



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RUDSON NEGRÃO FONSECA

MAPEAMENTO ESTRUTURAL DE PARTE DA BORDA
LESTE DO ESCUDO DAS GUIANAS,
REGIÃO DE LOURENÇO – AP

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELEM – PA
OUTUBRO – 2012

RUDSON NEGRÃO FONSECA

MAPEAMENTO ESTRUTURAL DE PARTE DA BORDA
LESTE DO ESCUDO DAS GUIANAS,
REGIÃO DE LOURENÇO – AP

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Faculdade de Geologia do
Instituto de Geociências da Universidade
Federal do Pará – UFPA, em cumprimento
às exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Vizeu Lima
Pinheiro.

BELÉM – PA
OUTUBRO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

F676m Fonseca, Rudson Negrão

Mapeamento estrutural de parte da Borda Leste do Escudo das Guianas, região de Lourenço – AP / Rudson Negrão Fonseca; Orientador: Roberto Vizeu Lima Pinheiro – 2012

70 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2012.

1. Cartografia - Amapá. 2. Mapeamento estrutural. 3. Complexo Guianense. 4. Escudo das Guianas. 5. Região do Lourenço. I. Pinheiro, Roberto Vizeu Lima, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22^a ed.: 526.098116

RUDSON NEGRÃO FONSECA

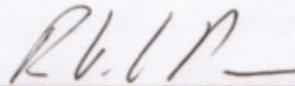
MAPEAMENTO ESTRUTURAL DE PARTE DA BORDA
LESTE DO ESCUDO DAS GUIANAS, REGIÃO DE
LOURENÇO – AP

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Faculdade de Geologia do
Instituto de Geociências da Universidade
Federal do Pará - UFPA, em cumprimento
as exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Data de aprovação: ___/___/___

Conceito: _____

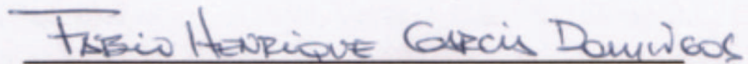
Banca examinadora:



Prof. Roberto Vizeu Lima Pinheiro - Orientador
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Prof. Francisco de Assis Matos de Abreu -
Membro
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Prof. Fábio Henrique Garcia Domingos - Membro
Doutor Geologia
Universidade Federal do Pará (UFPA)

**A Deus e minha família,
esteios da minha vida.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a vida, o dom do conhecimento e força para superar todos os obstáculos. Sem Ele não sou nada.

Ao meu pai Rubens e minha mãe Arlete, por todo amor incondicional, confiança, força e incentivo nos meus estudos após todos esses anos de luta. Vocês são meus heróis.

À minha esposa querida, Erika, pelo amor, dedicação e companheirismo infindáveis. E minha filha Sofia, minha motivação, mesmo não te conhecendo ainda, papai já te ama. Vocês são as maiores benções que Deus me deu.

Ao meu irmão Robson, por seu apoio e incentivo. Você é um espelho pra mim, meu exemplo de força de vontade e determinação, te amo pra sempre.

A toda minha família de sangue: em especial às minhas tias Vera, Eliete, Vijoca, Lígia, aos tios Luiz Carlos, José Wilson, Paulo, Douglas, Ori, Dori e meu primo Amarílson (Fitinha) que considero como um irmão; e minha família de coração: meus sogros Edson e Edi, vó Lóide, Jéssica, Eli, vó Judith e vô Lourenço; Família Avelar; minha cunhada Amanda e sua Família; e todos meus amigos que fizeram parte dessa caminhada.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), que através do Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, proporcionou a oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. Roberto Vizeu Lima Pinheiro, pela oportunidade, paciência e compreensão ao decorrer deste trabalho. Foram longos anos, mas conseguimos terminar!

À CPRM – Sureg Belém, especialmente ao Geólogo Manoel Correa Costa Neto, por gentilmente ceder os dados que proporcionaram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus grandes amigos e companheiros da geologia: Paulo Henrique (PH), Cesar, Renan, Hudson, Leonardo (Ciclop), Lucios, Rafael, Verena, Camila e Débora. Brigamos, choramos, sorrimos... mas no fim das contas, a amizade de vocês fez com que esses anos passassem rapidamente e mais felizes, tornando-se os melhores anos da minha vida, até aqui.

E por fim, aos demais colegas de curso (galera da geô), professores (em especial: Vladimir, Maurício, Eliene e Matos) e funcionários do IG, que tive o prazer (alguns casos o desprazer) de conhecer. Vocês fizeram parte dessa jornada e eu agradeço pela boa convivência, críticas (boas e ruins) e incentivo que muitos me deram.

**“O coração do entendido adquire o conhecimento,
e o ouvido dos sábios busca a sabedoria”.**
Provérbios 18:15

RESUMO

A região de Lourenço, localizada no centro-norte do estado do Amapá, está inserida no contexto geológico da borda do Complexo Guianense, onde ocorrem diversos depósitos minerais. É caracterizada como uma Província Aurífera, com poucos estudos geológicos detalhados. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados referentes à cartografia geológica, com ênfase nos dados estruturais, para se compreender melhor a geometria e cinemática das rochas expostas, assim como correlacionar os principais eventos tectônicos que atuaram na região com as estruturas encontradas nesse estudo. A área escolhida está localizada na divisa dos municípios: Oiapoque (noroeste) e Calçoene (sudeste), às adjacências da Vila Lourenço, a nordeste da Serra Lombarda. No mapeamento foram utilizados diversos produtos de sensores remotos, entre eles: imagens de satélite, radar e aerogeofísicas, permitindo, através da análise visual, interpretações em diferentes escalas, que tiveram como objetivo principal a localização e visualização das macroestruturas (lineações e lineamentos estruturais), objetivando uma melhor caracterização do comportamento deformacional da área em estudo. Foram reconhecidos cinco grupos principais de rochas: gnaisses, anfibolitos, granitos (suíte TTG), granitoides e rochas máficas, cujo contexto geológico é característico de terrenos de alto grau, e posteriormente a inclusão dos Diques Máficos Cassiporé originaram as rochas máficas. Estruturalmente, a área do trabalho está inserida no Cinturão de Cisalhamento Tumucumaque, onde se observa um quadro semelhante ao Cinturão Itacaiúnas, com direção geral NW-SE, no qual predominam sistemas transcorrentes delineados por dúplexes simétricos a assimétricos, mostrando também deformações com direção NE-SW, atribuídas a eventos posteriores a formação da direção geral.

Palavras-Chave: Cartografia - Amapá. Mapeamento estrutural. Complexo Guianense. Escudo das Guianas. Região do Lourenço.

ABSTRACT

The Lourenço region, located in the north-central portion of the state of Amapá, is inserted into the geological context of the Guianense Complex border, where many mineral deposits occur. It is characterized as a gold province, with few detailed geological studies. The objective of the study is to present the results relative to geological mapping, with emphasis in the structural data, to increase the knowledge of the geometry and kinematics in the exposed rocks, as well as correlate the main tectonic events in the region with the structures found in this work. The area that was chosen for this work is located on the border of the cities: Oiapoque (northwest) and Calçoene (southeast), nearby the Lourenço Village, northeast of Sierra Lombarda. The study used several remote sensing products in this mapping, including: satellite, radar and aerogeophysical images, allowing through analyzing visual, interpretations at different scales, which had as main objective the visualization and the location of the macrostructures (lineations and structural lineaments), aiming to better characterize the deformation behavior of the area. Were recognized five main groups of rocks: gneisses, amphibolites, granites (TTG suite), granitoids and mafic rocks, whose geological context is characteristic of high-grade terrains, and later the inclusion of Cassiporé Mafic Dikes that originated the mafic rocks. Structurally, the area is embedded in Shear Belt Tumucumaque, which shows similar features to Itacaiúnas Belt, with general NW-SE direction, which predominate transcurrent systems outlined by asymmetric and symmetric duplexes, also showing deformation with NE-SW direction, attributed to events subsequent to formation of the general direction.

Keywords: Cartography - Amapá. Structural Mapping. Guianense Complex. Guyana Shield. Lourenço Region.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Localização da área de estudo, inserida na Folha Lourenço.....	20
Figura 2 –	Roteiro de acesso partindo da cidade de Macapá (A) ao município de Calçoene onde se localiza a Vila Lourenço (B).....	21
Quadro 1 –	Classificação morfológica de Foliação.....	23
Figura 3 –	Principais estruturas dúcteis: (A) Clivagem Ardosiana em Smokey Moutains, E.U.A.; (B) Mica Xisto em Oregon, E.U.A.; (C) Bandamento Gnáissico dobrado com intrusão transversal em Oregon, E.U.A.; e (D) Dobras localizadas na Falha San Andreas, Califórnia, E.U.A.....	25
Quadro 2 –	Classificação morfológica de lineações.....	25
Figura 4 –	Principais Estruturas Geológicas, dúcteis: (A) Elementos geométricos de dobras; e rúpteis: (B) Padrões de fraturas alargadas e alteradas, desenvolvidas em duas direções, nas rochas da Reserva Estadual de Ponto Lobos (<i>Point Lobos State Reserve</i>), Califórnia (EUA); (C) Classificação de Falhas, segundo Anderson (1942); e (D) Modelo de cisalhamento de Riedel.....	27
Figura 5 –	Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico.....	29
Figura 6 –	Compartimentação tectônica do Cráton Amazônico.....	30
Figura 7 –	Esboço geológico do Escudo das Guianas.....	32
Figura 8 –	Distribuição das Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico, com destaque para a Província Maroní-Itacaiúnas.	34
Figura 9 –	Imagem Gamaespectométrica (contagem total), localizada na porção norte da Folha Lourenço, que serviu de base para a fotointerpretação das linhas de contorno litoestruturais.....	37

Figura 10 –	Mapa Regional de Lineamentos Estruturais extraídos a partir de imagens SAR e Aerogeofísica Gamaespectométrica, incluindo a divisão em Domínios Litoestruturais e seus respectivos diagramas de roseta, elaborados através da análise visual dos traços de lineação e lineamento.....	38
Figura 11 –	Mapa de Lineamentos e Análise de Frequência da área em estudo, com destaque para: lineamentos NW-SE (em maior proporção) distribuídos em toda área; lineamentos NE-SW (maior extensão) predominante na porção sudoeste; e lineamentos N-S distribuídos espaçadamente em toda área.....	41
Figura 12 –	Principais lineamentos estruturais obtidos através da análise de frequência de traços de relevo e drenagens.....	42
Figura 13 –	Imagem do Modelo Digital de Terreno (SRTM) da área, com destaque para os morros testemunho, localizados na porção sudoeste.....	44
Figura 14 –	Unidades morfoestruturais do Amapá, com destaque pra área de trabalho em vermelho.....	45
Figura 15 –	Mapa de Drenagens detalhadas, com destaque para os principais rios e lineamentos de drenagem da área de trabalho.	46
Figura 16 –	(A) Rochas gnáissicas expostas na margem do Rio Cassiporé, em afloramento do tipo blocos e lajedo (ponto MC-107); (B) Bandamento típico dos gnaisses encontrados na área de estudo; (C) Amostra de campo (ponto MC-177); e (D) Detalhe das bandas félsicas e máficas.....	50
Figura 17 –	Amostra de campo de um anfibolito típico da área de estudo (Ponto MC-122). Detalhe das vênulas preenchidas por plagioclásio.....	50

Figura 18 – (A) e (B) Afloramentos típicos (lajedo) dos granitos TTGs na área; (C) Amostra de campo de granodiorito, com foliação incipiente marcada pelos minerais máficos (ponto MC-130); (D) Amostra de campo de tonalito, com foliação incipiente marcada pelos minerais máficos (MC-133).....	52
Figura 19 – (A) Afloramento típico desta litologia, nas margens do rio Rebolo; (B) Amostra de um monzogranito (ponto MC-124); (C) Amostra de monzogranito contendo veio de quartzo pegmatítico (ponto MC-107); e (D) Veio de quartzo pegmatítico, comum nesta litologia (ponto MC-107).....	53
Figura 20 – (A) Forma comum dos afloramentos destas litologias na área de estudo, no ponto MC-122, localizado na margem direita do rio Cassiporé; Diferenças na granulação desta litologia: (B) granulação fina e (C) granulação média; e (D) Detalhe dos cristais ripiformes de plagioclásio.....	54
Figura 21 – Estereograma com polos (igual área) das foliações observadas em metagranitos.....	55
Figura 22 – (A) Lineações destacadas em gnaisses pela orientação de lamelas de biotita (ponto MC-177); (B) Estiramento de cristais de álcali-feldspato em rocha granítica (ponto MC-130).....	56
Figura 23 – Dobras de arrasto observadas em gnaisses, com direção média 315° Az.....	57
Figura 24 – Estereograma de polos das foliações, e guirlanda indicando posicionamento de dobras, com eixo sub-horizontais.....	57
Figura 25 – Roseta ilustrando as principais orientações dos planos de fraturas presentes na área.....	58
Figura 26 – Planos de falhas em arranjo de pares cisalhantes, com provável cinemática sinistral (ponto MC-101).....	58

Figura 27 – Planos de falhas paralelos com ângulo de mergulho médio de 50°/230° Az (ponto MC-134).....	59
Figura 28 – Disposição do arranjo de veios da área de estudo.....	59
Figura 29 – Dique Máfico com orientação N-S, encontrado nas margens do rio Cassiporé (ponto MC-122).....	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	APRESENTAÇÃO.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.3	LOCALIZAÇÃO E ACESSO DA ÁREA ESTUDADA.....	18
1.4	MÉTODOS E ATIVIDADES REALIZADAS.....	18
1.4.1	Pré-Campo	18
1.4.2	Campo	19
1.4.3	Pós-Campo	19
2	DEFINIÇÕES DE TERMOS E CONCEITOS APLICADOS	22
2.1	CONCEITOS BÁSICOS.....	22
2.1.1	Reologia	22
2.1.2	Strain	22
2.1.3	Stress	22
2.2	ESTRUTURAS GEOLÓGICAS.....	23
2.2.1	Estruturas Dúcteis	23
2.2.1.1	Foliação.....	23
2.2.1.2	Dobra.....	24
2.2.1.3	Lineação.....	24
2.2.2	Estruturas Rúpteis	26
2.2.2.1	Fratuza.....	26
2.2.2.2	Falha.....	26
2.2.2.3	Modelo de Cisalhamento de Riedel.....	26
3	GEOLOGIA REGIONAL	28
3.1	CRÁTON AMAZÔNICO.....	28
3.1.1	Modelo geocronológico	28

3.1.2	Modelo geofísico-estrutural	29
3.2	ESCUDO DAS GUIANAS.....	29
3.3	PROVÍNCIA MARONÍ-ITACAIÚNAS.....	31
4	ANÁLISE DOS PRODUTOS DE SENSORES REMOTOS	35
4.1	ANÁLISE EM ESCALA REGIONAL.....	35
4.1.1	Fotoleitura e Fotoanálise	36
4.1.1.1	Domínio I.....	39
4.1.1.2	Domínio II.....	39
4.1.1.3	Domínio III.....	39
4.2	ANÁLISE EM ESCALA LOCAL.....	39
4.2.1	Fotoleitura e Fotoanálise	40
5	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	43
5.1	CARACTERÍSTICAS DO RELEVO.....	43
5.2	ANÁLISE DE DRENAGENS.....	44
6	GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA	48
6.1	CARACTERÍSTICAS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ROCHAS EXPOSTAS.....	48
6.1.1	Gnaisses Migmatizados (Biotita Gnaisse)	48
6.1.2	Anfibolitos	49
6.1.3	Granitos TTG (Granodiorito e Tonalito)	51
6.1.4	Granitóides (Monzogranito)	51
6.1.5	Rochas Máficas	53
6.2	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	54

6.2.1	Foliações	55
6.2.2	Lineações	55
6.2.3	Dobras	54
6.2.4	Faturas	57
6.2.5	Falhas	58
6.2.6	Veios	59
6.2.7	Diques	60
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
7	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	ANEXOS	68
	ANEXO A – MAPA DE PONTOS	69
	ANEXO B – MAPA GEOLÓGICO	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A região do Lourenço, que inclui diversas ocorrências e depósitos primários secundários, é caracterizada como uma Província Aurífera localizada no centro-norte do estado do Amapá, inserida na Província Geocronológica Maroní-Itacaiúnas do Cráton Amazônico (ABISSINOQUEIRA; BETTENCOURT; TASSINARI, 2000).

Vários esforços têm sido realizados para se entender melhor a geologia da Região Amazônica, notadamente o Projeto RADAM (LIMA et al., 1974), além de estudos sistemáticos realizados por empresas e mineradoras da região, CPRM – Serviço Geológico do Brasil e escolas de Geologia das universidades brasileiras.

Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir do mapeamento geológico de uma área adjacente à antiga mina da Mineração Taboca S.A., com aproximadamente 370 Km², em escala de detalhe (1:1.000) e semi-detalhe (1:60.000), situada a norte da região do Lourenço – AP.

A realização desse trabalho foi motivada pela participação do autor no Programa de Estágio Laborativo – uma parceria entre CPRM/Sureg-Be e Universidade Federal do Pará (UFPA) – no Projeto “Folha Lourenço”, que visa o mapeamento geológico e de recursos minerais da folha de articulação NA. 22-V-D, em escala 1: 250.000, sob coordenação do Geólogo Manoel Correa Costa Neto.

A escolha da área de trabalho foi determinada pela importância dessa região no contexto da Folha Lourenço e devido à quantidade de informações obtidas durante a etapa de campo.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é apresentar os resultados referentes à cartografia geológica, com ênfase nos dados estruturais, a fim de compreender melhor a geometria e cinemática das rochas expostas, bem como a compreensão dos principais eventos tectônicos que atuaram na região, o que permitiu a confecção de um Mapa Geológico da área de trabalho (Anexo B).

1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO DA ÁREA ESTUDADA

A área escolhida para estudo está localizada na divisa dos municípios de Oiapoque (NW) e Calçoene (SE), no estado do Amapá. Tem como áreas piloto às adjacências da Vila Lourenço (Figura 1).

Para se chegar à área, partindo-se de Belém para Macapá, a via aérea é a mais usual. A partir de Macapá o acesso à área é feito por via terrestre, com duração de 6 horas, através da rodovia pavimentada BR-156 até a Vila Lourenço, que oferece condições básicas como sede logística (Figura 2).

O deslocamento na área de estudo é feito através de: estradas (antiga BR-156), estradas vicinais sem pavimentação e que se distribuem de maneira escassa pela área, ou ainda, pelos rios que se distribuem por toda a região, principalmente os rios Cassiporé e Regina.

1.4 MÉTODOS E ATIVIDADES REALIZADAS

Para atingir os objetivos propostos foram aplicadas técnicas de mapeamento geológico de superfície utilizando GPS (*Global Position System*) para localização das informações coletadas. A metodologia aplicado neste trabalho pode ser dividida, para o melhor entendimento, em 3 etapas: pré-campo, campo e pós-campo.

1.4.1 Pré-Campo

Nessa fase do trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas e cartográficas envolvendo estudos anteriores na região. Com essas informações, preparou-se um banco de dados com as informações referentes aos principais trabalhos disponíveis, bem como a interpretação visual de imagens de satélites, radar e fotografias aéreas; interpretação digital de imagens LANDSAT TM, nas bandas 5 e 7 composição RGB 453 em escala 1:100.000, SRTM nas escalas 1:400.000 e 1:100.000; SAR SIPAM em escala de 1:50.000; e imagens geofísicas aerogamaespectométricas nos canais do Tório e Contagem Total, nas mesmas escalas mencionadas acima, usando os recursos de informática disponíveis (ArcGis 9.2) no Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT – IG/UFGA), que gerou diversos produtos utilizados durante a fase de campo, entre eles mapas de

logística e correção de bases planialtimétricas, baseadas no banco de dados do IBGE (2006).

Essas imagens foram interpretadas de acordo com a metodologia proposta por Veneziani e Anjos (1982); e as fotografias aéreas em escala 1:50.000, a partir de técnicas sugeridas por Soares e Fiori (1976).

1.4.2 **Campo**

Foi realizada uma campanha de campo com duração de 20 dias, onde foram aplicadas técnicas de mapeamento geológico básico e estrutural, para reconhecimento regional e mapeamento litoestratigráfico das rochas expostas na área.

O trabalho de campo buscou coleta de dados estruturais: estudos detalhados dos elementos tectônicos associados às rochas expostas, com a coleta de dados relacionados à geometria e cinemática das estruturas tectônicas. Nos afloramentos foram desenhados croquis esquemáticos orientados, com destaque para a representação geométrica e cinemática das rochas expostas; e coleta de dados litoestratigráficos, descrição de afloramentos, coleta de amostras de mão, objetivando o empilhamento estratigráfico dos tipos litológicos encontrados, e possíveis correlações entre eles, bem como a coleta de pontos de controle no GPS.

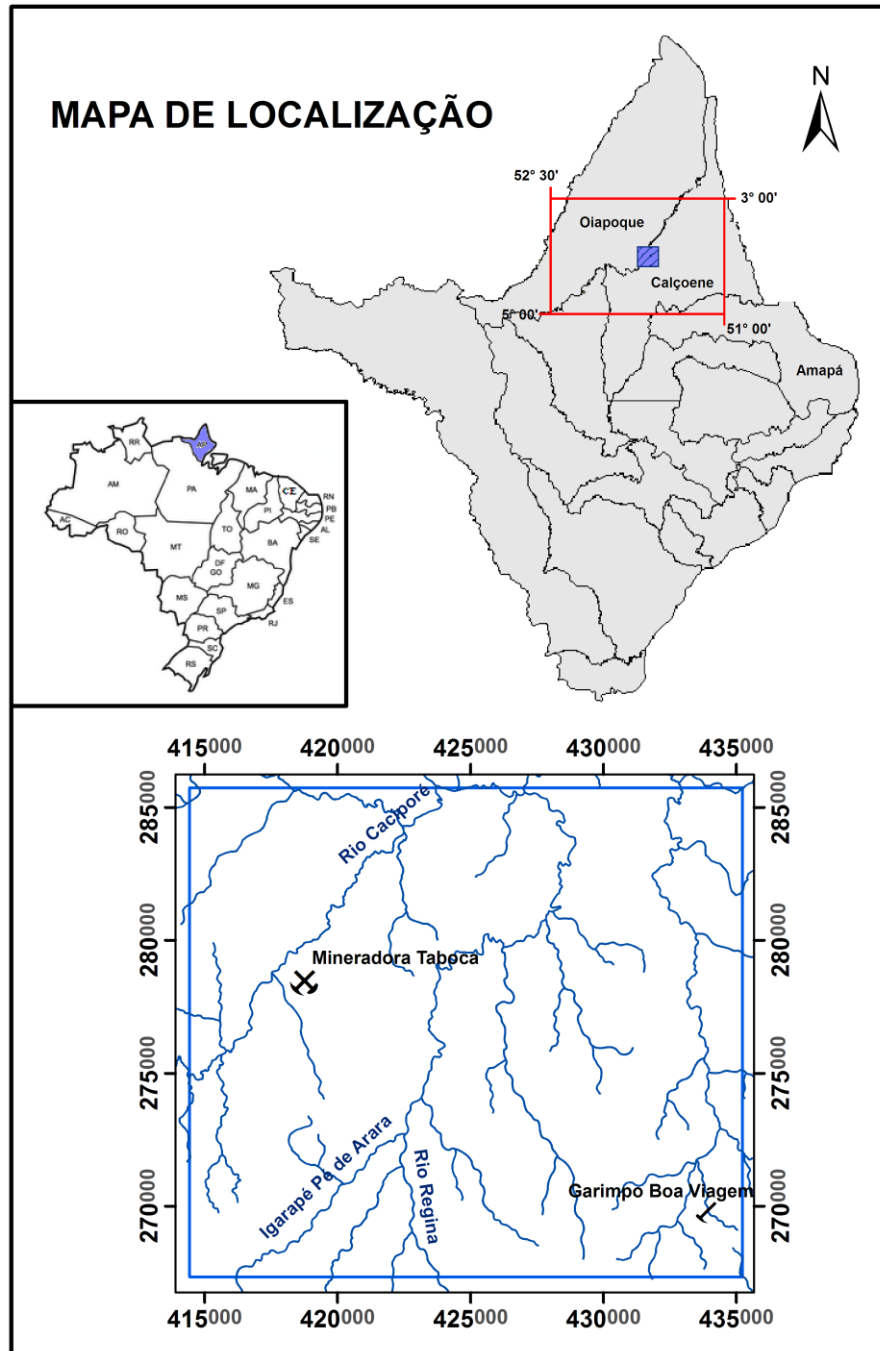
1.4.3 **Pós-Campo**

A partir deste ponto o trabalho foi dividido em duas etapas principais: descrição de amostras de campo e análise de dados estruturais.

Após o retorno do campo, o trabalho seguiu com a descrição das amostras de mão e das lâminas delgadas de cada ponto com suas respectivas coordenadas. Os pontos foram plotados no ArcGis (pontos controle, afloramentos descritos e amostras de mão) objetivando completar o banco de dados.

Com o auxílio das imagens geofísicas, citadas anteriormente, tornou-se possível a elaboração do mapa geológico da área na escala 1:60.000, e determinação da disposição de cada litologia e as relações de contato entre elas.

Figura 1 – Localização da área de estudo, inserida na Folha Lourenço.

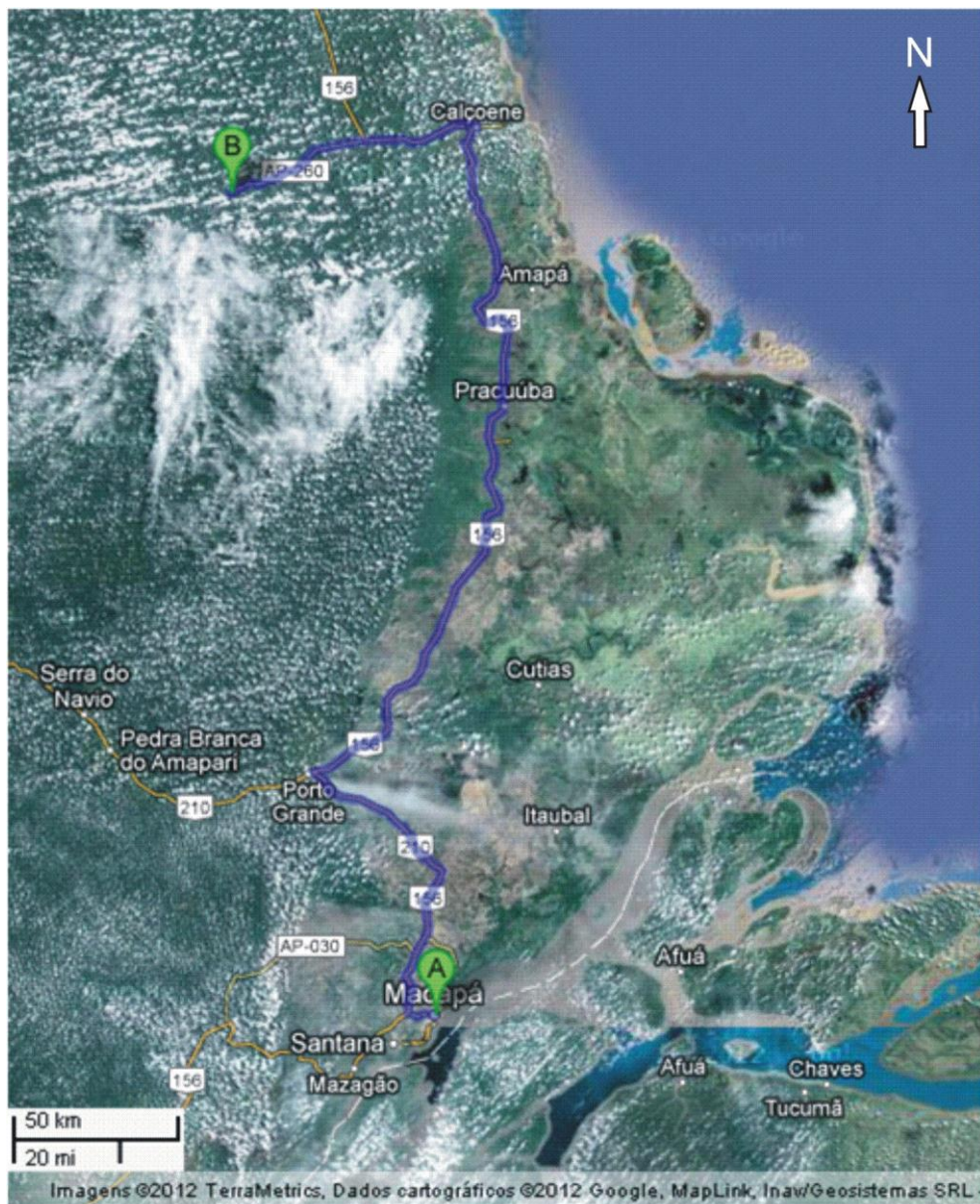


Os lineamentos interpretados foram tratados por análise de frequência, que tem com objetivo de visualização dos principais *trends* estruturais. A área de trabalho foi subdividida em 36 células iguais de aproximadamente 13 Km² cada, impressas juntamente com os lineamentos extraídos das imagens de sensores remotos. Em seguida com a medida das direções de cada lineamento, e a criação de rosetas no Programa GEOrient 9, foi observada a relação entre os *trends* estruturais de cada área, auxiliando na interpretação do comportamento cinemático

das rochas. Em seguida com as medidas de campo, foram tratadas em softwares de projeção estereográfica para posterior análise e, somadas aos lineamentos supracitados.

Este trabalho foi finalizado com a elaboração do texto, com síntese dos principais trabalhos utilizados, texto explicativo dos mapas gerados (geológico e estrutural), história geológica da região e conclusões finais.

Figura 2 – Roteiro de acesso partindo da cidade de Macapá (A) ao município de Calçoene onde se localiza a Vila Lourenço (B).



2 DEFINIÇÕES DE TERMOS E CONCEITOS APLICADOS

2.1 CONCEITOS BÁSICOS

Para facilitar a compreensão deste trabalho, a seguir um resumo dos principais termos e conceitos aplicados aqui.

2.1.1 Reologia

Estudo do comportamento deformacional (*strain*) e do fluxo de matéria, incluindo as propriedades de elasticidade, viscosidade e plasticidade de uma massa ou corpo rochoso, mineral, e etc., submetido a tensões (*stress*), dado a determinadas condições termodinâmicas ao longo de um intervalo de tempo (TWISS; MOORES, 1992).

2.1.2 *Strain*

Strain ou “deformação” é uma grandeza escalar medida somente pelo comprimento. A deformação pode ser decorrente de esforço compressivo ou extensivo, sendo quantificada por três vetores ortogonais que definem a quantidade de deformação (elipsóide de deformação) que é diretamente relacionado com os eixos de tensões correspondentes (TWISS; MOORES, op. cit.).

2.1.3 *Stress*

Stress ou “tensão” é a força dividida pela área necessária para produzir deformação. Distinguem-se: tensão normal e tensão cisalhante. A tensão normal atua perpendicularmente à superfície, como compressão ou como extensão e tende a modificar o volume do corpo tensionado. A tensão cisalhante atua paralelamente à superfície e tende a modificar a forma do corpo tensionado (TWISS; MOORES, op. cit.).

2.2 ESTRUTURAS GEOLÓGICAS

Segundo Twiss e Moores (1992), as estruturas geológicas são marcas impressas na crosta terrestres por processos geológicos (exógenos e endógenos). Neste trabalho as mais importantes são ligadas a processos endógenos, classificadas, quanto ao nível crustal de formação, como: dúcteis e rúpteis,

2.2.1 Estruturas Dúcteis

São estruturas que se formam em ambiente de maior profundidade crustal, onde as rochas apresentam um comportamento de maior plasticidade.

2.2.1.1 Foliação

É o termo genérico que se aplica, a qualquer feição planar penetrativa em uma rocha, em geral metamórfica (PASCHIER; TROUW, 1996). Segundo Twiss e Moores (op.cit.) é classificada morfológicamente de acordo com as características de seus domínios, pelo arranjo dos minerais e por sua composição (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação morfológica de Foliação.

Foliação		
Espaçada	Composicional	Difusa (foliação de transposição) Bandada (bandamento gnáissico)
	Disjuntiva	Estilolítica (estilólitos) Anastomótica (clivagem de fratura) Grossa (foliação milonítica) Suave (foliação milonítica)
	Crenulação	Zonal (clivagem de crenulação) Discreta (clivagem de crenulação)
Continua	Fina	Clivagem ardosiana
	Grossa	Xistosidade

Fonte: Proposta por Twiss e Moores (op. cit.).

Dentre os vários tipos de estruturas classificadas como foliação, segundo Twiss e Moores (op.cit.), destacam-se por serem mais comumente encontradas:

- a) **Clivagem:** é a separação da rocha em planos paralelos, que representam um plano de menor resistência, nos quais não há cristalização orientada de minerais (Figura 3A).
- b) **Xistosidade:** é definida pela reorientação de minerais pré-existentes e/ou cristalização orientada de novos minerais, especialmente os micáceos, por apresentarem estruturas lamelares. Caracteriza-se por uma intensa anisotropia planar (Figura 3B).
- c) **Bandamento Composicional:** é uma estrutura planar caracterizadas por cristalização orientada e segregação de minerais metamórficos individualizados a olho nu, em bandas definidas (Figura 3C).

2.2.1.2 Dobra

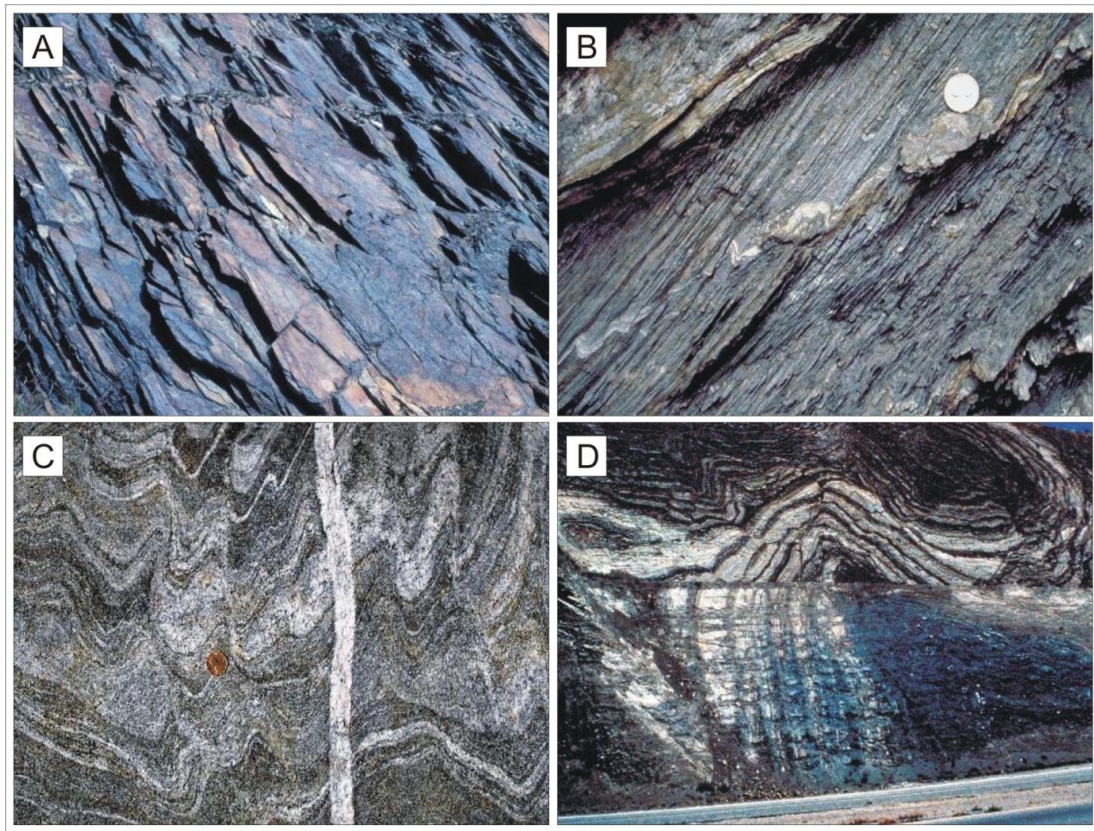
É uma das feições estruturais mais evidentes, podendo ocorrer desde a escala microscópica até a quilométrica em regiões submetidas a tensões compressivas, ou seja, uma superfície qualquer de referência curvada em relação à linha do horizonte, podendo ocorrer em rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas (Figura 3D).

Uma dobra é caracterizada por uma geometria específica que contém vários elementos que a descrevem. As mudanças possíveis na geometria destes elementos podem mudar o estilo da dobra. Os principais elementos que compõem a geometria da dobra são: plano axial, charneira e flancos (Figura 4A), segundo Twiss e Moores (1992).

2.2.1.3 Lineação

É o conjunto de estruturas lineares produzidas em uma rocha como resultado da deformação. Representada pela interseção entre planos de foliações, orientação preferencial de grãos prismáticos ou aciculares e pelo estiramento de grãos ou outros objetos. No Quadro 2, encontra-se a classificação morfológica desta estrutura sugerida por Twiss e Moores (op. cit.).

Figura 3 – Principais estruturas dúcteis: (A) Clivagem Ardosiana em Smokey Moutains, E.U.A.; (B) Mica Xisto em Oregon, E.U.A.; (C) Bandamento Gnáissico dobrado com intrusão transversal em Oregon, E.U.A.; e (D) Dobras localizadas na Falha San Andreas, Califórnia, E.U.A.



Fonte: Miller (2012)

Quadro 2 – Classificação morfológica de lineações.

Lineações em Rochas Alteradas		
Estrutural	Discreta	Seixos Fósseis Manchas de alteração Oóides
	Construtiva	Linhas de carneira Linhas de interseção Linhas de <i>boudins</i> <i>Slickenlines</i> <i>Mulions</i>
	Policristalina	Bastão Minerais difusos <i>Slickenlines</i> Sobrecrescimento não fibroso
Mineral	Grão Mineral	Grão de hábito acicular Grãos alongados Minerais fibrosos Preenchimento fibroso de veios <i>Slickenlines</i> Sobrecrescimento fibroso

Fonte: Proposta por Twiss e Moores (1992).

2.2.2 Estruturas Rúpteis

Ocorrem em ambientes litosféricos mais rasos, onde as rochas possuem um comportamento rígido. As estruturas a seguir foram descritas segundo Twiss e Moores (1992).

2.2.2.1 Fratura

São descontinuidades de um bloco em relação a outro ao longo de discretas superfícies ou zonas com pequena ou intensa deformação (Figura 4B).

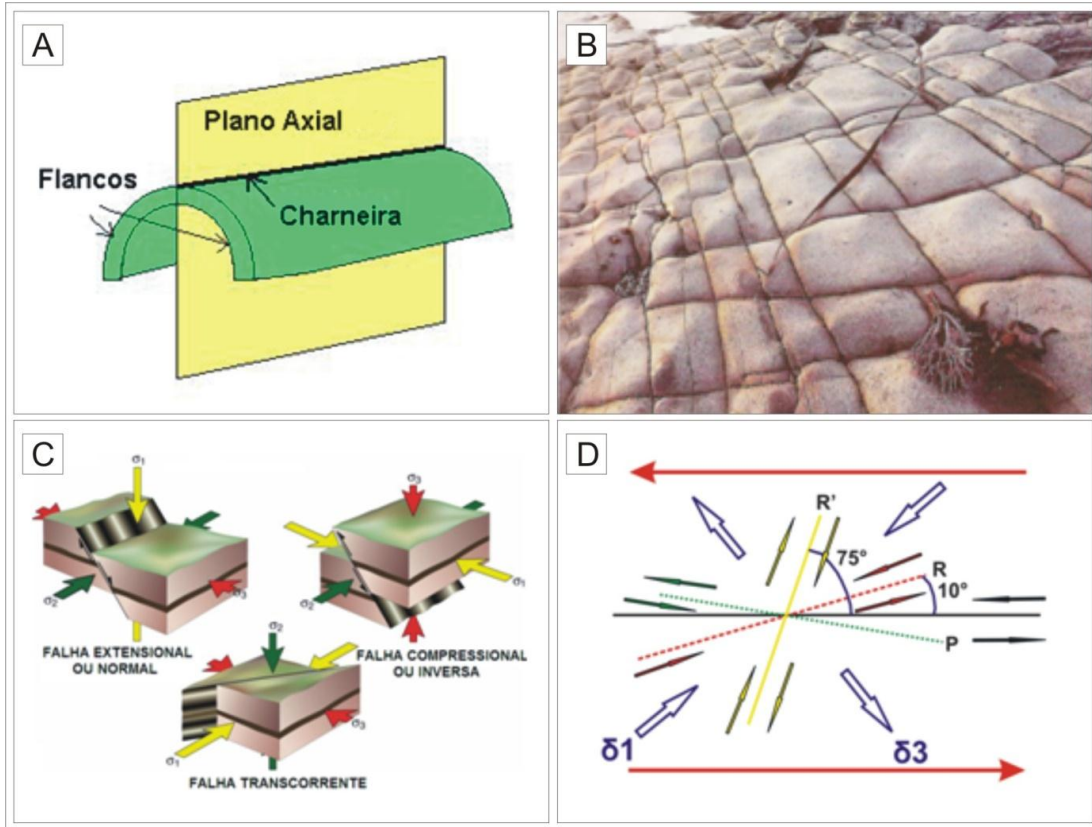
2.2.2.2 Falha

É uma descontinuidade planar, que apresentam deslocamento relativo entre os blocos. A classificação de falhas baseia-se pela diferença nos movimentos entre os blocos (Figura 4C). Uma região onde há muitas falhas paralelas ou anastomosadas é denominada Zona de Falha.

2.2.2.3 Modelo de Cisalhamento de Riedel

Refere-se às descontinuidades desenvolvidas concomitantemente em ambientes rúpteis sob regime transcorrente. Nessas condições de deformação torna-se previsível o aparecimento de fraturas associadas as bordas do sistema , sendo denominadas Fratura de partição (T), de extensão ou distensão; Fratura de cisalhamento de Riedel (sintética ou R); Fratura de cisalhamento conjugada de Riedel (antitética ou R'); Fratura de cisalhamento P (sintética secundária); Fratura de cisalhamento X (antitética secundária); Fratura de cisalhamento Y ou D, que se forma paralelamente ao binário em casos extremos (Figura 4D).

Figura 4 – Principais Estruturas Geológicas, dúcteis: (A) Elementos geométricos de dobras; e rúpteis: (B) Padrões de fraturas alargadas e alteradas, desenvolvidas em duas direções, nas rochas da Reserva Estadual de Ponto Lobos (*Point Lobos State Reserve*), Califórnia (EUA); (C) Classificação de Falhas, segundo Anderson (1942); e (D) Modelo de cisalhamento de Riedel.



Fonte: Miller (2012); Press et al. (2006); Santos (2008).

3 GEOLOGIA REGIONAL

3.1 CRÁTON AMAZÔNICO

O Cráton Amazônico é uma das maiores áreas cratônicas do mundo. Está exposto em parte do norte da América do Sul, cobrindo uma área de aproximadamente 430.000.000 Km². É dividido em dois escudos pré-cambrianos: Escudo Brasil Central ou Guaporé (ao Sul) e Escudo das Guianas (ao Norte), separados entre si pelas Bacias Paleozóicas do Solimões e do Amazonas (CORDANI et al., 2000).

É limitado ao norte pela margem Atlântica, a oeste pela Faixa Andina e a leste e sudeste pela faixa neoproterozóica Araguaina, abrangendo parte de estados brasileiros (Pará, Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Amapá, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Guiana Francesa, Suriname, Guiana, sul da Venezuela, centro-leste da Colômbia, leste da Bolívia e nordeste do Paraguai.

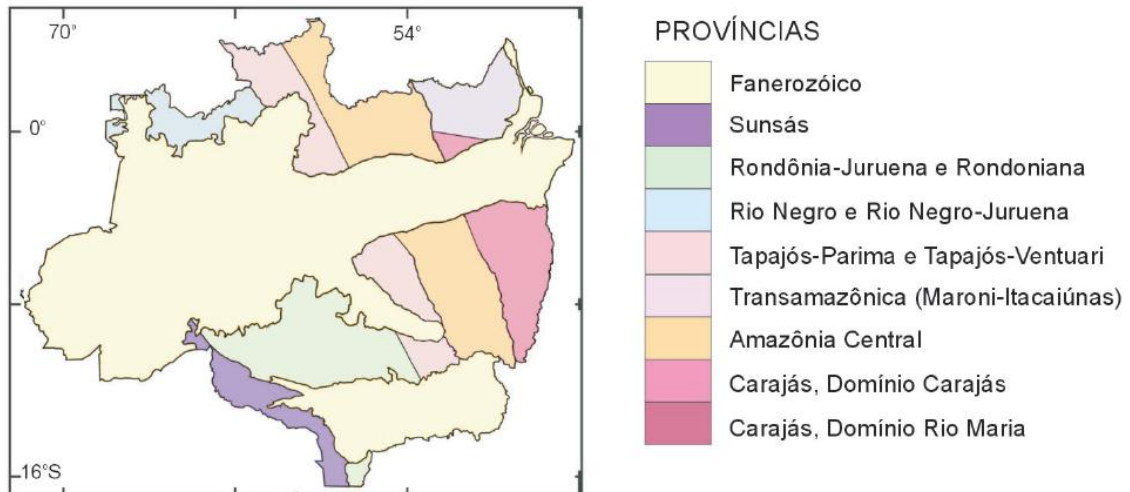
Existem dois modelos principais para a subdivisão do Cráton Amazonas em províncias tectônicas ou geocronológicas.

3.1.1 Modelo geocronológico

Entende o cráton como um mosaico de doze blocos (Figura 5) ou paleoplacas com idade arqueana (ou paleoproterozóica), os quais têm características de terreno granitóide-greenstone (COSTA; HASUI, 1997; HASUI; HARALAY; SCHOBENHAUS, 1984). Alguns pontos abordados pelo modelo:

- As margens dos blocos são marcadas por dezenove faixas colisionais ou de cisalhamento, também de idade arqueana a paleoproterozóica, as quais foram reativadas muitas vezes também no Fanerozóico;
- É baseado em dados geofísicos e em interpretações de informações estruturais;
- Não emprega dados geocronológicos e considera apenas o processo colisional tipo himalaiano durante a evolução do cráton.

Figura 5 – Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico.



Fonte: Proposta por Santos et al. (2000).

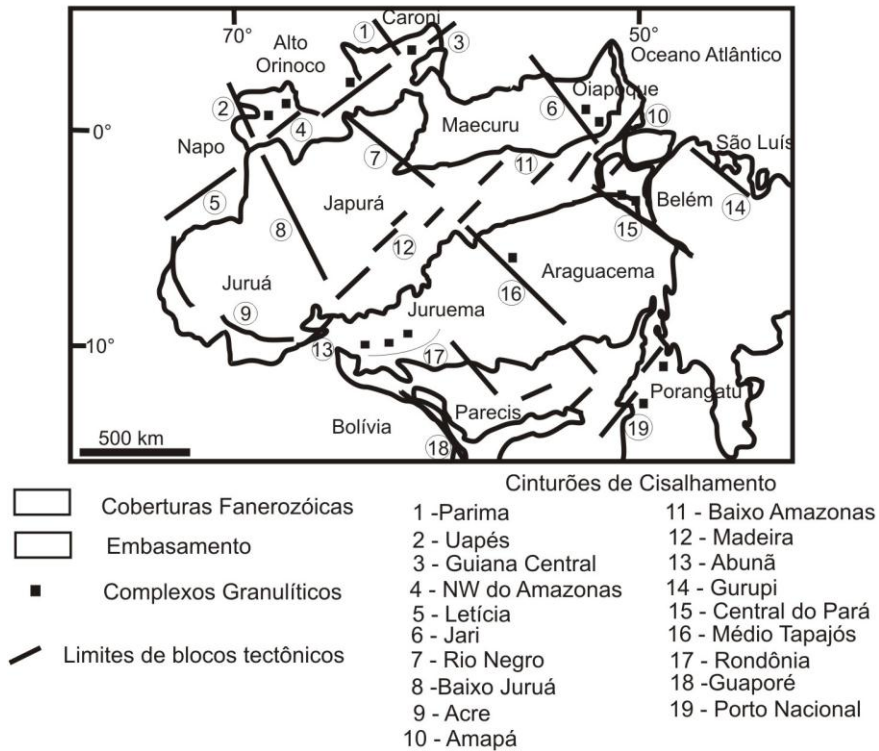
3.1.2 Modelo geofísico-estrutural

Nesse modelo geocronológico (Figura 6), mais mobilístico, o cráton é entendido como originado a partir de um núcleo antigo, Amazônia Central (Arqueano ou Paleoproterozóico) em torno do qual, diversas faixas móveis foram acrescentadas durante o Proterozóico (AMARAL, 1974; CORDANI et al., 1979; CORDANI et al., 1984). Esse modelo foi adaptado e aperfeiçoado ao longo do tempo, devido à disponibilização de novos dados pelo método Rb-Sr nas décadas de 1970 e 1980.

3.2 ESCUDO DAS GUIANAS

Gibbs e Barron (1983) dividiram o Escudo das Guianas em dois domínios: domínio noroeste, localizado no leste da Venezuela, constituído por terrenos granulíticos e gnaissicos arqueanos, com idade de 2,6 Ga (Complexo Imataca); domínio nordeste, localizado na margem atlântica, onde se alternam seqüências vulcanossedimentares e unidades plutono-metamórficas de alto grau, paleoproterozóicas (2,3 Ga e 1,9 Ga), e; domínio centro-oeste, formado por rochas plutono-vulcânicas (Grupo Uatumã, Magmatismo Avanaveno) e sedimentares (Grupo Roraima) mesoproterozóicas (1,9 e 1,6 Ga).

Figura 6 – Compartimentação tectônica do Cráton Amazônico.



Fonte: Hasui et al. (1984).

A formação dos Terrenos Granito-*Greenstone* é o evento mais antigo, que ocorreu entre 2.26 Ga e 2.11 Ga, O evento datado entre 2.0 Ga e 1.86 Ga é associado à formação de Terrenos Gnáissico-Magmatíticos e da Faixa Granulítica Guiana Central. Entre 2.26 e 1.9 Ga predominaram os processos de acreção continental por derivação mantélica e entre 1.9 Ga e 1.86 Ga os processos de retrabalhamento crustal teriam sido mais marcantes (DELOR et al., 2003a; LEDRU; COSTA; ECHTLER, 1994; TASSINARI et al., 2000; VANDERHAEGHE et al., 1998)

A evolução do escudo estaria ligada à ocorrência de processos de subducção de placas, notadamente no Complexo Imataca (2,6 Ga) do Paleoproterozóico. Os processos de subducção de placas oceânicas conduziram à formação de arcos de ilhas que se uniram para formar um novo continente. Nesse contexto, uma sucessão de arcos de ilhas, com rochas sedimentares associadas relacionadas a depósitos de bacias retro-arco, teriam formados os *greenstone belts*.

No final do Transamazônico (1.9 Ga e 1.8 Ga), ocorreu espessamento crustal, que favoreceu a colocação de *plútons* graníticos. No Mesoproterozóico, entre 1.7 Ga e 1.6 Ga, dominaram os processos em ambiente continental, com a deposição de

sedimentos do Grupo Roraima e a colocação de corpos Graníticos Anorogênicos e de rochas vulcânicas do Grupo Uatumã (GIBBS; BARRON, 1983).

A progressão dos episódios Transamazônicos e Pós-Transamazônicos teria se dado no sentido de leste para oeste. Isto é bem marcado pelo Evento Paraguaziano, a 1.5 Ga, na porção mais a oeste do escudo. Finalmente, essa evolução se completa com o desenvolvimento de zonas miloníticas dentro do Cráton Amazônico, em torno de 1.2 Ga que foram definidas como Episódio Nickerie (Figura 7), segundo Gibbs e Barron (op. cit.).

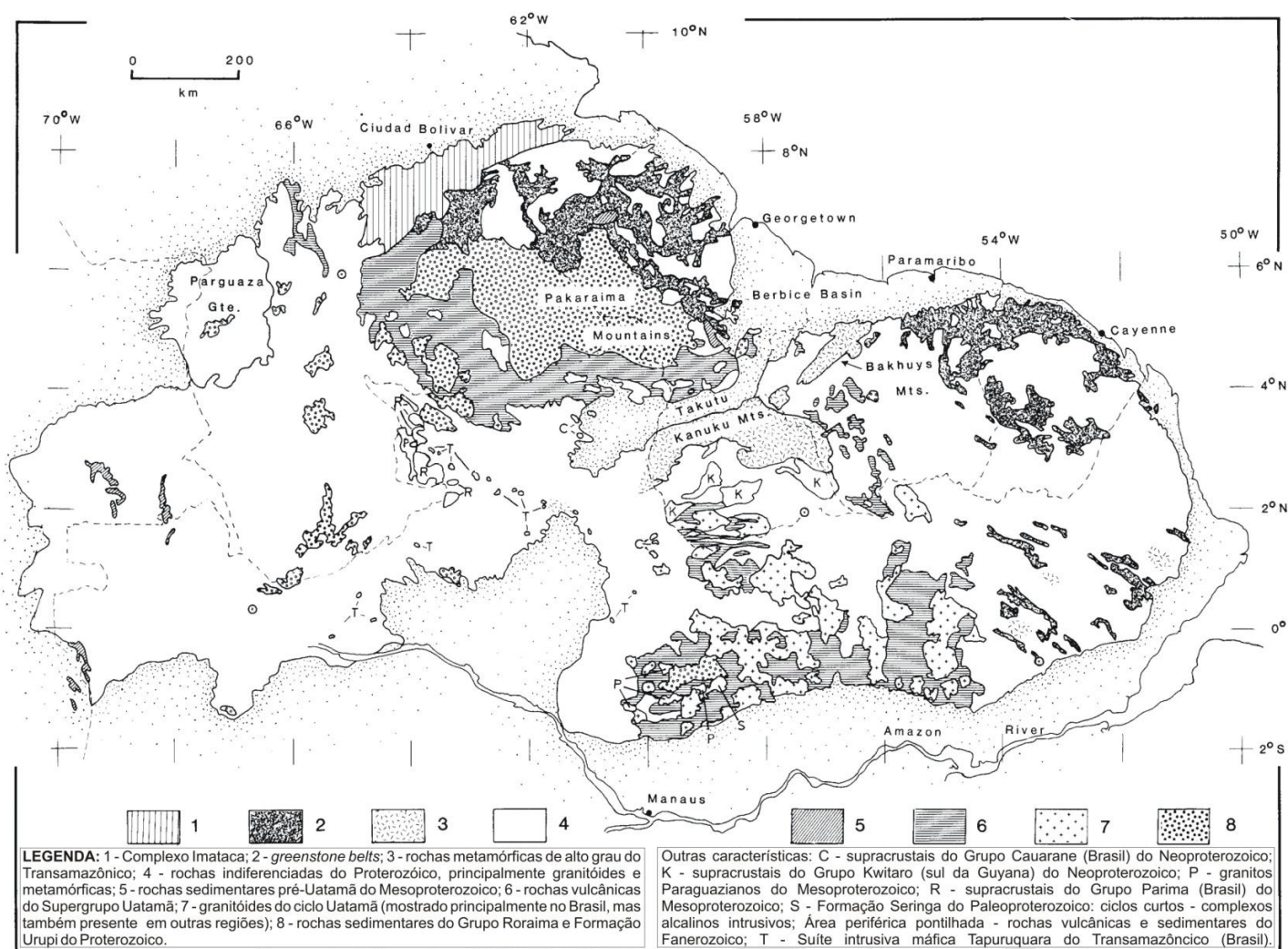
3.3 PROVÍNCIA MARONÍ-ITACAIÚNAS

Também conhecida como Província Transamazonas, é uma região constituída predominantemente por rochas geradas pelo Ciclo Orogênico Transamazônico (2,2 – 1,95 Ga), apresenta uma ampla distribuição ao longo das porções norte e nordeste do Cráton Amazônico e um prolongamento a sul da Bacia do Amazonas, o Domínio Bacajá (Figura 8). Consiste de domínios de crosta juvenil paleoproterozóica e de blocos arqueanos retrabalhados no Paleoproterozóico (SANTOS et al., 2000; TASSINARI, 1996; TASSINARI; MACAMBIRA, 1999, 2004; TASSINARI et al. 2000; TEIXEIRA et al., 1989;).

Segundo Santos (2003), essa província é constituída por cinco tipos básicos de unidades litoestratigráficas:

- O complexo Guianense;
- As rochas de alto grau, arqueanas ou com importante herança arqueana;
- As supracrustais de terreno granitóide-*greenstone* transamazônico, tipo Vila Nova;
- Os granitóides transamazônicos, com idades entre 2206 e 2060 Ma, representando diversas fases de evolução orogênica transamazônica; Os granitóides pós-Transamazonas, gerados em situação intraplaca no final do paleoproterozóico.

Figura 7 – Esboço geológico do Escudo das Guianas.



Fonte: Gibbs e Barron (1983).

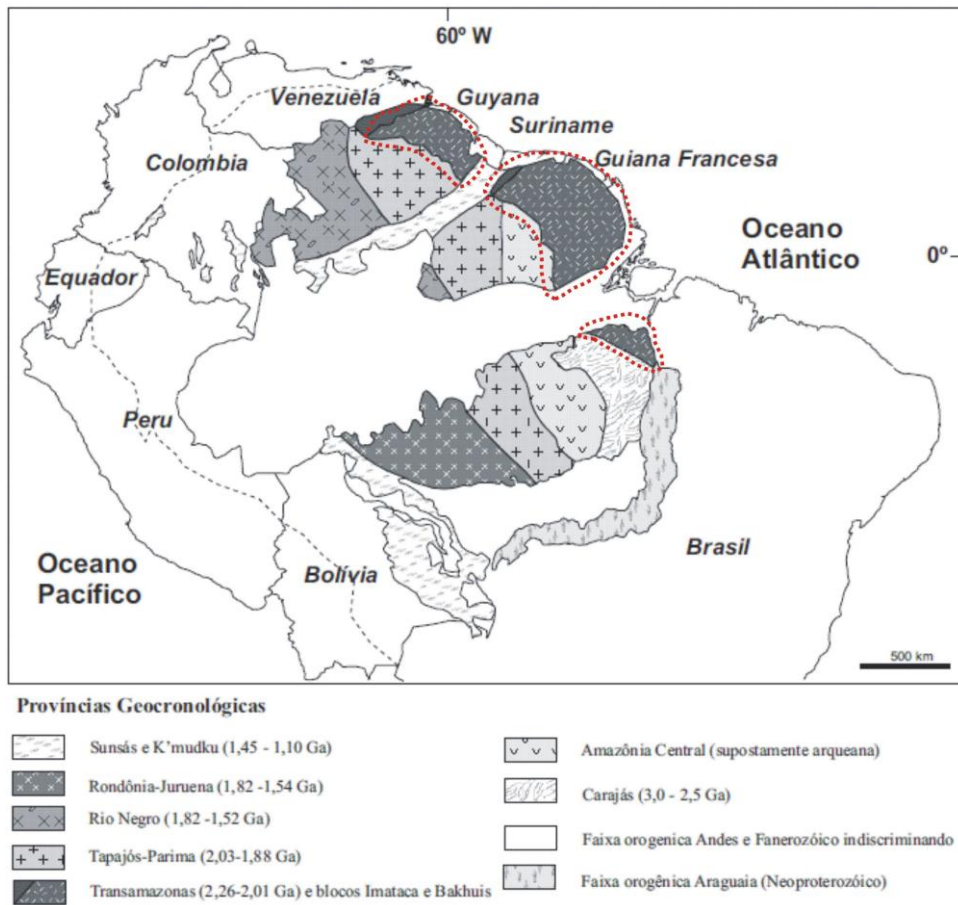
É constituída por três domínios distintos em território Brasileiro: Gurupi, Bacajá e Amapá. Os domínios de crosta transamazônica juvenil localizam-se no nordeste e sudoeste do Escudo das Guianas, sendo o mais expressivo aquele da porção oriental do escudo que se estendem do leste do Suriname ao norte do Amapá no Brasil, cobrindo a Guiana Francesa (VASQUEZ, 2006).

O modelo geodinâmico proposto para esse domínio inicia com abertura oceânica e formação de crosta juvenil entre 2,26 e 2,0 Ga, seguidas de convergência marcada por subducção e formação de arcos de ilha de 2,18 a 2,13 Ga, transcorrência, retrabalhamento crustal e sedimentação de bacias *pull-apart* entre 2,11 e 2,08 Ga. Ele finaliza com adelgaçamento crustal e exumação de crosta inferior entre 2,07 e 2,05 Ga, marcados pela colocação de granitos pós-transcorrentes e charnoquitos, metamorfismo granulítico, localmente de UHT (*ultrahigh-temperature*), e metamorfismo de soterramento das bacias *pull-apart*, seguidos de resfriamento isobárico (DELOR et al., 2003a; VANDERHAEGHE et al., 1998).

Nos domínios transamazônicos do sudoeste do Escudo das Guianas, foram reconhecidos arcos magmáticos juvenis de 2,19 a 2,14 Ga relacionados ao estágio de convergência de um bloco cratônico a oeste contra o Bloco Amapá a leste, seguido por estágios colisionais cerca de 2,10 Ga e tardi-colisional entre 2,07 e 2,03 Ga, ambos marcados por intenso retrabalhamento da crosta arqueana (ROSA-COSTA, 2006). A caracterização geocronológica e geoquímica isotópica sugere tratar-se de uma zona de transição entre os domínios juvenis e os de retrabalhamento crustal a exemplo do que foi identificado por Avelar et al. (2003) no limite entre domínio juvenil da Guiana Francesa e a porção nordeste do Bloco Amapá.

Para o Domínio Bacajá pode-se esperar um quadro semelhante aos acima descritos para as zonas de transição, pois além do magmatismo transamazônico com fontes juvenis e de contribuição crustal arqueana (MACAMBIRA et al., 2004), ocorrências de ortognaisses arqueanos (SANTOS, 2003; MACAMBIRA et al., op. cit.) e rochas granulíticas e charnoquíticas (SANTOS et al., 1988; RICCI, 2006a,b) vêm sendo registradas.

Figura 8 – Distribuição das Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico, com destaque para a Província Maroní-Itacaiúnas.



Fonte: Santos et al. (2000).

4 ANÁLISE DOS PRODUTOS DE SENSORES REMOTOS

Este tópico aborda os resultados obtidos através da interpretação de imagens de satélite, radar e aerogeofísicas da região em estudo, através de uma síntese integrada das informações. A análise visual dos produtos com interpretações em diferentes escalas têm como objetivo principal a localização e visualização, tanto em escala regional quanto em escala de detalhe (1: 60.000), de possíveis lineações e lineamentos estruturais dispostos na área em estudo.

A análise estrutural da área de estudo compreendeu da observação das características macroestruturais (obtidas pela extração de elementos texturais de imagens de sensores remotos), por observações de campo, objetivando uma melhor caracterização do comportamento deformacional da área em estudo.

Dessa forma, a interpretação e análise dos sensores basearam-se no método sugerido por Veneziani e Anjos (1982), possibilitando a confecção de mapa, no qual são ressaltados os principais traços de lineações e lineamentos estruturais observados na área estudada.

A definição de lineamentos segue o conceito de O'Leary et. al. (1976) que consideraram estes como qualquer feição linear mapeável da superfície, provavelmente refletindo uma estruturação em sub-superfície.

Foram estudadas imagens do satélite LANDSAT TM, nas bandas 5 e 7 composição RGB 453 em escala 1:100.000, SRTM nas escalas 1:400.000 e 1:100.000; SAR Sipam em escala de 1:50.000; e imagens aerogeofísicas gamaespectométricas nos canais do Tório e Contagem Total, tendo em vista a aplicabilidade destes canais no auxílio à localização de rochas graníticas, vulcânicas e metavulcânicas, nas mesmas escalas mencionadas acima.

4.1 ANÁLISE EM ESCALA REGIONAL

O estudo dos elementos texturais em imagens de satélite, radar e aerogeofísicas, citadas anteriormente, permitiu o agrupamento destas feições em zonas homólogas, que caracterizam diferentes unidades geológicas ou domínios estruturais (Figura 9). Através da análise visual dessas imagens, foi possível a identificação de diversos traços fotogeológicos, que representam lineamentos de relevo, através de linhas de crista e de ruptura (quebras positivas e negativas); e

drenagem, através de traços de drenagens e seus sistemas. Na área de estudo a análise integrada das imagens objetivou a delimitação de domínios litoestruturais, importantes para a interpretação da evolução tectônica da área.

O estudo caracterizou-se pela identificação de lineações e lineamentos utilizando em uma primeira etapa imagens aerogeofísicas em escala regional, a fim de se identificar as estruturas maiores. Seguiu-se a análise de imagens de radar e satélite em escalas reduzidas para se identificar feições mais detalhadas.

Com base nessas observações, foram individualizados três domínios maiores de elementos de interpretação, consistindo nos lineamentos de estruturas dúcteis, que se apresentam sob a forma de linhas mais contínuas, por vezes formando traços anastomóticos, curvos e de tamanhos variáveis; e nos lineamentos de estruturas rúpteis, onde se apresentam de modo aleatório na área em estudo e com espaçamentos e tamanhos variáveis, formando padrões de fundo no mapa elaborado (Figura 10).

4.1.1 Fotoleitura e Fotoanálise

Os principais conjuntos de lineamentos e lineações estruturais identificados seguem o *trend* NW-SE, NE-SW e N-S. Os traços NW-SE se caracterizam pela relativa alta densidade no contexto analisado. No geral esses traços desenham estruturas descontínuas e retilíneas, com comprimentos que variam entre 3 e 20 Km, relativamente pouco espaçados e regularmente distribuídas na área. Estão seguindo preferencialmente a direção 120° – 300° Az, por vezes com inflexões para 160° – 340° Az, são, na maioria das vezes, paralelas às linhas de contorno litoestrutural, podendo haver uma relação sintectônica entre elas.

As linhas NE-SW apresentam menor densidade relativa na área de estudo, porém mais contínuas. São fortemente retilíneas e possuem comprimentos que variam entre 3 e 40 Km. Seguem preferencialmente a direção 50° – 230° Az. Os traços N-S possuem baixa densidade relativa, distribuindo-se predominantemente na porção central do mapa. Caracterizam-se por formar conjuntos contínuos, predominantemente retilíneos com tamanhos entre 5 e 25 Km. Aparentemente estes traços parecem truncar aqueles NE-SW e NE-SW. Ambos os traços, NE-SW e N-S, são discordantes das linhas de contorno litoestrutural, e representam, talvez, um segundo evento de estruturação.

Figura 9 – Imagem Gamaespectrométrica (contagem total), localizada na porção norte da Folha Lourenço, que serviu de base para a fotointerpretação das linhas de contorno litoestruturais.

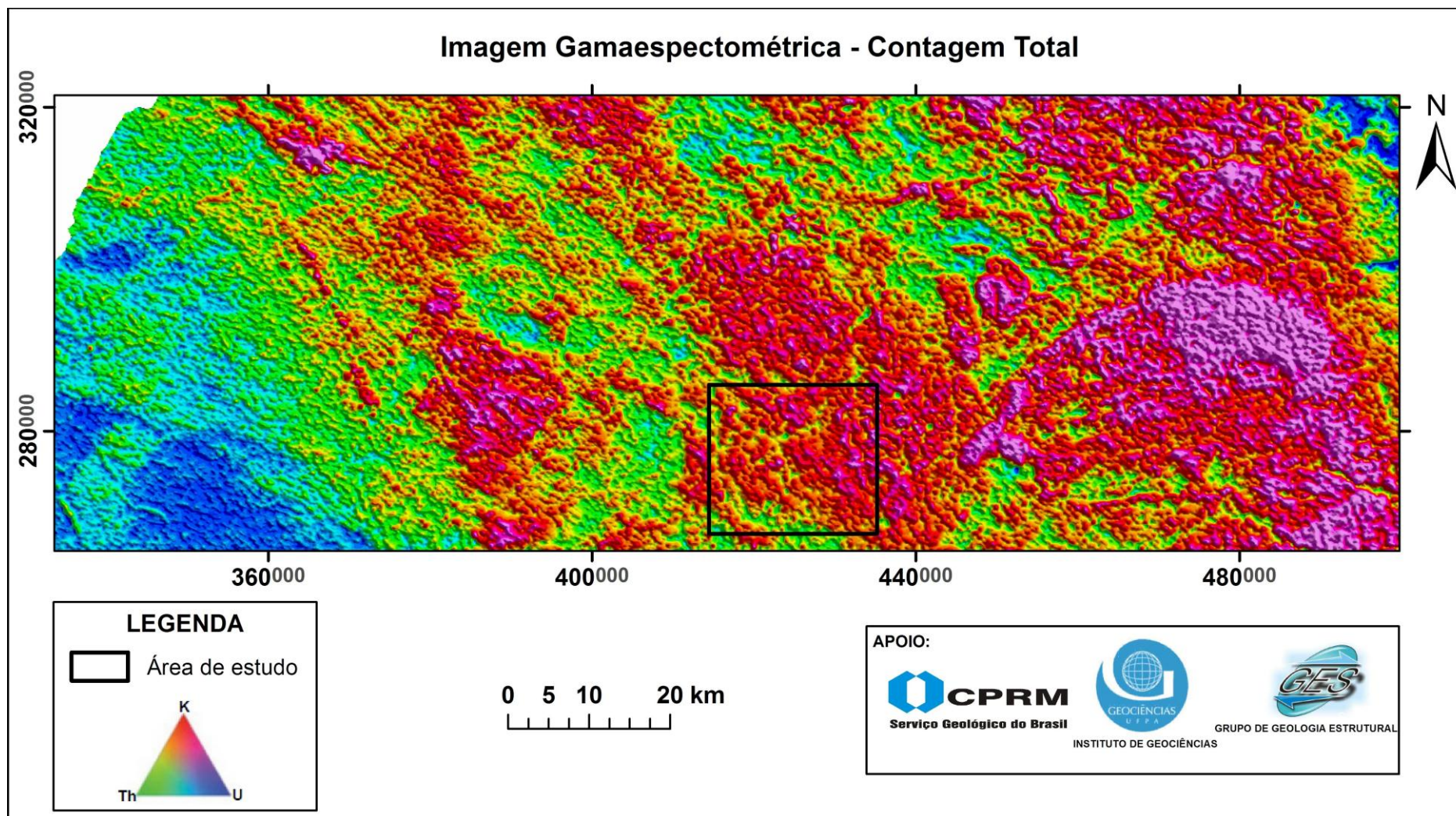
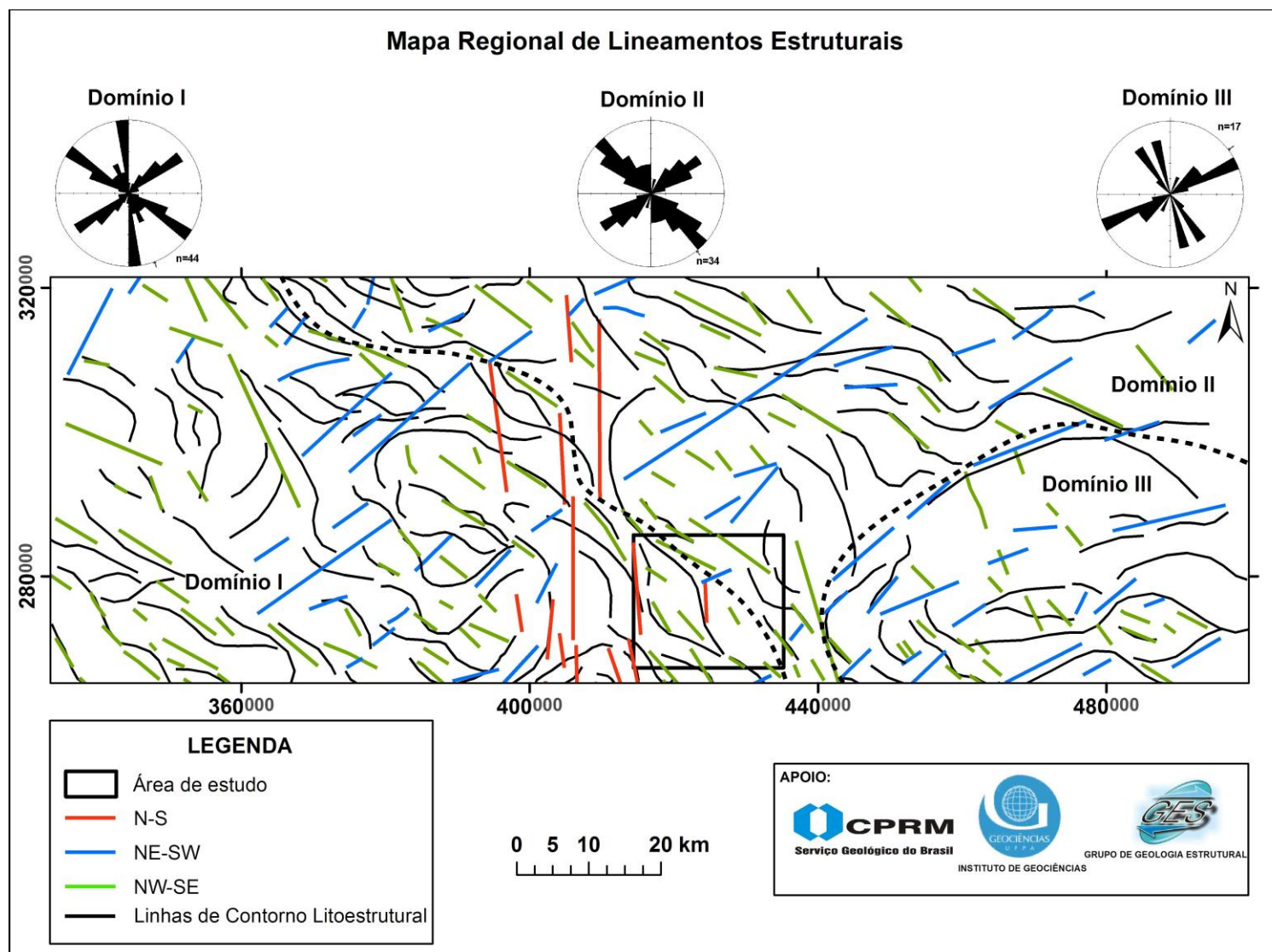


Figura 10 – Mapa Regional de Lineamentos Estruturais extraídos a partir de imagens SAR e Aerogeofísica Gamaespectrométrica, incluindo a divisão em Domínios Litoestruturais e seus respectivos diagramas de roseta, elaborados através da análise visual dos traços de lineação e lineamento.



4.1.1.1 Domínio I

Nesse domínio foram encontrados traços anastomóticos e padrões de dobramentos difusos, além de falhas. As lineações e lineamentos que estão em maior proporção seguem o *trend* NW-SE, que parecem ser mais concordante com as linhas de contorno litoestrutural, e por muitas vezes são paralelas a essa estruturação. Os traços NE-SW, assim como os traços N-S, apresentam-se em menor quantidade, porém mais contínuos e truncando as linhas de contorno litoestrutural.

4.1.1.2 Domínio II

Foi encontrada nesse Domínio uma estruturação fortemente orientada no sentido NW-SE, onde se observa feições de dobramentos e anastomóticas. As lineações e lineamentos que estão em maior proporção, assim como no Domínio I, seguem o *trend* NW-SE, concordantes e às vezes paralelas com as linhas de contorno litoestrutural. Os traços NE-SW, assim como os traços N-S, apresentam-se em menor quantidade, porém mais contínuos e com destaque ao *trend* NE-SW que apresenta tamanho superior a 20 Km.

4.1.1.3 Domínio III

Nesse Domínio é observada uma estruturação orientada no sentido NE-SW, com poucas feições de dobramentos e ausência de traços N-S. Diferente dos Domínios I e II, os traços com orientação NW-SE cortam a estruturação principal, e são descritos como lineações de pequenas dimensões e descontínuas. Os traços que seguem o *trend* NE-SW são paralelos à orientação preferencial e possuem comprimentos maiores.

4.2 ANÁLISE EM ESCALA LOCAL

A análise dos elementos texturais em imagens de radar (SAR e SRTM) permitiu a confecção de um mapa de lineamentos (Figura 11), o qual através da

observação dessas imagens foi possível a identificação de diversos traços fotogeológicos, que representam lineamentos de relevo e drenagem.

Na área de estudo, a análise integrada das imagens consistiu na delimitação de 36 células iguais, onde foi possível caracterizar os diferentes conjuntos de traços fotogeológicos. Com base nessas análises foram gerados diagramas de roseta permitindo a observação dos principais *trends* estruturais (Figura 11).

4.2.1 Fotoleitura e Fotoanálise

Os principais conjuntos de lineamentos e lineações estruturais identificados seguem o *trend* NW-SE, NE-SW e N-S.

Os traços NW-SE se caracterizam pela alta densidade no contexto analisado. Geralmente esses traços desenham estruturas descontínuas e retilíneas, com comprimentos que variam entre 500 m e 3 Km, pouco espaçados e regularmente distribuídos na área. Estão seguindo preferencialmente a direção 130° – 310° Az, por vezes com inflexões para 160° – 340° Az.

As linhas NE-SW apresentam menor densidade, em relação às NW-SE, na área de estudo, porém mais contínuas. São fortemente retilíneas e possuem comprimentos que variam entre 1 e 5 Km. Seguem geralmente a direção 60° – 240° Az e estão distribuídas preferencialmente na porção centro-sul da área.

Os traços N-S possuem baixa densidade relativa, distribuindo-se em toda a área. Caracterizam-se por formar conjuntos descontínuos, mas fortemente orientados, predominantemente retilíneos com tamanhos entre 500 m e 3 Km. Aparentemente estes traços parecem truncar aqueles NE-SW e NW-SE.

Através do resultado desta análise de frequências puderam-se obter os principais lineamentos, representativos em toda a extensão da área, possibilitando o desenvolvimento de diagramas de roseta, considerando apenas os produtos dos eventos tectônicos de maior expressão facilitando a compreensão da evolução geológica (Figura 12).

Os diagramas de roseta exibem geralmente padrões bidirecionais a multidirecionais, onde se observou a predominância de direções preferenciais, importantes na classificação desses lineamentos mais expressivos, o que auxiliou na interpretação dos contatos litológicos, uma vez que eles possam estar associados a eventos tectônicos que definiram a atual configuração geológica da área em estudo.

Figura 11 – Mapa de Lineamentos e Análise de Frequência da área em estudo, com destaque para: lineamentos NW-SE (em maior proporção) distribuídos em toda área; lineamentos NE-SW (maior extensão) predominante na porção sudoeste; e lineamentos N-S distribuídos espaçadamente em toda área.

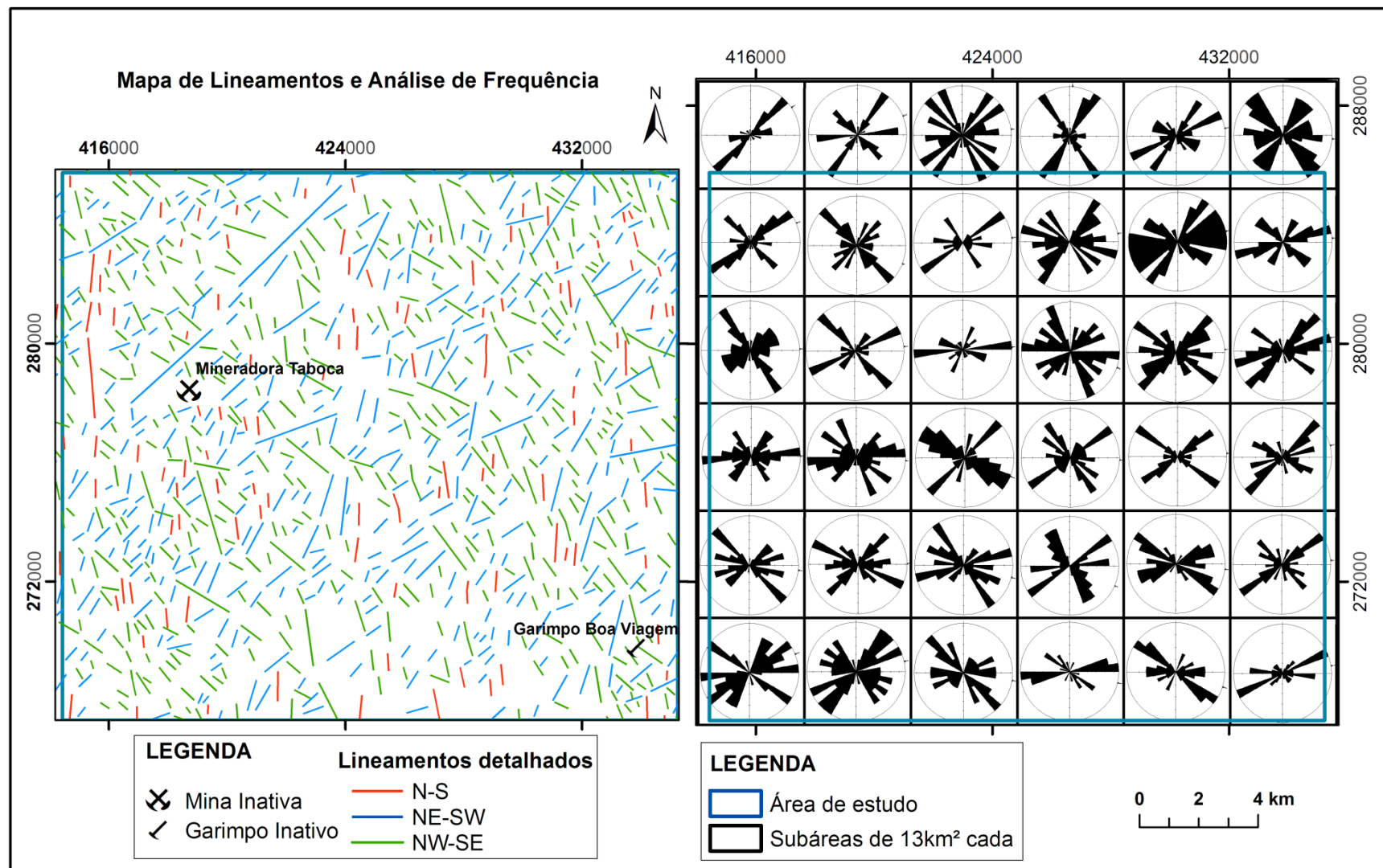
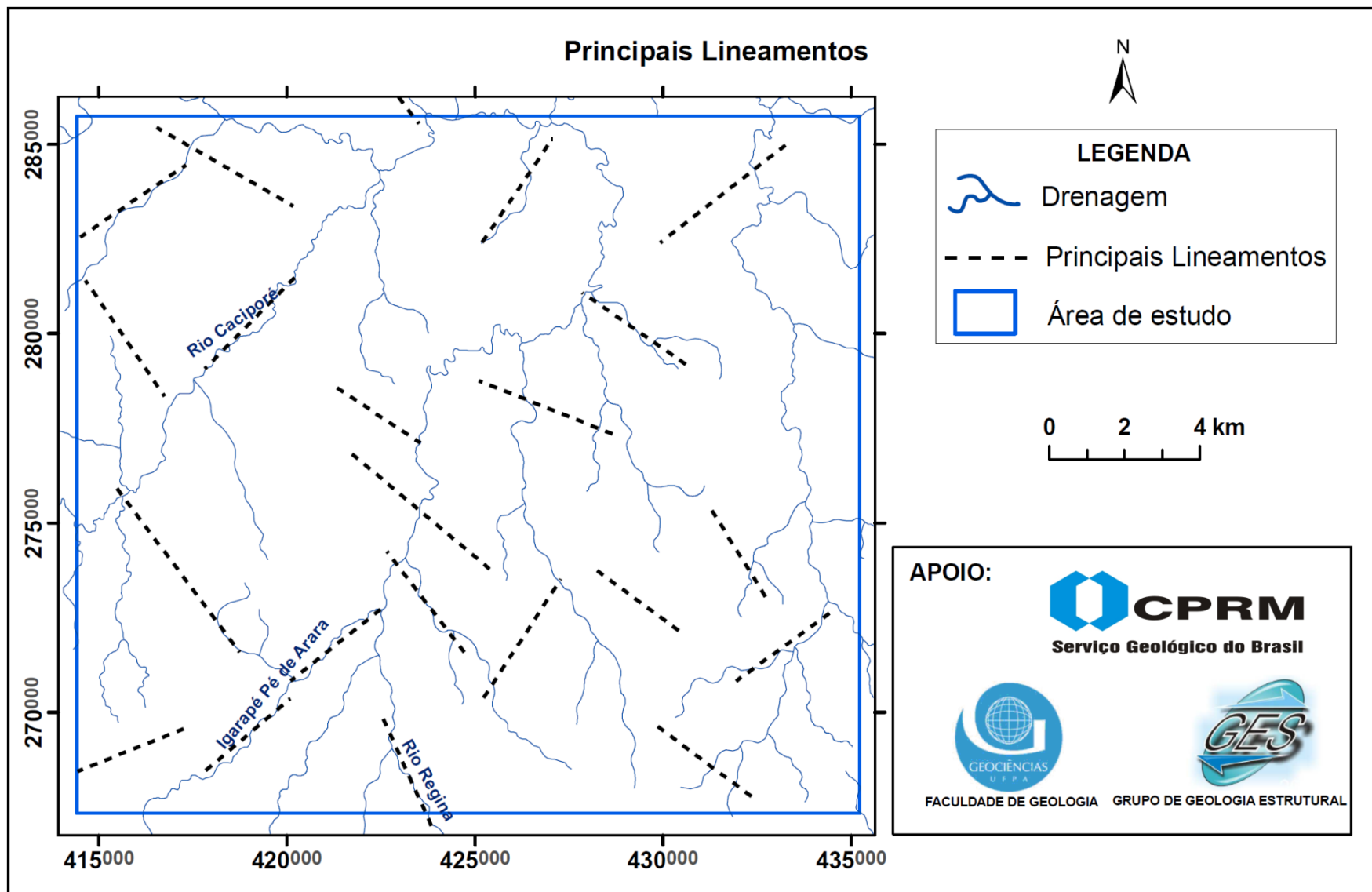


Figura 12 – Principais Lineamentos Estruturais obtidos através da análise de frequência de traços de relevo e drenagens.



5 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Este tópico abrange informações a respeito da paisagem e seus aspectos geomorfológicos, uma vez que há uma relação intrínseca entre a tectônica e os processos erosivos que definem o relevo.

Os dados foram obtidos a partir de observações, descrições e medições de campo, complementadas por informações provenientes de imagens de sensores remotos (STRM e GEOCOVER). Foi dada atenção especial aos sistemas de drenagens e as suas relações com as morfoestruturas, cujos principais padrões foram investigados nessas imagens de sensores.

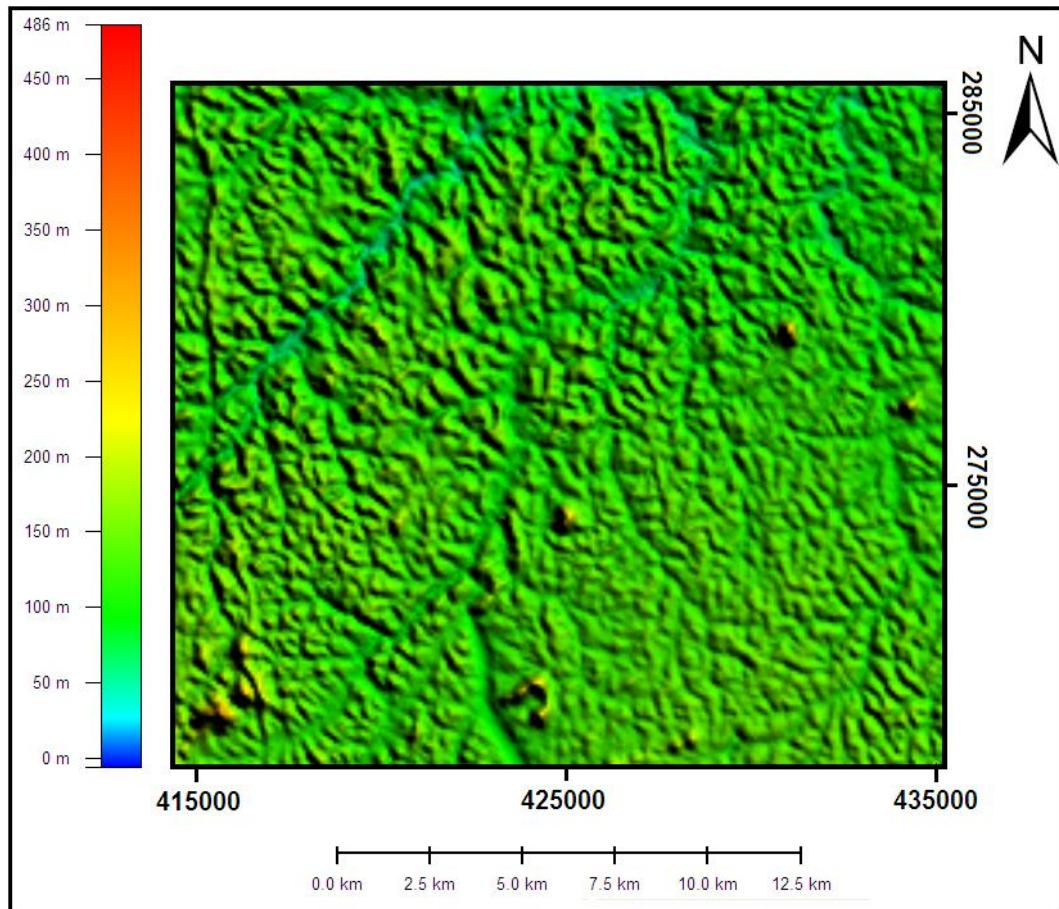
5.1 CARACTERÍSTICAS DO RELEVO

A área se caracteriza predominantemente por apresentar relevo plano a levemente ondulado com cotas topográficas em torno de 100 m, e elevações distribuídas principalmente na porção sul e sudoeste da área com cotas de aproximadamente 300 m, que são interpretados como morros testemunho relacionados a Serra Lombarda (Figura 13).

A presença da Serra Lombarda, localizada a sudoeste da área em estudo, exerce grande influência na orientação nos lineamentos NW-SE, controlando os dois rios mais importantes da área: Cassiporé e Regina. Observa-se ainda na porção noroeste a ocorrência de cristas contínuas e orientadas, relacionados aos Diques Máficos Cassiporé, caracterizando uma forte orientação N-S.

Segundo Lima et al. (1991) *apud* Silveira (1998), no estado do Amapá são identificados cinco compartimentos morfoestruturais, submetidos atualmente a processos predominantemente erosivos (Figura 14): Planície Costeira do Amapá, Planalto Rebaixado da Amazônia, Planalto da Bacia da Amazônia, Planalto Dissecado Jari-Araguari e Planalto Dissecado do Norte do Amapá, este último no qual a área está inserida.

Figura 13 – Imagem do Modelo Digital de Terreno (SRTM) da área, com destaque para os morros testemunho, localizados na porção sudoeste.

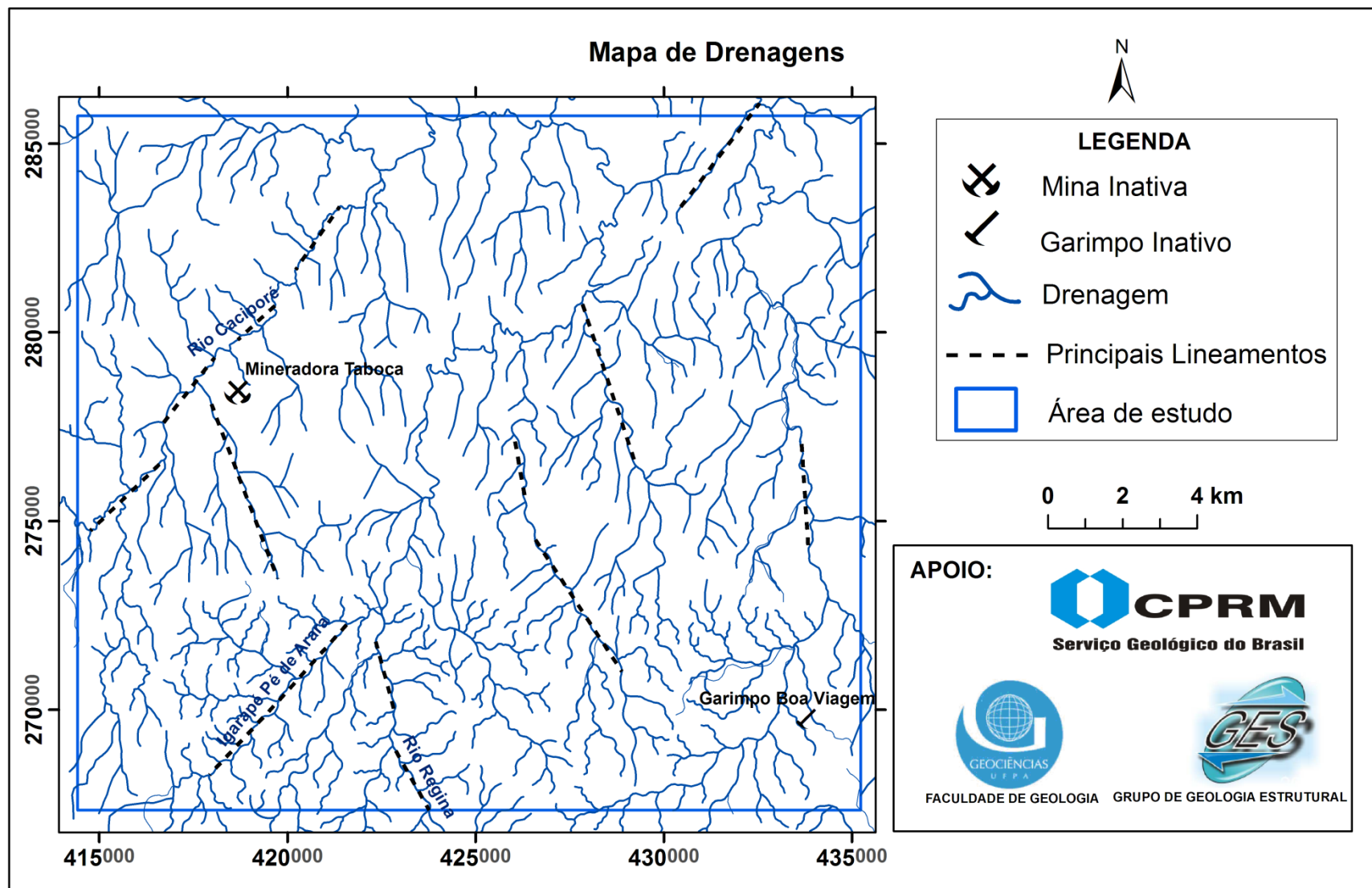


5.2 ANÁLISE DE DRENAGENS

Este tópico segue as recomendações sugeridas por Soares e Fiori (1976) e busca o entendimento do comportamento da rede de drenagens nesta área, cujas informações foram extraídas de forma sistemática e uniforme a partir de diferentes imagens, fornecendo assim importantes informações geológicas e estruturais.-.

O mapa de rede de drenagens baseou-se nos dados cedidos pelo IBGE (2006) e em técnicas de identificação de drenagens no Programa ArcGis 9.3, através da função *Hidrology Modelling*.

Figura 15 – Mapa de Drenagens detalhadas, com destaque para os principais rios e lineamentos de drenagem da área de trabalho.



Com base na avaliação das feições mais simples e evidentes, obteve-se um documento base com muitas informações geológicas interpretadas, que destaca dois padrões distintos, o primeiro rebaixado com pequenas porções elevadas dispersas, e o segundo de cotas elevadas com encostas de alta declividade, que sugere a presença de uma falha normal neotectônica, atuante durante o soerguimento da Serra Lombarda.

6 GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA

A área em estudo, assim como na maioria dos trabalhos feitos na região amazônica, apresenta bastante dificuldade de acesso e exposição de rochas. Neste trabalho os melhores afloramentos estão distribuídas em 4 áreas principais:

- Porção oeste da área – em afloramentos na mina velha da Mineradora Taboca e adjacências, onde se observa lavras aluvionares inativas e lajedos, blocos e matacões às margens de rios e igarapés.
- Porção norte – ao longo da margem do rio Cassiporé, nas adjacências da antiga BR-156, onde se observa afloramentos tipo lajedo, blocos e matacões.
- Porção Centro-Norte – ao longo do rio Regina e igarapés tributários, onde se observa afloramentos tipo lajedo, blocos e matacões, e por vezes em cachoeiras.
- Porção Sudeste – em afloramentos no Garimpo e Igarapé Boa Viagem e adjacências, onde se observa lavras aluvionares inativas e lajedos, blocos e matacões às margens do igarapé.

6.1 CARACTERÍSTICAS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ROCHAS EXPOSTAS

Este tópico apresenta a descrição de ocorrência e de todos os aspectos petrográficos relacionados aos litotipos encontrados nesta área, de modo a caracterizá-los e condicioná-los às unidades litoestratigráficas, definidas em trabalhos anteriores para o Cráton Amazônico. Para a classificação das rochas, foi utilizado o diagrama QAP, composição modal. Para melhor compreensão, foi confeccionado um Mapa de Pontos (Anexo A).

6.1.1 Gnaisses Migmatizados (Biotita Gnaisse)

É a litologia que representa o embasamento na área estudada, fazendo contato com todas as demais litologias aflorantes. Exibe uma morfologia arrasada, com afloramentos em forma de lajedos, e blocos expostos através de atividade garimpeira (ponto MC-177) do tipo *shafts*/galerias (Figura 16A).

São rochas de granulação média a grossa (1 - 30 mm), de cor cinza, com bandamento composicional (Figura 16B) e textura granoblástica. Apresenta níveis félsicos quartzo-feldspáticos, onde são observados álcali-feldspatos, de hábito tabular, alteração para argilominerais, e tamanhos centimétricos, formando textura porfiroblástica secundária (ponto MC-107) e contatos irregulares com os demais minerais; quartzo acinzentado, com cristais por vezes estirados, com contatos irregulares e moderadamente fraturados; e plagioclásio com hábito prismático, maclamento visível a olho nu, com aspectos de sericitização (Figura 16C).

Os níveis máficos são definidos por biotita, com lamelas milimétricas que seguem orientação preferencial, o que define uma foliação penetrativa e uma textura lepidoblástica secundária. São comuns também inclusões de minerais opacos (Figura 16D). São observados também porções migmatizadas, na forma de bolsões quartzo-feldspáticos concordantes com a foliação. Sua estruturação geral é definida pelo bandamento gnáissico, com direção preferencial NE-SW com mergulho para NW.

6.1.2 Anfibolitos

A ocorrência de anfibolito está associada ao processo de migmatização dos gnaisses encontrados nessa área, e distribuem-se na forma de lentes, na porção noroeste. Foram descritos como uma rocha de granulação média (1 - 10 mm), de cor cinza esverdeado, textura nematoblástica e com foliação concordante ao bandamento gnáissico.

Foram descritos nestas rochas o anfibólio do tipo hornblenda, prismático, esverdeado, e com cristais de tamanhos variados e contatos irregulares; plagioclásio, de maclamento visível a olho nu, com cristais de tamanho ligeiramente maior que o anfibólio, preenchendo vênulas e contatos irregulares, com indícios de alteração para carbonatos; quartzo incolor, anédrico e encontra-se por vezes estirado; piroxênio, que complementa a porção máfica junto ao anfibólio, e se apresenta na forma de cristais anédricos, de coloração preta, e contatos irregulares.

Foi observado nas vênulas milimétricas, pirita, orientada segundo a foliação da rocha, melhor descritas no ponto MC-122 (Figura 17).

Figura 16 – (A) Rochas gnáissicas expostas na margem do Rio Cassiporé, em afloramento do tipo blocos e lajedo (ponto MC-107); (B) Bandamento típico dos gnaisses encontrados na área de estudo; (C) Amostra de campo (ponto MC-177); e (D) Detalhe das bandas félsicas e máficas.

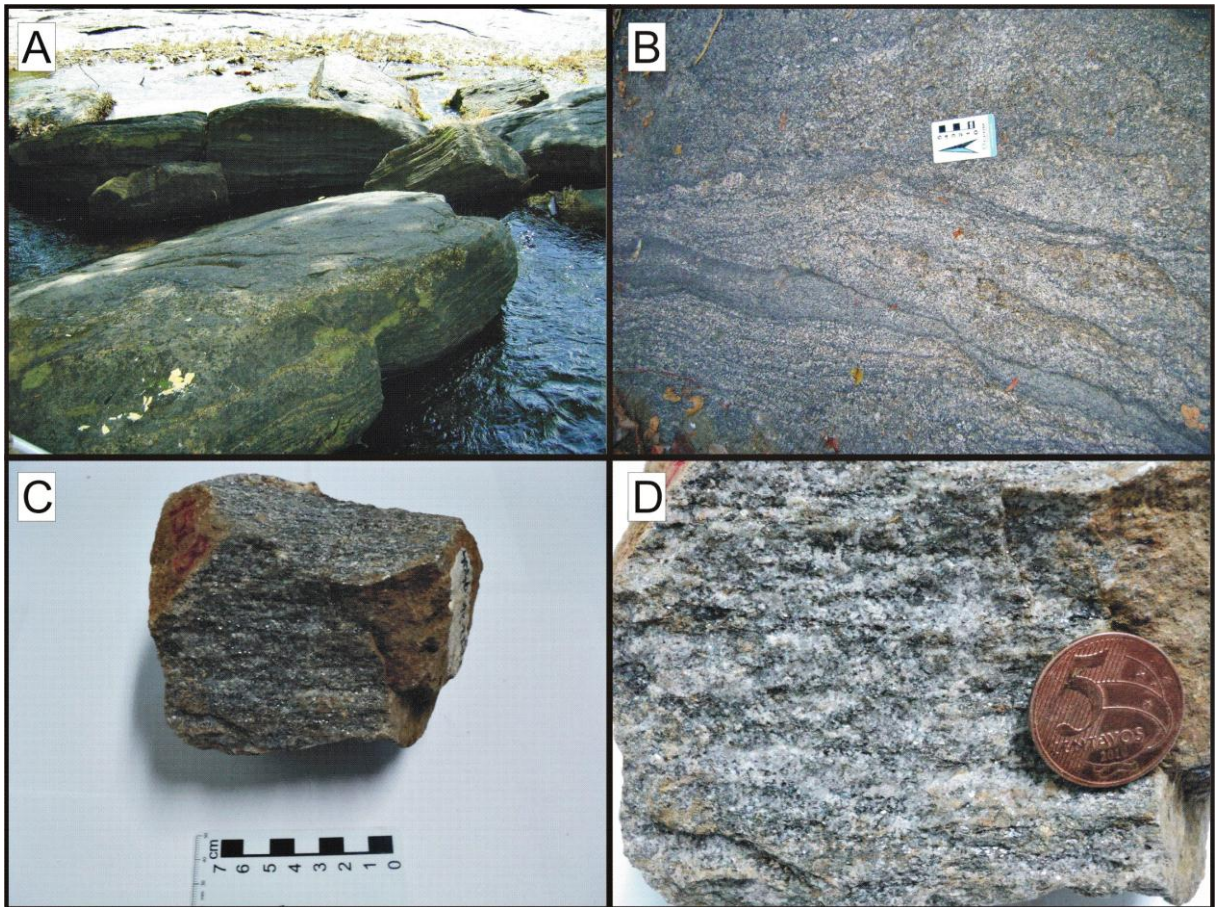


Figura 17 – Amostra de campo de um anfibolito típico da área de estudo (Ponto MC-122). Detalhe das vênulas preenchidas por plagioclásio.



6.1.3 Granitos TTG (Granodiorito e Tonalito)

É a litologia com maior quantidade de afloramentos nesta área. Estas rochas afloram principalmente às margens de rios e igarapés desta área, sob a forma de matacões e lajedos (Figuras 18A e 18B), e foram descritas como rochas faneríticas, de granulação média a grossa (2 - 20 mm), holocristalina, de cor cinza, leucocráticas e textura granular (ponto MC-130).

Apresentam plagioclásio prismático, geralmente de granulação grossa, com maclamento visível a olho nu, e por vezes como cristais menores dispersos nas porções mais máficas; álcali-feldspatos róseos, de hábito tabular, geralmente alterado para argilominerais; quartzo anédrico, acinzentado e com contatos irregulares; biotita com lamelas milimétricas, por vezes marcando uma foliação incipiente (Figuras 18C e 18D).

Alguns minerais acessórios podem ser observados, como no caso do ponto MC-133, onde são encontrados zircão, de hábito prismático e aspecto pulverulento, e pirita de tamanho diminuto e dispersa.

6.1.4 Granitóides (Monzogranito)

Esta litologia está distribuída em três áreas principais regiões no mapa: porção NNW, encontradas na forma blocos no Igarapé Tributário da represa da velha mina da Mineradora Taboca (ponto MC-92), assim como em lajedos na margem do rio Cassiporé; porção Leste, sob a forma de blocos e lajedos nas margens do rio Rebolo (MC-129) e igarapés tributários; e porção SW, onde não foi encontrado nenhum afloramento significativo (Figura 19A).

São descritas como rochas faneríticas, de granulação média (1 - 10 mm), holocristalina, de cor cinza e porções róseas, leucocrática e textura granular (Figura 19B). Composta por álcali-feldspato, de hábito tabular, róseo, com alterações para argilominerais; plagioclásio prismático, por vezes com maclamento visível a olho nu e sericitização; quartzo incolor, anédrico e contatos irregulares; biotita lamelar, com tamanhos menores em relação aos cristais feldspáticos, e geralmente inclusões de minerais opacos. Os minerais quartzo-feldspáticos mostram contornos difusos, que justifica a forma em que a biotita se apresenta orientada, marcando uma foliação

penetrativa, feição observada em todas as amostras desta litologia na área em estudo.

Observam-se também nesta litologia, veios pegmatíticos de quartzo, muitas vezes confundidos com quartzitos (Figura 19C). São compostos por quartzo estirado, que compõe a maior parte do veio; plagioclásio em menor proporção e com cristais diminutos; turmalina milimétrica, minerais opacos e pirita acessoriamente (Figura 19D).

A presença desses veios nesta litologia condiz com a geologia regional, e o que pode justificar a presença de garimpos nessa região, uma vez que a ocorrência de ouro é descrita nesses veios.

Figura 18 – (A) e (B) Afloramentos típicos (lajedo) dos granitos TTGs na área; (C) Amostra de campo de granodiorito, com foliação incipiente marcada pelos minerais máficos (ponto MC-130); (D) Amostra de campo de tonalito, com foliação incipiente marcada pelos minerais máficos (MC-133).

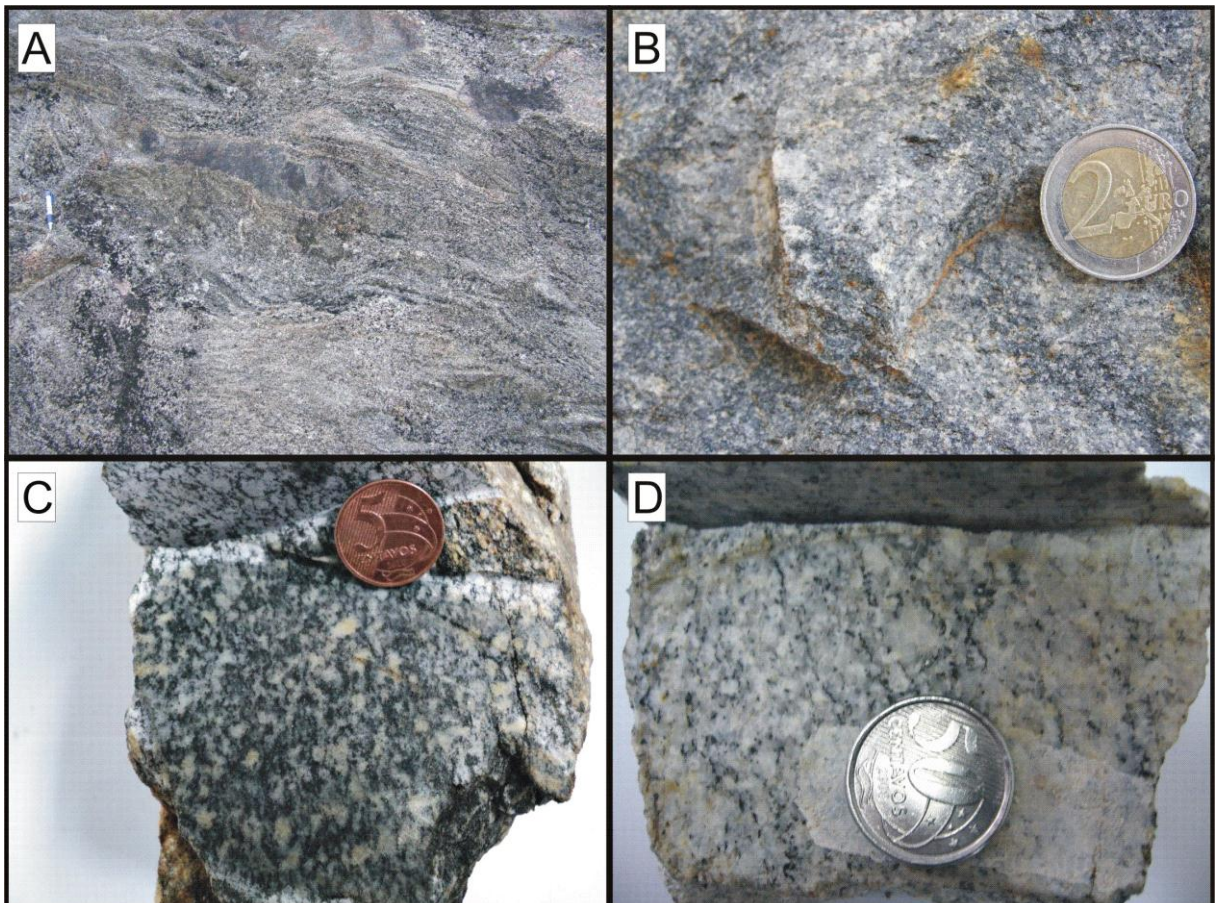
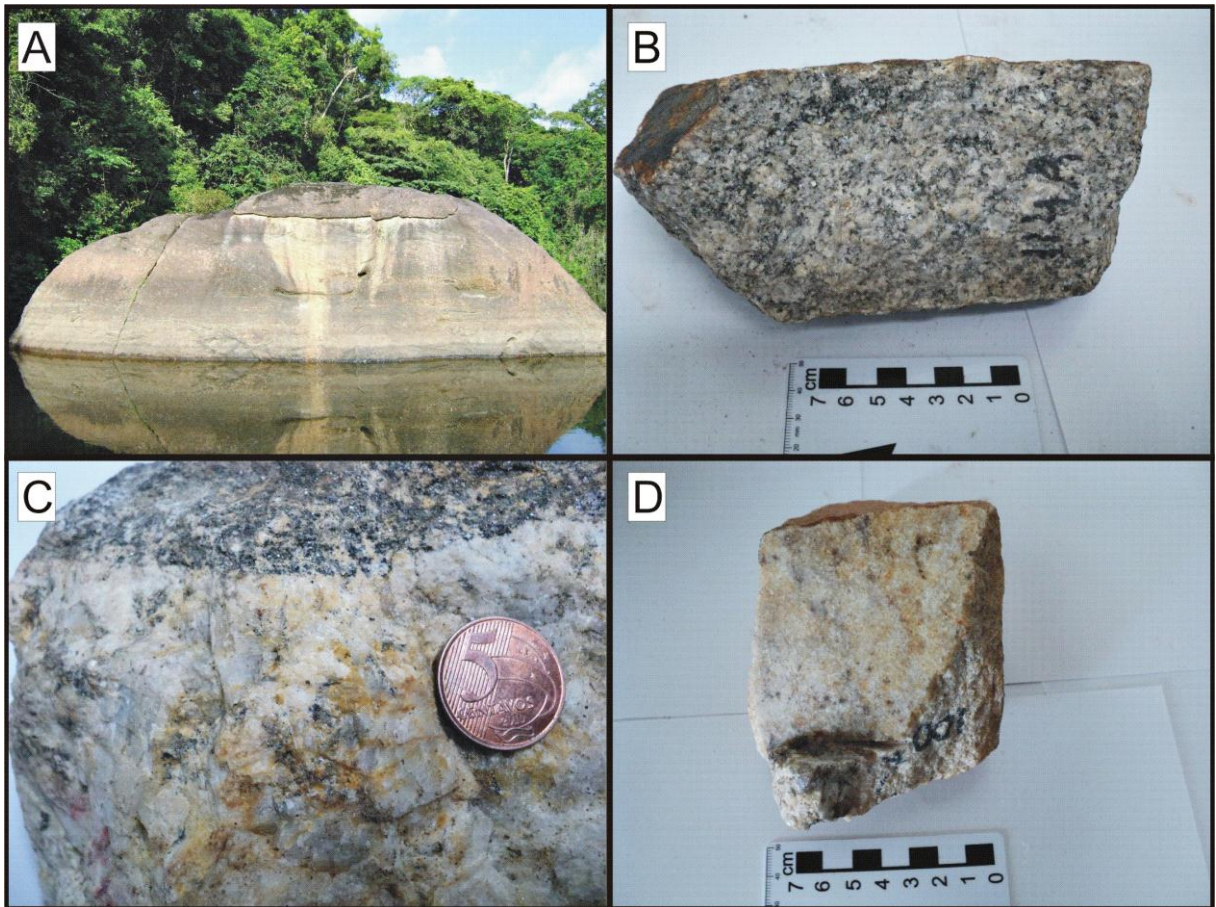


Figura 19 – (A) Afloramento típico desta litologia, nas margens do rio Rebolo; (B) Amostra de um monzogranito (ponto MC-124); (C) Amostra de monzogranito contendo veio de quartzo pegmatítico (ponto MC-107); e (D) Veio de quartzo pegmatítico, comum nesta litologia (ponto MC-107).



6.1.5 Rochas Máficas

São representadas por rochas plutônicas (diabásio e gabros), na qual suas ocorrências estão ligadas a grandes intrusões de diques. Observado na forma de blocos e matacões (diabásio) e lajedos (gabro), os afloramentos desta litologia se encontram, sobretudo às margens do rio Cassiporé, e apresentam uma quantidade de amostras significativa na porção oeste e nordeste da área (Figura 20A).

São descritos como rocha fanerítica, de granulação fina a média (1 - 10 mm), holocristalina, de coloração cinza escuro, melanocrática e textura subofítica (Figuras 20B e 20C). Sua composição inclui plagioclásio do tipo labradorita ($An=53$), com cristais ripiformes subédricos (Figura 20D), de tamanho variado e disperso, seu maclamento é do tipo albita, e seus contatos entre cristais são retos e apresenta sericitização na maioria dos cristais; piroxênio do tipo augita, com cristais subédricos, de granulação fina (matriz) e alguns cristais com zoneamento

concêntrico, e seus contatos são, em sua maioria, retos, alterados para hornblenda. Algumas amostras apresentam quartzo, anédrico e incolor, com contatos irregulares (ponto MC-131) e outras apresentam olivina, com cristais anédricos, de granulação fina a média, com contatos entre cristais do tipo côncavo-convexo (ponto MC-132), além de minerais opacos acessoriamente.

Figura 20 – (A) Forma comum dos afloramentos destas litologias na área de estudo, no ponto MC-122, localizado na margem direita do rio Cassiporé; Diferenças na granulação desta litologia: (B) granulação fina e (C) granulação média; e (D) Detalhe dos cristais ripiformes de plagioclásio.



6.2 ANÁLISE ESTRUTURAL

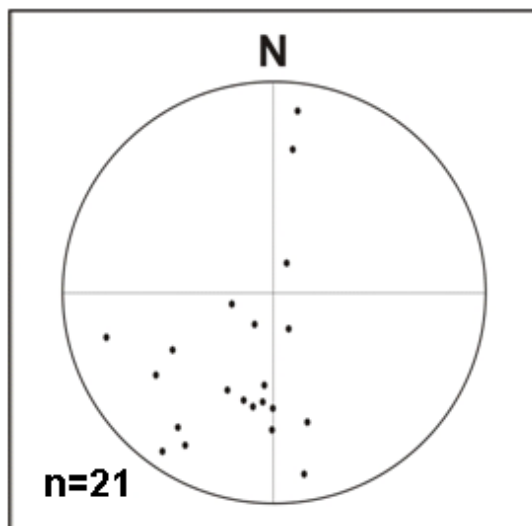
Serão descritos abaixo as principais estruturas geológicas observadas em mesoescala, nas rochas expostas na área de trabalho, destacando-se feições tectônicas planares e lineares, bem como indicadores cinemáticos relacionados a eventos geológicos regionais.

6.2.1 Foliações

As estruturas classificadas como foliações encontram-se em sua maioria em granitos foliados com feições migmatíticas e outras vezes com foliação incipiente, destacada pela orientação de minerais achatados e estiramento de cristais de quartzo e feldspatos.

A orientação preferencial dos planos de foliação são 290° a 300° Az, com mergulhos predominantemente para o quadrante NE, com ângulos variáveis entre 15° e 80° , e em menor proporção com mergulhos no sentido SW, com ângulos entre 10° e 70° ; a segunda orientação, mais frequente, segue a direção NE-SW, com mergulhos variando entre 15° e 75° , no sentido NW (Figura 21).

Figura 21 – Estereograma com polos (igual área) das foliações observadas em metagranitos.



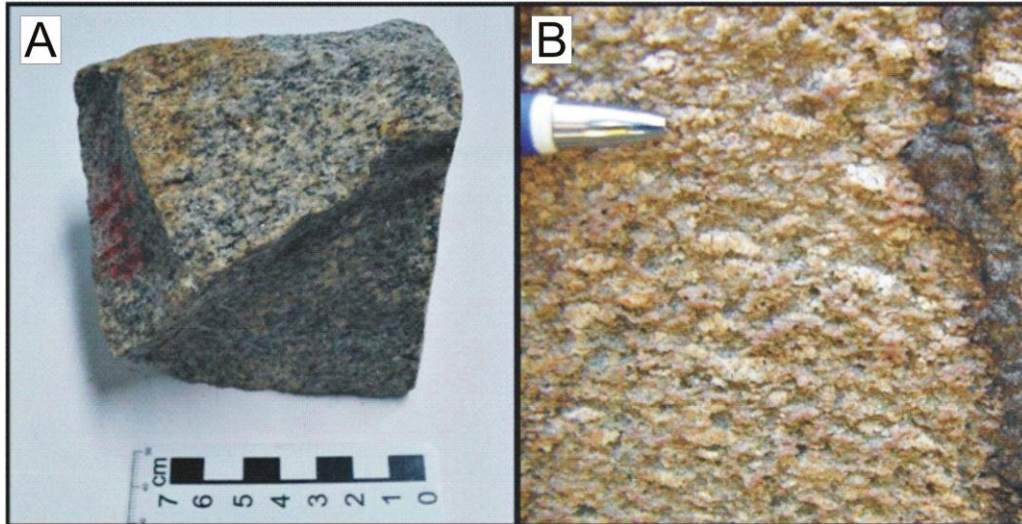
Os poucos afloramentos descritos com gnaisses, apresentam foliação do tipo bandamento composicional característico, sem grandes deformações por vezes apresentam leves ondulações intrafoliais. Sua orientação média é de 60° Az com mergulhos baixos de 15° , no sentido NW.

6.2.2 Lineações

As feições lineares da área estão representadas como lineação mineral, definida principalmente pela orientação predominante de minerais máficos lamelares nos gnaisses (Figura 22A); e estiramento de grãos minerais em rochas graníticas,

com foliação moderada, predominantemente em cristais de plagioclásio e álcali-feldspato, com *trend* 110° Az e mergulho médio de 20° no sentido SE (Figura 22B).

Figura 22 – (A) Lineações destacadas em gnaisses pela orientação de lamelas de biotita (ponto MC-177); (B) Estirramento de cristais de álcali-feldspato em rocha granítica (ponto MC-130).



6.2.3 Dobras

Foram observadas dobras em escala métrica e centenas de metros, definidas por ondulações de feições planares, notadamente de foliações. As dobras em escala de afloramento (métricas) são classificadas como dobras de arrasto e ocorrem principalmente em gnaisses, originadas por deformação dúctil heterogênea, devido à presença de planos de falhas com direção preferencial 315° Az (Figura 23).

As dobras em escala de centenas de metros são observadas nos granitos foliados. No estereograma de polos para os planos de foliação, observa-se o desenho de uma guirlanda com plano equivalente na direção 17° Az, e com eixo sub-horizontal (Figura 24).

Os polos encontram-se concentrados principalmente no quadrante SE, que poderia corresponder à ocorrência de dobras recumbentes, com menor frequência; também são encontrados polos espaçados no quadrante NE, com ângulos de mergulhos variados, que sugere a presença de dobras normais, mais evidente.

Figura 23 – Dobras de arrasto observadas em gnaisses, com direção média 315° Az.

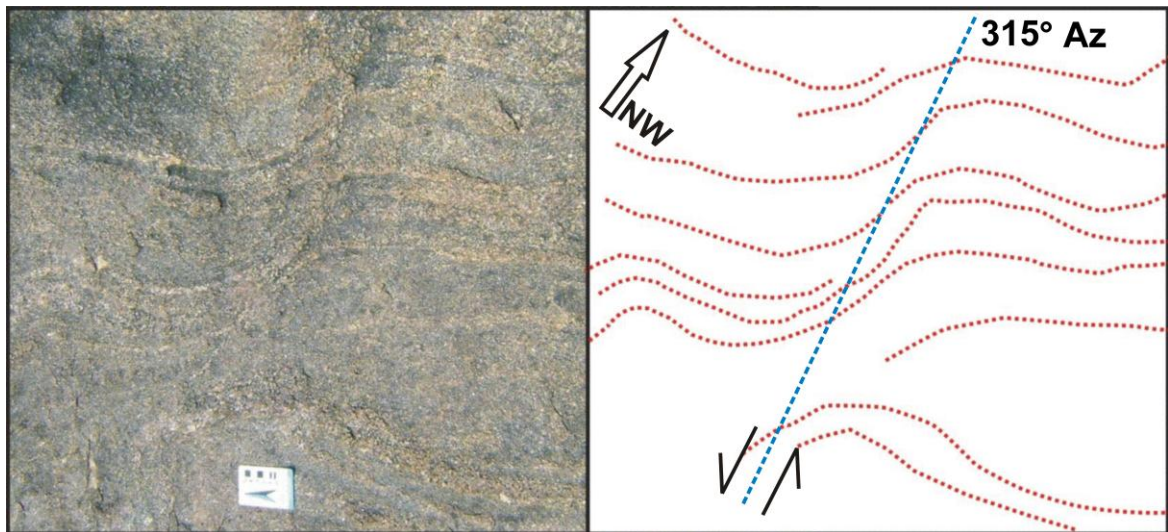
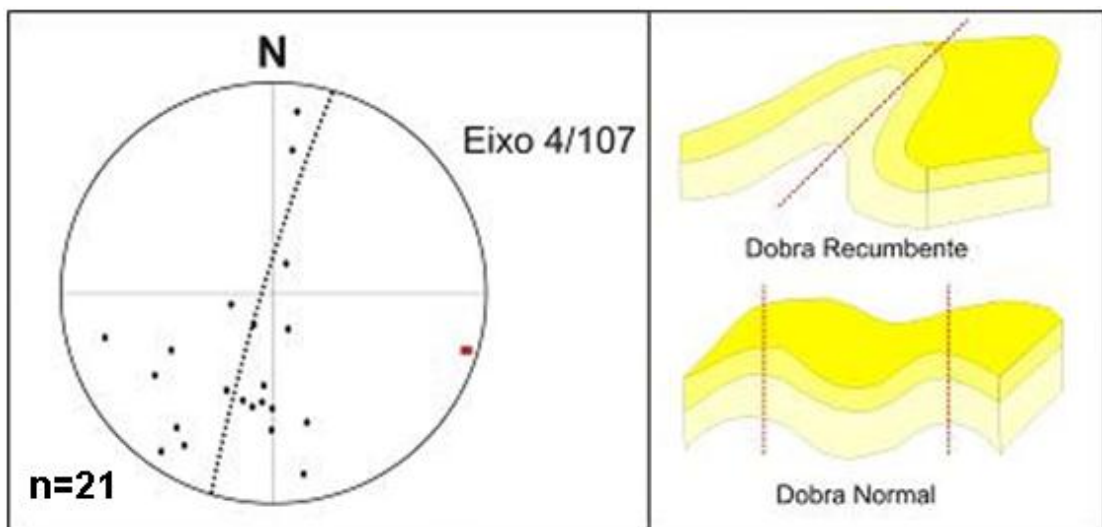


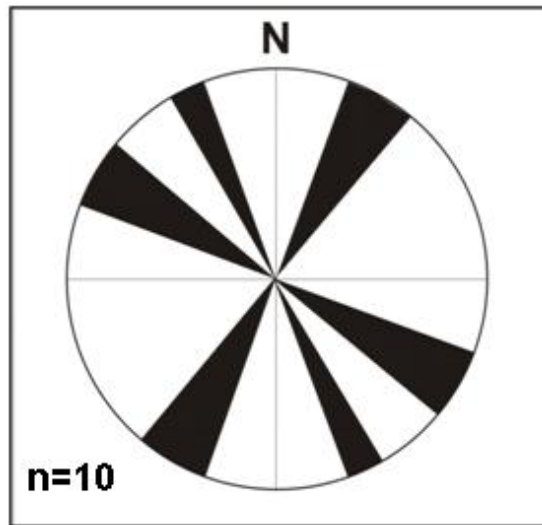
Figura 24 – Estereograma de polos das foliações, e guirlanda indicando posicionamento de dobras, com eixo sub-horizontais.



6.2.4 Fraturas

As fraturas da área encontram-se em arranjo multidirecional, com três direções preferências, os planos de orientação NW-SE correspondem provavelmente a pares cisalhantes, um mais frequente com *strike* 300° Az, e outro com *strike* 335° Az, formando ângulo de 35°; e planos de fraturas dispostos segundo *trend* de 30° Az (Figura 25).

Figura 25 – Roseta ilustrando as principais orientações dos planos de fraturas presentes na área.



6.2.5 Falhas

As falhas estão representadas na área por planos orientados na direção NW-SE, em escala centimétrica com rejeitos de 5 a 15 cm, com movimentações sinistras e ângulo de aproximadamente 55° de diferença entre os planos (Figura 26); observam-se também planos com orientação NW-SE, variando entre 295° Az e 330° Az, e mergulhos altos com média de 50° (Figura 27).

Figura 26 – Planos de falhas em arranjo de pares cisalhantes, com provável cinemática sinistral (ponto MC-101).

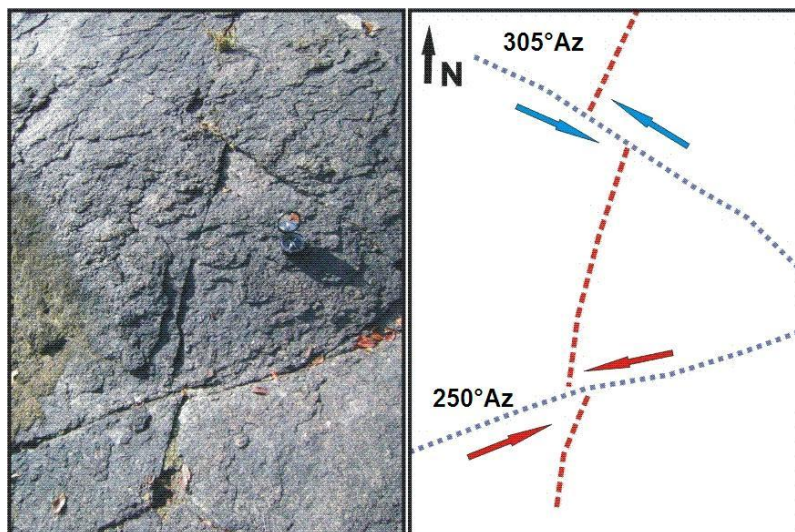
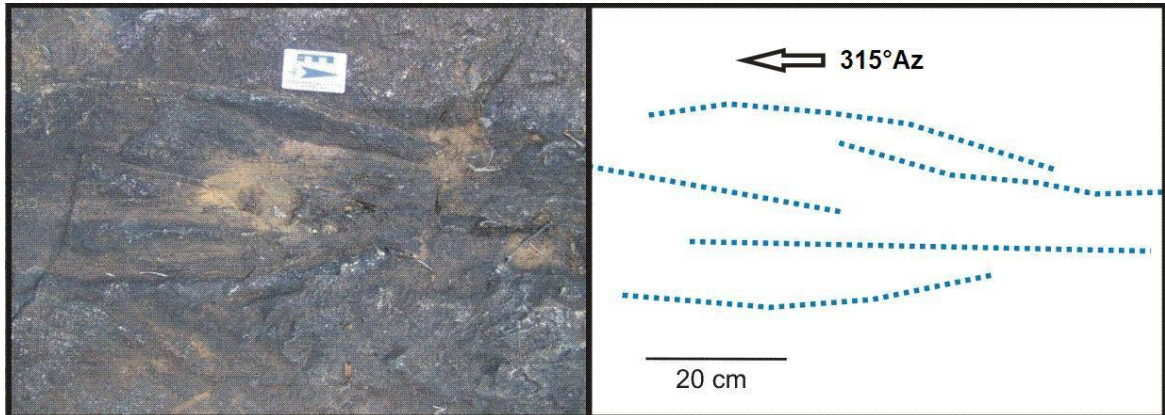


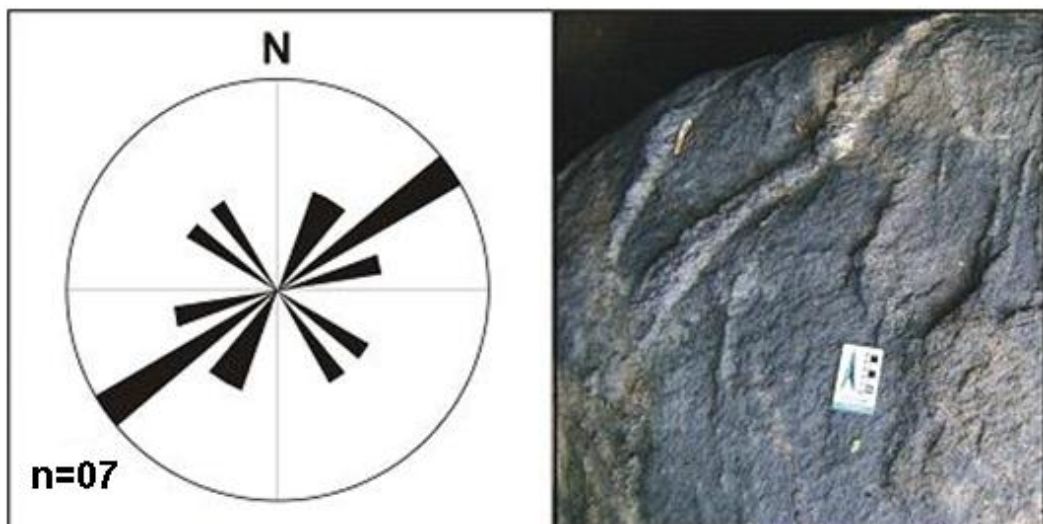
Figura 27 – Planos de falhas paralelos com ângulo de mergulho médio de $50^{\circ}/230^{\circ}$ Az (ponto MC-134).



6.2.6 Veios

Predominam veios quartzo-feldspáticos, que se alojam em fraturas e falhas multidirecionais, com comprimento variando de alguns centímetros a vários metros. O *trend* principal orienta-se a NE-SW, em segundo plano na direção NW-SE, com ângulos de mergulhos altos variando de 50° a verticais (Figura 28).

Figura 28 – Disposição do arranjo de veios da área de estudo.



6.2.7 Diques

Os diques são muito expressivos na região, e encontram-se associados a eventos mais recentes. Estão alojados em falhas e fraturas de direção N-S predominantemente. Possuem espessuras métricas e comprimento de dezenas de metros, formados por rochas máficas (Figura 29).

Figura 29 – Dique Máfico com orientação N-S, encontrado nas margens do rio Cassiporé (ponto MC-122).



6.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As foliações primárias (destaque para o bandamento composicional) e tectônicas, de um modo geral, são as feições planares de maior representatividade na área mapeada. Essas foliações se apresentam comumente associados a bandas de cisalhamento.

A foliação presente na rocha granítica encontra-se associada com as lineações minerais, que formam *rakes* estruturais de baixo ângulo ($< 10^\circ$) nas rochas no ponto MC-130, indicativo de deformação transcorrente oblíquas; e de *rake* alto ($> 60^\circ$) nas rochas no ponto MC-176, indicativo de tectônica cavalgante, associados a movimentos em zonas de cisalhamento compressivas.

O desenvolvimento de bandas de cisalhamento deformando o bandamento e a foliação, por arrasto, está associado à deformação dúctil heterogênea. Neste tipo de deformação é comum ocorrerem faixas submilimétrica e centimétrica onde se

concentra a deformação segundo superfícies de cisalhamento e onde o movimento é acomodado plasticamente (HASUI; MIOTO, 1992).

O arranjo observado em falhas e fraturas foi interpretado como movimentação predominantemente transcorrente, adequando-se ao modelo proposto por Riedel para deformação não-coaxial de comportamento rúptil, onde a zona de cisalhamento sinistral (observada em imagens de sensores remotos e mais evidente no ponto MC-101), com planos de falhas, representam a falha principal; as falhas com rejeitos menos representativos que formam ângulos aproximados de 10° , com o plano principal de movimentação sinistral, são interpretadas como as fraturas de cisalhamento de Riedel (Sintética ou R), e fratura de cisalhamento sintética secundária (P); e por fim, a fratura de cisalhamento conjugada de Riedel (R') está representada por fraturas de orientação NE-SW, completando assim o arranjo de Riedel. Concordando com a referência, acredita-se que essa zona de cisalhamento se formou após o Evento Transamazônico com as rochas sob comportamento Rúptil.

No mapa de lineamentos e lineações estruturais (Figura 10) são interpretados por traços NE-SW com extensões variando entre 5 – 40 Km, aparentemente truncando os traços NW-SE. Esses traços estruturais podem ter sido os responsáveis pela reorientação local da trama dúctil anteriormente orientada no *trend* NW-SE, para NE-SW. Possivelmente tais traços devem representar importantes descontinuidades.

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir deste trabalho permitiram a elaboração das seguintes conclusões:

- Foram reconhecidos cinco conjuntos principais de rochas: (1) gnaisses, (2) anfibolitos, (3) granitos provavelmente de suíte TTG, (4) granitoides e (5) rochas máficas;
- Os gnaisses representam o embasamento desta área, sobre o qual se alojam anfibolitos;
- O contexto geológico da área em estudo, característico de terrenos de alto grau, está inserido no Complexo Guianense no qual foram identificados os gnaisses, anfibolitos, granitos TTG e granitoides presentes neste estudo. As rochas máficas são atribuídas ao evento Permo-Triássico que originaram a inclusão dos Diques Máficos Cassiporé.
- Tanto os gnaisses, quanto os anfibolitos e metagranitos apresentam foliação orientada predominantemente no *trend* NW-SE, embora ao contato com importantes traços estruturais, interpretados a partir de imagens de sensor remoto, a orientação da foliação seja modificada para a direção NE-SW.
- A deformação está inserida no contexto tectônico do Cinturão de Cisalhamento Caroní-Quatro Pancadas, influenciado pelo Cinturão de Cisalhamento Tumucumaque (TERRACONSULT, 1986; COSTA; HASUI, 1997), zona de articulação entre os blocos Oiapoque e Maecuru, onde se observa um quadro semelhante ao Cinturão Itacaiúnas (a sul, no Pará) com direção geral NW-SE (JOÃO et al., 1978, 1979; COSTA; HASUI, op. cit.);
- A deformação responsável pela presença da foliação, do bandamento gnáissico e das dobras, com forte *trend* NW-SE pode ser atribuída a um episódio transpressivo sinistral, de idade contemporânea ao Evento Transamazônico;

REFERÊNCIAS

- ABISSINOQUEIRA, S. A.; BETTENCOURT, J. S.; TASSINARI, C. C. G. Geochronology of the Granitoid Hosted Salamangone Gold Deposit Lourenço District Amapá, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30, n.2, p. 261-264, jun. 2000.
- AMARAL, G. *Geologia Pré-Cambriana da Região Amazônica*. 1974. 212 f. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 1974.
- AVELAR, V. G.; LAFON, J. M.; DELOR, C.; GUERROT, C.; LAHONDÈRE, D. Archean crustal remnants in the easternmost part of the Guiana Shield: Pb-Pb and Sm-Nd geochronological evidence for Mesoarchean versus Neoarchean signatures. *Géologie de la France*, n.2-3-4, p. 83-100. 2003.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. .M.; GONÇALVES, J. H. *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG*. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003.
- CORDANI, U. G.; TASSINARI, C. O.; TEXEIRA, W.; BASEI, M. A. S.; KAWASHITA, K. Evolução tectônica da Amazônia com base em dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLÓGICO CHILENO, v.2, Chile, *Actas*, p. 137-148. 1979.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B. The geologic evolution of South America during the Archean and Early Proterozoic. *Revista Brasileira de Geociências*, v.12, n.3, p. 78-88. 1982.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F. M. B. *Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras*. Rio de Janeiro: Petrobras, Série Ciência Técnica Petróleo: exploração de petróleo, 1984. p. 15-70.
- COSTA, J. B. S.; HASUI, Y. Evolução geológica da Amazônia. In: COSTA, M. L.; ANGÉLICA, R. S. (Ed.). *Contribuições à geologia da Amazônia*. Belém: SBG, 1997. p. 15-90.
- DELOR, C.; LAHONDÈRE, D.; EGAL, E.; LAFON, J. M.; COCHERIE, A.; GUERROT, C.; ROSSI, P.; TRUFERT, C.; THEVENIAUT, H.; PHILLIPS, D.; AVELAR, V. G. Transamazonian crustal growth and reworking as revealed by the 1:500,000-scale geological map of French Guiana (2nd edition). *Géologie de la France*, n.2-3-4, p. 5-57. 2003a.
- GIBBS, A. K.; BARRON, C. N. The Guiana Shield revisited. *Episodes*, v.2, p. 7-14. 1983.
- JOÃO, X. S. J.; FRIZZO, S. J.; MARINHO, P. A. C.; CARVALHO, J. M. A.; SILVA NETO, C. S.; SOUSA, A. N.; GUIMARÃES, L. R. *Projeto Sudoeste do Amapá*. Belém: DNPM/CPRM, 1978. v.1-A, 224 p. (Relatório Final).

JOÃO, X. S. J.; CARVALHO, J. M.; VALE, A. G.; FRIZZO, S. J.; MARTINS, R. C. *Projeto Falsino*. Belém: DNPM/CPRM, 1979. v.1, 199 p. (Relatório Final).

HASUI, Y.; HARALAY, N. L. E.; SCHOBENHAUS, C. Elementos geofísicos e geológicos da Região Amazônica: subsídios para o modelo geotectônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2, SBG, Manaus, *Anais*, p. 129-141. 1984.

HASUI, Y. ; ALMEIDA, F. F. M. The central Brazil shield reviewed. *Episodes*, v.8, n.1, p. 29-37. 1985.

KLEIN, E. L.; ROSA-COSTA, L. T.; LAFON, J. M. Magmatismo Paleoarqueano (3,32 Ga) na região do rio Cupixi, SE do Amapá, SE do Escudo das Guianas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 8, SBG, Manaus, *Resumos expandidos*, CD-ROM. 2003.

LEDRU, P.; COSTA, S.; ECHTLER, H. The Massif Central: structure. In: KEPPIE, J. D. (Ed.). *Pre-Mesozoic geology in France and related areas*. Berlin: Springer, 1994b. p 305-323.

LIMA, M. I. C.; MONTALVAO, R. M. G.; ISSLER, R. S.; OLIVEIRA, A. S.; BASEI, M. A. S.; ARAUJO, J. F. V.; SILVA, G. C. Geologia. In: *PROJETO RADAM. Folha NA/NB 22 Macapa*. Rio de Janeiro:CPRM, 1974. 120p. (Levantamentos de Recursos Naturais, 6).

LIMA, M. I. C.; BEZERRA, P. E. L.; ARAÚJO, H. J. T. Sistematização da geologia do estado do Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3, SBG, Belém, *Anais*, p. 322-335. 1991.

MACAMBIRA, M. J. B.; SILVA, D. C.; VASQUEZ, M. L.; BARROS, C. E. M. Investigação do limite Arqueano-Paleoproterozóico ao norte da Província de Crajás, Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, SBG, Araxá. *Resumos*, 2004. 1 CD ROM.

MCREATH, I.; FARACO, M. T. L. Paleoproterozoic Greenstone-Granite Belts in Northern Brazil and the Former Guyana Shield - West African Craton Province. *Revista do Instituto de Geociências, Série Científica*, Universidade de São Paulo, Instituto de Geologia. São Paulo, v.5, n.2, p. 49-63, mar. 2006.

MILLER, M. B. *Structural geology and geology photographs*. Disponível em: <<http://www.darkwing.uoregon.edu/~millerm/index.html>>. Acesso em 5 de Junho de 2012.

NOGUEIRA, S. A. A.; BETTENCOURT, J. S.; TASSINARI, C. C. G. Geochronology of the Salamangone gold deposit host-rocks, Lourenço district, Amapá, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30, p. 261-264. 2000.

OLIVEIRA, E. C.; LAFON, J. M.; GIOIA, S. M. C. L.; PIMENTEL, M. M. Datação Sm-Nd em rocha total e granada do metamorfismo granulítico da região de Tartarugal Grande, Amapá Central. *Revista Brasileira de Geociências*, v.38, n.1, p. 114-127, mar. 2008.

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

PIMENTEL, M. M.; SPIER, C. A.; FERREIRA FILHO, C. F. Estudo Sm-Nd do Complexo Máfico-Ultramáfico Bacuri, Amapá: idade da intrusão, metamorfismo e natureza do magma original. *Revista Brasileira de Geociências*, v.32, n.3, set. 2002.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. *Para entender a terra*. Tradução: Rualdo Menegat, 4ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

ROSA-COSTA, L. T.; LAFON, J. M.; DELOR, C. Zircon geochronology and Sm-Nd isotopic study: further constraints for the Archean and Paleoproterozoic geodynamic evolution of the Southeastern Guiana Shield, north of Brazil. *Gondwana Resumes*. 2006.

RICCI, P. S. F. Mineralogically bizarre charnockitoids of the Bacajá High-Grade Block (Pará): discharnockitized and reemplaced plutons mistakenly confused with granitoids crystallized at shallower crustal levels. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém. *Resumos expandidos*, Belém: SBG, 2006a. 1 CD ROM.

RICCI, P. S. F. Unprecedented recognition of jotunitic-mangeritic orogenic bodies from the low course of the Iriri River to Tucuruí Lake (Pará): implications for the Bacajá High-Grade Block boundaries. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém. *Resumos expandidos*. Belém: SBG, 2006b. 1 CD ROM.

SANTOS, M. V.; SOUZA FILHO, E. E.; TASSINARI, C. C. G.; TEIXEIRA, W.; RIBEIRO, A. C. O.; PAYOLLA, B. L.; VASCONI, A. V. Litoestratigrafia das rochas pré-cambrianas na bacia do médio Rio Xingu – Altamira-PA. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, 1988, Belém. *Anais*. Belém: SBG, 1988. v.1, p.363-377.

SANTOS, J. O. S.; HARTMANN, L. A.; GAUDETTE, H. E.; GROVES, D. I.; MCNAUGHTON, N. J.; FLECHER, I. R. New understanding of the Amazon Craton provinces, based on field work and radiogenic isotope data. *Gondwana Research*, v.3, p. 453-488. 2000.

SANTOS, J. O. S. Geotectônica dos Escudos da Guiana e Brasil Central. In: BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R. M., GONÇALVES, J. H. (eds.) *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG*. Brasília: CPRM, 2003. p. 169-226.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE G. R.; ASMUS H. E. *Geologia do Brasil - Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área Oceânica Adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000*. Brasília : Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), 1984.

SILVEIRA, O. F. M. *A Planície costeira do Amapá: dinâmica de ambiente costeiro influenciada por grandes fontes fluviais quaternárias*. 1998. 215 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém. 1998.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícias Geomorfológicas*, v.6, n.32, p.71-104, Campinas. 1976.

TASSINARI, C. C. G. *O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos*. 1996. 139 f. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo. 1996.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, v.22, p. 174-182. 1999.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, Araxá. *Anais*. Araxá: SBG, 2004. p. 471-485.

TASSINARI, C. C. G.; BETTENCOURT, J. S.; GERALDES, M. C.; MACAMBIRA, M. J. B.; LAFON, J.M. The Amazonian Craton. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; FILHO, A.T.; CAMPOS, D.A. (eds.). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro. 2000. p. 41-95.

TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C. C. G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. A review of the geochronological of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, v. 42, p. 213-227. 1989.

TERRACONSULT, A. G. *Mineração Novo Astro S.A. Amapá Exploration Project*. 1986. (Final Report)

TWISS, R.J.; MOORES, E.M. *Structural Geology*. New York: Freeman & Company, 1992. 532 p.

VANDERHAEGHE, O.; LEDRU, P.; THIÉBLEMONT, D.; EGAL, E.; COCHERIE, A.; TEGYEY, M.; MILESI, J-P. Contrasting mechanism of crustal growth: geodynamic evolution of the Paleoproterozoic granite-greenstone belts of French Guiana. *Precambrian Research*, v. 92, p. 165-193. 1998.

VASQUEZ, M. L. *Geocronologia em zircão, monazita e granada e isótopos de Nd das associações litológicas da porção oeste do Domínio Bacajá: evolução crustal da porção meridional da Província Maroni-Itacaiúnas – sudeste do Cráton Amazônico*. 2006. 212 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2006.

VEIGA, A. T. C.; BRAIT FILHO, L.; OLIVEIRA, C. A. C. Geologia da Província Aurífera de Cassiporé - Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2, 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1985. p. 135-146.

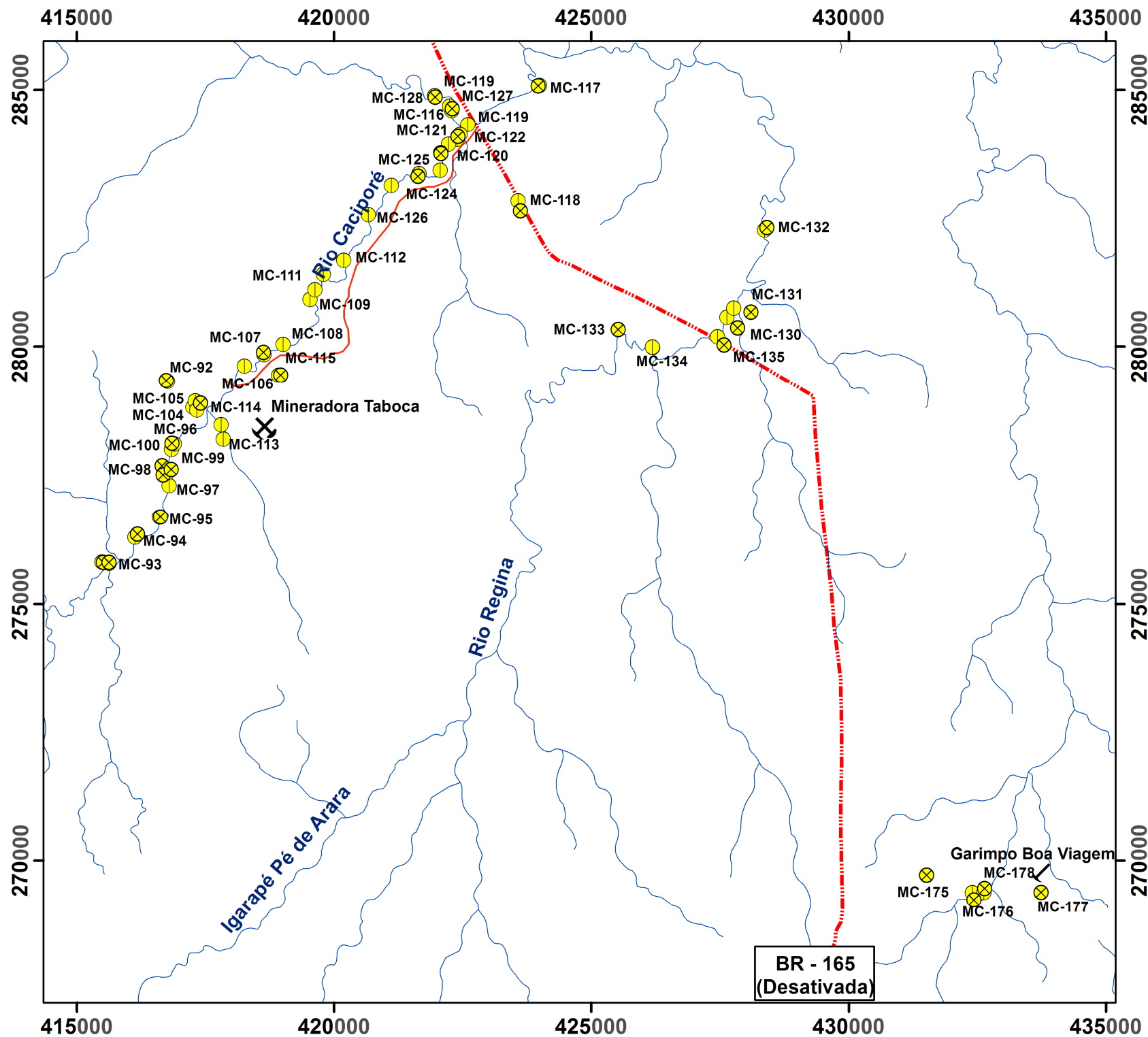
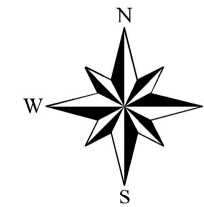
VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. dos. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação em geologia*. INPE-2227-MD/014, São José dos Campos, p. 14. 1982.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA

ANEXO A - MAPA DE PONTOS



LEGENDA

- Pontos Descritos e Amostrados
- Pontos Descritos
- Mina ativa
- Garimpo Ativo
- Drenagem
- Rodovias sem Pavimentação
- Estradas Vicinais

ESCALA 1:100.000



Autor: Rudson Negrão Fonseca
Orientador: Roberto Vizeu Lima Pinheiro
Elaborado em 05 de Outubro de 2012.

APOIO:

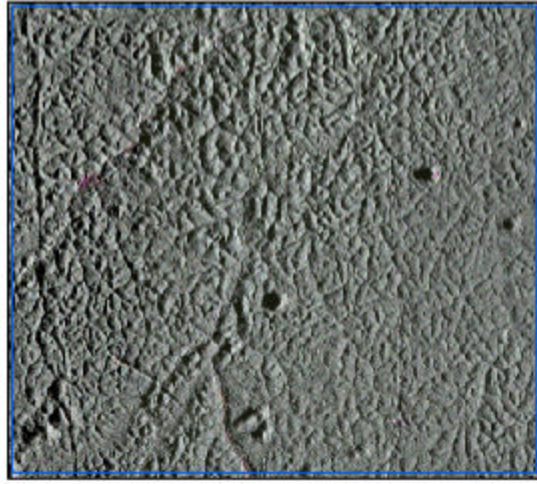


FACULDADE DE GEOLOGIA

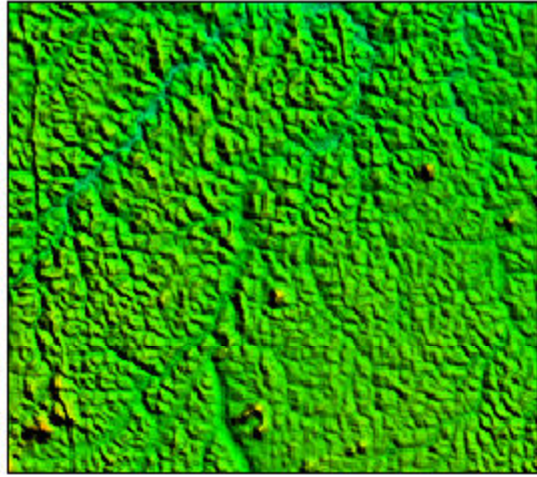


GRUPO DE GEOLOGIA ESTRUTURAL

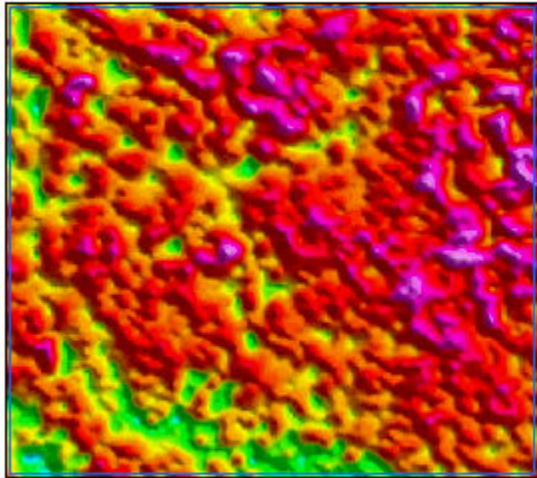
SAR - Sipam



SR TM



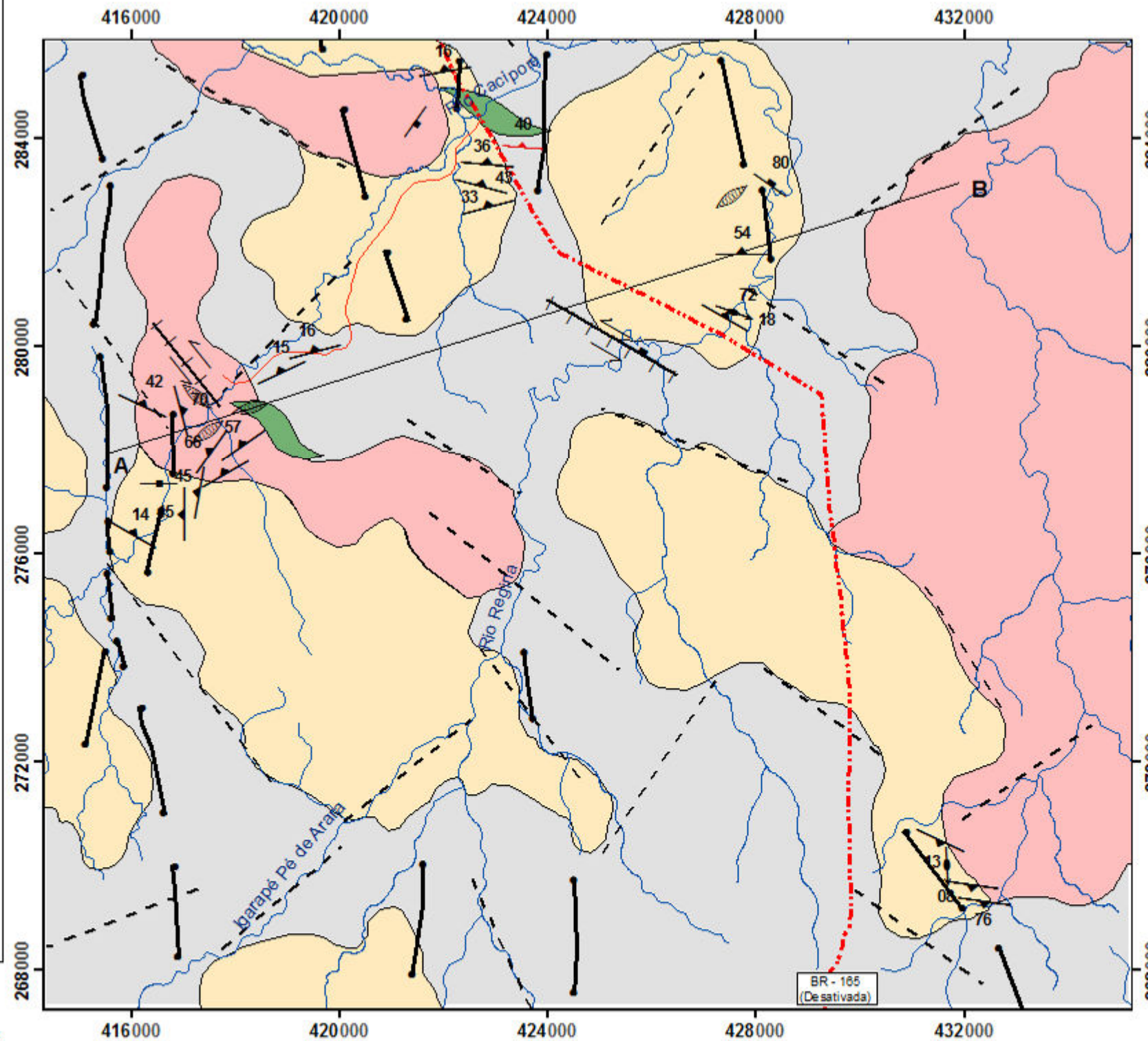
Magnetometria



ESCALA 1: 300.000



ANEXO B - MAPA GEOLÓGICO



LEGENDA

Complexo Guianense

- Gnaisses
- Anfibolito
- Monzogranito
- Granodiorito

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Perfis
- Diques
- Lineamentos Interpretados
- Falha Sinistral
- Lineação Mineral
- Foliação
- Fratura Vertical
- Fratura
- Veio

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

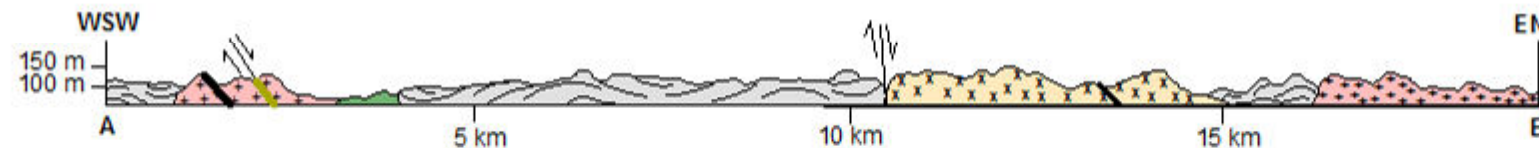
- Localidades
- Estradas Vicinais
- Rodovias sem Pavimentação
- Drenagem Principal

ESCALA 1:100.000



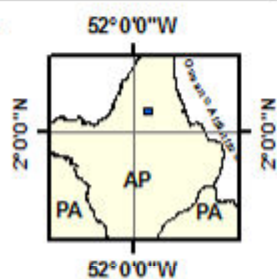
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central -39 W
acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.
Datum horizontal: WGS84
Declinação magnética do centro da folha em 1969: 2023'W
Cresce 5,6' anualmente

Seção Geológica A - B



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

NA.22-V-A	NA.22-V-B	NA.22-X-A
NA.22-V-C	LOURENÇO NA.22-V-D	NA.22-X-C
NA.22-Y-A	NA.22-Y-B	NA.22-Z-A



APOIO:

Autor: Rudson Negrão Fonseca
Orientador: Roberto Vízeu Lima Pinheiro
Mapa Geológico Elaborado em 15 de Outubro de 2012.