles.

De acordo com Hoorn et al.(2010), análises preliminares apoiam a proposta de que as áreas do setor Sul-Ocidental da Amazônia, no Acre, e em condição única para o território brasileiro, estiveram envolvidas e testemunharam os grandes eventos tectônicos que formaram os Andes, relacionados aos episódios extensionais da Orogenia. Através do soerguimento dos Andes, novos ambientes foram criados, favorecendo o surgimento de novas formas de flora e fauna, proporcionando o maior pico de diversidade, antes mesmo do término do período.

Figura 05 - Formação Solimões (Mioceno até Pleistoceno) ocupando grande parte do Estado do Acre com sedimentos que variam de 800 a 2 mil metros de profundidade.



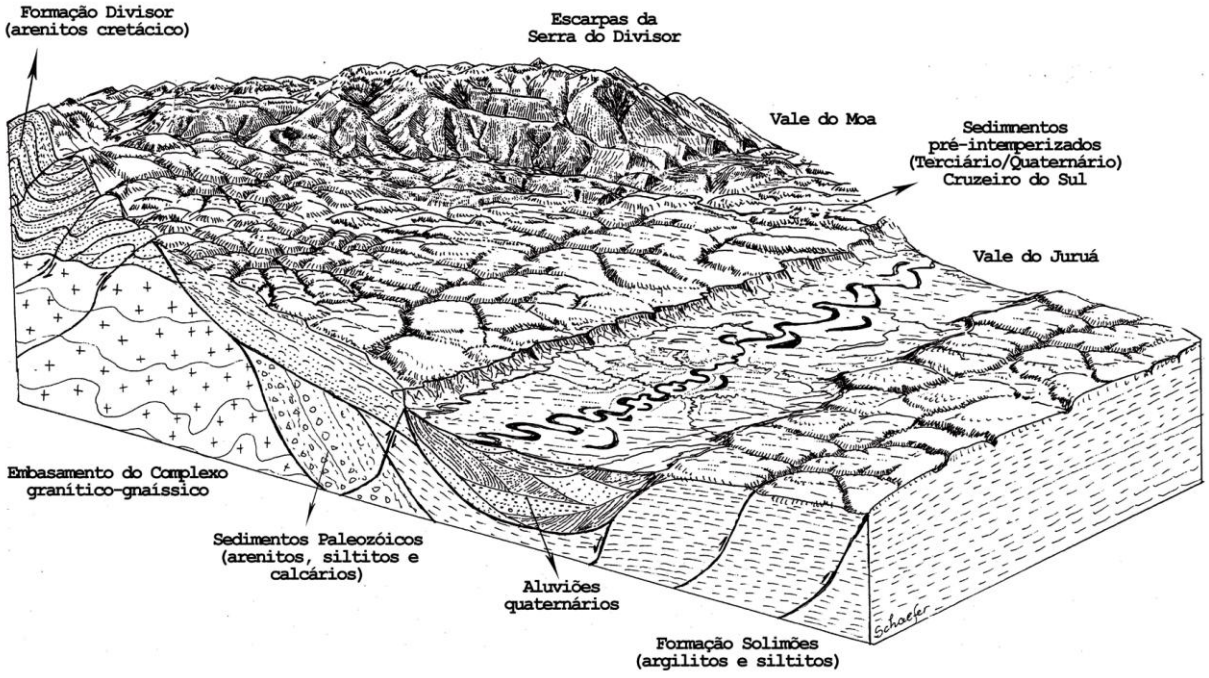
Fonte: adaptado de ACRE 2006

[2] Estas fácies são constituídas por material lamítico com percentuais variávies de silte e argila, bem como eventualmente de areia (ETCHEBEHERE, et.al.,2003).

A sedimentação inicial se deu por rifteamento intracontinental e posteriormente com possíveis incursões marinhas. Estudos com radiocarbono mostram que a parte superior da Formação Solimões (50-250m) se acumulou nos últimos 50 mil anos (Neopleistoceno). Estudos realizados através de amostragens em perfurações e em superfície indicam transições lacustres e fluviais ao longo do Quaternário tardio que supõem episódios de mudanças hidrológicas e geodinâmicas combinadas com subsidências e soerguimentos (ACRE 2006, apud KRONBERG et al.,1998; SALO, 1987). Posteriormente ao soerguimento dos Andes (Plioceno), a deposição se torna em ambiente intracontinental, com lagos e megaleques aluviais.

No Plioceno e Pleistoceno, instala-se o regime compressivo, e os blocos tectônicos são alçados, gradativamente, à posição que atualmente ocupam como mostra a Figura 06. A drenagem atual está instalada sobre uma planície quaternária muito mais ampla e extensa, formada em condições climáticas e geomorfológicas distintas das atuais. A dissecação deixa relevos tabulares suavizados na depressão do Juruá, que se tornam mais acentuados na direção da Serra do Divisor. Sedimentos pre-intemperizados (Formação Cruzeiro do Sul), que ocorrem ao sopé da serra, estão relacionados a eventos erosivos marcantes no Pleistoceno, sob condições semiáridas, a semelhança do Grupo Barreiras (Figura 06).

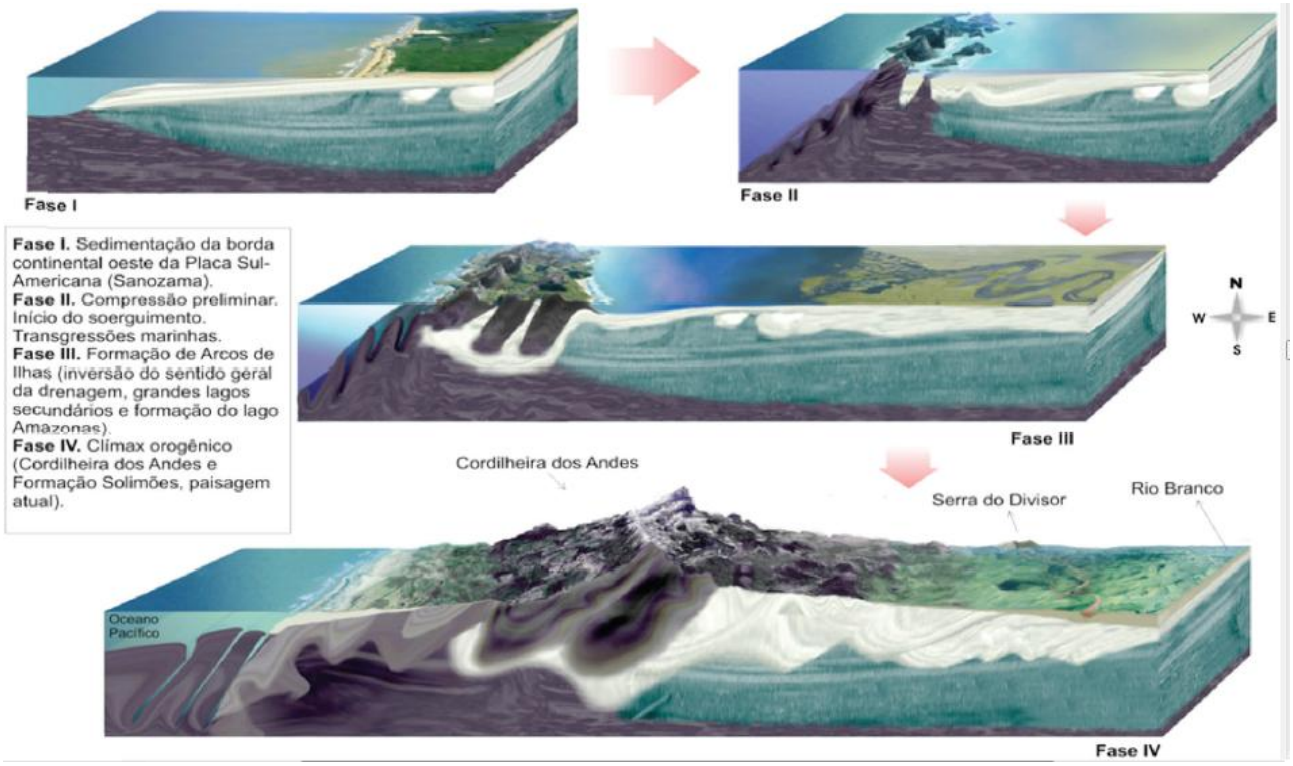
Figura 06 - Bloco diagrama da borda tectônica reativada da Serra do Divisor ilustrando as escarpas de falhas que limitam o conjunto montanhoso, as bacias do Moa e o corte da Bacia do Juruá, instaladas em área rebaixada sob controle neotectônico.



Fonte: (Ilustração: Carlos Ernesto G. R. Schaefer) adaptado de ACRE, 2010.

Através do soerguimento Andino que se iniciou no final do Neocretáceo e atingiu seu clímax no Neomioceno, modelando o aspecto geográfico, ocorreram mudanças drásticas nos padrões hidrológicos, provocando a formação de um grande lago sobre a Amazônia Ocidental e a inversão do sistema de drenagem o que é comprovado pelos planos frontais de estratificação cruzada da Formação Solimões, que mergulham para nordeste (AMARAL, 2007) no sentido contrário ao fluxo hídrico atual, além de provocar levantamentos, dobramentos e falhamentos. Para Frailey et al. (1988), na Amazônia Ocidental, houve influência de um controle tectônico intermitente, que condicionou mudanças significativas no grau de intemperização dos sedimentos na bacia do Acre. Assim, a atividade tectônica inundou a bacia com sedimentos e cobriu-os antes do processo de intensa intemperização. A hipótese do Lago Amazonas (FRAILEY et al.,1988), reforça a teoria segundo a qual as condições geológicas, pedológicas e biológicas só podem ser melhor compreendidas a partir de um modelo de evolução da paisagem como mostra a Figura 07. Como está exemplificada na figura 12, as feições de paisagem são indicadas pelas fases em sequência. A Fase 4 mostra o Oceano Pacífico, no extremo oeste, a Cordilheira dos Andes, ao centro e a paisagem que predomina no sudeste acreano. No extremo leste, pode-se observar os primeiros dobramentos, que correspondem a Serra do Divisor, no Estado do Acre.

Figura 07 - Evolução da paisagem da região da bacia do Acre.



Fonte: ACRE 2010.

A região era constituída por ambiente de sedimentação em águas rasas, na borda do grande sistema lacustre, onde a atividade biológica foi intensa, levando a formações geológicas com elevadas concentrações de carbonatos (AMARAL, 2007).

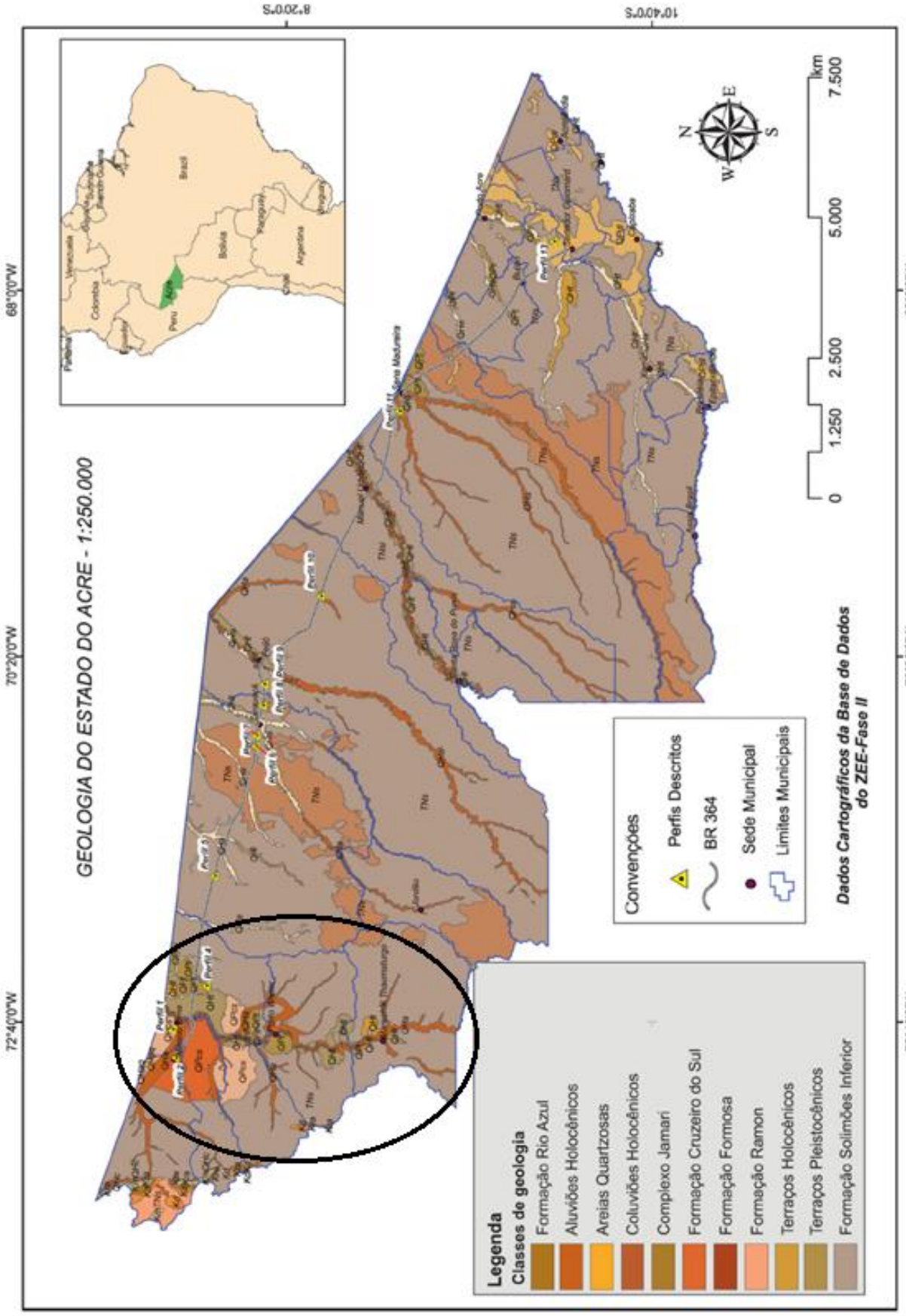
De acordo com o mapa geológico fornecido pela SEMA[3],(Figura 08) observa-se que ao longo do curso da drenagem do Juruá, há a presença de sedimentação ocorrida em distintos períodos, marcando nitidamente as várias transformações ocorridas na configuração da drenagem. A Formação Cruzeiro do Sul (QPcs), com maior destaque entre o rios Moa e o rio Paraná dos Moura, nos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima e Rodrigues Alves, datada do Pleistoceno, basicamente constitui uma sucessão sedimentar com características de terraços originados através de depósito fluvial, fluvio-lacustre e aluvial, constituídos por arenitos finos a médios, friáveis, maciços e argilosos, com intercalações de argilitos (ACRE, 2006).

Em áreas dos municípios de Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e na divisa com o estado do Amazonas há a presença de Terraços Pleistocênos (QPt), que são depósitos de terraços fluviais antigos e rampas-terraços, constituídos por argila, siltes e areias, às vezes maciços de cores avermelhadas (ACRE, 2006)

Por todos os municípios do Alto Juruá, desde Marechal Thaumaturgo até Cruzeiro do Sul, há a presença marcante de Terraços Holocênos (QHt), que se constituem em construções sedimentares aluviais, cujos constituintes mostram características típicas de planície fluvial de uma fase anterior a atual (ACRE, 2006), ou seja, de um antigo curso da drenagem do Juruá, delineando bem o antigo curso mais meandrante que o atual. Esses terraços são constituídos por cascalhos lenticulares de fundo de canal, areias quartzosas inconsolidadas de barra em pontal, e siltes e argila de transbordamento (ACRE, 2006).

[3] Secretaria de Estado de Meio Ambiente - ACRE

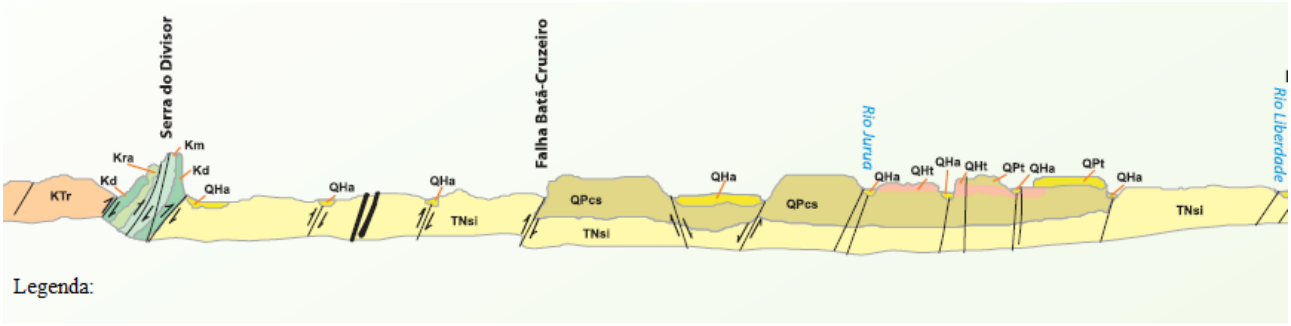
Figura 08 – Geologia do Alto Juruá.



Fonte: adaptado de ACRE 2006.

Por toda a drenagem atual e paleodrenagem (próxima a Porto Walter), encontram-se Aluviões Holocênos (QHa), caracterizados por depósitos grossos a conglomeráticos, apresentando residuais de canal, arenosos, relativos a barra em pontal, e pelíticos, relacionados a transbordamentos (ACRE, 2006), (Figura 09).

Figura 09 - Seção Geológica Esquemática.



Legenda:

Ktr - Formação Ramon
Kd - Grupo Acre Formação Divisor
Kra - Gupo Acre Formação Rio Azul
Qha - Aluviões Holocênicos
TNsi - Formação Solimões Inferior
QPcs - Formação Cruzeiro do Sul
QHt - Terraços Holocênicos
QPt - Terraços Pleistocênicos
Km - Grupo Acre - Formação Moa

Fonte: adaptado de ACRE, 2006.

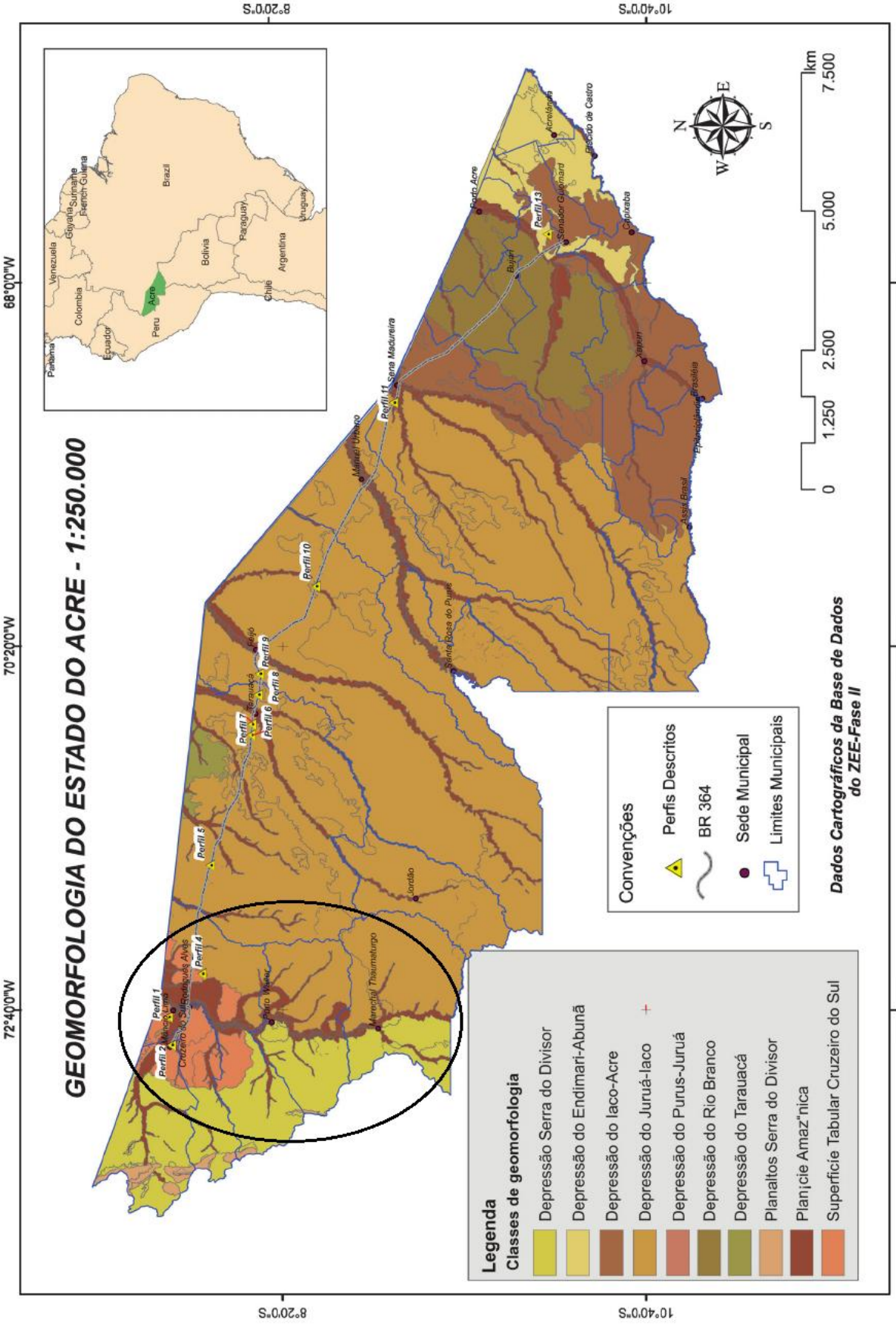
2.2 – Contexto Geomorfológico

Para o conhecimento pleno do que são e o que representam, as formas de relevo, identificadas em diferentes escalas espaciais e temporais, é necessário a compreensão de como surgem e evoluem (GUERRA, 1994). O principal critério utilizado para um estudo geomorfológico na análise da distribuição do relevo é a altimetria[4], o que não é muito favorável para estudos no Acre, pois sua variação altimétrica não é expressiva, sendo necessário buscar uma diferenciação em termos morfogenéticos[5] e texturais analisando imagens de satélites e radar (ACRE, 2010).

Estudos realizados no Acre mostram a existência de nove unidades geomorfológicas no Estado: a Planície Amazônica, a Depressão do Endimari-Abuna, a Depressão do Iaco-Acre, a Depressão de Rio Branco, a Depressão do Juruá-Iaco, a Depressão do Tarauaca-Itaquai, a Depressão Marginal á Serra do Divisor, a Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul e os Planaltos Residuais da Serra do Divisor (ACRE, 2010) (Figuras 10 e 11)

[4] Medição da altura de diversos pontos de um terreno a partir de um nível de base.
[5] O entendimento sobre como cada forma de relevo foi gerada.

Figura 10: Mapa Geomorfológico do estado do Acre.



Fonte: adaptado de Acre (2010)

Figura 11 - Mapa Geomorfológico do Alto Juruá.

Fonte: adaptado de ACRE (2010).

De acordo com Acre (2010), a região do Alto Juruá mostra-se dividida por seis das nove unidades geomorfológicas existentes no Acre: Planície Amazônica, Depressão do Laco-Acre, Depressão do Juruá-Laco, Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul, Planaltos Residuais da Serra do Divisor e Depressão Marginal à Serra do Divisor, (Figura 10).

2.2.1 – Planície Amazônica

É constituída de unidades geomorfológicas com altitudes variando entre 110m e 270m, situando-se nos vales ao longo dos principais rios. Caracterizada como uma planície aluvial tem sua formação por colmatagem[6] de sedimentos em suspensão e construção de planícies e terraços orientada por ajustes tectônicos e acelerada por evolução de meandros (ACRE, 2010). Destacam-se como padrões de drenagem o meândrico e o anastomosado, indicando ajuste hidrodinâmico em áreas rebaixadas (ACRE, 2010).

A planície Amazônica é constituída por vários níveis de terraços e várzeas recentes; possui diques e paleodrenagens, lagos de meandro e barramento, bacias de decantação, furos, canais anastomosados e trechos de talvegues retilinizados por fatores estruturais. O contato dessa unidade geomorfológica com as demais é geralmente gradual, mas com destaques nítidos nos contatos das planícies com as formas de dissecação mais intensas das unidades vizinhas (ACRE, 2010), diferente do que acontece nos contatos com terraços mais antigos, onde não há tanto destaque, apresentando-se um pouco mais disfarçados.

A área em questão é composta por argilas, siltes e areias muito finas a grossas, estratificadas, localmente intercaladas por concreções ferruginosas e concentrações orgânicas, resultando em Neossolos flúvicos, Luvissolos hipocrômicos, Gleissolos melânicos, Argissolos vermelho-amarelo e amarelo e Plintossolos hápicos (ACRE 2010).

De acordo com Acre (2010), a planície aluvial em questão é constituída por quatro categorias diferentes que são:

- Terraços fluviais: São acumulações sedimentares de forma plana, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhadas pela erosão devido à variação do nível de base. Ocorrem nos vales contendo aluviões finos a grossos, pleistocenos e holocenos.
- Planícies e terraços fluviais: São áreas planas resultantes de diferentes acumulações fluviais, periódica ou permanentemente inundadas, comportando meandros abandonados e diques fluviais

[6] É o processo de acumulação de sedimentos ou de preenchimento de áreas, realizados por agentes naturais ou pela ação antrópica (ROSSETTI et al., 2008).

com diferentes orientações, ligadas com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial contento material fino a grosso, pleistoceno e holoceno.

- Planície fluvial: Áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeitas a inundações periódicas, incluindo as várzeas atuais, podendo conter lagos de meandros, furos e diques aluviais paralelos ao leito atual do rio. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial.

- Planície e terraços fluvial/lacustre: Podendo comportar canais anastomosados ou diques marginais, com ou sem ruptura de declive em relação à bacia do lago e às planícies flúvio-lacustres situadas em nível inferior. Ocorrem em setores sob o efeito de processos de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos ou não a inundações periódicas, com barramentos formando lagos e lagunas, e nos vales contendo bacias lacustres.

O rio Juruá é composto por uma rede de afluentes o que leva a ter maior expressão na deposição de sedimentos. O curso desse rio é caracterizado por meandros, muitos dos quais abandonados, em forma de lagos, que se apresentam desde parciais a totalmente colmatados. A faixa de terrenos holocenos engloba duas formas de relevo: áreas individualizadas com terraços e áreas mapeadas conjuntamente como terraços e planícies fluviais (ACRE, 2010).

2.2.2 – Depressão do Laco-Acre

A Depressão Laco-Acre é uma unidade geomorfológica com altitude variando entre 160 e 350m, caracterizada por um padrão de drenagem dendrítico[7]. Sua formação se deu através de um possível truncamento pela pediplanação pós-neógeno, podendo ter sofrido tectônica de soerguimento relacionada à reativação do Arco de Iquitos e posteriormente dissecada pela drenagem atual (ACRE, 2010).

Destaca-se na área em questão, uma superfície extremamente dissecada, apresentando declives expressivos. Nas áreas com topos expressivos e declives acentuados e as com topos convexos e declives medianos refletem a presença de fáceis arenosa da Formação Solimões (ACRE, 2010).

2.2.3 – Depressão do Juruá- Laco

A Depressão do Juruá-laco apresenta altitude que varia entre 150 a 440m. É uma área nivelada por pediplanação pós-neógeno possivelmente, afetada por neotectônica tardia (ACRE,

[7] Em formato ramificado, como galhos de uma árvore.

2010). Caracteriza-se por uma superfície dissecada com elevada densidade de drenagem de primeira ordem e padrão dendrítico. Apresenta relevos de topos convexos, por vezes aguçados, com declives variando de médios a fortes. De contatos com outras unidades geralmente graduais e por diferenças altimétricas, porém sem gerar linhas de ruptura marcante com as depressões do Purus-Juruá e do Laco-Acre (ACRE, 2010).

2.2.4 - Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul

Essa unidade geomorfológica apresenta-se com uma altitude média entre 150 e 270m, de padrão dendrítico a subparalelo[8]. A Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul constitui um horst[9] associado à Falha Batã podendo ter sido afetada por pediplanação pós-neógeno. Caracteriza-se pela presença predominante de relevos tabulares com declives suaves, com exceção de alguns trechos com declives mais acentuados como a borda oeste (ACRE, 2010). O contato desta unidade com a depressão ocorre com diferença de declive, marcada por relevo mais dissecado. Em áreas de contato com o rio Juruá apresenta diferença de 40 m, sendo gradacional no contato com as demais áreas (ACRE, 2010).

Dentro dessa unidade geomorfológica ocorrem os planos embaciados de inundação, que se caracterizam por serem áreas abaciadas definidas por planos convergentes, de material arenoso e/ou argiloso, sujeitas á inundação, podendo apresentar arreísmo[10] ou impedimento de drenagem (ACRE, 2010).

2.2.5 – Planaltos Residuais da Serra do Divisor

Com altitudes que variam entre 270 e 750m, esta unidade geomorfológica apresenta padrão dendrítico e paralelo[11], com serras de estruturas anticlinais assimétricas, com escarpas voltadas para leste e reverso para oeste, extremamente dissecadas pela drenagem atual. Suas formas de dissecação são a aguçada, a tabular, a convexa e a encosta íngreme de erosão[12] (ACRE, 2010).

[8] Associado a estruturas tectônicas.
[9] Proeminência que se deve a elevação da superfície, em função da existência de um sistema de falhas escalonadas e paralelas entre si, onde o bloco central adquire altimetria diferenciada dos blocos em seu entorno (ROSSATO. et al., 2008)
[10] Ausência de curso fluvial permanente (ACRE, 2010)
[11] Padrão de forte controle estrutural (ACRE, 2010).
[12] Feição de relevo com declives muito acentuados que ocorre em encostas ravinadas, ligando dois planos altimétricos distintos, podendo exibir trechos de paredão desnudo em sua parte superior (ACRE, 2010).

2.2.6 – Depressão Marginal a Serra do Divisor.

Com altitudes que variam entre 230 e 300m esta unidade geomorfológica apresenta padrão de drenagem dendrítico. Constitui um gráben[13] associado à Falha Batã, com prováveis rearranjos pela pediplanação pós-neógeno. A área caracterizada por relevo dissecado de topos convexos comportando declives suaves foi dissecada pela drenagem atual. O contato dessa unidade com a Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul se dá em aclive e em escarpas com os Planaltos Residuais da Serra do Divisor, além de apresentar um contato gradual com as depressões vizinhas (ACRE, 2010).

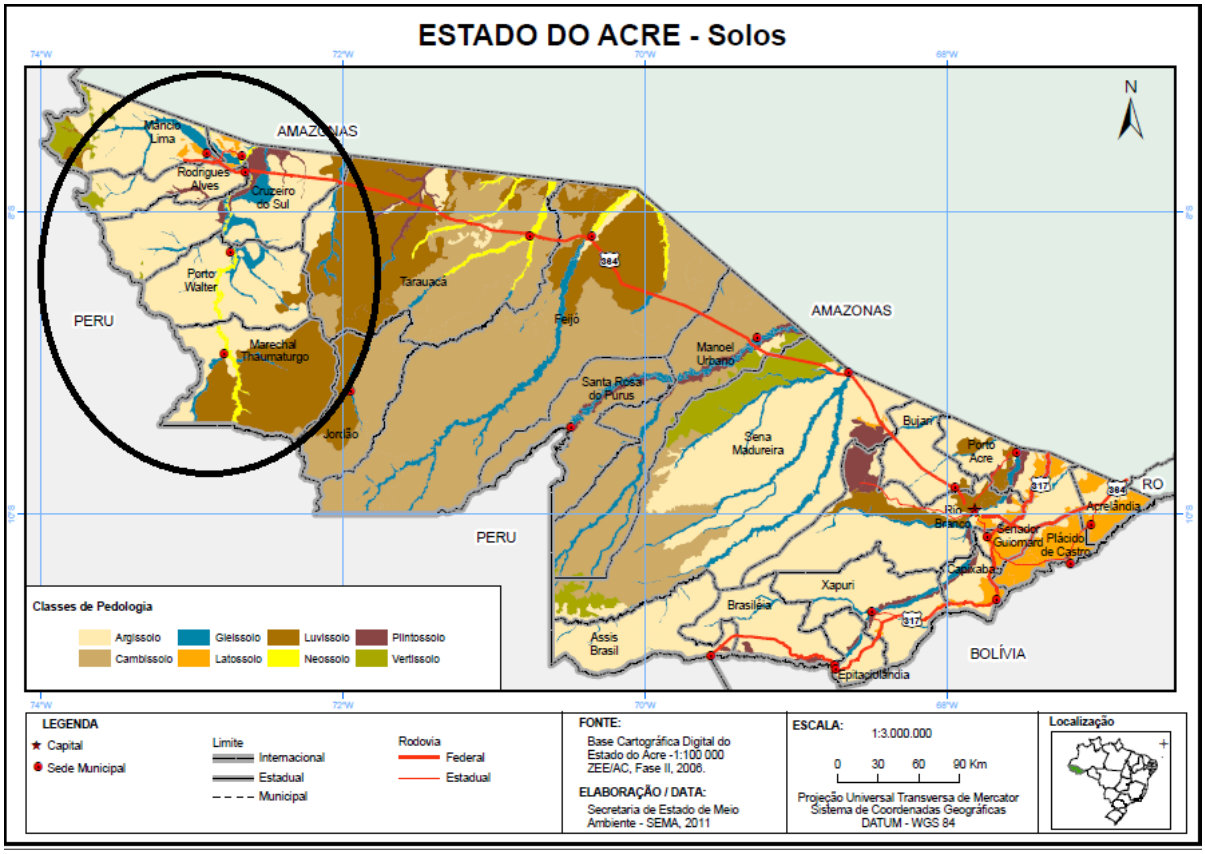
2.3 – Solos

A Formação Solimões é a mais presente no Acre, ocupando uma área de mais de 80% de todo o estado. De idade cenozoica, ocupa quase todos os interflúvios, exceção apenas à região da Serra do Divisor e Serra Moa onde predominam rochas mais antigas (ACRE, 2010). Esta formação apresenta várias litologias, na sua maior parte argilitos com concreções carbonáticas e gipsítas, ocasionalmente com material carbonizado, concentrações esparsas de pirita e grande quantidade de fósseis de vertebrados e invertebrados (AMARAL, 2006). Subordinadamente ocorrem siltitos, calcários silticos-argilosos, arenitos ferruginosos, conglomerados plomíticos e áreas com predominância de sedimentos arenosos. Esta grande variedade litológica, combinada com a ação do clima, condiciona, por sua vez, uma grande diversidade de solos e relevo associados (ACRE, 2010).

Os principais solos da área de estudos, em ordem decrescente de expressão territorial, são: Argissolos, Luvissolos, Gleissolos, Latossolos, Vertissolos, Plintossolos e Neossolos (Figura 12).

[13] Gráben é uma região depressiva alongada originada por uma série de falhamentos paralelos entre si que produzem um sistema de blocos escalonados com um bloco central deprimido (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura12- Solos do estado do Acre



Fonte: adaptado de ACRE, 2011.

A área de estudo em questão apresenta uma grande diversidade de solos, desde mais jovens (Vertissolos) até mais intemperizados (Latossolos). Como ordem de solo predominante na regional, são encontrados os Argissolos, com 65%, seguidos pelos Luvissolos, com 19%. Os Gleissolos e Neossolos Flúvicos também se destacam na região, principalmente nos municípios de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima, com suas extensas áreas de várzeas e o grande domínio de Luvissolos, em Marechal Thaumaturgo (AMARAL, 2006), são encontradas também pequenas manchas de Latossolos. A área de estudo em questão apresenta uma grande diversidade de solos, desde mais jovens (Vertissolos) até mais intemperizados (Latossolos). Como ordem de solo predominante na regional, são encontrados os Argissolos, com 65%, seguidos pelos Luvissolos, com 19%. Os Gleissolos e Neossolos Flúvicos também se destacam na região, principalmente nos municípios de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima, com suas extensas áreas de várzeas e o grande domínio de Luvissolos, em Marechal Thaumaturgo (AMARAL, 2006), são encontradas também pequenas manchas de Latossolos.

Quadro 01. Descrição das Unidades Pedológicas do Alto Juruá, com base no Mapa de Pedologia do ZEE Fase II.

Ordem	Descrição sumária
Argissolos	Possuem como característica marcante o horizonte B textural (incremento significativo de argila do horizonte A para o horizonte B) e baixa atividade da argila, muitos deles com alta saturação por alumínio. Em muitos casos, são solos que apresentam drenagem moderada e baixa ou media fertilidade natural, em razão do predomínio de minerais de argila de baixa atividade. Por estarem muitas vezes associados as condições de relevo mais movimentado, são também bastante suscetíveis a erosão.
Plintossolos	Solos sujeitos ao excesso de água (encharcamento) temporário, em alternância com período seco. Apresenta a matriz com cores cinza e pontuações vermelhas (horizonte plíntico) iniciando em profundidades menores que 40 cm a partir da superfície do solo.
Gleissolos	Sao permanentemente ou periodicamente saturados por agua. Caracterizam-se pela forte gleização (cores acinzentadas), em decorrência do regime de umidade que favorece as condições redutoras do solo. Geralmente apresentam argilas de alta atividade e elevados teores de alumínio trocável. Não apresentam grandes problemas de fertilidade.
Neossolos	Os Neossolos Flúvicos são solos resultantes de depósitos recentes de origem fluvial ou lacustre. Dada sua formação, apresentam uma sucessão de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si. Geralmente, ocorrem nas margens de rios e grande igarapés, sendo que sua fertilidade esta diretamente relacionada com a qualidade do sedimento depositado. Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS possuem mais de 90% de areia em todo o perfil e tem baixa fertilidade.
Latossolos	Em geral estãolocalizados em ambientes de relevo plano a suave ondulado. São os solos mais velhos da paisagem, apresentando uniformidade de cor, textura (proporção de areia, silte e argila) e, em geral distróficos (pobres quimicamente), profundos e bem drenados. Possuem acidez elevada e baixos teores de cálcio, magnésio e potássio.
Luvissolos	Apresentam argila de alta atividade, caráter eutrófico ($V_{26} \geq 50\%$), além da presença de horizonte B textural. Estão, normalmente, associados a relevo mais movimentado e a solos pouco profundos, conferindo-lhes relativo grau de suscetibilidade a erosão, o que, aliado ao fato de apresentarem drenagem deficiente, restringe seu uso agrícola, apesar da elevada fertilidade natural.

Fonte: adaptado de ACRE, 2010.

Os solos do Acre apresentam características próprias principalmente por serem de uma região de acúmulo de sedimentos provenientes da Cordilheira dos Andes, o que resulta na diversidade desses solos e características vérticas[14] e de eutrofismo[15] pouco comuns para a Amazônia (AMARAL, 2006).

De acordo com Acre (2010), o fator climático, caracterizado por temperaturas elevadas e intensas precipitações, desenvolveu, na região solos sob ação de intenso intemperismo e lixiviação, em associação com o tipo de geologia e o tempo, originando solos com características físicas e químicas bastante peculiares.

[14] Solos que possuem argila de atividade alta que faz com que apresentem fendas profundas na época seca, e na época das chuvas, dificultem consideravelmente a trafegabilidade das estradas (ACRE,2010).
[15] Solos ricos quimicamente (ACRE, 2010).

Na área da Serra do Divisor, a constituição extremamente arenosa dos solos e o relevo fortemente escarpado condicionam deposições coluviais e afloramentos dos sedimentos inconsolidados, ocorrendo variações de solos jovens a muito intemperizados (BARDALES, 2005).

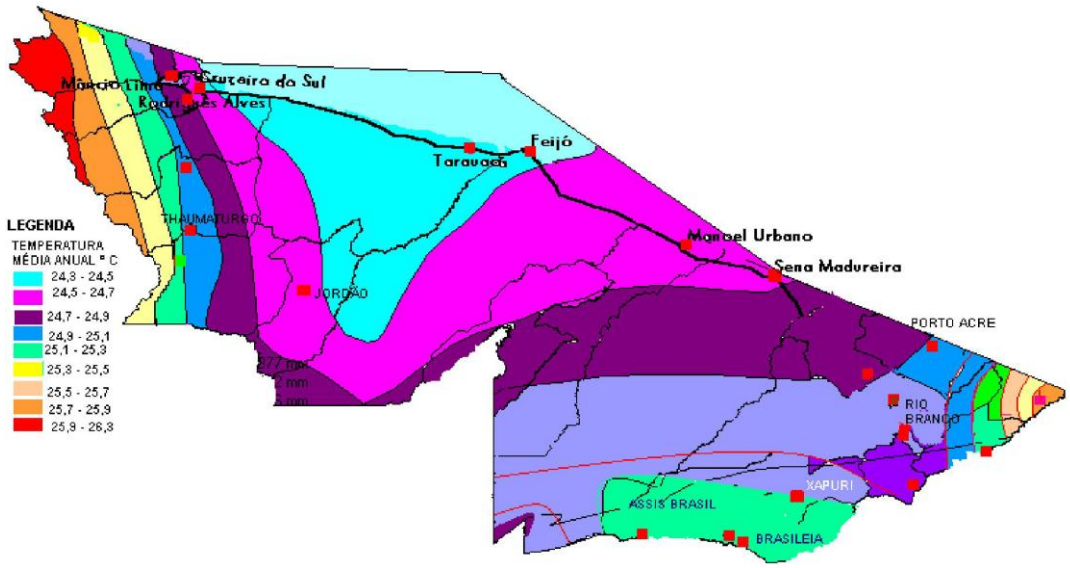
A região do rio Môa comporta uma área de relevo plano e suave ondulado, tendo como possível causa a influência do soerguimento da Serra do Divisor, condicionando um ambiente de pouca lixiviação e drenagem imperfeita, com sedimentos ricos em carbonatos e solos com caráter vértico (AMARAL, 2007).

2.4 – Clima

O clima da área de estudos é classificado como quente e úmido do tipo AM – equatorial segundo a classificação de Koppen, com temperaturas médias anuais variando entre 24,5°C e 32°C (ACRE, 2010), como mostra a Figura 13. As taxas de precipitação pluviométrica condicionam um total médio de precipitação anual de 2.057,7 +/- 165 mm. A distribuição das chuvas segue uma tendência de redução no sentido noroeste-sudeste (IBGE, 1999) (Figura 13).

No Noroeste do Acre, as condições do clima atual são localmente derivadas ou minimizadas por heranças paleoclimáticas, refletidas nos solos e em relictos de flora extrazonais (IBGE, 1999). A ocorrência de vegetação anômala em relação às condições climáticas atuais nos campos de Campinarana e nas Florestas abertas de bambu dominante (ACRE, 2010), confirma um período de condição climática mais seca, favorável a savanização. As mudanças climáticas, ao longo de milhares de anos e atualmente, possuem um papel determinante na formação da paisagem, com alterações significativas na biodiversidade (ACRE, 2010).

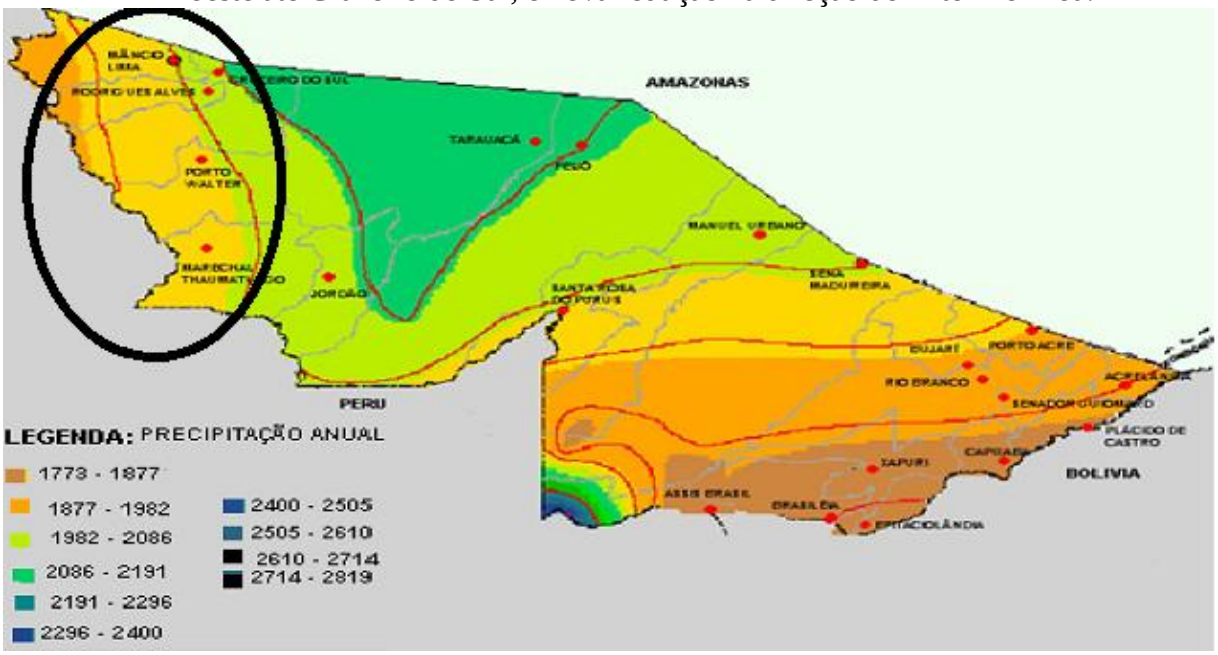
Figura 13 - Temperaturas médias anual do Estado do Acre



Fonte: ACRE, 2000.

No território do Alto Juruá, área do estudo em questão, o clima é caracterizado por altas temperaturas e elevados índices pluviométricos (Figura 14).

Figura 14 - Distribuição da precipitação no estado do Acre, em que se identifica o gradiente leste-oeste ate Cruzeiro do Sul, e nova redução na direção do Alto Rio Moa.



Fonte: adaptado de ACRE, 2006.

2.5 – Vegetação

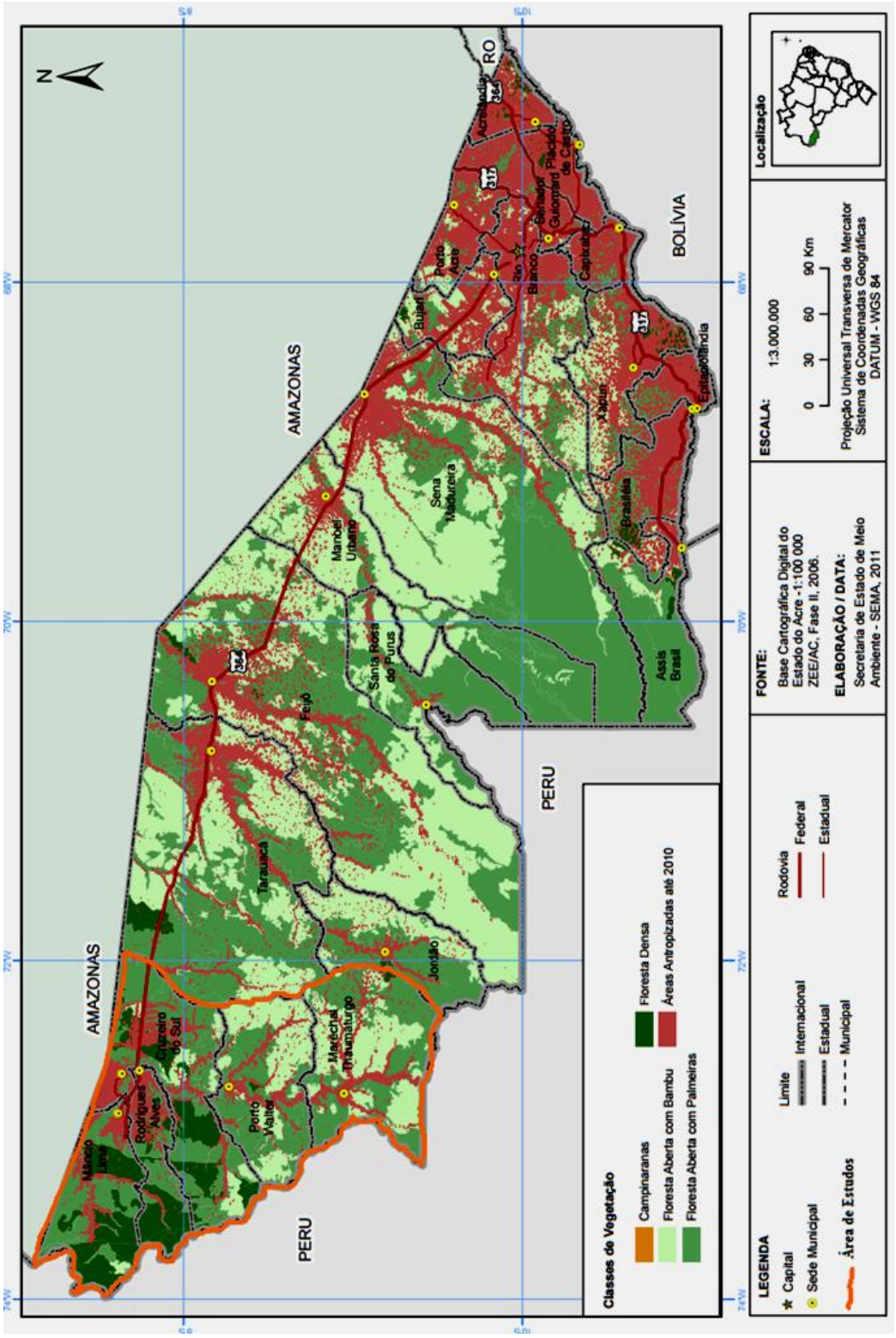
De acordo com Prance (1985), durante o Pleistoceno e início do Holoceno, as regiões tropicais foram submetidas a várias transformações no clima e consequentemente na vegetação, influenciando a evolução e a biologia da flora e fauna, o que explica tanta diversidade de formações vegetais na área de estudo.

Estudos realizados para zoneamento ecológico do Acre mostram que predominam no Estado dois Sistemas Ecológicos Regionais: a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Aberta. Dentro de tais domínios há uma grande diversidade de formações vegetais que se diferenciam principalmente pelas diferentes características dos solos e sua classificação é baseada em aspectos fisionômicos e estruturais. Em pequena extensão do Noroeste do Estado encontra-se ainda um terceiro domínio distinto dos demais definido como Campinarana (ACRE, 2010), (Figuras 15 e 16).

A Floresta Ombrófila Densa assim como a Floresta Ombrófila Aberta geralmente estão associadas às grandes feições climáticas e morfoestruturais como os Baixos Platôs, o Planalto

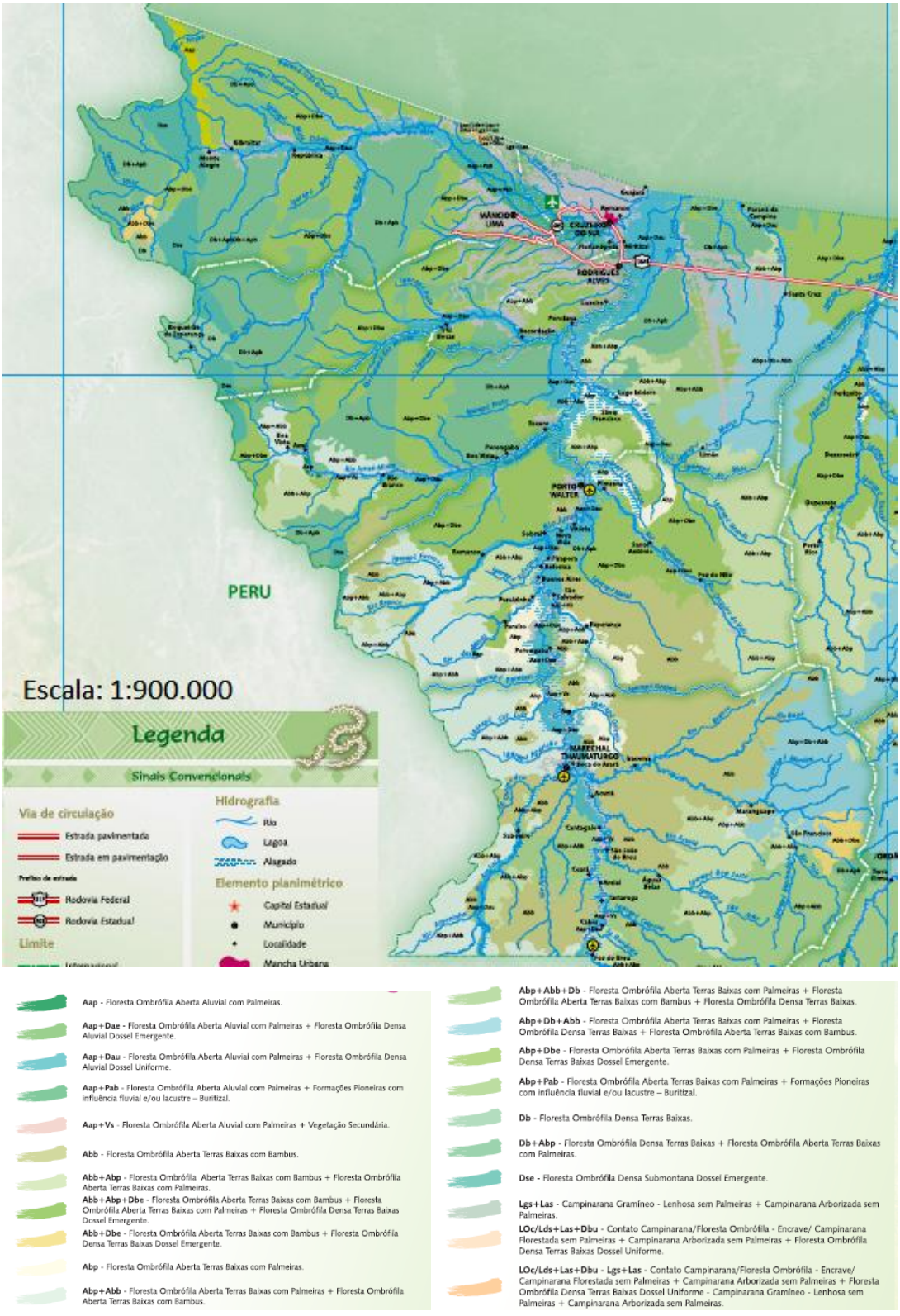
Rebaixado e a Região Aluvial (ACRE, 2010). Estão também ligadas a fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, proporcionando a grande diversidade de formações vegetais.

Figura 15 – Formação Vegetal do Estado do Acre.



Fonte: adaptado de ACRE, 2006

Figura 16 - Tipologias Florestais do Alto Juruá.



Fonte: Adaptado de ACRE (2010).

A Floresta Ombrófila Densa, subdivide-se em três formações distintas: a densa com emergentes em relevo colinoso, a densa submontana e a densa com emergentes em interflúvios

tabulares. A Floresta Ombrófila Aberta subdivide-se em formações com predomínio de palmeiras, cipós ou bambu (ACRE, 2010), (Figura 15).

De acordo com dados de Acre (2010), a Floresta Aberta é a que ocupa a maior área do Estado. Essa tipologia ocorre em quase todo o Acre, principalmente nos interflúvios tabulares, (Figura 17).

Quadro 02 - Descrição de Classes de Vegetação Ocorrentes na região do Alto Juruá.

Classes de vegetação	**Descrição sintetizada.**
Campinarana	São encontradas no extremo norte de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima. Desenvolve -se em solo arenoso e pobre. Caracteriza-se por formações não-florestais com sub-bosques de porte baixo e irregularmente aberto.
Floresta Aberta com Bambu em áreas aluviais	Predomina ao longo do rio Juruá, na região de Cruzeiro do Sul, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo. Caracteriza-se pela presença das espécies do gênero *Guadua*.
Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras	Ocorre em quase todo o Acre, principalmente nos interflúvios tabulares próximo ao rio Juruá. Apresenta uma mistura de fisionomias.
Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa	Ocorre no município de Mâncio Lima. Caracterizada por áreas de grande concentração de bambus e manchas de Floresta Densa podendo apresentar também pequenas manchas de Floresta Aberta com Palmeiras.
Floresta Aberta com Bambu Dominante	A concentração de bambus é grande, sendo que muitas espécies alcança o dossel, dominando a vegetação. Podendo haver também manchas de Floresta Aberta com menor concentração de bambu e pequenas manchas de Florestas Densa.
Floresta Aberta com Palmeiras	É, geralmente, encontrada em áreas próximas a planícies aluviais de rios com grande vazão na época das cheias. Caracteriza-se por uma floresta de dossel aberto com presença de palmeiras e cipós.
Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras	Ocorre ao longo dos principais rios e alguns afluentes, distribuída por todo o estado. Pode estar associada a manchas de Floresta Densa com árvores emergentes ou a manchas de Floresta Densa com dossel uniforme.
Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Formações Pioneiras	Mapeada apenas na região de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima. É caracterizada pela Floresta Aberta com Palmeiras em especial do gênero *Maurítia flexuosa* (buriti) nas áreas pioneiras.
Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Vegetação Secundária	Apresenta as mesmas características da Floresta Aberta com Palmeira em áreas aluviais, diferenciando apenas com relação às manchas de vegetação secundária e algumas áreas antropizadas.
Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu	É dominada pela Floresta Aberta com Palmeiras, nas quais podem ser encontradas várias espécies de palmeiras com manchas de floresta com sub-bosque de bambu.
Floresta Densa	Encontrada na Serra do Divisor, em Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima. Apresentam árvores emergentes com 50 metros. Nos ambientes dissecados o estrato superior ocorre em agrupamentos arbóreos menores e bastante uniformes com 30 metros. Nos talvegues há mais espécies arbustivas e palmeiras.
Floresta Densa Submontana	Ocorre na Serra do Divisor, em Mâncio Lima, Rodrigues Alves e Porto Walter. Apresenta árvores de grande porte distribuídas densamente acima de 600m.
Floresta Densa + Floresta Aberta com Palmeiras	Dividida em três estratos: o dossel com árvores emergentes de 35 a 40 metros e aspecto aberto; o estrato médio com predomínio de espécie breu-vermelho de estrutura fechada e o estrato inferior com aspecto aberto.

Fonte: adaptado de ACRE (2010) .

Dos domínios predominantes no Acre, o mais intrigante é a Floresta Aberta de Bambu do gênero *Guadua,* chamadas de Pacales no Peru e Tabocais no Acre, cobrem aproximadamente 40% do Estado (SILVEIRA, 2000) (Figura 17).

Figura 17 - Corte ilustrando a ocorrência de floresta de bambus (Guadua) associada a solos mais rasos e jovens da depressão central, embasada em sedimentos siltico-argilosos ate arenosos, da Formação Solimões.

Fonte: adaptado de ACRE (2010).

São florestas de baixa área basal, muito pobres em espécies. A área onde predomina a floresta de bambus corresponde ao espaço paleolacustre e rico em argilas expansivas o que parece ser um bom indicador paleoambiental (SILVEIRA, 2000).

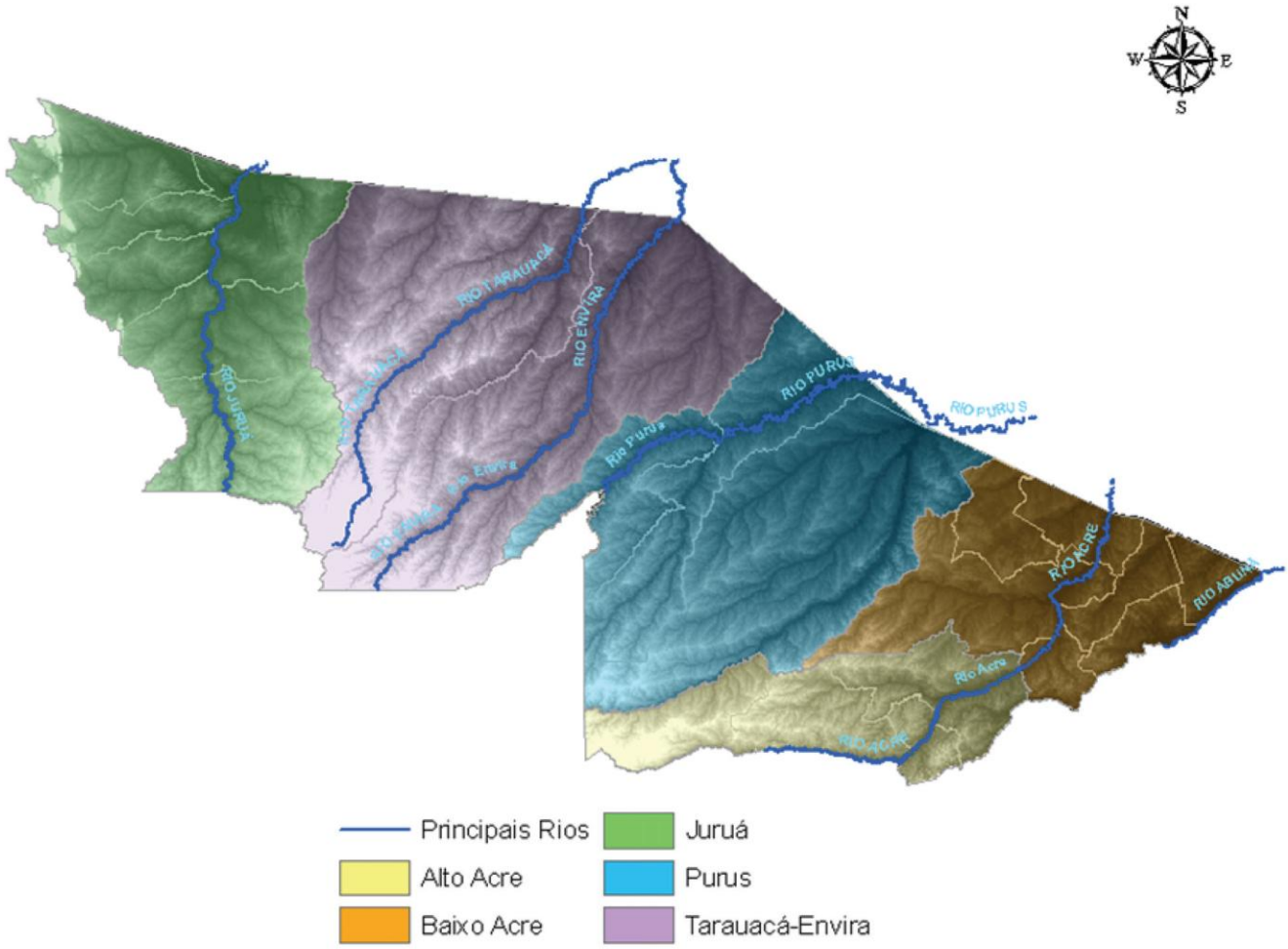
2.6 – Hidrografia

Os rios do estado do Acre apresentam grande importância socioeconômica tornando-se a única via de acesso aos municípios em alguns casos, visto que, em torno deles, se originaram a maioria das cidades e povoados do estado.

O rio Juruá, em conjunto com os rios Purus, Tarauacá-Envira e Acre, compõem os principais sistemas de drenagem do estado do Acre, formando a denominada Bacia do Acre. Em função do relevo do estado ser predominantemente plano, os rios são extremamente meandrantes, típicos de planície, ocorrendo cachoeiras e corredeiras somente na Serra do Divisor (ACRE, 2006). Os sistemas fluviais da Bacia do Acre apresentam cursos de direção Sudoeste-Nordeste com afluentes vindos de direção Sudoeste, sugerindo um basculamento e regime de falhas em efeito dominó. O controle de falhamentos ou fraturamentos na drenagem amazônica é identificado pelo padrão ortogonal e assimétrico das drenagens e terraços dos rios de distintos tamanhos (ACRE, 2012).

Além disso, é visivelmente observado, através de imagens de satélites, feições anômalas em todo o sistema de drenagem como: mudança de direção em ângulo de 90° e trechos retilíneos ao longo de cursos meandrantes (Figura 18).

Figura 18 - Principais Rios do Acre.



Fonte: Base de dados do ZEE (ACRE, 2006).

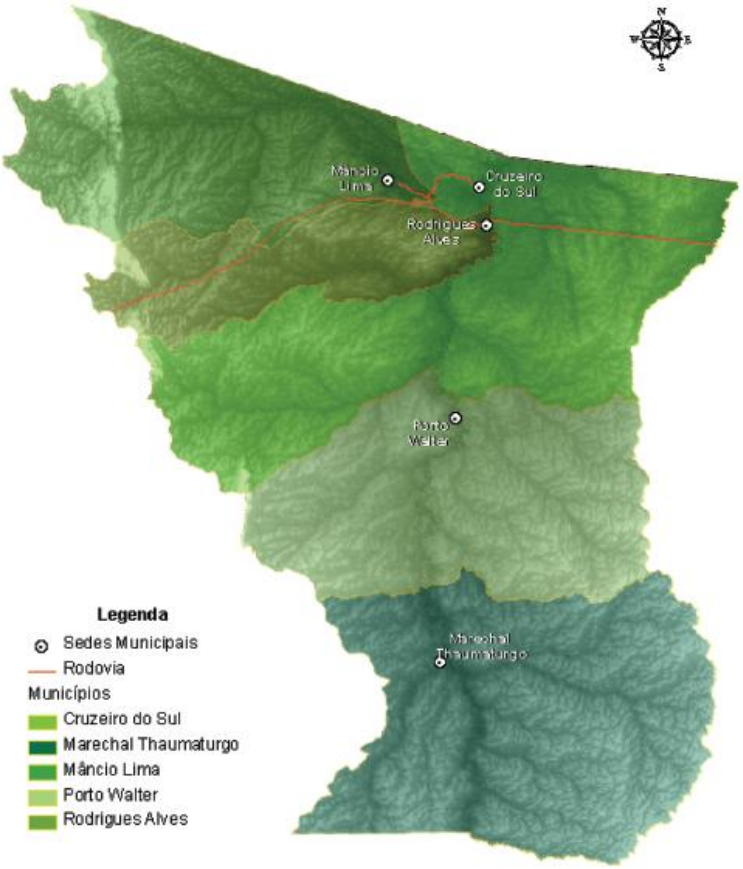
O regime hidrológico da bacia hidrográfica do rio Juruá, assim como de todos os rios da região, com cheias rápidas provoca o extravasamento nas margens convexas dos meandros, o que facilita a mudança da geomorfologia dos mesmos. Além disso, a vegetação no seu entorno que possui raízes superficiais cai sobre o leito fluvial juntamente com o deslizamento das margens fato que se apresenta como outro fenômeno muito comum na região (ACRE, 2006). O potencial erosivo somado à forte carga sedimentar, em suspensão, entulham os rios dificultando a recarga hídrica e o próprio intemperismo químico (ACRE, 2010), além de provocar a migração do leito.

As várzeas ativas e dinâmicas do Acre, pouco estáveis no Holoceno, estão longe de alcançar estabilidade, e mostram-se como bons indicadores paleoclimáticos, pois revelam uma instabilidade nas atuais condições de precipitação (ACRE, 2010). Esse quadro só pode ser compreendido e reconstruído considerando as oscilações do nível do mar que acompanharam as mudanças

climáticas. Os níveis do mar elevados ou em elevação durante períodos interglaciais podem ter represado a carga sedimentar que descia dos Andes (ACRE, 2010).

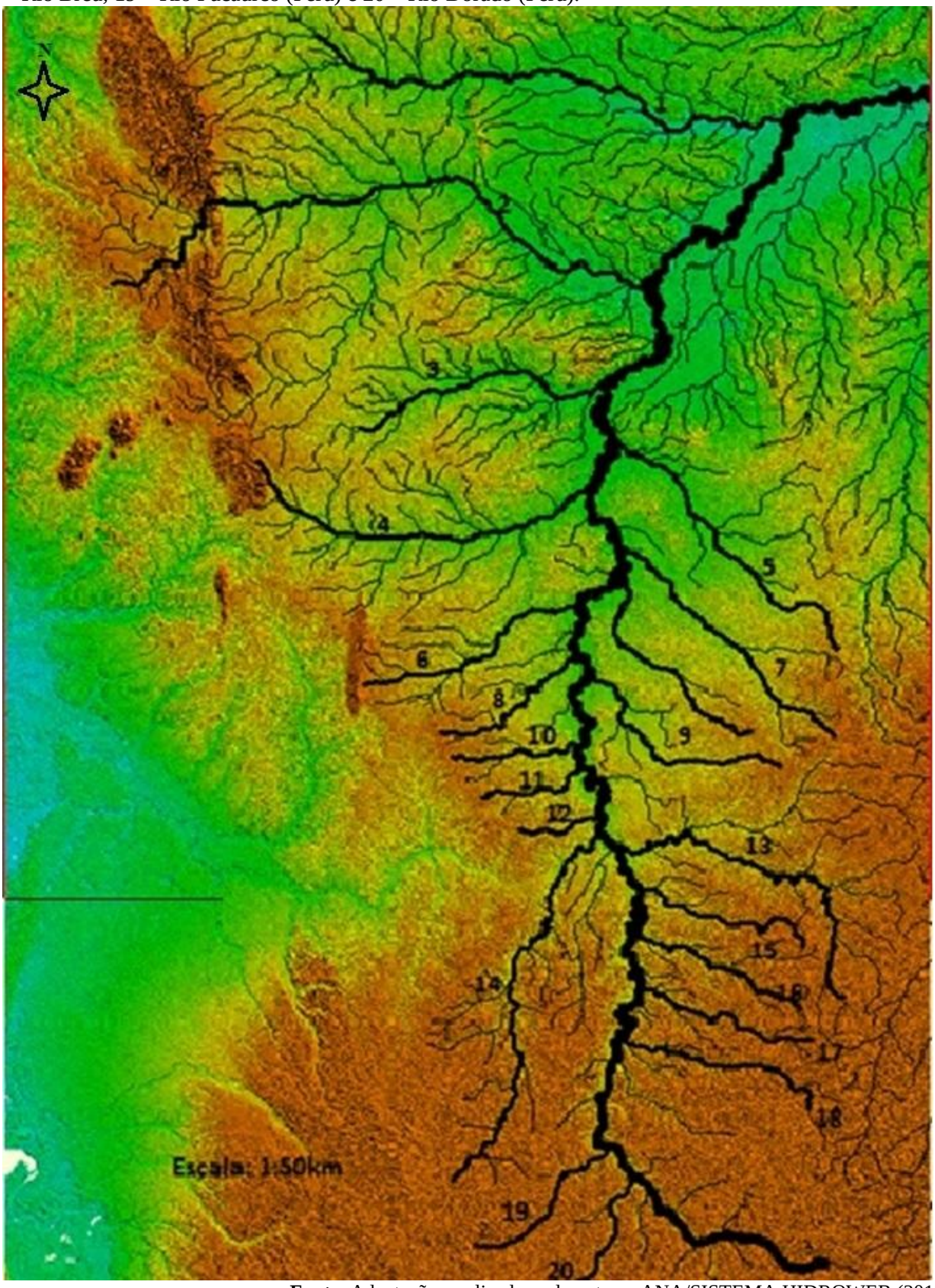
De acordo com ACRE (2010), a Bacia do Acre, durante o Holoceno, sob regime tectônico, provavelmente alçou paleoníveis fluviolacustres em cotas maiores que aquelas afetadas pela elevação marinha. A extensão e duração dos paleolagos ficaram assim dependentes da tectônica que soerguia os blocos no Plio-Pleistoceno e do mar, em ascensão pós-glacial, que tendia a retardar a erosão e formar pantanais ou lagos. Esta bacia insere-se no vasto triângulo formado entre o rio Madeira, rio Japurá e a borda oriental dos Andes, constituindo uma unidade morfológica de grande extensão da região do Alto Amazonas (ACRE, 2012). No Acre, esta bacia abrange oito municípios: Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Cruzeiro do Sul, Porto Walter, Marechal Thaumaturgo, Jordão, Tarauacá e quase toda a área do município de Feijó. Somente cinco primeiros estão dentro da área de estudos, (Figura 19). Caracterizado como rio de planície com sinuosidade em praticamente todo seu percurso, o Juruá é considerado um dos mais sinuosos do mundo. Por onde passa constitui-se no principal canal de comunicação dos municípios acreanos com os amazônicos, e é um dos mais antigos caminhos da ocupação e abastecimento do Vale do Juruá (ACRE, 2012).

Figura 19 - Municípios formadores da Bacia do Alto Juruá inseridos na área de estudos.



Fonte: adaptado de ACRE, 2006.

Figura 20 - Principais afluentes do Rio Juruá inseridos na área de estudo (1- Rio Ipixuna; 2- Rio Môa; 3- Rio Paraná dos Mouras ou Paraná das Viúvas; 4 – Rio Juruá-Mirim; 5 – Rio Valparaíso; 6 – Rio Ouro Preto; 7 – Igarapé Humaitá; 8 – Rio das Minas; 9 – Rio Grajaú; 10- Rio Paratati; 11 - Rio São Luiz; 12 – Rio Aparição; 13 – Rio Tejo; 14 – Rio Amônia; 15 – Rio Acuriá; 16 – Igarapé São João; 17 – Igarapé Caipora; 18 – Rio Breu; 19 – Rio Pucaurco (Peru) e 20 – Rio Dorado (Peru).



Fonte: Adaptações realizadas pelo autor - ANA/SISTEMA HIDROWEB (2015).

O Alto Juruá possui em sua margem direita nove afluentes: rio Breu, rio Caipora, rio Acuriá, rio Tejo, rio Grajaú, Igarapé São João, Igarapé Natal, Igarapé Humaitá e Rio Valparaíso. Há outros onze afluentes pela margem esquerda: rio Amônia, rio Aparição, rio São Luiz, rio Paratati, rio das Minas, rio Arara, rio Ouro Preto, rio Juruá-Mirim, rio Paraná dos Mouras e rio Môa, todos no estado do Acre (ACRE, 2012). Ainda se insere na área de estudos o Rio Ipixuna, também afluente da margem esquerda, já no estado do Amazonas (Figura 20).

Os rios desta bacia são classificados como "rios de água branca", devido à coloração amarelada de suas águas, resultante do transporte elevado de material em suspensão (ACRE, 2006).

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Estudos relacionados a paleomorfologias requerem conhecimento prévio de alguns conceitos que serão apresentados no item a seguir deste mesmo capítulo. Dado que o mapeamento de paleomorfologias fluviais pode ser realizado por meio de sensoriamento remoto, é necessária a explanação sobre os produtos adequados à detecção destas, bem como dos métodos apropriados ao mapeamento das feições anômalas.

3.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise.

O termo bacia hidrográfica faz referência a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (SILVA, 1995). Conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (FERNANDES; SILVA, 1994). Ou como sendo extensões de terras delimitadas por divisores de águas e drenadas por um rio e seus tributários. Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Assim, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

A bacia hidrográfica é também denominada de bacia de captação quando atua como coletora das águas pluviais, ou bacia de drenagem quando atua como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água (SILVA, 1995). Por constituírem ecossistemas com o predomínio de uma única saída, as bacias hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos (VALENTE; CASTRO, 1981).

As bacias hidrográficas compõem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e a qualidade da água, uma vez que estas variáveis são relacionadas com o uso do solo (FERNANDES; SILVA, 1994).

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, da natureza dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente (FERNANDES; SILVA, 1994).

3.2 Sistemas Fluviais

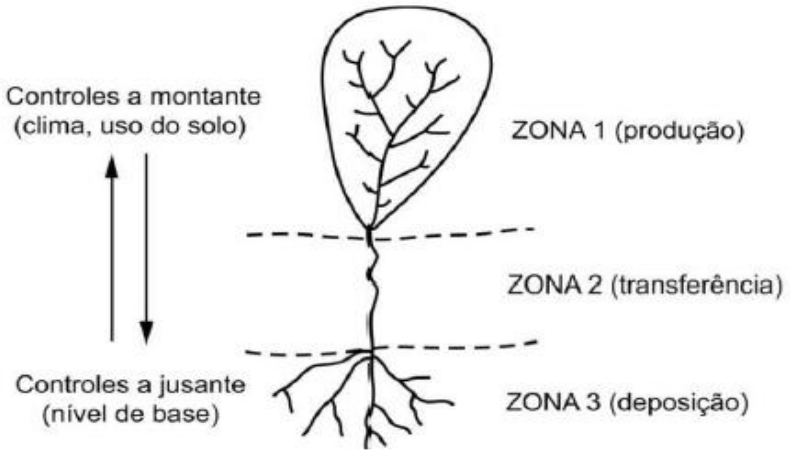
3.2.1 Definições

Bacias de drenagem são definidas como unidades geomórficas correspondentes à área drenada por um rio ou sistema fluvial. Os canais fluviais localizados dentro de uma bacia de drenagem estão conectados e organizam-se em redes complexas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Um sistema fluvial ideal pode ser dividido em três zonas distintas (Figura 21) em função da vazão hídrica e do fluxo de sedimentos (SCHUMM, 1977): zona 1, localizada nos setores mais altos, a montante, e considerada área de produção de sedimentos e origem dos fluxos hídricos; zona 2, denominada de zona de transferência de sedimentos, onde, para canais estabilizados, as cargas sedimentares de entrada e saída são iguais; e zona 3, chamada de área de deposição, onde ocorre o acúmulo preferencial de sedimentos oriundos das zonas 1 e 2.

Os canais e as planícies de inundação são os principais componentes dos sistemas fluviais. Os canais são definidos como depressões formadas pela ação do fluxo no substrato, em situação de alta energia, favorecendo processos erosivos em forma de canais (MARRIOTT, 1996).

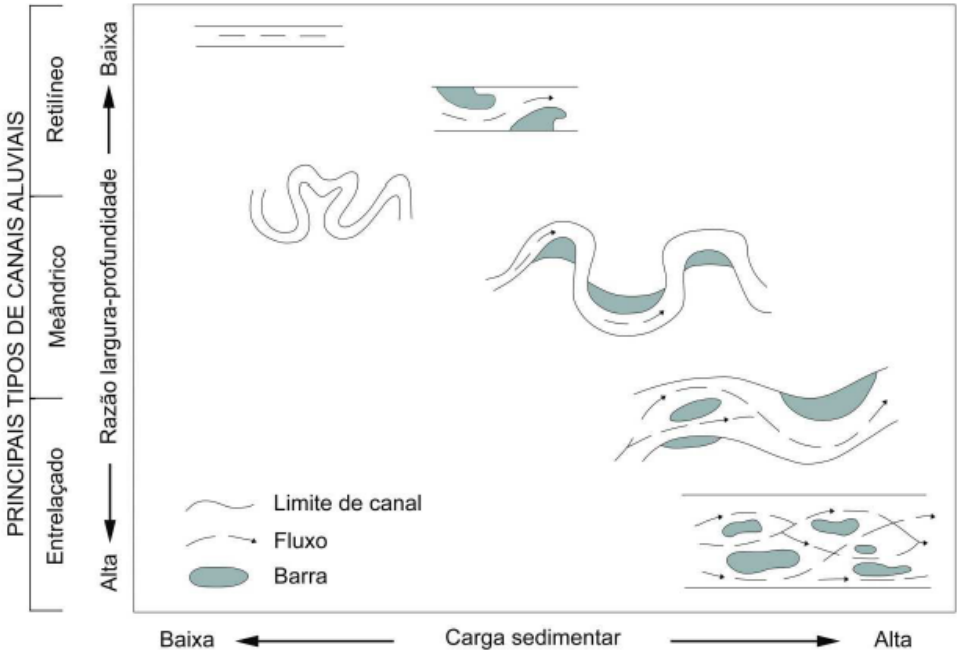
Figura 21 - Representação esquemática de um sistema fluvial ideal



Fonte: Adaptado de Schumm (1977).

Morfologicamente, os canais fluviais variam de retilíneos, a meandrantes, ou a anastomosados ou a entrelaçados. Em geral, estes tipos morfológicos se desenvolvem como reflexo do aumento da carga sedimentar e da energia do fluxo (Figura 22).

Figura 22 - Tipos principais de canais aluviais.

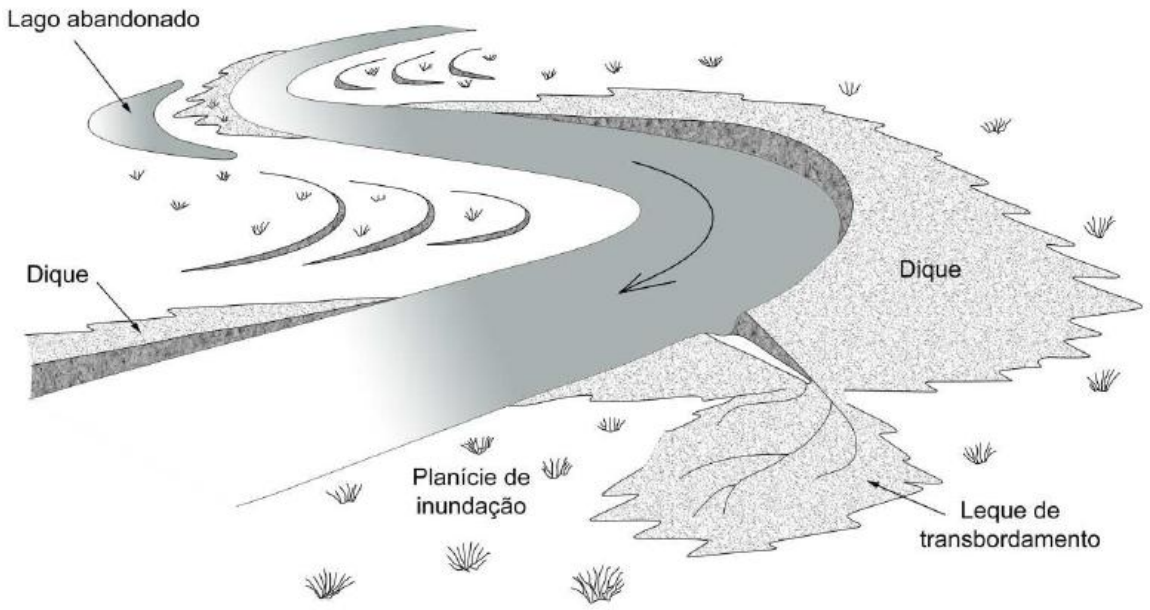


Fonte: Adaptado de Schumm (1981).

As planícies de inundação, por sua vez, são porções rasas e planas inseridas entre canais, sujeitas a influxos periódicos sofrendo transbordamento durante a cheia. Estas podem conter um complexo de vários subambientes deposicionais, principalmente formados a partir de sistemas do tipo meandrante, que incluem as planícies propriamente ditas, que se associam a ambientes de diques marginais, lagos e meandros abandonados, além de canais e leques de transbordamento (Figura 23). Os Diques marginais são definidos como elevações com topografia ligeiramente convexa para cima que ocorrem nas margens do canal principal, originadas pelo acúmulo de sedimentos finos durante períodos de cheia dos rios. Já os lagos são depressões onde ocorre acúmulo de água transbordada dos rios ou formada por precipitação. Tais acúmulos podem ocorrer, também, na planície de inundação, pelo abandono de meandros. Estes locais subaquosos possuem fluxos de baixa energia, o que favorece deposição lenta de sedimentos granulometricamente finos (WOLMAN; LEOPOLD, 1957). Meandros abandonados são a causa mais comum da origem de lagos fluvial, os quais podem se conectar ao rio principal por canais menores e estreitos. Leques e canais de extravasamento ocorrem quando a vazão do rio aumenta como acontece durante períodos de cheia. Com isto, suas margens sofrem rompimentos localizados, fazendo com que a carga sedimentar seja transportada e depositada sobre sedimentos finos da planície de inundação. Sob

condições de energia de fluxo elevada, a erosão da planície de inundação é favorecida, surgindo canais secundários. Quando a erosão é insignificante ou ausente, os fluxos se tornam desconfinados, dando origem a leques de transbordamento (PYE, 1994).

Figura 23 - Principais elementos topográficos e subambientes de sedimentação em planícies de inundação.



Fonte: Adaptado de Pye (1994).

Em determinados sistemas fluviais, como o da bacia Amazônica, apresentam feições morfológicas conhecidas como rias fluviais ou vales afogados. As rias, feições consideradas anomalia de drenagem, consistem em lagos alongados onde ainda se pode reconhecer a morfologia original de tributários fluviais (HOWARD, 1967). Podem manter conexão com o canal principal através de um canal estreito ou furo.

Sternberg (1950) cita que as rias fluviais amazônicas podem indicar represamento por soerguimento ou subsidência. Subsidência concomitante a processos de rifteamento podem resultar no afogamento da bacia de drenagem, formando lagos alongado ou rias. Para este mesmo autor, o controle morfotectônico deste tipo de morfologia fluvial é também evidenciado por bordas retilíneas que se interceptam em ângulos retos e formas alongadas seguindo uma orientação preferencial. As rias comumente apresentam déficit aluvial, sendo desprovidas de depósitos de acumulação, como planícies de inundação (TRICART, 1977). Vários autores ressaltam ainda que as orientações de canais de saída e das faces retangulares nas bordas de rias fluviais amazônicas apresentam boa concordância com os lineamentos morfoestruturais de áreas do entorno, reforçando a hipótese de gênese ligada a ajustes tectônicos (FRANZINELLI; IGREJA, 1990; RADAMBRASIL, 1978;). De acordo com Cunha (1991), a ausência de afluentes de grande extensão e o desenvolvimento de

drenagens de forma assimétrica nos planaltos adjacentes também indica controle estrutural ligado aos processos de implantação de rias fluviais amazônicas.

Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, 1980). Assim têm-se os tipos fundamentais dos padrões de drenagem: dentrítico, em treliça, retangular, paralela, radial e anelar (Figura 24).

A drenagem dentrítica (ou arborescente) apresenta desenvolvimento semelhante à configuração de ramos de uma árvore. Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. A presença de confluências em ângulos retos no padrão dentrítico constitui anomalia que frequentemente pode ser atribuída aos fenômenos tectônicos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

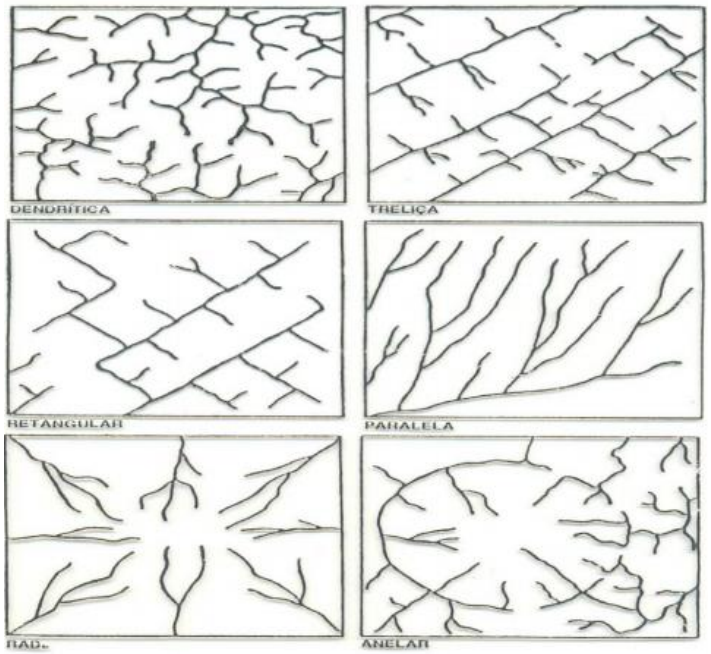
A drenagem em treliça compõe-se por rios principais consequentes que correm paralelamente e recebem rios subsequentes, os quais fluem transversalmente aos primeiros. Os rios subsequentes recebem afluentes obsequentes e ressequentes. O controle estrutural sobre este padrão de drenagem é muito acentuado devido à desigual resistência das camadas inclinadas que afloram em faixas estreitas e paralelas. O padrão em treliça é encontrado em estruturas sedimentares homoclinais, em estruturas falhadas e nas cristas de anticlinais (SUGUIO, 1988).

A drenagem paralela caracteriza-se por cursos de água que fluem quase que paralelamente uns aos outros, em extensão considerável do terreno. Devido à sua disposição, recebem também o nome de padrão em "rabo de cavalo". Este tipo de drenagem localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde existiam controles estruturais (SUGUIO, 1988).

A drenagem radial é formada por correntes fluviais que se apresentam como raios de uma roda em relação a um ponto central. Pode-se desenvolver sobre os mais variados embasamentos e estruturas. Ela pode ser do tipo centrífuga quando os rios divergem a partir de um ponto ou área mais elevada, como por exemplo cones vulcânicos e morros isolados. No tipo centrípeta, os rios convergem para um ponto ou área central, localizada em posição mais baixa, como em crateras vulcânicas e depressões vulcânicas (SUGUIO, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1980).

A drenagem anelar apresenta um padrão formado por anéis concêntricos. É típica de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas formadas por camadas moles e duras (SUGUIO, 2003).

Figura 24 - Padrões de drenagem



Fonte: adaptado de Christofoletti, 1980.

3.3 – Paleomorfologias

Paleomorfologias são feições geomórficas que se originaram por deposição e erosão aluvial, em tempos geológicos anteriores ao atual. O abandono de canais sejam eles principais ou secundários, bem como de lagos ou meandros, no Quarternário pode gerar algumas feições ainda passíveis de reconhecimento na paisagem atual. Os paleocanais ou canais fluviais abandonados variam em relação à idade. Aqueles abandonados em tempos geológicos recentes incluem os meandros e canais abandonados em geral por avulsão[16] (GOUDIE, 2004).

Avulsões ocorrem, normalmente, por agradação da planície de inundação, forçando os canais a encontrarem outras áreas de topografia mais baixa. Também são comuns avulsões geradas por processos alóctones, por efeito climático e pela movimentação tectônica (BURBANK; ANDERSON, 2001).

A identificação e o mapeamento das paleomorfologias fornecem importantes informações para estudos de evolução de sistemas fluviais, como reconstituição paleogeográfica de redes de drenagem a partir de paleocanais preservados na paisagem atual. Em regiões amazônicas, feições paleomorfológicas quaternárias podem ser ressaltadas por contrastes vegetacionais e/ou topográficos, facilitando seu reconhecimento a partir de dados de sensoriamento remoto, visto a escala geográfica destas feições (ROSSETTI et al., 2008). Complementarmente às investigações

[16] É o deslocamento súbito no campo meândrico, por um rio que segue um novo traçado (CHRISTOFOLETTI, 1988).

sedimentológicas em campo, estudos de paleomorfologias são baseados na análise morfológica destas feições. Morfologias de paleocanais, por exemplo, podem fornecer indícios sobre o regime de vazão, sedimentos e morfologia em antigos sistemas fluviais a partir da análise de suas dimensões, forma e padrões de drenagem (BEZERRA, 2003).

O abandono de canais, principais ou secundários, bem como de lagos e meandros, em tempos quaternários, pode gerar feições que são ainda passíveis de reconhecimento na paisagem atual. Canais fluviais abandonados ou paleocanais podem variar em relação à idade.

Segundo Goudie (2004), paleocanais abandonados em tempos geológicos recentes incluem antigos meandros e trechos de canais abandonados, em geral, por avulsão.

> Avulsões ocorrem usualmente por agradação da planície de inundação, o que força os canais a encontrarem outras áreas de topografia relativamente inferior. Enquanto a agradação de muitas planícies de inundação pode ter causa intrínseca aos processos deposicionais, são comuns avulsões geradas por processos alóctones, seja por efeito climático, seja pela movimentação tectônica (BURBANK; ANDERSON, 2001).

De acordo com Rossetti (2007), um volume crescente de estudos tem sugerido que instabilidades tectônicas promoveram uma história complexa de migração e abandono de rios na Amazônia.

> Em áreas amazônicas, feições paleomorfológicas quaternárias podem ser ressaltadas por contrastes vegetacionais e/ou topográficos, facilitando seu reconhecimento a partir de dados de sensoriamento remoto, visto a escala geográfica destas feições (ROSSETTI et al., 2008).

De acordo com Rossetti (2008), morfologias de paleocanais, podem fornecer indícios sobre o regime de vazão, sedimentos e morfologia em antigos sistemas fluviais a partir da análise de suas dimensões, forma e padrões de drenagem.

3.4 - O registro Quaternário na Amazônia

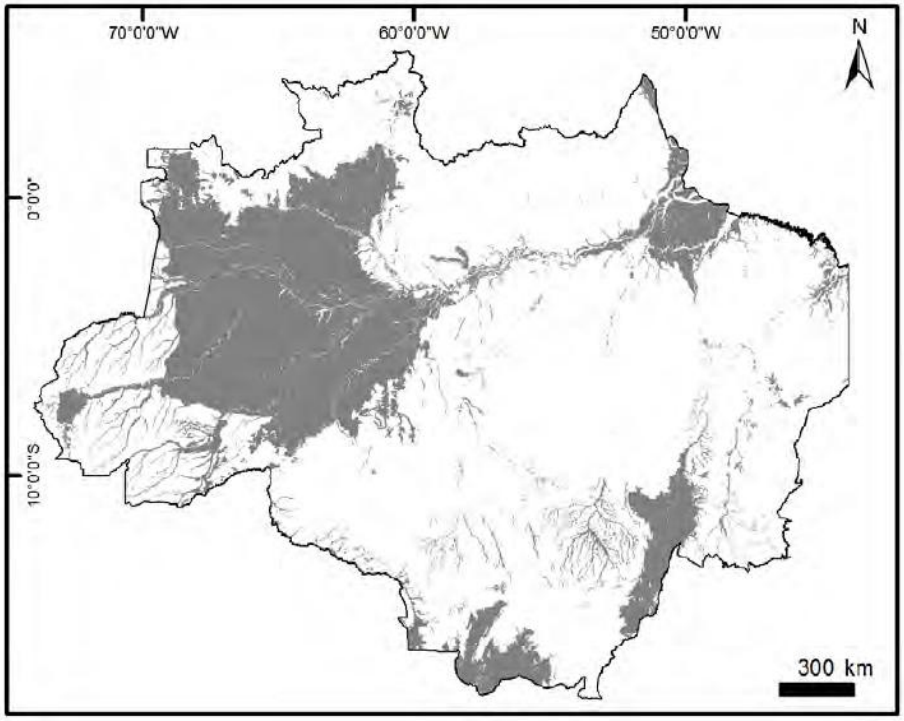
O Quaternário, um período geológico que se iniciou há 2,58 milhões de anos atrás, foi caracterizado por vários ciclos glaciais, com avanços e recuos de geleiras. No continente sul-americano, geleiras somente ocorreram em altitudes elevadas, sendo seu registro, em áreas de cotas rebaixadas, marcado por mudanças climáticas e variações do nível do mar. A ampla maioria dos registros de depósitos quaternários sul-americanos em terras baixas deve-se ao último glacial (CHRISTOFOLETTI, 1988).

O Quaternário possui registros geológicos melhor preservados, devido ser o período mais recente, o que possibilita maior precisão cronológica e reconstituições paleoambientais mais precisas que em outros períodos. Geralmente, os terrenos quaternários da Amazônia apresentam paleomorfologias que representam sistemas deposicionais abandonados, porém ainda passíveis de

reconhecimento, principalmente, utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto (LATRUBESSE, 2002; ROSSETTI; VALERIANO, 2007; MANTELLI et al., 2009; HAYAKAWA et al., 2010; ROSSETTI, 2010).

Segundo Schobbenhaus et al., (2004), terrenos quaternários ocupam cerca de 27,20% da Amazônia Brasileira, as chamadas terras baixas amazônicas (figura 25). Desse total, a maioria é constituída por depósitos originados de processos fluviais, e, secundariamente, eólicos e coluviais.

Figura 25 - Distribuição de depósitos quaternários (cor cinza) na Amazônia Legal brasileira.



Fonte: Schobbenhaus et al. (2004).

Os depósitos quaternários, em regiões amazônicas, possibilitam oportunidade ímpar para se estudar o seu passado recente. Mesmo sendo ampla sua distribuição superficial, são poucos os afloramentos que permitem analisar tais estratos, com observações geralmente restritas a exposições ao longo das margens de rios. No restante da área, a densa cobertura vegetal, a topografia suave e as vias de acesso terrestre restritas têm limitado os estudos.

3.4.1 - Evidências paleoambientais

Uma sequência sedimentar representativa de intervalos significativos foi identificada na Bacia do Acre, descritas como: Carbonífero Superior/Permiano (Formações Apuí, Cruzeiro do Sul e Rio do Moura), Triássico/Jurássico (Formação Juruá-Mirim) e Cretáceo/Neógeno (Grupo Jaquirana e Formação Solimões), delimitados por expressivas descontinuidades (FEIJO; SOUZA, 1994).

A relação espacial dos depósitos permite inferir uma estabilidade no paleoambiente, tendo o sistema fluvial meandrante permanecido com canais ativos e planícies de inundação. Oscilações climáticas significativas, no decorrer do Neógeno, podem ser inferidas em função de alternância de formação de paleossolos em ambas as associações de fácies, alternados com a formação de calcrete, que chega a formar corpos tabulares que se estendem por dezenas de metros (ACRE, 2010).

A paleofauna encontrada e estudada no Acre, representada por fósseis de Saurópodes e peixes, vem corroborar para a identificação e interpretação de um paleoambiente alagadiço, com lagos interligados, próximos a rios meandrantes, com canais ativos e planícies de inundação (ACRE, 2010).

Quanto ao hábito da paleoflora identificada e a disposição da paleofauna nos ambientes, em analogia a fauna atual, é possível inferir um clima úmido de floresta tropical (ACRE, 2010).

As deposições sedimentares reconhecidas no Acre com características tão peculiares juntamente com o registro da paleoflora e paleofauna no Alto Juruá, permitem à refutação de reconstituições paleoecológicas generalistas ou baseadas em análises de localidades fora do contexto do Estado do Acre, para a Formação Solimões (ACRE, 2010).

3.4.2 - Evidências neotectônicas

A neotectônica da região amazônica é marcada por estruturas, sequências sedimentares, padrões de rede de drenagem e sistemas de relevo, cujas características vêm sendo gradativamente desvendadas (ACRE, 2010).

A atividade tectônica, ocorrida no Quaternário tem sido detectada e analisada em função do arranjo espacial da rede de drenagem, da morfologia e do tamanho das planícies, bem como através de estudos sobre a formação e abandono de terraços em diversos rios da Amazônia (STERNBERG, 1950, PIMIENTA, 1958; SAADI, 1993; SOUZA-FILHO et al., 1999; LATRUBESSE; RANCY, 2000; SILVA, 2005; HAYAKAWA et al, 2010).

O padrão ortogonal e assimétrico das drenagens e terraços dos rios da região levam ao reconhecimento do controle de falhamentos ou fraturamentos na drenagem amazônica. A dinâmica fluvial no Acre é caracterizada por anomalias como: drenagens angulares com forte intermitência de vazões entre as estações cheia e seca (ACRE, 2010).

A detecção da tectônica na região é claramente observada nos afloramentos e exposição de rocha e solo. As falhas provocam deslocamento de camadas e superfícies topográficas e alteram a morfologia da paisagem (LATRUBESSE; RANCY, 2000). Em locais de falhas é observada a formação de espelhos de falha, estrias de atrito e brecha de falha que resultam da fricção entre os blocos de rocha. Os rios sofrem enormes migrações de leitos alcançando ordem de quilômetros,

cujos registros são os extensos pacotes de sedimentos, terraços e lagos, bem como o registro de extensos paleocanais (ACRE, 2010).

3.4.3 – Lineamentos Morfoestruturais.

Os lineamentos foram considerados na concepção de O'Leary et al. (1976) como sendo feições lineares de uma superfície, mapeável, simples ou composta, cujas partes encontram-se alinhadas de forma retilínea ou ligeiramente curva, que diferem das feições adjacentes e refletem provavelmente estruturas de subsuperfície.

Segundo Liu (1984), ao se interpretar imagens orbitais, são obtidas feições lineares de tamanho e direções variadas, sendo a inter-relação entre a extensão, a direção e as características dos lineamentos no terreno, objeto de estudos analíticos que requerem grande trabalho por sua complexidade.

Segundo O`leary et al. (1976) os lineamentos são compostos pelas feições lineares da superfície terrestre, podendo ser geomórficos (causados pelo relevo) ou tonais (provocados por mudanças nos níveis de cinza), ocorrendo como formas de relevo, limites lineares entre diferentes tipos de terrenos ou quebras dentro de uma unidade uniforme. Cursos de água retilíneos e segmentos alinhados de vales são expressões geomórficas características dos lineamentos.

A elaboração de mapas de lineamentos e de densidade de lineamentos é uma importante etapa pré-campo, uma vez que as principais direções de lineamentos orientam os trabalhos de campo de forma a encontrar e coletar dados estruturais concisos. O mapa de lineamento juntamente com dados coletados em campo podem servir de base para uma compartimentação estrutural da área de estudo.

3.5 - Sensoriamento Remoto

35.1. Landsat

O Programa Landsat, desenvolvido pela NASA, tem o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva. Utilizava como plataforma o tipo Nimbus e desloca-se de norte para sul em órbita geocêntrica, circular, quase polar e heliossíncrona. Constitui uma série de 08 satélites lançados, dos quais foram desenvolvidas cinco gerações de sensores: RBV (*Return Beam Vidicon Camera*); MSS (*Multispectral Scanner*); TM (*Thematic Mapper*); ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) (JENSEN, 2011).

Os sensores mais importantes da série Landsat são os mapeadores temáticos (TM e ETM+). O sensor TM é composto por sete bandas multiespectrais com 30 m de resolução espacial, sendo as bandas 1, 2 e 3 no espectro do visível, a banda 4 no infravermelho próximo, as bandas 5 e 7 no infravermelho médio e, por fim, a banda 6 no termal, esta com 120 m de resolução espacial e 60 m no ETM+. A principal diferença do sensor ETM+ para o TM é a inclusão da banda 8, pancromática e de 15 m de resolução (JENSEN, 2011).

O Landsat é a base da construção de mapas de vegetação de todo o mundo. Vem no contexto de duas classes de aplicações: em geologia e agricultura. Surge da necessidade de monitoramento internacional, monitoramento agrícola, desenvolvimento da tecnologia e multiespectralidade (JENSEN, 2011).

3.5.2 - SRTM

A missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) foi um projeto cooperativo entre a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*) e o Departamento de Defesas (DOD) dos Estados Unidos, com a Agência Espacial Alemã (DLR – *Deustches Zentrum fr kuft und Raumfahrt*) e italiana (ASI – *Agenzia Spazionale Italiana*). Essa missão teve como objetivo mapear o relevo da porção continental da Terra por interferometria de radar de abertura sintética (InSAR). Os dados altimétricos SRTM, disponíveis gratuitamente na rede (http://srtm.usgs.gov/), foram processados em forma de modelo digital de elevação (MDE) pela NASA-JPL com base na banda C, e se referem ao sobrevoo que ocorreu no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 (JENSEN, 2011).

Os dados SRTM constituem as melhores informações topográficas gratuitas e de fácil acesso para muitas regiões de continentes como América do Sul, Oceania e África (VALERIANO, 2002).

Análises de dados SRTM mostraram que tais imagens são ferramentas úteis na identificação e caracterização de paleocanais nos depósitos aluviais quaternários da Amazônia, redefinindo os contornos dos paleocanais, além de ser fundamental na caracterização morfológica (LATRUBESSE e FRANZINELLI, 2002).

3.5.3 - Sensoriamento Remoto aplicado a paleomorfologias

São muitos os trabalhos encontrados atualmente que utilizam imagens orbitais para o reconhecimento de paleomorfologias (p.e. MCCAULEY et al., 1982, 1986; MCHUGH et al.,1988). Imagens ópticas estão sendo utilizadas com bastante frequência no mapeamento de canais e meandros abandonados nas regiões tropicais (RAMASANY et al., 1991; YASH PAL et al. 1980).

Mitra et al. (2005) citam que este tipo de abordagem favorece a interpretação de acontecimentos recentes ocorridos na superfície, como, por exemplo, a migração e a avulsão de canais fluviais, levando a compreensão da evolução dos sistemas de drenagem.

Na Amazônia, caracterizada por áreas de florestas equatoriais úmidas, imagens ópticas tem facilitado a identificação de contrastes vegetacionais abruptos associados a canais abandonados durante o Quaternário tardio (HAYAKAWA et al., 2010a; ROSSETTI, 2010). Este tipo de abordagem é de grande interesse para detecção de paleomorfologias em áreas densamente vegetadas, exatamente pela presença de um forte contraste vegetacional nos paleocanais em comparação com a vegetação em seu entorno. Entretanto, os autores ressaltam que imagens ópticas não possibilitaram a detecção de contrastes vegetacionais relativamente mais sutis, principalmente entre vegetações florestais, os quais podem também estar associados à paleomorfologias (HAYAKAWA et al., 2010).

Juntamente à utilização de imagens ópticas para mapear paleomorfologias, alguns autores utilizam produtos obtidos por imageadores SAR (*Synthetic Aperture Radar*), as quais provaram ser de grande utilidade no caso de ambientes áridos e semi-áridos (PAILLOU et al., 2009) Este tipo de abordagem visa aumentar a detecção de paleomorfologias por meio da combinação de informações derivadas de produtos com características distintas.

3 – MATERIAIS E METODOS

Para atingir os objetivos propostos, além de pesquisa bibliográfica para um embasamento teórico, os procedimentos metodológicos foram baseados no processamento digital e análise de imagens Landsat, modelo digital de elevação proveniente dos dados SRTM em resolução de 30 metros (USGS) através do Global Mapper 9.0 e observações em imagem do Google Earth (2016).

Para a extração da rede de drenagem foi utilizado mapa de drenagem no formato *shapefile* em escala de 1:50km, disponibilizado no site do Ministério do Meio Ambiente e Agência Nacional da Água.

Inicialmente realizou-se um levantamento de informações básicas como a aquisição de material bibliográfico, imagens de sensores remotos, cartas topográficas e mapas temáticos (mapa geológico e geomorfológico) utilizados como base de apoio para conhecimento regional, buscando as informações necessárias para o desenvolvimento das etapas de análises necessárias como interpretação de imagens de sensores remotos. Esses dados foram disponibilizados pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL,1976), pelo SEMA e pelo projeto de Zoneamento do ACRE (ACRE,2012).

A extração de paleocanais bem como o mapeamento dos terraços holocênicos e dos lineamentos morfotectônicos se deu através da utilização de modelos digitais de elevação SRTM, cuja análise e processamento dos dados foram executados no aplicativo Global Mapper 9.0. A partir do método exploratório, paletas de cores foram associadas a diferentes conjuntos de valores de elevação, a fim de ressaltar as morfologias de interesse, conforme metodologia já aplicada por Rossetti e Valeriano (2007), Mantelli et al. (2009) e Hayakawa et al. (2010 a).

Foi realizada a vetorização manual da rede de drenagem tendo como base para esse processo a rede de drenagem do MMA (Ministério do Meio Ambiente), as imagens Landsat 7 e principalmente o MDE-SRTM. A rede de drenagem do MMA foi analisada e, foram notados alguns setores com os padrões de drenagem divergentes com relação às análises feitas nas imagens digitais, tais padrões foram classificados conforme Howard (1967) levando em consideração os tipos básicos e modificados; as propriedades de drenagem foram analisadas de acordo com o modelo de Soares & Fiori (1976); a morfologia dos canais foi classificada de acordo com Schumm (1977).

A identificação das feições anômalas foram realizadas basicamente com a análise dos dados do MDE-SRTM e discutidas segundo as propostas de Schumm (1981), Deffontaines et al (1991).

2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

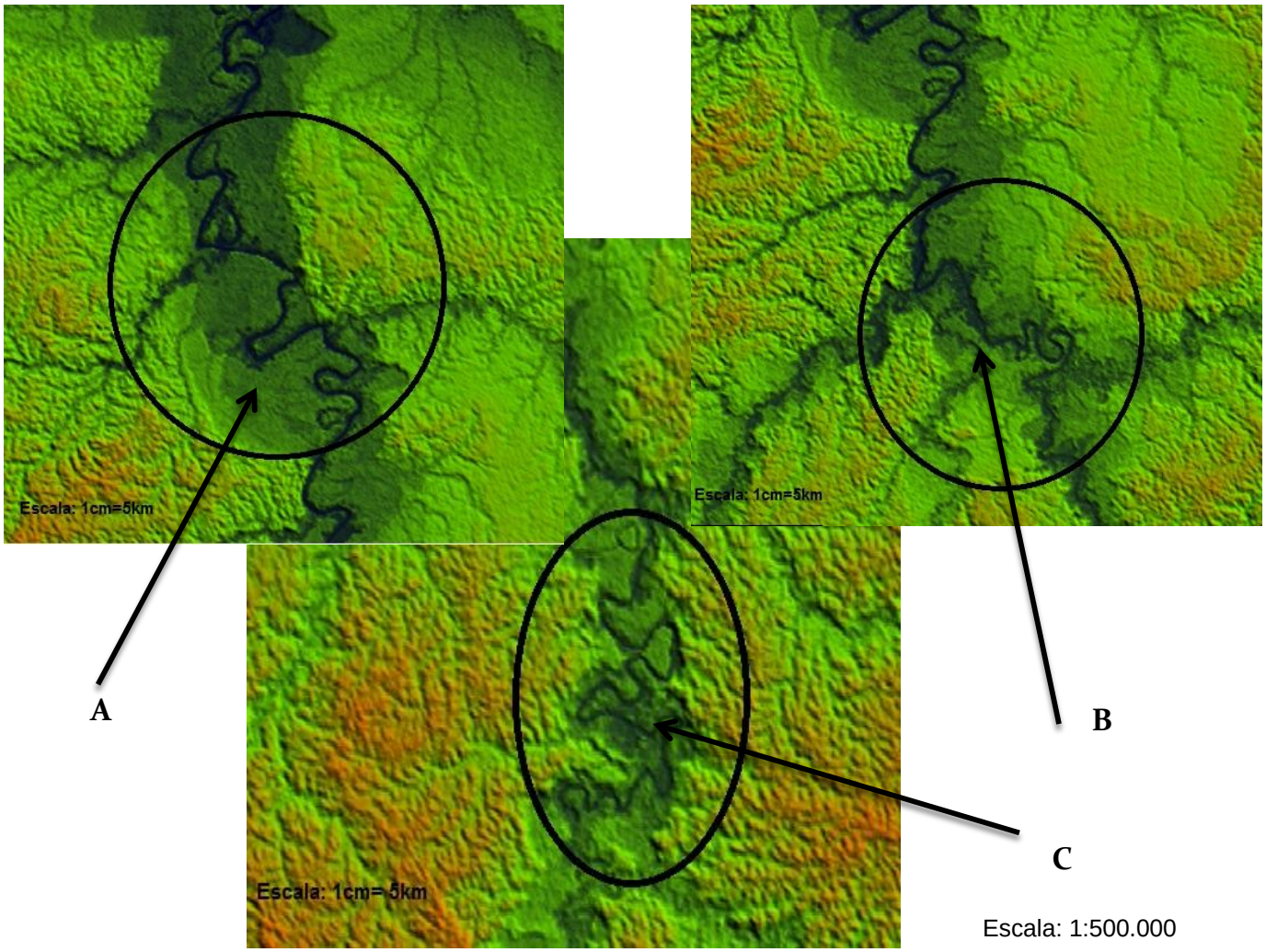
5.1 - Identificação de Feições Anômalas dos Sistemas de Drenagem na Região do Alto Juruá.

São visivelmente observadas, através de imagens de satélites, feições anômalas em todo o sistema de drenagem como: mudança de direção em ângulo de 90° e trechos retilíneos ao longo de cursos meandrantes, tanto na drenagem atual como nos paleocanais do rio Juruá, como mostram as imagens das Figuras 26, 27 e 28.

Para uma melhor análise e identificação das feições anômalas do Alto Juruá, dividiu-se a área de estudos em três trechos identificados como: trecho 01 referente ao município de Marechal Thaumaturgo; trecho 02 referente ao município de Porto Walter e trecho 3 referente aos municípios de Mâncio Lima e Cruzeiro do Sul.

No trecho 1 (Figura 25) foram encontradas anomalias caracterizadas por curvas abruptas na drenagem(A,C), presença de meandros comprimidos (A,B,C); anomalias caracterizadas por mudanças bruscas de 90° (A,C), apresentando meandros anômalos e canal apresentando retilinidade, distinguindo do seu entorno meandrante (A,B).

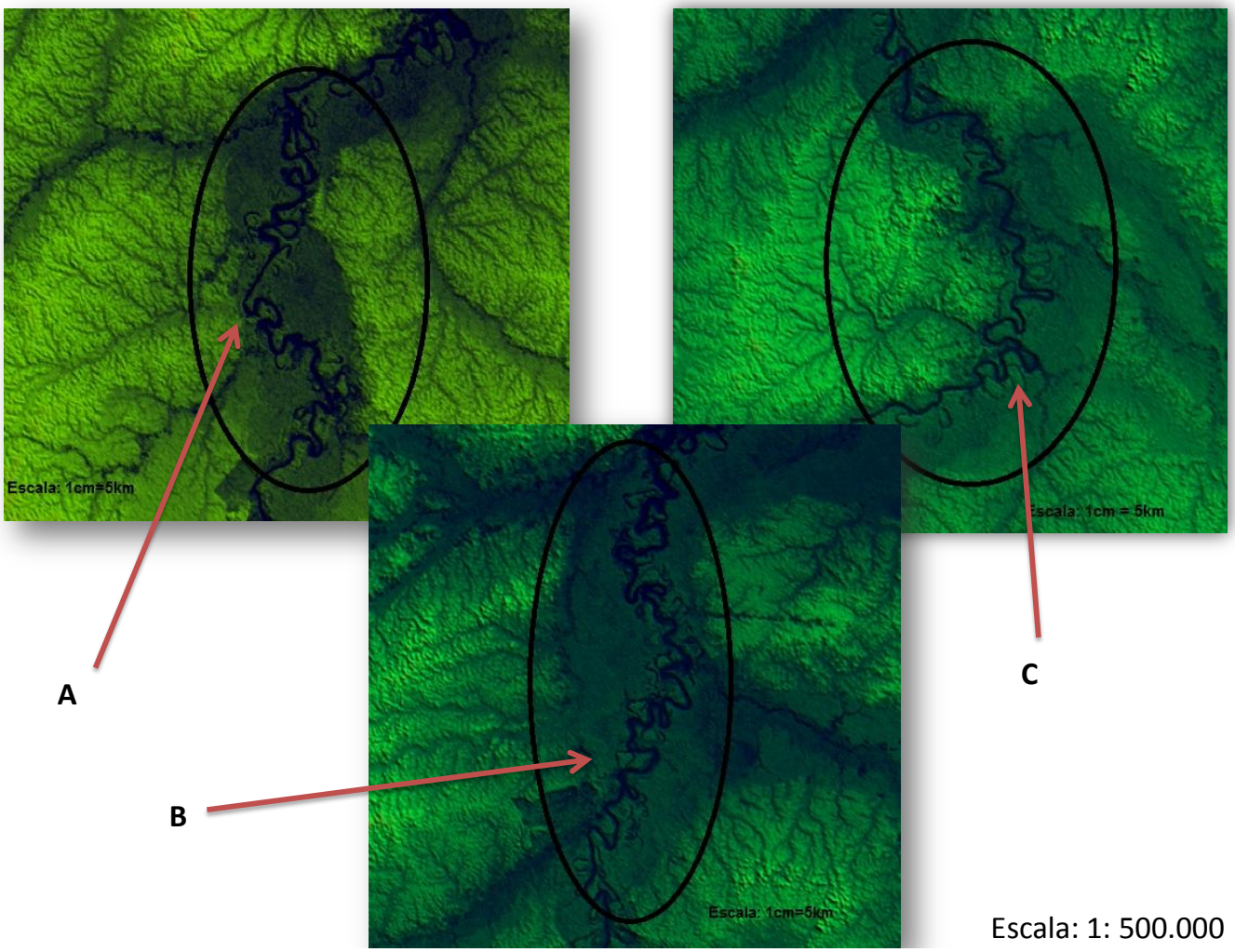
Figura 26 – Feições anômalas do trecho1- Marechal Thaumaturgo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

No trecho 2 (Figura 27), foram observados meandros abandonados (A,B e C), anomalias caracterizadas por mudanças bruscas de 90°(A e C), meandros comprimidos e canais apresentando retilinidade (A e C).

Figura 27 – Feições anômalas do trecho2 – Porto Walter.

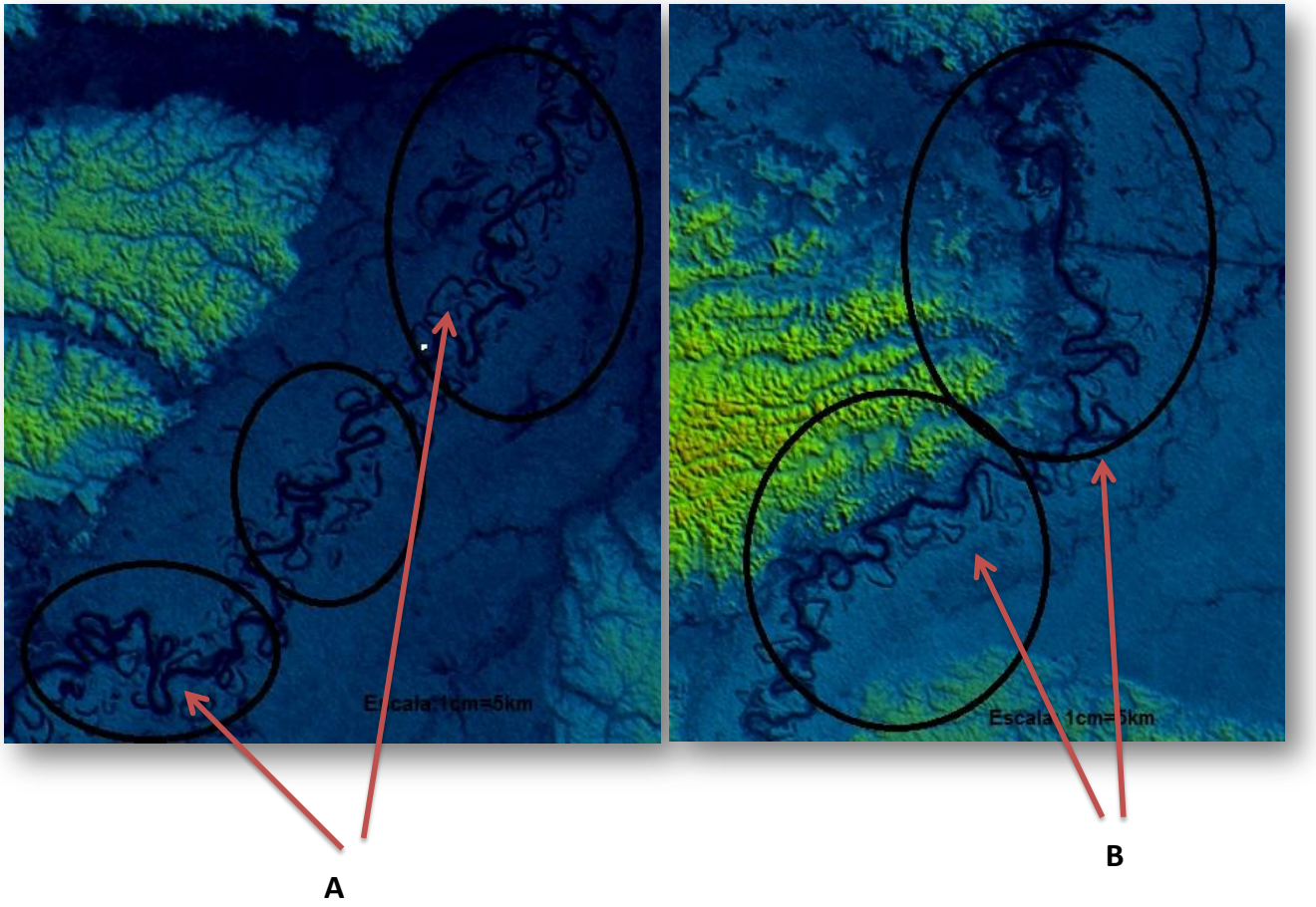


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Assim como nos trechos 1 e 2 no trecho 3 (Figura 28),também foram observadas anomalias caracterizadas por curvas abruptas na drenagem (B), presença de meandros comprimidos (A e B); anomalias caracterizadas por mudanças bruscas de 90°, apresentando meandros anômalos (A e B) e canal apresentando retilinidade, distinguindo do seu entorno meandrante (B). Observa-se que na confluência dos rios Juruá e Ipixuna, não só a calha do rio Juruá sofre uma mudança abrupta de 90º mas toda área de inundação que se encontra constituída por terraços Holocenos.

A drenagem do rio Juruá na área de estudos segue padrão de meandros irregulares e tortuosos, apresentando diversos meandros abandonados (Figura 28).

Figura 28 – Feições anômalas do trecho3 – Municípios de Mâncio Lima e Cruzeiro do Sul.



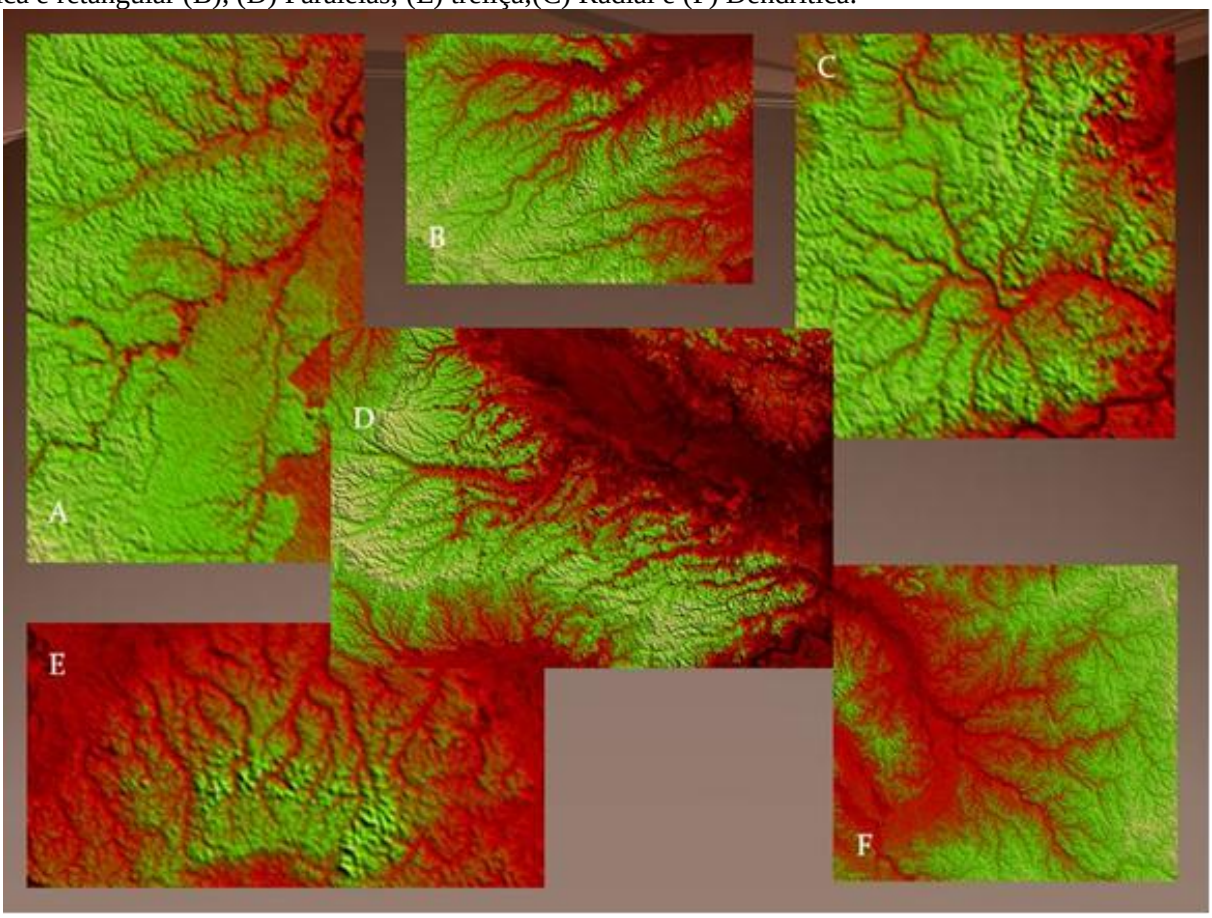
Escala: 1: 500.000

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Embora grande parte da drenagem do rio Juruá em especial o Baixo e Médio Juruá apresente uma assimetria, com a maioria dos seus afluentes principais na margem direita, na área de estudo representada pelo Alto Juruá apresenta uma certa simetria em seu curso com similares afluentes nas margens esquerda e direita.

O rio principal e seus afluentes podem ter padrões distintos, dependendo das características do substrato rochoso (sua litologia, relevo e condicionamento tectônico) que pode ser: dendrítica, retangular, anelar, centrípeto, treliça e radial como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Padrões de drenagem encontrados no Rio Juruá, onde (A) pode ser caracterizada como Dendritica e retangular (B), (D) Paralelas; (E) treliça;(C) Radial e (F) Dendrítica.



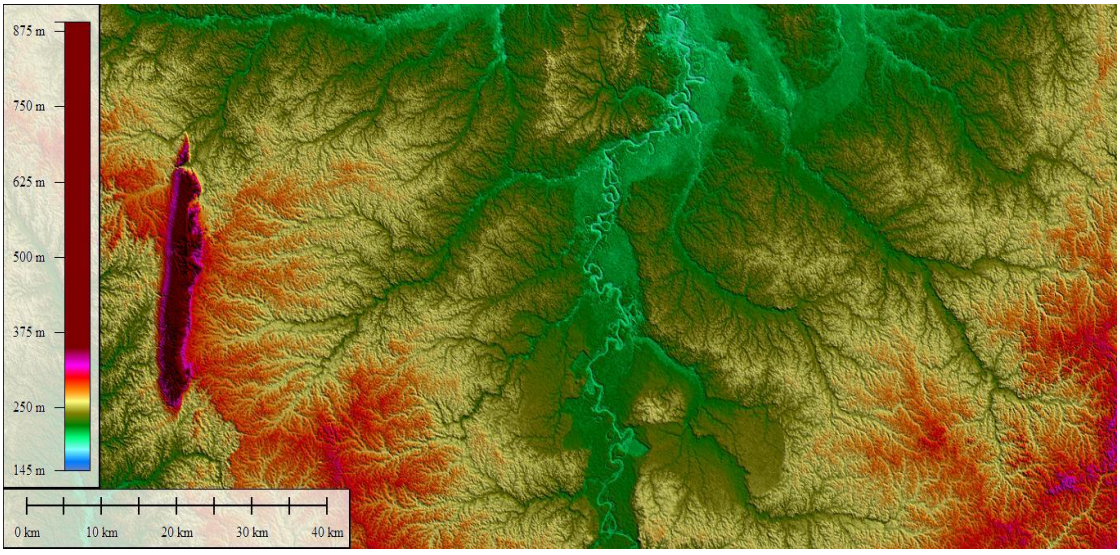
Escala: 1:500.000. **Fonte**: Elaborado pelos autores (2016).

Os resultados da análise morfoestrutural dos sistemas de drenagem do rio Juruá com apoio de dados de sensoriamento remoto permitiu concluir que o Alto Juruá apresenta: 1 - fortes evidências de feições tectônica afetando a paisagem; 2 - As anomalias de drenagem se distribuem ao longo de toda a área de estudo, isto é, revelado pelas seguintes características encontradas: lineamentos morfoestruturais coincidindo com a orientação geral das falhas identificados em estudos anteriores, predomínio de padrões de drenagem variáveis, abundância de anomalias nas drenagens tanto atuais quanto pretéritas, incluindo desvios de drenagem em ângulos retos e canais retilíneos; 3 - ocorrência localizada e abrupta de curvas meândricas; 4 - trechos de meandros comprimidos e curvas e voltas abruptas na drenagem o que destaca a necessidade de futuros estudos para uma melhor caracterização na área de estudo. De maneira geral, as análises dos padrões de drenagem, lineamentos e anomalias, realizadas na bacia, demonstram forte condicionamento das estruturas na rede de drenagem.

5.2 - Análise Morfológica da Rede de Drenagem do Alto Juruá/AC, Extraída de MDE-SRTM.

De acordo com as propriedades de drenagem citadas por Soares & Fiori (1976), podemos classificar a rede de drenagem no Alto Juruá de baixo a médio grau de integração, baixo a médio grau de continuidade, baixa a média densidade, tropia multidirecional desordenada, forte grau de controle, encontrando sinuosidade curvas, mistas e retilíneas em algumas áreas, angularidade média a alta, ângulo de junção agudo e embora grande parte da drenagem do rio Juruá em especial o Baixo e Médio Juruá apresente uma assimetria, com a maioria dos seus afluentes principais na margem direita, na área de estudo representada pelo Alto Juruá apresenta uma certa simetria em seu curso com similares afluentes nas margens esquerda e direita. (Figura 30).

Figura 30: Propriedades da Drenagem do Alto Juruá.

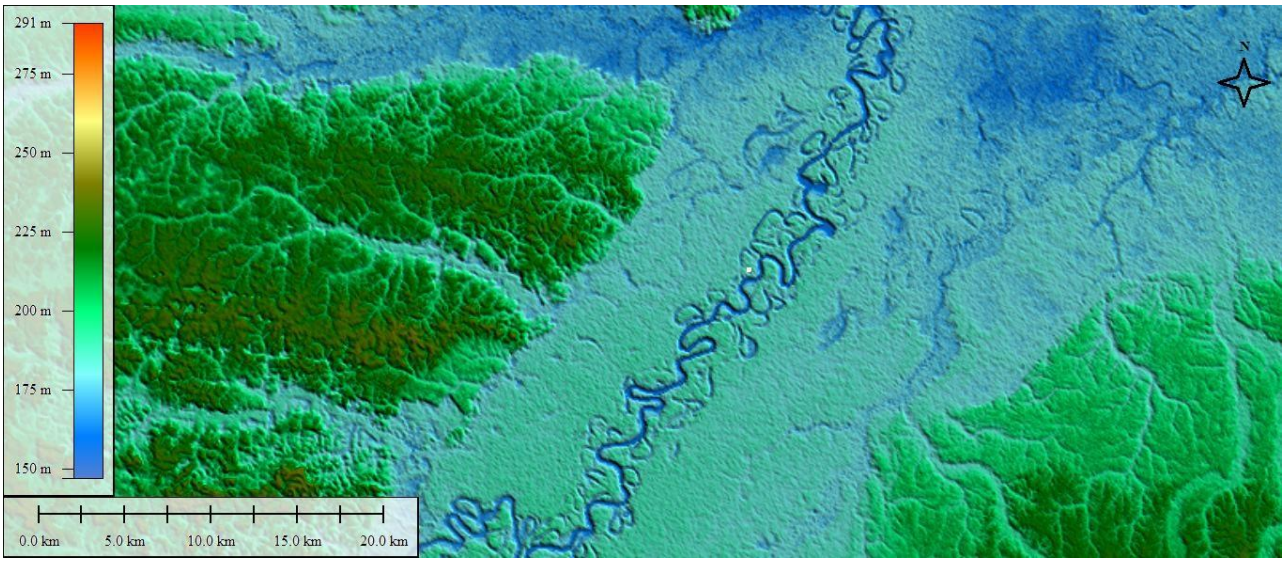


Fonte: MDE-SRTM.

Segundo Cunha (1991), a fisionomia de um rio exibida ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como retilínea, anastomosada e meândrica, constituindo o chamado padrão dos canais.

A drenagem do rio Juruá segue padrão de meandros irregulares e tortuosos com ângulos fortes, apresentando diversos meandros abandonados (Figura 31). Segundo Cunha (1991), os canais meandrantes são encontrados, com frequência em áreas úmidas coberta por vegetação ciliar, descrevem curvas sinuosas harmoniosas e semelhantes entre si.

Figura 31: Meandros tortuosos e irregulares no rio Juruá assim como meandros abandonados no município de Cruzeiro do Sul/AC.



Fonte: MDE - SRTM

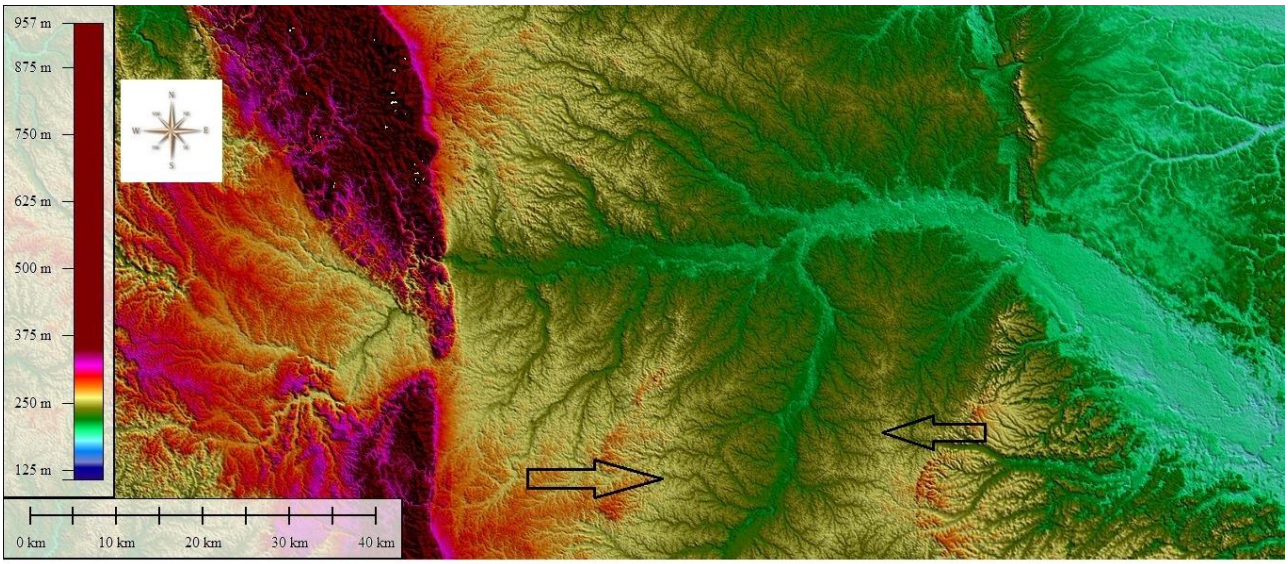
De acordo com Christofoletti (1981), os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

Uma bacia hidrográfica pode englobar diferentes padrões geométricos para seus rios e uma gama de subtipos definidos como é o caso do rio Juruá onde predomina o padrão de drenagem dendrítico e treliça embora apresenta alguns canais de padrão retangular, paralelo e radial.

Para Suguio (1988) a drenagem anelar apresenta um padrão formado por anéis concêntricos. É típica de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas formadas por camadas moles e duras.

O padrão dendrítico é encontrado praticamente em toda a bacia do Alto Juruá principalmente nos afluentes da margem esquerda próximo á Serra do Divisor (Figura32). Para Christofoletti (1988), a drenagem dentrítica (ou arborescente) apresenta desenvolvimento semelhante à configuração de ramos de uma árvore. Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. A presença de confluências em ângulos retos no padrão dentrítico constitui anomalia que frequentemente pode ser atribuída aos fenômenos tectônicos.

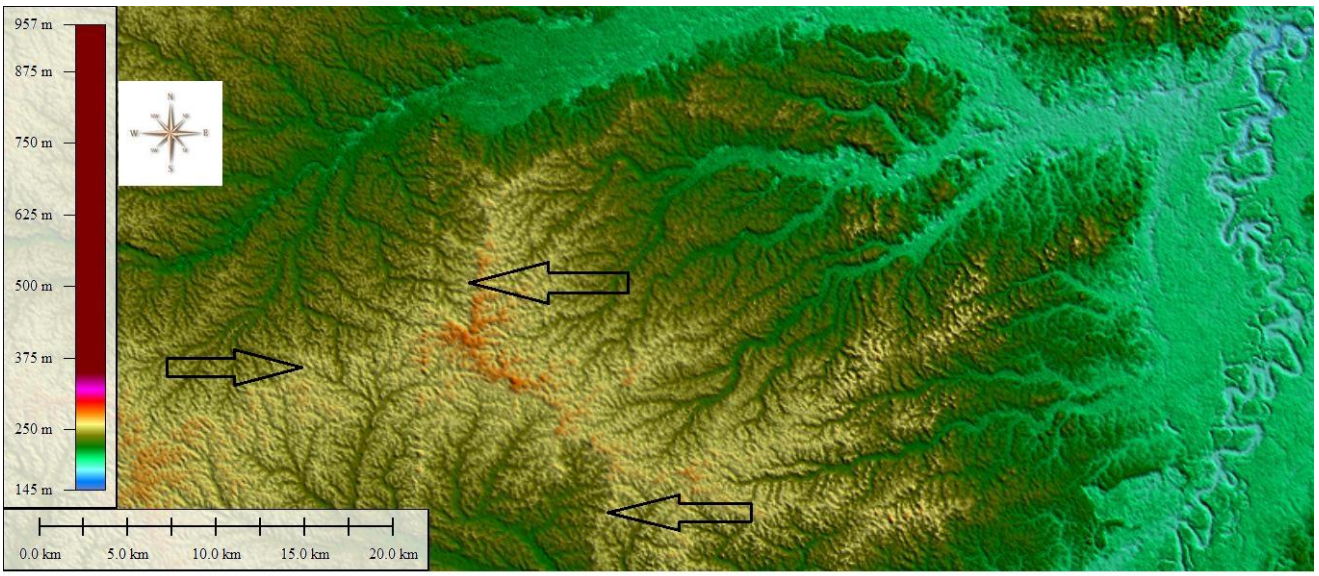
Figura 32: Presença de padrão dendrítico próximo á Serra do Divisor/ AC.



Fonte: MDE-SRTM.

O padrão treliça também predominante é encontrado em toda a área de estudos, mas principalmente nas subbacias dos afluentes do rio Juruá (Figura 33). Corroborando com Suguio (1988) o padrão em treliça é caracterizado por drenagens controladas pela estrutura geológica, com um rio principal subsequente, bem marcante e cujos tributários, nos lados opostos, com aproximadamente o mesmo tamanho, estão dispostos em ângulos retos. A presença deste padrão denota forte controle estrutural, é encontrado em estruturas falhadas e nas cristas de anticlinais.

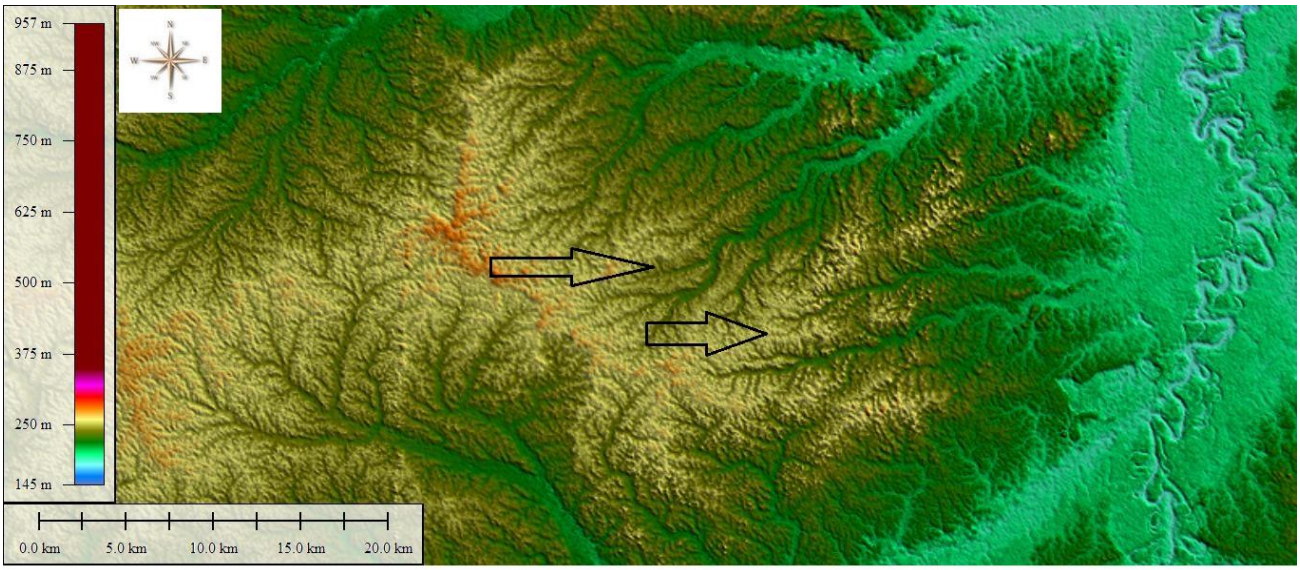
Figura 33: Padrão treliça e retangular nos afluentes do rio Juruá.



Fonte: MDE-SRTM.

O padrão paralelo embora aparecem em pouca quantidade em relação aos padrões dendrito e treliça eles são encontrados próximos nos afluentes menos expressivos da margem esquerda do rio Juruá entre os rios Paraná dos Mouras e Juruá Mirim, e na margem esquerda do rio Moa (Figura 34). A drenagem paralela caracteriza-se por cursos de água que fluem quase que paralelamente uns aos outros, em extensão considerável do terreno. Para Suguio (1988) este tipo de drenagem localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde existiam controles estruturais.

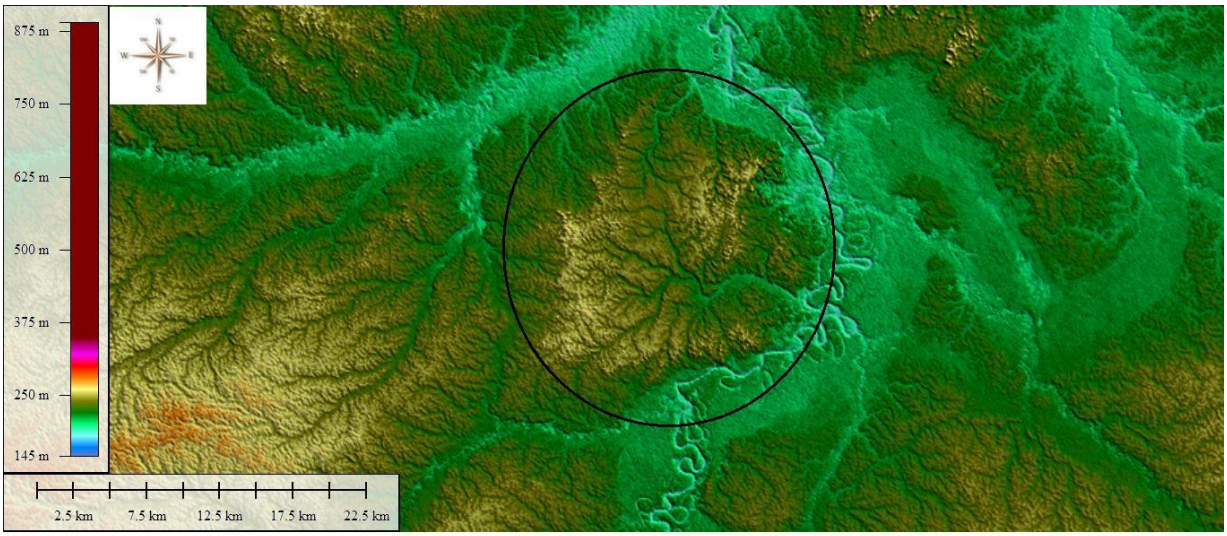
Figura 34: Padrão paralelo localizado á esquerda do rio Juruá entre os rios Paraná dos Mouras e Juruá Mirim.



Fonte: MDE-SRTM.

O padrão radial menos expressivo na área de estudos foi encontrado ás margens direita do rio Juruá e no município de Porto Walter (Figura 35). A drenagem radial é formada por correntes fluviais que se apresentam como raios de uma roda em relação a um ponto central. Pode-se desenvolver sobre os mais variados embasamentos e estruturas. Segundo Suguio (1988) ela pode ser do tipo centrífuga quando os rios divergem a partir de um ponto ou área mais elevada, como por exemplo cones vulcânicos e morros isolados. No tipo centrípeta, os rios convergem para um ponto ou área central, localizada em posição mais baixa, como em crateras vulcânicas e depressões vulcânicas.

Figura 35: Padrão radial localizado no município de Porto Walter/AC.



Fonte: MDE-SRTM.

A partir da análise dessas imagens, foi possível caracterizar a drenagem da região, segundo sua forma, padrão e propriedades.

Os resultados da análise morfológica dos sistemas de drenagem do Rio Juruá com apoio de dados de sensoriamento remoto permite concluir que na área de estudos em questão há o predomínio dos padrões de drenagem dendrítico e treliça embora apresenta alguns canais retangular, paralelo e radial. A drenagem do rio Juruá segue padrão de meandros irregulares e tortuosos com ângulos fortes, apresentando diversos meandros abandonados.

5.3 – Detecção de Paleomorfologias

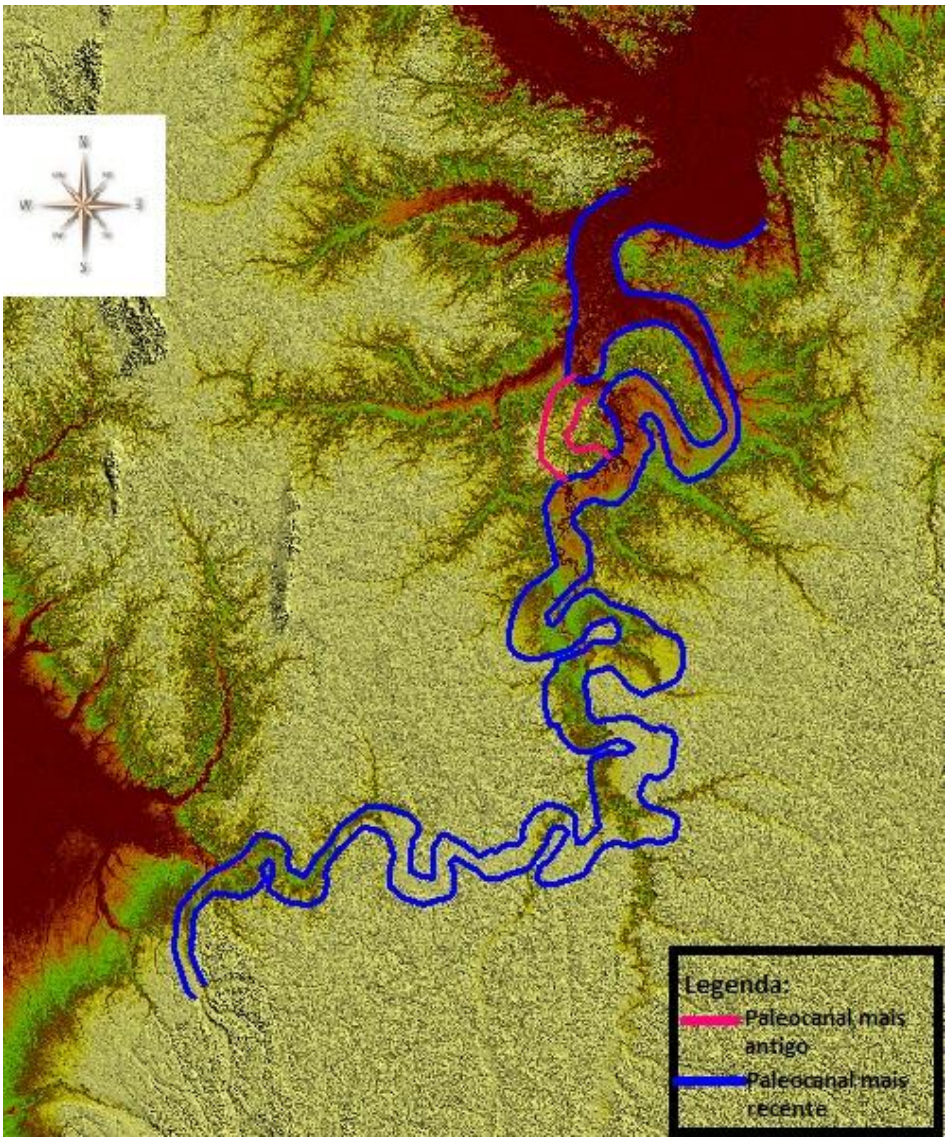
A história complexa de migração e abandono de rios na Amazônia pode ser reconstituída através da análise de diversas paleomorfologias fluviais preservadas na paisagem. Tal análise fornece informações importantes para discutir fatores que influenciaram a dinâmica e configuração dos sistemas de drenagem atuais, tais como, clima, tectônica e variação do nível do mar.

A análise de imagens torna fácil a identificação de paleomorfologias como os paleocanais na medida que apresentam um contraste na vegetação em relação a vegetação em seu entorno.

As imagens a seguir mostram a existência de feições paleomorfológicas em toda área de estudo (Figuras 36 e 37).

Através da análise das imagens SRTM foi possível destacar feições que sugerem um tributário bastante expressivo na margem esquerda do rio Juruá e que algum fator, possivelmente tectônico, tenha interrompido seu curso invertendo-o na direção contrária abandonando assim o canal (Figuras 36 e 37).

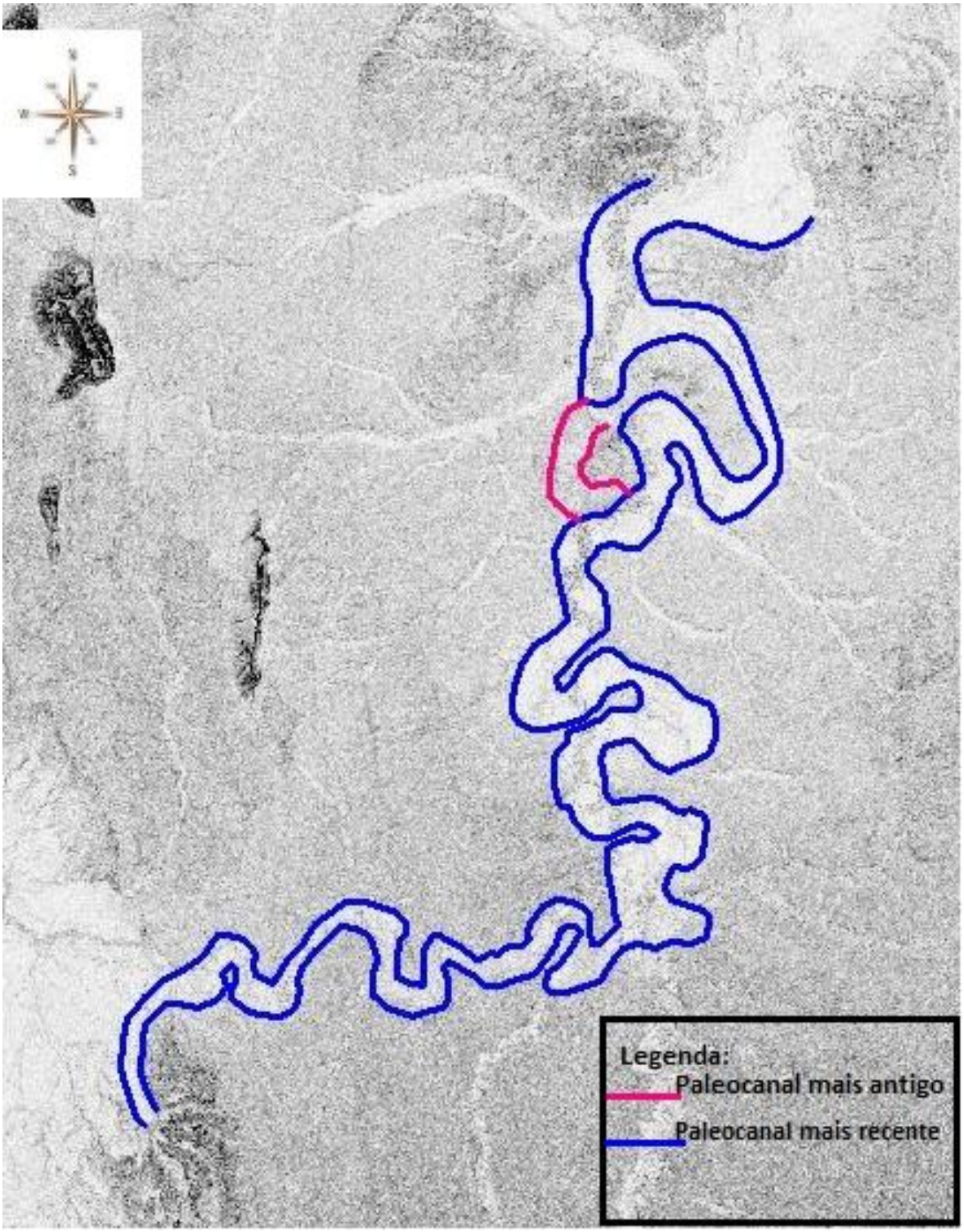
Figura 36 - Paleomorfologia no Alto Juruá



Fonte: Dados/SRTM – Escala 1:25.000

As mudanças na paisagem da região do Alto Juruá ocorreram em épocas distintas, de acordo com a análise dos canais abandonados observados nas imagens. Isso se percebe em especial no tributário abandonado da margem esquerda onde já não se consegue diferenciar sua reflectância com o seu entorno.

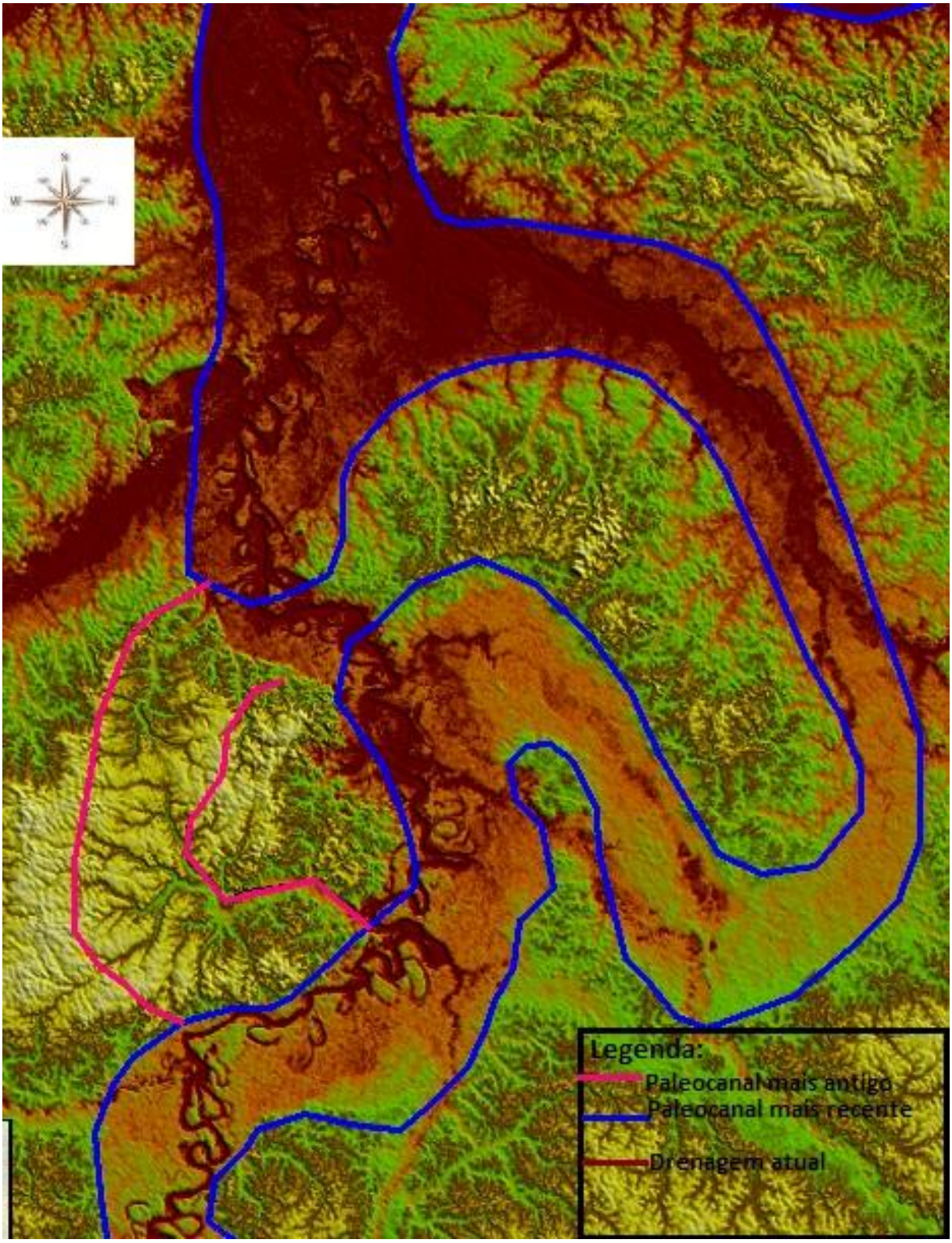
Figura 37 - Paleomorfologia no Alto Juruá



Fonte: Dados/SRTM - Escala 1:10.000

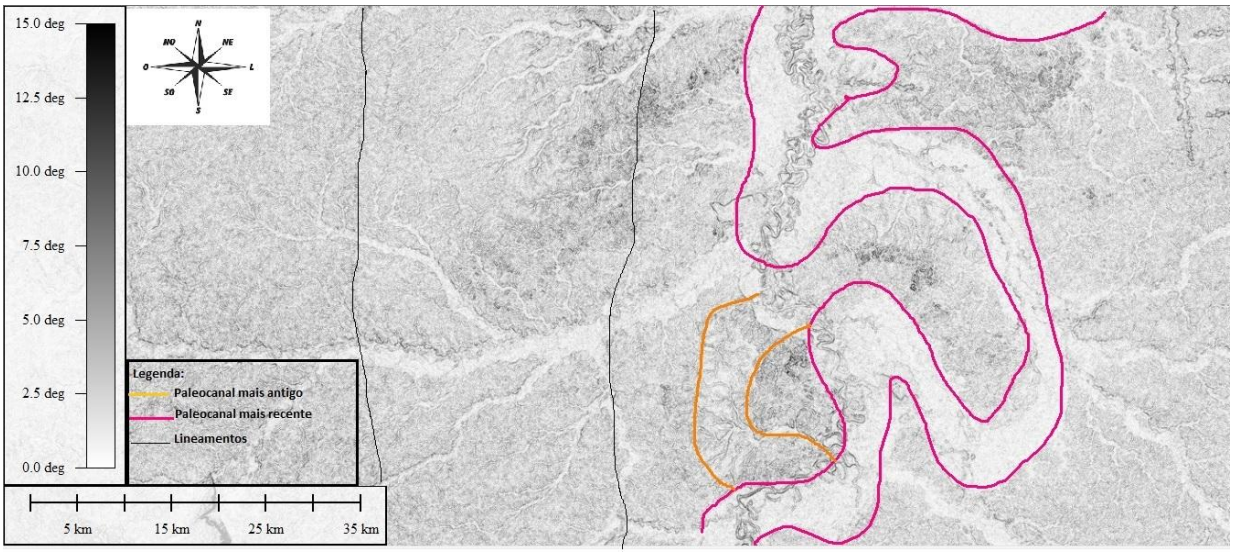
O mesmo acontece com as feições encontradas próximas ao município de Cruzeiro do Sul onde o rio mudou seu curso bruscamente num passado pretérito o que provavelmente tenha ocorrido em dois estágios (Figuras 38, 39 ,40 e 41).

Figura 38 - Presença de paleocanal próximo ao muncipio de Cruzeiro do Sul .



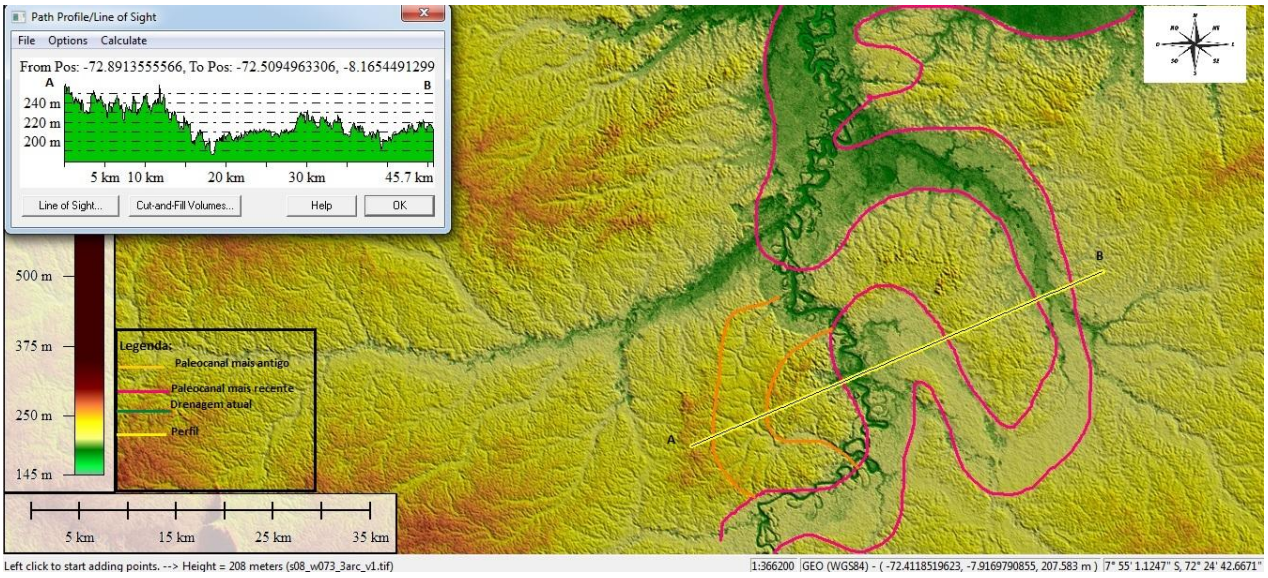
Fonte:Dados SRTM – Escala 1:5000

Figura 39- Canal abandonado apresentando trecho anômalo com curvas expressivas próximo á Cruzeiro do Sul – AC.



Fonte:Dados SRTM

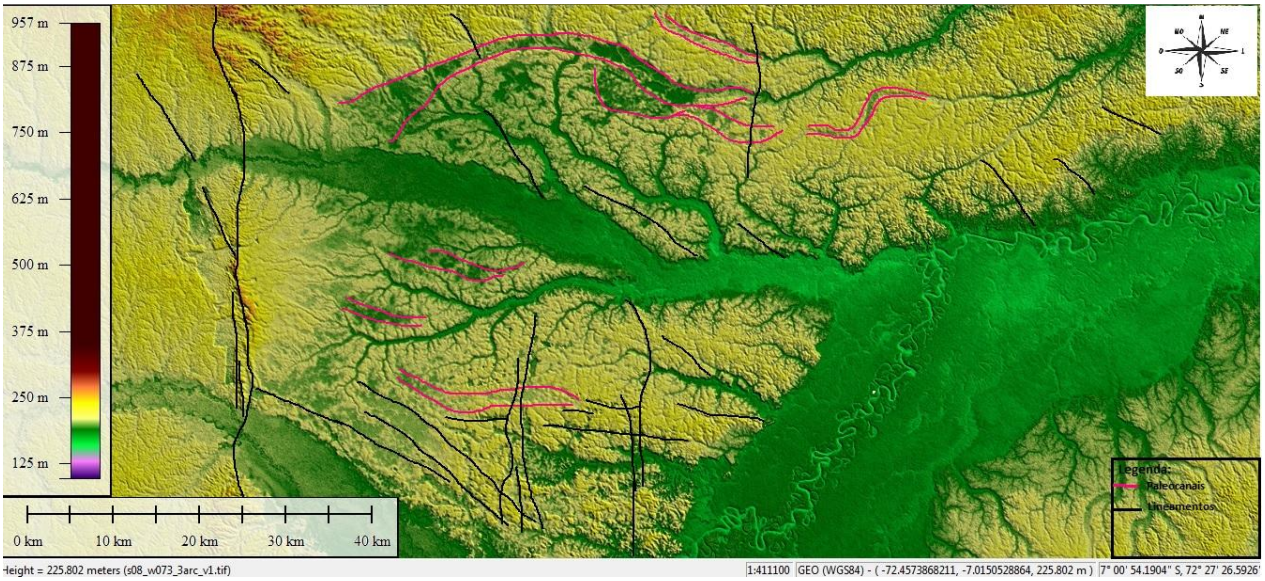
Figura 40 - Canal abandonado apresentando trecho anômalo com curvas expressivas próximo á Cruzeiro do Sul – AC.



Fonte:Dados SRTM

Segundo Bishop (1982) um canal fluvial tende a seguir o caminho mais fácil e que acompanhe a declividade regional. Sendo assim, a identificação da ocorrência de um trecho do canal com fluxo que discorde da declividade, sugere a imposição de um desvio que pode estar associado a uma litologia distinta ou a estruturas que podem, por sua vez, correlacionar-se a eventos neotectônicos.

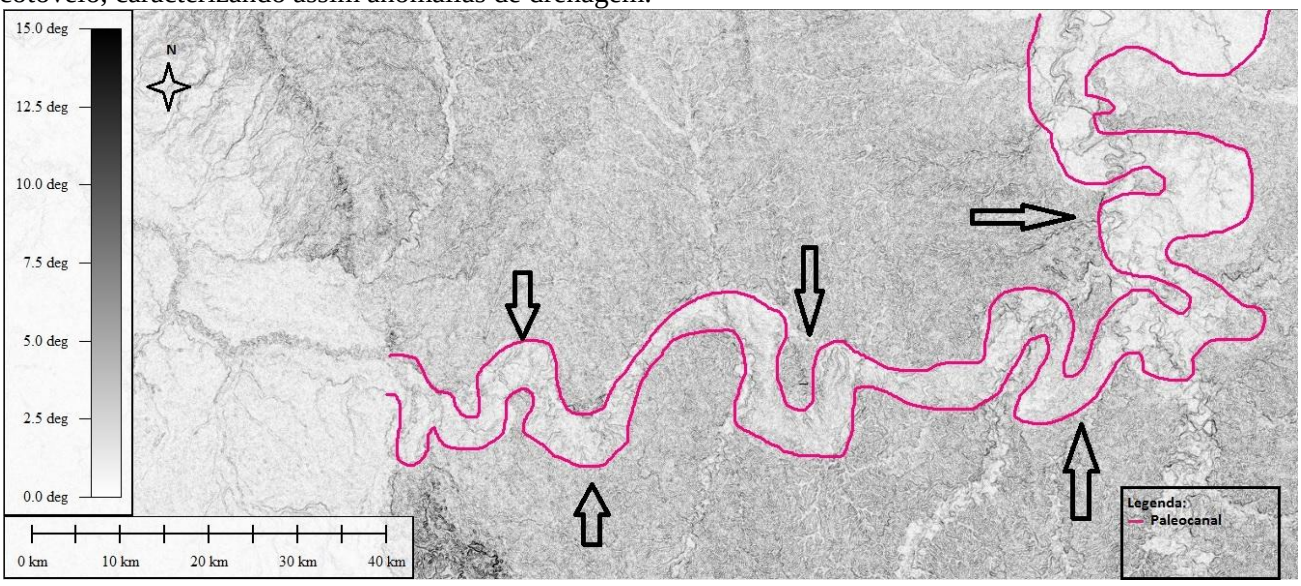
Figura 41 – Paleocanais na região de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima.



Fonte:Dados SRTM

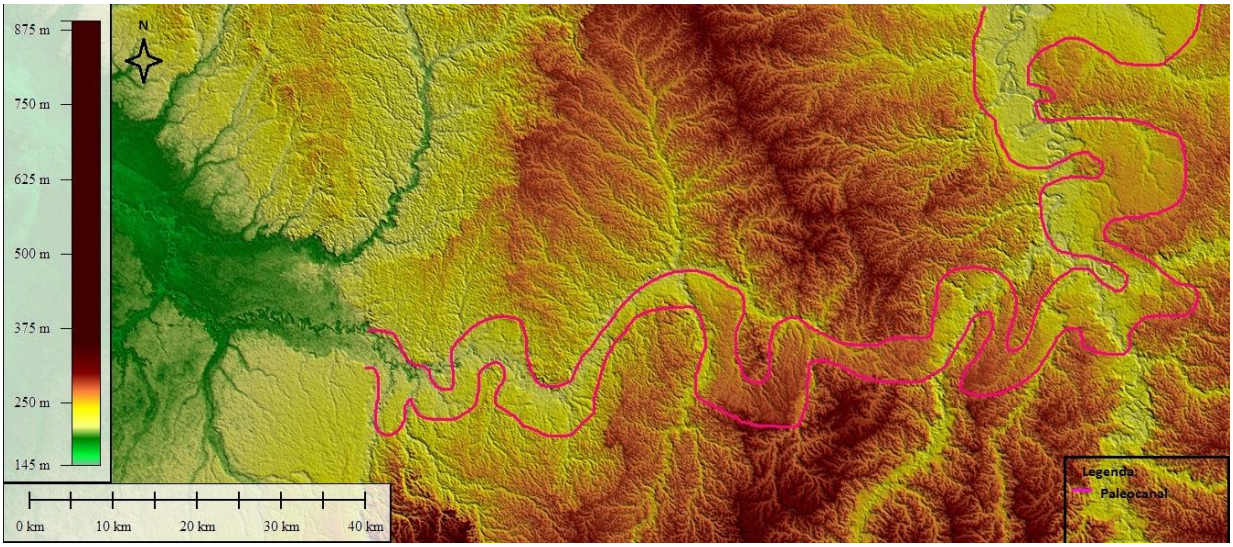
Na região próxima a Marechal Thaumaturgo foi observada a principal mudança de curso do rio Juruá, ou seja, há indícios que nesta região o rio em algum período Geológico tenha sofrido uma das suas principais transformações. De acordo com as imagens nota-se que ele perdeu um de seus principais afluentes, ou sua antiga nascente já que o paleocanal é de uma extensão maior que sua atual nascente (Figuras 42 e 43).

Figura 42 - Canal abandonado apresentando curvas e voltas abruptas em ângulos de 90°, em forma de cotovelo, caracterizando assim anomalias de drenagem.



Fonte: Dados SRTM

Figura 43 – Canal abandonado na região de Marechal Thaumaturgo

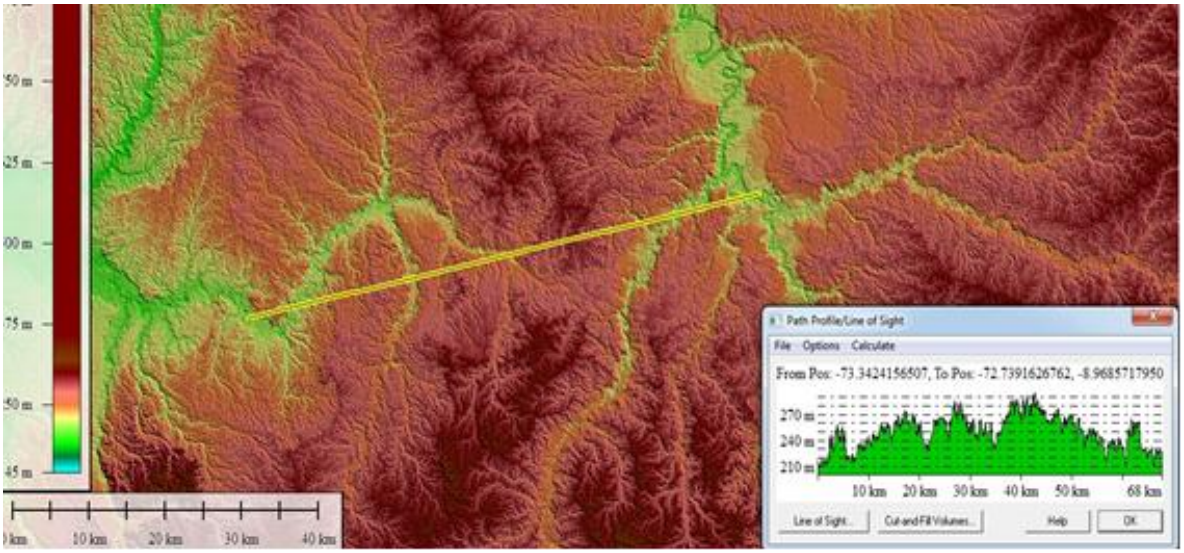


Fonte: Dados SRTM

Os paleocanais possuem formas sinuosas e meandrantes. Anomalias de drenagem também podem ser reconhecidas no sistema de paleodrenagem, o que é indicada por frequentes mudanças bruscas na direção dos paleocanais, configurando desvios em ângulo reto.

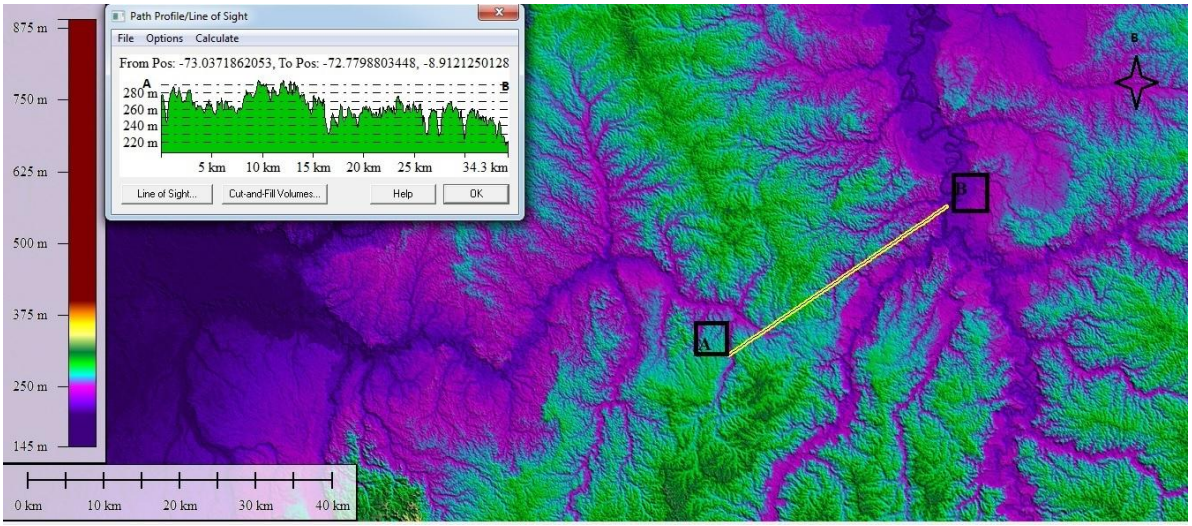
Verifica-se uma elevação no relevo exatamente na região onde se observou que houve uma ruptura do curso d´água como mostram as Figuras 44, 45 e 46.

Figura 44 – Perfil do relevo na região de Marechal Thaumaturgo



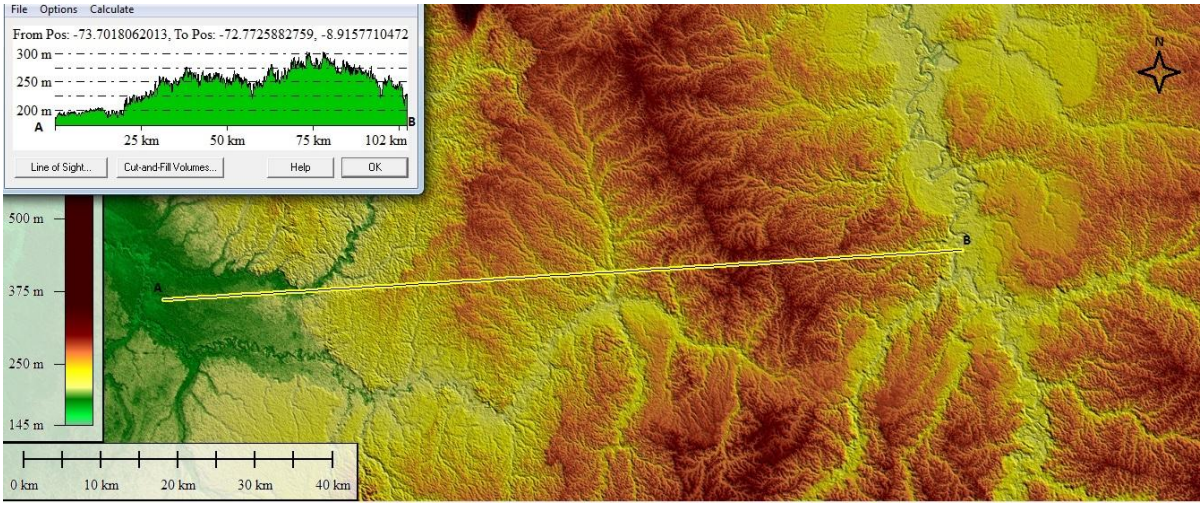
Fonte: Dados SRTM

Figura 45 – Perfil do relevo na região de Marechal Thaumaturgo



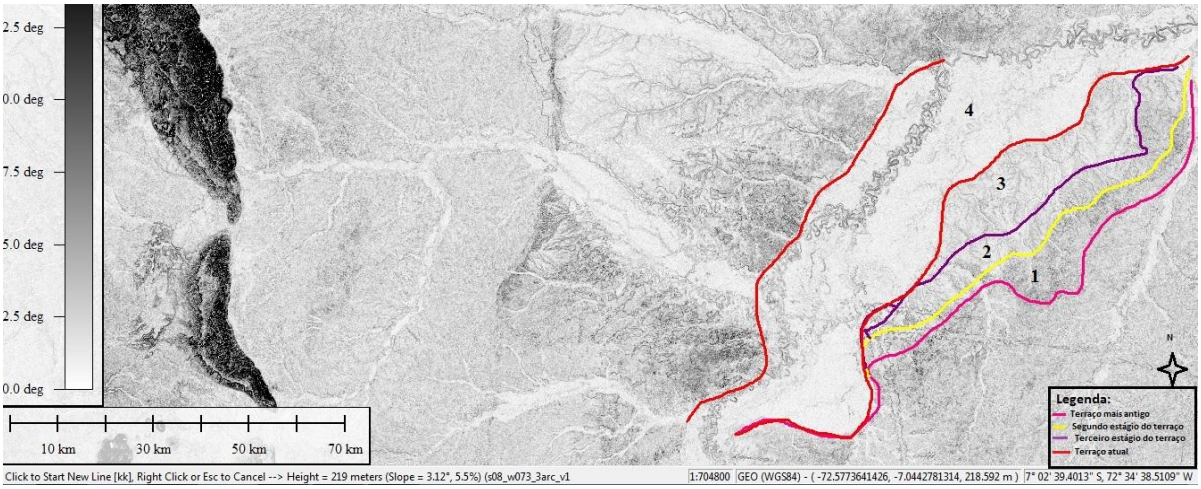
Fonte: Dados SRTM

Figura 46 – Perfil do relevo na região de Marechal Thaumaturgo



Fonte: Dados SRTM

Figura 47 – Terraços Holocenos na região de Cruzeiro do Sul.



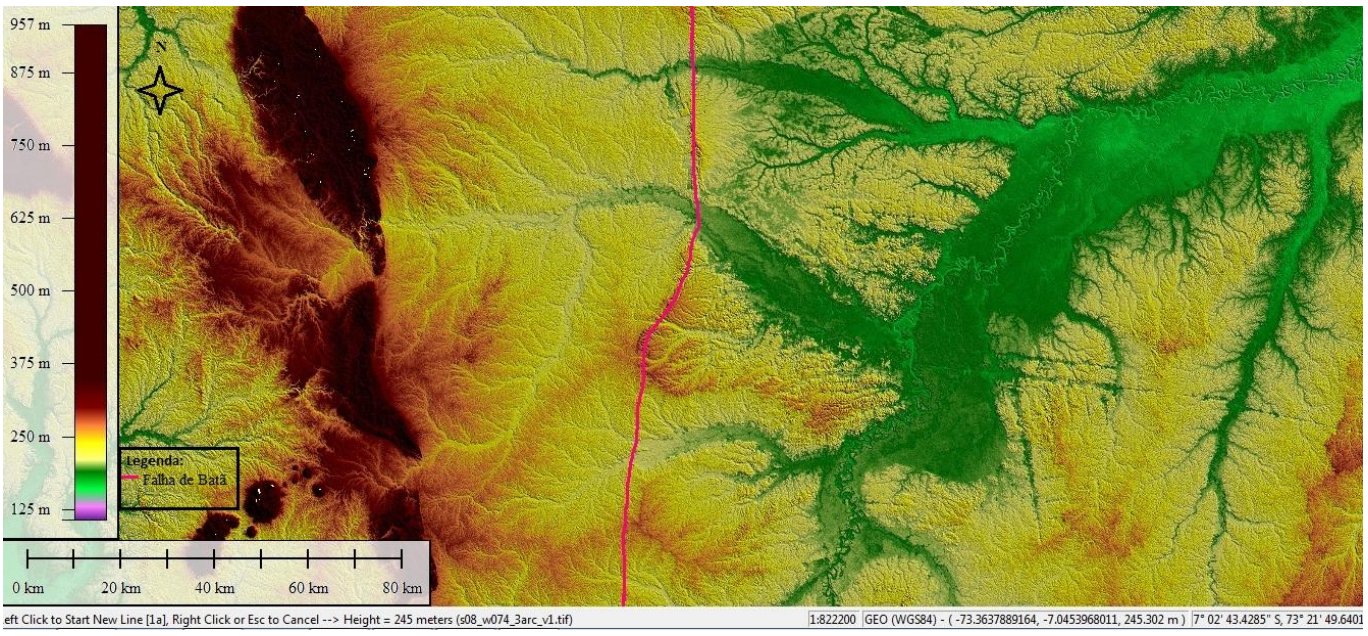
Fonte: Dados SRTM

De acordo com dados SRTM, foram identificados 4 níveis de terraços, Holocênicos e Pleistocênicos na região de Cruzeiro do Sul, como mostra a Figura 47. Estes terrenos são caracterizados por inúmeras marcas de paleodrenagem em sua superfície na forma de paleovales e meandros colmatados. Esta unidade é constituída por planícies fluviais e fluviolacustres elaboradas em sedimentos aluviais recentes e correspondem às várzeas permanentemente alagadas e inundáveis do rio Juruá. A superfície do relevo é caracterizada por diversas linhas de crescimento de meandros, cicatrizes e marcas de meandros semicirculares, bem como uma variedade de lagos e aluviões fluviolacustres.

5.4 – Lineamento Morfoestruturais sobre Drenagem e Relevo.

Na área de estudo, diversos pontos com ocorrência de falhas afetando a paisagem apresentam importante correlação com os padrões de lineamentos e anomalias de drenagem, sendo que a de mais expressão encontrada é a Falha de Batã que percorre quase toda a região (Figuras 48 e 49).

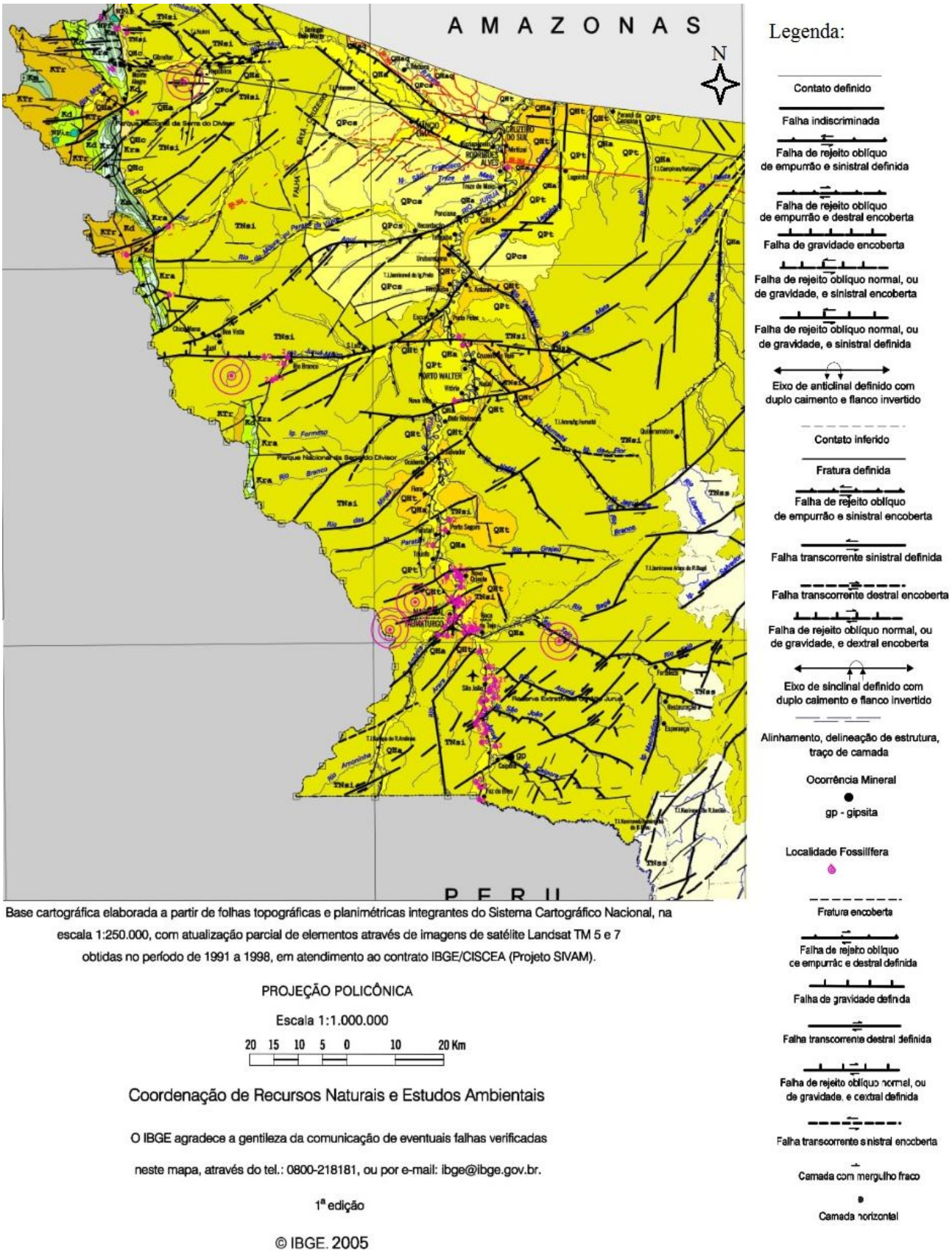
Figura 48 – Falha de Batã



Fonte: Dados SRTM

Foram encontradas diversas feições fisiográficas (positivas ou negativas) além de mudanças tonais dentro de uma cena identificados como lineamentos. As feições fisiográficas são representadas por linhas de vales e cristas lineares de relevo, que são interpretadas como fraturas presentes nas rochas.

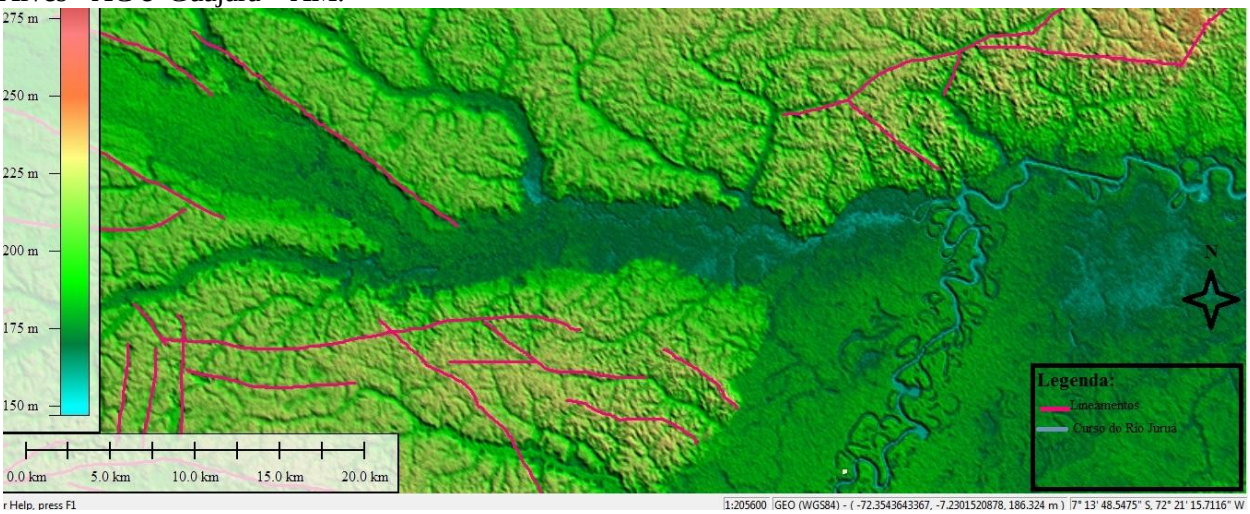
Figura 49 – Sistema de Falhas na área de estudos



FONTE: adaptado de IBGE (2005)

A análise da rede de drenagem da área de estudo revelou inúmeros canais retilíneos, que se destacam das demais drenagens, definindo lineamentos morfoestruturais. Foram encontrados diversos lineamentos de diversas direções, porém os de maior destaque são os de direção NW/SE caracterizados ao longo de toda área de estudo (Figuras 50, 51, 52 e 53).

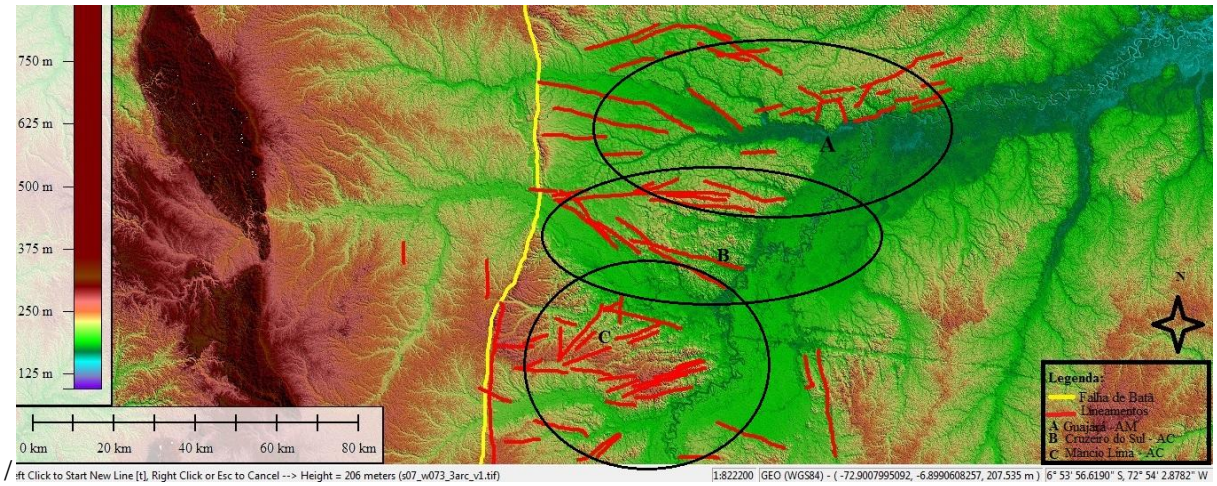
Figura 50 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem nos municípios de Rodrigues Alves - AC e Guajará – AM.



Fonte: Dados SRTM

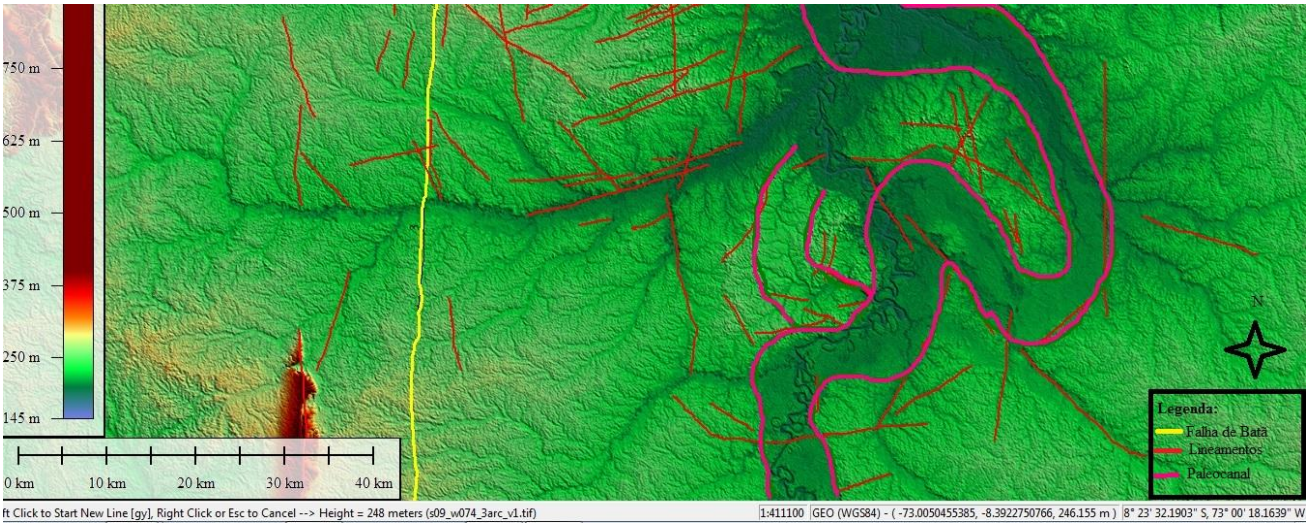
Na confluência dos rios Juruá e Ipixuna no município de Guajará no estado do Amazonas há a presença de lineamentos morfoestruturais de direção NW/SE, bem como no município de Cruzeiro do Sul no Acre predomina lineamentos na mesma direção diferente dos lineamentos no município de Mância Lima – AC, onde predomina lineamentos na direção NW/NE (Figura 51).

Figura 51 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem nos municípios Guajará – AM, Cruzeiro do Sul – AC , Mâncio Lima – AC e Rodrigues Alves - AC.



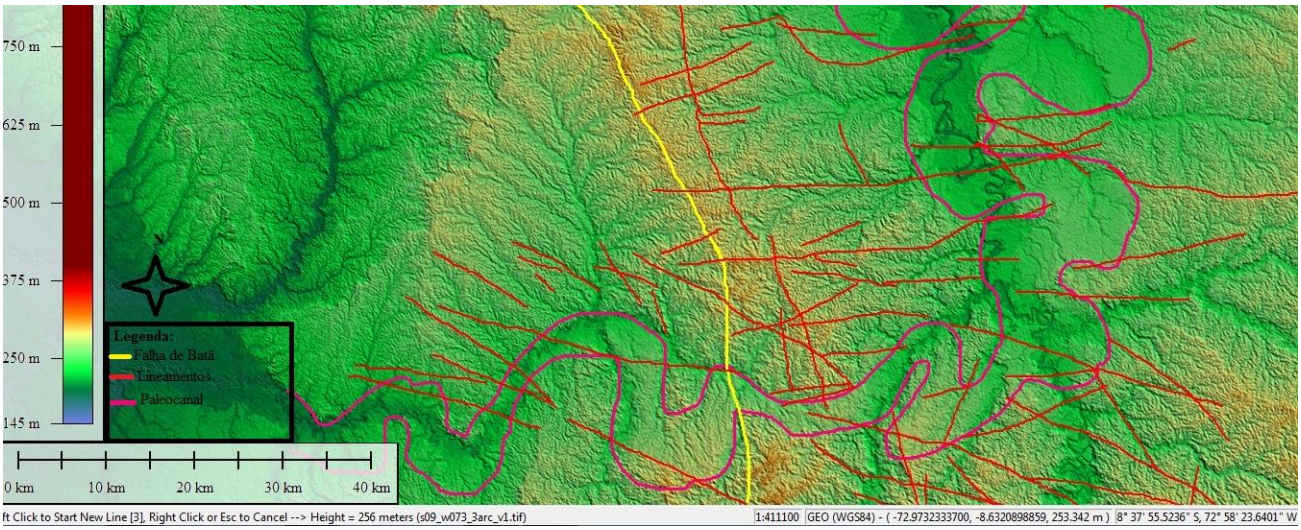
Fonte: Dados SRTM

Figura 52 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem no município de Porto Walter-AC



Fonte: Dados SRTM

Figura 53 - Lineamentos morfoestruturais sobre o relevo e drenagem no município de Marechal Thaumaturgo – AC



Fonte: Dados SRTM

6 - CONCLUSÃO

Os resultados da análise morfoestrutural dos sistemas de drenagem do Rio Juruá com apoio de dados de sensoriamento remoto permite concluir que o Alto Juruá apresenta fortes evidências de feições tectônica afetando a paisagem.

Através da análise das imagens SRTM foi possível destacar feições que sugerem um tributário bastante expressivo na margem esquerda do rio Juruá e que algum fator, possivelmente tectônico, tenha interrompido seu curso invertendo-o na direção contrária abandonando assim o canal. De acordo com dados SRTM, foram identificados 4 níveis de terraços Holocenos na região de Cruzeiro do Sul.

Foram encontrados diversos lineamentos de diversas direções, porém os de maior destaque são os de direção NW/SE caracterizados ao longo de toda área de estudo. A análise da rede de drenagem da área de estudo revelou inúmeros canais retilíneos, que se destacam das demais drenagens, definindo lineamentos morfoestruturais. Foram observados diversos pontos com ocorrência de falhas afetando a paisagem que apresentam importante correlação com os padrões de lineamentos e anomalias de drenagem.

As anomalias de drenagem se distribuem ao longo de toda a área de estudo, isto é, revelado pelas seguintes características encontradas: lineamentos morfoestruturais coincidindo com a orientação geral das falhas identificados em estudos anteriores, predomínio de padrões de drenagem variáveis, abundância de anomalias nas drenagens tanto atuais quanto pretéritas, incluindo desvios de drenagem em ângulos retos e canais retilíneos; 3 - ocorrência localizada e abrupta de curvas meândricas; 4 - trechos de meandros comprimidos e curvas e voltas abruptas na drenagem o que destaca a necessidade de futuros estudos para uma melhor caracterização na área de estudo. De maneira geral, as análises dos padrões de drenagem, lineamentos e anomalias, realizadas na bacia, demonstram forte condicionamento das estruturas na rede de drenagem.

7 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AB'SABER, A.N. 1982. The paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia, p. 41 — 59, in: Biological Diversification in the Tropics (ed. Prance, G.T.). Columbia Univ. Press, New York.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE): *aspectos socioeconômicos e ocupação territorial*. Fase I. Escala 1:1.000.000. Rio Branco: vol. II, SECTMA, 2000.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE): Fase II. Escala 1:250.000. Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), 2006.

ACRE. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre.Zoneamento ecológico-econômico do Acre: fase II: documento síntese: escala 1:250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2ª edição, 2010. 354 p.

ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Plano estadual de recursos hídricos do Acre – Rio Branco: SEMA, 2012. 243p

ALMEIDA-FILHO, R.; MIRANDA, F. P. Mega capture of the Rio Negro and formation of the Anavilhanas Archipelago, Central Amazônia, Brazil: Evidences in na SRTM digital elevation model. Remote Sensing of Environment, v. 110, p. 387-392, 2007.

AMARAL, E.F. do *et al*. Solos do Acre. Rio Branco: SEMA/IMAC. Rio Branco: SEMA/IMAC. Artigo produzido para o ZEE Fase II, 2006. Trabalho nao publicado.

AMARAL, E. F. Estratificação de ambientes para a gestão ambiental e transferência de conhecimento, Estado do Acre, Amazônia Ocidental. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. (Tese de doutorado).

ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema Hidroweb. Disponível em: <www.hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em 06/10/2015.
ASSUMPÇÃO, M. Terremotos no Brasil. Revista Ciência Hoje, v. 1, n.6,1983.

ASSUMPÇÃO, M. Sismotectónica y esfuerzos en Brasil. Física da Terra, v.10, p. 149-166, 1998.

BARDALES, N.G. Gênese, morfologia e classificação de solos do Baixo Vale do rio Iaco, Acre,Brasil. Viçosa, 2005. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

BARROS, A. M.; ALVES, E. D. de O.; ARAÚJO, J. F. V.; LIMA, M. I. C. de; FERNANDES, C. A. C.Geologia. In:_____: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. Folha

SB/SC.18 – Javari/Contamana. Rio de Janeiro: DNPM, 1977, p.17101. (Levantamento de Recursos Naturais, 13)

BEZERRA, P.E.L. (2003) Análise estrutural da Drenagem. IBGE. Belém.

BISHOP, P. 1982. Stability or change: a review of ideas on ancient drainage in eastern New South Wales. Australian Geographer, 15: 219-230.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral.Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 19 Rio Branco; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).

BURBANK, D. W.; ANDERSON, R. S. Tectonic geomorphology. London: Blackwell Science, 2001. 274p.

CAVALCANTE, L. M. Geologia do Estado do Acre. Rio Branco: SEMA/IMAC. Artigo produzido para ZEE Fase II, 2006.42p. (trabalho não publicado).

CAVALCANTE, L. M. Aspectos geológicos do estado do Acre e implicações na evolução da paisagem / Luciana Mendes Cavalcante. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. Geomorfologia. São Paulo, Ed. Edgard Blücher. 174p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. Vol. 1. Ed. Edgar Blücher Ltda. 1ª ed. SP. 1988.

CUNHA, F. Morfologia e neotectonisno do rio Amazonas. Anais do 3 Simpósio de Geologia da Amazônia, (pp. 193-210). Belém, 1991.

DEFFONTAINES, B.; CHOROWICZ, J. Principles of drainage basin analysis from multisource data: application to the strutural analysis of the Zaire Basin. Tectonophysics, v. 194, p. 237-263, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

ETCHEBEHERE, M.L.C. & SAAD, A.R. Fácies e associações de fácies em depósitos neoquaternários de terraço na bacia do Rio do Peixe, região ocidental paulista. Geociências, 2003.

FEIJO, F. J.; SOUZA, R. G. Bacia do Acre. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 8, n. 1, p. 9-16, 1994.

FERNANDES, M.R. e SILVA, J. C. Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias - Belo Horizonte: EMATERMG. 24p. 1994.

FRAILEY, C.D., Lavinia, E.L., Rancy, A. & Pereira de Souza, J. 1988. A proposed Pleistocene/Holocene lake in the Amazon Basin and its significance to Amazonian geology and biogeography. Acta Amazonica 18: 119 — 143.

FRANZINELLI, E.; IGREJA, H. L. S. Utilização de sensoriamento remoto na investigação na área do baixo Rio Negro e Grande Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6, 1990, Manaus. Anais... São José
dos Campos: INPE, 1990. p. 641-648.

GONTIJO, A. H. F. Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Estadual de São Paulo – Campus Rio Claro, 1999.

GOUDIE, A. S. Encyclopedia of geomorphology. Oxford: Routledge, 2004. 1156p.

GUERRA, A. T. Estudo geográfico do território do Acre. Rio de Janeiro: IBGE, 1955. 294 p.

GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. D. F.; VALERIANO, M. D. M. Applying DEM-SRTM for reconstructing a late Quaternary paleodrainage in Amazonia. Earth and Planetary Science Letters, v. 297, n. 1-2, p. 262-270. Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.epsl.2010.06.028, 2010a.

HAYAKAWA, E. H.; ZANI, H.; ANDRADES FILHO, C. D. O.; BERTANI, T. C.; ROSSETTI, D. D. F. Identificação de paleocanais na Bacia Amazônica a partir de dados de Sensoriamento Remoto. Revista de Geografia, v. Especial, n. 1, p. 20-32, 2010b.

HOWARD A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 51, p. 2246-2259, 1967.

HOORN, C.; WESSELINGH, F. P.; STEEGE, H. ter; BERMUDEZ, M. A.; MORA, A.; EVINK, J.; SANMARTIN, I.; SANCHEZ-MESEGUER, A.; ANDERSON, C. L.; FIGUEIREDO, J. P.; JARAMILLO, C.; RIFF, D.; NEGRI, F. R.; HOOGHIEMSTRA, H.; LUNDBERG, J.; STADLER, T.; SARKINEN, T.; ANTONELLI, A. Amazonia through time: andean uplift, climate change, landscape evolution and biodiversity. Science, v. 330, n. 6006, p. 927-31, 12 nov. 2010.

IBGE/CISCEA/SIVAM. SIG, produto digital (inédito), 1999.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspective em recursos terrestres. 2. ed., p.0-598. São José dos Campos: Parêntese, 2011.

KRONBERG, B. I.; FRALICK; BENCHIMOL. Late quaternary sedimentation and palaeohydrology in the Acreforeland basin, SW Amazonia. Basin Research, v. 10, n. 3, p. 311-323, 1998.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; CREMON, E. H.; et al. LateQuaternary megafans, fans and fluvio-aeolian interactions in the Bolivian Chaco, Tropical South Americal. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, no prelo.

LATRUBESSE, E.; RANCY, A.; RAMONELL, C.G.; SOUZA FILHO, J.P. de. A Formação Solimões: Uma formação do Mio-Plioceno da Amazônia Sul-Ocidental. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4., Belém. Boletim de Resumos Expandidos. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Norte, p.204-205. 1994.

LATRUBESSE, E. M.; RANCY, A. Neotectonic influence on tropical rivers of southwestern Amazon during the late Quaternary: the Moa an Ipixuna river basins, Brazil. Quaternary International, v. 72, p. 67-72, 2000.

LATRUBESSE, E.M., FRANZINELLI, E. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. Geomorphology, v. 44, p. 241–257, 2002.

LIU, C. C. Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro. 1984. 157 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

MANTELLI, L. R.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. G.; VALERIANO, M. M. Applying SRTM digital elevation model to unravel Quaternary drainage in forested areas in northeastearn Amazonia. Computers & Geosciences, v. 35, p. 2331-2337, 2009.

MARRIOTT, S. B. Analysis and modelling of overbank deposits. In: ANDERSON, M. A.; WALLING, D. E.; BATES, P. D. (eds) Floodplain processes. Chichester: Wiley, 1996. p. 63-93.

MARTZ, L. W.; GARBRECHT, J. Numerical definition of drainage networks and. Computers and. Geosciences , 18, 747–761, 1992.

MCCAULEY, J. F.; BREED, C. S.; SCHABER, G. G.; MCHUGH, W. P.; ISSAWI, B.; HAYNES, C. V.; GROLIER, M. J.; EL KILANI, A. Paleodrainages of the eastern Sahara - the radar rivers revisited (SIR-A/B implications for a mid-Tertiary trans- African drainage system). IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 24, p. 624-648, 1986.

MCCAULEY, J. F.; SCHABER, G. G.; BREED, C. S.; GROLIER, M. J.; HAYNES, C. V.; ISSAWI, B.; ELACHI, C.; BLOM, R. Subsurface valleys and geoarchaeology of the eastern Sahara revealed by shuttle radar. Science, v. 218, p. 1004-1020, 1982.

MCCAULEY, J. F.; BREED, C. S.; SCHABER, G. G.; MCHUGH, W. P.; ISSAWI, B.; HAYNES, C. V.; GROLIER, M. J.; EL KILANI, A. Paleodrainages of the eastern Sahara - the radar rivers revisited (SIR-A/B implications for a mid-Tertiary trans- African drainage system). IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 24, p. 624-648, 1986.

MCHUGH, W. P.; MCCAULEY, J. F.; HAYNES, C. V.; BREED, C. S.; SCHABER, G. G. Paleorivers and Geoarcheology in the Southern Egyptian Sahara. Geoarcheology, v. 3, p. 1-40, 1988.

MENDONÇA, Bruno Araujo Furtado de, M.SC., Geoambientes, pedogênese e uso da terra no setor norte do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa. 2007.

MITRA, D.; TANGRI, A.; SINGH, I. B. Channel avulsions of the Sarda River system, Ganga Plain. International Journal of Remote Sensing, v. 26, n. 5, p. 929-936, 2005.
MMA. Ministério do Meio Ambiente. Base de dados geoespaciais gratuita. Disponível em: <www.mma.gov.br> link geoprocessamento/i3Geo. Acesso em 30/09/2015.

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

PAILLOU, P.; SCHUSTER, M.; TOOTH, S.; FARR, T.; ROSENQVIST, A.; LOPEZ, S. Mapping of a major paleodrainage system in eastern Libya using orbital imaging radar: The Kufrah River. Earth and Planetary Science Letters, v. 277, n. 3-4, p. 327- 333, 2009.

PIMIENTA, J. Modifications climatiques et subsidence récent affectant le glacis sud du Bassin de l' Amazone. CR. Academie Science, v. 246, p. 2268-2271, 1958.

PRANCE, G.T. 1985. The Pollination of Amazonian Plants. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (eds.) Amazonia. Oxford, Pergamon Press. pp. 166-191.

PYE, K. Sediment transport and depositional processes. Blackwell. Oxford. 1994. 397p.

RADAMBRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RadamBrasil. Folhas SB-20; SC-19 e SC-20: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Rio de Janeiro: DNPM, 1978.

RAMASAMY, S. N.; BAKLIWAL, P. C.; VERMA, R. P. Remote sensing and river migration in Western India. International Journal of Remote Sensing, v. 12, n. 12, p. 2597-2609, 1991.

ROSSETTI, D. D. F.; VALERIANO, M. M. Evolution of the lowest amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. Catena, v. 70, n. 2, p. 253-265, 2007.

ROSSETTI, D. F.; GOES, A. M. Late quaternary drainage dynamics in northern brazil based on the study of a large paleochannel from southwestern marajó island. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 80, n. 3, p. 1-15, 2008.

ROSSETTI, D. F. Multiple remote sensing techniques as a tool for reconstructing late Quaternary drainage in the Amazon lowland. Earth Surface Processes and Landforms, v. 35, p. 1234-1239, 2010.

SAADI, A. 1993. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretações preliminares. Geonomos, v. 1(1), p. 1-15, 1993.

SANTOS M.L., Stevaux J.C., Gasparetto N.V.L., Souza Filho E.E. 2008. Geologia e geomorfologia da planície do rio Ivaí-PR. Revista Brasileira de Geomorfologia, **9**:23-34.

SCHOBBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S. et al. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistemas de Informações Geográficas137 SIG Programa Geologia do Brasil. CD-ROM ed., p.2000. Brasília: CPRM, 2004.

SCHUMM, S. A. The fluvial system. New York: Wiley - Interscience, 1977. 388p.

SCHUMM, S. A. Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, v. 31, p. 19-29, 1981.

SILVA, A. M. Princípios Básicos de Hidrologia. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

SILVA, C. L. Análise da tectônica Cenozóica da região de Manaus e adjacências. 2005. 282 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro:UNESP, 2005.

SILVEIRA, M. Estudos sobre a diversidade florística e arbórea como subsídios para o Zoneamento Ecológico- Econômico do Estado do Acre (ZEE/AC). [Rio Branco, AC]: Zoneamento Ecologico-Economico do Estado do Acre; World Wildlife Fund, 2000. 148 p. Relatorio Tecnico.

SOARES, P.C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografi as aéreas em geologia. Notícia Geomorfológica, v. 16, p. 71-104, 1976.

SOUSA, Lena S.B. Caracterização da Rede de Drenagem na Porção Lesta da Ilha do Marajó e Implicações Tectônicas. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica USP/IGc-CPGG,. Revista Brasileira de Geomorfologia V.12 n°1, 2011.

SOUZA FILHO, P. W. M. E.; QUADROS, M. L. E. S.; SCANDOLARA, J. E.; FILHO, E. P. S.; REIS, M. R. Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, v. 29, p. 469-476, 1999.

STERNBERG, H. O. Vales tectônicos na planície amazônica. Revista Brasileira de Geografia, v. 4, p. 511-531, 1950.

SUGUIO, K; MARTIN, L; & FLEXOR, J.M. 1988. Quaternary sea-levels of the brazilian coast: recent progress. Episodes, 11: 203-208.

SUGUIO,K. Geologia Sedimentar. 1ª Edição. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 2003.

TRICART, J. L. F. Tipos de planícies aluviais e leitos fluviais na Amazônia Brasileira.

Revista Brasileira de Geografia, v. 2, p. 3-38, 1977.

VALENTE, O.F. & CASTRO, P. S. Manejo de bacias hidrográficas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, mar. 1981.

WOLMAN, M. G.; LEOPOLD, L. B. River floodplains: some observations on their formation. US Geological Survey Professional Paper, v. 282c, p. 87-107, 1957.

YASH PAL; SAHAI, B.; SOOD, R.K.; AGARWAL, D.P. Remote sensing of the lost Saraswati river. Earth and Planetary Sciences., v. 69, p. 317-331, 1980.