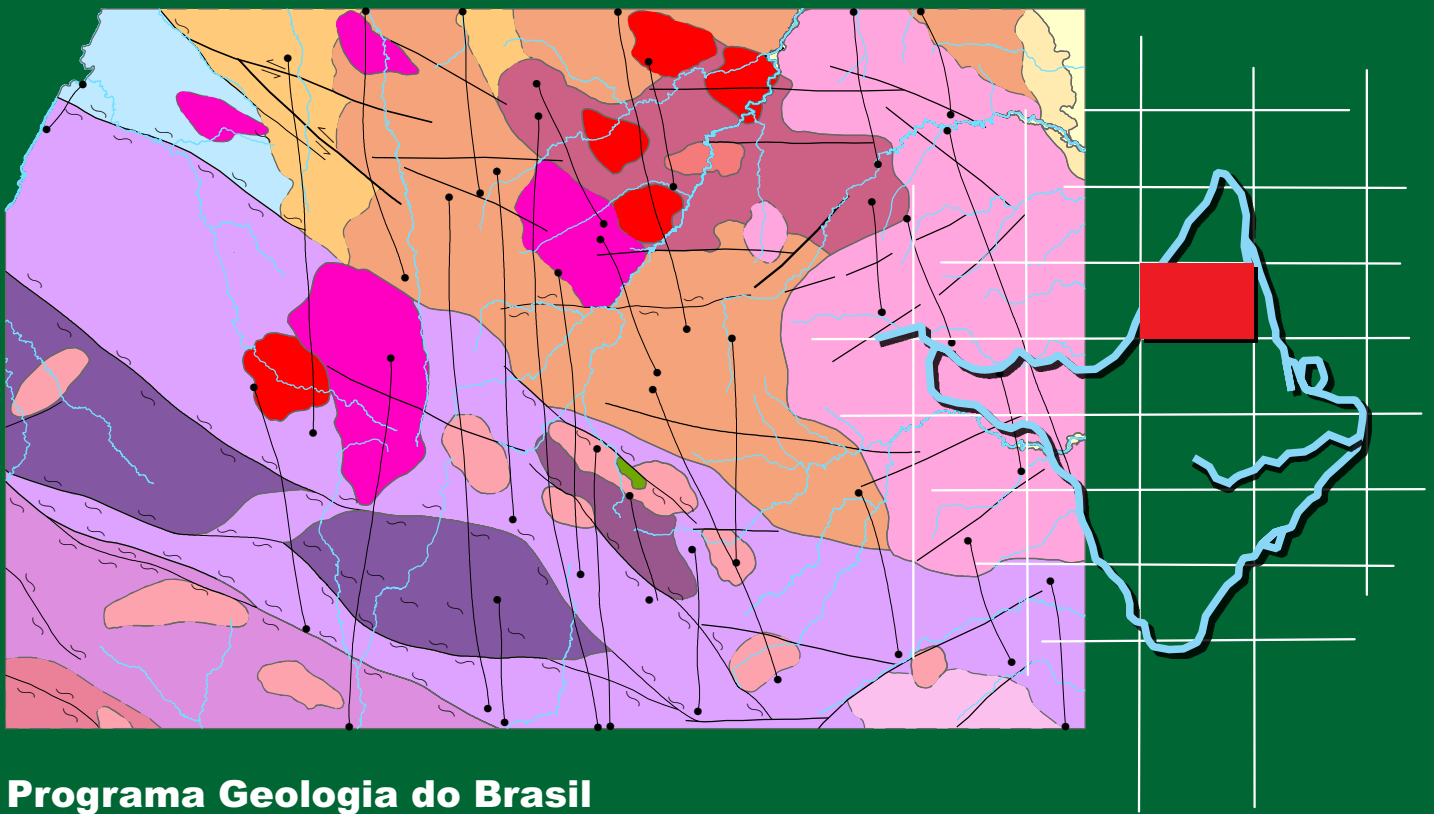


# Cartografia da Amazônia

## Levantamentos Geológicos Básicos



# GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA LOURENÇO - NA.22-V-D



**Programa Geologia do Brasil**

**Escala: 1:250.000**  
**2018**



**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DA FOLHA LOURENÇO – NA.22-V-D**

**ESTADO DO AMAPÁ**  
**ESCALA 1:250.000**

**AUTORES**

**Lúcia Travassos da Rosa-Costa**  
**Cristiane Silva de Sousa**  
**Manoel Correa da Costa Neto**  
**César Lisboa Chaves**



**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

BELÉM, 2018

CPRM – SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM  
AVENIDA DOUTOR FREITAS, 3645 – BAIRRO DO MARCO  
BELÉM – PA – 66095-110  
FAX: (91) 3182-1349  
TEL.: (91) 3182-1300  
<http://www.cprm.gov.br>

Tiragem: 1ª edição – 2018 – versão eletrônica

Programa Geologia do Brasil (PGB)  
Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
CPRM - Serviço Geológico do Brasil  
Biblioteca Regional de Belém

Geologia e recursos minerais da Folha Lourenço – NA.22-V-D, Estado do Amapá,  
Escala 1:250.00 / Lúcia Travassos da Rosa-Costa ... [et al.] - Belém: CPRM - Serviço  
Geológico do Brasil, 2018.

118 p.: il. Color.

Programa Geologia do Brasil (PGB). Integração e Difusão de Dados da Geologia  
do Brasil.

Versão eletrônica disponível <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/>

ISBN 978-85-7499-456-7

1. Geologia Regional - Amapá. 2. Recursos Minerais - Amapá. I. Título.

CDD 23ª ed. 558.116

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DA FOLHA LOURENÇO – NA.22-V-D**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

Wellington Moreira Franco  
*Ministro de Estado*

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Maria José Gazzi Salum  
*Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral*

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

Esteves Pedro Colnago  
*Diretor Presidente*

José Leonardo Silva Andriotti  
*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Antônio Carlos Barcelar Nunes  
*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Fernando Pereira de Carvalho  
*Diretor de Infraestrutura Geocientífica*

Juliano de Souza Oliveira  
*Diretor de Administração e Finanças*

Lúcia Travassos da Rosa Costa  
*Chefe do Departamento de Geologia*

Marcelo Esteves de Almeida  
*Chefe do Departamento de Recursos Minerais*

Vladimir Cruz de Medeiros  
*Chefe da Divisão De Geologia Básica*

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto  
*Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica*

Hiran Silva Dias  
*Chefe da Divisão de Geoprocessamento*

Fábio Silva da Costa  
*Chefe da Divisão de Cartografia*

Valter Alvarenga Barradas  
*Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação*

Washington José Ferreira Santos  
*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM**

Jânio Souza Nascimento  
*Superintendente*

César Lisboa Chaves  
*Gerente de Geologia e Recursos Minerais*

Cristiane Silva de Sousa  
*Gerente de Infraestrutura Geocientífica*

Homero Reis de Melo Júnior  
*Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial*

Sônia Cristina Santos Cavalcante  
*Gerente de Administração e Finanças*

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

**CRÉDITOS AUTORAIS**

Lúcia Travassos da Rosa-Costa  
Cristiane Silva de Sousa  
Manoel Correa da Costa Neto  
César Lisboa Chaves

---

**CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO**

**APRESENTAÇÃO**

Esteves Pedro Colnago

**1. INTRODUÇÃO**

Lúcia Travassos da Rosa-Costa  
Cristiane Silva de Sousa

**2. CONTEXTO GEOTECTÔNICO REGIONAL**

Lúcia Travassos da Rosa-Costa

**3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**

Lúcia Travassos da Rosa-Costa  
Cristiane Silva de Sousa

**4. GEOLOGIA ESTRUTURAL E GEOFÍSICA**

Cristiane Silva de Sousa

**5. RECURSOS MINERAIS**

Manoel Correa da Costa Neto

**6. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA**

César Lisboa Chaves

**7. CONCLUSÕES**

Lúcia Travassos da Rosa-Costa

**MAPAS E SIG**

**MAPA GEOLÓGICO**

Cristiane Silva de Sousa  
Manoel Correa da Costa Neto

**MAPA GEOQUÍMICO**

César Lisboa Chaves  
Manoel Correa da Costa Neto

**SIG GEOLÓGICO**

Cristiane Silva de Sousa

**APOIO TÉCNICO**

**Trabalhos de Campo**

**Geólogos**

Cintia M. Gaia da Silva  
Fábio G. Reis Pinheiro  
Lêda Maria Fraga  
Marcelo Lacerda Vasquez

**Técnicos e Auxiliares Técnicos**

Almir A. Pacheco  
Avelino A. de Moares  
Edilberto R. L. Leão  
João I. dos Santos Filho  
Manoel R. Soares (*in memoriam*)  
Raimundo Garcia (*in memoriam*)  
Raimundo L. Cardoso  
Sebastião G. Benjamin

**Laboratório**

Denise Correa Lobato

**Geocronologia**

Joseneusa Brilhante Rodrigues

**Petrografia**

Ana Maria Dreher  
Magda T. Guimarães  
Vanessa Lobato Cruz  
Xafi da S. Jorge João

**Normalização Bibliográfica**

Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

**Projeto Gráfico (Diagramação) – GERINF-BE**

Marcelo Henrique B. Leão  
Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

**Projeto Gráfico (Padrão Capa/Embalagem) – DERID/  
DIMARK)**

Valter Alvarenga Barradas  
Washington José Ferreira Santos

**Estagiários**

Erika Carla A. Lobato  
Jefferson Souza  
Christian Wesley R. Santana

**Revisão Final**

Lêda Maria Fraga

# APRESENTAÇÃO

---

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil, empresa vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos em todo País, através do **Programa Geologia do Brasil**. Este programa tem por objetivo a ampliação do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios técnicos para atrair novos investimentos em pesquisa mineral, visando a descoberta de novos depósitos. É importante também ressaltar a importância do conhecimento geológico/geofísico como fonte primordial de conhecimento do meio físico, o que torna os levantamentos geológicos ferramentas fundamentais para o planejamento e implementação de políticas públicas voltadas para a gestão territorial e aproveitamento sustentável de recursos naturais em amplo sentido. Com objetivo de obter informações geológicas e cartográficas na Região Amazônica, o governo brasileiro desenvolve desde 2008 o **Projeto Cartografia da Amazônia**, coordenado pelo CENSIPAN (Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia), e executado pelas Forças Armadas Brasileiras (Exército, Força Aérea e Marinha) e pelo Serviço Geológico do Brasil. Este projeto é composto por subprojetos, que envolvem as cartografias terrestre, náutica e geológica (geologia e aerogeofísica), que visam a geração de informações estratégicas para o monitoramento regional, segurança e defesa nacional, e para o planejamento de projetos de infraestrutura na região.

O Projeto Geologia e Recursos Minerais da Folha Lourenço (NA.22-V-D) foi realizado no âmbito do **Programa Geologia do Brasil** e do **Projeto Cartografia da Amazônia**, sendo parcialmente financiado também com recursos do **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)**, e executado pela Superintendência Regional de Belém. O projeto apresenta o estado da arte do conhecimento geológico e recursos minerais na escala de 1:250.000 de uma área de 18.000 Km<sup>2</sup>, localizada na porção centro-norte do Estado do Amapá.

O desenvolvimento desse produto envolveu a aquisição, compilação e integração de informações geológicas, geofísicas, geoquímicas e de recursos minerais existentes na região, complementada pela aquisição de novos dados de campo e análises laboratoriais. Os produtos resultantes deste trabalho são, além deste texto explicativo, o mapa geológico e de recursos minerais, que está vinculado ao um Sistema de Informações Geográficas – SIG, e as bases de dados temáticas (AFLORA, PETRO, GEOCRON, RECMIN). Todos estes produtos estão disponíveis no banco de dados corporativo da CPRM, o GeoSGB, que pode ser acessado em <http://geosgb.cprm.gov.br/>

JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais  
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ESTEVES PEDRO COLNAGO  
Diretor - Presidente  
Serviço Geológico do Brasil - CPRM





## RESUMO

---

A Folha Lourenço (NA.22-V-D), limitada pelos paralelos 2°00'N e 3°00'N e meridianos 51°00'W e 52°30'W, está situada na porção central do Estado do Amapá, sudeste do Escudo das Guianas, norte do Cráton Amazônico.

O objetivo principal deste projeto foi o mapeamento geológico na escala 1:250.000, subsidiado pela integração geofísico-geológica, trabalhos de campo, análises laboratoriais, além de levantamento e consistência de informações da literatura. É importante ressaltar que a Folha Lourenço é quase inteiramente recoberta por floresta tropical densa, com acesso rodoviário apenas na porção oriental, e por este motivo, as observações de campo são restritas em grandes áreas da Folha, sendo o mapa geológico fortemente baseado em interpretações de imagens aeromagnetométricas e aerogamaespectrométricas.

Neste projeto também foi realizada a prospecção geoquímica regional, através da coleta de sedimentos ativos de corrente e concentrados bateia, além da avaliação de recursos minerais presentes na área, especialmente o ouro.

A Folha Lourenço está localizada no contexto de uma faixa orogenética com evolução principalmente riaciana, relacionada ao Ciclo Transamazônico de orogenias, mais especificamente no âmbito do Domínio Lourenço, um segmento crustal riaciano, cuja evolução envolveu a formação de arcos magmáticos em margem continental ativa, com relíquias retrabalhadas de crosta continental arqueana. Neste domínio prevalece uma associação de (meta)granitoides cálcio-alcálicos e faixas de rochas metavulcanossedimentares com idades entre 2,26 e 2,10 Ga, além de plútons predominantemente graníticos, com idades entre 2,1 e 1,99 Ga.

No âmbito da Folha Lourenço foram individualizadas dezoito unidades estratigráficas, sendo quatorze paleoproterozoicas, uma mesozoica e três referem-se a coberturas sedimentares quaternárias. Todas as unidades paleoproterozoicas cartografadas representam eventos magmáticos plutônicos, o que faz da Folha Lourenço uma área com amplo predomínio de granitoides. Para algumas unidades não foi possível obter dados robustos, sendo a cartografia baseada principalmente em informações de campo e petrográficas restritas, além de correlações com áreas vizinhas.

As unidades Suíte Intrusiva Flexal (2,20-2,18 Ga), Diorito Rio Mutura (2,17 Ga), Tonalito Lourenço (2,16 Ga) e Tonalito Papa Vento (2,14-2,13 Ga) representam (meta)granitoides metaluminosos a peraluminosos, com assinatura cálcio-alcálica, com características químicas e mineralógicas semelhante às dos granitos Tipo I, com gênese relacionada a formação de arcos magmáticos em margem continental ativa. A assinatura isotópica do Nd nestes granitoides mostra idades  $T_{DM}$  arqueanas (3,02 a 2,61 Ga), com  $\epsilon_{Nd}$  entre -4,62 a -2,03, ou paleoproterozoicas (2,37 a 2,24 Ga), com  $\epsilon_{Nd}$  entre +3,03 e +0,65, que indicam que a origem dos magmas paleoproterozoicos envolveu acreção crustal juvenil no limite Sideriano-Riaciano e reciclagem de componentes crustais arqueanos.

Na Folha Lourenço estão representados os complexos Rio Araguari (2,12-2,10 Ga), Oiapoque (2,10 Ga) e Camopi (2,10 Ga) e a Suíte Cricou (2,11-2,10 Ga), nos quais os granitoides analisados são subalcalinos, metaluminosos a peraluminosos, semelhantes às séries cálcio-alcálicas de arcos magmáticos, que sugerem que a fase orogenética acrescionária se estendeu até cerca 2,10 Ga, estágio historicamente relacionado ao início da fase colisional. Informações preliminares no Tonalito Carnot indicam que este também é parte da associação de granitoides cálcio-alcálicos de 2,12-2,10 Ga.

Foram cartografados ainda diversos maciços graníticos, denominados Cunani (2,10-2,09 Ga), Anotai (2,09 Ga) e Cigana (2,08 Ga), além de outros corpos inseridos na unidade informal Granitoides Indiferenciados, que podem estar relacionados a estágios colisionais, ou alternativamente, a uma fase de arco maturo, onde predominam granitoides mais potássicos. Neste projeto foi individualizado o Charnoquito Acapulzal, datado em  $1998 \pm 9$  Ma, que representa o mais jovem evento magmático granítico reconhecido na Folha Lourenço, relacionado a estágios tardi- a pós-orogênicos.

Um conjunto de extensos diques básicos seccionam indistintamente as unidades precambrianas, e são incluídos no Diabásio Cassiporé, que representa o magmatismo toleítico da CAMP (*Central Atlantic Magmatic Province*), cuja gênese está relacionada à ruptura do supercontinente Pangea e abertura do Oceano Atlântico Equatorial, no Jurássico Superior - Triássico Inferior.

Complementando-se o quadro estratigráfico da área, foram individualizadas as unidades quaternárias, designadas Cobertura Sedimentar Indiferenciada, Depósitos Argilosos Flúvio-Marinhas e Depósitos Aluvionares.

Com base em interpretações de imagens aerogeofísicas e de relevo, além de restritos dados estruturais de campo, a área da Folha Lourenço foi compartimentada em quatro domínios geofísico-estruturais, sendo três paleoproterozoicos e um referente às unidades quaternárias, que apresentam padrões magnéticos internos distintos, assim como se diferenciam com relação à assinatura radiométrica, visto que cada domínio apresenta associações de unidades litoestratigráficas e constituição litológica características.

A estruturação interna dos domínios paleoproterozoicos, localizados na porção central e ocidental da área, é concordante ao *trend* regional NW-SE, e se expressa em grandes zonas de cisalhamento e nas foliações caracterizadas como tectônica ( $S_t$ ) e milonítica ( $S_m$ ). No entanto, o domínio que se estende por toda a porção leste da Folha apresenta estruturação interna NE-SW e E-W, portanto discordante da regional, definida por zonas de cisalhamento, bandamento magmático  $S_0$  e foliação  $S_1$  com componente no estado sólido.

Com relação aos recursos minerais, o ouro tem destacadamente maior importância econômica na Folha Lourenço, com vários depósitos localizados na região da Vila do Lourenço e das cabeceiras do Rio Cassiporé, onde o início da garimpagem remonta ao século XIX. As mineralizações primárias melhor estudadas são os depósitos do Morro da Mina e Salamangone, que são classificadas como do tipo filoneano (*lode*) epigenético (orogênico?), com ouro associado em geral a veios de quartzo com sulfetos, controlados por zonas de cisalhamento NW-SE (Salamangone) ou NE-SW (Morro da Mina), que seccionam granitoides cálcio-alcálicos contendo restos de rochas metavulcanossedimentares, a exemplo do Tonalito Lourenço, no caso do depósito de Salamangone.

A prospecção geoquímica regional também apresentou destaques na área que engloba os depósitos de Salamangone e Morro da Mina, como pintas de ouro e cromita (em menor proporção) em concentrados de bateia, assim como anomalias de Ag-Hg e Mo-Cu-Co-Ni-Cr em sedimentos de corrente, que indicam, respectivamente, mineralizações de ouro e potencial para mineralizações em rochas máfico-ultramáficas, estas últimas podendo estar associadas às rochas metavulcanossedimentares, ou a corpos intrusivos ainda não identificados em campo. Entende-se que o contexto geológico-tectônico desta região (associação de granitoides cálcio-alcálicos e rochas metavulcanossedimentares relacionados a arcos magmáticos, com forte controle estrutural) é altamente favorável para conter jazimentos auríferos de grande porte, o que justifica a proposição de trabalhos futuros de maior detalhe, visando entender os controles geológicos das mineralizações conhecidas e definir novas áreas potenciais.

## ABSTRACT

---

The Lourenço sheet (NA.22-V-D) is limited by the parallels of latitude 2°00' and 3°00'N, and the meridians 51°00' and 52°30'W. It is located in the central portion of the State of Amapá, southeastern Guiana Shield, north of the Amazonian Craton.

The project aimed the geological mapping at the scale of 1:250.000 supported by high-resolution airborne geophysics, field survey and petrographic, chemical and isotopic analyses, in addition to consisting literature information. It is worth of note that the Lourenço sheet area is almost entirely recovered by dense tropical forest, with road access only in its eastern portion. As such, field observations in large areas are naturally restricted and obtained with the use of river cross sections and punctual sampling with the aid of helicopter. Therefore, in these areas, the geological map is strongly based on the interpretation of airborne geophysical data (radiometrics and magnetics). Regional geochemical prospection was carried out through sampling of active stream sediments and pan concentrates, in addition to the assessing of mineral resources, especially gold.

The area of the Lourenço sheet is located in a predominantly Rhyacian orogenic belt related to the Transamazonian cycle of orogenies, specifically in the Lourenço Domain, which is a Rhyacian terrane formed in active continental margin magmatic arcs, and having reworked relics of Archean continental crust. This domain is composed predominantly of an association of calc-alkaline (meta)granitoids and metavolcano-sedimentary belts dated at 2.26 to 2.10 Ga, in addition to dominantly granitic plutons with ages between 2.10 and 1.99 Ga.

In the geological map, eighteen stratigraphic units have been individualized: fourteen are Paleoproterozoic and one is Mesozoic in age, and three represent Quaternary sedimentary covers. All Paleoproterozoic units are related to plutonic magmatic events, which makes the Lourenço sheet an area with large predominance of granitoids. For some units, it was not possible to obtain a significant amount of data, and the cartographic shape of the unit is based on limited field and petrographic information, in addition to correlation with neighboring areas. The Flexal Intrusive Suite (2.20 to 2.18 Ga), the Rio Mutura Diorite (2.17 Ga), the Lourenço Tonalite (2.16 Ga), and the Papa Vento Tonalite (2.14 to 2.13 Ga) units comprise metaluminous to peraluminous calc-alkaline (meta)granitoids, with mineralogical and chemical characteristics of I-type granites formed in magmatic arcs in active continental margin setting. The Nd depleted mantle model ages vary from Archean (3.02 to 2.61 Ga), with  $\epsilon_{Nd}$  values of -4.62 to -2.03, to Paleoproterozoic (2.37 to 2.24 Ga), with  $\epsilon_{Nd}$  values ranging from +3.03 to +0.65. This indicates that the origin of the Paleoproterozoic magmas involved juvenile accretion at the Siderian-Rhyacian boundary, along with recycling of Archean crust components.

The Rio Araguari (2.12-2.10 Ga), Oiapoque (2.10 Ga) and Camopi (2.10 Ga) complexes, and the Cricou Suite (2.11-2.10 Ga) comprise subalkaline, metaluminous to peraluminous granitoids, with characteristics similar to those of calc-alkaline series of magmatic arcs, suggesting that the accretionary orogenic phase extended until 2.10 Ga. This period has historically been related to the onset of the collision phase. Preliminary information on the Carnot Tonalite suggests that this unit is also part of the 2.12 to 2.10 Ga-old calc-alkaline granitoid association.

Several other granitoid massifs have been individualized in map, and named Cunani (2.10-2.09 Ga), Anotaié (2.09 Ga) and Cigana (2.08 Ga), in addition to other poorly characterized bodies included in the Undifferentiated Granitoids. They may be related to the collision stage, or alternatively to a mature arc phase in which potassic granitoids predominate.

The Acapulzal Charnockite, dated at  $1998 \pm 9$  Ma, represents the youngest granitic event recorded in the Lourenço sheet, and is related with late- to post-orogenic stages.

A set of long basic dikes indistinctly cut across all Precambrian units and are included in the Cassiporé Diabase, which represents the CAMP (Central Atlantic Magmatic Province) tholeiitic magmatism, related to the opening of the equatorial Atlantic Ocean and the breakup of the Pangea supercontinent at the Triassic-Jurassic boundary.

The Quaternary units complete the stratigraphy of the area and include Undifferentiated Sedimentary Cover, Fluvio-marine Clay Deposits, and Alluvial Deposits.

Based on the interpretation of airborne geophysical and SRTM images, along with field structural data, four geophysical-structural domains have been defined within the Lourenço sheet; three are related to the Paleoproterozoic and one to the Cenozoic units. The domains trend to NW-SE, which is the orientation of the regional structures, and differ by the internal

magnetic and radiometric patterns, since each domain presents peculiar lithological content and association of lithostratigraphic units.

The internal structural grain of the Paleoproterozoic domains display large-scale shear zones along with tectonic ( $S_t$ ) and mylonitic ( $S_m$ ) foliations. However, the eastern domain shows NE-SW and E-W internal trends, which are defined by structural lineaments, magmatic banding ( $S_0$ ) and foliation ( $S_1$ ) with solid state component.

Gold is the most important mineral resource within the Lourenço sheet, with several deposits in the Lourenço village and headwaters of the Cassiporé River. In these locations, artisanal mining (garimpos) dates back to the nineteenth century. The best studied deposits are those from Morro da Mina and Salamangone (orogenic deposits?). The mineralization comprises auriferous quartz-sulfide epigenetic lodes hosted by NW-SE (Salamangone) and NE-SW (Morro da Mina) shear zones that cut across calc-alkaline granitoids containing relics of metavolcano-sedimentary rocks, such as the Lourenço Tonalite (Salamangone deposit).

The regional geochemical survey detected gold and subordinate chromite grains in pan concentrates in the Salamangone and Morro da Mina regions, along with Ag-Hg and Mo-Cu-Co-Ni-Cr stream sediments anomalies. These indicate, respectively, the gold mineralization and potential for mineralization associated with mafic-ultramafic rocks, which might be related either to the metavolcano-sedimentary rocks, or to still undiscovered plutonic bodies.

We suggest that the tectonic setting of the Lourenço region (structurally-controlled association of calc-alkaline granitoids and metavolcano-sedimentary rocks formed in magmatic arcs) is highly prospective for large gold deposits, which justifies the need for more detailed survey, aiming to constrain better the geological control of known mineralization and to define new potential areas.

# SUMÁRIO

---

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	15
1.2 PRINCIPAIS FONTES DE CONSULTA .....	15
1.3 ATIVIDADES, MÉTODOS E DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO .....	15
<b>2 - CONTEXTO GEOTECTÔNICO REGIONAL</b> .....	<b>17</b>
<b>3 - UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS</b> .....	<b>20</b>
3.1 MAGMATISMO OROGÊNICO .....	20
3.1.1 Suíte Intrusiva Flexal (PP2γfx) .....	20
3.1.1.1 Aspectos gerais .....	20
3.1.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	20
3.1.1.3 Geoquímica .....	24
3.1.1.4 Idade e assinatura isotópica do Nd .....	24
3.1.2 Diorito Rio Mutura (PP2γmu) .....	27
3.1.2.1 Aspectos gerais .....	27
3.1.2.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	27
3.1.2.3 Geoquímica .....	31
3.1.2.4 Idade .....	34
3.1.3 Tonalito Lourenço (PP2γlo) .....	37
3.1.3.1 Aspectos gerais .....	37
3.1.3.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	37
3.1.3.3 Idade, assinatura isotópica do Nd e geoquímica .....	38
3.1.4 Tonalito Papa Vento (PP2γpv) .....	40
3.1.4.1 Aspectos gerais .....	40
3.1.4.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	40
3.1.4.3 Geoquímica .....	41
3.1.4.4 Idade e assinatura isotópica do Nd .....	41
3.1.5 Complexo Araguari (PP2ag) .....	43
3.1.5.1 Aspectos gerais .....	43
3.1.6 Complexo Oiapoque (PP2oy) .....	43
3.1.6.1 Aspectos gerais .....	43
3.1.7 Complexo Camopi (PP2cm1) .....	44
3.1.7.1 Aspectos gerais .....	44
3.1.7.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	44
3.1.7.3 Geoquímica, idade e assinatura isotópica do Nd .....	44
3.1.8 Suíte Cricou (PP2γc) .....	46
3.1.8.1 Aspectos gerais .....	46
3.1.8.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	46
3.1.8.3 Idade .....	47
3.1.9 Tonalito Carnot (PP2γct) .....	47
3.1.9.1 Aspectos gerais .....	47
3.1.9.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	50
3.1.10 Granito Cunani (PP2γcn) .....	50
3.1.10.1 Aspectos gerais .....	50
3.1.10.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	50
3.1.10.3 Idade .....	52
3.1.11 Granito Anotaie (PP2γa) .....	52
3.1.11.1 Aspectos gerais .....	52
3.1.11.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas .....	53
3.1.10.3 Idade e assinatura isotópica do Nd .....	56
3.1.12 Granito Cigana (PP2γci) .....	56
3.1.12.1 Aspectos gerais .....	56

3.1.13 Granitoides Indiferenciados (PP23yg)	57
3.1.13.1 Aspectos gerais	57
3.1.13.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas	57
3.2 MAGMATISMO FÉLSICO TARDI- A PÓS-OROGÊNICO	58
3.2.1 Charnquito Acapuzal (PP3yac)	58
3.2.1.1 Aspectos gerais	58
3.2.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas	58
3.2.1.3 Idade	59
3.3 MAGMATISMO MÁFICO DE MARGEM DIVERGENTE	59
3.3.1 Diabásio Cassiporé (T3J1ðc)	59
3.3.1.1 Aspectos gerais	59
3.3.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas	61
3.3.1.3 Geoquímica	62
3.3.1.4 Idade	62
3.4 COBERTURAS SUPERFICIAIS FANEROZOICAS	62
3.4.1 Cobertura Sedimentar Indiferenciada (Q1ci)	62
3.4.2 Depósitos Argilosos Flúvio-marinhas (Qafm)	65
3.4.3 Depósitos Aluvionares (Q2a)	66
<b>4 GEOLOGIA ESTRUTURAL E GEOFÍSICA</b>	<b>67</b>
4.1 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 1	67
4.2 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 2	67
4.3 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 3	69
4.4 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 4	73
<b>5 PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA</b>	<b>74</b>
5.1 INTRODUÇÃO	74
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS	74
5.3 RESULTADOS ANALITICOS E TRATAMENTO DOS DADOS	76
5.3.1 Sedimentos de Corrente	76
5.3.2 Concentrados de Bateia	80
5.3.3 Solo	80
5.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	80
<b>6 RECURSOS MINERAIS</b>	<b>90</b>
6.1 METAIS NOBRES	90
6.1.1 Ouro	90
6.1.1.1 Histórico	90
6.1.1.2 Ouro primário	92
6.1.1.3 Ouro aluvionar	99
6.2 METAIS FERROSOS	100
6.2.1 Tantalita e columbita	100
6.3 OUTRAS POTENCIALIDADES MINERAIS	100
<b>7 CONCLUSÕES</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>109</b>



**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DA FOLHA LOURENÇO – NA.22-V-D**

---

**ESTADO DO AMAPÁ**



# **1 INTRODUÇÃO**

O Projeto Geologia e Recursos Minerais da Folha Lourenço (NA.22-V-D) representa uma ação do Programa Geologia do Brasil – PGB, desenvolvido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, através da Gerência de Geologia e Recursos Minerais, da Superintendência Regional de Belém.

Este projeto teve como objetivo a cartografia geológica compatível com a escala de 1:250.000, fundamentada pela integração geológico-geofísica, trabalhos de campo, análises laboratoriais e levantamento de informações geológicas pré-existentes. O mapeamento geológico foi acompanhado pelo cadastramento de recursos minerais presentes na área e pelo levantamento geoquímico regional.

## **1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO**

A Folha Lourenço localiza-se na porção centro-norte do estado do Amapá, é limitada pelos paralelos 2°00' e 3°00' de latitude norte, e meridianos 51°00' e 52°30' de longitude oeste de Greenwich (Figura 1.1). Representa uma Folha com corte cartográfico internacional na escala 1:250.000, abrangendo uma superfície de aproximadamente 18.000 km<sup>2</sup>. Engloba parte dos municípios de Calçoene, Oiapoque, Amapá e Serra do Navio, sendo que nenhuma sede municipal se localiza em seus domínios territoriais, mas apenas algumas localidades, a exemplo da vila do Lourenço, que empresta seu nome à Folha.

A maior parte da área da Folha Lourenço é recoberta por floresta tropical densa, inteiramente preservada, com acesso rodoviário possível através da BR-156 e AP-260, que permitem atingir a porção nordeste e central da área, respectivamente (Figura 1.1). Esta área engloba parcialmente os parques nacionais Montanhas do Tumucumaque e do Cabo Orange, que são unidades de proteção ambiental federal, sob gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio).

## **1.2 PRINCIPAIS FONTES DE CONSULTA**

Toda a área da Folha Lourenço é recoberta por levantamentos gamaespectrométricos e magnetométricos do Projeto Aerogeofísico Amapá (CPRM, 2007). A aquisição dos dados aerogeofísicos foi realizada com espaçamento de 500 m entre linhas de voo, e altura de voo de 100 m, portanto, com resolução compatível para subsidiar a escala de mapeamento adotada neste projeto.

Dados históricos sobre a geologia, prospecção geoquímica de superfície e recursos minerais foram compilados a partir dos projetos Macapá-Calçoene

(VALE et al., 1972) e Norte da Amazônia (COSTA et al., 1974), e do banco de dados da CPRM (GEOSGB). O Projeto GIS-BRASIL Folha Macapá NA.22 (FARACO et al., 2004) representou importante fonte de consulta, assim como alguns trabalhos científicos e acadêmicos, a exemplo de Veiga, Brait Filho e Oliveira (1985), Nogueira (2002) e Vieira (2007).

## **1.3 ATIVIDADES, MÉTODOS E DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO**

A sistemática de trabalho utilizada neste projeto seguiu princípios do Termo de Referência dos Levantamentos Geológicos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006) que norteia os trabalhos de mapeamento geológico nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 realizados pela CPRM, tendo sido ainda incorporados alguns procedimentos metodológicos demandados por especificidades regionais.

A etapa preparatória do projeto consistiu basicamente no levantamento e análise do acervo técnico disponível, interpretação de imagens diversas de sensores remotos, inclusive imagens aerogeofísicas, visando a elaboração de base cartográfica ajustada ao mosaico GeoCover 2000 e de um mapa geológico preliminar, para subsidiar o planejamento logístico das atividades de campo, inclusive da definição dos pontos que seriam acessados através de helicóptero.

Os levantamentos de campo foram realizados entre os meses de agosto e novembro, principalmente através das drenagens mais caudalosas, os rios Oiapoque, Cassiporé, Cunani, Calçoene, Anotaié, lauê e Amapá Grande e seus principais afluentes, utilizando-se pequenas embarcações motorizadas (voadeiras). Com objetivo de obter informações geológicas em áreas mais remotas, ou de realizar cheques de campo em anomalias geofísicas importantes, foram realizados perfis geológicos através de picadas, que partiam de clareiras, acessadas com uso de helicóptero. Levantamentos de campo em estradas foram realizados ao longo das rodovias BR-156 e AP-260. Através da estrada AP-260 se chega até a vila do Lourenço, a principal localidade da área de trabalho, de onde partem ramais nos quais foram realizados levantamentos geológicos nos setores trafegáveis. Foram descritos 458 afloramentos e coletadas 483 amostras de rochas. O levantamento geoquímico regional foi realizado simultaneamente ao levantamento geológico, tendo sido coletadas 210 amostras de sedimentos de corrente e 199 concentrados de bateia, além de 18 amostras de solo.

Na fase laboratorial foram descritas 400 seções delgadas de amostras de rochas coletadas neste projeto, tendo sido realizada ainda a revisão petro-

gráfica em 43 lâminas de projetos históricos (Norte da Amazônia e Macapá Calçoene). A partir das análises petrográficas foram selecionadas 18 amostras de rocha para análises litoquímicas, 4 para datação através do método U-Pb em zircão e 5 para análises isotópicas Sm-Nd em rocha total. As análises litoquímicas para óxidos de elementos maiores, elementos menores e traços, inclusive Elementos Terras Raras, foram realizadas no SGS Geosol Laboratórios Ltda. As datações pelo método U-Pb LA-ICP-MS (*Laser Ablation – Inductive Coupled Plasma – Mass Spectrometry*) foram executadas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Rio Grande do

Sul (LGI/UFRGS), e as análises Sm-Nd no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do (Para-Iso/UFGPA). No laboratório SGS Geosol Laboratórios Ltda foram realizadas análises químicas para 51 elementos nas amostras de sedimentos de corrente, enquanto as análises mineralométricas semi-quantitativas em concentrados de bateia foram feitas neste laboratório e também em laboratório interno da CPRM, na Superintendência Regional de Porto Alegre.

Dados físicos de produção e mapa das estações geológicas estudadas são apresentados nos apêndices 1 e 2.

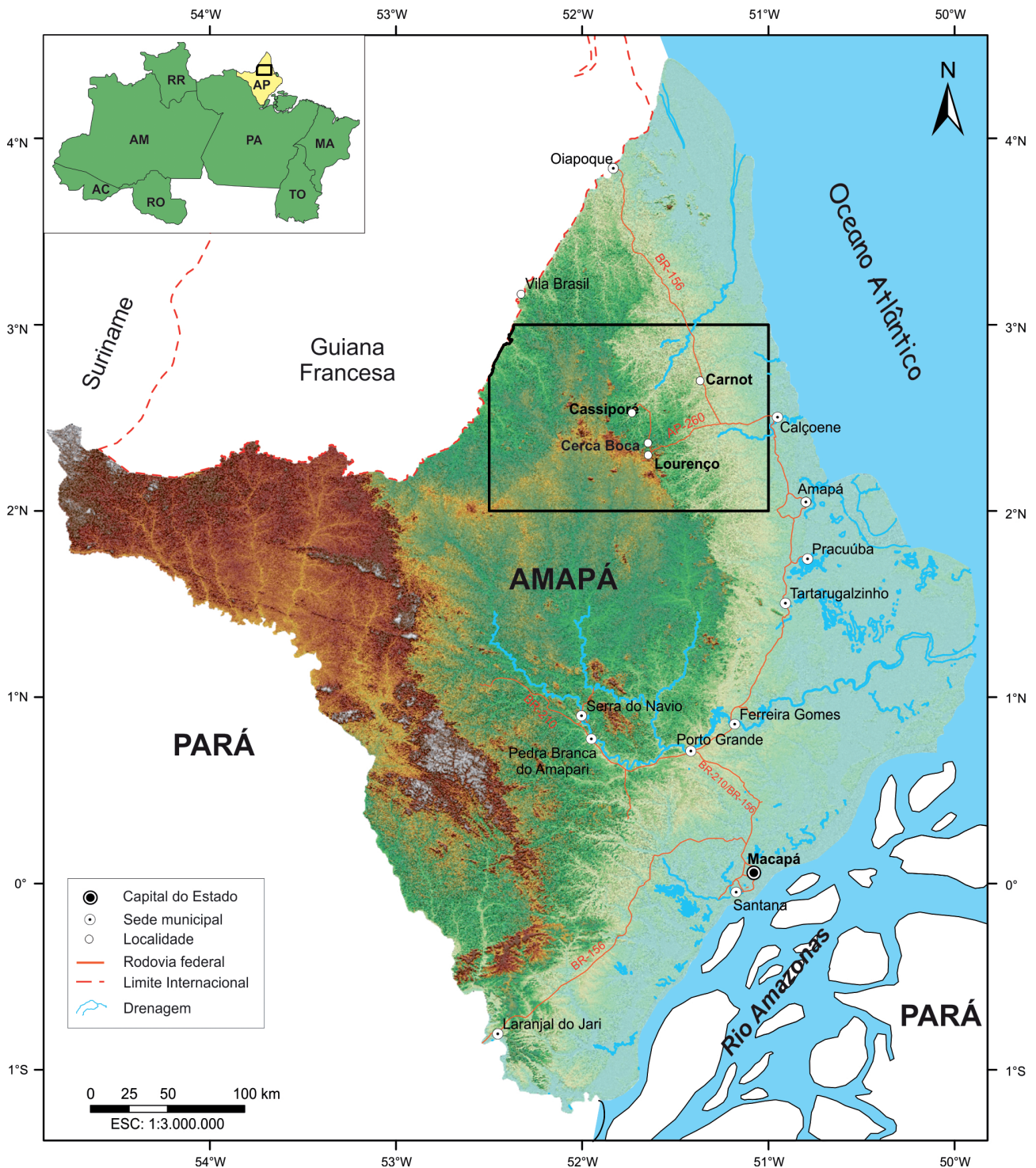


Figura 1.1 - Localização da Folha Lourenço (NA.22-V-D), na porção centro-norte do estado do Amapá. Imagem do modelo digital de elevação SRTM.

## 2 CONTEXTO GEOTECTÔNICO REGIONAL

A Folha Lourenço está localizada na porção oriental do Escudo das Guianas (Figura 2.1), no contexto de uma faixa orogênica consolidada no Riáciano, durante o ciclo Transamazônico de orogênicas, que consiste em grandes domínios de crosta paleoproterozoica e segmentos crustais arqueanos retrabalhados, que ocorrem como extensos blocos, a exemplo do Bloco Amapá (ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006), ou como fragmentos não mapeáveis. Esta faixa se estende deste a porção sudeste do Escudo Brasil Central (centro-leste do Pará), e através da parte leste e nordeste do Escudo das Guianas, englobando o noroeste do Pará e Amapá, infletindo para Guiana Francesa, Suriname, Guiana e leste da Venezuela. No contexto dos modelos de compartimentação do Cráton Amazônico, representa a Província Maroni-Itacaiúnas ou Transamazonas, se forem consideradas as propostas de Tassinari e Macambira (2004) e Santos (2003), respectivamente.

Diversos estudos realizados na última década na porção oriental do Escudo das Guianas, em território brasileiro, levaram à individualização de domínios tectônicos distintos nesta faixa orogênica, que guardam entre si diferenças marcantes em termos de constituição litológica, idade, assinaturas isotópicas, geofísica e estrutural, e história evolutiva, sendo designados de Bloco Amapá e domínios Carecuru, Lourenço e Paru (RICCI et al., 2001; ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014) (Figura 2.1)

Em linhas gerais, o Bloco Amapá é um extenso segmento de crosta continental arqueana, fortemente retrabalhado durante o ciclo Transamazônico de orogênicas, quando sofreu deformação, metamorfismo e migmatização, e foi intrudido por diversos corpos magmáticos, enquanto os domínios Lourenço e Carecuru representam terrenos predominantemente riácianos, mas que contêm relíquias retrabalhadas de crosta continental arqueana, com evolução envolvendo estágios de subducção de litosfera oceânica em ambientes de arcos magmáticos. O Domínio Paru configura um *inlier* arqueano de alto grau no interior do Domínio Carecuru.

A Folha Lourenço localiza-se no contexto do Domínio Lourenço, designação proposta por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) para definir o segmento crustal que ocorre a norte do Bloco Amapá, estendendo-se por toda a porção setentrional do estado do Amapá, em direção à Guiana Francesa. Neste domínio prevalece uma associação de (meta)granitoides e faixas de rochas metavulcanossedimentares, aqueles representando diversas suítes e corpos cálcio-alcálicos, com idades entre 2,26 e 2,09 Ga, que marcam a fase orogênica acrescionária ou pré-colisional da orogênese riáciana, com evolu-

ção relacionada a arcos magmáticos. Ocorrem também plútons predominantemente graníticos, incluindo charnockitos, com idades entre 2,1 e 1,99 Ga, que representam estágios colisionais a tardi-orogênicos (NOGUEIRA; BETTENCOURT; TASSINARI, 2000; AVELAR, 2002; LAFON et al., 2001; VIEIRA, 2007; FARACO et al., 2009; FARACO; THÉVENIAUT, 2011; BARRETO et al., 2013, ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014, este projeto).

A norte da Folha Lourenço, no âmbito da Folha Oiapoque (NA.22-V-B), fronteira norte do Amapá/sudeste Guiana Francesa, Faraco e Théveniaut (2011) propuseram os complexos Camopi e Oiapoque, e a Suíte Cricou, para englobar em unidades litoestratigráficas formais os (meta)granitoides cálcio-alcálicos com idades de cristalização em torno de 2,11-2,09 Ga, que apresentam uma assinatura isotópica juvenil, indicada por idades  $TDM_{(Nd)}$  entre 2,39 a 2,09 Ga, acompanhadas de valores de  $\epsilon_{Nd}$  entre +3,37 e -0,14. Com relação às sequências metavulcanossedimentares, estas foram coletivamente englobadas no Grupo Vila Nova, a despeito de estarem associadas aos (meta)granitoides cálcio-alcálicos mais jovens que o referido grupo, para o qual é sugerida uma idade mínima em torno de 2,26 Ga (BARRETO et al., 2013; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

Na Folha Rio Araguari (NA.22-Y-B), localizada imediatamente a sul da Folha Lourenço, Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) redefiniram o Grupo Vila Nova, restringindo-o à faixa metavulcanossedimentar que se prolonga desde a região da Serra do Tumucumaque, a noroeste, passando pela Serra do Navio, a sudeste, e que delimita aproximadamente o limite norte do Bloco Amapá (Figura 2.1). Estes autores propuseram as unidades Diorito Rio Santo Antônio (2,26 Ga), Suíte Intrusiva Flexal (2,20-2,18 Ga), Tonalito Papa Vento (2,14-2,13 Ga), Metagrânito Sucuriju (2,12 Ga) e Complexo Araguari (2,1 Ga) para englobar (meta)granitoides com assinatura cálcio-alcálica e características químicas e mineralógicas semelhante às dos granitos Tipo I. Estas rochas apresentam idades  $TDM_{(Nd)}$  principalmente arqueanas (3,47 a 2,52 Ga) e valores de  $\epsilon_{Nd}$  negativos (-15,37 a -2,2) (BARRETO et al., 2013; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), e segundo Rosa-Costa; Chaves e Klein (2014), os dados geoquímicos e isotópicos indicam que se formaram em contexto de margem convergente, envolvendo subducção e formação de arcos magmáticos ao longo de margem continental arqueana.

Alguns destes eventos plutônicos podem ser correlacionados com pulsos de magmatismo cálcio-alcálico ocorridos entre 2,18 e 2,13 Ga na Guiana Francesa (VANDERHAEGHE et al., 1998; DELOR et al., 2003a), onde, no entanto, os granitoides apresen-



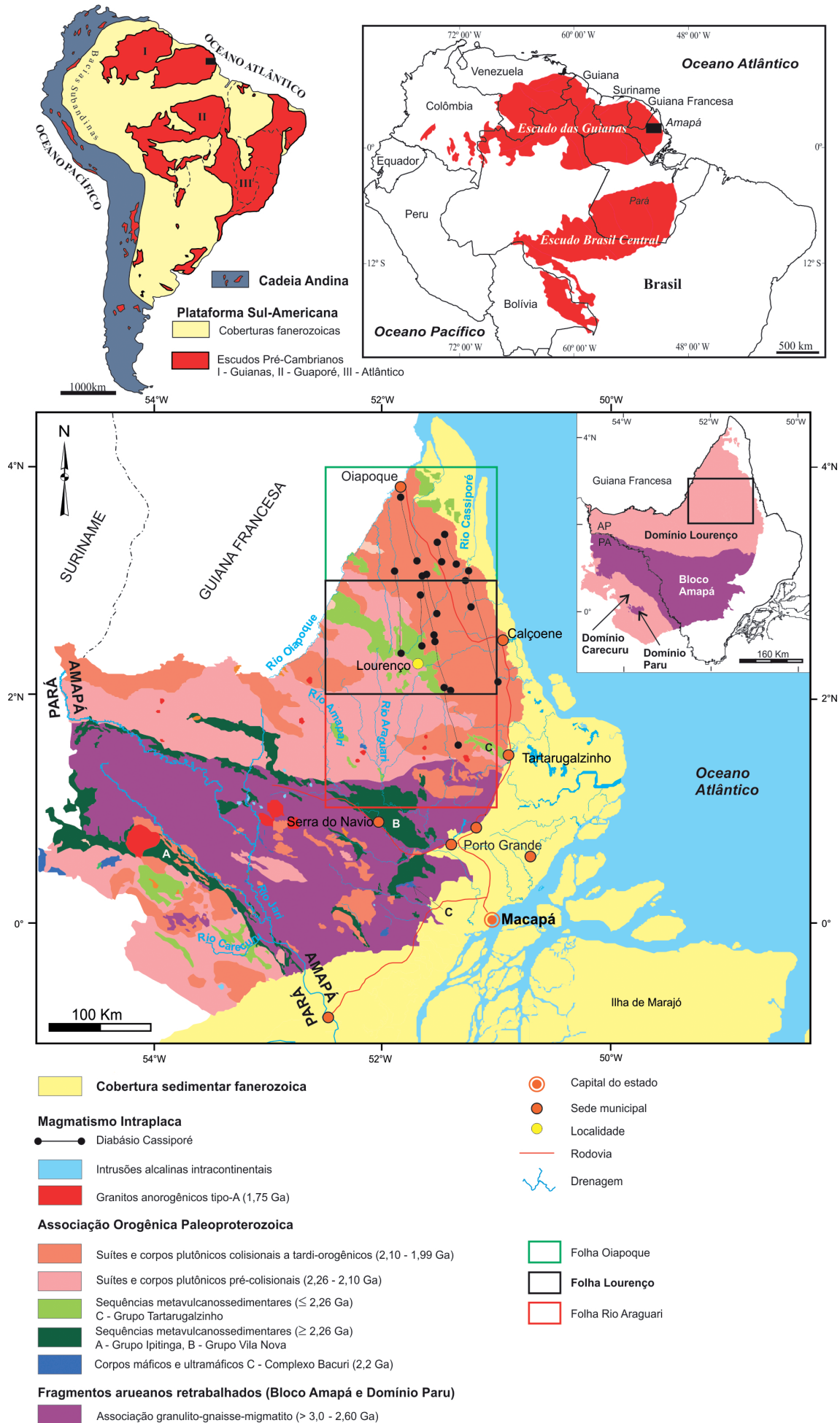


Figura 2.1 - Localização da Folha Lourenço no contexto da Plataforma Sul-Americana, do Escudo das Guianas, e do Domínio Lourenço. Baseado em Almeida et al. (1981) e Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014).



tam assinatura isotópica juvenil, definida por idades modelo  $TDM_{(Nd)}$  riacianas e valores de  $\epsilon_{Nd}$  sistematicamente positivos, o que leva os autores citados a evocar um modelo de arcos de ilhas em ambiente intra-oceânico.

Desta forma, a ausência ou presença de crosta arqueana retrabalhada conduz à proposição de cenários tectônicos distintos na evolução riaciana da faixa orogênica em questão. Enquanto é evocado um modelo de arcos de ilha para explicar a origem da associação de granitoides cálcio-alcálicos e faixas de rochas metavulcanossedimentares na Guiana Francesa (VANDERHAEGHE et al., 1998; DELOR et al., 2003a), no Domínio Lourenço a evolução é proposta em termos de arcos magmáticos continentais (TASSINARI, 1996; ROSA-COSTA, 2006; ROSA-COSTA;

LAFON; DELOR, 2006; FARACO; THÉVENIAUT, 2011; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

O Domínio Lourenço coincide, a grosso modo, com a zona de transição, proposta por Avelar (2002), para representar a região que se estende para norte a partir do Bloco Amapá, de embasamento arqueano, em direção aos terrenos riacianos juvenis da Guiana Francesa e Suriname.

Evidências de envolvimento de crosta arqueana são claras no Domínio Lourenço, especialmente as idades modelo  $TDM_{(Nd)}$  sistematicamente arqueanas registradas nos granitoides paleoproterozoicos da Folha Rio Araguari, onde também foram cartografados fragmentos de crosta arqueana preservados, como o Granulito Tajauai, datado em 2,87 Ga, (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

## 3 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

A partir de critérios de campo, interpretações de imagens aerogeofísicas e de outros sensores remotos, dados petrográficos e, em alguns casos, resultados de análises geocronológicas e litoquímicas, foram individualizadas 18 unidades litoestratigráficas na Folha Lourenço, das quais 14 são paleoproterozoicas, com idades entre 2,20 e 2,0 Ga, que refletem fases distintas da evolução orogênica, uma representa o magmatismo toleítico intracontinental mesozoico estabelecido no limite Jurássico-Triássico, e três definem as coberturas sedimentares cenozoicas (Figura 3.1 A e B). Em algumas unidades não foram obtidos novos dados sistemáticos neste trabalho, a exemplo dos complexos Araguari e Oiapoque, e as descrições apresentadas neste capítulo são baseadas principalmente em informações bibliográficas e correlações com áreas vizinhas. A cartografia geológica das unidades foi subsidiada pela interpretação de imagens aeromagnetométricas e aerogamaespectrométricas e de imagens de sensores remotos, visto que em grande parte da área o acesso não foi possível para estudo de afloramentos.

A Figura 3.1 A ilustra o mapa geológico simplificado da Folha Lourenço, com a distribuição espacial das diversas unidades cartografadas, e compatível com o estado atual do conhecimento geológico da área, logo, sujeito a alterações na medida em que novos dados sejam obtidos. Na Figura 3.1 B é apresentada a coluna estratigráfica proposta, onde as unidades litoestratigráficas são agrupadas nas associações: Magmatismo Orogênico, Magmatismo Fél-sico Tardi- a Pós-Orogênico, Magmatismo Máfico de Margem Divergente e Coberturas Superficiais.

### 3.1 MAGMATISMO OROGÊNICO

#### 3.1.1 Suíte Intrusiva Flexal (PP2γfx)

##### 3.1.1.1 Aspectos gerais

A Suíte Intrusiva Flexal foi proposta por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) para definir o magmatismo plutônico cálcio-alcálico datado em torno de 2,20-2,18 Ga, cuja seção tipo ocorre no alto e médio curso do Rio Flexal, na porção nordeste da Folha Rio Araguari (NA.22-Y-B), localizada imediatamente a sul da Folha Lourenço. Esta unidade foi descrita como uma suíte plutônica expandida, de composição variando de diorítica a monzogranítica, com tipos isotrópicos/maciços, ou levemente deformados, ou apresentando bandamento composicional, ou até foliação protomilonítica a milonítica nas proximidades de zonas transcorrentes. São rochas subalcali-

nas, metaluminosas, que incidem no campo das rochas das séries cálcio-alcálicas normais, compatíveis com os granitos Tipo-I gerados em ambiente de arco magmático (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

Na Folha Lourenço a Suíte Intrusiva Flexal é representada por um corpo ou faixa alongada segundo a estruturação regional NW-SE. Embora seja a unidade mais extensa cartografada na área, as informações obtidas neste projeto estão restritas a afloramentos localizados ao longo do Rio Iauê, afluente da margem direita do Rio Oiapoque, dos igarapés Lamparina e Lunier, afluentes do Rio Calçoene, do Rio Amapá Grande, e alguns afloramentos acessados através de helicóptero em clareiras. Portanto, grande parte da área de abrangência desta unidade carece de informações geológicas, sendo sua cartografia baseada, sobretudo, na assinatura geofísica, especialmente na radiometria.

Nas imagens radiométricas a Suíte Intrusiva Flexal apresenta predominantemente baixa a moderada radiação, sendo que na porção oriental atinge elevados níveis de radiação, o que pode ser uma resposta ao predomínio de litotipos graníticos neste setor. Em mapas magnetométricos estas rochas mostram um relevo magnético predominantemente calmo, favorecendo o destaque de lineamentos magnéticos retilíneos, submeridianos, que marcam os diques da unidade mesozoica do Diabásio Cassiporé, e de alguns lineamentos magnéticos sinuosos que podem refletir estruturas tectônicas.

##### 3.1.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

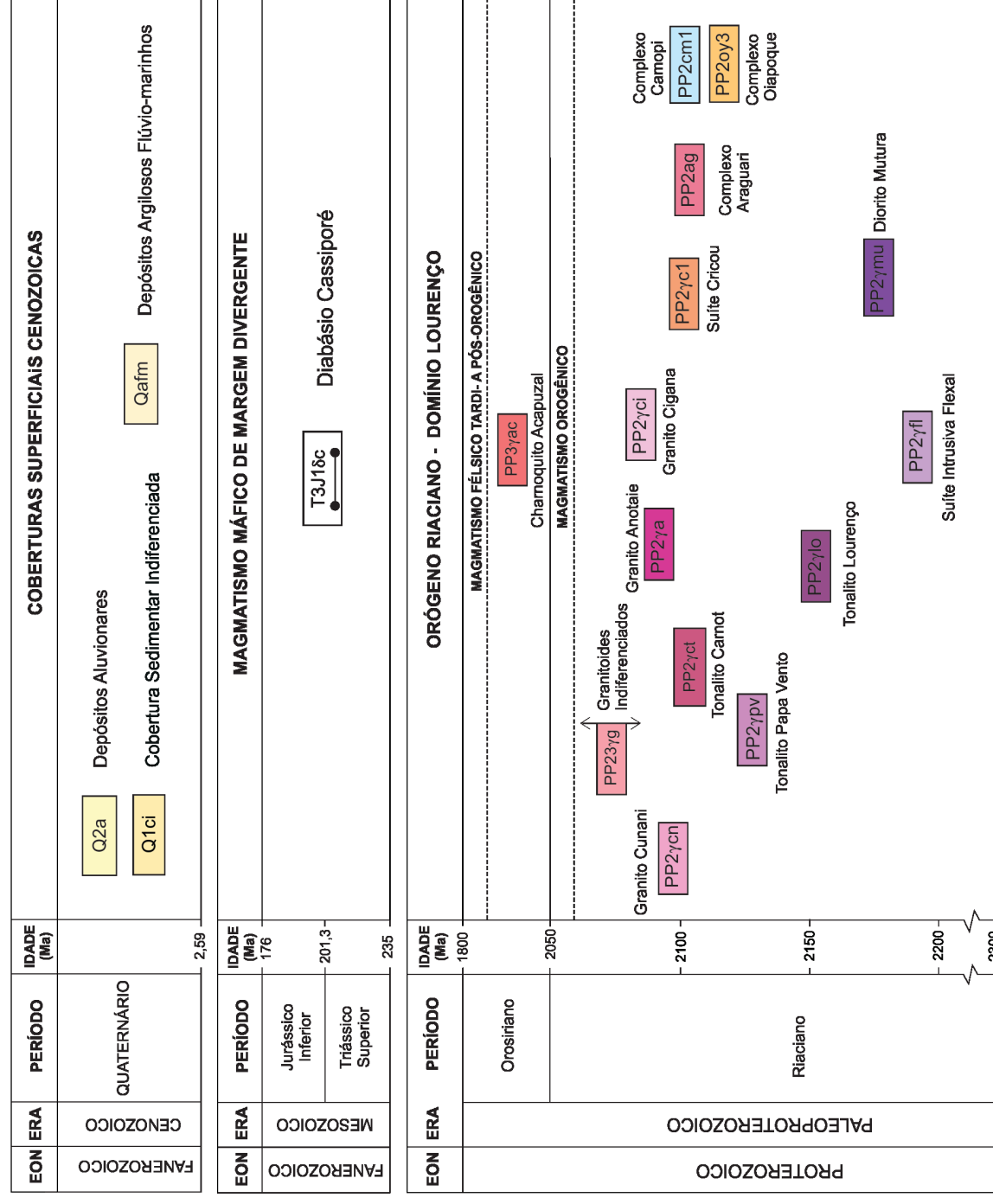
Também na Folha Lourenço a Suíte Intrusiva Flexal pode ser considerada uma suíte plutônica expandida, composta principalmente por tonalitos, granodioritos e monzogranitos, com raros dioritos. São rochas com variados tons de cinza, de granulação média a grossa principalmente, textura equigranular ou localmente porfírica, variando de levemente deformados, com suave orientação mineral, a tipos francamente foliados, inclusive apresentando foliação milonítica e bandamento composicional fino, que define uma foliação penetrativa (Figura 3.2).

Os tipos porfíricos, quando apresentam deformação incipiente, ainda exibem feições magmáticas primárias indicativas de fluxo magmático, dada pela orientação de fenocristais de feldspato. Aos tipos bandados estão associados geralmente leitões quartzo-feldspáticos concordantes, que ressaltam o bandamento, ou veios discordantes, que por vezes apresentam-se dobrados, configurando feições semelhantes a dobras pitigmáticas (Figura 3.3).





## RELAÇÕES TECTONOESTRATIGRÁFICAS



## UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

### CENOZOICO QUATERNÁRIO (Q)

#### Depósitos Aluvionares

Q2a Cascalhos, areias e argilas semiconsolidadas e inconsolidadas.

#### Depósitos Argilosos Flúvio-marinhos

Qa1m Depósitos indistimados de praias, mangues, pântanos salinos, planícies lamosas e cordões arenosos litorâneos.

#### Cobertura Sedimentar Indiferenciada

Q1ci Pelitos, arenitos e arenitos conglomeráticos ferruginosos de ambiente fluvial e estuarino, além de sedimentos areno-argilosos friáveis, associados a sistema fluvial.

### MESOZOICO TRIÁSSICO- JURÁSSICO (T-J)

#### Diabásio Cassiporé

T3J18c Diques de diabásio, olivina diabásios e gabros, com assinatura tonalítica.

### PROTEROZOICO PALEOPROTEROZOICO (PP)

#### Charnóquitos Acaçuza

PP37ac Charnóquitos e monzogranitos com granulação média a grossa, citiza-esverdeado a rosado, equigranulares a porfíricos. Idade de **1998 ± 9 Ma**

#### Granitoides Indiferenciados

PP237g Predominam biotita monzogranitos, leucomonzogranitos, biotita granodioritos e leucogranodioritos, ocasionalmente protomilonitizados. Inclui corpos plutônicos delimitados a partir de interpretação de imagens gamaespectrométricas, com contagem radiométrica média a alta. Idade **2087 ± 3 Ma** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Granito Cigana

PP27yc1 Monzogranitos com biotita e subordinadamente hornblenda, localmente ocorrem metagranodioritos e tonalitos, apresentando textura porfírica e por vezes feições miloníticas.

#### Granito Anotale

PP27ya Leucosienogranitos, leucomonzogranitos, biotita sienogranitos, biotita monzogranitos e biotita granodioritos. Textura equigranular a localmente porfírica. Inclui corpos plutônicos delimitados a partir de interpretações de imagens gamaespectrométricas, com contagem radiométrica variando de média a alta. Idade **2087 ± 3 Ma** (Pb-Pb em zircão) e **2,13 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Granito Cunani

PP27cn Biotita sienogranitos e monzogranitos com charnoquitos, granodioritos e tonalitos subordinados, granulação grossa a média, textura inequigranular a porfírica, com feições de fluxo magmático. Comuns enclaves máficos frequentemente granulíticos. Idade **2098 ± 15 Ma** (U-Pb ICP-MS em zircão) e **2065 ± 2 Ma** (Pb-Pb em zircão). Inclui granitos não mapeados de **2069 ± 2 Ma** (Pb-Pb em zircão).

#### Tonalito Carmot

PP27ct Tonalitos e granodioritos com biotita e/ou hornblenda, subordinados biotita monzogranitos, granulação média a grossa, apresentam comumente bandamento composicional e foliação magmática localizada. Presença de enclaves máficos lenticulares.

#### Suíte Cricou

PP27c1 Suíte Cricou (c1): Biotita monzogranitos, biotita tonalitos e biotita granodioritos, por vezes ortognaisses tonalíticos, leucosienogranitos e raros sienogranitos a granada. São comuns enclaves granulíticos. Idade **2110 ± 16 Ma** (U-Pb ICP-MS em zircão), e **2,13 e 2,30 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Complexo Camopi

PP2cm1 Tonalitos, granodioritos e monzogranitos deformados com texturas que vão de granular hipidiomórfica a granolepidoblástica e/ou protomilonítica. Cálcio-alcalina. Idade **2103 ± 12 Ma** e **2098 ± 2 Ma** (Th-U-Pb EPMA e Pb-Pb em zircão).

#### Complexo Oiapoque

PP2oy3 Megacristalinos, metagranodioritos e metatonalitos, granitos a granada e subordinados quartzo monzodioritos e quartzo dioritos. Enclaves anfibolíticos são observados. Idade **2103 ± 3 e 2097 ± 2 Ma** (Pb-Pb em zircão), **2,21 e 2,40 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Complexo Araguan

PP2ag Ortognaisses e granitoides deformados de composição tonalítica, granodiorítica, monzogranítica e subordinadamente diorítica. Frequentes enclaves de metassupracrustais. Assinatura cálcio-alcalina, tipo-I. Ambiente de arco magmático continental. **2116 ± 4 e 2096 ± 4 Ma** (Pb-Pb em zircão), **3,47 e 2,47 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Tonalito Papa Vento

PP27pv Tonalitos com hornblenda e/ou biotita e/ou epidoto magmático, biotita granodioritos, dioritos e monzogranitos subordinados. Apresentam bandamento composicional, foliação protomilonítica e/ou milonítica, e estão equilibrados em fácies anfíbolo. Assinatura cálcio-alcalina, tipo-I. Ambiente de arco magmático continental. **2136 ± 7,5 Ma** (U-Pb ICPMS em zircão) e **2130 ± 20 Ma** (Pb-Pb em zircão), **2,63 e 2,7 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Tonalito Lourenço

PP27lo Biotita tonalitos, biotita-hornblenda tonalitos, subordinados biotita granodioritos, com foliação protomilonítica a milonítica ou gnáissica, granulação média a grossa, com textura granular a granolepidoblástica. Hospeda ocorrência de ouro. Magmatismo cálcio-alcino de arco magmático continental (Tipo I). Idade **2155 ± 13 Ma** (U-Pb ICP-MS em zircão) e **2,61 e 3,02 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Diorito Rio Mutura

PP27mu Hornblenda-biotita dioritos, hornblenda-biotita-quartzo dioritos, hornblenda-quartzo dioritos e subordinados biotita tonalitos e leucotonalito, granulação média a grossa, apresentando foliação protomilonítica a milonítica. Contendo enclaves de rochas máfica-ultramáficas. Idade **2174 ± 8 Ma** (U-Pb ICPMS em zircão), **2,67 e 2,67 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

#### Suíte Intrusiva Flexal

PP27fl Tonalitos com biotita e/ou epidoto magmático, biotita granodioritos, biotita-hornblenda granodiorito, biotita monzogranitos e hornblenda dioritos, maciços ou com bandamento composicional ou foliação milonítica. Assinatura cálcio-alcalina, tipo-I. Ambiente de arco magmático continental. **2184 ± 13 Ma** (U-Pb ICPMS em zircão), **e 2197 ± 3 Ma** (Pb-Pb em zircão), **2,37 e 2,67 Ga** (TDM Sm-Nd rocha total).

Figura 3.1 B - Coluna estratigráfica da Folha Lourenço (NA.22-V-D).





**Figura 3.2** - Aspecto típico de granitoides da Suíte Intrusiva Flexal. Neste exemplo trata-se de hornblenda granodiorito com veios quartzo-feldspáticos, apresentando deformação incipiente. Estação CE-07.



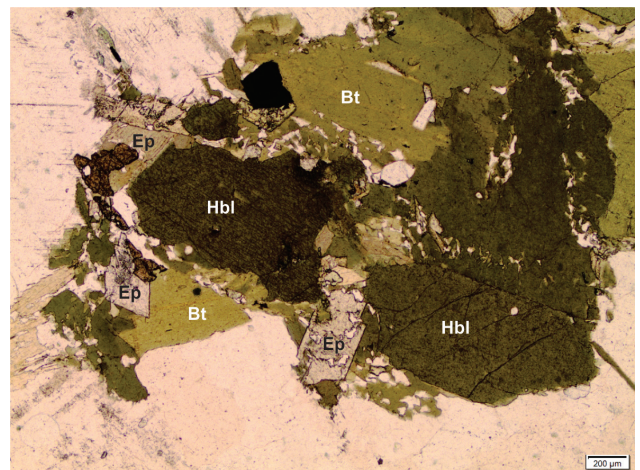
**Figura 3.3** - (A) Metatonalito exibindo bandamento fino, ressaltado por leitões quartzo-feldspáticos de espessuras variadas; (B) Detalhe do veio dobrado (seta). Estação CR-160.

Enclaves máficos são comuns. Alguns foram caracterizados como autólitos, os quais apresentam geralmente composição diorítica. Em alguns locais ocorrem xenólitos de xistos máficos ou anfibolitos, finamente foliados, que provavelmente representam fragmentos de sequências metavulcânicas. Xenólitos de rochas granulíticas foram registrados, especialmente na porção sudeste da área (Figura 3.4).

Sob análise microscópica foram definidas as fácies petrográficas biotita tonalitos, biotita-hornblenda tonalitos, biotita granodioritos, biotita-hornblenda granodioritos, biotita monzogranitos e hornblenda dioritos. Foram classificados em função da presença dos minerais ferromagnesianos e das proporções variáveis dos minerais principais, quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino. Os acessórios são os minerais opacos (ilmenita + magnetita  $\pm$  pirita), além de apatita, titanita, zircão e allanita, que tendem a ser mais abundantes nos tipos intermediários. Alguns litotipos apresentam epidoto magmático, que ocorrem como cristais automórficos e sub-automórficos, prismáticos, associados à biotita e hornblenda, geralmente bordejados ou parcialmente inclusos pela biotita, onde mantém faces bem formadas (Figura 3.5).



**Figura 3.4** - Xenólito de granulito bandado em tonalito da Suíte Intrusiva Flexal. Estação CR-151.



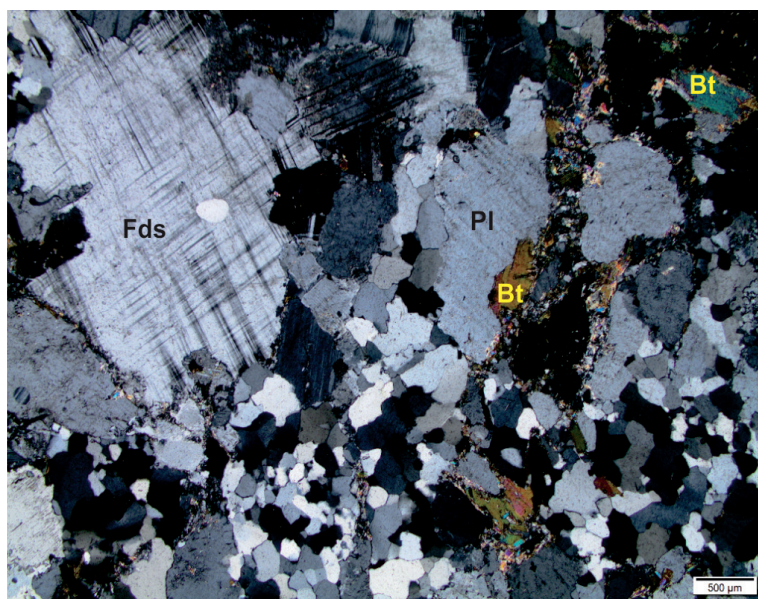
**Figura 3.5** - Agregados de hornblenda (Hbl) e biotita (Bt) em tonalito. Notar o epidoto (Ep) magmático em cristais subautomorfos parcialmente inclusos na biotita, com faces retilíneas. Amostra CE-R-05.



Em lâmina observa-se que as rochas apresentam intensidades variáveis de deformação. Rochas menos deformadas apresentam textura ígnea equigranular hipidiomórfica, com máficos (biotita e/ou hornblenda) ocorrendo em agregados (Figura 3.5) ou em trilhas de minerais orientados. Texturas protomiloníticas/porfiroclásticas são comuns (Figura 3.6), onde observam-se porfiroclastos de plagioclásio, feldspato alcalino e até hornblenda, por vezes fragmentados e com recristalização nas bordas, em matriz poliminerálica, de granulação fina e recristalizada, com trilhas orientadas de minerais máficos, podendo ocorrer *ribbon* quartzo. Nas proximidades das zonas de cisalhamento foram registradas texturas francamente miloníticas. Em alguns setores há evidências de alteração hidrotermal nas rochas, onde os plagioclásios aparecem alterados para sericita ou epidoto, e hornblenda e biotita são transformadas para clorita.

### 3.1.1.3 Geoquímica

Cinco amostras foram selecionadas neste projeto para a caracterização geoquímica da Suíte Intrusiva Flexal. No entanto, considerando-se o tamanho desta unidade, que é a mais extensa da Folha Loureço, e que o número de amostras analisadas não é idealmente representativo, estes dados foram tratados conjuntamente com aqueles obtidos na Folha Rio Araguari, onde esta unidade foi definida (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014). Nas figuras enumeradas de 3.7 a 3.12 são mostrados diagramas geoquímicos, nos quais também foram plotados dados do Tonalito Papa Vento e do Diorito Rio Mutura, com intuito de avaliar comparativamente estas unidades, além de evitar repetições de diagramas. A Tabela 3.1 mostra os dados analíticos da Suíte Intrusiva Flexal.



**Figura 3.6** - Biotita monzogranito protomilonítico. Fds - Feldspato alcalino, Pl - Plagioclásio, Bt - Biotita. Amostra MV-R-12.

Os granitoides da Suíte Intrusiva Flexal no diagrama R1-R2 de De La Roche et al. (1980) incidem no campo das rochas dioríticas a granodioríticas (Figura 3.7). São rochas subalcalinas, principalmente metaluminosas a marginalmente peraluminosas, que no diagrama de Peccerillo e Taylor (1976) são classificadas claramente como uma suíte cálcio-alcalina normal, ou de médio K (Figura 3.8). A natureza cálcico-alcálica e magnesiada das rochas da Suíte Intrusiva Flexal é evidenciada nos diagramas de Frost et al. (2001) (Figura 3.9).

Conforme observado por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014), a Suíte Intrusiva Flexal representa uma suíte magmática expandida, com rochas de composição diorítica a granodiorítica. Os diagramas de variação binária de Harker para óxidos de elementos maiores (Figura 3.10) mostram uma tendência de empobrecimento de  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $CaO$  e  $P_2O_5$  com o aumento dos teores de  $SiO_2$ , o que é coerente com o processo de cristalização fracionada na evolução magmática da suíte. Esta correlação negativa dos óxidos citados com a  $SiO_2$ , deve-se possivelmente ao aumento do componente anortita dos plagioclásios, à cristalização de minerais máficos e óxidos de Fe e Ti durante o processo de cristalização fracionada. Em contrapartida, o diagrama binário  $SiO_2$  vs.  $K_2O$  sugere correlação positiva, ou seja, aumento de álcalis dos termos menos evoluídos para os mais evoluídos.

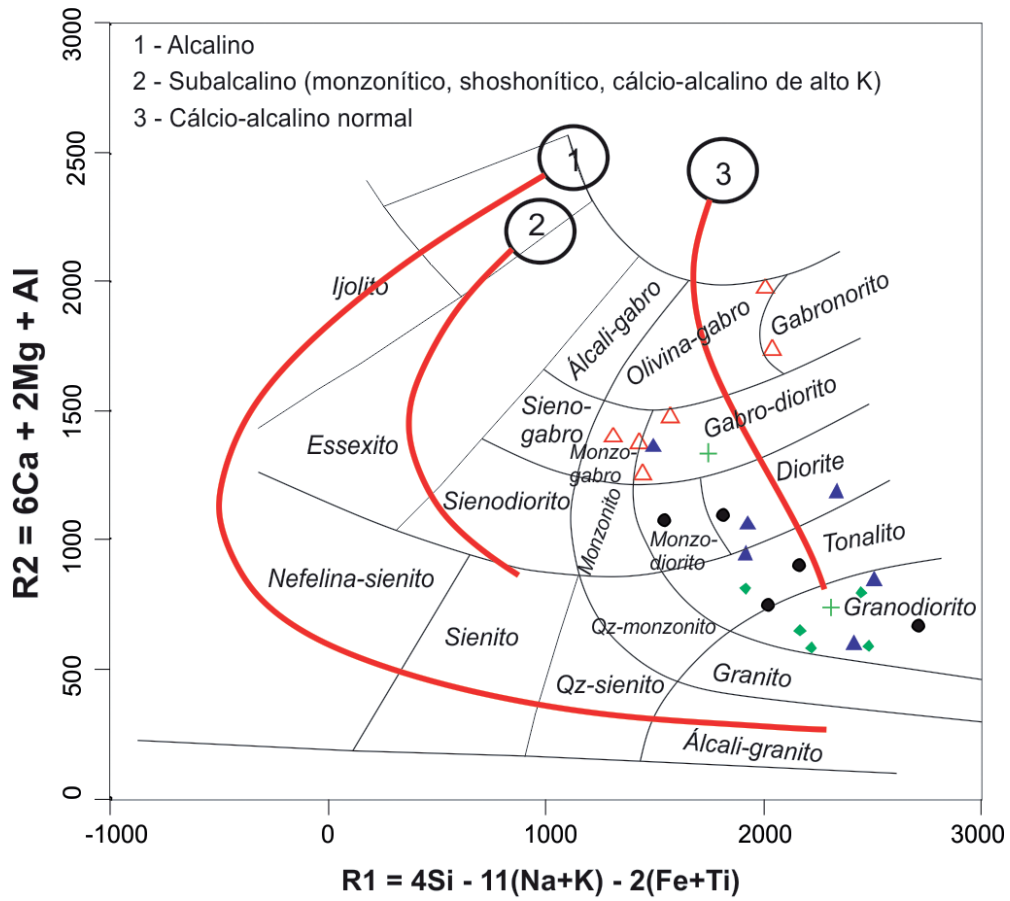
Com relação aos ETR, a Suíte intrusiva Flexal mostra um padrão de enriquecimento de ETR leves em relação aos ETR pesados, com elevadas razões  $(La/Yb)_N$ , que variam em uma ampla faixa de 6,78 a 59,82, com uma amostra (grandiorito CR-R-106) apresentando um valor destacavelmente mais elevado, de 222,50 (Figura 3.11). Anomalias de Eu são ausentes ou discretamente negativas, o que reflete em razões  $Eu/Eu^*$  entre 0,61 e 1,11. No diagrama multielementar a maioria das amostras analisadas da Suíte Intrusiva Flexal definem um grupo com tendências similares, com exceção das amostras CE-R-10A e CE-R-10B, que se apresentam comparativamente empobrecidas em Cs, Rb, Ba e Th, e com anomalias negativas de Sr e Zr (Figura 3.11).

No diagrama de discriminante de ambientes tectônicos de Pearce, Harris e Tindle (1984), as rochas da Suíte Intrusiva Flexal, caracterizadas nas folhas Rio Araguari e Lourenço, são semelhantes àquelas geradas em ambiente de arco vulcânico (Figura 3.12).

### 3.1.1.4 Idade e assinatura isotópica do Nd

Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) dataram dois tonalitos na Suíte Intrusiva Flexal na Folha Rio Araguari, que forneceram idades de  $2184 \pm 13$  Ma (U-Pb LA ICP-MS) e  $2197 \pm 3$  Ma (evaporação de





**Suíte Intrusiva Flexal**

- Este trabalho
- ▲ Dados de Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014)
- △ Diorito Rio Mutura

**Tonalito Papa-Vento**

- + Este trabalho
- ◆ Dados de Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014)

Figura 3.7 - Diagrama multicatiônico R1-R2 para classificação de rochas plutônicas (DE LA ROCHE et al., 1980).

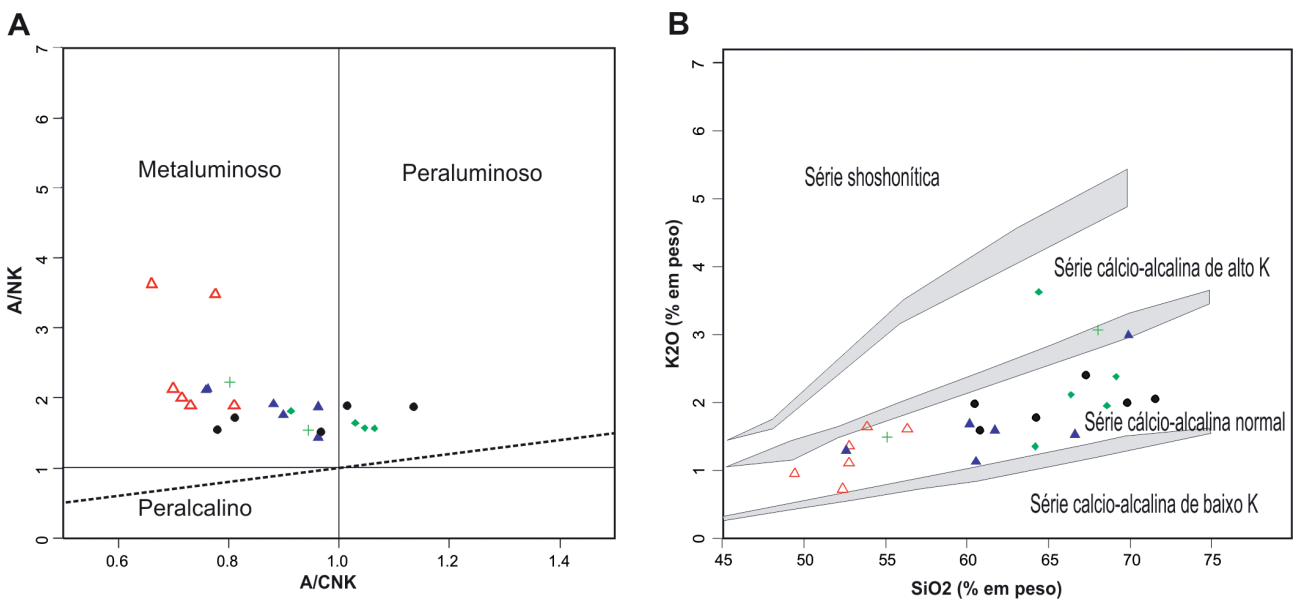


Figura 3.8 - (A) Diagrama de Maniar e Picolli (1989) para classificação de rochas a partir da razão molecular ANK vs. ACNK; (B) Subdivisão das rochas subalcalinas no diagrama K2O x SiO2, de acordo com Peccerillo e Taylor (1976), modificado por Rickwood (1989). Legenda de símbolos igual a da figura 3.7.

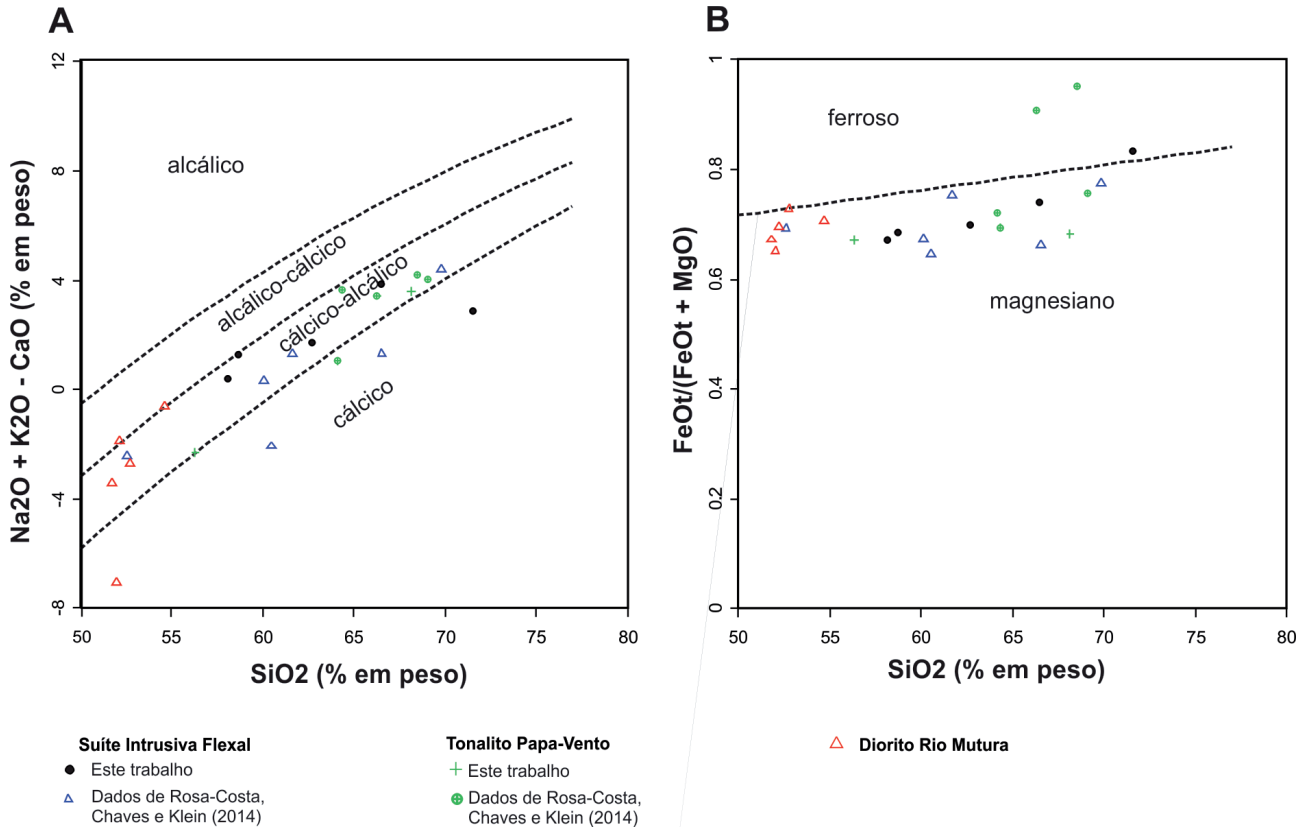


Figura 3.9 - Diagramas de Frost et al. (2001) para classificação geoquímica de granitoides.

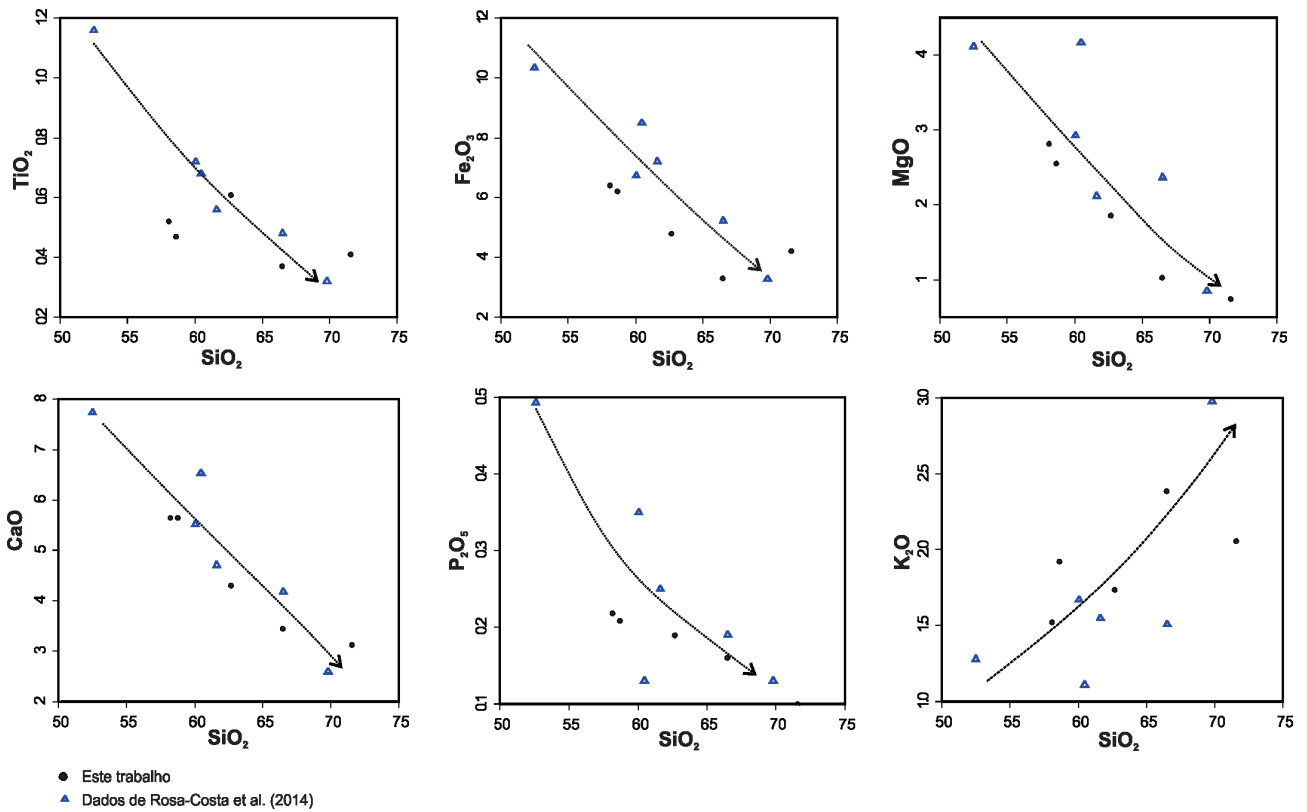
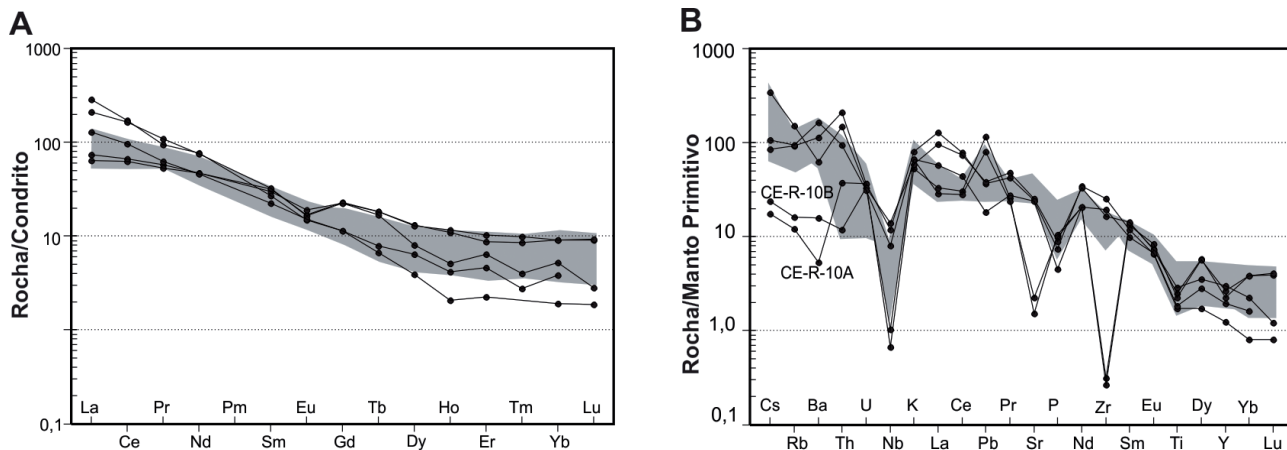
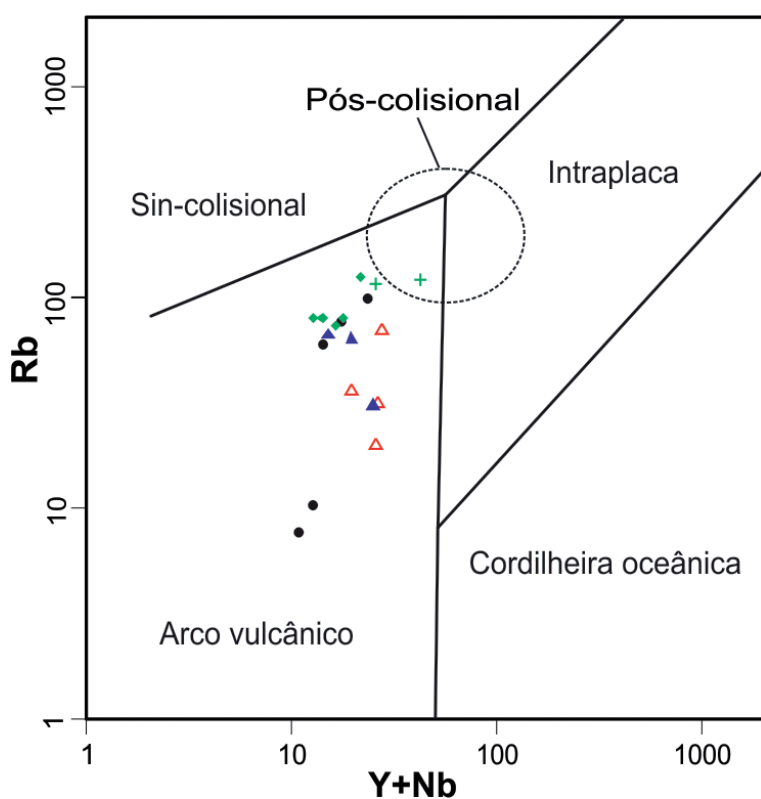


Figura 3.10 - Comportamento das amostras da Suíte Intrusiva Flexal nos diagramas binários  $\text{SiO}_2$  vs. óxidos de elementos maiores.



**Figura 3.11** - (A) Padrão de distribuição dos ETR, normalizados ao condrito (BOYNTON, 1984); (B) Diagrama multielementar, com normalização ao N-MORB (SUN; MCDONOUGH, 1989). Envelopes cinza representam as amostras da Folha Rio Araguari (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).



**Figura 3.12** - Diagrama de Pearce, Harris e Tindle (1984) para discriminação de ambientes tectônicos, com campo de granitos pós-colisionais segundo Pearce (1996). Legenda de símbolos igual a da figura 3.7.

Pb em zircão), interpretadas como idades de cristalização. Estas idades, somadas às idades de  $2181 \pm 2$  Ma (evaporação de Pb em zircão; AVELAR, 2002) e  $2194 \pm 8$  Ma (U-Pb LA ICP-MS; BARBOSA et al., 2013), datam com segurança o evento magmático de natureza cálcio-alcalina que caracteriza esta suíte, em torno de 2,20-2,18 Ga.

Isótopos de Nd foram analisados nos tonalitos datados por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014), fornecendo idades  $T_{DM}$  de 2,37 Ga ( $\epsilon_{Nd(T)} = +0,65$ ) e 2,67 Ga ( $\epsilon_{Nd(T)} = -3,78$ ), que demonstram que a origem dos magmas precursores envolve acreção crustal no

Riaciono, mas também a participação de componentes crustais arqueanos.

### 3.1.2 Diorito Rio Mutura (PP2 $\gamma$ mu)

#### 3.1.2.1 Aspectos gerais

Esta unidade é proposta neste projeto para designar três batólitos localizados na porção sudoeste da quadrícula, com formas elípticas, eixo maior na direção da estruturação regional NW-SE, e fortemente controlados por zonas de cisalhamento de mesmo *trend*, os quais são aparentemente intrusivos na Suíte Intrusiva Flexal, com a qual apresentam significativos contrastes geofísicos. Além da geofísica, outro importante critério distintivo foi a idade em torno de 2,17 Ma obtida em uma amostra proveniente do batólito mais ocidental, ainda não registrada em rochas daquela suíte.

A cartografia dos plútons que representam esta unidade foi fortemente subsidiada por imagens aerogeofísicas, pois estes se destacam por apresentarem radiação muito baixa nos 3 canais (Th, U e K), e por um relevo magnético nitidamente mais perturbado em relação à unidade encaixante.

O Diorito Rio Mutura foi estudado em blocos e matações acessados através de helicóptero em clareiras, e em lajeiros ao longo do Rio Mutura, afluente do rio Oiapoque, no extremo oeste da área.

#### 3.1.2.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Nos afloramentos estudados dominam amplamente os dioritos, com ocorrência subordinada de

Tabela 3.1 - Composição química de rochas da Suíte Intrusiva Flexal. \* Dados compilados da Folha Rio Araguari (Fonte: ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

Amostra	CG-74* Diorito	JB-51* Tonalito	CE-R-10B Tonalito	JB-54* Tonalito	CE-R-10A Tonalito	JB-52* Tonalito	CR-R-157 Tonalito	CG-81* Bt Tonalito	CR-R-106 Grandiorito	CG-84* Grandiorito	CR-R-167A Grandiorito
SiO <sub>2</sub> (%)	52,49	60,05	60,44	60,46	60,74	61,62	64,26	66,51	67,29	69,8	69,81
TiO <sub>2</sub>	1,16	0,72	0,48	0,68	0,54	0,56	0,63	0,48	0,37	0,32	0,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,73	16,55	16,59	14,17	16,43	17,09	17,41	14,17	16,74	14,01	15,89
Al	8,86	8,76	8,8	7,5	8,7	9,05	9,2	7,5	8,9	7,42	8,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Mol)	0,16	0,16	0,2	0,14	0,2	0,17	0,2	0,14	0,2	0,14	0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,34	6,73	6,44	8,49	6,76	7,21	4,93	5,23	3,35	3,27	4,12
FeO	9,3	6,06	5,8	7,64	6,1	6,49	4,4	4,71	3,0	2,94	3,7
MnO	0,16	0,09	0,11	0,15	0,10	0,09	0,07	0,08	0,05	0,04	0,05
MgO	4,12	2,93	2,65	4,17	2,96	2,12	1,91	2,37	1,04	0,85	0,73
CaO	7,74	5,53	5,84	6,54	5,93	4,71	4,42	4,18	3,49	2,59	3,05
CaO (Mol)	0,14	0,1	0,10	0,12	0,11	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Na <sub>2</sub> O	4	4,2	5,19	3,35	4,73	4,58	4,39	3,97	5,07	4,03	3,82
Na <sub>2</sub> O (Mol)	0,06	0,07	0,08	0,05	0,08	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06
K <sub>2</sub> O	1,28	1,67	1,99	1,11	1,60	1,55	1,78	1,51	2,42	2,98	2,01
K <sub>2</sub> O (Mol)	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5	0,35	0,22	0,13	0,23	0,25	0,19	0,19	0,16	0,13	0,10
Total	98,52	99,65	99,97	99,75	100,03	99,68	99,99	98,69	100,01	98,02	99,99
PF	1,1	0,8	1,20	0,5	1,60	-0,1	0,66	1	0,46	0,4	0,29
Ni (ppm)	46	35	15,2	27	14,9	25	8,1	25	4,1	16	4,2
Co	24	17,2	11,0	21,5	12,2	14,3	9,1	11,4	5,3	4,5	5,5
Mo	2	<0,1	4,21	0,1	4,25	0,2	0,17	2	0,39	3	0,16
Cu	47	33,5	13,2	18,9	17,2	45,6	19,6	10,6	5,6	5,3	6,6
Pb	3,2	3,6	5,7	1,7	8,3	3,4	2,7	5,9	2,6	6,4	1,3
Zn	108	65	50	48	58	61	58	67	47	48	35
Sn	<1	2	3,00	1	3,00	1	6,70	<1	<0,3	<1	0,70
W	7	0,5	<1	<0,5	<1	<0,5	6,20	2	1,30	2	0,80
Rb	31,4	63,7	10,3	30,9	7,7	66,1	96,9	62,7	58,7	84,9	60,2

Tabela 3.1 - Composição química de rochas da Suíte Intrusiva Flexal. \* Dados compilados da Folha Rio Araguari (Fonte: ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

(continuação)

Amostra	CG-74* Diorito	JB-51* Tonalito	CE-R-10B Tonalito	JB-54* Tonalito	CE-R-10A Tonalito	JB-52* Tonalito	CR-R-157 Tonalito	CG-81* Bt Tonalito	CR-R-106 Grandiorito	CG-84* Grandiorito	CR-R-167A Grandiorito
Cs	0,8	1,1	0,19	0,5	0,14	1,1	2,74	2,2	0,68	3,1	0,84
Ba	456	1008	110	494	37	1024	436	372	789	1242	1146
Sr	571	931,9	47,8	587,2	32,2	962,9	531,5	488	516,9	482	507,3
Ga	19	18,6	5,8	18,8	7,5	19,2	23,2	16	20,2	16	18,2
Ta	<0,5	0,2	0,14	0,3	<0,05	0,2	1,46	1,5	0,23	<0,5	0,22
Nb	1	5,4	0,74	6,5	0,48	5,9	10,03	2	8,41	2	5,68
Be	-	-	0,6	-	0,7	-	3,1	-	-	-	1,6
Hf	4	5,1	0,20	2,6	0,27	3	5,05	3	7,15	4	5,21
Zr	189	184,8	3,0	83,1	3,5	126,1	186,3	199	282,8	193	219,7
Y	-	13,9	11,97	18	10,33	8,9	13,56	-	5,63	-	8,90
Th	3	7,4	1,0	0,8	3,2	5,2	12,6	10	18,0	10	8,0
U	0,83	0,6	0,70	0,2	0,78	0,2	0,69	0,83	0,77	1,22	0,65
La	24,8	40,09	19,7	16,4	22,7	34,5	65,8	39	89,0	38	39,9
Ce	49,4	85,5	50,5	43,1	54,1	61,4	132,0	71	138,8	54,8	78,2
Pr	6,45	10,64	6,55	6,64	7,10	7,66	13,33	8,43	11,65	6,6	7,59
Nd	26	41,8	28,3	30,4	28,3	26,9	45,2	28,2	46,6	21,2	27,9
Sm	5	6,32	5,8	6,08	6,2	4,32	6,3	4,6	5,3	3,2	4,4
Eu	1,56	1,67	1,40	1,48	1,25	1,27	1,21	1,06	1,09	0,86	1,12
Gd	4,91	4,7	5,81	5,1	6,00	2,82	5,87	3,96	2,97	2,14	2,97
Tb	0,74	0,59	0,86	0,7	0,87	0,37	0,80	0,45	0,32	0,26	0,37
Dy	3,88	2,85	4,16	3,54	4,25	1,71	2,61	2,35	1,27	1,36	2,06
Ho	0,82	0,5	0,83	0,6	0,79	0,3	0,37	0,42	0,15	0,28	0,30
Er	2,27	1,29	2,18	1,74	1,85	0,77	1,34	1,16	0,47	0,72	0,97
Tm	0,34	0,21	0,32	0,26	0,28	0,12	0,13	0,13	<0,05	0,12	0,09
Yb	2,4	1,2	1,9	1,63	1,9	0,69	1,1	1,1	0,4	0,8	0,8
Lu	0,34	0,17	0,30	0,24	0,29	0,1	0,09	0,17	0,06	0,18	<0,05

Tabela 3.1 - Composição química de rochas da Suíte Intrusiva Flexal. \* Dados compilados da Folha Rio Araguari (Fonte: ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

(conclusão)

Amostra	CG-74* Diorito	JB-51* Tonalito	CE-R-10B Tonalito	JB-54* Tonalito	CE-R-10A Tonalito	JB-52* Tonalito	CR-R-157 Tonalito	CG-81* Bt Tonalito	CR-R-106 Granodiorito	CG-84* Granodiorito	CR-R-167A Granodiorito
ETR (Total)	128,9	197,5	128,61	117,9	135,88	142,9	276,15	162	298,08	130,5	166,67
ETR (Leves)	111,7	184,4	110,85	102,6	118,40	134,8	262,63	151,2	291,35	123,8	157,99
ETR (Pesados)	15,7	11,51	16,36	13,81	16,23	6,88	12,31	9,74	5,64	5,86	7,56
A/CNK	0,76	0,88	0,78	0,76	0,81	0,96	1,01	0,9	0,97	0,96	1,13
A/NK	2,56	2,41	1,55	2,58	1,73	2,28	1,90	2,19	1,53	2,14	1,88
Eu/Eu*	0,96	0,94	0,74	0,81	0,63	1,11	0,61	0,76	0,84	1,00	0,95
(La/Sm) <sub>N</sub>	3,12	3,99	2,14	1,7	2,30	5,02	6,57	5,33	10,56	7,47	5,70
(Gd/Yb) <sub>N</sub>	1,65	3,16	2,47	2,52	2,55	3,3	4,31	2,91	5,99	2,16	3,00
(La/Yb) <sub>N</sub>	6,97	22,52	10,37	6,78	11,95	33,71	59,82	23,9	222,50	32,02	49,88
Na <sub>2</sub> O +K <sub>2</sub> O	5,28	5,87	7,18	4,46	6,33	6,13	6,17	5,48	7,50	7,01	5,83
Ga/Al	2,15	2,12	0,66	2,51	0,86	2,12	2,52	2,13	2,28	2,16	2,16
FeOt/(MgO+FeOt)	0,69	0,67	0,69	0,65	0,67	0,75	0,70	0,67	0,74	0,78	0,84



tonalitos. Macroscopicamente são rochas mesocráticas, de coloração cinza médio a cinza escura, granulção média a grossa. A deformação nem sempre é evidente, com rochas apresentando em geral aspecto isotrópico (Figura 3.13). Enclaves máfico-ultramáficos centimétricos foram registrados localmente, que podem ser evidências do magma parental dos dioritos e tonalitos (Figura 3.14).

Em alguns afloramentos de dioritos e tonalitos foi registrado um padrão de fraturamento, com venulações de quartzo associadas (Figura 3.15), além de sulfetos finamente disseminados e pontuações de ouro livre nos veios de quartzo. Injeções de diques e veios graníticos são feições comumente observadas nas rochas desta unidade (Figura 3.16).

Petrograficamente foram classificados como hornblenda-biotita dioritos, hornblenda dioritos, hornblenda-biotita-quartzo dioritos, hornblenda-quartzo dioritos, além de biotita tonalitos e leucotonalitos. São compostos por plagioclásio, hornblenda, quartzo, biotita e opacos, titanita, além de apatita, titanita e zircão. Em alguns quartzo dioritos e tonalitos foi registrado epidoto com faces euedrais, parcialmente incluso na biotita, sugerindo origem magmática. As microtexturas são principalmente do tipo granular hipidiomórfica, com biotita e hornblenda formando agregados máficos ou apresentando-se

em cristais levemente orientados. Em alguns dioritos observa-se orientação magmática dos prismas de plagioclásio (Figura 3.17).

Em lâmina observa-se que estas rochas em geral apresentam alguma deformação. Os exemplares mais deformados exibem textura protomilonítica a milonítica, com cristais mais desenvolvidos de plagioclásio, e até hornblenda, apresentando formas oclares, se destacando em uma matriz de granulção mais fina, com quartzo e feldspatos recristalizados, e com biotita orientada em trilhas (Figura 3.18). Localmente observa-se plagioclásio com bordas recristalizadas e apresentando maclas encurvadas.

As rochas desta unidade apresentam diferentes graus de alteração pós-magmática e hidrotermal. Frequentemente observa-se o plagioclásio sericitizado e/ou saussuritizado, principalmente nas porções centrais dos cristais, marcando zoneamento magmático concêntrico, e evidenciando núcleo mais cálcico (Figura 3.19). A biotita e a hornblenda encontram-se frequentemente transformadas para clorita. A textura original da rocha pode ser totalmente obliterada nos tipos mais alterados.

### 3.1.2.3 Geoquímica

Foram selecionadas 6 amostras para caracterização geoquímica do Diorito Rio Mutura, através da análise de elementos maiores e traço, incluindo os ETR. Os resultados analíticos estão apresentados na Tabela 3.2. Estas foram caracterizadas petrograficamente como dioritos e quartzo dioritos, que são rochas subcalcinas, com baixos teores de  $\text{SiO}_2$  (54,58 a 49,39%), valores elevados de MgO (6,53 a 2,82%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (12,20 a 7,57%) e CaO (12,17 a 7,08%), e pobres em álcalis, com razões  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  menores que 0,4.

No diagrama multicatiônico de De La Roche et al. (1980) (Figura 3.7), plotam nos campos das rochas gabroicas. Em relação à saturação em alumina, os valores de  $A/\text{CNK} < 1$  e  $A/\text{NK} > 1$  mostram sua natureza metaluminosa (Figura 3.8A). As rochas estudadas distribuem-se no campo das rochas cálcio-alcálicas



Figura 3.13 - Quartzo diorito isotrópico. Estação LT-06.

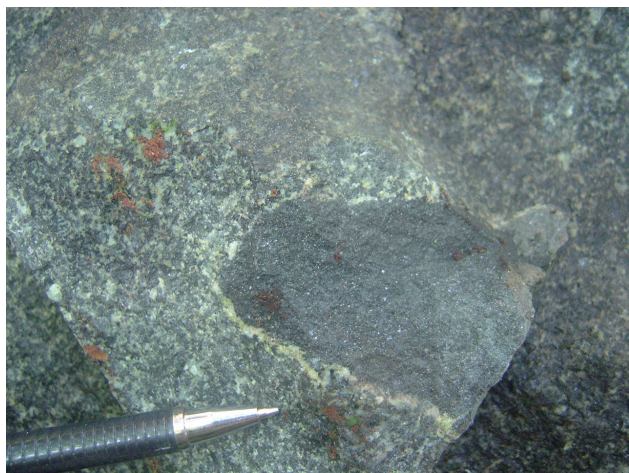


Figura 3.14 - Enclave máfico em diorito. Estação LT-08.



Figura 3.15 - Diorito fortemente recortado por conjunto de venulações. Estação CR-15.





Figura 3.16 - (A) e (B) Veios e diques graníticos recortando diorito. Estação LT-06.



Figura 3.17 - (A) e (B) Prismas de plagioclásio (Pl) mostrando orientação magmática. O máfico é a hornblenda (Hbl) cloritizada. Amostra CR-R-10.



Figura 3.18 - Tonalito protomilonítico exibindo porfiroclasto de plagioclásio ocelar (Pl), com extinção ondulante, e bordas parcialmente recristalizadas, em matriz com quartzo, feldspatos e biotita. Amostra LT-R-04.

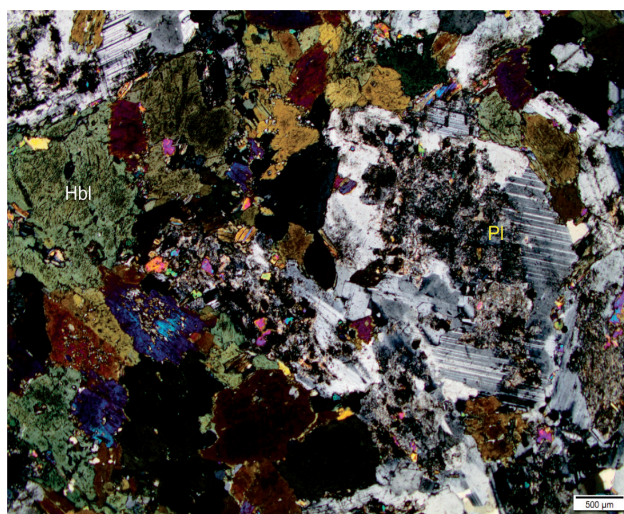


Figura 3.19 - Diorito alterado, com plagioclásio com núcleo saussuritizado (Pl) e hornblenda cloritizada (Hbl). Amostra LT-R-10.



Tabela 3.2 - Composição química de rochas do Diorito Rio Mutura.

Amostra/ Elemento	MC-R-08A Diorito	LT-R-10 Diorito	LT-R-06B qz Diorito	LT-R-06A qz Diorito	CR-R-23A qz Diorito	MC-R-02 qz Diorito
SiO <sub>2</sub> (%)	49,39	52,34	52,73	52,77	53,85	56,33
TiO <sub>2</sub>	0,50	0,76	1,09	0,92	0,83	1,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,86	19,51	16,19	16,20	17,79	18,26
Al	9,5	10,3	8,6	8,6	9,4	9,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Mol)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,03	8,59	12,20	11,17	8,91	7,57
FeO	7,2	7,7	11,0	10,0	8,0	6,8
MnO	0,15	0,14	0,18	0,17	0,19	0,10
MgO	6,53	4,12	4,04	4,87	3,48	2,82
CaO	12,17	10,76	8,02	8,56	8,22	7,08
CaO(Mol)	0,22	0,19	0,14	0,15	0,15	0,13
Na <sub>2</sub> O	2,36	2,92	4,18	3,72	4,63	4,81
Na <sub>2</sub> O (Mol)	0,04	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08
K <sub>2</sub> O	0,95	0,73	1,11	1,36	1,64	1,61
K <sub>2</sub> O (Mol)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,12	0,27	0,26	0,45	0,33
Total	98,07	99,99	100,00	99,99	99,99	99,98
PF	0,00	1,37	0,61	1,14	0,50	0,6
Ni (ppm)	21,4	14,0	9,4	23,4	12,1	19,0
Co	17,7	10,9	22,2	20,1	12,8	13,1
Mo	0,32	0,66	0,96	1,31	1,71	1,98
Cu	116,4	53,8	61,7	61,1	34,4	22,1
Pb	3,0	1,7	1,0	2,6	2,1	4,5
Zn	18	30	50	50	79	64
Sn	4,00	<0,3	3,40	3,20	<0,3	2,00
W	<1	<0,1	<0,1	<0,1	0,70	2,00
Rb	6,3	19,6	30,9	69,4	35,2	35,5
Cs	0,71	2,11	2,59	4,33	1,28	1,19
Ba	60	430	476	403	521	373
Sr	723,0	904,4	634,6	693,5	6,1	53,6
Ga	3,4	23,5	20,6	17,8	6,1	6,6
Ta	<0,05	0,19	<0,05	<0,05	0,47	2,00
Nb	<0,05	5,85	8,67	10,68	<0,05	0,21
Be	0,6	0,7	0,9	1,5	0,2	0,3
Hf	<0,05	2,13	2,51	1,95	0,26	0,41
Zr	0,8	100,6	103,1	80,8	4,3	6,6
Y	7,08	19,79	17,61	16,70	10,27	19,33
Th	<0,1	2,0	2,4	1,9	1,7	3,6
U	0,14	0,40	0,57	0,62	0,46	0,36
La	9,6	30,5	23,2	26,9	28,7	29,8
Ce	20,5	51,5	38,6	55,1	42,4	79,1
Pr	2,64	7,26	5,45	7,26	6,68	9,95
Nd	10,2	39,4	23,6	31,9	26,4	39,8
Sm	2,2	5,8	4,8	6,1	4,7	6,6
Eu	0,76	1,54	1,56	2,04	1,77	1,73

Tabela 3.2 - Composição química de rochas do Diorito Rio Mutura.

(conclusão)

Amostra/ Elemento	MC-R-08A Diorito	LT-R-10 Diorito	LT-R-06B qz Diorito	LT-R-06A qz Diorito	CR-R-23A qz Diorito	MC-R-02 qz Diorito
Gd	2,92	4,38	4,00	5,62	4,93	7,79
Tb	0,34	0,23	0,51	0,78	0,67	1,02
Dy	2,15	3,24	3,19	3,75	3,61	5,46
Ho	0,42	0,59	0,55	0,88	0,62	0,99
Er	1,08	1,66	1,85	2,26	1,44	2,81
Tm	0,21	0,23	0,15	0,37	0,25	0,34
Yb	1,0	1,6	1,7	1,9	1,4	2,2
Lu	0,20	0,47	0,15	0,34	0,19	0,32
ETR (Total)	54,22	148,40	109,31	145,20	123,76	187,91
ETR (Leves)	45,14	134,46	95,65	127,26	108,88	165,25
ETR (Pesados)	8,32	12,40	12,10	15,90	13,11	20,93
A/CNK	0,66	0,77	0,71	0,70	0,73	0,81
A/NK	3,63	3,49	2,01	2,14	1,89	1,89
Eu/Eu*	0,92	0,93	1,09	1,07	1,12	0,74
(La/Sm) <sub>N</sub>	2,74	3,31	3,04	2,77	3,84	2,84
(Gd/Yb) <sub>N</sub>	2,36	2,21	1,90	2,39	2,84	2,86
(La/Yb) <sub>N</sub>	9,60	19,06	13,65	14,16	20,50	13,55
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	3,32	3,65	5,29	5,07	6,27	6,42
Ga/Al	0,36	2,28	2,40	2,08	0,65	0,68
FeOt/(MgO+FeOt)	0,53	0,65	0,73	0,67	0,70	0,71

normais, utilizando-se a classificação de Peccerillo e Taylor (1976) (Figura 3.8B). Nos diagramas de Frost et al. (2001) incidem no campo das rochas magnesianas e predominantemente cálcico-alcálicas (Figura 3.9).

Mesmo com variação restrita do conteúdo de SiO<sub>2</sub>, nos diagramas binários de Harker o conjunto de amostras analisadas mostra tendências similares de empobrecimento de MgO e CaO com o aumento em SiO<sub>2</sub>, correlação positiva do Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O com a SiO<sub>2</sub>, e conteúdo de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pouco variável (Figura 3.20).

No diagrama multielementar observa-se que as rochas têm depleção em Zr e Nb (nas amostras CR-R-23A e MC-R-08A este elemento ficou abaixo no limite de detecção). Com relação ao Sr são observados dois grupos com comportamento distintos, um que apresenta anomalias negativas e outro com anomalias positivas deste elemento. Os ETR ( $\Sigma$ ETR = 187,91 a 54,22 ppm) definem um padrão que indica fracionamento, com incipiente enriquecimento de ETR leves em relação aos ETR pesados, o que sugere que essas rochas foram geradas a partir de magmas pouco evoluídos (Figura 3.21).

Considerando-se a classificação de tipologia de granitoides de Whalen, Currie e Chappell (1987) e as características químicas e mineralógicas, as rochas do Diorito Rio Mutura podem ser classificadas como granitoides do Tipo-I, as quais, segundo diagrama discriminante de ambiente tectônico de Pearce,

Harris e Tindle (1984), plotam no campo destinado a ambiente de arco vulcânico (Figura 3.12).

#### 3.1.2.4 Idade

Neste projeto foi datada uma amostra (MC-R-02) do Diorito Rio Mutura pelo método U-Pb LA-ICPMS em zircão. Foram realizadas 16 análises pontuais, e não foi possível obter uma idade concórdia, chegando-se a uma idade no intercepto superior de 2174,5 +7,9/-8,4 (MSWD = 0,99), que é interpretada como idade de cristalização do diorito datado (Figura 3.22 e Tabela 3.3). Na Tabela 3.4 são apresentados os resultados de análises de isótopos de Nd em 4 amostras desta unidade. As idades T<sub>DM'</sub> calculadas segundo o modelo de manto empobrecido (DE PAOLO, 1981), variam entre 3,02 e 2,61 Ga, com  $\epsilon_{Nd(T)}$  negativos entre -4,62 e -2,03. Destaca-se que a amostra com T<sub>DM</sub> mais antigo (diorito MC-R-06A) forneceu razões <sup>147</sup>Sm/<sup>144</sup>Nd acima dos valores admitidos para o manto empobrecido (entre 0,080 e 0,12), o que sugere que o magma sofreu algum fracionamento químico da razão Sm/Nd. As demais amostras analisadas apresentaram razões <sup>147</sup>Sm/<sup>144</sup>Nd próximas ao limite superior aceitável, de 0,12. Embora estes dados devam ser utilizados com cautela, é evidente que o magma paleoproterozoico que gerou o Diorito Rio Mutura, incorporou, na origem, componentes de crosta continental arqueana.

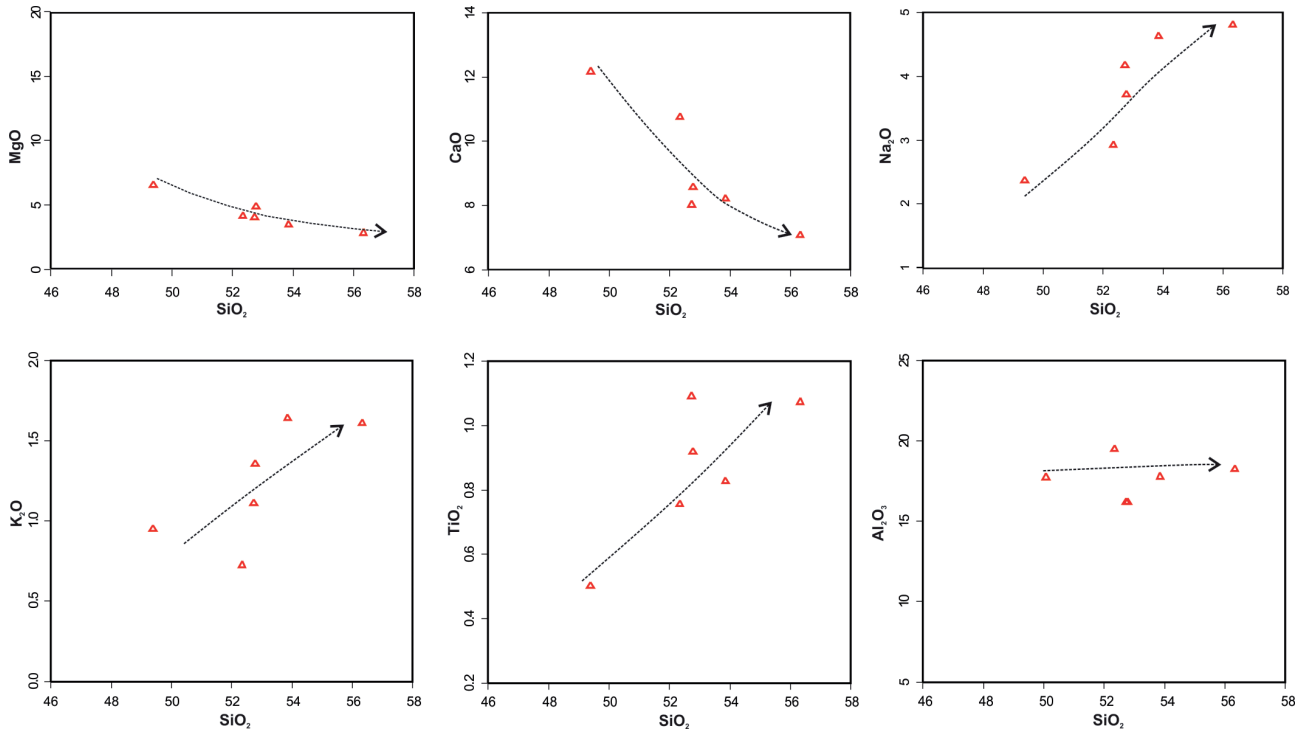


Figura 3.20 - Diagramas binários óxidos vs.  $SiO_2$  (Harker) para amostras do Diorito Rio Mutura.

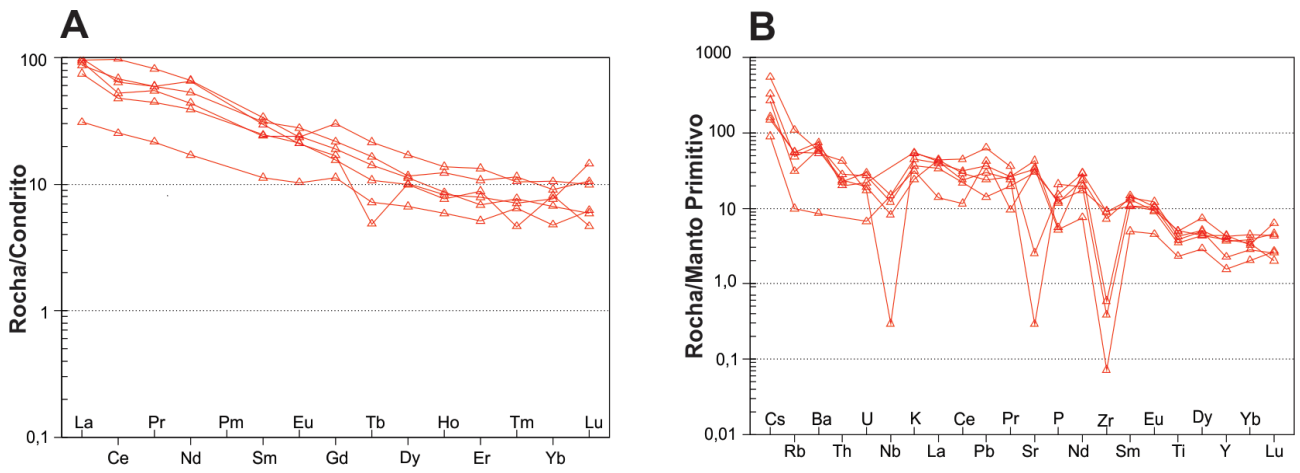


Figura 3.21 - (A) Padrões de ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984); (B) Diagramas multielementares normalizados pelo manto primitivo de Sun e McDonough (1989).

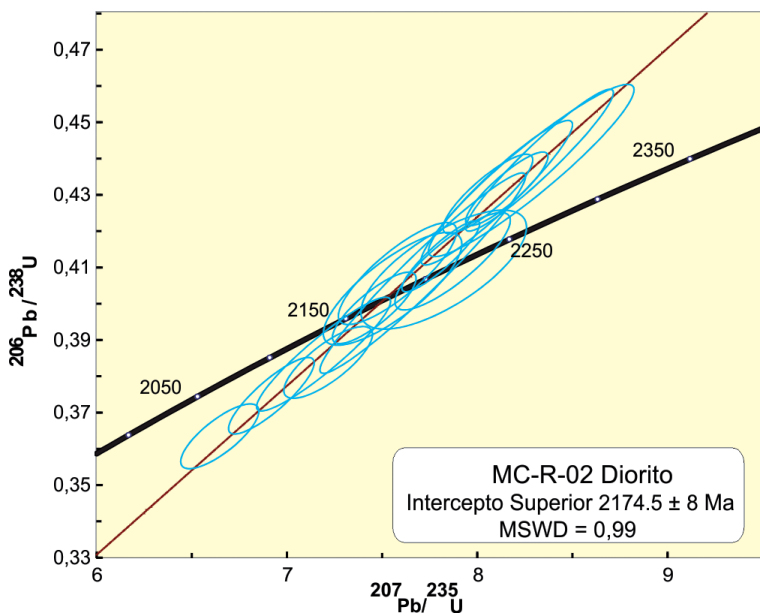


Figura 3.22 - Diagrama concórdia com os pontos analíticos do diorito MC-R-02.

Tabela 3.3 - Resultados analíticos U-Pb obtidos por LA-ICP-MS para o diorito MC-R-02 da unidade Diorito Rio Mutura. Z:Zircão; B: Borda; N: Núcleo.

(continuação)

Grão	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	Idades Aparentes				Conc. (%)		
									$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	(Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	(Ma)		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	(Ma)
Z01B	0,77	131619	0,135608	1,18	7,555	1,97	0,404081	1,57	0,79	2172	2180	18	2188	29	100,73
Z01N	0,54	50830	0,136378	0,79	7,217	1,32	0,383799	1,05	0,78	2182	2139	12	2094	19	95,98
Z04	0,25	21116	0,137098	0,45	7,809	1,07	0,413089	0,97	0,90	2191	2209	10	2229	18	101,74
Z07B	0,41	452084	0,137033	0,50	8,156	1,08	0,431653	0,96	0,88	2190	2248	10	2313	19	105,62
Z07N	0,48	178824	0,137400	0,58	8,327	1,91	0,439536	1,82	0,95	2195	2267	17	2349	36	107,01
Z08	0,45	54391	0,136985	0,74	7,714	2,86	0,408407	2,76	0,97	2189	2198	13	2208	52	100,83
Z09	0,37	187137	0,137574	1,47	8,284	2,66	0,436707	2,22	0,94	2197	2263	24	2336	44	106,33
Z10B	0,45	72458	0,138613	1,58	7,824	2,27	0,409369	1,64	0,71	2210	2211	20	2212	31	100,09
Z10N	0,80	157412	0,136487	0,67	8,103	2,01	0,430570	1,89	0,94	2183	2243	12	2308	37	105,73
Z20	0,43	282616	0,135805	0,59	8,056	1,20	0,430236	1,04	0,86	2174	2237	10	2307	20	106,09
Z21	0,42	96897	0,135638	0,66	7,459	1,20	0,398835	1,01	0,83	2172	2168	11	2164	19	99,61
Z22	0,56	202133	0,133944	0,66	6,918	1,33	0,374609	1,15	0,86	2150	2101	12	2051	20	95,38
Z25	0,48	238345	0,135113	1,12	7,193	2,00	0,386096	1,66	0,93	2165	2136	18	2105	30	97,19
Z29	0,40	28806	0,138662	0,84	7,871	1,57	0,411685	1,33	0,84	2211	2216	14	2223	25	100,55
Z32	0,48	48435	0,134671	0,91	7,581	1,67	0,408294	1,41	0,83	2160	2183	15	2207	26	102,19
Z35	0,69	82751	0,132655	0,77	6,647	1,26	0,363431	1,00	0,78	2133	2066	11	1998	17	93,67

Tabela 3.4 - Dados isotópicos obtidos neste projeto em rochas do Diorito Rio Mutura e Tonalito Papa-Vento.

Unidade	Amostra/ Litologia	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	f (Sm/Nd)	εNd(0)	εNd(T)	TDM
Diorito Rio Mutura	LT-R-10 diorito	4,35	21,99	0,119698	0,511361	-0,3915	-24,91	-3,46	2,75
	MC-R-04A tonalito	4,33	22,73	0,115086	0,511368	-0,4149	-24,77	-2,03	2,61
	MC-R-06A qz diorito	1,20	5,29	0,137601	0,511558	-0,3005	-21,07	-4,62	3,02
	CR-R-23A qz diorito	4,58	23,52	0,117783	0,511302	-0,4012	-26,06	-4,08	2,79
Tonalito Papa-Vento	MV-R-24 monzogranito	5,56	38,87	0,086415	0,510865	-0,5607	-34,59	-4,43	2,63

### 3.1.3 Tonalito Lourenço (PP2γlo)

#### 3.1.3.1 Aspectos gerais

Veiga, Brait Filho e Oliveira (1985) utilizam a denominação informal Sequência Cassiporé para englobar um conjunto metassupracrustal de alto grau metamórfico, parcialmente migmatizado, que forma as elevações da Serra Lombarda, considerada um divisor de águas entre as bacias dos rios Cassiporé, Oiapoque, Calçoene e Vila Nova. Segundo estes autores, a porção basal deste conjunto incluiria gnaisses calcissilicáticos, intercalados com anfibolitos e possíveis metacherts e formações ferríferas bandadas, e a porção superior, metacherts, metapelitos e possíveis metavulcânicas ácidas a intermediárias. Estes autores cartografaram estes dois conjuntos, sendo o primeiro consideravelmente mais extenso, no qual estão localizados os conhecidos depósitos de ouro da região da vila do Lourenço (ex. Salamangone, Mutum) e da antiga vila Azemar (ex. Morro da Mina).

Ferran (1988) denominou a Sequência Cassiporé de Grupo Serra Lombarda, e interpreta como uma sequência tipo *greenstone-belt*, que teria sido "tonalitzada" através de um processo de anatexia. Este autor descreve abundantes tonalitos e gnaisses tonalíticos na região do Lourenço, hospedeiros das mineralizações de ouro, anfibolitos e biotita-gnaisses, que representariam xenólitos do *greenstone-belt*, além de granitos e granodioritos intrusivos no conjunto.

Lima, Bezerra e Araújo (1991) propuseram a designação de Suíte Metamórfica Lourenço em substituição à Sequência Cassiporé.

No entanto, durante o mapeamento da Folha Lourenço foi observado que, em superfície, tonalitos dominam amplamente na região do Lourenço, e que as rochas metassupracrustais ocorrem como enclaves não mapeáveis na escala de trabalho adotada. Por esta razão, é proposto neste projeto o Tonalito Lourenço para diferenciar um corpo granitoide que representa o magmatismo plutônico cálcio-alcalino datado em 2,16 Ga, por Nogueira

(2002), cujas rochas são encaixantes da mineralização de ouro do depósito de Salamangone, situado na Vila do Lourenço.

É importante destacar que estudos em escala de detalhe foram realizados nesta região por Nogueira (2002), cujos dados foram importantes para a proposição desta unidade.

O Tonalito Lourenço tem forma elíptica, com eixo maior na direção da estruturação regional NW-SE, e não há critérios fotogeológicos ou aerogeofísicos para subsidiar sua cartografia com segurança, que foi proposta de forma tentativa, considerando-se a importância do evento magmático que representa na evolução geológica regional e seu potencial metalogenético.

Em imagens aerogamaespectométricas, apresenta valores de radiação baixos a intermediários, e nas magnetométricas um relevo magnético suave, perturbado por lineamentos magnéticos submeridianos, relativos aos diques básicos da unidade Diabásio Cassiporé.

Afloramentos desta unidade foram estudados nas imediações da Vila do Lourenço, especialmente na mina de Salamangone (Figura 3.23).

#### 3.1.3.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Na região do Lourenço o corpo está representado predominantemente por tonalitos, com granodioritos subordinados, que representam a associação tonalítica-granodiorítica descrita por Nogueira (2002). São rochas com granulação média a grossa, acinzentadas, equigranulares, apresentando localmente texturas porfiríticas (Figura 3.24).

A deformação varia de fraca a forte, neste último caso nas proximidades de zonas de cisalhamento, que é evidenciada pela forte orientação e estiramento mineral, especialmente dos minerais máficos, que se dispõem em trilhas descontínuas.

Nestes granitoides foram registrados enclaves centimétricos, cinza escuros, de granulação fina, que





**Figura 3.23** - Entrada de galeria da mina de Salamangone, com exposições do Tonalito Lourenço. Estação LM-01.



**Figura 3.24** - Aspecto típico dos tonalitos que definem a unidade Tonalito Lourenço. Estação MC-133.

foram caracterizados como autólitos dioríticos e xenólitos anfibolíticos (Figura 3.25).

Nogueira (2002) observa ainda na área do depósito de Salamangone, que os granitoides são seccionados por diques básicos (anfíbólitos), que são concordantes a zonas de cisalhamento de direção NW-SE, e ainda por diques mais tardios de pegmatitos, aplitos, granodioritos e basaltos do Diabásio Cassiporé.

Nos trabalhos de campo realizados neste projeto foram registrados abundantes diques e veios de leucogranitos e pegmatitos seccionando o tonalito (Figura 3.26), além de veios de quartzo, centimétricos a métricos, dispostos preferencialmente na direção NW-SE, geralmente com sulfetos (arsenopirita e pirita) disseminados.

A constituição mineralógica essencial é, em ordem decrescente de abundância, plagioclásio, quartzo, biotita, hornblenda e microclina, e as fases menores são opacos, titanita, allanita, apatita e zircão. As amostras estudadas em seções delgadas exibem texturas granolepidoblásticas, definidas por um mosaico granoblástico quartzo-feldspático inequigranular, com contatos retilíneos ou lobados, entremeados por trilhas estreitas e descontínuas de biotita e hornblenda, com forte



**Figura 3.25** - Enclaves observados em tonalitos. (A) Autólitos dioríticos com formas arredondadas; (B) Xenólito anfibolítico com forma angulosa. Estação LM-01.

orientação preferencial, configurando arranjos lepidoblásticos (Figura 3.27). O quartzo encontra-se em cristais estirados ou em agregados granoblásticos recristalizados.

Em alguns exemplares foi observada textura protomilonítica, onde se destacam cristais maiores oclares de plagioclásio e hornblenda, em matriz mais fina, com evidências de recristalização, principalmente do quartzo, que ocorre em agregados de subgrãos. As trilhas máficas são sinuosas e descontínuas e algumas feições ígneas são preservadas, como o zoneamento concêntrico normal do plagioclásio.

Os granitoides estudados microscopicamente encontram-se bem preservados de alterações, observando-se leve sericitização dos plagioclásios, principalmente no núcleo, e a alteração da hornblenda para clorita e epidoto.

### 3.1.3.3 Idade, assinatura isotópica do Nd e geoquímica

Nogueira (2002) datou pelo método U-Pb em zircão um tonalito da área do depósito de Salamangone e obteve a idade de  $2155 \pm 13$  Ma, que é considera-



da a idade de colocação do Tonalito Lourenço. Idades modelo  $T_{DM}$  de 2,24 e 2,34 Ga foram obtidas em um tonalito e um granodiorito, com valores de  $\epsilon_{Nd}$  de 2,1 Ga de +2,88 e +3,03, respectivamente. Esta autora interpreta que os protólitos dos granitoides estudados foram diferenciados diretamente do manto, e que estão relacionados a arco juvenil paleoproterozoico.

Estudos litoquímicos realizados por Nogueira (2002) demonstram que os tonalitos têm natureza metaluminosa, e os granodioritos, peraluminosa, com padrões fracionados de ETR, que guardam semelhanças com as séries magmáticas cálcio-alcálicas, de margens continentais ativas, cuja origem envolve subducção de litosfera oceânica.



Figura 3.26 - (A), (B) e (C) Exemplos de veios de leucogranito seccionando tonalitos; (D) Veio pegmatítico cortando o tonalito. Estação LM-01.

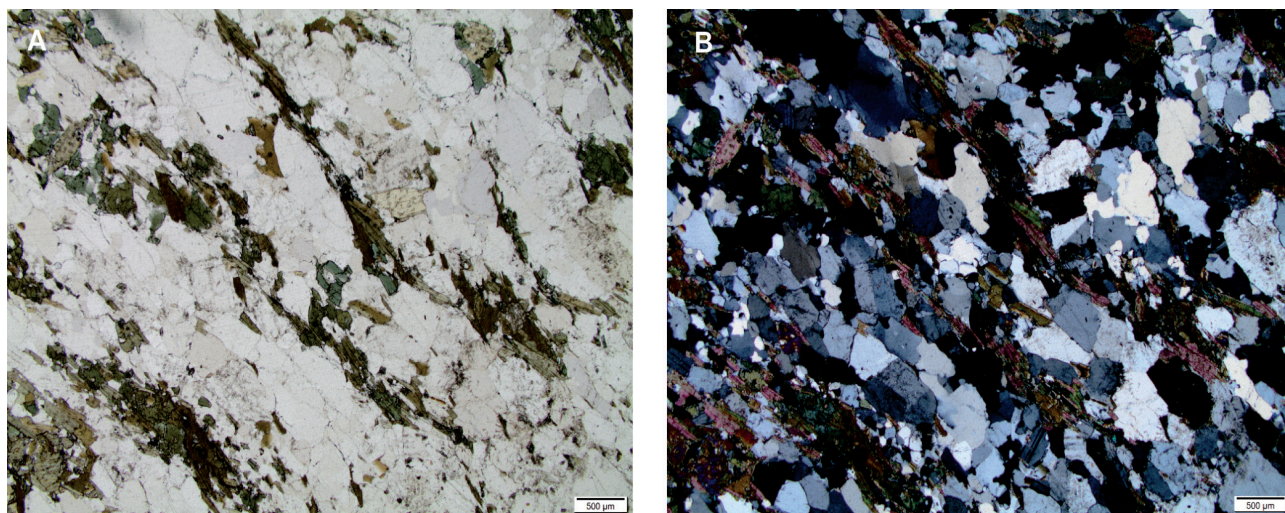


Figura 3.27 - Textura granolepidoblástica em metatonalito, observada em luz natural (A) e nicóis cruzados (B). Amostra MC-R-148C.



### 3.1.4 Tonalito Papa Vento (PP2 $\gamma$ pv)

#### 3.1.4.1 Aspectos gerais

O termo Tonalito Papa Vento foi proposto por Jorge João et al. (1979) para designar corpos de granitoides sódicos, tonalíticos a granodioríticos, com posicionamento sin-tectônico, cuja toponímia refere-se ao Igarapé Papa-Vento, afluente da margem direita do Rio Tartarugalzinho. Aqueles autores consideram estes granitoides como parte da então Suíte Metamórfica Guianense. No entanto, Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014), mantendo a mesma designação, consideram o Tonalito Papa Vento como representante do magmatismo cálcio-alcálico de 2,14-2,13 Ga, portanto, sem qualquer relação com o Complexo Guianense, que tem idade neoarqueana.

Segundo Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014), o Tonalito Papa Vento engloba gnaisses e granitoides de composição principalmente tonalítica, e subordinadamente granodiorítica e monzogranítica, com dioritos ocasionais. Contêm biotita, ou hornblenda e biotita, e alguns termos menos evoluídos apresentam epidoto magmático. São rochas de granulação média a grossa, com variados tons de cinza, exibindo deformação evidente, e os tipos gnáissicos frequentemente mostram feições indicativas de migmatização, e contêm enclaves anfibolíticos em alguns locais. Ainda segundo estes autores, estas rochas são subalcalinas, peraluminosas a metaluminosas, sobretudo semelhantes às séries magmáticas de cálcio-alcálicas normais, compatíveis com aquelas geradas em ambiente de arco magmático em margem continental ativa.

Na Folha Lourenço o Tonalito Papa Vento está representado por um corpo alongado segundo NW-SE, localizado na porção sudoeste da quadrícula, em contato tectônico, a norte, com Suíte Intrusiva Flexal, através de zonas de cisalhamento transcorrentes, e a sul com o Complexo Araguari, sendo intrudido por plútons da unidade informal Granitoides Indiferenciados.

Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) destacam as semelhanças entre o Tonalito Papa Vento e a Suíte Intrusiva Flexal, em termos de constituição litológica, padrão de deformação, assinaturas química e geofísica, e para individualização destas unidades levaram em consideração, sobretudo, as diferenças de idade, pois o Tonalito Papa Vento representa um evento magmático cálcio-alcálico pelo menos 40 Ma mais jovem que a Suíte Intrusiva Flexal, datada em torno de 2,20-2,18 Ga.

Também na Folha Lourenço não são observadas assinaturas radiométricas distintivas entre as duas unidades, mas nos mapas magnéticos o Tonalito Papa Vento apresenta um relevo magnético comparativamente mais perturbado, em função da maior incidência de lineamentos magnéticos sinuosos, possivelmente relacionados a lineamentos estruturais.

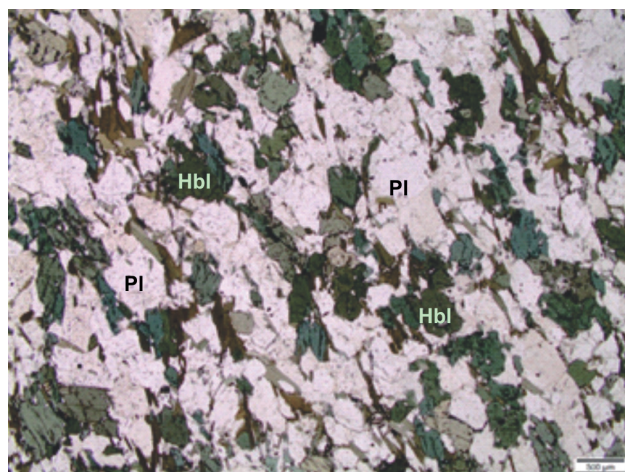
#### 3.1.4.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Na Folha Lourenço os novos dados obtidos nesta unidade estão restritos a observações pontuais em 6 afloramentos, que ocorrem principalmente na forma de blocos e matações soltos, acessados através de helicóptero em clareiras. Foram registrados tonalitos, granodioritos e dioritos. São rochas de granulação média, acinzentadas, variando de pouco deformados, com suave orientação mineral, ou até apresentando foliação penetrativa (Figura 3.28).

Sob o microscópio observam-se texturas granolepidoblásticas e inequigranular hipidiomórfica, com máficos orientados (Figura 3.29). Os componentes mineralógicos principais são quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, biotita, hornblenda, e os acessórios são opacos, apatita, titanita, zircão e allanita. Em um granodiorito observou-se epidoto como cristais subédricos e parcialmente inclusos na biotita, com alguns contornos retilíneos, que supõem seu caráter magmático. Alguns exemplares estudados apresentam evidências de alterações secundárias tardi a pós-magmáticas, com máficos cloritizados e plagioclásios alterados para sericita.



**Figura 3.28** - Aspecto dos granitoides que constituem o Tonalito Papa Vento na Folha Lourenço. Nesta foto trata-se de um biotita granodiorito deformado. Estação MV-29.



**Figura 3.29** - Orientação de hornblenda (Hbl) e biotita (Bt) em tonalito deformado. Amostra LT-R-01.



## 3.1.4.3 Geoquímica

Apenas duas amostras do Tonalito Papa-Vento foram analisadas neste projeto. Considerando-se que a avaliação isolada destas amostras não tem representatividade estatística, os dados foram tratados em conjunto com aqueles obtidos em cinco amostras desta unidade, coletadas na Folha Rio Araguari (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014). A Tabela 3.5 mostra os valores obtidos nas 7 amostras estudadas. Estas rochas exibem conteúdos de  $\text{SiO}_2$  variando entre 69,03 e 55,10%, são ricas em CaO e pobres em álcalis, com razões  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  sempre menores que 1. No diagrama de R1-R2 de classificação química, as amostras distribuem-se no campo dos dioritos a granodioritos, com domínio destes últimos, e seguem o *trend* cálcio-alcálico (Figura 3.7). No diagrama de Peccerillo e Taylor (1976) (Figura 3.8B) assemelham-se às séries magmáticas de cálcio-alcálicas normais, embora duas amostras de granito (MV-R-24 e CG-68) caiam no campo das rochas cálcio-alcálicas de alto K. Quando observado o grau de saturação em alumina, estas rochas podem ser classificadas como de caráter peraluminoso a metaluminoso ( $A/\text{NK} > 1$  e  $1 < A/\text{CNK} > 1$ ) (Figura 3.8A).

Os granitoides do Tonalito Papa-Vento definem uma série expandida, com ampla variação do conteúdo de  $\text{SiO}_2$  entre os termos menos e mais evoluídos. Embora haja um número reduzido de amostras, em diagramas binários de Harker, que utilizam a  $\text{SiO}_2$  como índice de diferenciação, foram observadas tendências de empobrecimento em

$\text{TiO}_2$ , MgO e CaO (Figura 3.30). Estes *trends* sugerem processos de cristalização fracionada na evolução magmática.

Dados de ETR das rochas analisadas, normalizadas pelo condrito de Boynton (1984), mostram um forte fracionamento, com baixos valores de ETR pesados e sem anomalias de Eu, características que são compatíveis com as séries cálcio-alcálicas normais (Figura 3.31).

O diagrama de ambiência tectônica de Pearce et al. (1984) demonstra que as rochas do Tonalito Papa Vento são semelhantes àsquelas geradas em ambiente de arco vulcânico (Figuras 3.12).

## 3.1.4.4 Idade e assinatura isotópica do Nd

Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) dataram dois gnaisses tonalíticos da unidade Tonalito Papa Vento pelos métodos U-Pb LA ICP-MS e de evaporação de Pb em zircão, que forneceram idades semelhantes dentro do limite de erros de  $2136 \pm 7,5$  Ma e  $2130 \pm 20$  Ma, respectivamente, e foram interpretadas como idades de cristalização dos protólitos magmáticos dos gnaisses. Uma das amostras apresentou idade  $T_{\text{DM}}$  de 2,7 Ga, com  $\epsilon_{\text{Nd(T)}} = -4,47$ , sugerindo o envolvimento de crosta continental arqueana na origem do magma precursor. Neste projeto, isótopos de Nd foram analisados em um monzogranito (amostra MV-R-24), o qual também forneceu idade  $T_{\text{DM}}$  arqueana de 2,63 Ga, com  $\epsilon_{\text{Nd(T)}}$  negativo (-4,43) (Tabela 3.4).

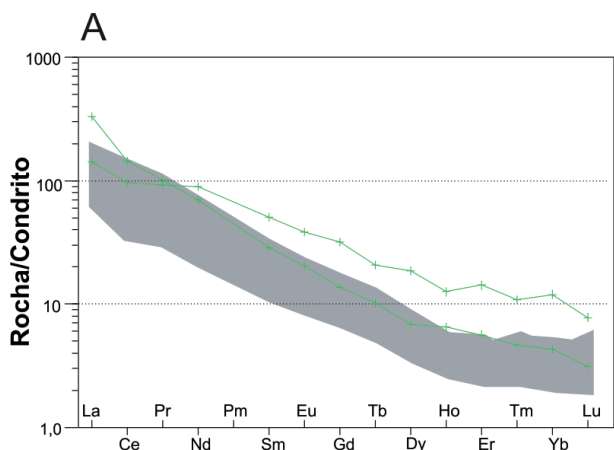
**Tabela 3.5** - Composição química de rochas do Tonalito Papa Vento. \* Dados compilados da Folha Rio Araguari (Fonte: ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

Amostra/ Elemento	LT-R-01 Tonalito	*CG-57 Bt- hb tonalito	*CG-68 Bt- hb granito	*CG-20 Bt tonalito	MV-R-24 Bt monzogranito	*CG-59 Bt tonalito	*CG-120 Bt tonalito
$\text{SiO}_2$ (%)	55,10	64,07	64,29	66,26	68,07	68,46	69,03
$\text{TiO}_2$	0,96	0,52	0,63	0,39	0,44	0,15	0,27
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16,99	13,91	15,69	15,04	15,03	15,31	14,58
Al	9,00	7,36	8,31	7,96	7,96	8,11	7,72
$\text{Al}_2\text{O}_3$ (Mol)	0,17	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	9,65	4,81	4,79	9,02	4,12	7,72	2,52
FeO	8,68	4,33	4,31	8,12	3,70	6,95	2,27
MnO	0,16	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,05
MgO	4,20	1,66	1,88	0,80	1,71	0,34	0,72
CaO	7,44	4,13	3,86	2,94	3,39	2,48	2,50
CaO (Mol)	0,13	0,07	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04
$\text{Na}_2\text{O}$	3,67	3,82	3,89	4,25	3,91	4,73	4,15
$\text{Na}_2\text{O}$ (Mol)	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07
$\text{K}_2\text{O}$	1,49	1,34	3,61	2,10	3,07	1,94	2,37
$\text{K}_2\text{O}$ (Mol)	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,32	0,12	0,23	0,12	0,18	0,06	0,18
Total	99,99	99,75	99,75	99,73	99,99	99,88	96,93
PF	0,77	-	-	-	0,57	-	-

Tabela 3.5 - Composição química de rochas do Tonalito Papa Vento. \* Dados compilados da Folha Rio Araguari (Fonte: ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

(conclusão)

Amostra/ Elemento	LT-R-01 Tonalito	*CG-57 Bt- hb tonalito	*CG-68 Bt- hb granito	*CG-20 Bt tonalito	MV-R-24 Bt monzogranito	*CG-59 Bt tonalito	*CG-120 Bt tonalito
Ni (ppm)	25,30	14,00	13,00	<20	15,80	<20	1,70
Co	18,00	10,10	8,70	6,30	9,40	3,00	5,20
Cu	52,10	6,30	9,70	7,30	3,60	4,90	1,30
Pb	2,70	13,00	32,00	4,90	5,80	8,10	5,90
Zn	59,00	74,00	95,00	57,00	55,00	32,00	42,00
Rb	119,80	80,80	125,70	79,30	113,90	80,80	74,30
Cs	6,94	2,50	2,90	1,90	3,32	1,60	2,04
Ba	667,00	207,00	92,00	995,00	1838,00	645,00	827,00
Sr	765,90	346,00	865,00	611,80	789,80	563,60	387,00
Ga	23,30	18,00	18,00	193,00	20,50	18,50	18,60
Ta	0,18	<0,5	7,70	<0,1	0,27	0,30	0,73
Nb	8,80	6,00	8,00	6,30	10,55	6,90	7,16
Be	2,20	-	-	-	1,60	-	-
Hf	3,39	3,00	4,00	4,70	4,50	3,10	2,95
Zr	125,10	3,00	4,00	4,70	181,90	3,10	2,95
Y	33,37	142,00	224,00	152,00	15,10	100,00	115,00
Th	4,10	11,70	13,50	7,50	15,60	5,60	8,76
U	1,18	7,30	17,90	9,30	1,64	6,00	12,50
La	43,80	1,06	2,65	1,50	102,70	1,60	1,44
Ce	77,50	26,00	60,50	26,80	116,80	18,70	27,50
Pr	11,25	48,50	117,70	46,20	12,40	26,20	38,50
Nd	53,40	5,31	13,40	5,29	41,80	3,59	4,36
Sm	9,80	18,70	44,20	19,10	5,60	11,80	15,80
Eu	2,82	3,50	6,40	3,09	1,49	2,02	2,60
Gd	8,27	0,99	1,73	0,85	3,53	0,61	0,78
Tb	0,98	2,94	4,50	2,11	0,48	1,71	2,66
Dy	6,00	0,41	0,62	0,27	2,21	0,23	0,41
Ho	0,90	2,09	2,86	1,27	0,47	1,07	1,88
Er	2,98	0,38	0,42	0,22	1,18	0,18	0,36
Tm	0,35	1,03	1,16	0,59	0,15	0,46	0,99
Yb	2,50	0,18	0,13	0,08	0,90	0,07	0,19
Lu	0,25	1,10	1,10	0,52	0,10	0,41	0,90
ETR (Total)	220,80	112,19	257,37	107,89	289,81	68,65	98,37
ETR (Leves)	195,75	99,57	238,45	98,89	279,30	61,89	87,60
ETR (Pesados)	22,23	9,12	12,52	5,91	9,02	4,74	8,17
A/CNK	0,80	0,91	0,90	1,03	0,94	1,06	1,04
A/NK	2,22	1,80	1,52	1,62	1,54	1,55	1,55
Eu/Eu*	0,96	0,90	1,00	1,00	1,02	1,00	0,90
(La/Lu) <sub>N</sub>	18,20	0,10	0,25	0,30	106,68	0,41	0,17
(La/Sm) <sub>N</sub>	2,81	4,70	5,90	5,50	11,54	5,80	6,70
(Gd/Yb) <sub>N</sub>	2,67	2,20	3,30	3,30	3,17	3,40	2,40
(La/Yb) <sub>N</sub>	17,52	15,90	37,10	34,70	114,11	30,70	20,60
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	5,16	5,16	7,50	6,35	6,98	6,67	6,52
Ga/Al	2,59	2,44	2,17	24,24	2,58	2,28	2,41
FeOt/(MgO+FeOt)	0,67	0,72	0,70	0,91	0,68	0,95	0,76



**Figura 3.31** - Padrões de ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). Envelope cinza representa as amostras da Folha Rio Araguari (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014).

### 3.1.5 Complexo Araguari (PP2ag)

#### 3.1.5.1 Aspectos gerais

O Complexo Araguari foi proposto por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) na Folha Rio Araguari, a sul. Na Folha Lourenço esta unidade está restrita ao extremo sudoeste da quadrícula e não pôde ser acessada em trabalhos de campo, o que impossibilitou a aquisição de novos dados geológicos, tendo sido a cartografia baseada em correlações de assinatura geofísica com a Folha Rio Araguari. Caracteriza-se pelo padrão de radiação média a elevada em mapa de contagem total, que se distingue do padrão de baixa radiação da unidade adjacente, o Tonalito Papa Vento. Com relação ao padrão magnético, não são observadas assinaturas distintas entre as duas unidades.

Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) descrevem nesta unidade granitoides foliados a gnaissificados, de composição tonalítica, granodiorítica, monzogranítica e diorítica. São rochas acinzentadas, leucocráticas a mesocráticas, granulação média a grossa, com características texturais que indicam graus variados de deformação. Há granitoides onde a deformação é evidenciada apenas pela orientação de minerais máficos, e outros protomiloníticos a miloníticos, que ocorrem frequentemente nas proximidades de zonas de cisalhamento transcorrentes. A assembleia mineral dos tipos gnáissicos, que por vezes estão migmatizados, indica que foram atingidas condições metamórficas de fácies anfífolito alto. Os autores citados destacam a presença frequente de enclaves de metassupracrustais neste complexo, predominantemente xistos máficos, com ocasionais gnaisses aluminosos.

A partir do estudo litoquímico em granitoides tonalíticos a granodioríticos do Complexo Araguari, Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) caracterizam estas rochas como principalmente subalcalinas, metaluminosas, expandindo-se para o campo das rochas peraluminosas, com afinidade com as séries cálcio-

-alcalina normal e cálcio-alcalina de alto K, geradas em ambiente de arco magmático, que, com relação à tipologia, em sua maioria podem ser classificadas como granitoides do Tipo I.

Em tonalitos do Complexo Araguari foram obtidas, através da sistemática de evaporação de Pb em zircão, idades de  $2111 \pm 2$  Ma e  $2116 \pm 4$  Ma (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), que somadas às idades obtidas por Barreto et al. (2013) em tonalito e monzogranito, de  $2096 \pm 4$  e  $2103 \pm 3$  Ma, respectivamente, formam um conjunto de dados bastante consistente, que permite estabelecer a idade do magmatismo cálcio-alcalino que define a referida unidade, em torno de 2,12-2,10 Ga.

De acordo com informações de Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) e Barreto et al. (2013), as idades modelo  $T_{DM}$  oscilam entre 3,47 e 2,47 Ga, predominando amplamente idades de cerca de 3,0 Ga, com valores de  $\epsilon_{Nd(T)}$  sistematicamente negativos, entre -15,37 e -2,2, o que demonstra que a origem dos magmas paleoproterozoicos precursores envolve necessariamente componentes crustais arqueanos.

### 3.1.6 Complexo Oiapoque (PP2oy)

#### 3.1.6.1 Aspectos gerais

Esta unidade foi proposta por Faraco e Théveniaut (2011) para designar “terrenos migmatíticos” que ocorrem na porção sudoeste e central da Folha Oiapoque, a norte da Folha Lourenço, nas bacias dos rios Anotaie, Curipi e Pantanari. Estes autores individualizaram as rochas deste complexo em três grupos, sendo que o primeiro (PP2oy1) inclui rochas descritas como “metatexitos estruturados”, representadas por metagranitoides, gnaisses e granulitos félsicos e máficos, contendo comumente enclaves de metagranodioritos e metavulcânicas máficas. O grupo identificado pela letra símbolo PP2oy2, segundo os autores citados, corresponde também a metatexitos, com melanossoma representado por gnaisses e tonalitos, e leucossomas definidos por leucogranitoides. São descritos ainda neste grupo diatexitos, de ocorrência subordinada. No grupo PP2oy3 os autores descrevem metagranitoides, metagranodioritos e metatonalitos, granitos a granada e subordinadamente quartzo monzodioritos e quartzo dioritos.

Os estudos litoquímicos realizados por Faraco e Théveniaut (2011) para as rochas deste complexo as caracterizam como principalmente subalcalinas, metaluminosas à peraluminosas, com afinidade cálcio-alcalina. Nos diagramas discriminantes de ambientes tectônicos apresentados por aqueles autores, estas incidem predominantemente no campo de arco vulcânico, com variações para sin-colisional e intraplaca.

Faraco e Théveniaut (2011) dataram, através do método de evaporação de Pb em zircão, um biotita granito e um quartzo sienito, descritos como

leucossomas de migmatitos, e obtiveram idades de  $2103 \pm 3$  Ma e  $2097 \pm 2$  Ma, respectivamente, interpretadas como idades de cristalização. Isótopos de Nd nestas rochas forneceram idades  $T_{DM}$  de 2,21 e 2,40 Ga, com valores de  $\epsilon_{Nd(T)}$  de +1,35 e -0,14, que os autores interpretaram como evidência da participação de manto e crosta no magma gerador.

Embora seja clara a necessidade de redefinição do Complexo Oiapoque, que aparentemente reúne rochas de diferentes naturezas e origens, esta unidade foi adotada neste trabalho, e sua cartografia foi baseada exclusivamente na análise de imagens aerogeofísicas e de outros sensores remotos, visto que não foi acessada durante os levantamentos de campo.

Na Folha Lourenço o Complexo Oiapoque está localizado na porção norte-noroeste da quadrícula, representando uma extensão para sul de um corpo do grupo PP2oy3 individualizado por Faraco e Théveniaut (2011). Apresenta moderados a altos valores radiométricos, e textura de relevo que varia de lisa a levemente rugosa, que o distingue das unidades adjacentes como, Complexo Camopi, Suíte Cricou e o Tonalito Carnot.

### 3.1.7 Complexo Camopi (PP2cm1)

#### 3.1.7.1 Aspectos gerais

Faraco e Théveniaut (2011) propuseram o Complexo Camopi para englobar gnaisses migmatíticos e metagranitoides que ocorrem na porção sudoeste da Folha Oiapoque, imediatamente a norte da Folha Lourenço, principalmente nas bacias dos rios Marupi e Cumururi, afluentes do Rio Oiapoque. Estes autores dividiram este complexo em duas associações, sendo que na primeira (PP2cm1) descrevem metatexitos, que incluem gnaisses graníticos, metagranitoides tonalíticos e granodioríticos, além de granulitos, contendo ainda enclaves de anfibolitos, paragnaisses e metadioritos. Na associação PP2cm2, de menor expressão, englobam principalmente metamonzogranitos, que segundo os autores, apresentam estruturas típicas de metatexitos. Enclaves anfibolíticos e granodioríticos são comuns.

Na Folha Lourenço foi atribuído a esta unidade um corpo da associação PP2cm1, que se estende a partir da Folha Oiapoque, sendo fortemente alongado segundo NW-SE, e controlado por zonas de cisalhamento de mesma direção, que balizam seus contatos com o Complexo Oiapoque e com a Suíte Intrusiva Flexal. Os melhores afloramentos ocorrem em lajeiros e blocos ao longo do Rio Oiapoque (Figura 3.32), e de seu afluente pela margem direita, o Rio Iauê.

O padrão gamaespectrométrico do Complexo Camopi é caracterizado pela alternância de zonas NW-SE com intensidades distintas de radiação (moderada a alta), que pode ser reflexo da diversidade composicional e do forte controle estrutural.



**Figura 3.32** - Afloramento do Complexo Camopi no leito do Rio Oiapoque. Estação CR-200.

#### 3.1.7.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Na Folha Lourenço esta unidade é representada por tonalitos, granodioritos e monzogranitos deformados. São rochas de granulação em geral média a grossa, com colorações principalmente acinzentadas, ou esbranquiçadas com tons rosados, no caso dos monzogranitos. São equigranulares, homogêneos (Figura 3.33A), ou exibem um bandamento composicional, como é o caso dos tonalitos ricos em biotita e hornblenda (Figura 3.33B). Nos tipos bandados, ocorrem leitões ou agregados quartzo-feldspáticos, que ressaltam o bandamento (Figura 3.34). Há rochas com bandamento perturbado, com segregações félsicas e máficas irregulares, gerando um aspecto migmatítico, mas que preservam feições ígneas quando observadas no microscópio. Em alguns locais foi registrada a presença de sulfetos finos (pirita predominantemente) disseminados.

Ao microscópio foram caracterizados hornblenda-biotita tonalitos, além de biotita tonalitos, biotita granodioritos e biotita monzogranitos. São compostos por plagioclásio, quartzo, biotita, feldspato alcalino, biotita, hornblenda, sendo os acessórios allanita, titanita, apatita, epidoto e zircão. Em alguns exemplares estudados observa-se cloritização dos máficos e sericitização dos feldspatos.

As texturas podem ser inequigranular hipidimórfica, com máficos orientados, e as rochas mais deformadas apresentam texturas granolepidoblásticas e/ou protomiloníticas, com quartzo recristalizado e porfiroclastos de feldspatos, por vezes fragmentados (Figura 3.35).

#### 3.1.7.3 Geoquímica, idade e assinatura isotópica do Nd

Os estudos litoquímicos realizados por Faraco e Théveniaut (2011) caracterizam estas rochas como principalmente subalcalinas, metaluminosas a peraluminosas, com afinidade cálcio-alcalina, que nos



diagramas discriminantes de ambientes tectônicos de Pearce et al. (1984) incidem predominantemente no campo de arco vulcânico, com variações para sin-colisional e até intraplaca.

Segundo Faraco e Théveniaut (2011), as idades U-Pb por microsonda iônica e Pb-Pb em zircão de rochas do Complexo Camopi variam de  $2103 \pm 12$  Ma a  $2098 \pm 2$  Ma. Estas idades se assemelham,

dentro dos limites de erros, àquelas obtidas em tonalitos e monzogranito do Complexo Araguari, datados entre  $2116 \pm 4$  e  $2096 \pm 4$  Ma (BARRETO et al., 2013; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), e do Complexo Oiapoque, acima descrito, o que reforça a existência de um expressivo evento magmático cálcio-alcálico em torno de 2,11-2,10 Ga no Domínio Lourenço.



Figura 3.33 - (A) Granodiorito deformado. Estação CR-164; (B) Tonalito exibindo bandamento composicional. Estação CR-203.



Figura 3.34 - (A) Bandamento ressaltado por leitos quartzo-feldspáticos concordantes à foliação; (B) Bandamento fino em tonalito, coletado no afloramento mostrado em "A". Estação CR-163

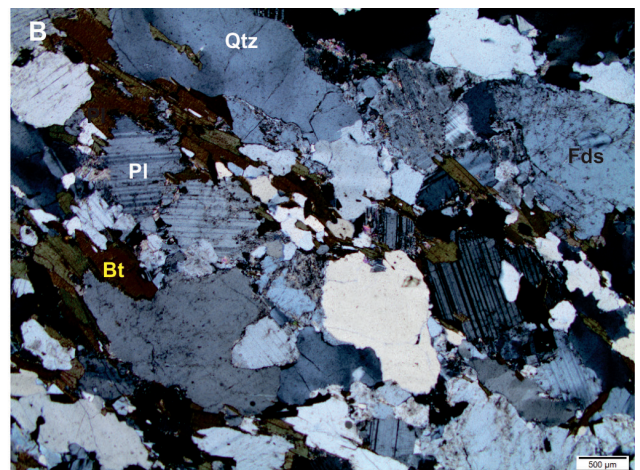
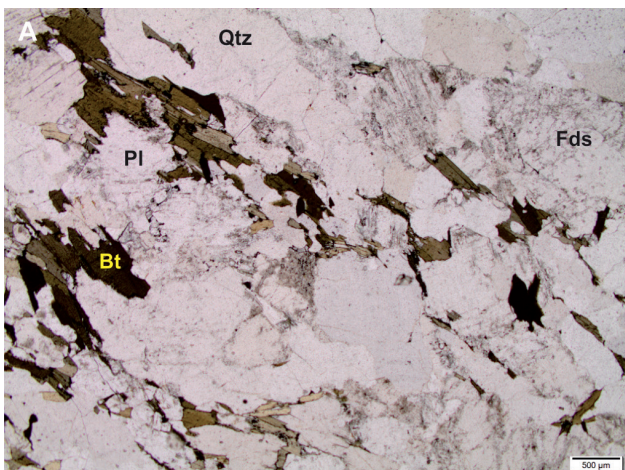


Figura 3.35 - (A) e (B) Aspecto microtextural de biotita granodiorito deformado do Complexo Camopi. Amostra CR-R-162. Qtz - Quartzo, Pl - Plagioclásio, Bt - Biotita, Fds - Feldspato.



### 3.1.8 Suíte Cricou (PP2 $\gamma$ c)

#### 3.1.8.1 Aspectos gerais

A Suíte Cricou foi proposta por Faraco e Théveniaut (2011) para designar corpos de granitoides e gnaisses que ocorrem amplamente na Folha Oiapoque, distribuídos nas bacias dos rios Anotaie, Cricou, Varador e Cassiporé. Estes autores dividiram esta suíte em duas unidades distintas, sendo que na primeira (PP2 $\gamma$ c1) descrevem gnaisses de composição granítica a quartzo-diorítica, monzogranitos, biotita sienogranitos, sienogranitos com granada, granodioritos, tonalitos e paragnaisses, assim como quartzo gabro noritos. Apresentam idades que vão de 2,11 a 2,09 Ga (Pb-Pb em zircão, THÉVENIAUT; FARACO, 2008). A segunda unidade (PP2 $\gamma$ c2) incluem monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos, quartzo-dioritos, microclínio granitos e gnaisses de composição granítica, geralmente porfiríticos com idade de 2,11 Ga (Th-U-Pb EPMA, THÉVENIAUT; FARACO, 2008).

Na Folha Lourenço foi caracterizada a unidade PP2 $\gamma$ c1 da Suíte Cricou, que ocorre em uma extensa faixa alongada de direção NW-SE ocupando a porção centro norte da área, nas bacias dos rios Cassiporé e Anotaie. Nos trabalhos de campo realizados não foi possível definir claramente as relações de contato desta com unidades adjacentes, sendo a cartografia baseada principalmente em interpretação de imagens geofísicas, e por correlação com as assinaturas observadas na Folha Oiapoque. Em imagem aerogamaespectométrica de contagem total esta unidade apresenta valores de radiação intermediários a elevados, e um relevo magnético suave em relação às unidades adjacentes. Na foram observadas características marcantes de relevo nas imagens de sensores remotos.

#### 3.1.8.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

A Suíte Cricou na Folha Lourenço é representada predominantemente por biotita monzogranitos, biotita tonalitos e biotita granodioritos, por vezes gnaisses tonalíticos, leucosienogranitos e raros sienogranitos a granada. Estas rochas têm coloração acinzentada a esbranquiçada, com granulação principalmente média a grossa.

Ocorrem granitoides equigranulares sem deformação evidente (Figura 3.36 A), porfiríticos com fenocristais de feldspatos tabulares e alinhados, caracterizando fluxo magmático (Figura 3.36 B), e rochas exibindo bandamento composicional (Figura 3.36 C). Ao longo de zonas de cisalhamento estas podem apresentar uma proeminente foliação protomilonítica. Quando foliados, os granitoides exibem forte orientação de minerais máficos.

Nos tipos bandados por vezes intercalam-se bandas ricas em minerais máficos de composição tonalítica e bandas félsicas de composição graníti-

ca, com espessuras de até mais que 8 cm, com veios quartzo-feldspáticos concordantes ressaltando o bandamento (Figura 37).

Enclaves máficos são comuns nos granitoides da Suíte Cricou, e apresentam formas angulosas a lenticulares, dimensões centimétricas a métricas, e são internamente foliados (Figura 3.38). Vários enclaves estudados foram classificados como xenólitos



**Figura 3.36** - Aspecto geral das rochas da Suíte Cricou. (A) Biotita sienogranito de granulação grossa, sem deformação evidente. Estação LM-06. (B) Biotita granodiorito porfirítico com fenocristais de feldspato orientados definindo fluxo magmático. Estação MC-150. (C) Biotita tonalito exibindo bandamento composicional. Estação CR-79.



de granulitos enderbíticos e granulitos máficos, os quais foram registrados especialmente em afloramentos do Rio Calçoene e seus afluentes, o Rio Lamparina e o Igarapé Lunier. Possuem contatos nítidos com os granitoides, sugerindo contraste de viscosidade durante colocação.

A partir do estudo de 68 lâminas delgadas foram caracterizadas as seguintes rochas na Suíte Cricou (PP2yc1), em ordem decrescente de abundância: biotita monzogranitos, biotita tonalitos, biotita granodioritos, hornblenda-biotita tonalitos, hornblenda-biotita granodioritos, sinogranitos, leucosienogranitos e monzogranitos a granada. Os principais constituintes mineralógicos são plagioclásio, por vezes antipertítico, quartzo, microclina, biotita, hornblenda, e os acessórios são opacos, zircão, apatita, allanita, epidoto e granada. Sericita, argilominerais, clorita e calcita ocorrem como minerais de alteração. O plagioclásio ocorre em cristais subédricos a anédricos, podendo apresentar mirmequita no contato com o feldspato potássico e maclas deformacionais. Os cristais de quartzo são anédricos, mostram geralmente extinção ondulante, podendo ocorrer em agregados de subgrãos e novos grãos com con-



**Figura 3.37** - Bandamento composicional em gnisse tonalítico com alternância de bandas máficas e félsicas, com veios quartzo-feldspáticos concordantes. Estação FH-06.



**Figura 3.38** - (A) Xenólito granulítico com foliação interna dobrada.

tatos interlobados a retilíneos. A microclima é algumas vezes micropertítica. A biotita mostra coloração marrom-avermelhada, a hornblenda é verde, e estas ocorrem geralmente orientadas em trilhas estreitas. A textura nos granitoides é equigranular orientada (Figura 3.39 A) a porfirítica, e nos tipos bandados é granolepidoblástica (Figura 3.39 B). Os tipos mais deformados exibem texturas protomiloníticas.

Foram estudados petrograficamente alguns xenólitos de granulitos máficos e granulitos enderbíticos, que são compostos por plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, hornblenda, biotita, quartzo e opacos, com apatita e zircão como acessórios. Feldspato alcalino foi registrado apenas nos granulitos enderbíticos. Estas rochas apresentam textura granoblástica, equigranular ou inequigranular, com contatos entre os cristais do tipo lobado ou poligonal, com junções em ponto tríplice (Figura 3.39 C).

### 3.1.8.3 Idade

Neste projeto foi datada uma amostra (MC-R-22) de biotita sienogranito da Suíte Cricou/Unidade PP2yc1 pelo método U-Pb LA-ICPMS em zircão. Foram analisados 24 cristais e não foi possível obter uma idade concórdia, chegando-se a uma idade no intercepto superior de  $2110 \pm 16$  Ma (MSWD = 3,1), interpretada como idade de cristalização (Figura 3.40 e Tabela 3.6). Esta idade é compatível com aquelas obtidas por Faraco e Théveniaut (2011) em granitoides e gnaisses da Suíte Cricou na Folha Oiapoque, as quais variam entre  $2113 \pm 3$  Ma e  $2090 \pm 2$  Ma, com  $T_{DM}$  entre 2,30 e 2,13, e valores de  $\epsilon_{Nd(T)}$  positivos (de +0,47 a +2,8).

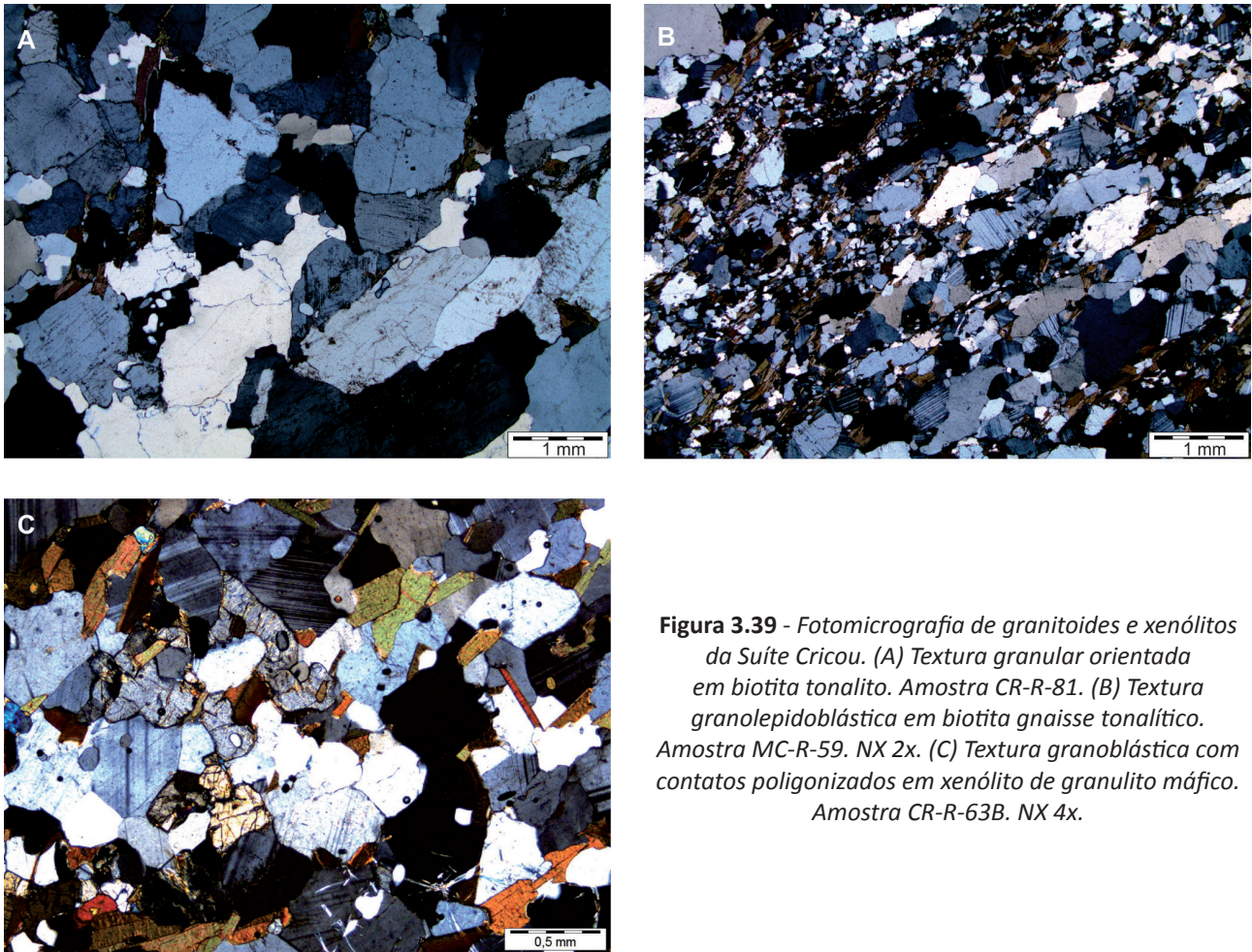
### 3.1.9 Tonalito Carnot (PP2yct)

#### 3.1.9.1 Aspectos gerais

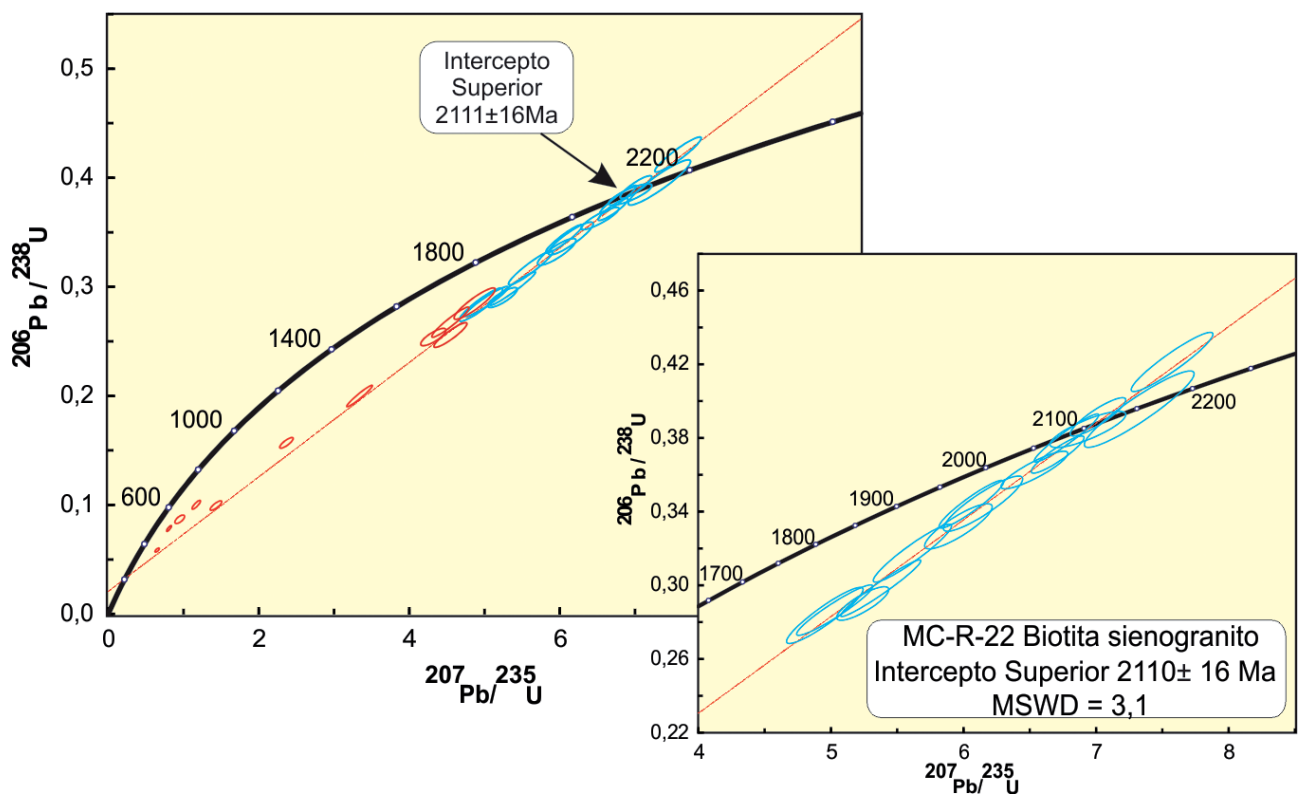
Esta unidade foi proposta para representar um corpo granitoide alongado na direção WNW-ESSE, supostamente paleoproterozoico, cartografado a partir de afloramentos localizados na porção centro-leste da Folha Lourenço, com boas exposições em lajeiros ao longo dos rios Cunani, Cassiporé e seus afluentes. Em imagens magnetométricas o corpo apresenta com lineamentos magnéticos de direção E-W e NE-SW, e nos mapas gamaespectrométricos, o Tonalito Carnot é definido por radiação intermediária a baixa, com contrastes significativos em relação ao padrão geofísico das unidades circundantes, subsidiando a delimitação do mesmo.

Relações de campo demonstram que o Tonalito Carnot foi intrudido pelo Granito Cunani. As outras relações de contato com unidades adjacentes foram interpretadas a partir de imagens geofísicas e de radar/satélite, que sugerem que o Tonalito Carnot é seccionado por plútons do Granito Cunani, do Charnoquito Acapuzal e dos Graitoides Indiferenciados.





**Figura 3.39** - Fotomicrografia de granitoides e xenólitos da Suíte Cricou. (A) Textura granular orientada em biotita tonalito. Amostra CR-R-81. (B) Textura granolepidoblástica em biotita gnaissé tonalítico. Amostra MC-R-59. NX 2x. (C) Textura granoblástica com contatos poligonizados em xenólito de granulito máfico. Amostra CR-R-63B. NX 4x.



**Figura 3.40** - Diagrama concórdia com os pontos analíticos dos zircões de biotita sienogranito (amostra MC-R-22). Pontos vermelhos não foram considerados para o cálculo da idade.

Tabela 3.6 - Resultados analíticos U-Pb obtidos em zircão por LA-ICP-MS para biotita sienogranito (amostra MC-R-22) da Suíte Cricou. Z:Zircão; B: Borda; N: Núcleo.

Grão	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Rho	Idades Aparentes				Conc. (%)		
								$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	(Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	(Ma)			
Z 01 N	0,56	221456	0,56	7,015	1,22	0,129981	0,88	2098	10	2113	11	2129	20	101,51
Z 05 N	0,48	30273	0,72	5,615	2,15	0,128300	0,94	2075	13	1918	18	1777	31	85,65
Z 07	0,21	3604	0,57	6,059	1,64	0,127763	0,94	2067	10	1984	14	1906	25	92,18
Z 08	0,40	4082	0,90	4,954	2,38	0,126696	0,92	2053	16	1812	20	1610	31	78,41
Z 09	0,50	8021	1,32	6,939	1,69	0,130857	0,82	2109	23	2104	15	2098	19	99,44
Z 10	0,23	50726	0,84	5,240	1,53	0,131015	0,83	2112	15	1859	13	1642	19	77,76
Z 13 B	0,14	37368	0,88	5,962	1,75	0,130247	0,86	2101	15	1970	15	1848	24	87,95
Z 13 N	0,24	19980	0,86	7,326	2,31	0,134308	0,93	2155	15	2152	21	2149	39	99,71
Z 15	0,44	267907	1,28	5,029	2,33	0,127302	0,94	2061	22	1824	20	1624	28	78,79
Z 16	0,33	120278	0,48	6,711	1,21	0,131209	0,91	2114	8	2074	11	2034	19	96,20
Z 17 N	0,50	39987	0,58	7,574	1,66	0,130398	0,94	2103	10	2182	15	2266	30	107,74
Z 18 B	0,41	50633	0,93	5,376	2,30	0,130668	0,97	2107	16	1881	19	1683	31	79,89
Z 23 B	0,42	70518	0,88	6,148	1,98	0,129511	0,89	2091	15	1997	17	1907	29	91,20
Z 26	0,42	174960	1,08	6,535	1,58	0,130735	0,88	2108	19	2051	14	1994	20	94,61
Z 37	0,39	353309	0,43	6,777	1,47	0,129366	0,95	2089	8	2083	13	2076	25	99,36
Pontos discordantes														
Z 35	0,10	581	1,19	0,651	1,77	0,058555	0,72	1213	23	509	7	367	5	30,25
Z 17 B	0,01	5419	0,86	0,809	1,63	0,078355	0,84	1065	17	602	7	486	6	45,65
Z 31	0,04	524	2,02	0,951	2,76	0,086807	0,66	1184	39	679	14	537	10	45,33
Z 29 B	0,16	1221	1,25	1,433	2,19	0,099374	0,81	1707	23	903	13	611	11	35,78
Z 27 B	0,61	14101	0,85	2,369	1,53	0,156866	0,82	1792	15	1233	11	939	11	52,42
Z 38	0,57	75466	0,56	3,341	2,08	0,199803	0,96	1975	10	1491	16	1174	22	59,46
Z 28 B	0,47	110903	0,94	4,322	1,59	0,253863	0,80	2007	17	1697	13	1458	17	72,67
Z 40	0,45	8321	0,79	4,549	1,98	0,255696	0,91	2085	14	1740	16	1468	24	70,41
Z 30	0,44	218467	0,70	4,549	2,22	0,267553	0,95	2005	12	1740	18	1528	29	76,24
Z 03	0,17	1650	0,95	4,870	2,29	0,284516	0,91	2017	17	1797	19	1614	30	80,04
Z 53	0,50	2067	1,03	1,171	1,94	0,100074	0,84	1312	20	787	11	615	10	46,87

### 3.1.9.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

As rochas desta unidade são predominantemente hornblenda biotita tonalitos, além de biotita granodioritos e biotita monzogranitos. São rochas acinzentadas, rosadas ou esverdeadas, de granulação média a grossa, por vezes porfíricas (Figura 3.41 A). Comumente apresentam um bandamento composicional, conferido pela alternância de bandas escuras ricas em minerais máficos e bandas leucocráticas quarzo-feldspáticas, e interpretado como de manuteza magmática (Figura 3.41 B). Nas rochas porfíricas, observa-se localmente orientação de cristais tabulares de feldspato, indicando uma direção de fluxo magmático (Figura 3.41 C).

Estes granitoides são frequentemente seccionados por veios/diques graníticos, de granulação grossa ou pegmatoide, concordantes ou discordantes à orientação da encaixante, levemente ondulados ou dobrados. Alguns destes veios são interpretados como relacionados à intrusão do Granito Cunani. Localmente são registradas falhas direcionais que seccionam o bandamento magmático, que se assemelham às falhas protoclasticas definidas por Vigneresse, Barbey e Cuney (1996), que são comuns em granitos sin-tectônicos, e que se desenvolvem durante a colocação dos corpos. Em afloramentos próximos a zonas de cisalhamento é registrada foliação milonítica/protomilonítica.

Xenólitos de rochas máficas (algumas granulíticas) são comuns nos granitoides do Tonalito Carnot. Estes podem exibir contrastes marcantes com o granitoide encaixante, ou mostram feições de assimilação parcial pelo magma gerador (Figura 3.41 D), por vezes gerando relações complexas que podem ser confundidas com estruturas de migmatitos.

As rochas do Tonalito Carnot apresentam texturas que indicam heterogeneidade de deformação, sendo caracterizadas texturas porfírica, granular hipidiomórfica (Figura 3.42 A), granular orientada, e nas rochas mais deformadas, protomilonítica e milonítica. Os minerais constituintes essenciais são o plagioclásio, o quartzo, a biotita, a hornblenda e o feldspato alcalino, e os acessórios são a apatita, zircão, minerais opacos e titanita. Estas rochas apresentam-se bem preservadas com leve alteração do plagioclásio para sericita e clorização da biotita.

Os cristais de plagioclásio são tabulares, inequigranulares, subédricos a anédricos, atingindo até 5 mm, e por vezes são antipertíticos e fraturados. Apresentam contatos entre os grãos retos a suavemente curvos. O maclamento é do tipo albita e mais raramente albita-*carlsbad*, e o teor de anortita varia de An<sub>07</sub> a An<sub>27</sub> (albita-oligoclásio). Os grãos quartzo são inequigranulares, anédricos, médios a finos e localmente grossos, mostrando contato entre os grãos interlobados ou curvos. Apresentam extinção ondulante e localmente subgrãos com padrão em tabuleiro de xadrez (*chess-board*) (Figura 3.42 B). Os cristais de feldspato alcalino (micropertítico) geralmente

preservam seus contornos ígneos (Figura 3.42 A), e os intercrescimentos mirmequíticos são comuns nos contatos com plagioclásio. A biotita ocorre como lamelas de coloração marrom a marrom avermelhada, e a hornblenda é subédrica, de coloração verde. Ambos os máficos têm granulação fina a média e são geralmente orientados.

Nas rochas com textura protomilonítica a milonítica são observados porfiroclastos de feldspato alcalino micropertíticos e de plagioclásio com bordas recristalizadas, em matriz quartzo-feldspática fina, recristalizada. Os cristais de quartzo estão intensamente recristalizados e constituem ribbons fortemente orientados (Figura 3.42 C).

Algumas feições deformacionais são observadas nos cristais de plagioclásio nos granitoides mais deformados, como extinção ondulante e *kink bands* (Figura 3.42 D). Estas feições, além daquelas indicativas de recristalização dos feldspatos, sugerem que estas rochas sofreram um evento deformacional em estado sólido, sob temperaturas acima de 500 °C (PASSCHIER; TROUW, 1996).

### 3.1.10 Granito Cunani (PP2γcn)

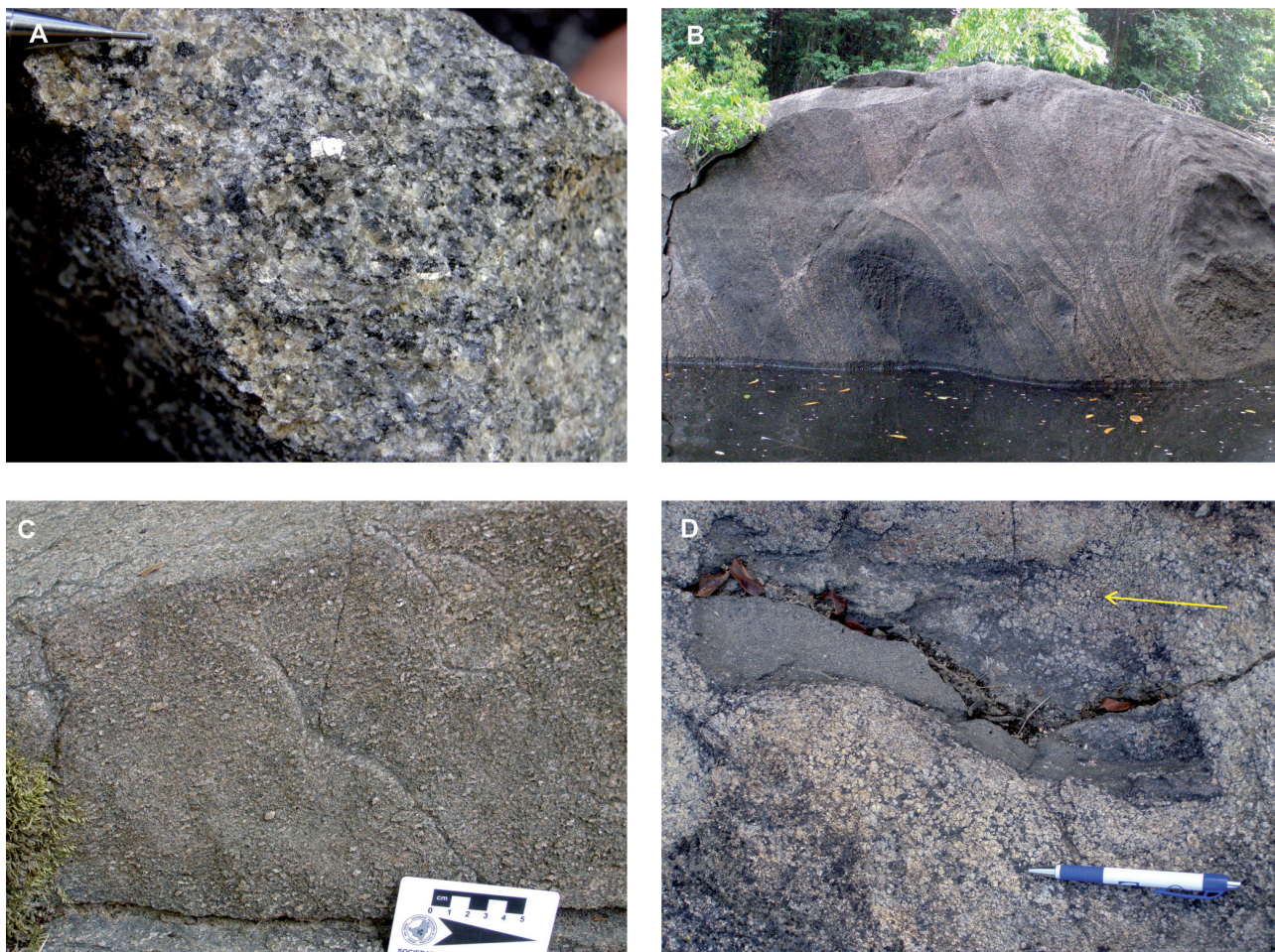
#### 3.1.10.1 Aspectos gerais

Esta unidade é aqui proposta para representar principalmente um extenso corpo granítico que ocorre na porção E-NE da Folha Lourenço, com boas exposições nos leitos dos rios Calçoene e Cunani, e ao longo da BR-163 e AP-260. Este tem orientação geral NW-SE, se destaca por elevada radiação nas imagens gamaespectométricas, e nas imagens magnéticas mostra relevo magnético bastante perturbado, com abundantes lineamentos magnéticos de direção NE-SW e E-W. Um corpo menor localizado na porção centro-norte da área também foi atribuído ao Granito Cunani, apenas com base em correlações de padrões geofísicos, visto que neste não foram obtidos dados de campo.

#### 3.1.10.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Os granitoides que definem esta unidade são predominantemente de composição granítica, incluindo ainda charnoquitos, granodioritos e tonalitos subordinados. São rochas leucocráticas, de coloração rosada a rosa-acinzentada, granulação média a grossa, homogêneas (Figura 3.43 A) ou apresentam bandamento composicional (Figura 3.43 B, C, D), conferido pela alternância de bandas de composição granítica, com bandas granodioríticas a tonalíticas. Interpreta-se esta estruturação bandada como de origem sin-magmática, visto que algumas vezes nas bandas graníticas, que comumente apresentam granulação grossa a textura porfírica, observa-se o alinhamento de fenocristais de feldspato, caracterizando fluxo magmático.





**Figura 3.41** - (A) Aspecto de biotita monzogranito esverdeado, de granulação grossa; (B) Bandamento composicional magmático. Notar a presença de enclaves máficos alongados; (C) Orientação preferencial de cristais tabulares de feldspatos, ressaltados na superfície alterada, indicando fluxo magmático. Estação CR-135. (D) Enclave máfico, mostrando feições inticativas de assimilação pelo magma granitoide (seta). Estação CR-133.

Enclaves máficos, frequentemente xenólitos granulíticos, são comuns nestes granitoides, e geralmente apresentam formas alongadas, concordantes ao bandamento composicional (Figura 3.43 C). Estas rochas podem ser cortadas por veios pegmatoides concordantes ou discordantes ao bandamento composicional (Figura 3.43 D).

As principais fácies petrográficas caracterizadas são biotita sienogranitos, biotita monzogranitos, leucosienogranitos, charnoquirtos e biotita granodioritos e tonalitos. Estes granitoides mostram microtextura granular hipidiomórfica, com variações para tipos porfíricos (Figura 3.44). A mineralogia é definida por microclina, quartzo, plagioclásio, biotita como mineral varietal principal, e mais raramente hornblenda. Os minerais acessórios são principalmente opacos, apatita, alanita, zircão e titanita.

Os cristais de microclina são tabulares, grossos a médios, subédricos a euédricos, com maclamento xadrez bem desenvolvido, às vezes difuso, sendo comuns micropertitas e intercrescimentos mirmecóquitos no contato com plagioclásio. Por vezes apresentam extinção ondulante e intenso fraturamento, e leve argilização. Os minerais de quartzo são inequigranulares, médios a finos, anédricos, mostram contatos curvos a retos, apresentam extinção ondulante e subgrãos. Os cristais de plagioclásio são do

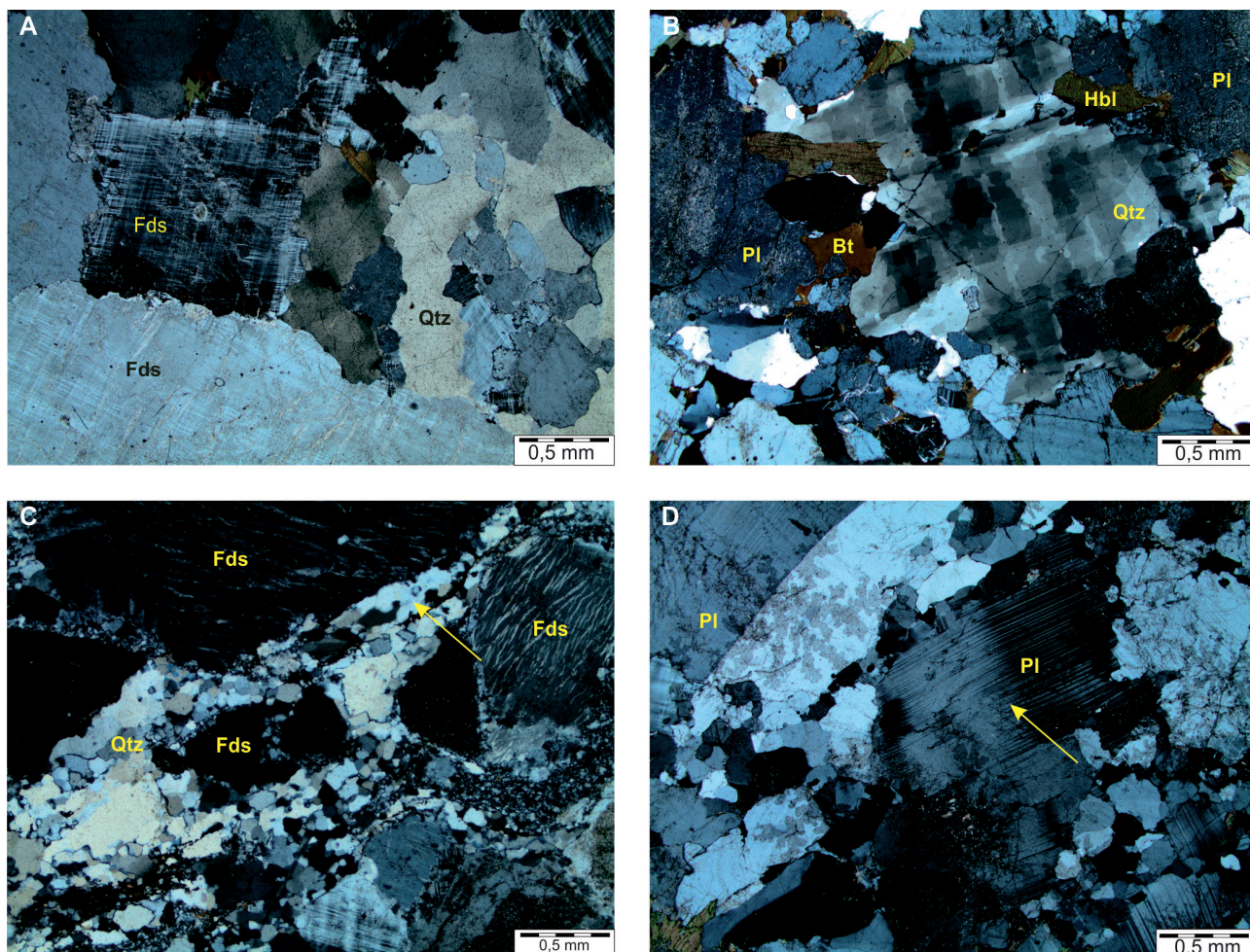
tipo albita ( $An_{0-10}$ ), tabulares, subédricos a anédricos, podendo apresentar orientação preferencial. Localmente ocorrem cristais de antipertita, e leve sericitização. A biotita de coloração marrom a marrom avermelhada ocorre como lamelas com orientação preferencial e parcialmente alteradas para clorita.

Os minerais félsicos e a biotita geralmente mostram orientação magmática desenvolvida antes da total cristalização da rocha. Observa-se que houve uma deformação no estado sólido superimposta, sugerida por intenso fraturamento, formação de subgrãos e novos grãos nos cristais de quartzo, extinção ondulante de feldspatos, e pela presença de pertitas em chamas, que indicam condições de temperatura baixas a moderadas (300-500 °C).

Nos charnoquitos o ortopiroxênio ocorre como cristais reliquias, fortemente desestabilizados e transformados para hornblenda e/ou biotita. Nestas rochas o plagioclásio é geralmente antipertítico, o feldspato alcalino é micropertítico, e a biotita é marrom avermelhada.

Alguns enclaves investigados petrograficamente foram classificados como granulitos máficos e enderbíticos. São rochas que exibem texturas granoblásticas, com contatos interlobados ou poligonizados, com plagioclásios fortemente antipertíticos (Figura 3.45).





**Figura 3.42** - Aspecto microscópico das rochas do Tonalito Carnot. (A) Textura granular hipidiomórfica em biotita monzogranito. Amostra CR-R-135; (B) Cristal de quartzo com padrão tabuleiro de xadrez (chess-board), em hornblenda-biotita tonalito. Amostra MC-R-85; (C) Textura milonítica com porfiroclastos de feldspato alcalino micropertítico orientados, com agregados recristalizados de quartzo na matriz (seta). Amostra CR-R-129; (D) Biotita tonalito com cristal de plagioclásio mostrando kink band (seta). Amostra MC-R-52. Todas as fotos em NX 2x. Fds - Feldspato, Qtz - Quartzo, Pl - Plagioclásio, Bt - Biotita, Hbl - Hornblenda.

### 3.1.10.3 Idade

Neste projeto foi datado um biotita granito ou charnockito/gráfico? (amostra MC-R-156) pelo método U-Pb LA-ICP-MS em zircão, e os resultados analíticos são apresentados na Tabela 3.7. Foram analisados 23 cristais e não foi possível obter uma idade concórdia, chegando-se a uma idade no intercepto superior de  $2098 \pm 15$  Ma (MSWD = 3,2) (Figura 3.46), interpretada como a idade do magmatismo que define o Granito Cunani.

A amostra datada foi coletada em afloramento próximo à confluência das rodovias BR-156 e AP-260, localizado cerca de 20 km a oeste do local de coleta do biotita tonalito datado por Vieira (2007), na BR-156, através do método Pb-Pb em zircão, que forneceu uma idade de  $2085 \pm 2$  Ma, portanto semelhante à obtida neste trabalho, se forem considerados os limites de erros.

No entanto, Lafon, Delor e Barbosa (2001) obtiveram uma idade de  $2059 \pm 2$  Ma (Pb-Pb em zircão) em charnoquito coletado em afloramento da BR-156, no qual também descrevem enclaves granulíti-

cos, que na cartografia atual está inserido na área de ocorrência do Granito Cunani. Estes autores interpretaram o resultado obtido como idade de cristalização do magma charnoquítico, e que este seria produto de fusão *in situ* sob condições granulíticas, e marcaria um evento granulítico tardi-transamazônico.

Estudos mais detalhados nesta região ainda são necessários para elucidar a relação existente entre o magmatismo que define o Granito Cunani, datado em 2,10-2,09 Ga, e que inclui charnoquitos, e os charnoquitos datados em torno de 2,06 Ga, e se o magmatismo charnockítico de fato tem gênese vinculada a eventos metamórficos granulíticos.

### 3.1.11 Granito Anotai (PP2 $\gamma$ )

#### 3.1.11.1 Aspectos gerais

Faraco e Théveniaut (2011) utilizaram a terminologia Granito Anotai na Folha Oiapoque para designar plútons elípticos compostos por sienogranitos e monzogranitos, que apresentam caracte-



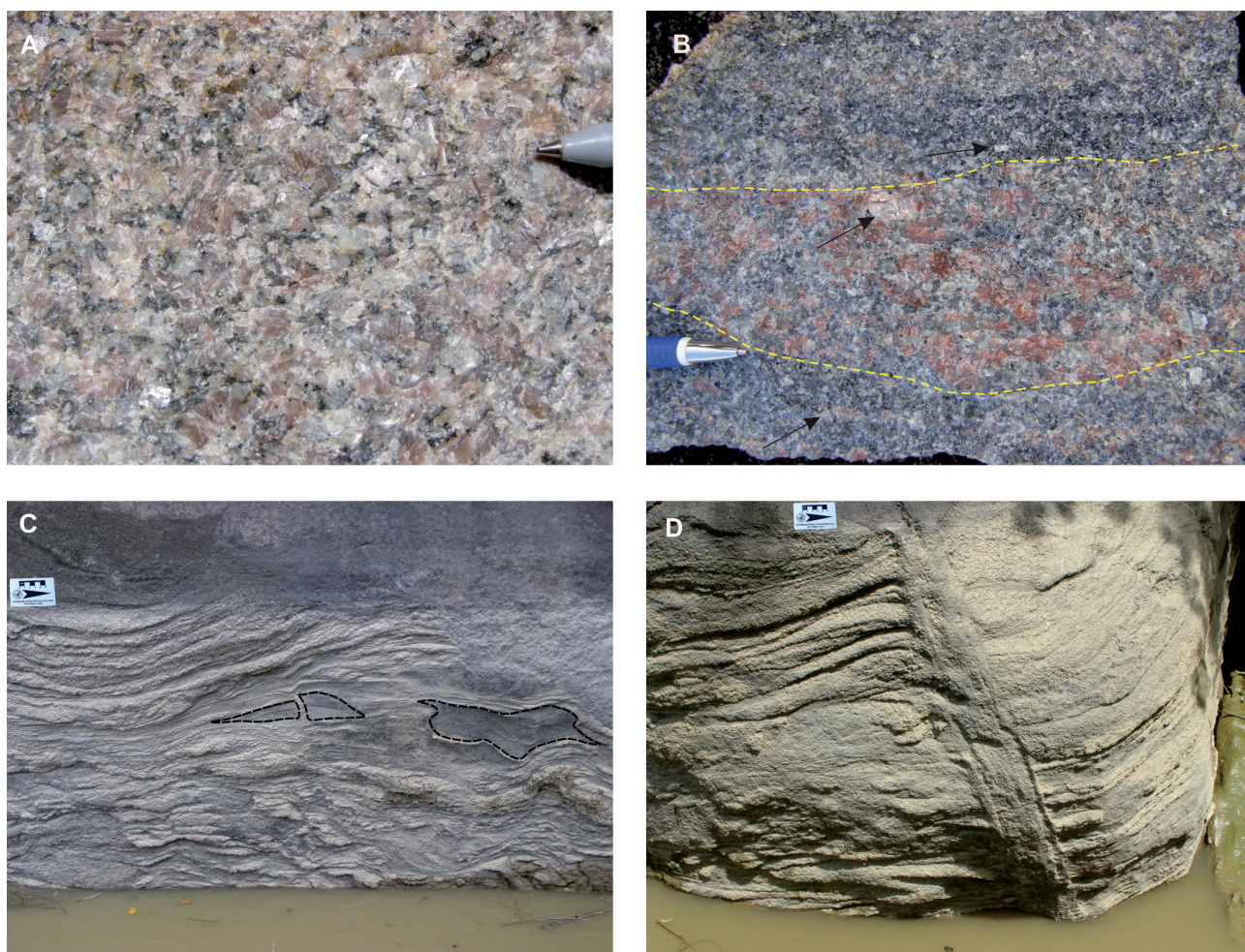
risticamente elevada radiação, se destacando em imagens gamaespectométricas, além de feições marcantes em imagens magnetométricas e em imagens de relevo. Na Folha Lourenço quatro plútons graníticos cartografados foram correlacionados ao Granito Anotaie, principalmente pelo fato de apresentarem destaque nos mapas radiométricos. Estes ocorrem na porção centro-norte da área, são alongados segundo a estruturação NW-SE regional, e um deles tem comprimento maior na direção N-S. Neste projeto foram obtidas informações de campo em apenas dois corpos, sendo um localizado mais a norte e seccionado pelo Rio Anotaie, onde o granito aflora em extensos lajeiros, e outro, que representa o corpo mais a sul, foi acessado em clareiras através de helicóptero, com afloramentos representados por blocos e matacões.

### 3.1.11.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Nos corpos estudados, os granitos desta unidade têm coloração esbranquiçada a rosa pálido,

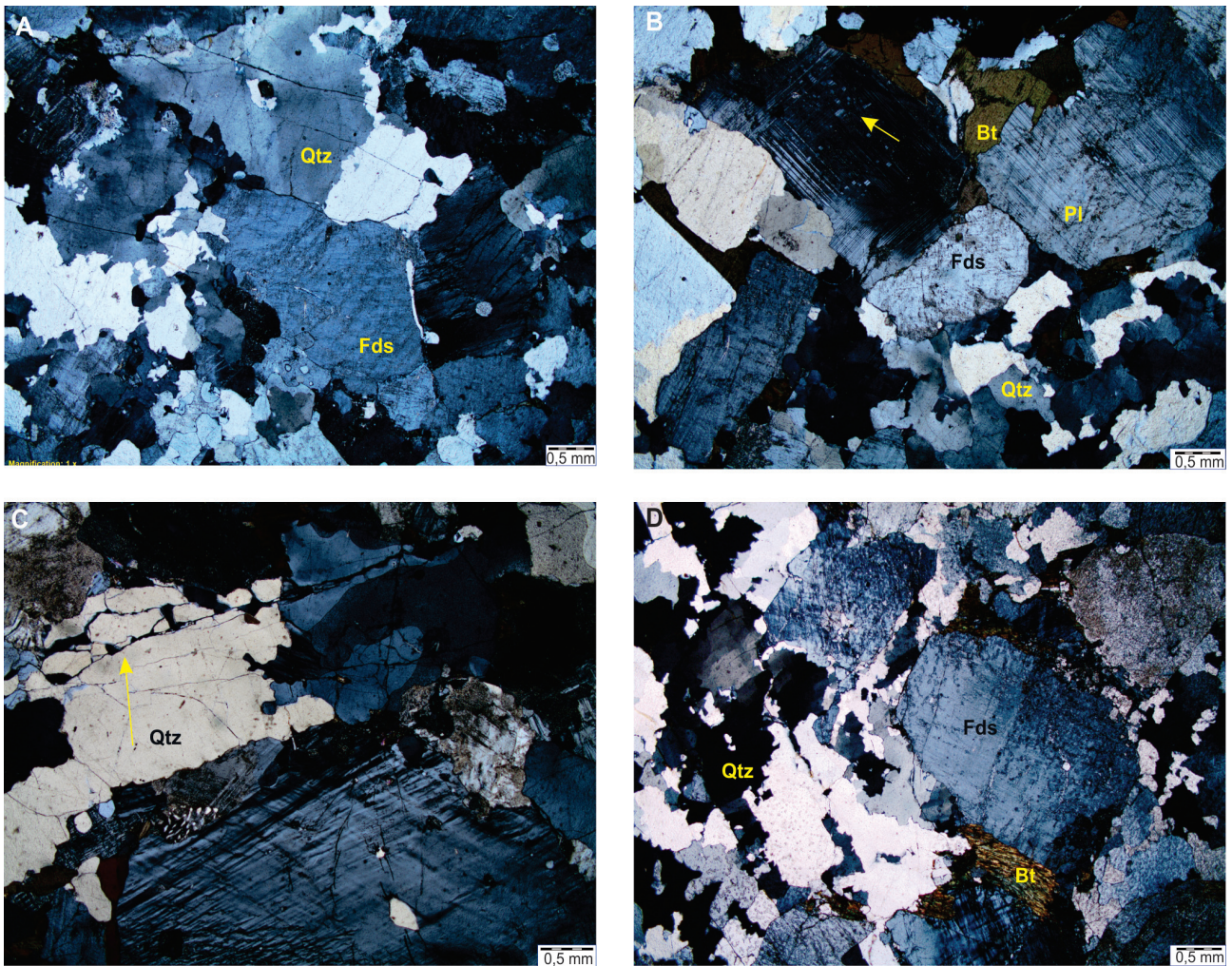
granulação média a grossa, textura equigranular a localmente porfirítica. Evidências de deformação em escala mesoscópica são restritas a uma sutil orientação das biotitas (Figura 3.47).

No plúton mais a norte foram definidos leucosienogranitos e leucomonzogranitos, compostos por microclina, plagioclásio e quartzo, além de biotita. A microclina apresenta maclamento polissintético, é micropertítica, e os plagioclásios são do tipo albíta e oligoclásio, com maclamento albíta, apresentando por vezes zoneamento concêntrico. Como fases acessórias ocorrem os opacos e o zircão, e os minerais resultantes de alterações pós-magmáticas são muscovita, sericita e epidoto, produtos de alteração dos feldspatos. A textura ígnea está preservada, do tipo inequigranular hipidiomórfica, mas em geral é registrada uma deformação cataclástica, mais ou menos evidente (Figura 3.48). Nas rochas mais preservadas, observa-se um fraturamento dos cristais de microclina e quartzo, e as mais deformadas apresentam uma textura protocataclástica, onde já se destacam porfiroclastos fragmentados de feldspatos em matriz mais fina, com contatos suturados entre os cristais. As rochas apresentam

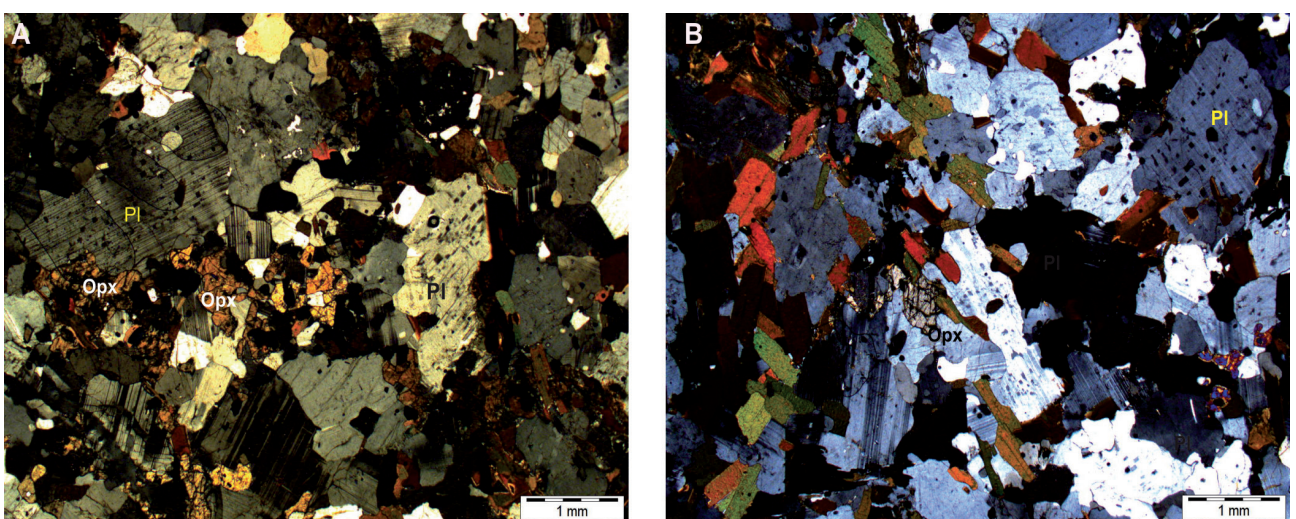


**Figura 3.43** - Aspecto geral das rochas do Granito Cunani (A) Sienogranito róseo de granulação média a grossa. Estação CR-120; (B) Bandamento composicional, com alternância de bandas sienograníticas (rosa) e granodioríticas (cinza). Notar alinhamento de fenocristais de feldspato concordante ao bandamento composicional da rocha (seta). Estação LM-08; (C) Bandamento composicional ressaltado pela erosão, e enclaves máficos alongados (polígonos tracejados) segundo a estruturação da encaixante. Estação CR-120; (D) Afloramento mostrando bandamento composicional cortado por zona de cisalhamento dúctil ocupada por veio pegmatoide. Estação CR-120.





**Figura 3.44** - Aspectos microscópicos dos granitoides do Granito Cunani. (A) Leucossienogranito com textura granular hipidiomórfica, com cristais orientados de quartzo e feldspato. Amostra CR-R-49; (B) Biotita monzogranito com textura porfirítica, com cristal de plagioclásio antipertítico (seta), e quartzo formando agregados de subgrãos. Amostra CR-R-71; (C) Biotita sienogranito com textura granular hipidiomórfica. Notar intercrescimento mirmequítico e faturamento do quartzo (seta); (D) Biotita sienogranito com textura porfirítica, com cristais de quartzo formando agregados de subgrãos, e biotita parcialmente alterada para clorita. Qtz - quartzo, Fds - Feldspato, Bt - Biotita.



**Figura 3.45** - (A) e (B) Fotomicrografias de xenólitos de granulito granoblástico, com ortopiroxênio (opx) e plagioclásio antipertítico (PI). Amostra CR-R-43 B. NX 2x.



Tabela 3.7 - Resultados analíticos U-Pb obtidos por LA-ICP-MS para a amostra MC-R-156 do Granito Cunani. Z: Zircão; B: Borda; N: Núcleo.

Grão	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	Rho	Idades Aparentes						
										$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ (Ma)	(Ma)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (Ma)	(Ma)	Conc. (%)	
Z08	0,58	320742	0,13046	0,6	6,375	1,12	0,354395	0,95	0,83	2104	10	2029	10	1956	16	92,94
Z11 N	0,47	496270	0,129738	0,66	6,902	1,19	0,385845	0,99	0,82	2094	12	2099	11	2104	18	100,44
Z21	0,34	242439	0,128372	0,65	6,364	1,32	0,359561	1,15	0,86	2076	11	2027	12	1980	20	95,39
Z23	0,51	345792	0,128582	0,66	5,994	1,35	0,338066	1,18	0,86	2079	12	1975	12	1877	19	90,31
Z22 B	0,31	118813	0,125366	0,7	4,462	1,43	0,258112	1,24	0,87	2034	12	1724	12	1480	16	72,77
Z22 N	0,44	33645	0,121574	0,7	4,384	1,44	0,261543	1,26	0,87	1979	12	1709	12	1498	17	75,66
Z7	0,29	16124	0,124657	0,56	4,681	1,45	0,272346	1,34	0,92	2024	10	1764	12	1553	18	76,72
Z6	0,38	238974	0,130023	0,56	6,621	1,48	0,369319	1,37	0,92	2098	10	2062	13	2026	24	96,57
Z11 B	0,43	29426	0,129402	0,65	5,978	1,51	0,335077	1,36	0,9	2090	12	1973	13	1863	22	89,14
Z09 N	0,47	59304	0,134315	0,92	7,063	1,63	0,381363	1,35	0,82	2155	16	2119	15	2083	24	96,64
Z10	0,39	356994	0,129864	0,81	6,577	1,68	0,367305	1,47	0,87	2096	14	2056	15	2017	25	96,21
Z3	0,29	237692	0,127856	1,25	5,878	1,73	0,33342	1,2	0,68	2069	22	1958	15	1855	19	89,67
Z33	0,4	278189	0,127769	0,71	6,03	1,75	0,342262	1,6	0,91	2068	13	1980	15	1898	26	91,78
Z36 N	0,39	24582	0,127133	0,83	6,164	1,84	0,351655	1,64	0,89	2059	15	1999	16	1942	28	94,36
Z27	0,34	64272	0,130845	1,11	6,413	1,97	0,355459	1,63	0,82	2109	19	2034	17	1961	28	92,95
Z25	0,53	3198	0,108852	0,89	2,267	1,98	0,151077	1,77	0,89	1780	16	1202	14	907	15	50,95
Z32	0,34	147623	0,130713	1,16	6,6	2,02	0,366215	1,65	0,81	2108	20	2059	18	2012	29	95,45
Z15 B	0,06	222132	0,126106	1,68	5,455	2,16	0,313726	1,36	0,62	2044	30	1894	19	1759	21	86,04
Z36	0,29	28059	0,118209	0,92	3,541	2,2	0,217269	2	0,91	1929	16	1536	17	1267	23	65,69
Z17	0,19	4940	0,122422	0,76	4,258	2,22	0,252236	2,09	0,94	1992	14	1685	18	1450	27	72,8
Z19	0,51	203832	0,125576	0,73	5,083	2,39	0,293544	2,27	0,95	2037	13	1833	20	1659	33	81,46
Z12	0,5	3464	0,121779	1,67	5,309	2,45	0,316201	1,79	0,73	1982	30	1870	21	1771	28	89,34
Z34 B	0,53	11594	0,105521	1,24	1,811	2,89	0,124458	2,61	0,9	1723	23	1049	19	756	19	43,88
Z35	0,33	82298	0,124255	0,69	5,303	2,91	0,309522	2,82	0,97	2018	12	1869	25	1738	43	86,13
Z18 B	0,04	6294	0,091774	1,13	1,044	3,04	0,082468	2,82	0,93	1463	21	726	16	511	14	34,92
Z18 N	0,29	16768	0,121349	0,86	4,365	3,07	0,260866	2,95	0,96	1976	15	1706	25	1494	39	75,62
Z09 B	0,13	234235	0,122604	2,35	4,869	3,71	0,288016	2,87	0,77	1994	42	1797	31	1632	41	81,81

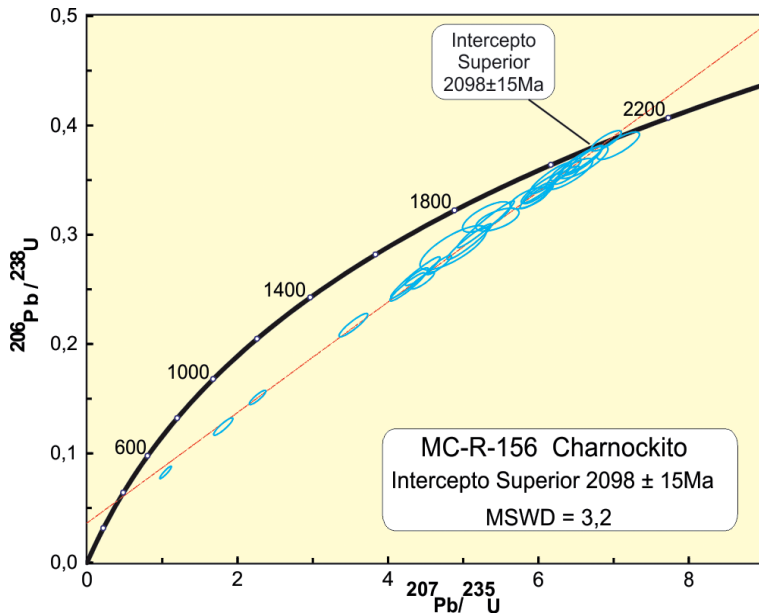


Figura 3.46 - Diagrama concórdia com os pontos analíticos dos zircões do chanoquito MC-R-156 do Granito Cunani.



Figura 3.47 - Leucomozogranito deformado. Estação FH-09.

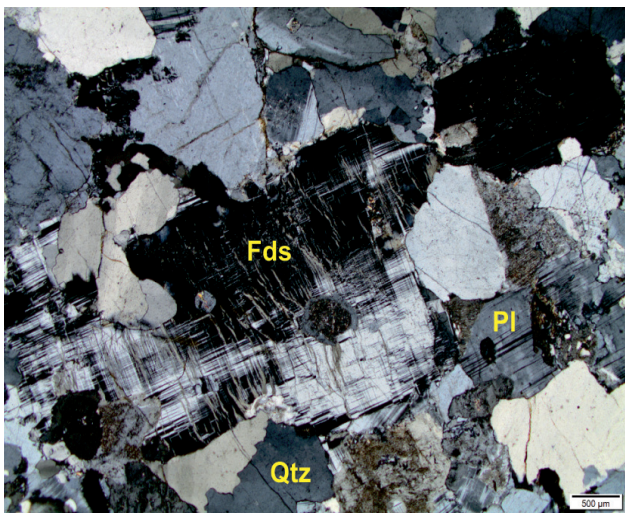


Figura 3.48 - Leucosienogranito com textura inequigranular hipidiomórfica. Fds - Fesdspato, Pl - Plagioclásio, Qtz - Quartzo. Amostra FH-R-02B.

alterações secundárias, sobretudo sericitização do plagioclásio.

O corpo ao sul é constituído por biotita sienogranitos, biotita monzogranitos e biotita granodioritos. Entre os minerais acessórios, é notável a presença de titanita euédrica (Figura 3.49), além de allanita, epidoto, opacos e zircão. O feldspato alcalino é a microclina, desenvolve intercrescimentos mirmequíticos no contato com o plagioclásio, e quando ocorre como fenocristais mostra inclusões de plagioclásio, quartzo e biotita. A biotita encontra-se fortemente orientada, o quartzo mostra extinção ondulante e até recristalização em agregados com contatos interlobados. As texturas variam de porfíricas a porfiroclásticas/protomiloníticas (Figura 3.50), dependendo da intensidade da deformação.

### 3.1.11.3 Idade e assinatura isotópica do Nd

Théveniaut e Faraco (2008) dataram através do método evaporação de Pb em zircão um sienogranito, que representa um plúton localizado no centro da Folha Oiapoque, e obtiveram a idade de  $2110 \pm 3$  Ma, além de uma idade  $T_{DM}$  de 2,13 Ga ( $\epsilon_{Nd(T)} = 2,77$ ). No entanto, estes autores admitem que a idade de  $2087 \pm 3$  Ma obtida por Avelar (2002) em um biotita sienogranito, por eles atribuído ao Granito Anotaie, representa melhor a idade do magmatismo granítico que define esta unidade, o que é corroborado neste trabalho.

### 3.1.12 Granito Cigana (PP2yci)

#### 3.1.12.1 Aspectos gerais

Jorge João et al. (1979) propuseram o Granito Cigana para designar um conjunto de corpos graníticos sin-cinemáticos, discriminados na porção oriental da Folha Rio Araguari. Estes autores interpretam o Granito Cigana e o Tonalito Papa Vento como pertencentes à Suíte Metamórfica Guianense, sendo o primeiro uma fase magmática mais potássica e tardia, e o outro uma fase mais sódica e precoce. Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) mantiveram o termo de Jorge João et al. (1979), no entanto, desconsideraram qualquer relação temporal entre o Granito Cigana e o atual Complexo Guianense. Neste trabalho esta unidade é adotada conforme conceituação de Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014).

Na Folha Lourenço o Granito Cigana é representado por um corpo que ocorre na porção sudeste da área, com forma aproximadamente elíptica, e eixo maior na direção E-W, intrusivo na Suíte Intrusiva Flexal. Apresenta valores intermediários a elevados de radiação, especialmente do radioelemento Th, e um padrão magnético que não o distingue



claramente da unidade encaixante, assim como não são distintas as características de relevo em imagens de sensores remotos.

Não foram obtidos dados geológicos no Granito Cigana, mas na literatura (JORGE JOÃO et al., 1979; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014) são descritos monzogranitos e sienogranitos rosados ou rosa-esbranquiçados, de granulação média a grossa, porfíricos a equigranulares, que apresentam desde uma sutil anisotropia estrutural a texturas protomiloníticas. São citados em geral rochas bem preservadas, com leve sericitização, ou apresentando forte saussuritização do plagioclásio e cloritização da biotita, com vênulas preenchidas por sericita e epidoto.

Não existem dados geocronológicos que assegurem a idade do magmatismo que define o Granito Cigana. Com base em relações e correlações estratigráficas com unidades adjacentes

de idade conhecida, Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014) sugerem que o Granito Cigana tem idade semelhante ao do Granito Vila Bom Jesus, datado em 2,08 Ga.

### 3.1.13 Granitoides Indiferenciados (PP23γg)

#### 3.1.13.1 Aspectos gerais

Nesta unidade informal são agrupados diversos plútons de granitoides que ocorrem na área da Folha Lourenço, supostamente paleoproterozoicos, cujos dados disponíveis até o momento não permitem ainda associá-los a unidades formais. Em alguns corpos há dados de campo e petrográficos, mesmo que bastante limitados, e outros foram individualizados apenas com base na interpretação de imagens aerogeofísicas e produtos de sensores remotos.

Estes corpos têm dimensões e formas variáveis, ocorrem geralmente como maciços alongados segundo NW-SE. São bem marcados nos mapas gamaespectrométricos, pois apresentam sempre radiação média a alta.

Em um dos corpos cartografados, localizado na porção centro-oeste da Folha Lourenço, o qual não foi acessado durante os trabalhos de campo deste projeto, Faraco et al. (2004) obtiveram uma idade de  $2114 \pm 8$  Ma em um granodiorito, datado através do método Pb-Pb em zircão. Esta idade provavelmente reflete o expressivo magmatismo cálcio-alcálico de 2,12-2,10 Ga que define os complexos Araguari, Oiapoque, Camopi e a Suíte Cricou (FARACO; THÉVENIAUT, 2011; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014). No entanto, em virtude da carência de informações geológicas, não foi possível correlacionar o referido corpo a nenhuma destas unidades.

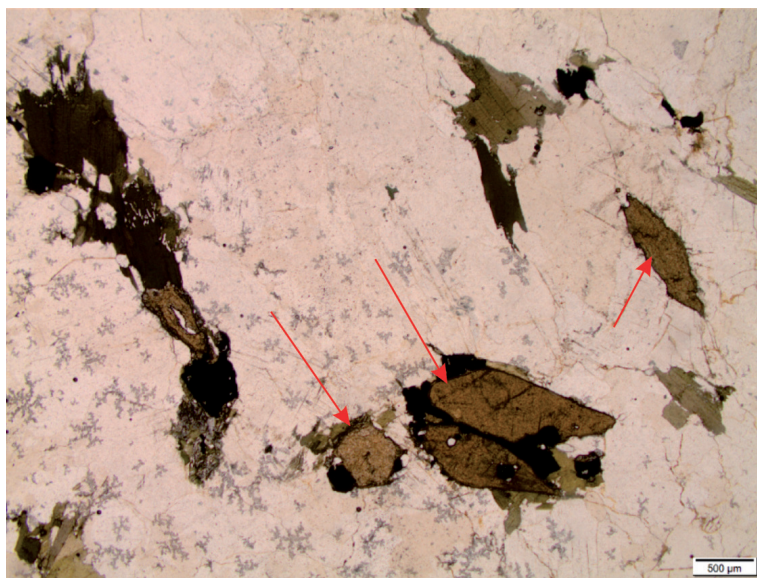


Figura 3.49 - Cristais euédricos de titanita (setas) em biotita granodiorito. Amostra MC-R-14.

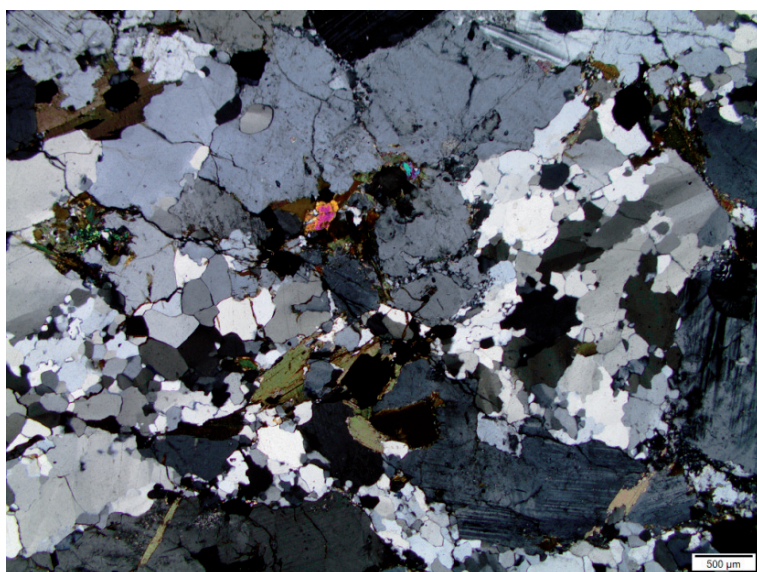


Figura 3.50 - Textura protomilonítica em sienogranito. Amostra MC-R-10.

#### 3.1.13.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Nos corpos onde há dados geológicos, foram caracterizados granitoides de granulação média a grossa, com texturas porfíricas e equigranulares, com coloração cinza esbranquiçada a rosada. Petrograficamente foram classificados como biotita monzogranitos, leucomonzogranitos, biotita granodioritos e leucogranodioritos. São geralmente deformados, alguns exibindo texturas protomiloníticas.

Algumas unidades, especialmente o Diorito Mutura e o Tonalito Louren-



ço, são recortadas por injeções graníticas na forma de veios, diques e possivelmente apófises, as quais foram relacionados à unidade Granitoides Indiferenciados, devido à escassez de dados que impossibilita de associá-los a outros corpos e suítes de granitoides.

### 3.2 MAGMATISMO FÉLSICO TARDI- A PÓS-OROGÊNICO

#### 3.2.1 Charnoquito Acapuzal (PP3γac)

##### 3.2.1.1 Aspectos gerais

Neste projeto foi proposta esta designação para um plúton granitoide datado em torno de 2,0 Ga, que representa o mais jovem evento magmático granítico identificado na Folha Lourenço, relacionado a estágios tardi- a pós-orogênicos. O Charnoquito Acapuzal está localizado na porção centro-norte da quadrícula, apresenta radiação mais alta em relação à unidade encaixante, o Tonalito Carnot. O plúton apresenta forma aproximadamente elíptica, com eixo maior segundo E-W, que é a direção das foliações medidas internamente. O Charnoquito Acapuzal foi caracterizado em quatro afloramentos localizados no leito e margens do Rio Cassiporé.

##### 3.2.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Os granitoides que constituem o corpo Acapuzal têm granulação média a grossa, coloração cinza-esverdeada a rosada, são equigranulares a porfíricos, com deformação evidente (Figura 3.51).

Petrograficamente foram classificados como charnoquitos e monzogranitos, em função da presença ou ausência de ortopiroxênio, respectivamente. Os charnoquitos são compostos por microclina, plagioclásio, quartzo, sendo os máficos o hiperstênio e a biotita. Acessórios comuns são apatita e zircão. A microclina é peritítica, pode apresentar-se com maclamento xadrez difuso ou apagado, localmente desenvolve interscrescimento mirmequítico no contato com os plagioclásios. A biotita é vermelha e ocorre como palhetas orientadas. A textura é granular hipidiomórfica (Figura 3.52), com contatos interlobados ou retos. Hornblenda e clorita ocorrem localmente como produto de alteração do piroxênio e biotita, respectivamente. Foram registradas texturas simplectíticas entre quartzo e biotita e coronas de hornblenda no ortopiroxênio.

Os monzogranitos têm textura equigranular hipidiomórfica, com plagioclásios exibindo localmente zoneamento oscilatório inverso, com mais forte alteração sericítica nas bordas, e núcleos mais preservados (Figura 3.54).

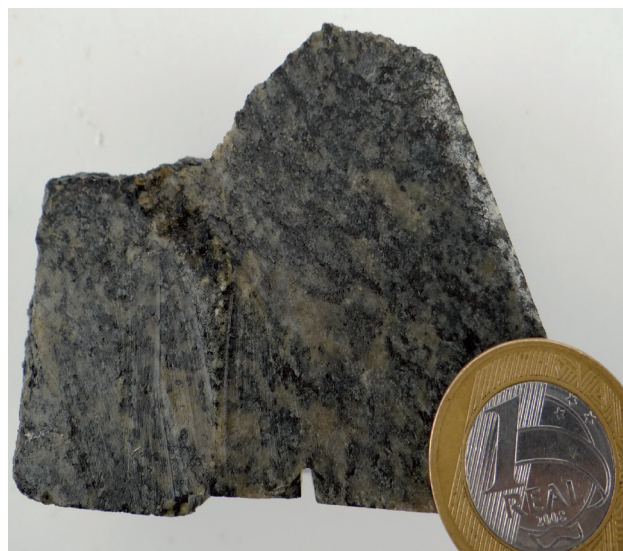


Figura 3.51 - Charnoquito cinza-esverdeado deformado. Amostra MC-R-78.

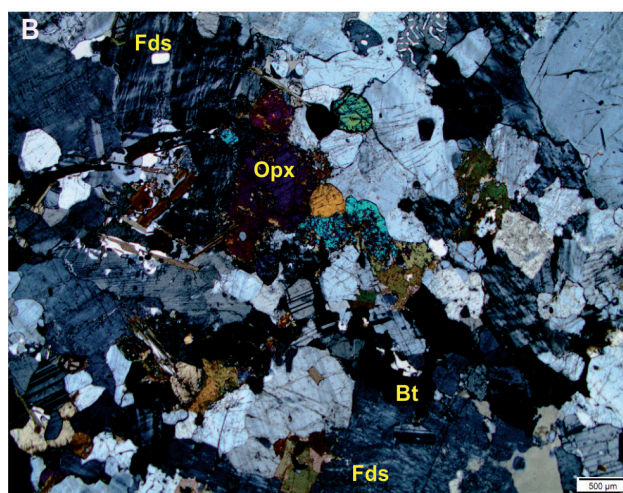
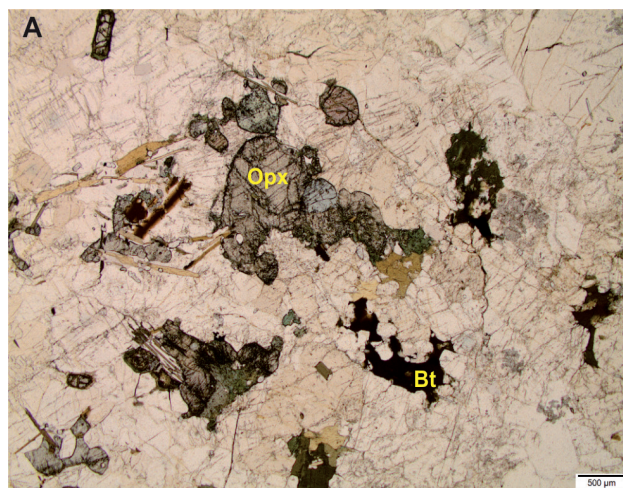
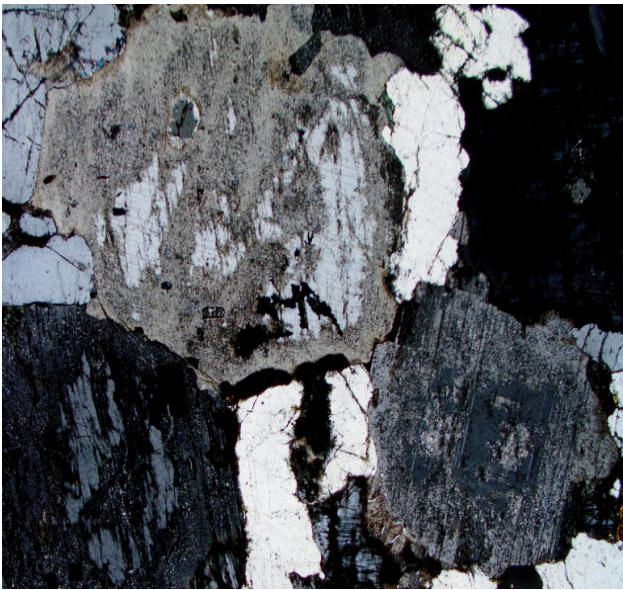


Figura 3.52 - Charnoquito com textura granular hipidiomórfica. Fotomicrografias em luz natural (A) e nicóis cruzados (B). Amostra MC-R-78. Fds - Fesdspato, Opx - Ortopiroxênio, Bt - Biotita.



### 3.2.1.3 Idade

Uma amostra de chornoquito da estação MC-78 foi selecionada para datação pelo método U-Pb LA-ICPMS em zircão, e os resultados analíticos são apresentados na Tabela 3.8. Imagens por catodoluminescência mostram que os zircões são euédricos, apresentando zoneamento oscilatório concêntrico, indicando sua origem magmática. Alguns cristais apresentam diminutas inclusões, assim como microfraturamentos. As razões Th/U estão entre 0,26 e 1,00, também consistentes com origem magmática dos cristais. As medidas isotópicas obtidas em 10 cristais, alguns analisados no núcleo e borda, se alinham em torno de uma discórdia, que forneceu uma idade de  $1998 \pm 9$  Ma (MSWD 1,1) no intercepto superior da concórdia (Figura 3.54).



**Figura 3.53** - Plagioclásios exibindo zoneamento inverso em monzogranito. Notar a alteração sericítica nas bordas e ao longo de microfraturas. Amostra MC-R-80.

## 3.3 MAGMATISMO MÁFICO DE MARGEM DIVERGENTE

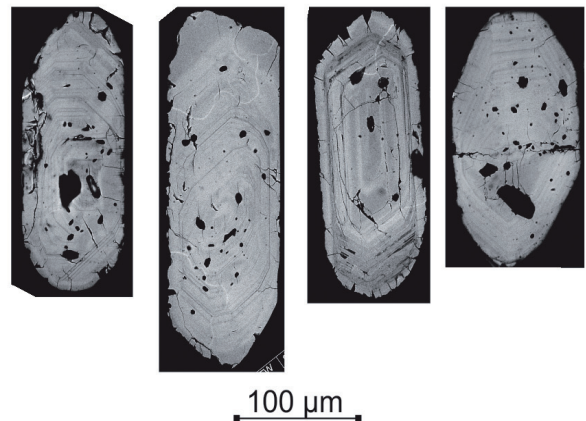
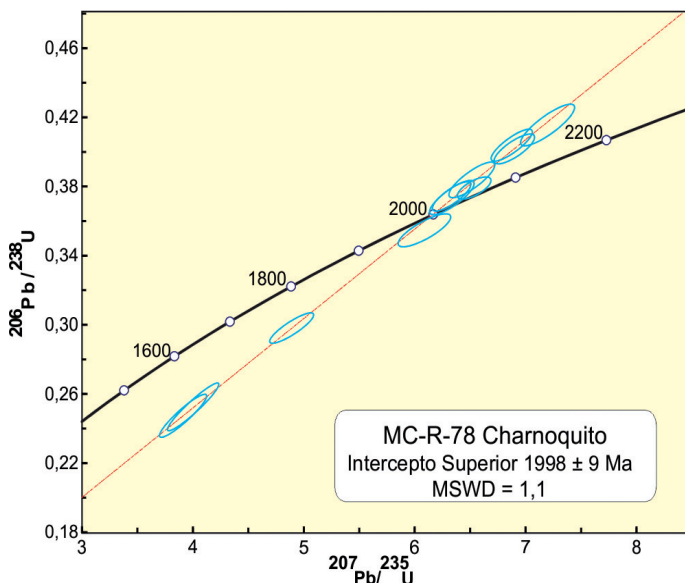
### 3.3.1 Diabásio Cassiporé (T3J1δc)

#### 3.3.1.1 Aspectos gerais

O termo Diabásio Cassiporé foi proposto por Lima et al. (1974) para definir um conjunto de diques de diabásio, de caráter toleítico e idade triássico-jurássica, que recortam as unidades pré-cambrianas do estado do Amapá.

Esta unidade faz parte da Província Magmática do Atlântico Central (CAMP – *Central Atlantic Magmatic Province*), de Marzoli et al. (1999), que representa uma das maiores LIPs (*Large Igneous Province*) do planeta, cuja gênese está relacionada à ruptura do Supercontinente Pangea, e consequente abertura do Oceano Atlântico Central, estabelecida entre o Neojurássico e o Eotriássico. Este evento resultou em extensivo magmatismo de caráter toleítico, representado por diques, sills, lacólicos e restritos fluxos de lava, representados em ambos os lados do Oceano Atlântico, notadamente no norte da América do Sul (norte do Brasil, Guiana Francesa, Suriname), no oeste da África, encontrando correlatos também nas margens oriental da América do Norte e sudoeste da Europa (DECKART; FERAUD; BERTRAND, 1997; MARZOLLI et al., 1999; NOMADE; POUCKET; CHEN, 2002; DECKART; BERTRAND; LIEGEIOS, 2005; NOMADE et al., 2000, 2007, e suas referências).

A assinatura química de diques do Diabásio Cassiporé que ocorrem na Folha Rio Araguari (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN; 2014), imediatamente a sul, atesta que estes assemelham-se ao do grupo de alto TiO<sub>2</sub> da CAMP, definido a partir do estudo de diques doleríticos e gabros correlacionáveis ao Diabásio Cassiporé que ocorrem na Guiana Francesa e no Suriname (Deckart; Bertrand; Ligeois; 2005 e suas referências). Em diagramas discriminantes de ambientes tectônicos de



**Figura 3.54** - Diagrama concórdia para a amostra MV-R-78 do Chornoquito Acapuzal. A direita imagens por catodoluminescência de zircões da amostra datada.



Tabela 3.8 - Resultados analíticos U-Pb obtidos por LA-ICP-MS para a amostra MC-R-78 do Charnouquoito Acaпуzal. B: Borda; N: Núcleo.

Grão	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Erro (%)1 $\sigma$	Idades Aparentes						
								$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	(Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	(Ma)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	(Ma)	Conc. (%)
Z 01 N	0,31	135863	0,63	6,333	1,12	0,374229	1,12	1996	11	2023	10	2049	16	102,65
Z 02B	0,3	6874	0,65	6,537	0,95	0,379081	0,95	2030	11	2051	8	2072	12	102,08
Z 02 N	0,31	42008	1,14	4,892	1,66	0,298074	1,2	1942	20	1801	14	1682	18	86,62
Z 05 N	0,56	66436	0,64	6,899	1,08	0,401688	0,88	2023	11	2099	10	2177	16	107,62
Z 15	0,26	288081	0,72	7,199	1,38	0,41552	1,18	2038	13	2136	12	2240	22	109,92
Z 16	0,36	66354	1,15	6,089	1,59	0,354628	1,1	2022	20	1989	14	1957	19	96,77
Z 17	0,31	14748	0,71	6,336	1,3	0,373548	1,08	2000	13	2023	11	2046	19	102,29
Z 18	0,26	153629	0,7	6,516	1,3	0,383781	1,09	2002	12	2048	11	2094	20	104,59
Z 19	0,31	155851	0,59	6,875	1,11	0,403849	0,94	2007	10	2095	10	2187	17	108,95
Z 14 N	1	295683	0,85	3,913	2,22	0,247358	2,06	1876	15	1616	18	1425	26	75,97
Z 03	0,42	15093	0,76	4,004	2,36	0,252499	2,24	1880	14	1635	19	1451	29	77,21

rochas basálticas, as rochas estudadas naquela folha incidiram nos campos destinados aos basaltos toleíticos formados em ambientes intraplaca/continentais.

Na Folha Lourenço o Diabásio Cassiporé é representado por um destacável conjunto de diques máficos, com orientações fortemente submeridianas, entre NNW e NNE, que, em função da alta susceptibilidade magnética e de suas grandes extensões, são facilmente cartografáveis, pois apresentam assinatura marcante nos mapas do sinal analítico e da primeira derivada vertical dos mapas do sinal analítico e da primeira derivada vertical do campo magnético anômalo (Figura 3.55). São definidos por lineamentos magnéticos retilíneos, segmentados, que podem atingir mais de 100 km de extensão longitudinal, extrapolando para norte e para sul os limites da Folha Lourenço.

### 3.3.1.2 Aspectos de campo e características mesoscópicas e petrográficas

Esta unidade é representada por rochas básicas, maciças, de coloração em geral cinza escura a cinza esverdeada, de granulação fina a média, sendo os principais tipos litológicos os diabásios, tendo sido registrados ainda gabros (Figura 3.56). Ocorrem em

corpos tabulares com espessuras centimétrica a métrica, que seccionam indiscriminadamente todas as unidades pré-cambrianas. Na região da vila do Lourenço, Nogueira (2002) faz referência a diques de até 250 m de espessura.

As rochas analisadas sob o microscópio foram classificadas, em função de seu conteúdo mineralógico e características texturais, como diabásios, olivina-diabásios e gabros. Em todas as amostras estudadas petrograficamente, as principais fases minerais são plagioclásio cálcico (labradorita), clinopiroxênio e opacos, com apatita sendo uma fase acessória frequente. A olivina e o quartzo ocorrem em algumas amostras.

Os diabásios têm texturas subofíticas e ofíticas, com cristais tabulares de plagioclásio com germinação albita, em arranjos aleatórios, parcialmente ou totalmente englobados por piroxênio (Figura 3.57 A). Por vezes são registradas texturas microporfíricas com fenocristais de plagioclásio ou piroxênio destacados em matriz subofítica fina (Figura 3.57 B). Estes fenocristais podem formar agregados glomeroporfíricos. Os opacos e o quartzo ocorrem como cristais intersticiais entre as ripas de plagioclásio. Intercrescimentos gráficos e granofíricos entre quartzo e feldspato ocorrem em espaços intergranulares.

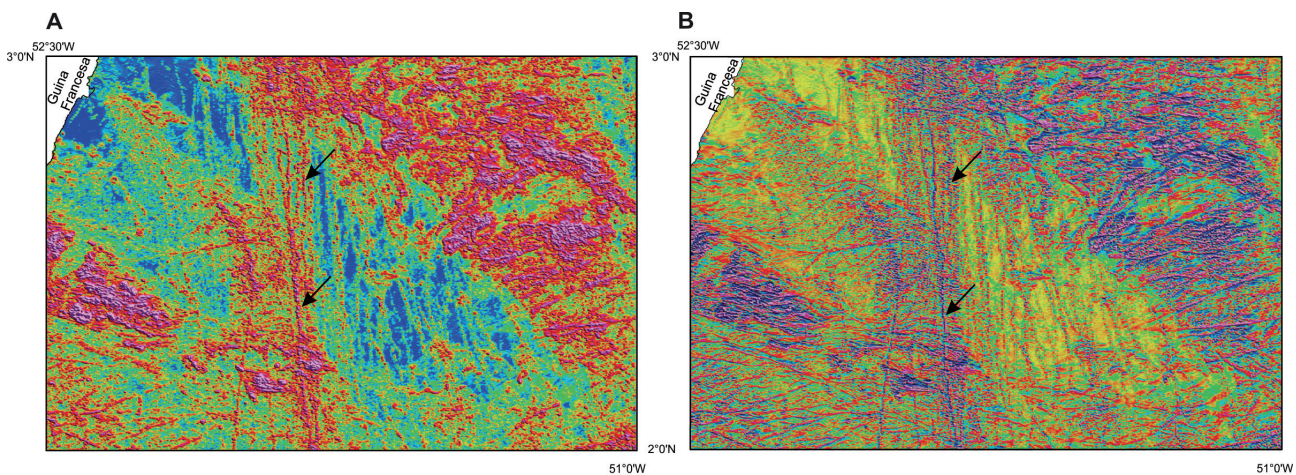


Figura 3.55 - Anomalias magnéticas lineares submeridianas (algumas destacadas por setas) observadas nos mapas da amplitude do sinal analítico (A) e da primeira derivada vertical (B), que refletem os diques do Diabásio Cassiporé.

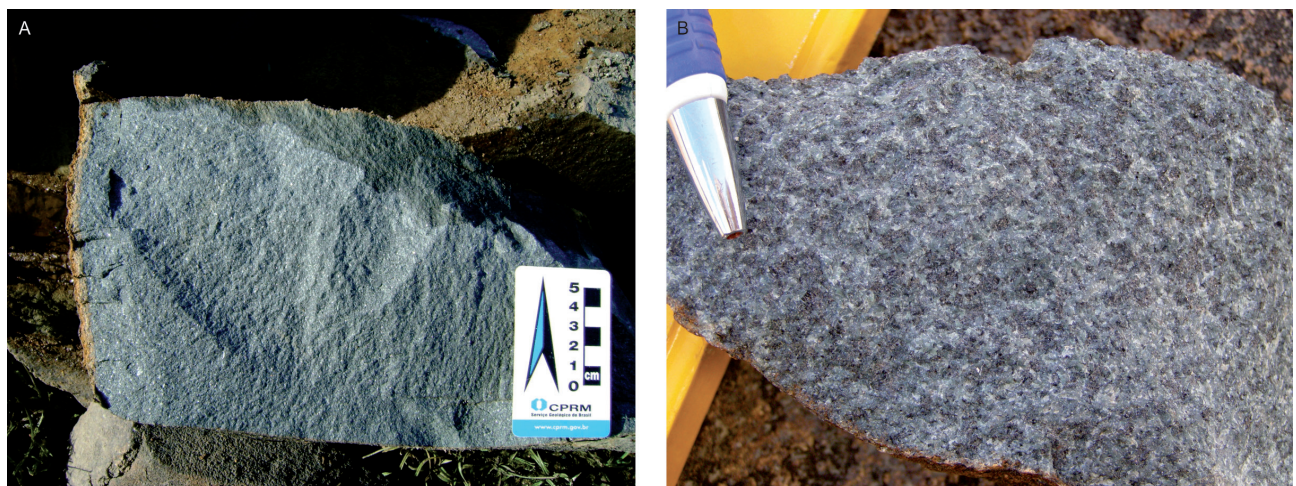


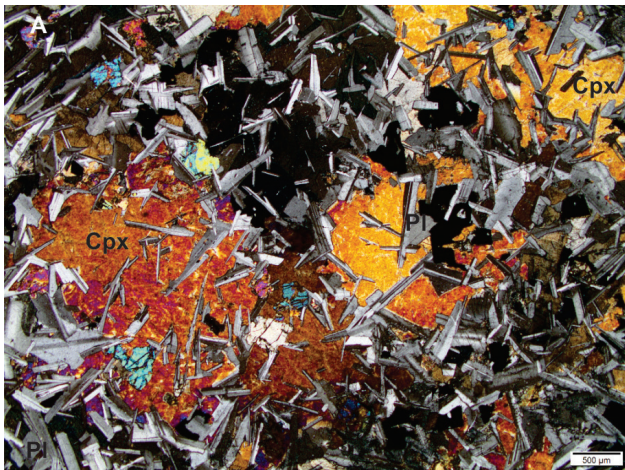
Figura 3.56 - Aspecto mesoscópico de diabásio (A) e gabro (B) da unidade Diabásio Cassiporé. Estação CR-37 (A) e CR-118 (B).



Nos gabros a textura é definida por um mosaico apertado de plagioclásios tabulares, com disposição aleatória, tendo piroxênios e opacos preenchendo espaços intergranulares (Figura 3.58). Os diabásios e gabros são rochas em geral preservadas, com leve sericitização dos plagioclásios.

### 3.3.1.3 Geoquímica

Cinco amostras de diabásios foram selecionadas para análises químicas em rocha total, as quais apresentam composição basáltica, com conteúdo de  $\text{SiO}_2$  variando de 44,9 a 49,0%,  $\text{CaO}$  entre 8,7 e 10,4%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  entre 13 e 18,2%, e conteúdo de álcalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) entre 2,73 e 4,14 % (Tabela 3.9). No diagrama de Le Bas et al. (1986), que utiliza a relação sílica vs. álcalis para classificação de rochas vulcânicas, as rochas estudadas são classificadas como basaltos (Figura 3.59 A). Estas apresentam características das séries toleíticas enriquecidas em ferro, conforme demonstra o diagrama ternário de Jensen (1976) (Figura 3.59 B). Os ETR apresentam fracionamento moderado, com enriquecimento em ETR leves, e com razões  $(\text{La}/\text{Yb})\text{N}$  entre 2,66 a 4,83 (Figura 3.60).



**Figura 3.57** - Texturas comuns nos diabásios. (A) *Ofítica e subofítica. Notar cristais de clinopiroxênio englobando ripas de plagioclásio. Amostra LM-R-05.* (B) *Microporfirítica, com fenocristais de plagioclásio em matriz fina subofítica. Amostra MC-R-27.PI - Plagioclásio, Cpx - Clinopiroxênio.*

Embora os dados não sejam conclusivos, as rochas analisadas apresentam características que se assemelham mais às do grupo de alto  $\text{TiO}_2$  da CAMP (*Central Atlantic Magmatic Province*). Segundo Deckart, Bertrand e Ligeois (2005), o grupo químico de alto  $\text{TiO}_2$  apresenta caracteristicamente  $\text{SiO}_2$  entre 48 e 50%,  $\text{TiO}_2$  entre 2,5 e 3,5%, tem *trends* toleíticos enriquecidos em ferro, e são enriquecidos em ETR leves, com razões  $(\text{La}/\text{Yb})\text{N}$  entre 1,5 e 5,1.

Em diagramas discriminantes de ambientes tectônicos de rochas basálticas, as rochas incidem principalmente nos campos destinados aos basaltos toleíticos formados em ambientes continentais intraplaca, embora algumas amostras plotem no campo definido para basaltos de fundo oceânico (Figura 3.61), o que não é compatível com o contexto geológico de ocorrência das rochas que definem a unidade Diabásio Cassiporé.

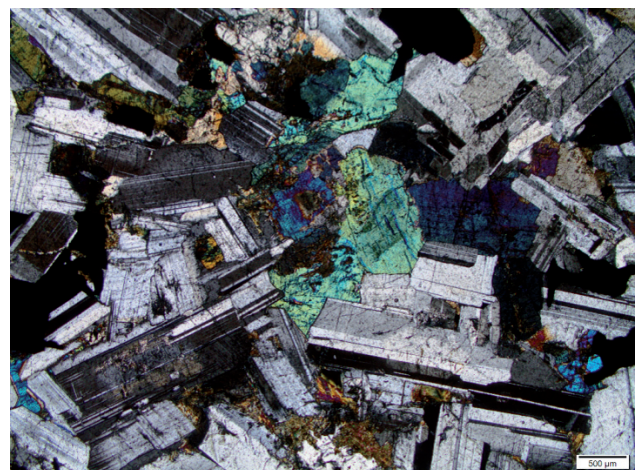
### 3.3.1.4 Idade

Datações pelo método  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  realizadas na Guiana Francesa e no Suriname em diversos diques básicos correlatos ao Diabásio Cassiporé, mostraram idades entre 202 e 190 Ma (DECKART; FERAUD; BERTRAND, 1997; MARZOLI et al., 1999; NOMADE et al.; 2007), permitindo posicionar esta unidade no limite Triássico-Jurássico.

## 3.4 COBERTURAS SUPERFICIAIS FANEROZOICAS

### 3.4.1 Cobertura Sedimentar Indiferenciada (Q1ci)

Neste projeto, utiliza-se esta denominação para designar uma faixa estreita de sedimentos clásticos que ocorre na porção nordeste da Folha Lourenço, mas que se estende para sul, bordejando toda a margem sudeste do Escudo das Guianas, no estado do Amapá. Em trabalhos anteriores estes se-



**Figura 3.58** - Gabro com ortopiroxênio intergranular. Amostra MV-R-13.



Tabela 3.9 - Composição química de rochas do Diabásio Cassiporé. Óxidos de elementos maiores recalculados para 100%.

Amostra/ Elemento	MC-R-66A	MC-R-90	MC-R-112	MC-R-121B	MC-R-89A
SiO <sub>2</sub> (%)	44,9	46,33	47,2	47,9	49,0
TiO <sub>2</sub>	2,9	2,72	2,1	2,2	2,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,7	14,64	18,3	15,9	15,5
Al	7,8	7,8	9,7	8,4	8,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Mol)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,2	16,93	13,0	15,5	14,5
FeO	16,4	15,2	11,7	13,9	13,1
MnO	0,2	0,21	0,2	0,2	0,2
MgO	6,3	6,23	5,6	5,5	5,5
CaO	9,7	9,55	10,4	8,7	8,8
CaO (Mol)	0,17	0,17	0,19	0,16	0,16
Na <sub>2</sub> O	2,4	2,80	2,7	2,8	2,8
Na <sub>2</sub> O (Mol)	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
K <sub>2</sub> O	0,3	0,51	0,4	1,2	1,4
K <sub>2</sub> O (Mol)	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,22	0,1	0,3	0,3
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03
Total	100,0	100,15	100,0	100,2	100,0
PF	1,45	<0,01	0,02	<0,01	0,25
Ni (ppm)	41,2	34,6	58,0	73,1	76,3
Co	32,1	17,4	21,7	24,5	28,0
Bi	<0,02	<0,02	0,03	0,87	0,14
Hg	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Cd	0,07	0,05	0,51	1,65	<0,01
Ag	0,03	0,03	0,08	0,21	0,10
Sb	<0,05	<0,05	0,11	0,10	<0,05
Se	<1	<1	<1	<1	<1
Cu	326,5	372,9	239,0	102,0	132,1
Pb	1,4	<0,2	2,3	4,1	2,3
Zn	76	53	53	75	38
Rb	9,2	11,2	16,1	63,4	65,9
Cs	0,59	0,27	1,01	2,22	2,17
Ba	174	160	113	358	404
Sr	297,1	282,5	266,0	191,0	182,2
Ga	22,8	24,8	34,8	31,7	21,9
Ta	1,20	0,89	0,71	1,16	0,54
Nb	18,12	12,39	11,62	17,08	9,67
Be	0,7	1,4	2,0	0,8	2,9
Hf	6,30	5,73	3,46	4,87	5,17
Zr	205,3	189,3	103,0	154,0	197,3
Y	39,01	36,96	34,82	49,25	38,08
Th	2,6	1,2	4,6	4,2	3,7
U	0,40	0,30	0,48	1,15	1,04
La	69,03	49,68	34,52	80,97	78,71
Ce	53,96	39,85	29,46	63,49	62,13

Tabela 3.9 - Composição química de rochas do Diabásio Cassiporé. Óxidos de elementos maiores recalculados para 100%.  
(conclusão)

Amostra/ Elemento	MC-R-66A	MC-R-90	MC-R-112	MC-R-121B	MC-R-89A
Pr	54,02	42,05	29,67	57,38	57,87
Nd	50,00	41,17	28,00	50,00	49,00
Sm	37,44	34,87	24,10	33,85	34,36
Eu	27,35	31,70	23,95	25,58	22,99
Gd	30,23	30,81	19,54	28,73	29,61
Tb	23,84	25,95	18,14	23,00	23,63
Dy	24,72	24,35	15,47	23,14	23,14
Ho	19,92	19,92	12,81	18,94	20,47
Er	20,05	18,29	14,33	17,71	21,05
Tm	17,90	16,67	11,42	18,83	19,44
Yb	18,66	18,66	11,48	16,75	18,66
Lu	16,77	13,66	12,73	19,57	17,70
ETR (Total)	463,88	407,62	285,62	477,91	478,77
ETR (Leves)	264,44	207,62	145,75	285,68	282,07
ETR (Pesados)	172,09	168,30	115,93	166,65	173,71
A/CNK	0,67	0,65	0,77	0,73	0,71
A/NK	3,41	2,84	3,76	2,68	2,58
Eu/Eu*	0,81	0,97	1,10	0,82	0,72
(La/Lu) <sub>N</sub>	4,12	3,64	2,71	4,14	4,45
(La/Sm) <sub>N</sub>	1,84	1,42	1,43	2,39	2,29
(Gd/Yb) <sub>N</sub>	1,62	1,65	1,70	1,72	1,59
(La/Yb) <sub>N</sub>	3,70	2,66	3,01	4,83	4,22
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	2,73	3,31	3,08	4,01	4,14
Ga/Al	2,93	3,20	3,59	3,77	2,66
FeOt/(MgO+FeOt)	0,72	0,71	0,68	0,72	0,71

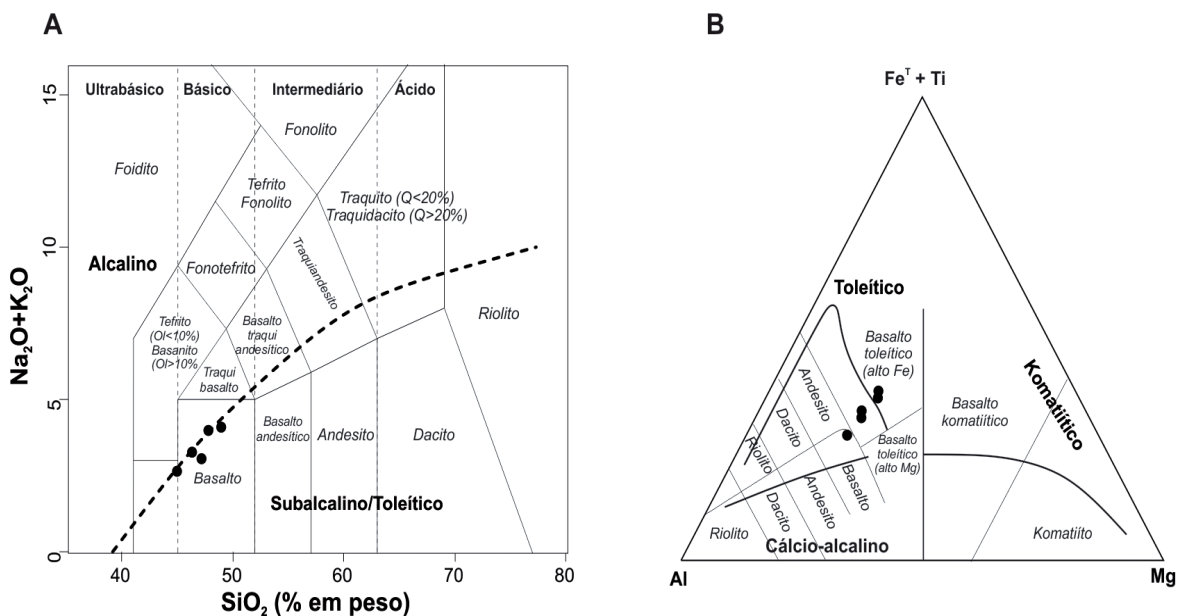


Figura 3.59 - Diagramas de classificação de rochas vulcânicas utilizando óxidos e cátions (A) Diagramas TAS segundo Le Bas et al. (1986). (B) Diagrama catiônico de Jensen (1976).



dimentos eram interpretados como pertencentes ao Grupo Barreiras (LIMA et al., 1974; Lima; BEZERRA; ARAÚJO, 1991; FARACO et al., 2004; Faraco; Théveniaut, 2011). No entanto, pesquisas recentes (SOUZA et al., 2010; BEZERRA, 2014; BEZERRA et al., 2015) realizadas na BR-156, na região de Tartarugalzinho, mais a sul da área deste projeto, demonstram que sedimentos anteriormente interpretados como Grupo Barreiras, cuja idade admitida é oligo-miocênica, na verdade são pleistocênicos, conforme idades obtidas por luminescência opticamente estimulada (LOE). Bezerra et al. (2015) propõem a designação Formação Itaupal para estes sedimentos, dividida em duas unidades progradacionais, separadas por uma in-

conformidade relacionada a queda do nível do mar. A unidade inferior é formada por depósitos de planícies de submaré, e de sistemas meandantes e de planícies de inundação influenciados por maré, e a unidade superior consiste em depósitos de sistemas fluviais tipo *braided*.

Diante destas novas informações, optou-se neste trabalho por não manter a designação Grupo Barreiras, mas foi adotada a unidade informal Cobertura Sedimentar Indiferenciada, admitindo-se uma **idade quaternária**, em virtude de ainda não haver informações suficientes para correlacionar estes sedimentos cartografados na Folha Lourenço com os da Formação Itaupal, caracterizados cerca de 200 km mais a sul.

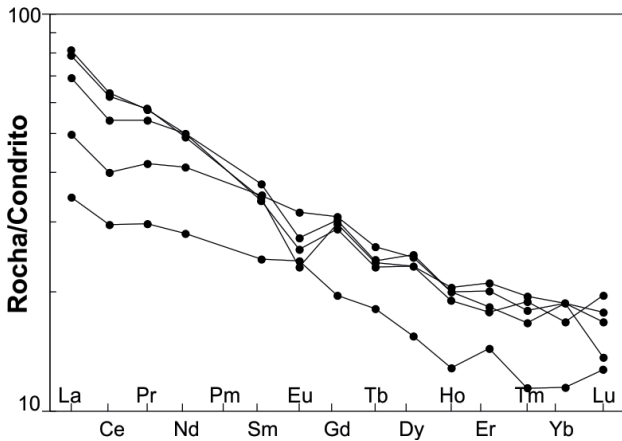


Figura 3.60 - Padrão de distribuição dos ETR, normalizados ao condrito (BOYNTON, 1984).

### 3.4.2 Depósitos Argilosos Flúvio-marinhos (Qafm)

Esta unidade ocorre no extremo nordeste da Folha Lourenço, e engloba conjuntamente depósitos, e paleodepósitos, de praias, mangues, pântanos salinos, planícies lamosas, cordões arenosos litorâneos, que definem a planície costeira do estado, dominada atualmente por um regime de macromarés (Figura 3.62).

Dependendo do depósito a que estão relacionados, podem ser compostos por areias quartzosas estratificadas, argilas e siltes ricos em matéria orgânica, laminados ou maciços, bioturbados ou não.

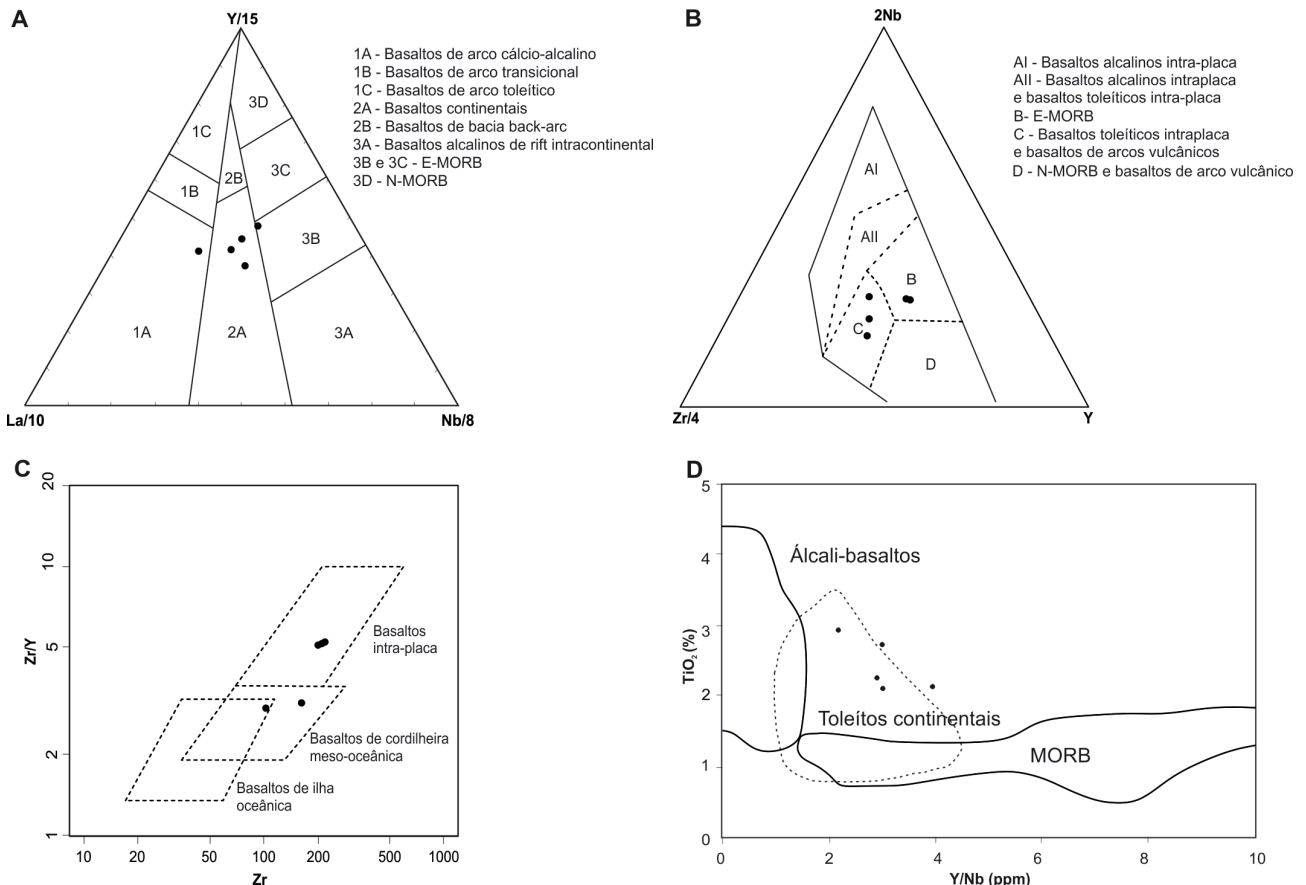


Figura 3.61 - Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos de rochas basálticas: (A) Cabanis e Lecolle (1989); (B) Meschede (1986); (C) Pearce (1983); (D) Floyd e Winchester (1975).

### 3.4.3 Depósitos Aluvionares (Q2a)

Esta unidade engloba sedimentos clásticos inconsolidados, constituídos por argilas, areias e cascalhos, com restos de matéria orgânica, relacionados à dinâmica recente das drenagens atuais. Constituem depósitos de canais e de planícies de inundação, relacionados ao sistema fluvial, que alcançam maior expressão quando associados aos rios Cunani, Calçoene e Cassiporé, os quais têm cabeceiras localizadas na Folha Lourenço, e desaguam no Oceano Atlântico.



**Figura 3.62** - Depósitos formados por sedimentos lamosos e areno-argilosos com influencia de maré, na planície de inundação do Rio Cunani.

## 4 GEOLOGIA ESTRUTURAL E GEOFÍSICA

Conforme discutido na Capítulo 2, a Folha Lourenço está inserida no contexto de uma faixa orogênica consolidada no Paleoproterozoico/Riaciano, representada por domínios de crosta paleoproterozoica (ex. domínios Carecuru e Lourenço/RICCI et al., 2001; ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), e domínios arqueanos retrabalhados (ex: Bloco Amapá e Domínio Paru/ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006).

A Folha Lourenço está posicionada no âmbito do Domínio Lourenço, individualizado por Rosa-Costa, Chaves e Klein (2014), composto por uma associação de granitoides e faixas de rochas metavulcanosedimentares paleoproterozoicos, cuja origem está relacionada à formação de arcos magmáticos, e no caso dos granitoides, representam também estágios colisionais a tardi-orogênicos (NOGUEIRA; BETTENCOURT; TASSINARI, 2000; TASSINARI; MACAMBIRA, 2004; AVELAR, 2002; LAFON et al., 2001; VIEIRA, 2007; FARACO et al., 2009; FARACO; THÉVENIAUT, 2011; BARRETO et al., 2013; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014, este projeto).

Estudos de cunho estrutural no Domínio Lourenço são raros, e os existentes foram realizados em áreas de maior interesse metalogenético, como no setor do Morro da Mina, na região do Cassiporé, e Salamongone, na vila do Lourenço, (VEIGA; BRAIT FILHO; OLIVEIRA, 1985; YAMAMOTO; SCHARDT; MOTOKI, 1988; COSTA, 1988; FERRAN, 1988; NOGUEIRA, 2002), ambos no contexto da Folha Lourenço.

As unidades litoestratigráficas mapeadas na Folha Lourenço estão dispostas geralmente segundo a estruturação regional NW-SE, representada por lineamentos estruturais dúcteis a rúpteis, que controlam a forma dos copos rochosos, e em alguns casos, a colocação de plútons granitoides.

A partir da integração de informações de campo, interpretações das imagens aerogeofísicas e de sensores remotos (satélite e radar), foi possível separar quatro domínios geofísico-estruturais para a Folha Lourenço (Figura 4.1), dispostos em faixas de direção NW-SE, com limites concordantes com grandes discontinuidades geológicas, que refletem a estruturação regional da área, consolidada durante os vários estágios da evolução orogênica riaciana.

Os domínios são enumerados de 1 a 4, de nordeste para sudoeste, e a compartimentação teve forte influência das imagens magnéticas, visto que estas podem realçar diferenças de padrões magnéticos, áreas anômalas de grandes comprimentos de onda, e anomalias magnéticas lineares, que estão diretamente relacionadas com o arcabouço estrutural. Estes domínios estruturais também se diferenciam nas imagens radiométricas, especialmente no mapa de composição ternária (Th, U, K), visto que cada do-

mínio apresenta associações de unidades estratigráficas e constituição litológica características (Figuras 4.1 e 4.2).

### 4.1 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 1

Neste domínio estão incluídas as unidades sedimentares fanerozoicas, que apresentam relevo magnético suave e baixa suscetibilidade magnética. Nas imagens gamaespectrométricas apresentam em geral baixa radiação, evidenciada na imagem ternária RGB por colorações escuras, com porções apresentando anomalias de K (colorações avermelhadas no mapa ternário), que provavelmente representam as áreas mais argilosas das unidades Coberturas Superficiais Indiferenciadas e Depósitos Argilosos Flúvio-marinhos. Há concentrações de K também na drenagem do rio Cunani, indicando processos de lixiviação.

### 4.2 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 2

Corresponde à área de ocorrência do Granito Cunani, Tonalito Carnot, Charnoquito Acapuzal e de outros plútons graníticos da unidade Granitoides Indiferenciados. Esta associação de unidades, composta predominantemente por rochas graníticas, caracteriza este domínio nos mapas gamaespectrométricos como o de mais alta radiação (Figura 4.1 D e E).

Também é o domínio que apresenta internamente os maiores gradientes de campo magnético, com amplitudes elevadas e relevo magnético bastante movimentado, que permite sua delimitação clara nos mapas de campo total, de amplitude do sinal analítico e da primeira derivada do campo magnético (Figura 4.1 A a C). Uma característica que deve ser destacada neste domínio é a presença marcante de lineamentos magnéticos fortemente orientados segundo NE-SW e E-W, portanto, não concordantes à estruturação regional NW-SE.

Em imagem SRTM o relevo deste domínio mostra-se aplainado, tendendo a rugoso em direção a oeste, com lineamentos de drenagem bem marcados nas direções NE-SW e E-W. Outra feição que se destaca no relevo plano são lineamentos de grande extensão na direção aproximada N-S, que se refletem em cristas estreitas e alongadas, relacionadas aos diques da unidade Diabásio Cassiporé.

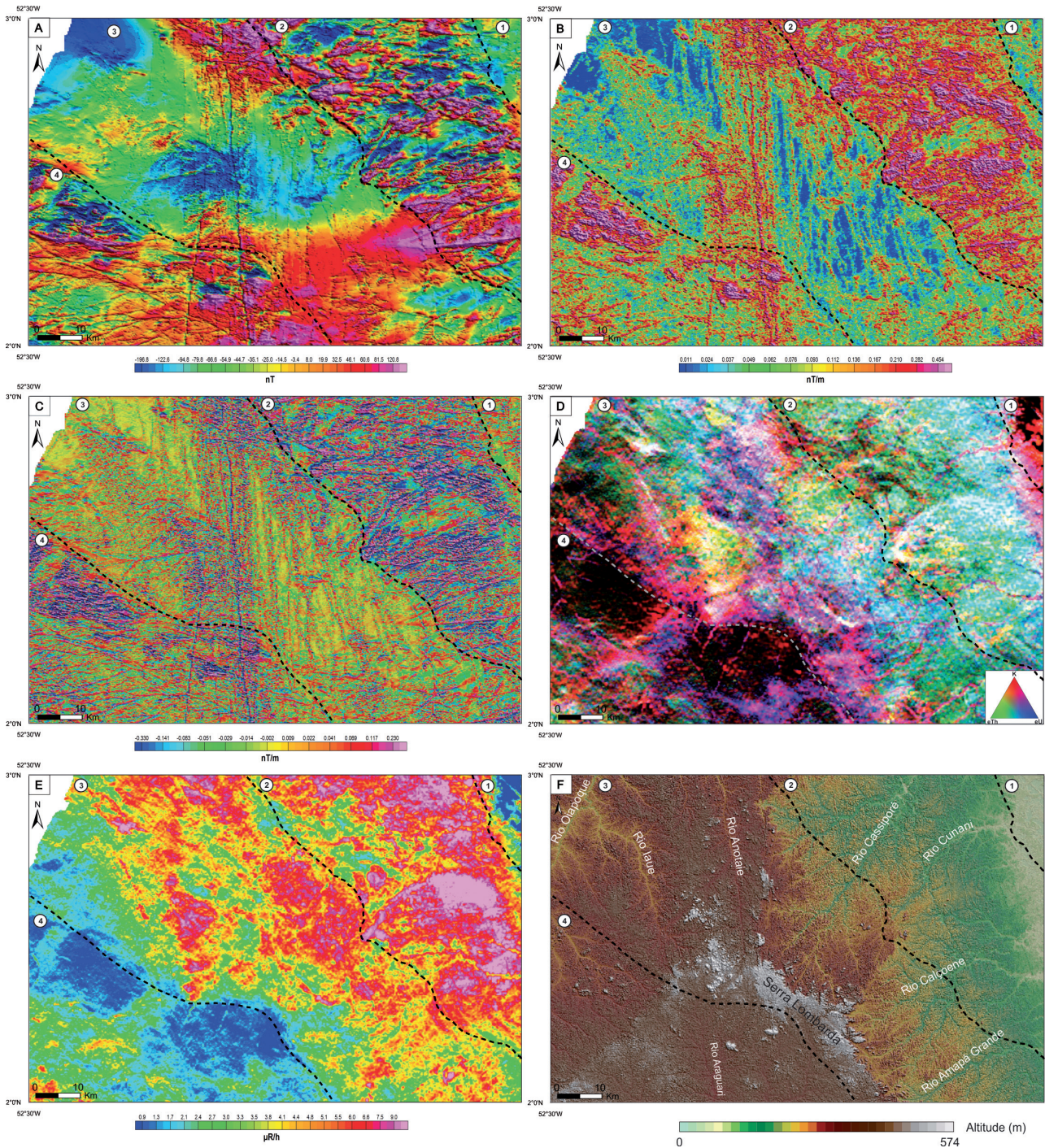
A principal feição estrutural encontrada em escala de afloramento neste domínio, observada principalmente no Granito Cunani e Tonalito Carnot, é o bandamento composicional definido pela alternância rítmica de níveis de composições dife-



rentes (félsicas e máficas). Tem direção E-W e subordinadamente NE-SW, com ângulos de mergulho altos, em geral para N. Bandamento com baixo ângulo de mergulho também ocorre, principalmente no Granito Cunani. Este bandamento composicional é interpretado como de origem magmática, portanto define uma superfície  $S_0$ , que muitas vezes é ressaltada por enclaves máficos alongados e concordantes, e pelo alinhamento de fenocristais de feldspato nas bandas mais félsicas, indicando direção de fluxo magmático, conforme discutido no Capítulo 3. Níveis aplíticos concordantes também ressaltam o bandamento.

De modo localizado, o bandamento composicional é afetado por dobras, que podem apresentar uma superfície plano axial (Figura 4.3), onde observa-se o achatamento de agregados quartzo-feldspáticos e forte orientação de finos agregados máficos.

Quando observados microscopicamente, os granitoides do Granito Cunani e Tonalito Carnot podem apresentar texturas ígneas preservadas (ex. granular hipidiomórfica, granular orientada, porfírica/ vide Capítulo 3). No entanto, observa-se em alguns locais feições que sugerem o desenvolvimento de uma foliação  $S_1$  superposta a  $S_0$ , com componente no estado sólido. Esta foliação é marcada pela orientação



**Figura 4.1** - Imagens aerogeofísicas e de relevo, com as linhas tracejadas em preto separando os domínios geofísico-estruturais da Folha Lourenço. (A) Magnético do campo total, sombreado. (B) Magnético, da amplitude do sinal analítico, sombreado. (C) Magnético, da primeira derivada vertical, sombreada. (D) Radiométrico, da composição ternária U-Th-K (RGB). (E) Radiométrico, de contagem total. (F) Relevo sombreado do SRTM.



preferencial de feldspatos e de minerais ferromagnesianos, e pela formação de trilhas de subgrãos e novos grãos nos cristais de quartzo. Esta foliação é registrada principalmente na porção norte do domínio, nas rochas do Tonalito Carnot. A orientação da foliação  $S_1$  é concordante à  $S_0$ , portanto principalmente E-W, e tem mergulhos moderados a altos para N. Associada à foliação  $S_1$  ocorre uma lineação de estiramento mineral pouco desenvolvida, e as raras medidas indicam ângulos de caimento inferiores a  $15^\circ$ , para NE. Esta relação de superposição entre as foliações  $S_0$  e  $S_1$  são mais claras na porção central e norte deste domínio.

Bandas miloníticas de espessuras centimétricas foram observadas localmente em afloramentos do Granito Cunani, com orientação sub-concordante com as foliações  $S_0$  e  $S_1$ , com orientação mais ENE-WSW, que por vezes são ressaltadas por veios pegmatíticos. Em algumas zonas foi possível observar o sentido de movimentação dextral. Não há informações suficientes para assegurar se estas estruturas foram desenvolvidas durante a colocação dos corpos granitoides, ou se representam uma estrutura resultante de um tectonismo posterior. Estruturas semelhantes foram descritas por Rosa-Cosa, Chaves e Klein (2014) na Folha Rio Araguari.

Neste domínio geofísico-estrutural se destaca um conjunto de falhas e fraturas com direções NE-SW e E-W, com mergulhos altos a verticais, registrando um evento deformacional em regime rúptil-dúctil (Figura 4.4), até rúptil, que afeta as estruturas anteriormente descritas.

### 4.3 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 3

O domínio 3 engloba, total ou parcialmente, diversas unidades litoestratigráficas (Complexos Oiapoque e Camopi, Suíte Intrusiva Flexal, Suíte Cricou, Tonalito Lourenço, Granito Anotaie, Granito Cigana e Granitoides Indiferenciados).

Este domínio se caracteriza por moderados gradientes de campo magnético, relevo magnético suave e baixa suscetibilidade magnética (Figura 4.1 A a C). Este padrão magnético é perturbado por extensos feixes de extensos lineamentos submeridianos, principalmente na porção central do domínio, que estão relacionados com uma deformação rúptil, originada em fase precursora à abertura do Oceano Atlântico Sul, cujas juntas foram preenchidas por magmas da unidade Diabásio Cassiporé.

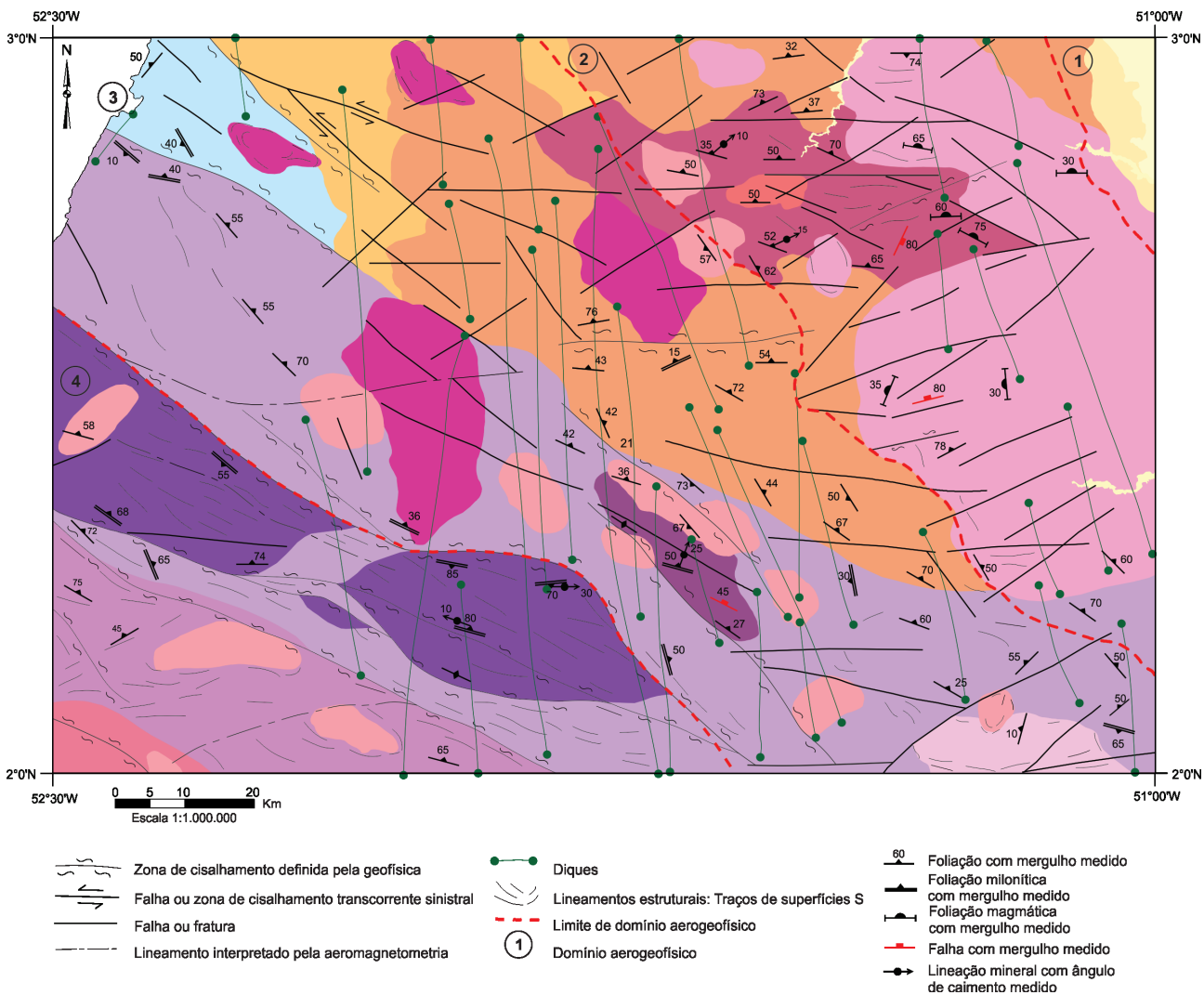


Figura 4.2 - Mapa esquemático com os principais lineamentos estruturais da Folha Lourenço. Também são mostrados os limites dos domínios geofísico-estruturais. As cores das unidades litoestratigráficas (com transparência) estão de acordo com a legenda da figura 3.1.



**Figura 4.3** - Bandamento composicional dobrado. Notar superfície plano axial, marcada pela linha amarela pontilhada



**Figura 4.4** - Falha sinistral rúptil-dúctil, deslocando o acamamento magmático  $S_0$

Nos mapas radiométricos o padrão de radiação gama é bastante variado (Figura 4.1 D e E), reflexo da diversidade litológica das unidades, que incluem granitoides e gnaisses de amplo espectro composicional, de intermediários a ácidos. Apresenta padrão de radiação moderado a alto observados nos canais do tório e urânio, estando em geral relacionados às unidades Granito Anotaié, Suíte Cricou e Complexo Oiapoque, enquanto o potássio apresenta concentrações elevadas principalmente na área de ocorrência do Granito Anotaié.

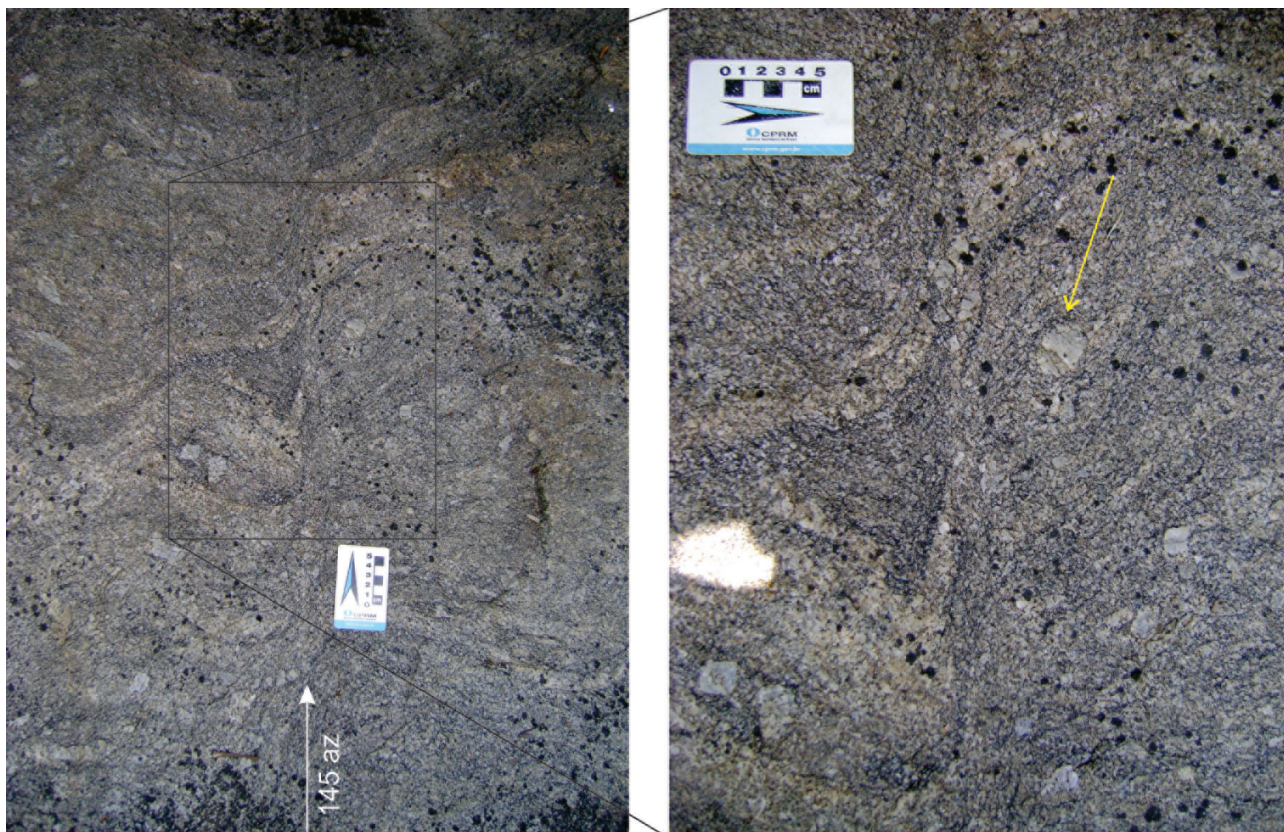
Neste domínio estão as maiores cotas topográficas da Folha Lourenço, com relevo bastante acidentado, principalmente na porção central e sul, formando as elevações da Serra Lombarda, de direção NW-SE (Figura 4.1E). Na imagem STRM, lineamentos de drenagem são bem marcados nas direções NE-SW, relacionados aos rios Cassiporé, Calçoene, Oiapoque e Amapá Grande, e NNW-SSE, que controlam os rios Anotaié, Marupi e Iauê.

No Domínio 3 a estruturação regional NW-SE é bem marcada, através de grandes lineamentos, alguns caracterizados em campo como zonas de cisalhamento. Os elementos estruturais identificados em escala de afloramento neste domínio foi uma foliação tectônica  $S_T$ , indicada pelo alinhamento de minerais ferromagnesianos, pelo estiramento de quartzo e feldspatos, e comumente pelo alongamento, e até ruptura, de enclaves máficos. Esta foliação está orientada na direção NW-SE, com mergulhos bastante variáveis, em torno de 25° a 75°, predominantemente para NE. Também foi registrada uma foliação milonítica  $S_m$  concordante, de direção NW-SE, com mergulhos principalmente entre 40° e 65° para NE. Algumas lineações de estiramento mineral associadas foram medidas, com mergulhos geralmente menores que 25° para NE. A foliação milonítica  $S_m$  pode estar associada a extensas zonas de cisalhamento, que por vezes definem contatos tectônicos entre unidades litoestratigráficas. Foram registradas em alguns afloramentos bandas de cisalhamento seccionando as foliações  $S_T$  e  $S_m$  (Figura 4.5).

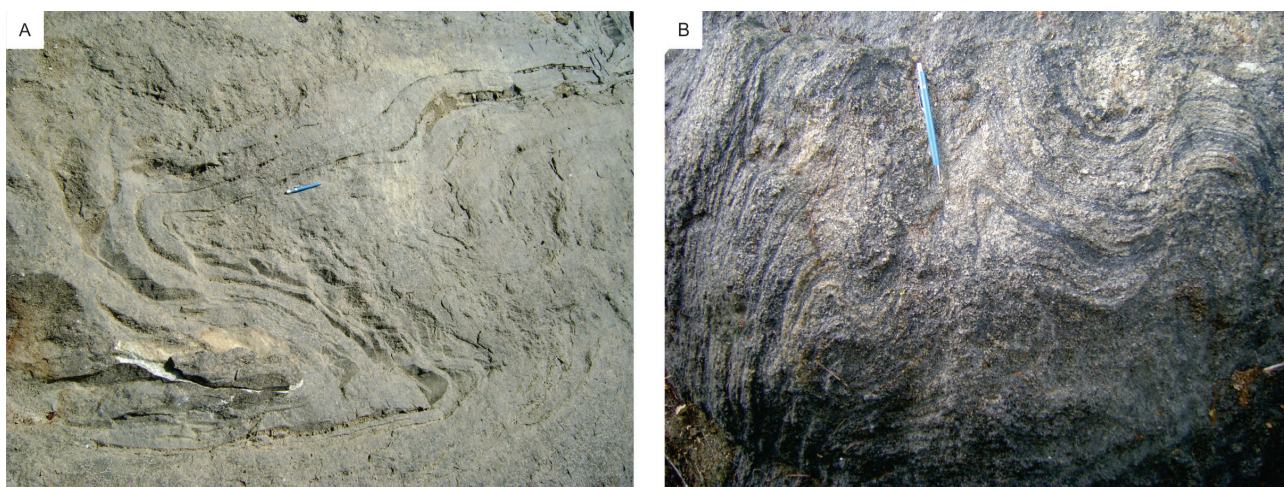
Veios de quartzo e pegmatoides são bastante comuns e podem estar concordantes, subconcordantes ou discordantes da foliação. A maioria está orientada segundo a direção NW, portanto concordantes, com mergulhos acentuados para NE ou SW, com espessuras centimétricas a métricas. Os veios concordantes ou subconcordantes podem formar *boudins* ou dobras, e os veios discordantes geralmente desenhavam dobras ptigmáticas, dobras apertadas a assimétricas, com eixos subverticais e planos axiais paralelos à foliação (Figura 4.6 A). Gnaisses com dobras intrafoliais, observados em rochas na Suíte Intrusiva Flexal, revelam uma complexa história tectônica (Figura 4.6 B).

Neste domínio observa-se que a deformação atuou de forma heterogênea nos corpos rochosos, pois é comum uma unidade litoestratigráfica englobar granitoides preservando feições ígneas, como orientação de fluxo magmático, ou fortemente deformados, com foliação milonítica ou bandamento gnáissico, quando apresentam microtexturas granolepidoblásticas, porfiroclásticas, protomiloníticas (ex. Suíte Intrusiva Flexal, Tonality Lourenço, Complexo Camopi, Suíte Cricou/vide Capítulo 3).





**Figura 4.5** - Banda de cisalhamento sinistral em metagranitoide da Suíte Intrusiva Flexal deslocando a foliação. Notar no detalhe porfiroclastos sigmoidais de feldspato.



**Figura 4.6** - Dobramentos observados em rochas da Suíte Intrusiva Flexal. (A) Dobra intrafolial assimétrica com eixo subvertical. (B) Dobras assimétricas em gnaíse.

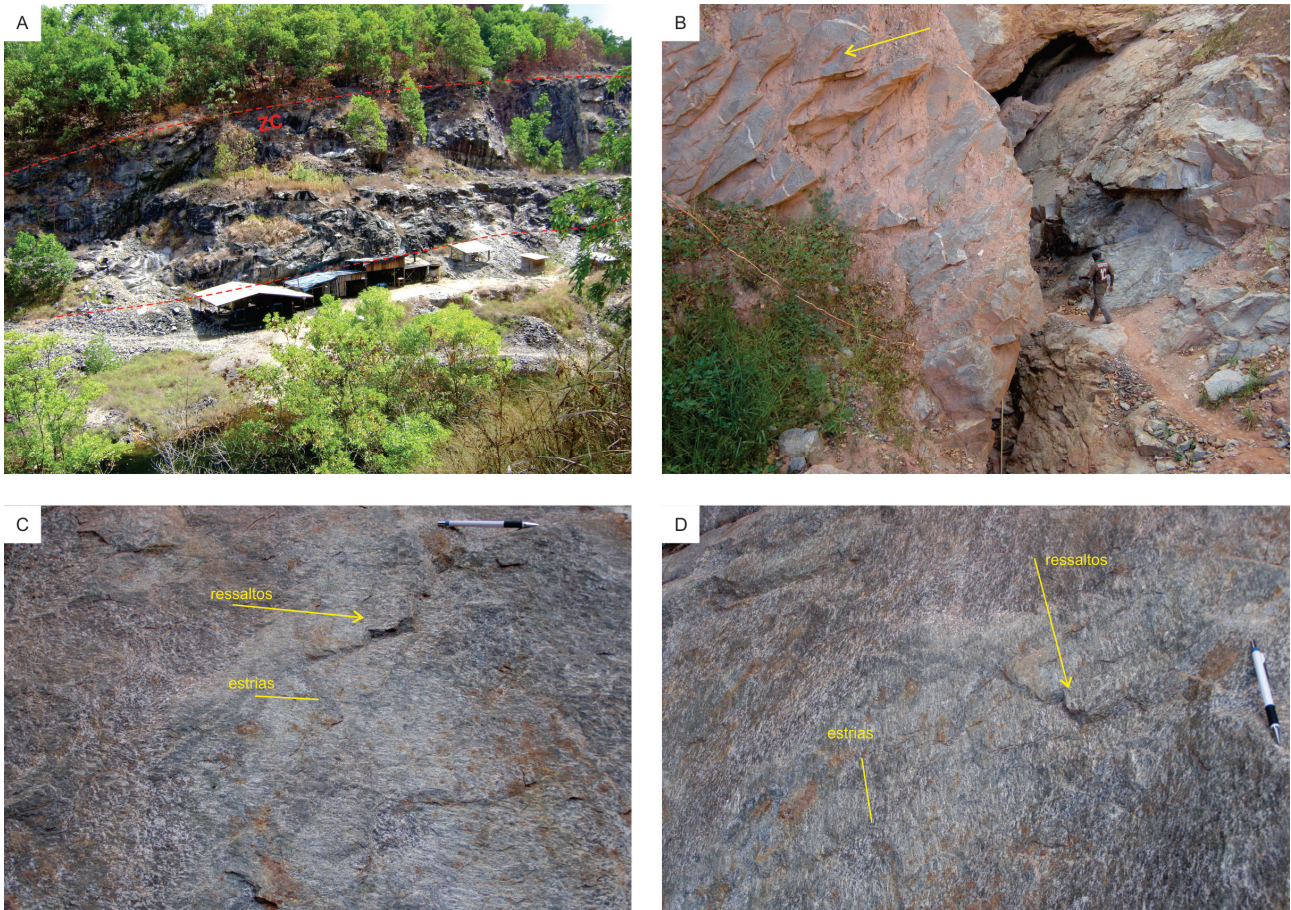
Devem ser destacadas as zonas de cisalhamento transcorrentes rúpteis-dúcteis de direção NW-SE, observadas em afloramentos na região da Mina de Salamangone, na Vila do Lourenço. Estas zonas estão dispostas predominantemente segundo N63°W/48°NE, com estrias segundo 28°/324, e ressaltos indicando sentido de movimento dextral (Figura 4.7). Estas estruturas têm importância fundamental no controle de mineralizações auríferas, pois são hospedeiras dos filões auríferos, e por sua vez são recortadas por falhas e fraturas.

Falhas e fraturas estão bem representadas nas imagens aerogeofísicas e de radar (SRTM) no Domínio 3 (Figuras 4.1 e 4.2). Em escala de afloramento

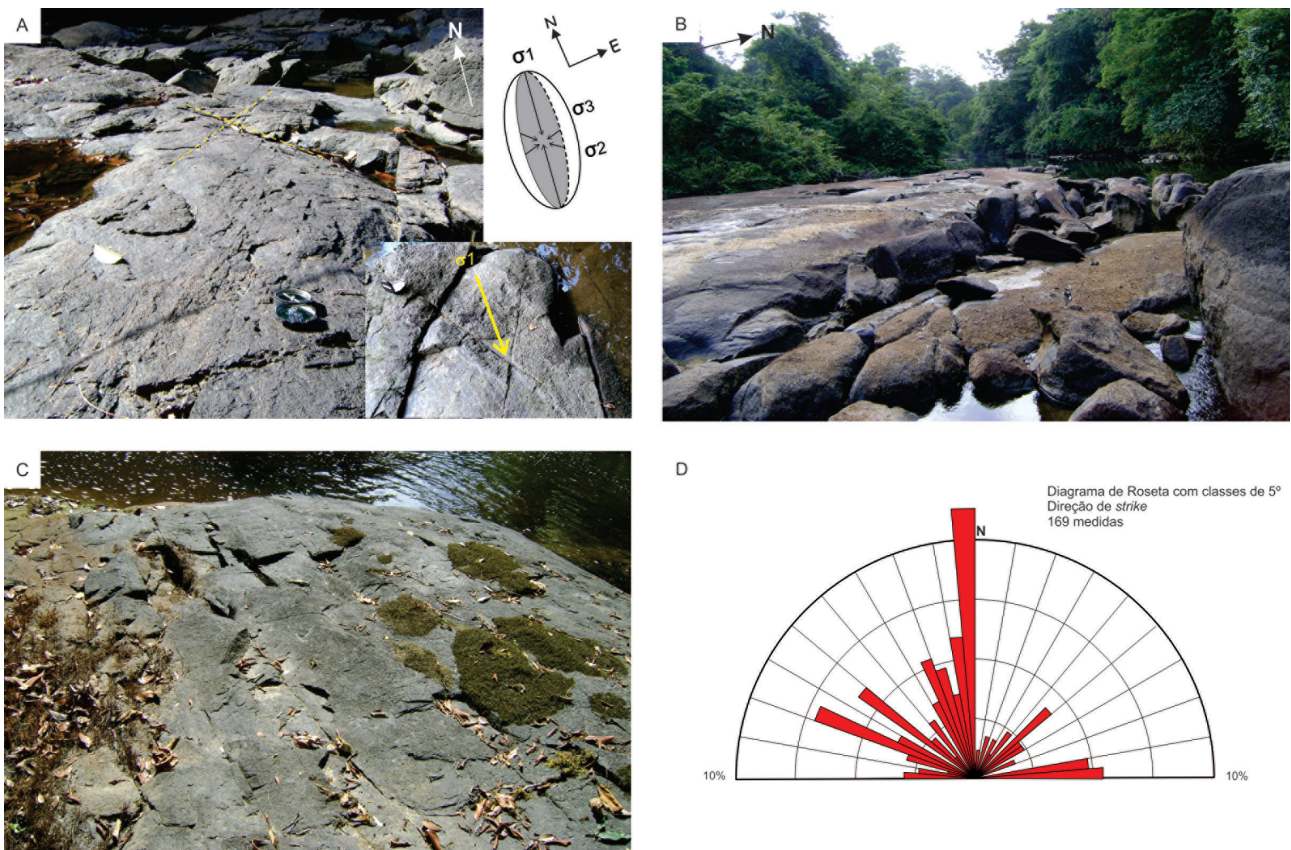
foi possível identificar um par conjugado com juntas de direção NW-SE e NE-SW, com mergulhos subverticais, que sugere a atuação de um elipsoide de tensão com  $\sigma_1$  na direção N-S (Figura 4.8 A). Em campo observa-se que estas juntas N-S podem estar preenchidas por diques do Diabásio Cassiporé (Figura 4.8 B), ou representam um sistema de fraturas subparalelas (Figura 4.8 C).

O tratamento estatístico de medidas de campo de juntas, ilustrado no diagrama de roseta da Figura 4.8 D, mostra a distribuição dessas estruturas dispostas nas direções NW-SE, NE-SW, E-W e N-S. Apesar da grande variação de direções, observa-se o predomínio de estruturas de direção N-S.





**Figura 4.7** - (A) Vista da zona de cisalhamento (CZ) transcorrente no talude da mina. (B) Planos das superfícies de falha observados no Tonalito Lourenço. (C) e (D) Ressaltos e estrias no plano da falha transcorrente que indicam cinemática dextral.



**Figura 4.8** - (A) Par conjugado de juntas, com indicação da posição de  $\sigma_1$ ; (B) Fratura de direção N-S preenchida por diques do Diabásio Cassiporé; (C) Sistema de juntas de direção N-S; (D) Diagrama de roseta com as direções e frequências das medidas de juntas e fotolineamentos do domínio geofísico-estrutural 3.



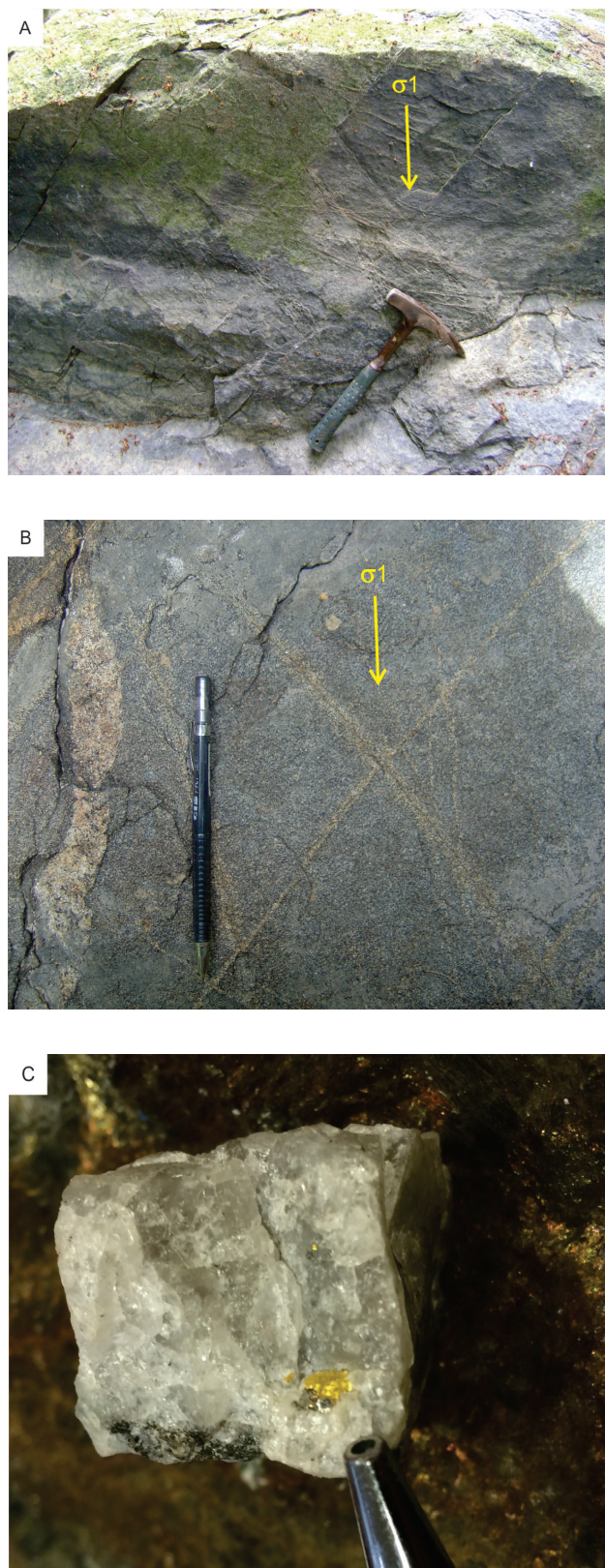
#### 4.4 DOMÍNIO GEOFÍSICO-ESTRUTURAL 4

As principais unidades que representam este domínio são o Diorito Rio Mutura, Suíte Intrusiva Flexal, Tonalito Papa Vento e o Complexo Araguari. É caracterizado por um relevo magnético movimentado, sugerindo a presença de rochas com alta a moderada susceptibilidade magnética, especialmente na área de ocorrência do Diorito Rio Mutura (Figura 4.1 A a C). Extensos lineamentos magnéticos são bem marcados na imagem da primeira derivada vertical do campo magnético, orientados na direção de estruturação regional NW-SE, mas também nas direções NE-SW e E-W. Estes lineamentos são contínuos, sinuosos, e são interpretados como possíveis zonas de cisalhamento. No caso dos lineamentos magnéticos NW-SE, alguns foram caracterizados em campo como zonas de cisalhamento, que seccionam ou marcam limites de corpos rochosos.

Nos mapas radiométricos predominam valores baixos de radiação gama, que refletem principalmente os corpos do Diorito Rio Mutura (Figuras 4.1 D e E), que se destacam pelas formas elípticas, com comprimento maior NW-SE. Esta resposta é compatível com a constituição litológica desta unidade, onde predominam rochas dioríticas, com tonalitos subordinados. As outras unidades litoestratigráficas do domínio apresentam radiação moderada, com mais altos valores registrados na área do Complexo Araguari.

Informações estruturais de campo são restritas neste domínio. Nos afloramentos visitados foi identificada uma foliação tectônica  $S_1$ , principalmente segundo o *trend* regional NW-SE, com mergulhos de médio a alto ângulo, para NE e SW. Em zonas de maior concentração de deformação, especialmente nas proximidades das zonas de cisalhamento, a foliação é milonítica ( $S_m$ ), de alto ângulo, com lineações de estiramento mineral de baixo *rake*, indicando movimentação predominantemente transcorrente.

As estruturas rúpteis observadas nas imagens de radar e aerogeofísicas mais proeminentes neste domínio são as juntas de direção N-S, relacionadas ao Diabásio Cassiporé. Mas em escala de afloramento, no Diorito Rio Mutura, foram observados pares de juntas conjugadas, com direções NE-SW e NW-SE, associadas com juntas preenchidas por veios quartzo-feldspáticos. Esta associação de juntas sugere um elipsoide de tensões com  $\sigma_1$  na direção NNW-SSE (Figura 4.9 A e B). Destaca-se a importância deste sistema de juntas, uma vez que foi encontrado em um afloramento (CR-15) ouro livre em veio de quartzo (Figura 4.9 C).



**Figura 4.9** - (A) e (B) Pares de juntas conjugadas, com posição sugerida de  $\sigma_1$ . Notar em B veio quartzo-feldspático na direção de  $\sigma_1$ , sugerindo colocação em zona dilatacional. (C) Veio de quartzo com ouro livre. Estação CR-15.

# 5 PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

## 5.1 INTRODUÇÃO

Para prospecção geoquímica em escala de reconhecimento regional foram coletadas e analisadas 210 amostras de sedimento de corrente (SC), 198 amostras de concentrados de bateia (CB) e 18 amostras de solo (L). As amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia foram coletadas simultaneamente à execução dos perfis geológicos, ou seja, durante os levantamentos nos principais rios navegáveis da área e seus principais afluentes (rios Oiapoque, Iauê, Cassiporé, Segundo Braço, Cunani, Calçoene, Lamparina, Amapá Grande e Anotaiê), e especificamente na porção sul da folha as amostragens foram feitas a partir de clareiras acessadas por helicóptero. A coleta de amostras de solo foi realizada na região próxima às chamadas Mina Velha do Cassiporé e Mina do Salamangone (vide capítulo 6 de recursos minerais) (Figura 5.1).

O objetivo principal da prospecção foi auxiliar no mapeamento geológico, já que os resultados analíticos podem indicar a natureza das rochas fonte dos sedimentos, pela relação que existe entre elementos e determinados litotipos, além de auxiliar na definição de áreas potenciais para depósitos minerais. As informações de campo e os resultados analíticos foram armazenados no banco de dados de geoquímica da CPRM através do aplicativo FCampo (versão 5.1).

## 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A amostragem de sedimentos de corrente foi executada preferencialmente nas calhas das drenagens ativas, enquanto que as amostras de concentrados de bateia foram coletadas onde os minerais pesados se depositam naturalmente pela quebra de energia de transporte nesses cursos d'água. Devi-

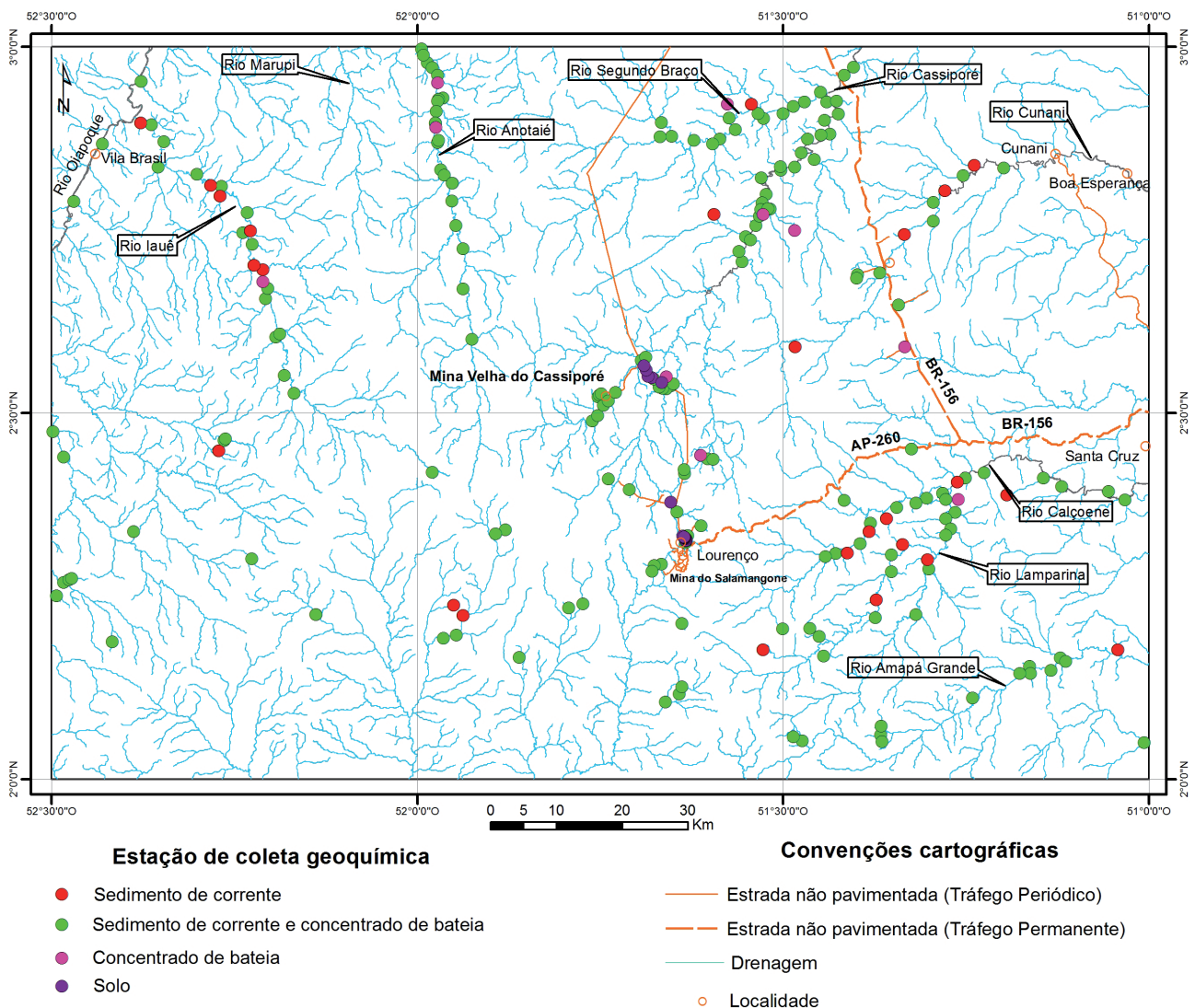


Figura 5.1 - Mapa de localização dos pontos de coletas de amostras.



do às condições de acesso muito limitadas na Folha Lourenço, a densidade de amostragem final foi de aproximadamente 1 amostra/89,5 km<sup>2</sup>, sendo que as bacias amostradas apresentaram área de capitação entre 0,3 a 92 Km<sup>2</sup>.

As amostras de sedimento de corrente são do tipo composta, constituídas por alíquotas coletadas com espaçamento de aproximadamente 1 a 2 metros, que totalizam um volume em torno de 2-3 kg. As coletas foram feitas em pontos distantes cerca de 500 m da foz das drenagens de segunda e terceira ordem. Estes distanciamentos tiveram como objetivo evitar contaminações por elementos e minerais dos cursos d'água de ordens inferiores, e assim delimitar as micro-bacias fornecedoras daqueles componentes minerais de interesse.

A preparação inicial das amostras de sedimentos de corrente foi realizada em laboratório da CPRM – Superintendência Regional de Belém, onde estas foram secas a 60 °C, peneiradas a -80#, e quar-teadas. Após o quar-teamento, uma alíquota de cada amostra foi enviada para análise em laboratório co-

mercial (SGS GEOSOL), e outra alíquota foi arquivada. No laboratório as amostras foram pulverizadas, abertas parcialmente com água régia (HCl e HNO<sub>3</sub>) e posteriormente dosadas por ICP-MS e ICP-OES para 51 elementos químicos. Na Tabela 5.1 são listados os elementos analisados, com seus respectivos limites de detecção utilizados no laboratório citado.

Para as amostras de concentrados de bateia foram coletados inicialmente cerca de 20 litros de material, no qual foi feita a concentração de pesados por bateamento, chegando-se a uma amostra final com cerca de 200 g (Figura 5.2). Essas amostras foram secas a 60 °C em laboratório da CPRM – Superintendência Regional de Belém, e em seguida enviadas para análise mineralógica semiquantitativa, as quais foram executadas na CPRM – Superintendência Regional de Porto Alegre e em laboratório da SGS GEOSOL.

A coleta de amostras de solo foi realizada na região da Mina Velha do Cassiporé e na região da Mina do Salamangone, onde foram coletadas 5 e 11 amostras, respectivamente. Na primeira área o espaçamento médio entre as estações amostradas foi de cerca de

**Tabela 5.1 - Elementos analisados pelo laboratório da SGS GEOSOL.**

(continua)

Elemento Químico	GEOSOL	Elemento Químico	GEOSOL
Mo	0,05 ppm a 1%	Na	0,01% a 15%
Cu	0,5 ppm a 1%	K	0,01% a 15%
Pb	0,2 ppm a 1%	W	0,1 ppm a 1%
Zn	1 ppm a 1%	Sc	0,1 ppm a 1%
Ag	0,01 ppm a 10 ppm	Tl	0.02 - 1%
Ni	0,5 ppm a 1%	S	0,01% a 5%
Co	0,1 ppm a 1%	Hg	0,01 ppm a 1%
Mn	5 ppm a 1%	Se	1 ppm a 0,1%
Fe	0,01% a 14%	Te	0,05 ppm a 0,1%
As	1 ppm a 1%	Ga	0,1 a 1%
U	0,05 ppm a 1%	Cs	0,05 ppm a 0,1%
Au	0,1 ppm a 100 ppm	Ge	0,1 ppm a 1%
Th	0,1 ppm a 1%	Hf	0,05 ppm a 0,05%
Sr	0,5 ppm a 1%	Nb	0,05 ppm a 0,1%
Cd	0,01 ppm a 1%	Rb	0,2 ppm a 1%
Sb	0,05 ppm a 1%	Sn	0,3 ppm a 0,1%
Bi	0,02 ppm a 1%	Ta	0,05 ppm a 1%
V	1 ppm a 1%	Zr	0,5 ppm a 1%
Ca	0,01% a 15%	Y	0,05 ppm a 1%
P	50 ppm a 1%	Ce	0,05 ppm a 0,1%
La	0,1 ppm a 1%	In	0,02 ppm a 0,05%
Cr	1 ppm a 1%	Re	0,1 ppm a 1%
Mg	0,01% a 15%	Be	0,1 ppm a 0,01%
Ba	5 ppm a 1%	Li	1 ppm a 5%
Ti	0,01% a 15%		
B	10 ppm a 1%		
Al	0,01% a 15%		



Figura 5.2 - Coleta de amostra de concentrado de bateia.

1 km, enquanto na segunda o espaçamento adotado foi de 100 m. A coleta foi feita em uma profundidade de 30 cm do perfil de solo (horizonte B), para evitar a presença de matéria orgânica. O procedimento laboratorial para as amostras de solo foi semelhante ao das amostras de sedimento de corrente, e estas também foram analisadas no laboratório SGS GEOSOL.

## 5.3 RESULTADOS ANALÍTICOS E TRATAMENTO DOS DADOS

### 5.3.1 Sedimentos de corrente

Para o tratamento dos dados analíticos de amostras de sedimentos de corrente foram utilizados os softwares Excel 2010 e *Statística 10*, obedecendo-se as seguintes etapas:

**Análise estatística univariada** – Para análise univariada foram feitas as atividades: 1) estudo da variância dos elementos; 2) cálculo dos estimadores estatísticos; 3) análise de histogramas (Apêndice 3) e 4) diagrama de probabilidade tipo *probability plot* (Apêndice 4) e diagramas *Box Plot*;

**Análise bivariada** – A análise bivariada envolveu a técnica de matriz de correlação;

**Análise estatística multivariada** – Para análise multivariada utilizou-se a análise fatorial.

A Tabela 5.2 apresenta o sumário estatístico dos 51 elementos analisados, onde em negrito estão destacados aqueles que não foram aproveitados para a continuidade do tratamento estatístico, por não terem atingido 70% do total dos valores válidos (As, Au, Cd, Sb, Bi, Mg, B, Na, W, Tl, S, Se, Te, Cs e Ge). O limiar foi determinado a partir da análise visual, para os 31 elementos selecionados, utilizando os diagramas tipo *probability plot* (Apêndice 4), onde são plotados os valores observados em escala logarítmica *versus* valor normal esperado, com setas indicando os limiares nas quebras de padrão no alinhamento das amostras em azul. Na Tabela 5.3 estão as estações anômalas para elementos/associações definidas pelas anomalias de primeira ordem.

A Tabela 5.4 mostra o diagrama de correlação para os 31 elementos selecionados para a continuidade do tratamento estatístico. Nesta destacam-se os elementos com correlação muito forte ( $\geq 0,85$ ), forte ( $\geq 7$  e  $< 0,85$ ) e moderada ( $\geq 6$  e  $< 7$ ). As correlações muito fortes reportam principalmente os Elementos Terras Raras, além de Ba-Sr, e assim como para associações fortes, tais elementos na análise bivariada formam associações relevantes na análise multivariada.

A análise multivariada envolveu a técnica de análise fatorial, sendo que para utilização desta técnica os dados foram também padronizados em escala logarítmica e utilizados sem a presença dos valores *outliers* e extremos. Esta análise foi calibrada com a rotação *varimax normalized*, e para a determinação do número de fatores que são relevantes para análise foi utilizado o teste de *Scree* (Figura 5.3), e a partir daí o critério de Kaiser (1960), que considera o valor acima de 1 como relevante para análise. No diagrama da Figura 5.3, observa-se que até o sexto fator é considerado relevante para análise, sendo que neste trabalho foram elaborados mapas levando em consideração apenas o Fator 5.

Tabela 5.2 - Sumário estatístico dos 51 elementos analisados. Em negrito estão destacados elementos não aproveitados para o tratamento estatístico.

Elementos		Nº Válidos (%)	Média	Desvio Padrão	CV	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Limiar 1º Ordem	Concentração na Crosta (ppm)*	Concentração na Crosta (ppm)**
Mo_ppm	210	100	1,00	2,04	2,05	0,06	0,25	0,46	0,985	17,49	2,8	1,5	1,5
Cu_ppm	210	100	7,88	7,11	0,90	0,8	3,5	5,75	9,9	52,3	19,2	3	25
Pb_ppm	210	100	7,28	5,27	0,72	1,3	4,1	6,05	9,325	56,2	12,3	12,5	14,8
Zn_ppm	210	99	9,52	8,26	0,87	1	4	7	13	56	31	70	65
Ag_ppb	210	70	0,06	0,11	1,71	0,01	0,02	0,04	0,06	1,02	0,11	0,07	70 ppb
Ni_ppm	210	97	3,93	3,52	0,90	0,5	1,7	2,7	5	26,1	12	75	56
Co_ppm	210	100	2,02	3,10	1,54	0,3	0,8	1,5	2,3	39,5	3,9	25	
Mn_ppm	210	95	131,12	136,17	1,04	0,01	0,07	106	185	952	364,16	950	716
Fe_%	210	100	1,53	1,02	0,67	0,13	0,89	1,3	1,815	7,12	4,12		4,32%



Tabela 5.2 - Sumário estatístico dos 51 elementos analisados. Em negrito estão destacados elementos não aproveitados para o tratamento estatístico.

(conclusão)

Elementos		Nº Válidos (%)	Média	Desvio Padrão	CV	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Limiar 1º Ordem	Concentração na Crosta (ppm)*	Concentração na Crosta (ppm)**
<b>As_ppm</b>	210	10	3,43	5,31	1,55	1	1	1	3,5	25			
U_ppm	210	100	1,53	1,67	1,09	0,07	0,545	1,115	1,92	14,37	4,63	2,7	1,7
<b>Au_ppb</b>	210	0	0,40	X	X	0,4	X	0,4	X	0,4			
Th_ppm	210	100	38,62	87,76	2,27	0,1	3,1	12,2	40,7	801,2	183,5	10	8,5
Sr_ppm	210	99	4,36	3,30	0,76	0,5	2,1	3,5	5,5	22,6	9,6	375	333
<b>Cd_ppm</b>	210	56	0,05	0,13	2,58	0,01	0,01	0,02	0,04	1,38			
<b>Sb_ppm</b>	210	64	0,10	0,06	0,54	0,05	0,06	0,09	0,13	0,38			
<b>Bi_ppm</b>	210	41	0,06	0,07	1,23	0,02	0,03	0,04	0,05	0,44			
V_ppm	210	100	15,98	20,49	1,28	1	5	10,5	20	187	49,24	135	98
Ca_%	210	80	0,02	0,02	0,78	0,01	0,01	0,02	0,02	0,15			3,85%
P_%	210	75	174,69	163,62	0,94	50	79,5	122	211,5	1191	290		757
La_ppm	210	100	76,99	182,35	2,37	0,6	4,5	16,7	79,5	1692	343,8	30	30
Cr_ppm	210	100	11,87	11,68	0,98	1	5	8	14	96	40	100	126
<b>Mg_%</b>	210	44	0,03	0,03	1,25	0,01	0,01	0,02	0,03	0,28			
Ba_ppm	210	97	26,19	19,05	0,73	5	13	22	33	150	55	425	584
Ti_%	210	94	0,18	0,21	1,14	0,01	0,05	0,1	0,25	1,18	0,47		4010
<b>B_ppm</b>	210	0	12,00	X	X	12	X	12	X	12			
Al_%	210	100	0,85	0,84	1,00	0,05	0,25	0,6	1,13	5,16	2,64		7,96%
<b>Na_%</b>	210	2	0,02	0,01	0,38	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02			
K_%	210	79	0,03	0,03	0,96	0,01	0,02	0,02	0,03	0,24	0,08		2,14%
<b>W_ppm</b>	210	25	0,28	0,27	0,98	0,1	0,1	0,2	0,3	1,5			
Sc_ppm	210	92	1,37	1,31	0,96	0,1	0,5	1	1,8	9,7	3,5	16	16
<b>Ti_ppm</b>	210	16	0,04	0,02	0,59	0,02	0,03	0,03	0,04	0,14			
<b>S_%</b>	210	30	0,02	0,02	1,10	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16			
Hg_ppb	210	79	0,06	0,06	1,04	0,01	0,02	0,04	0,0725	0,39	0,18	0,08	40 ppb
<b>Se_ppm</b>	210	2	1,00	0,00	0,00	1	1	1	1	1			
<b>Te_ppm</b>	210	9	0,12	0,17	1,43	0,05	0,06	0,07	0,115	0,8			
Ga_ppm	210	100	3,87	3,57	0,92	0,3	1,3	2,8	5,325	22,8	11,2	15	15
<b>Cs_ppm</b>	210	68	0,20	0,34	1,71	0,05	0,07	0,11	0,2	2,8			
<b>Ge_ppm</b>	210	8	0,27	0,27	0,99	0,1	0,1	0,2	0,3	1			
Hf_ppm	210	85	0,71	0,98	1,38	0,05	0,19	0,39	0,8325	7,18	2,83	3	4,9
Nb_ppm	210	100	1,83	1,86	1,02	0,07	0,56	1,075	2,535	10,39	4,31	20	19
Rb_ppm	210	93	1,93	3,49	1,80	0,2	0,7	1	1,8	35	9,9	990	78
Sn_ppm	210	91	1,78	2,26	1,27	0,3	0,7	1,3	2	20,5	4,6	2	2,3
<b>Ta_ppm</b>	210	5	0,10	0,10	1,01	0,05	0,05	0,07	0,08	0,38			
Zr_ppm	210	99	23,17	30,93	1,34	0,5	4,6	13,1	28,3	216	89,3	165	203
Y_ppm	210	100	4,36	5,97	1,37	0,31	1,31	2,695	5,04	50,62	10,62	30	24
Ce_ppm	210	99	99,60	154,30	1,55	0,89	7,59	28,74	123,2	903,2	367,32	60	60
<b>In_ppm</b>	210	27	0,08	0,36	4,50	0,02	0,02	0,03	0,04	2,74			
<b>Re_ppb</b>	210	0	X	X	X	0	X	X	X	0			
<b>Be_ppm</b>	210	50	0,25	0,23	0,90	0,1	0,1	0,2	0,3	1,6			
<b>Li_ppm</b>	210	19	2,51	2,54	1,01	1	1	2	3	14			

\*Levinson (1980). \*\*Wedepohl (1995)

Tabela 5.3 - Estações anômalas e seus respectivos elementos/associações anômalas.

(continua)

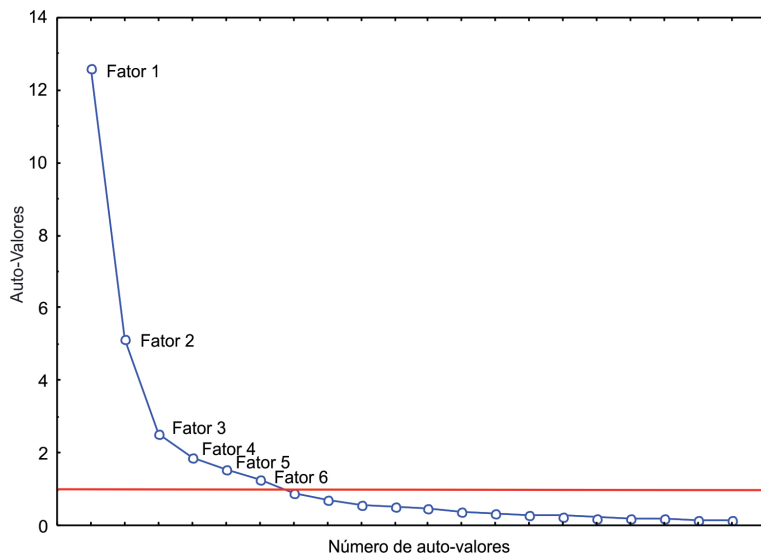
ESTAÇÕES	ELEMENTOS ANÔMALOS	ESTAÇÕES	ELEMENTOS ANÔMALOS
4046-MC-S-24	Th-(U-La-Y-Ce)-(Hf-Zr-Ti)-(Sr-Ba)-Pb-Fe-P-K-Sc-Nb-Cr	4046-CT-S-22	(La-Y-Ce)-P-Ti-Nb
4046-MC-S-16	(Hf-Zr-Ti)-Fe-Cr	4046-MC-S-44	Cr
4046-MC-S-19	Fe-Cr	4046-AR-S-015	Pb-Co-Mn-Ba-K-Rb
4046-ER-S-027	(Cu-Co-Ni-Cr)-(Pb-Ga)-(Sr-Ba)-Mn-Fe-Ti-K-Sc-Nb	4046-MC-S-26	(Cu-Co)-Pb-K-Ga
4046-MC-S-35	(Cr-Mo)-Fe-V-P-Sc-Ga	4046-CT-S-02	(Ti-Zr)-Nb
4046-AR-S-020	Nb-V	4046-AR-S-001	Th-(U-La-Y-Ce1000)-(Hf-Zr)-Pb-P-Sc-Nb
4046-AR-S-040	(Zr-Ti)-Pb-Nb	4046-ER-S-005	Ag
4046-AR-S-032	Th-(U-La-Y-Ce)-(Pb-Ga)-P-Ti	4046-ER-S-59	Pb-Zn-P-Hg-Sn
4046-CT-S-03	(Pb-Ga-Al)-(Zn-Ba)-(Cu-Ni-Co)-V-Cr-Sc-Y	4046-ER-S-48	(Mo-Ni)-Ag-Sn
4046-ER-S-011	(Pb-Al)-Co-V-P-Ti-Sc-Nb-Sn	2134-CE-S-04	Ag
4046-AR-S-009	Th-(La-Y-Ce)-Pb-P-Ti-Nb	4046-ER-S-54	Ag-Co-Mn
4046-AR-S-008	Pb-V-Ti-Nb	4046-MC-S-21	Pb
4046-AR-S-007	(Sr-Ba)-(Al-Ga)-Ag	4046-CT-S-09	Pb-Ag-Zr
4046-AR-S-014	Ti-Nb	4046-ER-S-022	Nb
4046-AR-S-026	Ti-Nb-Sn	4046-MC-S-32	(Y-Ce)
4046-AR-S-035	Th-(U-La-Y-Ce)-(Pb-Ga)-P	4046-AR-S-025	Ba
4046-AR-S-028	(Sr-Ba)	4046-MC-S-25	(Mo-Cu)-Zn
4046-AR-S-030	Pb-Co-Sr-V-Ti-Sc	2134-CR-S-03	P
4046-AR-S-018	Th-(La-Y-Ce)-P	4046-ER-S-37	Co
4046-MC-S-41	P-Nb-Zr-Ce	2134-MV-S-13	P-Ce
4046-AR-S-013	Mn	4046-ER-S-35	Pb-Ni-Sn
4046-AR-S-024	(Pb-Ga-Al)-(Sr-Ba)-V-P-Sc-Hg	2134-CE-S-02	Sn
4046-AR-S-002	(Pb-Ga-Al)-(Sr-Ba)-(Y-Ce)-V-P	4046-ER-S-018	Mo
4046-MC-S-43	Cu-Pb-Mn-Nb	2134-LT-S-03	Sn
4046-AR-S-019	Co-Ba-Sc	4046-ER-S-016	Mo
4046-AR-S-021	(Mo-Ni-Co)	2134-CE-S-03	Sn
4046-CT-S-11	(Y-Ce)-Sr-P	2134-CR-S-01	P-Ce
2134-MV-S-05	(Cu-Co)-(Zn-Sr-Ba)-Pb-V-P-Hg-Y	4046-ER-S-003	Ni
2134-LT-S-01	Nb	2134-CR-S-02	Cr-Sc
4046-AR-S-006	(Sr-Ba)	2134-CE-S-05	Mo
4046-MC-S-17	Pb-Ag-Mn-Ti	4046-MC-S-40	Pb
4046-AR-S-041	Cu	2134-LT-S-06	Ni
2134-MV-S-22	U-Cr-Rb	2134-CE-S-06	Ni
4046-CT-S-07	Co-Ba-Al-K	2134-CE-S-01	(Mo-Ni)
4046-MC-S-15	Hg	4046-ER-S-36	P-Ce
4046-MC-S-20	(Al-Ga)	4046-ER-S-008	Nb
4046-MC-S-13	Cu-K-Nb	2134-LT-S-07	Mo
4046-AR-S-038	Pb-Ti	4046-MC-S-22	Ag
4046-CT-S-12	(Y-Ce)-P-Ba	2134-LT-S-02	Sn
4046-AR-S-011	(Cu-Co)-(Zn-Ba)-K-Hg-Rb	4046-ER-S-58	Ag
4046-ER-S-38	Ce		
4046-MC-S-34	(Al-Ga)-Pb		
4046-AR-S-023	(U-Y)-Pb		
4046-ER-S-009	Cu-Ti		



Tabela 5.4 - Matriz de correlação entre os 31 elementos selecionados.

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	U	Th	Sr	V	Ca	P	La	Cr	Ba	Ti	Al	K	Sc	Hg	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Zr	Y	Ce	
Mo	1,00	0,59	-0,05	0,05	0,08	0,77	0,29	0,28	0,24	0,05	-0,18	-0,03	0,06	0,22	-0,06	-0,18	0,49	0,08	-0,07	0,07	0,29	-0,03	-0,05	0,02	-0,10	-0,08	0,24	0,31	-0,09	-0,07	-0,18	
Cu		1,00	0,31	0,40	0,04	0,59	0,58	0,54	0,43	0,16	-0,14	0,11	0,37	0,35	-0,03	-0,15	0,51	0,21	0,31	0,17	0,44	0,18	0,02	0,21	0,00	0,23	0,41	0,33	-0,02	0,04	-0,16	
Pb			1,00	0,66	-0,01	0,12	0,31	0,14	0,47	0,43	0,47	0,33	0,58	0,19	0,47	0,44	0,28	0,28	0,61	0,48	0,19	0,49	0,33	0,65	0,26	0,65	0,23	0,46	0,25	0,48	0,44	
Zn				1,00	-0,06	0,28	0,58	0,03	0,47	0,36	0,32	0,49	0,78	0,41	0,46	0,32	0,50	0,51	0,60	0,59	0,39	0,66	0,21	0,67	0,10	0,63	0,49	0,40	0,10	0,39	0,31	
Ag					1,00	0,10	0,10	0,00	0,07	-0,03	-0,12	0,16	-0,03	0,22	0,07	-0,11	0,13	0,26	-0,24	0,22	0,13	0,09	0,40	0,12	0,04	-0,31	0,10	0,03	0,08	-0,09	-0,11	
Ni						1,00	0,45	0,23	0,28	0,07	-0,12	0,21	0,26	0,38	0,07	-0,10	0,62	0,26	0,04	0,24	0,32	0,20	0,04	0,23	-0,07	0,01	0,30	0,46	-0,06	0,02	-0,11	
Co							1,00	0,28	0,51	0,17	-0,02	0,46	0,56	0,58	0,20	0,00	0,52	0,55	0,38	0,26	0,44	0,44	0,10	0,30	0,06	0,22	0,43	0,30	0,07	0,15	-0,01	
Mn								1,00	0,13	0,01	-0,32	-0,19	-0,09	0,09	-0,38	-0,38	0,04	-0,03	0,09	-0,21	0,29	-0,23	-0,27	-0,19	0,02	0,05	0,32	0,00	-0,03	-0,20	-0,38	
Fe									1,00	0,36	0,28	0,43	0,58	0,35	0,44	0,26	0,47	0,40	0,60	0,45	0,34	0,42	0,25	0,46	0,43	0,52	0,16	0,45	0,42	0,33	0,26	
U										1,00	0,67	0,13	0,41	0,15	0,58	0,63	0,44	0,07	0,28	0,38	0,06	0,49	0,30	0,49	0,32	0,30	0,25	0,24	0,31	0,85	0,64	
Th											1,00	0,20	0,38	-0,04	0,80	0,99	0,15	0,09	0,39	0,34	-0,08	0,47	0,27	0,51	0,34	0,52	-0,03	0,23	0,36	0,87	0,99	
Sr												1,00	0,43	0,68	0,53	0,23	0,38	0,90	0,22	0,52	0,44	0,45	0,33	0,52	0,09	0,17	0,32	0,38	0,16	0,21	0,22	
V													1,00	0,29	0,52	0,39	0,63	0,38	0,70	0,68	0,19	0,82	0,31	0,70	0,13	0,60	0,25	0,39	0,11	0,44	0,38	
Ca														1,00	0,32	0,00	0,44	0,69	0,05	0,30	0,40	0,32	0,20	0,31	-0,05	0,01	0,42	0,31	0,00	0,11	-0,01	
P															1,00	0,84	0,38	0,44	0,34	0,62	0,04	0,56	0,45	0,69	0,18	0,41	0,08	0,32	0,24	0,74	0,84	
La																1,00	0,18	0,13	0,38	0,36	-0,10	0,49	0,29	0,52	0,30	0,48	-0,05	0,23	0,32	0,86	1,00	
Cr																	1,00	0,39	0,27	0,51	0,31	0,63	0,27	0,51	0,00	0,14	0,34	0,41	0,01	0,36	0,16	
Ba																		1,00	0,16	0,45	0,61	0,41	0,26	0,42	0,06	0,11	0,49	0,29	0,13	0,11	0,11	
Ti																			1,00	0,28	0,20	0,49	0,00	0,36	0,48	0,79	-0,01	0,33	0,43	0,39	0,37	
Al																				1,00	0,26	0,60	0,54	0,93	-0,01	0,35	0,33	0,45	0,01	0,36	0,35	
K																					1,00	0,17	0,00	0,22	0,19	0,18	0,72	0,20	0,23	0,00	-0,11	
Sc																						1,00	0,40	0,67	0,21	0,44	0,25	0,31	0,22	0,56	0,48	
Hg																							1,00	0,55	0,04	0,04	0,10	0,23	0,09	0,32	0,29	
Ga																								1,00	0,05	0,46	0,33	0,55	0,08	0,53	0,51	
Hf																									1,00	0,31	-0,10	0,07	0,98	0,34	0,30	
Nb																										1,00	0,09	0,36	0,28	0,40	0,49	
Rb																											1,00	0,17	-0,07	0,12	-0,06	
Sn																												1,00	0,06	0,27	0,22	
Zr																													1,00	0,35	0,33	
Y																														1,00	0,86	1,00
Ce																															1,00	1,00

≥ 0,85 - Muito Forte  
 ≥ 7 a < 0,85 - Forte  
 ≥ 6 a < 7 - Moderada



**Figura 5.3** - Gráfico para determinação de fatores relevantes para análise.

Na Tabela 5.5 estão os fatores responsáveis pela variância dos dados, sendo destacados aqueles elementos com fator > 0,60. Os seis fatores selecionados foram responsáveis por 80,53%, sendo o primeiro fator responsável por 40,7% da variância dos dados, e os demais com contribuição a essa variância de 16,5%, 8,15%, 6,05%, 4,9% e 4,13%, respectivamente. Destacado em **negrito** na Tabela 5.5 estão os valores dos fatores cujos elementos apresentaram forte correlação: Fator 1 apresentou altos valores de correlação com fator Pb-Ga-Al / U-La-Y-Ce; Fator 2, correlação Mo-Cu-Co-Ni-Cr; Fator 3, correlação Hf-Nb-Ti-Zr; Fator 4, correlação para Zn-Sr-Ca-Ba; Fator 5, correlação Ag-Hg, e Fator 6 representado por Mn-Rb.

### 5.3.2 Concentrados de bateia

Os resultados para as amostras de concentrados de bateia são reportados segundo o intervalo da Tabela 5.6, com exceção do ouro, na qual foi feita contagem de partículas nas frações < 0,5mm, > 0,5 e < 1mm e > 1mm.

Os concentrados de bateia são bons indicadores de mineralizações, direta ou indiretamente (minerais guias), e são amplamente usados na prospecção de minérios, principalmente para identificação de litologias ou conjuntos litológicos favoráveis para bens minerais de interesse econômico. Os resultados das análises em 198 amostras de concentrado de bateia são reportados na Tabela 5.7, onde são apresentados os melhores resultados para os principais minerais-minérios, com destaque para o ouro, cromita, columbita-tantalita e prata, além da pirita como um dos minerais guias para ouro.

### 5.3.3 Solo

No estudo de solos, que teve como objetivo principal, em um primeiro momento, auxiliar no

mapeamento geológico em uma região de poucos afloramentos, optou-se por avançar do entendimento de alguns elementos, em função de resultados anômalos identificados para o fósforo (P) e elementos terras raras.

A análise para os resultados analíticos de solo envolveu comparação desses valores com aqueles reportados na literatura, no que diz respeito a concentração de tais ETR, principalmente o Ce, La, Y, Th, U e Nb, em solos brasileiros, na crosta terrestre (Tabela 5.8), além de P na crosta terrestre (Figura 5.4).

A Figura 5.4 A mostra que o teor de P apresenta valor anômalo em pelo menos uma amostra no perfil realizado na área da Mina Velha do Cassiporé, além de valores anômalos de Th e U, se comparados com a concentração desses

elementos na crosta. Os elementos Ce e La mostraram valores dentro do intervalo daqueles observados nos solos brasileiros e na crosta. Já na área da Mina do Salamangone, os teores de P não são anômalos (Figura 5.4B), no entanto os valores de Th e U mostraram valores acima daqueles observados na crosta e em solos brasileiros.

## 5.4. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Os mapas geoquímicos apresentados nas Figuras 5.5 a 5.10 representam as bacias de captação classificadas a partir da análise fatorial (Fatores 1, 2, 3, 4 e 5), estações anômalas de primeira ordem para os elementos identificados na análise fatorial, e em amostras de concentrados de bateia.

**O Fator 1** representa dois conjuntos distintos representados pelas associações U-La-Y-Ce e Pb-Ga-Al. O primeiro representa uma associação de ETR, e quando as bacias são relacionadas às estações anômalas de primeira ordem para os elementos U-La-Y-Ce, observa-se que a porção centro norte da Folha, na cabeceira do Rio Cassiporé e no Igarapé Segundo Braço, é a mais promissora para este tipo de associação. A monazita (fosfato de ETR / Ce, La, Nd, Th, PO<sub>4</sub>) e o xenotímio (fostato de Y com ETR / YP<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) são os principais e mais importantes minerais identificados nas análises dos concentrados de bateia (minerais pesados) da Folha Lourenço. A ocorrência desses minerais nos maiores teores (15 e 40% para a monazita e 1% para xenotímio) reportam também a área mais anômala para ETR em sedimentos de corrente. As bacias que representam as associações e anomalias de sedimentos de corrente e concentrados de bateia para ETR, estão relacionadas aos granitoides tipo Anotaié, Cricou e Carnot, e podem estar relacionados a corpos pegmatíticos presentes na área (Figura 5.5). A associação Pb-Ga-Al está relacionada a rochas lateritizadas e/ou coberturas lateríticas não cartografadas. Considerando o P como um indicador prospectivo para



Tabela 5.5 - Valores dos fatores obtidos pela análise fatorial para as amostras de sedimento de corrente.

Elemento Químico	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
Mo	0,007	<b>0,884</b>	-0,068	-0,077	0,114	-0,165
Cu	0,032	<b>0,867</b>	0,128	0,159	-0,055	-0,182
Pb	<b>0,634</b>	0,169	0,312	0,336	-0,112	-0,110
Zn	0,451	0,288	0,096	<b>0,670</b>	-0,217	-0,057
Ag	-0,068	0,061	0,015	0,149	<b>0,843</b>	-0,069
Ni	0,051	<b>0,887</b>	0,019	0,223	0,079	-0,107
Co	-0,000	<b>0,661</b>	0,068	0,550	-0,065	-0,016
Mn	-0,356	0,062	-0,104	-0,325	-0,105	<b>-0,710</b>
Fe	0,440	0,565	0,339	0,218	0,016	0,063
U	<b>0,864</b>	0,170	0,161	-0,013	0,036	-0,223
Th	0,892	-0,009	0,353	0,058	-0,001	0,065
Sr	0,290	0,146	0,026	<b>0,832</b>	0,100	0,058
V	0,586	0,394	0,159	0,49	-0,156	0,117
Ca	0,064	0,436	-0,164	<b>0,644</b>	0,141	-0,080
P	<b>0,796</b>	0,026	0,032	0,348	0,146	0,215
La	<b>0,930</b>	-0,001	0,202	0,056	0,007	0,180
Cr	0,325	0,734	-0,013	0,374	0,037	0,064
Ba	0,077	0,189	0,103	<b>0,879</b>	0,218	-0,104
Ti	0,458	0,241	<b>0,695</b>	0,169	-0,300	0,054
Al	<b>0,683</b>	0,210	-0,064	0,545	0,102	0,019
K	-0,115	0,411	0,294	0,523	0,042	-0,436
Sc	0,427	0,114	0,245	0,518	0,282	0,154
Hg	0,431	-0,049	0,051	0,264	<b>0,629</b>	0,104
Ga	<b>0,776</b>	0,277	0,026	0,460	-0,040	0,004
Hf	0,243	0,018	<b>0,934</b>	-0,024	0,037	0,052
Nb	0,485	-0,060	0,470	0,216	-0,538	0,064
Rb	0,067	0,227	-0,109	0,347	0,124	<b>-0,817</b>
Sn	0,337	0,542	-0,046	0,289	-0,168	0,122
Zr	0,245	-0,025	<b>0,927</b>	0,028	0,095	0,043
Y	<b>0,906</b>	0,165	0,144	0,050	-0,019	0,013
Ce	<b>0,930</b>	-0,004	0,204	0,052	0,007	0,179
Variância Total (%)	40,7	16,5	8,15	6,05	4,9	4,13

Tabela 5.6 - Código-teor e significado adotados para análises mineralométricas semiquantitativas.

Código - Teor	Significado
85	75-100%
60	50-75%
40	25-50%
15	5-25%
03	1-5%
01	< 1%

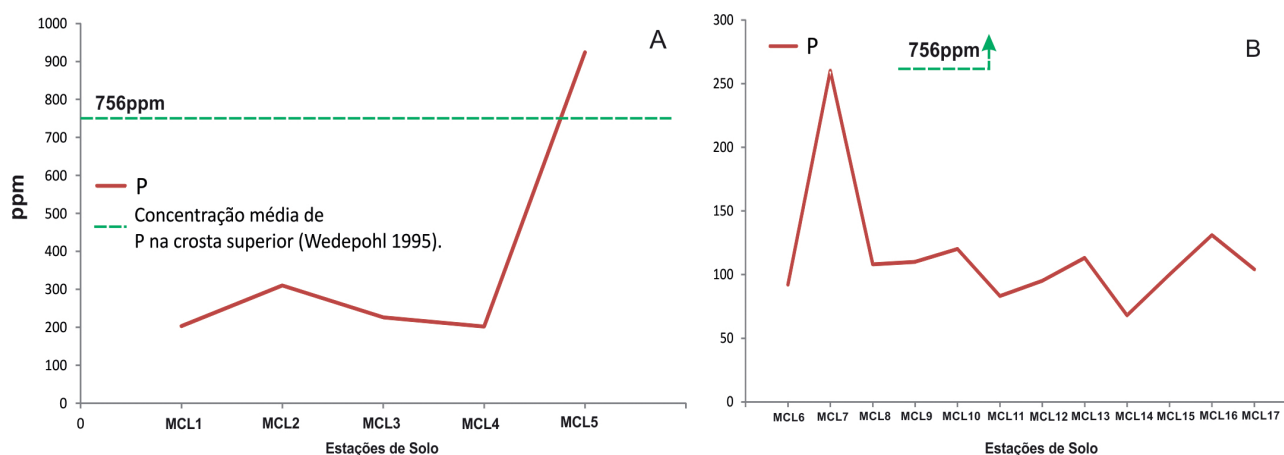
**Tabela 5.7** - Tabela com os minerais de minério e quantidade de indícios mineralógicos em concentrados de bateia.

MINERAL	INDÍCIOS MINERALÓGICOS	
	Fração	Nº de Estações com partículas de Au
Ouro	< 0,5mm	20 (mínimo de 1 partícula e máximo de 83 partículas)
	> 0,5 e < 1mm	6 (mínimo de 1 partícula e máximo de 6 partículas)
	Código - teor	Nº de Estações
Pirita	01	3
Tantalita	01	2
Cromita	01	7
Prata	01	1

**Tabela 5.8** - Intervalo de valores de teores de alguns ETR (La, Ce, Th e U) e de Nb do horizonte A de solos brasileiros, na crosta terrestre, e aqueles obtidos nas análises de solos da área do projeto. Não estão listados valores menores que 0,01.

Elemento (ppm)	La	Ce	Th	U	Nb
Solos brasileiros *	0,01 - 32	0,03 - 53	0,03 - 38	0,01 - 2,3	0,1 - 2
Concentração na Crosta **	30	60	8,5	1,7	19
Solos - Área Mina Salamangone	1 - 15	2,61 - 26,77	6,7 - 40,7	1,02 - 8,43	0,61 - 3,28
Solos - Área Mina Velha do Cassiporé	1,4 - 8	4,05 - 23,97	20,3 - 45,7	1,82 - 2,34	0,72 - 1,21

\*Pérez et al., 1997, \*\*Wedepohl, 1995



**Figura 5.4** - Gráficos P (ppm) versus amostras de solo para os perfis na região da Mina Velha do Cassiporé (A) e Mina do Salamangone (B).

ETR, já que é comum a associação entre estes elementos e que na análise de sedimentos de corrente o Fator 1, a área que corresponde a Mina Velha do Cassiporé representa a mais promissora para a pesquisa, já que apresenta não só valores anômalos em solo e em sedimentos de corrente para os elementos P e ETR, mas também apresenta bacias de captação contempladas pelo Fator 1 (Figura 5.6).

**O Fator 2**, caracterizado pelos elementos Mo-Cu-Co-Ni-Cr, representa uma associação típica de rochas máficas-ultramáficas ou de mineralizações de Cu, Cr e Ni. Em concentrados de bateia foi identificada a cromita (fonte para o Cr), que apresenta código-teor com significado < 1%. As principais anomalias de primeira ordem da associação do Fator 2 estão posicionadas na região da Mina Velha do Cassiporé, onde também estão posicionadas

algumas amostras com cromita em concentrado de bateia, assim como na região da Mina do Salamangone. Outra ocorrência de cromita em concentrados de bateia associada a anomalia de primeira ordem pode ser observada no baixo curso do Rio Iauê, afluente do Rio Oiapoque, no extremo NW da área de estudo. Na região da Mina do Salamangone são reconhecidas rochas metavulcanossedimentares, e a presença de rochas metavulcânicas máficas justificaria a presença de cromita e associações anômalas para o Fator 2. No entanto, para as outras regiões tais associações anômalas podem estar associadas a corpos máfico-ultramáficos, não cartografados durante o mapeamento geológico (Figura 5.7).

**O Fator 3** apresenta associação Zr-Hf-Ti e sugere a presença de granitos especializados nestes



metais raros. Juntamente com as bacias relacionadas a esse fator e anomalias de primeira ordem, foi plotado em mapa também o grupo de minerais formado por ilmenita, rutilo e anatásio, que representam possíveis fontes para Ti, e também o zircão, como fonte para concentração anômala de Zr e Hf (Figura 5.7). A porção centro norte da folha mostrou ser área mais relevante, principalmente para Ti, já que lá estão as principais anomalias de primeira ordem para este elemento, que podem estar associadas aos granitos tipo A. Vale destacar que a titanita foi observada significativamente nas análises petrográficas destas unidades, mas não aparece nos concentrados de bateia. Outras áreas importantes estão localizadas na região da Mina Velha do Cassiporé, associadas à Suíte Cricou, e na porção leste da Folha, relacionadas ao Granito Cunani (Figura 5.8).

**O Fator 4**, caracterizado pela associação Zn-Sr-Ca-Ba, apresenta valores anômalos localizados no médio curso do Rio Cassiporé, assim como os fatores 1 e 3, o que pode sugerir a presença de rochas de afinidade alcalina não cartografadas durante o mapeamento geológico (Figura 5.9).

**O Fator 5** apresentou como associação relevante os elementos Ag-Hg, podendo estas representar mineralizações de ouro ou mineralizações sulfetadas, ou ainda o Hg podendo estar relacionado a ação antropogênica. No mapa da Figura 5.9 são observadas as estações anômalas de primeira ordem desta associação, juntamente com as amostras de concentrado de bateia com resultados para ouro, pirita e prata, já que prata faz parte da associação metálica do ouro na Mina Salamangone, e também pelo fato deste elemento ter sido detectado em análises químicas de sulfetos (NOGUEIRA, 2002). As anomalias de sedimentos de corrente, e principalmente a presença de partículas de ouro em concentrados de bateia, marcam os principais depósitos, garimpos e Mina Velha do Cassiporé e da Mina do Salamangone. Outra área de interesse para prospecção de ouro está localizada no médio curso do Rio Marupi, onde foram identificadas algumas bacias anômalas para Ag, além de concentrados de bateia com ocorrência de ouro e pirita. Ao longo deste rio foram registradas também algumas ocorrências de ouro aluvionar, o que reforça esta área como de importância relevante para exploração de ouro (Figura 5.10).

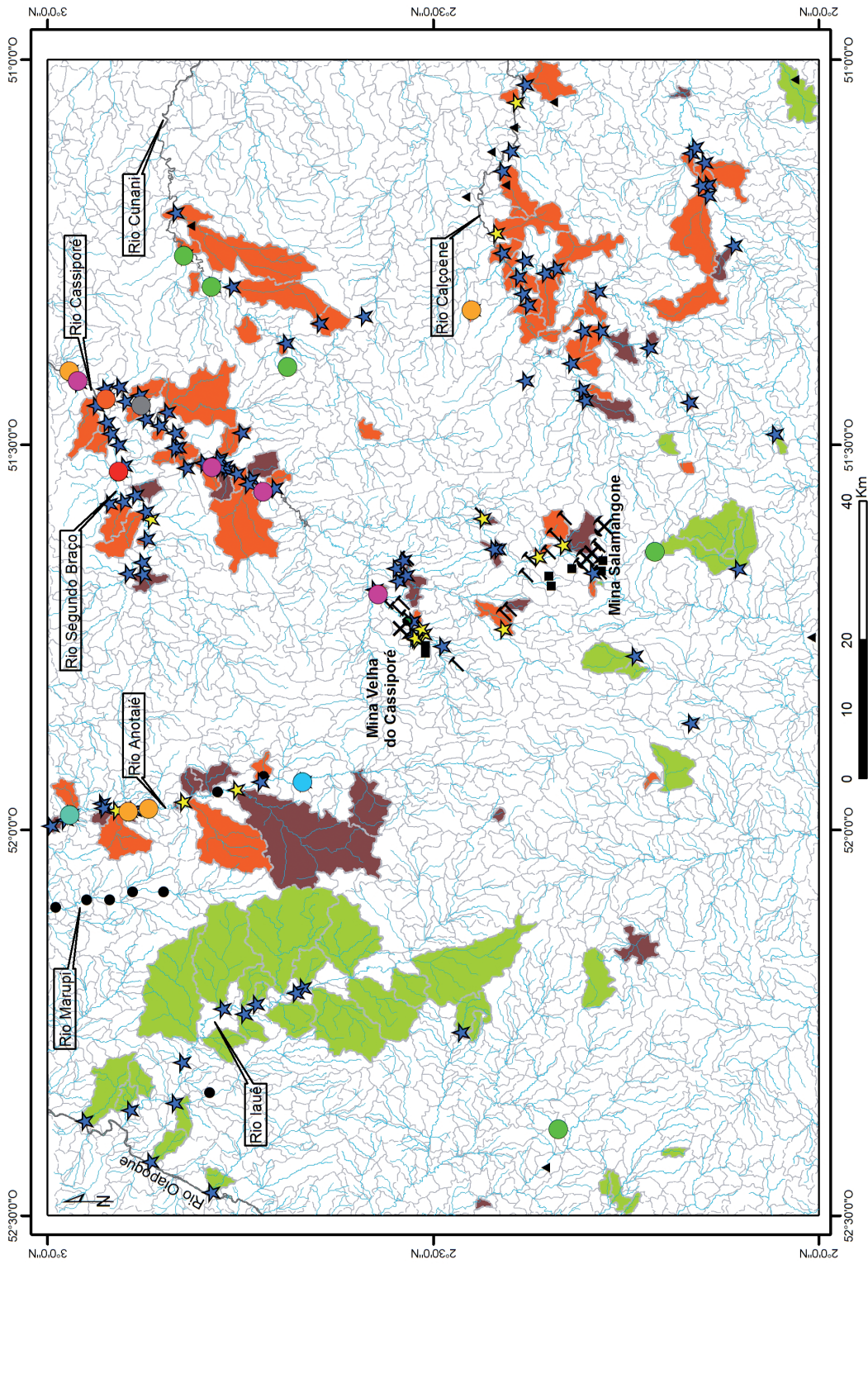


Figura 5.5 - Bacias de captação com destaque geoquímico para o Fator 1 (U-La-Y-Ce) e amostras de concentrados de bateia com monazita e xenotímio.



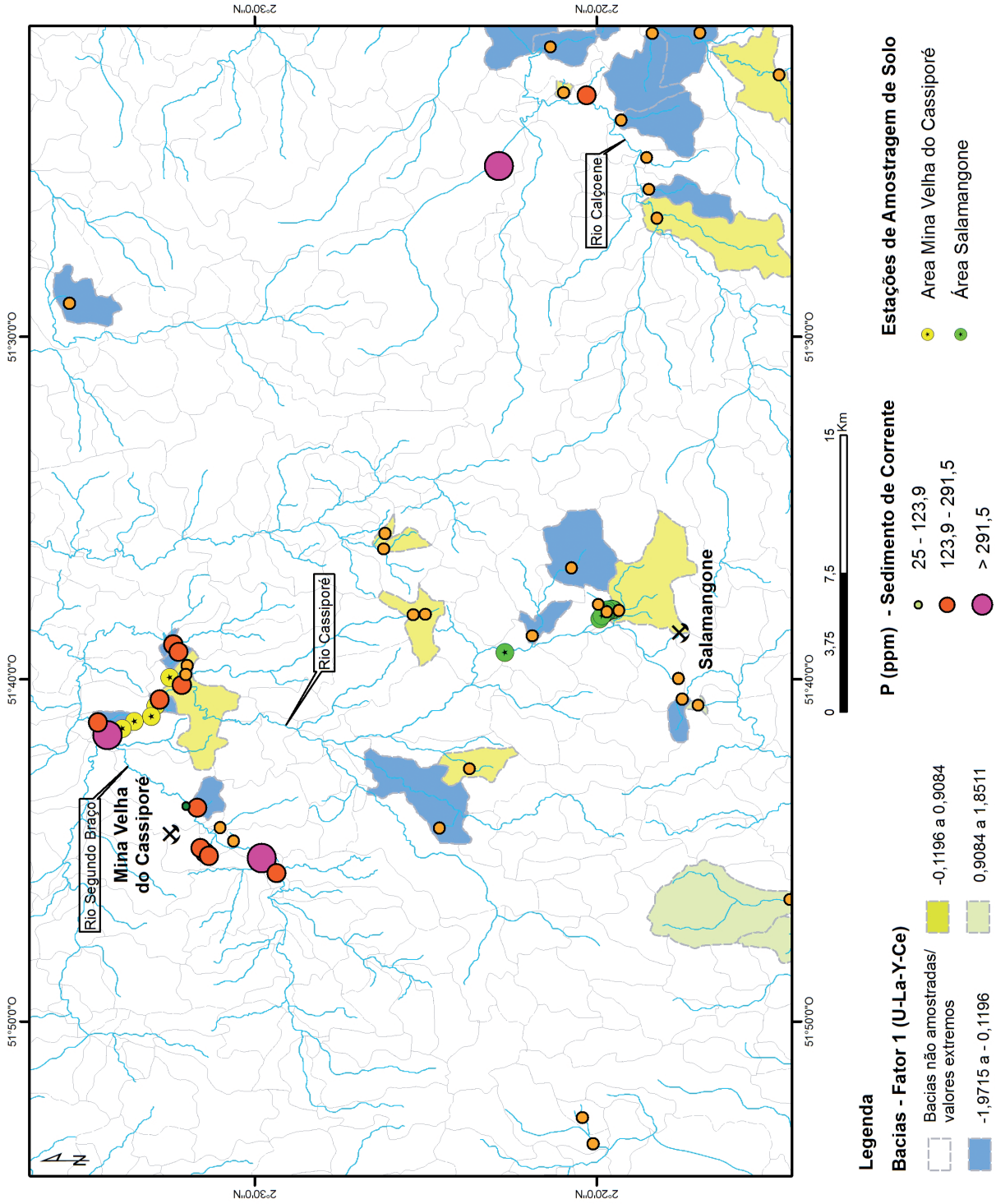


Figura 5.6 - Mapa de localização de amostras de solo na área da Mina Velha do Cassiporé e da Mina do Salamangone, e bacias de captação com destaque para o fator 1 e P em sedimentos de corrente.

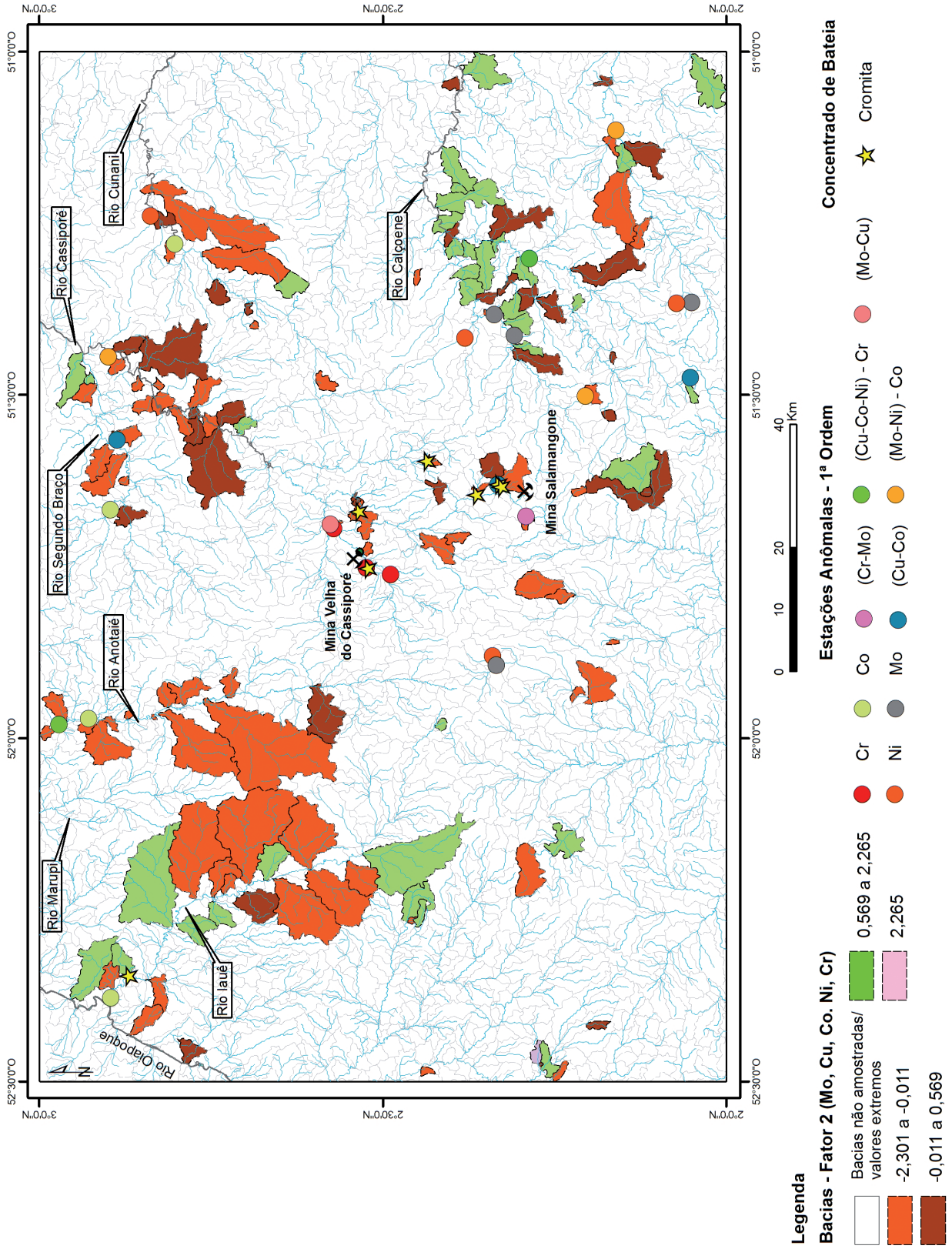


Figura 5.7 - Bacias de captação com destaque geoquímico para o Fator 2 (Mo-Cu-Co-Ni-Cr) e amostras de concentrados de bateia com cromita.



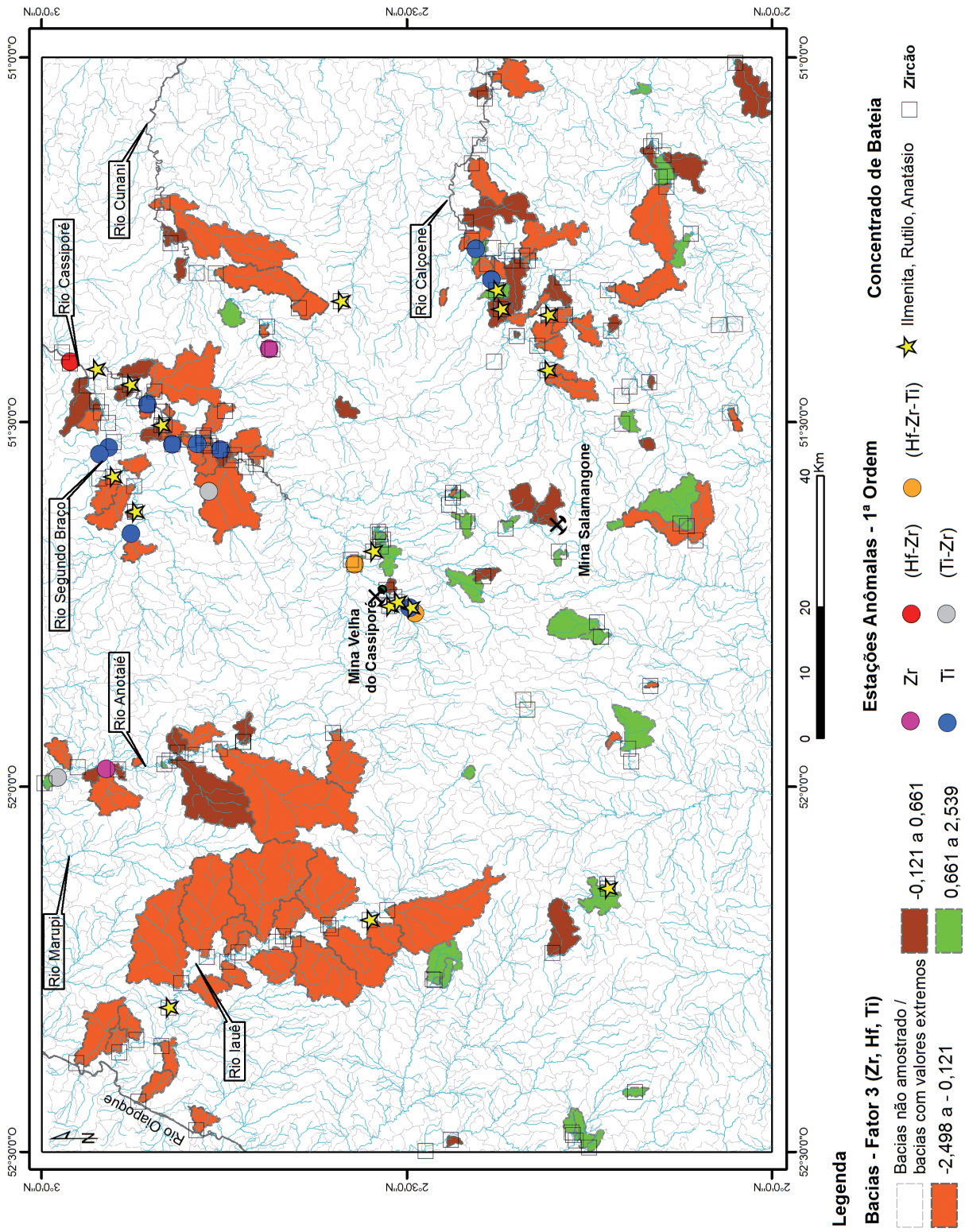


Figura 5.8 - Bacias de captação com destaque geoquímico para o Fator 3 (Zr-Hf-Ti) e amostras de concentrado de bateia com ilmenita, rutílio, anatásio e zircão.

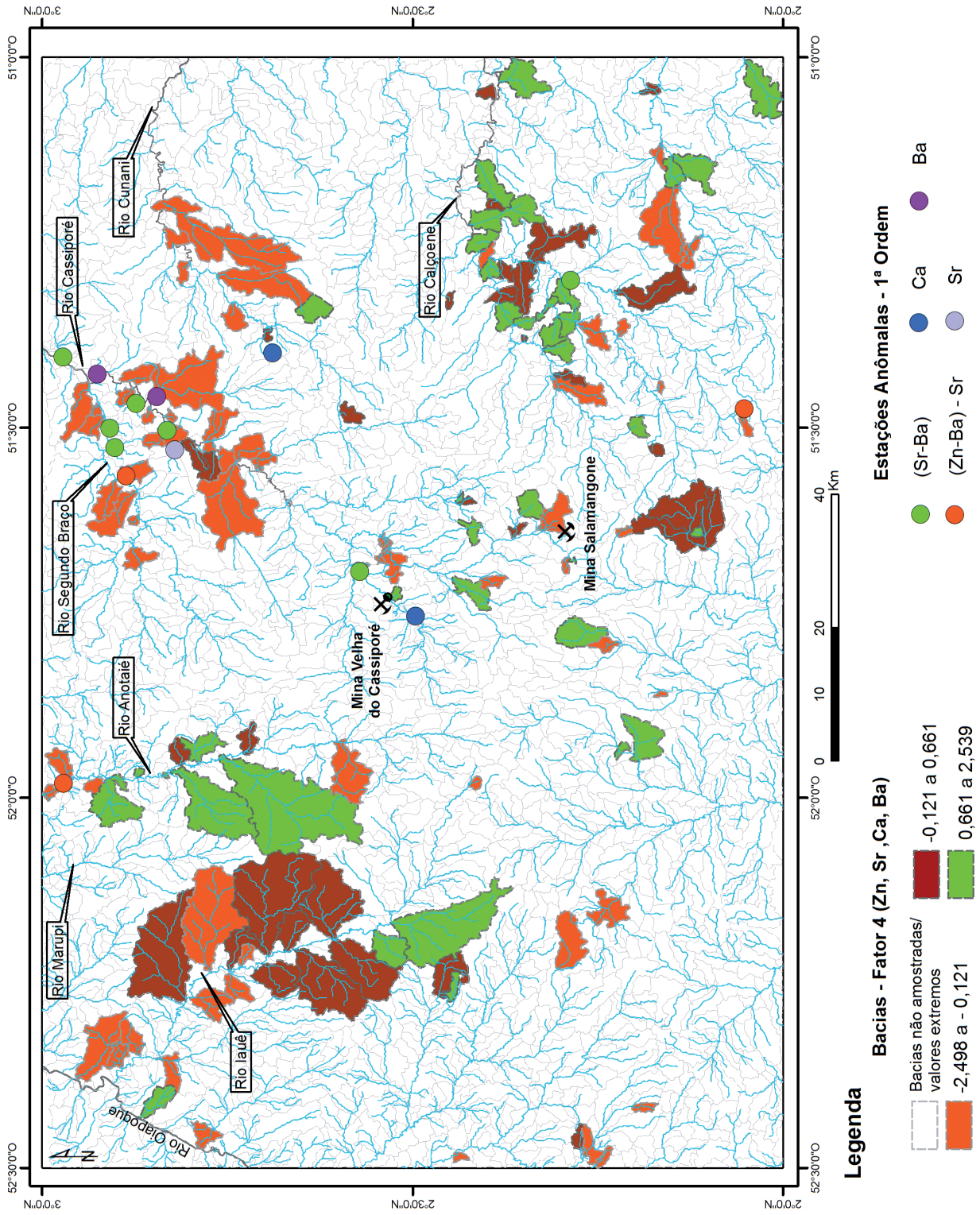


Figura 5.9 - Bacias de captação com destaque geoquímico para o Fator 4 (Sr-Ba-Zn-Ca).



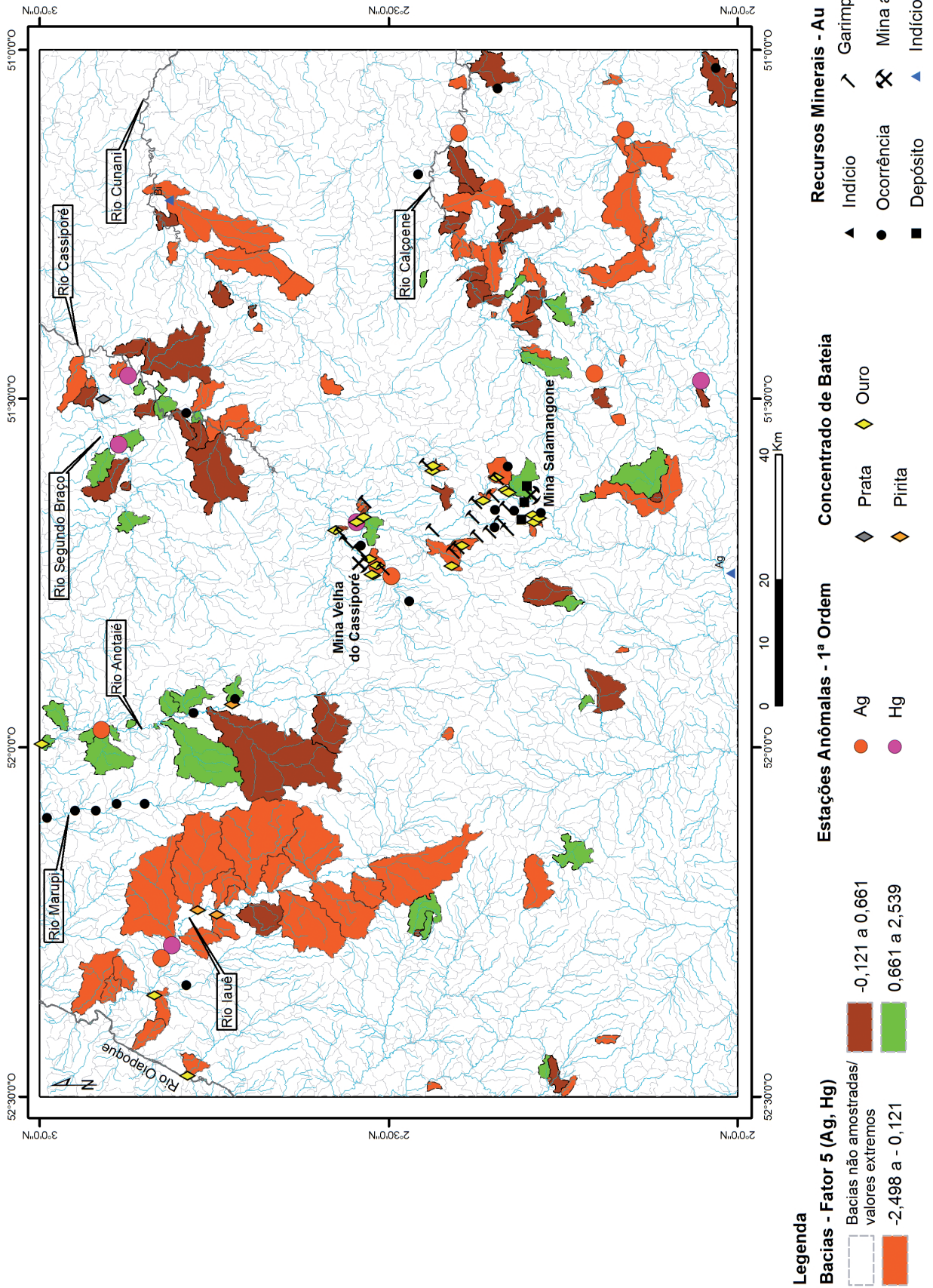


Figura 5.10 - Bacias de captação com destaque geoquímico para o Fator 5 (Ag-Hg) e amostras de concentrado de bateia com prata, pirita e ouro.

## 6 RECURSOS MINERAIS

As informações sobre os recursos minerais na Folha Lourenço constituem um banco de dados, com 129 jazimentos minerais, dos quais 64 foram inseridos a partir deste projeto, 23 são oriundos do GeoSGB ([www.geosgb.cprm.gov.br](http://www.geosgb.cprm.gov.br)) e 41 são registros coletados no banco de dados SIGMINE, do DNPM ([www.sigmine.dnrm.gov.br](http://www.sigmine.dnrm.gov.br)), em consulta realizada em outubro de 2015. Dentre os novos recursos minerais cadastrados neste projeto, 26 derivam de análises mineralógicas realizadas em concentrados de bateia, coletados durante a prospecção geoquímica regional.

Os recursos minerais foram divididos com relação à sua classe utilitária em metais nobres (Au e Ag), metais não ferrosos e semi-metais (cassiterita), metais ferrosos (cromita, columbita e tantalita) e materiais de uso na construção civil (areia e brita). Estes jazimentos foram classificados de acordo com seu *status* econômico em minas e garimpos, e de acordo com seu grau de importância, em depósitos, ocorrências e indícios.

Na Figura 6.1 são apresentados os principais recursos minerais sobre o mapa geológico simplificado da Folha Lourenço, e todas as informações estão disponibilizadas no GeoSGB.

Destaca-se dentre os 41 processos minerários contabilizados do SIGMINE (Figura 6.2), 22 são de concessão de requerimento de lavra para ouro, 1 está no estágio de concessão de lavra para este mineral, 10 referem-se a requerimento de lavra garimpeira para tantalita (9), cassiterita (3) e columbita (1), e 4 a licenciamento visando extração de areia (2) e de granito para brita (2).

O ouro é o principal recurso mineral da Folha Lourenço. Dentre os registros efetuados, 105 têm o ouro como principal substância, e representam minas, garimpos e ocorrências e indícios minerais não explotados. Considerando-se que informações de campo neste projeto foram obtidas apenas com relação ao ouro, este recurso será abordado neste capítulo com mais detalhe.

### 6.1 METAIS NOBRES

#### 6.1.1 Ouro

##### 6.1.1.1 Histórico

A lavra garimpeira de ouro na região das cabeceiras do Rio Cassiporé, é secular, tendo sido iniciada no antigo Contestado Franco-Brasileiro, por volta de 1893, pelos “criolos” oriundos da Guiana Francesa, e desde então vem sendo explorada em vários “ci-

clos do ouro” (ACKERMANN, 1948; VALE et al., 1972), (MOURA, 1934; ACKERMANN, 1972, apud LIMA, et al., 1974), (SOUZA; BENOLIEL, 1981; VIEIRA JÚNIOR, 1924, apud FERRAN, 1988).

A Vila do Lourenço representa a principal localidade da região, que foi denominada de Distrito Aurífero do Lourenço (NOGUEIRA, 2002). É relatado que a toponímia “Lourenço” é herdada do nome “Lorentz”, um dos garimpeiros franceses pioneiros na região (FERRAN, 1988).

No final no século XIX, até por volta de 1900, quando o Contestado Franco-Brasileiro voltou ao território brasileiro, o ouro da região do Lourenço foi explorado por companhias francesas, principalmente no “Morro de Salamangone”. No início do século XX foi encerrado o primeiro ciclo do ouro no Amapá, com a extração de cerca de 3 toneladas de ouro (FERRAN, 1988).

Na primeira metade do século XX houve garimpagem esporádica na região, e a partir do fim da década de 1960 o garimpeiro Joel Ferreira de Jesus instalou a lavra de ouro através de desmonte hidráulico, extraíndo cerca de 1 tonelada de ouro dos depósitos do Mutum, Lataia e Salamangone (FERRAN, 1988).

Em 1983, a Companhia de Mineração e Participações (CMP) adquiriu os direitos minerários de Joel Ferreira de Jesus, transferindo-os posteriormente (em 1984) para a Mineração Novo Astro S.A. (MNA), que passou a pesquisar o ouro na região da Vila Lourenço, nos depósitos de Salamangone, Lataia, Mutum e Labourie (FERRAN, 1988), o que resultou na descoberta e exploração da jazida de Salamangone. A Mineração Novo Astro encerrou suas atividades em 1995, após ter extraído cerca de 16 toneladas de ouro de rocha sã, saprólito e latossolos (NOGUEIRA, 2002). Outros pequenos alvos, aparentemente, resultaram deste trabalho de exploração aurífera: os depósitos de Yoshidome (Yokio) e do garimpo do Português, dos quais foram explotados mais de 1 tonelada de ouro cada.

Também no início dos anos 1980 a região a noroeste da Vila do Lourenço, nas cabeceiras do Rio Cassiporé, foi alvo de um amplo programa de pesquisa mineral desenvolvido pelo Grupo Paranapanema, sendo o principal jazimento pesquisado conhecido como Morro da Mina, localizado na antiga Vila Azemar, na margem esquerda do Rio Cassiporé (VEIGA; BRAIT FILHO; OLIVEIRA, 1985). Outros depósitos são mencionados por Veiga, Brait Filho e Oliveira (1985), de natureza aluvionar, como Pé de Arara, Pereira, Azemar, Curió, Paulista, Cedro Morton e Maurício.

Até os dias de hoje o ouro tem sido a principal *commodity* da economia daquela área do Estado do Amapá. A região da Vila Lourenço ainda é palco de



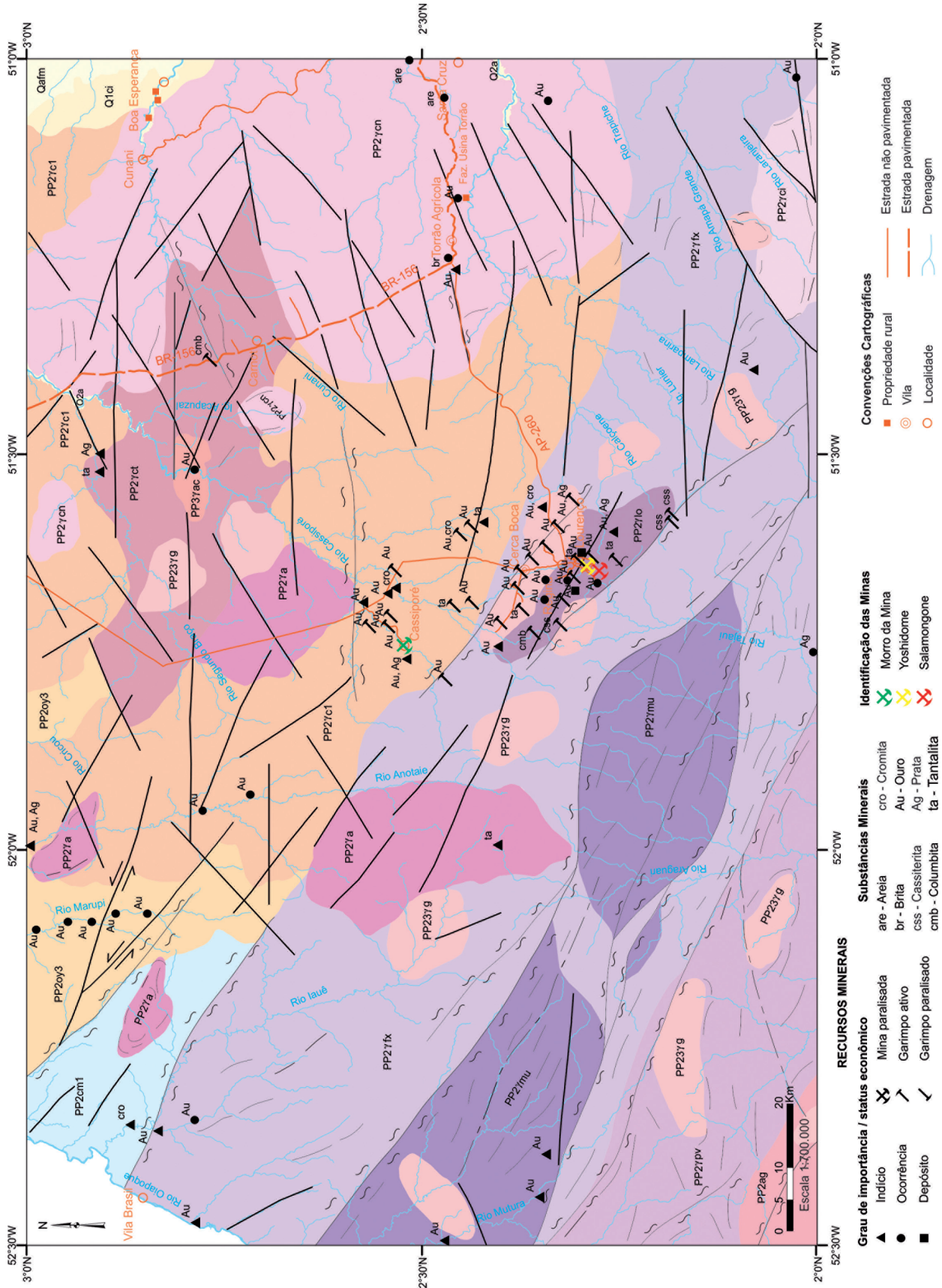


Figura 6.1 - Mapa de localização dos principais jazimentos minerais da Folha Lourenço. Cores e letras símbolo do mapa geológico conforme legenda da Figura 3.1.

inúmeras lavras garimpeiras, cujos trabalhos são coordenados pela COOGAL - Cooperativa dos Garimpeiros do Lourenço, a qual detém os direitos minerários na área atualmente. O foco principal dos garimpeiros é a antiga Mina de Salamangone, hoje desativada e objeto de ações visando autorização para sua liberação à lavra garimpeira. A Figura 6.3 mostra as principais ocorrências de ouro na região do Lourenço e Cassiporé.

### 6.1.1.2 Ouro primário

#### Depósito do Morro da Mina ou Mina Velha do Cassiporé

Como citado anteriormente, este depósito está situado na margem esquerda do alto curso do Rio Cassiporé, no local da antiga Vila Azemar, com acesso a partir de um ramal que o liga ao antigo traçado da BR-156, quando a Vila Lourenço fazia parte do trajeto desta estrada (Figura 6.3). O Morro da Mina está situado entre os igarapés Morton e Maurício, e corresponde a uma elevação alongada, onde ocorrem predominantemente, segundo Veiga; Brait Filho e Oliveira (1985), gnaisses/granitoides cálcio-silicáticos, com anfibólio e biotita, que fazem parte

do que estes autores chamaram de Sequência Cassiporé. Estes também descrevem restos de rochas metavulcanossedimentares, como anfibolitos (meta-vulcânicas máficas), gnaisses kinzigíticos e possivelmente formações ferríferas bandadas, como parte da Sequência Cassiporé. No mapa da Folha Lourenço, os gnaisses/granitoides descritos por Veiga; Brait Filho e Oliveira (1985) como encaixantes da mineralização, estão inseridos no âmbito da Suíte Cricou, e possivelmente representam granitoides/gnaisses cálcio-alcálicos com gênese relacionada a arco magmático, datados entre 2,11-2,10 Ga.

O ouro primário ocorre associado a sulfetos, principalmente à pirita, e em menor proporção à pirrotita, calcopirita e arsenopirita disseminados na encaixante gnáissica, que contém intercalações de ortoanfíbólitos e níveis de “prováveis” metacherts. Feições de migmatitização e corpos de pegmatitos foram observados em sondagens rotativas. A pirita pode ser encontrada em concentrações expressivas (bandas) e em associação com cobaltita e lollingita (COSTA, 1992).

Teores expressivos do ouro ocorrem em veios de quartzo concordantes e discordantes à foliação regional dos gnaisses, deformados e dobrados em padrões complexos, encaixados na rocha alterada. Segundo Veiga, Brait Filho e Oliveira (1985), a estrutura

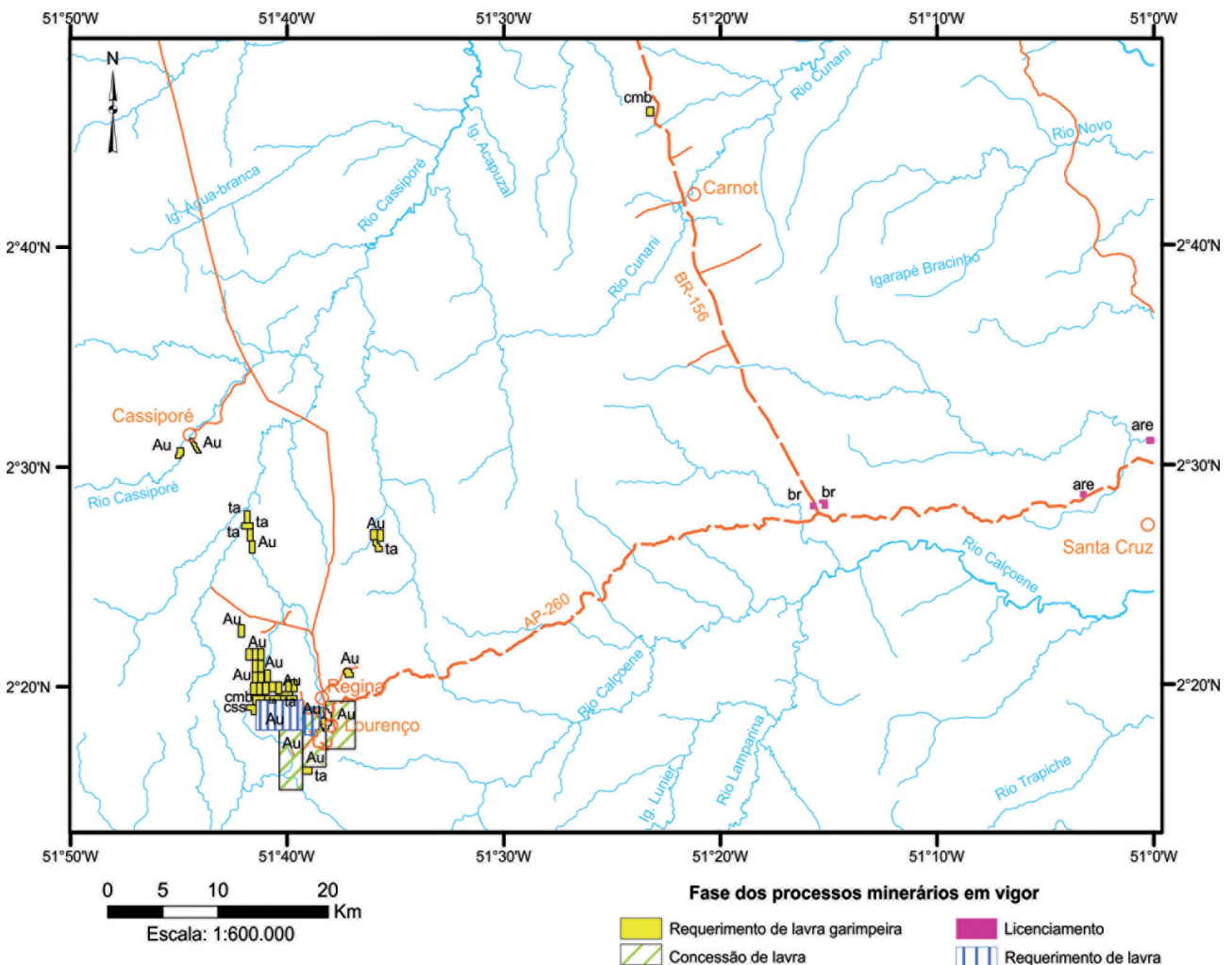


Figura 6.2 - Mapa de distribuição de títulos minerários na Folha Lourenço, em estágios de requerimento, concessão de lavra e licenciamento. Fonte: [www.sigmine.dnpm.gov.br](http://www.sigmine.dnpm.gov.br) - Acesso em: out. 2015.



mais expressiva na área parece ser um falhamento NE-SW, no qual está encaixado o Rio Cassiporé, apesar da estruturação regional ter direção NW-SE.

Neste projeto foi visitado o *open pit* na antiga mina, onde estão expostos paredões de rocha alterada, argilosa, avermelhada (Figura 6.4 A e B). Alguns litotipos que ocorrem na área, observados em blocos retirados das cavas, galerias e poços (*shafts*) pelos garimpeiros, foram classificados a partir da análise petrográfica como metatonalitos, rocha metavulcânica máfica, paragnaisse, biotita-gnaisse, e rochas quartzosas, que podem representar possíveis quartzitos ou metacherts (Figura 6.4 C). Na área da mina ocorrem diques máficos do Diabásio Cassiporé, o que pode ser deduzido pela razoável quantidade de matacões de basalto encontrados (Figura 6.4 B).

Veios e venulações de quartzo são observados, encaixados espaçadamente no saprólito, e

eventualmente na rocha são ou parcialmente alterada. Têm espessuras milimétricas a centimétricas, comprimentos de cerca de 0,5 m-1,0 m, são geralmente concordantes com as foliações locais, ou por vezes encontram-se dobrados e discordantes (Figura 6.5 B).

Associadas a essas venulações de quartzo concordantes encontram-se também níveis e vênulas caulínicas, brancas, contendo grãos de quartzo (Figura 6.5 A). Em parede de galeria na rocha alterada, foram observadas zonas de concentração de vênulas (ou bolsões) caulínicas, que podem estar concordantes ou discordantes à foliação, e que são interpretadas como sin-tectônicas. Em todos os depósitos auríferos da região é relatada esta associação de zonas caulínicas com a mineralização de ouro. Estas zonas podem representar segregações metamórficas quartzo-feldspáticas alteradas.

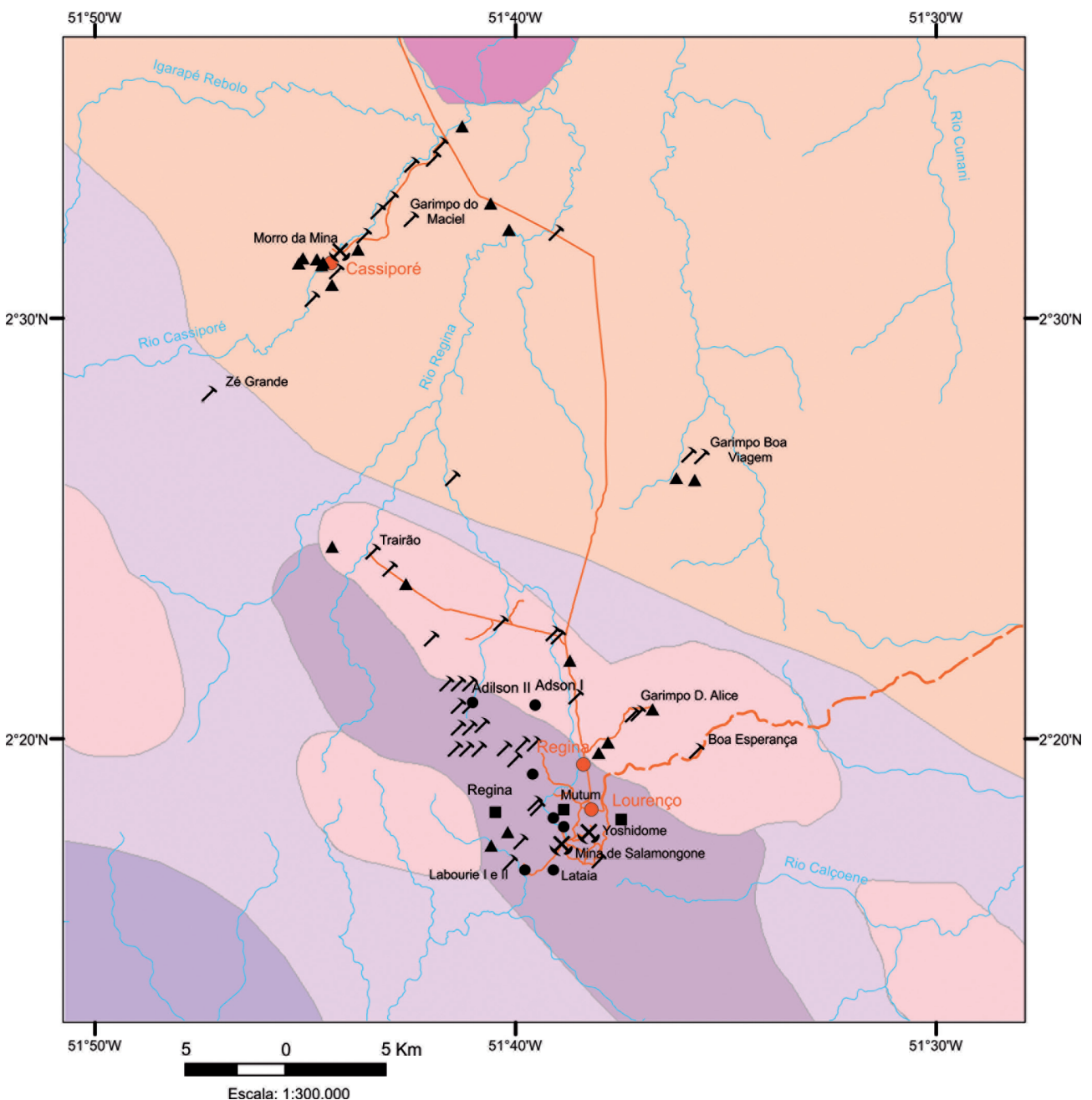


Figura 6.3 - Mapa de localização dos principais jazimentos de ouro na porção central da Folha Lourenço. Cores do mapa geológico conforme legenda da Figura 3.1.

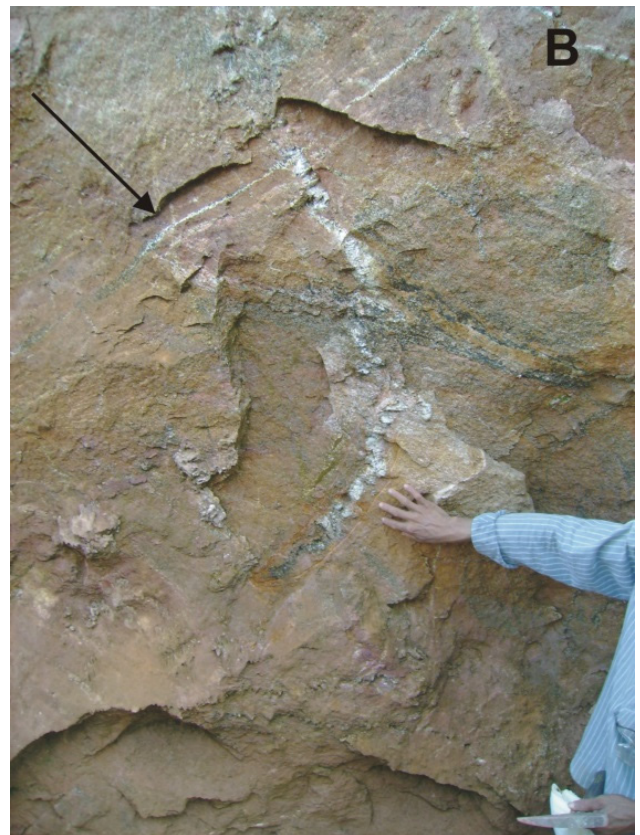


As medidas de atitudes de vênulas de quartzo no saprólito mostram direções para NE, quando discordantes da estruturação regional, com mergulhos altos a verticalizados ( $82^\circ/325$ ,  $80^\circ/345$ ) e baixos ( $35^\circ/315$ ); e direções para NW (concordantes à foliação) com mergulhos moderados ( $51^\circ/040$ ,  $42^\circ/025$ ) para NE, ou com mergulho alto ( $70^\circ/075$ ) para ENE. Os veios concordantes apresentam feições sugestivas de colocação em ambiente dúctil. Em alguns setores com foliação de baixo ângulo, se associadas a empurrões localmente, é sugerida uma movimentação de topo de NE para SW.



**Figura 6.4** - (A) Vista panorâmica do Morro da Mina (ou Mina Velha do Cassiporé), com paredes de saprólitos expostos pela mineração do ouro. (B) Vista mais próxima do paredão, e à frente matacões de diques máficos do Diabásio Cassiporé (seta). (C) Blocos de rocha expostos pela lavra de ouro na área da mina (metatonalito).

Onde observado, as vênulas com direções NE são caracteristicamente de quartzo leitoso, enquanto aquelas de direções NW são fraturadas e de quartzo semi-translúcido. Algumas destas vênulas de quartzo amostradas e analisadas revelaram teores de ouro, eventualmente, associado à prata. As características e teores destas vênulas mineralizadas estão indicadas na Tabela 6.1.



**Figura 6.5** - (A) Níveis cauliniticos e de quartzo, concordantes com foliação da encaixante, de atitude  $42^\circ/025$ . (B) Veio de quartzo dobrado, encaixado em rocha saprolítica, róseo-avermelhada, síltico-argilosa. Observam-se também níveis brancos, cauliniticos, em orientação transversal e de colocação aparentemente posterior ao veio de quartzo (seta).



**Tabela 6.1** - Características e teores de ouro em veios de quartzo do depósito Morro da Mina (ou Mina Velha do Cassiporé).

Atitude	Relação com a foliação da encaixante	Tipo quartzo/vênula	Amostra	Au ppm	Ag ppm
42°/025	concordante	Semi-translúcido/Fraturada	MC-M-04A	0,7	-
alto ângulo /NE	concordante	Semi-translúcido/Fraturada	MC-M-04B	0,3	-
51°/040	concordante	Semi-translúcido/Fraturada	MC-M-05B	0,7	-
N80°/345	discordante	Leitoso	MC-M-05C	0,8	0,12

A elevação do Morro da Mina está sustentada por crosta laterítica, e o manto de intemperismo atinge espessura de cerca de 60 m nas porções superiores. Segundo Veiga; Brait Filho e Oliveira (1985), as coberturas lateríticas evidenciam nítida vinculação a processos de concentração supergênica, com sensível aumento da granulometria do ouro, com ouro mais grosso encontrado nos três primeiros metros do perfil de solos (embora sem formar pepitas), bem como um incremento de teores no horizonte superficial rico em matéria orgânica.

Inúmeros fatores (ex. condições climáticas, topografia, etc.) influenciam na quantidade de metais dissolvidos que podem ser detectados nas análises químicas de materiais como sedimentos de corrente e solo nas áreas circundantes de depósitos auríferos. A Tabela 6.2 mostra resultados de algumas análises químicas realizadas em amostras de saprólito (COSTA, 1992), sedimentos de corrente, rejeitos de lavra aluvionar e veios de quartzo da área do depósito de Morro da Mina. Concentrações anômalas de Mo foram detectadas no saprólito, além de Ba e Ag, ainda que em pequenos teores, em amostras de sedimentos de corrente e rejeitos de lavra.

**Tabela 6.2** - Resultados de análises químicas de amostras de sedimentos de corrente, de rejeitos de lavra aluvionar, e de veios de quartzo, obtidos neste projeto, e em amostra de saprólito, por Costa (1992), da área do depósito de Morro da Mina. Valores em ppm. x = abaixo do limite de detecção; \* = não analisado.

Elemento	Saprólito	Sedimentos de corrente			Rejeito de lavra		Veios de quartzo				
		Amostra									
		MC-S-17	MC-S-20	MC-S-21	MC-M-01	MC-M-06	M-M-04A	M-M-04B	M-M-05B	M-M-05C	
<b>Au</b>		x	x	x	x	x	0,7	0,3	0,7	0,8	
<b>Ag</b>		0,11	0,07	0,13	x	x	x	x	x	0,12	
<b>As</b>		5	3,00	7,00	x	53	1245	94	379	110	
<b>Cu</b>	54	37,10	8,50	11,40	4,50	13,50	47,3	9,4	25,4	7,9	
<b>Mo</b>	320	1,18	1,52	1,47	0,53	10,93	7,46	8,12	9,75	12,21	
<b>Zn</b>		40	31,00	13,00	3	5	42	8	8	3	
<b>Bi</b>		0,42	0,05	x	x	0,48	0,87	0,49	0,67	0,55	
<b>Pb</b>	47	56,20	6,80	4,90	4,70	9,30	8	7,9	3,6	19,5	
<b>Ba</b>		150	76,00	38,00	87	76	123	35	34	50	
<b>Hg</b>		0,23	0,14	0,04	x	0,04	0,02	x		0,02	
<b>Sb</b>		0,09	0,06	0,13	0,18	0,20	0,17		0,2	0,19	
<b>Ga</b>	58	7,00	6,50	2,40	2,10	8,10	20,7	7,8	9,1	2,9	
<b>Nb</b>	66	0,31	0,82	0,10	5,09	12,19	3,87	x	1,94	5,17	
<b>P</b>		704	199	113,0	*	*	*	*	*	*	
<b>Sc</b>	58	2,50	2,60	1,00	*	*	*	*	*	*	
<b>V</b>	430	53	34,00	10,00	*	*	*	*	*	*	
<b>Zr</b>	200	0,70	1,50		35,4	488	72,7	46,9	33,5	15,5	
<b>La</b>		37,60	22,40	18,00	14	28,90	9,10	44,2	13,60	18,10	
<b>Ce</b>		58,22	38,69	53,96	21,30	51,10	36,10	134,6	28,80	26,80	
<b>Th</b>		3,50		10,00	3,10	17	5,10	6,7	3	2,30	
<b>U</b>		3,37		1,44	0,78	5,51	2,27	1,73	2,4	1,33	

## Depósito de Salamangone

Esta mina está localizada nas proximidades da Vila Lourenço, e no seu entorno encontram-se também os pequenos depósitos do Mutum, Yoshidome e do Lataia (Figura 6.3). A Mina de Salamangone estava desativada na época dos trabalhos de campo deste projeto, tendo sido registradas galerias fechadas, enquanto outros depósitos encontravam em atividade (*open pits*) (Figuras 6.6 e 6.7).

O depósito de Salamangone está localizado no domínio do Tonalito Lourenço, granitoide cálcio-alcálico datado em 2,16 Ga, interpretado como relacionado a arco magmático, descrito com mais detalhe no Capítulo 3. Nogueira (2002) descreve, a partir de estudos nas galerias da mina, além de tonalitos, diques máficos metamorfizados (anfíbolitos) concordantes à estruturação regional NW-SE, diques de granodioritos de direção N-S, veios e corpos tabulares de pegmatitos e aplitos, e diques do Diabásio Cassiporé. Esta autora admite ainda que há restos de rochas metavulcanossedimentares na forma de grandes enclaves.



**Figura 6.6** - Portão principal de entrada de acesso às galerias subterrâneas da antiga Mina Salamangone, hoje desativada.



**Figura 6.7** - Vista panorâmica da cava (*open pit*) do primeiro estágio da mineração do ouro da Mina de Salamangone.

De acordo com Ferran (1988), o ouro ocorre associado à arsenopirita, ou na forma livre em veios de quartzo subparalelos encaixados em tonalitos. Estes veios têm direção N45°W, portanto concordantes à estruturação regional, e mergulham 60° para NE. Os veios têm espessuras variáveis, até 3 m, e dezenas de metros de comprimento, e no Morro de Salamangone atingem até 100 m. A encaixante dos veios é estéril, e na proximidade dos veios desenvolvem uma foliação mais fina, que levou Ferran (1988) a supor que a mineralização está relacionada a zonas de cisalhamento. Este autor aventava a possibilidade que os veios de quartzo representam metacherts recristalizados, cuja gênese teria origem sedimentar. Este também descreve ouro livre no saprólito, sendo mais grosso ou incluso em quartzo, assim como no elúvio-colúvio.

Para Nogueira (2002), que realizou estudos de detalhe no depósito de Salamangone, as zonas de cisalhamento constituem as estruturas hospedeiras principais do sistema filoneano aurífero. Estudos estruturais demonstram que os corpos de minério estão contidos em zonas de cisalhamento dúcteis-rúpteis a rúpteis (Figura 6.8), de direções entre N45°W e N52°W, com componente direcional dextral, que via de regra são acompanhados por veios extensionais oblíquos, controlados por fraturas em *echelon*, conjugadas e interligadas aos veios principais. Especialmente associados aos veios auríferos podem ser encontrados veios de pegmatito. Os corpos de minério (veios de quartzo auríferos) são lenticulares, paralelos ou subparalelos às zonas de cisalhamento, com quartzo apresentando estrutura interna laminada.

A paragénesese de minério é sulfetada e composta por arsenopirita, pirrotita e calcopirita em sua fase inicial, além de lollingita, seguida pelo aparecimento de pirita na fase posterior. Foram identificados 3 estágios de mineralização aurífera, os quais definem basicamente uma deposição inicial em condições dúcteis, seguida por outra mais expressiva em ouro e em condições rúpteis. As condições mínimas de temperatura para o es-



**Figura 6.8** - Exemplo de veio quartzo-aurífero associado à zona de cisalhamento rúptil a rúptil-dúctil, atualmente em lavra na região da Mina Salamangone.



tágio inicial da mineralização foram determinadas pelo geotermômetro da arsenopirita em 400 °C a 565 °C. Os fluidos envolvidos no processo de mineralização foram analisados apenas para inclusões fluídas secundárias (em trilhas e planares) e apresentaram composição aquo-salina, ricos em Ca, com relativamente baixas temperaturas de homogeneização, portanto, associadas às deformações do estágio rúptil.

Os processos de alteração hidrotermal envolveram silicificação, sulfetação, saussuritização e cloritização da encaixante. O sistema filoneano é epigenético em relação ao tonalito encaixante, datado em 2,16 Ga, e a datação Pb-Pb de arsenopirita sugere que a mineralização ocorreu em torno de 2,0 Ga, idade semelhante àquela obtida no depósito aurífero de Loulouie, na Guiana Francesa (VOICU et al., 1999). Finalmente, Nogueira (2002) admite que este depósito se formou em condições de alta T, grandes profundidades, sendo classificado como um depósito aurífero orogênico mesotermal, associado a margem convergente/arco magmático.

Resultados de análises químicas realizadas neste projeto em amostras de veios de quartzo coletados na área da mina de Salamangone e no Garimpo Fofquinha são mostradas na Tabela 6.3, onde são apresentados valores entre 0,6 e 0,2 ppm de Au, e também de alguns elementos farejadores.

De acordo com os dados de reserva Mineração Novo Astro da época de paralização das atividades de lavra, em 1995, as reservas globais estimadas são da ordem de 450 t, a 16 g/t, e de minério secundário em saprólito de cerca de 500 t, com um teor de até 6 g/t, resultando em uma reserva de 3 t de ouro.

Esta mina encontra-se, atualmente, desativada e a exploração das antigas galerias por garimpeiros está proibida pelo órgão federal regulador (DNPM). Os direitos minerários da área da mina pertencem à Cooperativa dos Garimpeiros do Lou-

renço (COOGAL) e apenas seus associados podem executar a lavra e extração do ouro.

A maior parte dos associados da COOGAL extrai o ouro do rejeito de lavra da empresa Mineração Novo Astro, com blocos e matacões, saprólito e solo, amontoados no entorno da antiga Mina de Salamangone (Figura 6.9). Este material está mineralizado em ouro e, possivelmente, foram descartados por apresentarem teores de corte abaixo dos adotados pela mineradora. Neste processo os garimpeiros utilizam tanto o desmonte hidráulico, quanto máquinas escavadeiras do tipo “PC” e moínhos de martelo.

Adicionalmente, no entorno da antiga Mina Salamangone são lavradas através de garimpagem (cavas ou *open pits*) venulações de quartzo encaixadas em rocha alterada ou são, em alguns casos com utilização de máquina escavadeira tipo “PC” e explosivos.

As lavras garimpeiras a céu aberto a sudeste da antiga mina (ao longo do *trend*) exploram veios de quartzo encaixados em tonalitos, controlados por falhamentos transcorrentes (rúptil a rúptil-dúctil) de direções NW (Figura 6.10), com feições brechoides. Muitas dessas cavas de garimpo foram abertas em saprólito e expuseram veios de quartzo leitoso, afetados por dobramentos e fraturamentos.

## Depósito de Yoshidome

Yamamoto, Schardt e Motoki (1988) realizaram estudos nas galerias subterrâneas da antiga Mina de Yoshidome, também nas proximidades da Vila do Lourenço, e descrevem gnaisses com biotita e anfibólio, por vezes migmatizados, com anfibolitos intercalados, além de biotita xistos, anfibólio xistos e metacherts, interpretados como parte de uma sequência metavulcanossedimentar. O veio quartzo-aurífero mineralizado está encaixado em gnaisses e anfibolitos, sendo constituído, além do quartzo, por arsenopirita, calcopirita granada, clorita e epidoto. O ouro é encontrado com maior frequência em veios discordantes à estruturação regional, que apresentam direções entre N15°-70°E, com mergulhos para NW e SE, mas estes autores descrevem também veios mineralizados dobrados, com espessuras entre 0,3 e 5,0 m, além de veios mineralizados preenchendo flancos e charneiras de dobras.

A exploração deste depósito estava ativa durante os trabalhos de campo deste projeto. A exploração é feita por lavra a céu aberto, onde a atual empresa (Mineração Amapá) executa o desmonte de rocha com a utilização de explosivos em veios de quartzo (Figura 6.11). Amostras de veios de quartzo extraídos deste depósito mostram pintas de ouro livre (Figura 6.12).

**Tabela 6.3** - Resultados de análises químicas de veios de quartzo coletados na área da Mina de Salamangone e do Garimpo Fofquinha. Valores em ppm. x = abaixo do limite de detecção.

Elemento	Depósito de Salamangone			Garimpo Fofquinha
	Amostra			
	MC-M-18A	MC-M-18B	MC-M-18D	MC-M-19
Au	0,6	0,2	0,3	0,2
Ag	0,06	x	0,11	x
As	2549	2176	3598	120
Cu	10,2	73,7	38,1	24,4
Mo	1,45	1,06	1	0,41
Zn	10	41	10	4
Bi	0,54	0,37	0,1	0,32
Pb	7,5	11,2	1,8	4
Nb	x	3,86	0,58	x
W	1,6	5,7	293,9	8,4





**Figura 6.9** - Processos de lavra garimpeira dos materiais de rejeito da Mina de Salamangone: (A) por desmonte hidráulico, e (B) com a utilização de máquinas escavadeiras, caminhões e moinhos.



**Figura 6.10** - Cava garimpeira em lavra de veios de quartzo auríferos, verticalizados, associados a falhamentos rúpteis, na área a sudeste da Mina de Salamangone.



**Figura 6.12** - Pintas de ouro livre (setas), em fragmentos de veios de quartzo da lavra atual na Mina da Yoshidome.

## Outros depósitos

Neste projeto foram visitados garimpos na área da Vila do Lourenço, onde foi possível registrar algumas observações. No garimpo do Português as cavas em saprólito expuseram zonas arroxeadas, verticalizadas, com direções gerais NW, que são interpretadas como produtos alterados de prováveis protólitos máficos, aos quais se associam zonas ou bolsões caulíníticos, esbranquiçados (Figura 6.13).

Ao noroeste da Mina de Salamangone, cava garimpeira expôs planos com foliação de baixo ângulo, com feições sigmoidais (Figura 6.14), com direções NW-SE e mergulhos para NE (21°/058, 24°/066, 34°/355). Esta foliação de baixo ângulo, se associada a empurrões locais, indicariam uma movimentação de topo de NE para SW, como observado na Mina Velha do Cassiporé.

## Modelo potencial dos depósitos de Au

A Mina do Salamangone apresenta atributos essenciais que a caracteriza como um depósito de ouro filoneano orogênico, tais como veios mineralizados



**Figura 6.11** - Lavra a céu aberto em área da antiga Mina de Yoshidome. Notar zonas esbranquiçadas (caulíníticas) de dimensões métricas.



estruturalmente controlados, rochas encaixantes da mineralização (gnaisses/granitoides cálcio-alcálicos do Tonalito Lourenço e restos de rochas metavulcanossedimentares) típicas de contextos tectônicos de margens convergentes, além do fato da pirita, calcopirita e arsenopirita serem os principais minerais de minério, que apontam para a possibilidade deste depósito apresentar concentrações anômalas de Cu, Pb e Ag.

Algumas características do depósito de Morro da Mina, como por exemplo a presença de possíveis metacherts, a associação do ouro com sulfetos, a ocorrência de crosta laterítica expressiva com enriquecimento de ouro (*gossan* resultante da oxidação de sulfetos?), e concentrações anômalas de manganês na região da mina (VALE et al., 1972), (MOURA, 1934; ACKERMANN, 1972 apud LIMA et al., 1974), (SOUZA; BENOLIEL, 1981), são indicadores importantes a serem levados em conta para uma prospecção regional de ouro. Em regiões pobres em dados geológicos, como é o caso da Folha Lourenço, estas informações podem fornecer diretrizes para a prospecção regional de metais.



**Figura 6.13** - Cava de garimpo em saprólito no garimpo do Português, com zonas arroxeadas e esbranquiçadas (cauliníticas), verticalizadas.



**Figura 6.14** - Foliação de baixo ângulo em parede de cava de lavra aurífera, com foliação desenhando feições sigmoidais.

Depósitos do tipo VMS, por exemplo, também são comumente associados regionalmente com concentrações anômalas de ferro e manganês, e em terrenos arqueanos costumam ocorrer associados com depósitos de ouro do tipo *lode*, mesotermal, em zonas de cisalhamento e com formações ferríferas bandadas (TAYLOR et al., 1998). Datações da mineralização e suas rochas encaixantes, investigações geocronológicas visando entender relações entre a idade da mineralização, da deformação e do metamorfismo, estudos de inclusões fluídas e petrológicos, combinados com estudos estruturais de campo são fundamentais para entender o modelo genético das mineralizações de ouro, sobretudo no depósito de Morro da Mina, onde os dados são bastante restritos.

### 6.1.1.3 Ouro aluvionar

Como discutido em item anterior, o início da atividade garimpeira na região da Vila do Lourenço e da antiga Vila Azemar remonta ao século XIX, através da lavra aluvionar, e se estende até os dias atuais.

Garimpos em depósitos de pláceres aluvionares são relatados por Veiga; Brait Filho e Oliveira (1985), com destaque àqueles situados na região do Morro da Mina, a exemplo dos depósitos do Rio Cassiporé, dos igarapés Pé de Arara, Pereira, Azemar, Curió, Paulista, Cedro, Morton e Maurício. Várias destas ocorrências não estão contempladas nos mapas e bases de dados produzidos neste projeto, em virtude de não ter sido possível recuperar a posição geográfica com segurança.

Os autores citados descrevem estes depósitos com irregulares e descontínuos, cujo perfil mais típico é representado, da base para o topo, por leitos de cascalhos imaturos, areia e argila, com espessuras que não ultrapassam 5 m, sendo geralmente em torno de 1 e 2 m.

Durante este projeto foram observadas evidências de antigos trabalhos de garimpagem aluvionar, como extensos volumes de rejeitos nas cabeceiras do Rio Cassiporé, nas imediações da Mina Velha do Cassiporé (Figura 6.15), e nas imediações da Mina de Salamangone.

Estima-se que estes depósitos de rejeitos de antigas lavras auríferas aluvionares somem um volume total superior a cerca de 40 000 m<sup>3</sup>, conforme avaliações superficiais realizadas durante os trabalhos de campo.

À época da realização dos trabalhos de campo deste projeto, este tipo de lavra garimpeira estava sendo executada apenas em alguns pontos na área da Mina Velha e região de cabeceira do Rio Cassiporé, porém, o número de pontos em atividade e o volume de material lavrado são inferiores em relação aos observados nos garimpos antigos e inativos.





**Figura 6.15** - (A) Depósitos de rejeito de antiga lavra garimpeira ao longo da margem do Rio Cassiporé, no trecho entre a Mina Velha e o antigo trajeto da antiga BR-153. (B) Lavra garimpeira aluvionar em atividade nas proximidades da Mina Velha do Cassiporé.

## 6.2 METAIS FERROSOS

### 6.2.1 Tantalita e columbita

Na área da Folha Lourenço é relatada a ocorrência de garimpos de tantalita em depósitos aluvionares, associada ao ouro, cuja gênese estaria relacionada a corpos de pegmatito. No garimpo do Português, na região da Vila Lourenço, é citada na literatura uma produção de 30 kg/mês deste minério (SOUZA; BENOLIEL, 1981).

Em consulta realizada no SIGMINE foram registrados 11 requerimentos de lavra garimpeira para tantalita (9) e columbita (2), localizados principalmente na região central da Folha Lourenço, na área da Vila do Lourenço e cabeceiras do Rio Cassiporé. Nesta mesma região foram identificados indícios de tantalita em amostras de concentrados de bateia, analisados neste projeto.



**Figura 6.16** - Cava garimpeira inundada, com dimensões aproximadas de 5m x 10m e 1,5m de profundidade, com cristais de quartzo e fragmentos da rocha encaixante.

## 6.3 OUTRAS POTENCIALIDADES MINERAIS

A presença de cassiterita na área é sugerida pelo registro de 3 requerimentos de lavra garimpeira no SIGMINE, cujos centroides estão localizados na região de contato do Tonalito Lourenço com as unidades Granitoides Indiferenciados e Suíte Intrusiva Flexal, sugerindo a presença de granitos e/ou corpos pegmatíticos especializados neste mineral.

Na região do Lourenço, foram observadas nas áreas lavradas do depósito de Yoshidome e garimpo do Português, zonas e faixas esbranquiçadas, caulínificadas, contendo grãos de quartzo, que podem representar corpos de pegmatitos.

Corpos pegmatíticos foram relatados por Nogueira (2002), em sub-superfície, nas galerias da Mina de Salamangone. Em superfície, apenas uma ocorrência de pegmatito foi registrada durante os trabalhos de campo, o qual já havia sido lavrado por garimpeiros. Em cava inundada (Figura 6.16) foram observados blocos com aglomerados de quartzo de granulometria grossa (até 2,0 cm) e fina ( $\leq 5\text{mm}$ ), sendo a encaixante, aparentemente, uma rocha granitoide alterada, contendo feldspatos brancos estirados (Figura 6.17 A e B).

Valores anômalos de ETR e P foram identificados neste projeto na área da Mina Velha do Cassiporé, em solos e sedimentos de corrente, os quais podem estar associados a corpos de pegmatitos.

Em consulta ao SIGMINE foram registrados 2 licenciamentos para extração de brita e 2 para extração de areia. Os primeiros estão localizados no domínio do Granito Cunani, e os outros provavelmente estão relacionados a aluviões, ou paleoaluviões, da bacia do Igarapé Carnot, localizado no extremo leste da área.

A área oriental da Folha Lourenço, apresenta potencial para exploração de brita e rochas ornamentais e de revestimento, visto que o Granito Cuna-



ni em algumas áreas tem boas exposições, somando-se ao fato de que há possibilidade de escoamento da produção através das rodovias AP-206 e BR-156.

Finalmente, ocorrências de manganês (blocos no topo de morrotes), possivelmente associados a gonditos em xistos manganésiferos, foram relatadas para a

região do Rio Cunani, além de bauxitas associados a crostas lateríticas (VALE et al., 1972) (MOURA, 1934; ACKERMANN, 1972 apud LIMA et al. 1974), (SOUZA; BENOLIEL, 1981). Estas ocorrências não foram inseridas nos produtos (mapas, SIG e bases de dados) da Folha Lourenço, pela falta de coordenadas geográficas.



**Figura 6.17** - (A) Blocos com quartzo de granulação grossa (até 2,0 cm) e fina ( $\leq 5\text{mm}$ ). (B) Blocos que podem representar a rocha encaixante do pegmatito, com cristais de feldspatos brancos estirados.

## 7 CONCLUSÕES

### Cartografia geológica e implicações geotectônicas

Neste trabalho a cartografia geológica foi fortemente subsidiada pela interpretação de imagens aerogeofísicas (mag e gama), visto que grandes domínios da Folha Lourenço não foram acessados durante os trabalhos de campo. Foram individualizadas 18 unidades litoestratigráficas, sendo 14 paleoproterozoicas, 1 mesozoica (Diabásio Cassiporé) e 3 representam coberturas sedimentares quaternárias (Cobertura Sedimentar Indiferenciada, Depósitos Argilosos Flúvio-marinhos e Depósitos Aluvionares).

Todas as unidades paleoproterozoicas representam eventos magmáticos plutônicos, o que faz da Folha Lourenço uma área com amplo predomínio de granitoides. Em algumas destas unidades não foi possível obter novos dados de campo e laboratoriais, e sua cartografia foi inteiramente baseada em correlações com a geologia das folhas Oiapoque (FARACO; THÉVENIAUT, 2011) e Rio Araguari (ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), localizadas a norte e a sul da área de trabalho, respectivamente. As unidades Diorito Rio Mutura, Tonalito Lourenço, Tonalito Carnot, Granito Cunani e Charnoquito Acapuzal, representam novas proposições.

As unidades Suíte Intrusiva Flexal (2,20-2,18 Ga), Diorito Rio Mutura (2,17 Ga), Tonalito Lourenço (2,16 Ga) e Tonalito Papa Vento (2,14-2,13 Ga) englobam rochas dioríticas a granodioríticas prioritariamente, com monzogranitos subordinados. São metaluminosas a peraluminosas, com assinatura cálcio-alcálica, e características químicas e mineralógicas semelhantes às dos granitos Tipo I. Com relação à assinatura isotópica do Nd, estes granitoides podem apresentar idades  $T_{DM}$  arqueanas (3,02 a 2,61 Ga), com  $\epsilon_{Nd}$  entre -4,62 a -2,03, ou paleoproterozoicas (2,37 a 2,24 Ga), e neste caso com  $\epsilon_{Nd}$  positivos, entre +3,03 e +0,65. Estes dados demonstram inequivocamente que a origem dos magmas geradores dos diversos granitoides paleoproterozoicos envolveu acreção crustal juvenil no limite Sideriano-Riaciano, e reciclagem de componentes crustais meso- e neoarqueanos.

Os dados obtidos neste trabalho nas unidades citadas, somados às informações da literatura (NOGUEIRA, 2002; AVELAR, 2002; ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006; BARBOSA et al., 2013; ROSA-COSTA; CHAVES; KLEIN, 2014), ratificam que a gênese do magmatismo cálcio-alcálico estabelecido entre 2,20 e 2,13 Ga na porção sudeste do Escudo das Guianas, está relacionada à formação de arcos magmáticos em margem continental arqueana.

Estes eventos magmáticos também foram reconhecidos mais ao norte, na Guiana Francesa (DE-

LOR et al., 2003; VANDERHAEGHE et al., 1998), onde, entretanto, é evocado um ambiente de arcos de ilha, em contexto intra-ocênico, em função da assinatura predominantemente juvenil dos magmas, e sem participação significativa de componentes crustais arqueanos.

Na Folha Lourenço foram individualizadas ainda os complexos Rio Araguari (2,12-2,10 Ga), Oiapoque (2,10 Ga) e Camopi (2,10 Ga) e a Suíte Cricou (2,11-2,10 Ga), com base principalmente em correlações com as folhas Rio Araguari e Oiapoque, especialmente os complexos Oiapoque a Araguari, onde não foram obtidas novas informações no mapeamento da Folha Lourenço.

Embora existam claros problemas cartográficos nestas unidades, que em geral englobam rochas de naturezas e origens distintas, a assinatura geoquímica de alguns granitoides analisados demonstra que representam rochas subalcalinas, metaluminosas a peraluminosas, semelhantes às séries magmáticas cálcio-alcálicas com origem relacionada a arcos magmáticos.

A principal implicação geotectônica deste magmatismo mais jovem relacionado a arcos magmáticos é considerar que a fase orogênica acrescionária se estendeu até cerca de 2,10 Ga, estágio que em trabalhos anteriores é relacionado ao início da fase colisional, que envolveu retrabalhamento de granitoides cálcio-alcálicos mais antigos, metamorfismo de alto grau, geração de magmas predominantemente graníticos, e tectônica controlada por movimentos tangenciais e/ou transcorrentes (VANDERHAEGHE et al., 1998; AVELAR, 2002; DELOR et al., 2003; ROSA-COSTA, 2006; ROSA-COSTA; LAFON; DELOR, 2006; ROSA-COSTA et al., 2008, e outros).

Considerando-se a constituição litológica do Tonalito Carnot, composto predominantemente por biotita tonalitos, com granodioritos e monzogranitos subordinados, e as relações com as unidades adjacentes, é provável que este corpo também integre esta associação de granitoides cálcio-alcálicos de 2,12-2,10 Ga, embora ainda não haja dados químicos ou geocronológicos para suportar esta hipótese.

Foram cartografados ainda diversos maciços graníticos na Folha Lourenço, denominados Cunani (2,10-2,09 Ga), Anotai (2,09 Ga) e Cigana (2,08 Ga), além de outros corpos inseridos na unidade informal Granitoides Indiferenciados. Em função da falta de dados litoquímicos e geocronológicos sistemáticos nestas unidades, ainda não é possível assegurar se estas manifestações magmáticas estão associadas a estágios colisionais, ou se, alternativamente, representam uma fase de arco maturo, onde predominam granitoides mais potássicos.



Uma importante contribuição deste trabalho à estratigrafia da região foi a caracterização do Charnoquito Acapuzal, datado em  $1998 \pm 9$  Ma, que representa o mais jovem evento magmático granítico identificado na Folha Lourenço, este relacionado a estágios tardi- a pós-orogênicos.

Outras questões cartográficas devem ser destacadas, como a ocorrência de rochas metavulcanossedimentares e granulíticas na Folha Lourenço, que têm implicações estratigráficas, tectônicas e até metalogenéticas.

Em diversos mapas geológicos anteriores que contemplavam a porção central do Estado do Amapá (ex. VEIGA; BRAIT FILHO; OLIVEIRA, 1985; LIMA; BEZERRA; ARAÚJO, 1991; FERRAN, 1998; FARACO et al., 2004), uma expressiva faixa metavulcanossedimentar de direção NW-SE era cartografada, aproximadamente coincidente com as elevações da Serra Lombarda, que recebeu distintas designações estratigráficas (Sequência Cassiporé, Suíte Metamórfica Lourenço, Grupo Serra Lombarda, Grupo Vila Nova). Segundo alguns dos autores acima citados, esta faixa se estenderia por até mais que 100 km longitudinais, na direção NW-SE.

Durante os levantamentos de campo da Folha Lourenço, especialmente na área da Vila do Lourenço e das cabeceiras do Rio Cassiporé, onde sistematicamente a referida faixa era posicionada, foram registradas esporadicamente algumas ocorrências de rochas metassupracrustais, como anfíbolitos e kinzigitos. No entanto, estas rochas ocorrem como restos ou enclaves de tamanhos variáveis em meio aos granitoides, principalmente nos tonalitos (Tonalito Lourenço), e não como extensas faixas cartografáveis na escala de mapeamento adotada neste trabalho.

A associação de granitoides e sequências metavulcanossedimentares riacianas (ex. grupos Vila Nova, Ipitanga e Tartarugalzinho no Brasil, e Paramaka na Guiana Francesa), elucidam parte da evolução orogênica deste segmento do Escudo das Guianas, além de apresentarem grande potencial para conter jazimentos minerais importantes. Por esta razão, estudos adicionais são necessários para investigar a ocorrência de rochas metavulcanossedimentares, especialmente na região do Lourenço, onde estas estão associadas a granitoides tonalíticos, hospedeiros de mineralizações auríferas.

Na porção oriental da Folha Lourenço foram descritos diversos afloramentos com ocorrência de rochas granulíticas *sensu stricto* (granulitos máficos, granulitos enderbíticos e charnoenderbíticos), localizados principalmente nos rios Amapá Grande, Calçoene, Cunani e Cassiporé, ou em seus afluentes. No campo estas rochas ocorrem como enclaves em granitoides do Tonalito Carnot, do Granito Cunani, da Suíte Cricou e até da Suíte Intrusiva Flexal, ou constituindo afloramentos métricos, nos quais não é possível entender as relações estratigráficas com estas unidades adjacentes (corpos tectonicamente aleitados, *inliers*, mega-enclaves?).

Aparentemente as ocorrências de granulito na Folha Lourenço estão alinhadas em um *trend*

N-S, localizado na porção mais oriental da quadrícula. Este setor coincide aproximadamente com o cinturão granulítico, designado "Cinturão Amapá", proposto por Hasui, Haralyi e Schobbenhaus (1884), com base principalmente na interpretação de mapa Bouguer. Segundo os mapas apresentados pelos autores citados, este cinturão englobaria os terrenos comprovadamente granulíticos que definem o Complexo Tartarugal Grande, bem expostos na porção sudeste da Folha Rio Araguari, e se estenderia para norte, ao longo de toda a borda oriental do Escudo das Guianas, no estado do Amapá.

Embora os levantamentos geológicos realizados nas folhas Rio Araguari e Lourenço, na escala 1:250.000, não atestem a existência deste cinturão granulítico, contínuo desde a região do Complexo Tartarugal Grande, trabalhos de detalhe na região oriental da Folha Lourenço são necessários para avançar na cartografia destas rochas, entender a relação com os granitoides adjacentes e o mecanismo de exposição destes segmentos infracrustais, que geralmente envolve alçamento tectônico, o que teria implicações importantes no modelo de evolução geodinâmica da área.

### Compartimentação geofísico-estrutural

Com base em interpretações de imagens aerogeofísicas, de relevo e restritos dados estruturais de campo, foram individualizados na Folha Lourenço 4 domínios geofísico-estruturais, dispostos em faixas NW-SE, concordantes à estruturação regional. Conforme apresentado no Capítulo 4, esta compartimentação foi fortemente influenciada pelo padrão magnético interno dos domínios, que também se distinguem com relação à assinatura radiométrica, visto que cada domínio apresenta associações de unidades litoestratigráficas características. O Domínio 1, situado no extremo nordeste da Folha, representa as unidades sedimentares fanerozoicas. Merece destaque o Domínio 2, na área de ocorrência do Granito Cunani, do Tonalito Carnot e do Charnoquito Acapuzal, que apresenta os maiores gradientes de campo magnético, com lineamentos magnéticos segundo NE-SW e E-W, portanto, discordantes da estruturação regional NW-SE. Em campo esta estruturação se reflete especialmente na porção norte do domínio, nas rochas do Tonalito Carnot e do Granito Cunani, por foliações E-W e subordinadamente NE-SW, com altos ângulos de mergulho, em geral para N, definidas por bandamento composicional magmático  $S_0$ , ou também localmente por uma foliação  $S_1$  com componente no estado sólido, superposta a  $S_0$ .

O Domínio 3, que engloba unidades como os Complexos Oiapoque e Camopi, Suíte Intrusiva Flexal, Suíte Cricou e Tonalito Lourenço, se caracteriza por um relevo magnético suave, com uma estruturação NW-SE bem marcada por grandes lineamentos, alguns caracterizados em campo como zonas de cisalhamento. Foi definida uma foliação tectônica  $S_t$  NW-SE, mergulhando para NE, além de uma foliação milonítica  $S_m$ , em geral associada a extensas zonas de

cisalhamento, que por vezes definem contatos tectônicos entre unidades litoestratigráficas. O Domínio 4, localizado na porção mais ocidental da Folha, definido principalmente pelas unidades Diorito Rio Mutura, Tonalito Papa Vento e Complexo Araguari, é caracterizado por um relevo magnético movimentado, destacadamente na área do Diorito Rio Mutura. Neste domínio também foram identificadas as foliações  $S_t$ , principalmente segundo NW-SE, com mergulhos para NE e SW, e  $S_m$ , especialmente nas proximidades das zonas de cisalhamento, com alto ângulo de mergulho e lineações de baixo *rake*, indicando movimentação predominantemente transcorrente.

Uma importante característica das rochas dos domínios 3 e 4 é a deformação heterogênea, pois é comum uma unidade litoestratigráfica englobar granitoides preservando feições ígneas, assim como granitoides fortemente deformados, com conspícua foliação  $S_t$  e  $S_m$ .

Com relação à tectônica rúptil, as juntas de direção N-S são as que mais se destacam nos 3 domínios pré-cambrianos, pois coincidem com extensas anomalias magnéticas lineares, de dezenas de quilômetros longitudinais, as quais estão comumente preenchidas por diques mesozoicos do Diabásio Cassiporé.

## Recursos Minerais

O ouro é o recurso mineral de maior importância econômica, histórica e atual, na Folha Lourenço. O início da garimpagem de ouro na região das cabeceiras do Rio Cassiporé e na região do Lourenço remonta ao século XIX, e este mineral tem sido explorado nestas áreas desde então em sucessivos ciclos do ouro. A partir da década de 1980 empresas de mineração desenvolveram programas de pesquisa mineral na região, que culminaram com a descoberta dos principais depósitos, Salamangone e Morro da Mina (ou Mina Velha do Cassiporé), além de Yoshidome, Português, Lataia, Mutum e outros.

O ouro ainda representa a principal *commodity* da economia daquela área, sendo a região da Vila do Lourenço ainda hoje palco de inúmeras lavras garimpeiras, cujos trabalhos são coordenados pela COOGAL (Cooperativa dos Garimpeiros do Lourenço), que detém os direitos minerários da área.

Com base nos dados atuais, os depósitos de Salamangone e Morro da Mina são classificados

como do tipo filoneano (*lode*) epigenético, com ouro associado em geral a veios de quartzo com sulfetos, controlados por zonas de cisalhamento NW-SE (Salamangone) ou NE-SW (Morro da Mina), que seccionam granitoides cálcio-alcálicos, contendo restos de rochas metavulcanossedimentares.

Os granitoides hospedeiros dos depósitos citados (Tonalito Lourenço em Salamangone e Suíte Cricou em Morro da Mina) têm características das séries cálcio-alcálicas com gênese relacionada a arcos magmáticos, e estão associados com restos de rochas metavulcanossedimentares, sendo o conjunto fortemente controlado por estruturas tectônicas, o que configura um contexto geológico-tectônico altamente favorável para conter jazimentos auríferos de grande porte. Em linhas gerais, este contexto se assemelha a outros setores do Escudo das Guianas (ex. Grupo Ipitanga na transição Bloco Amapá/Domínio Carecuru, Grupo Tartarugalzinho e sua associação com granitoides do Tonalito Papa Vento e Suíte Intrusiva Flexal, Grupo Paramaka com suítes TTG da Guiana Francesa), do Cinturão Gurupi e dos crátons São Luís, São Francisco e Oeste-Africano, que são reconhecidamente áreas com mineralizações importantes de ouro (TEIXEIRA et al., 2001; DARDENNE, SCHOBENHAUS, 2003; KLEIN; ROSA-COSTA, 2003; MELO et al., 2003; KLEIN et al., 2008; KLEIN; LOPES, 2011; PERROUTY et al., 2012).

Esta área que engloba os depósitos de Salamangone e Morro da Mina também apresentou destaques na prospecção geoquímica regional, pela presença de pintas de ouro em concentrados de bateia, e em menor proporção de cromita, assim como anomalias de Ag-Hg e Mo-Cu-Co-Ni-Cr em sedimentos de corrente, que indicam, respectivamente, mineralizações de ouro (e atividade garimpeira, no caso do Hg), e potencial para rochas máfico-ultramáficas, que podem estar associados às rochas metavulcanossedimentares, ou a corpos intrusivos no conjunto, ainda não identificados em campo.

Tais características justificam a realização de trabalhos de detalhe na área dos depósitos de Salamangone e Morro da Mina, que envolvam cartografia geológica, estudos estruturais, prospecção geoquímica e levantamentos geofísicos terrestres, com vistas a entender os controles geológicos das mineralizações conhecidas, assim como definir novas áreas potenciais.



# REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, F. L. **Recursos Minerais do Território Federal do Amapá**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1948. 30p.
- ALMEIDA, F. F. M. et al. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Sciences Reviews**, v. 17, p. 1-29, 1981.
- AVELAR, V. G. **Geocronologia Pb-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total da porção centro-norte do Estado do Amapá - Brasil**: implicações para a evolução geodinâmica do setor oriental do Escudo das Guianas. 2002, 213 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) - Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.
- BARBOSA, J. P. O. et al. **Projeto geologia da Folha Macapá - NA.22-Y-D**. Belém: CPRM, 2013. Escala 1:250.000. 1 mapa. Programa Geologia do Brasil.
- BARRETO, C. J et al. Paleoproterozoic granitoids from the Archean Amapá block (Brazil), Southeastern Guyana Shield: Pb-Pb evaporation in zircons and Sm-Nd geochronology. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 45, p. 97-116, 2013.
- BEZERRA, I. S. A. A. Depósitos Pleistocenos da Formação Itauba: paleoambiente e implicações na evolução da planície costeira do Amapá. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- BEZERRA, I. S. A. A. et al. Late Pleistocene sea-level changes recorded in tidal and fluvial deposits from Itauba Formation, onshore portion of the Foz do Amazonas Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 45, Suppl. 1, p. 63-78, 2015.
- BOYNTON, W. V. Geochemistry of the rare earth elements: me teorite studies. In: HENDERSON, P. (Ed.). **Rare earth element geochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 63-114.
- CABANIS, B.; Lecolle, M. Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris**, série 2, v. 309, p. 2023-2029, 1989.
- COSTA, J. B. S. Relatório técnico sobre a visita à região do Morro da Mina. 1988.
- COSTA, J. A. V. **Geoquímica dos lateritos auríferos do Morro da Mina - Cassiporé (Amapá)**. 1992. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1992.
- COSTA, J. L. et al. **Projeto Norte da Amazônia**: domínio Oiapoque-Jari: geologia da folha NA.22-V. Texto Explicativo e Mapas. Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM; DNPM, 1974.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto aerogeofísico Amapá**: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Rio de Janeiro: Lasa Engenharia e Prospecções; Prospectores Aerolevantamentos e Sistemas, 2007. v.1 - texto técnico Programa Geologia do Brasil - PGB.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **GEOSGB**. Base de dados. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acessado em: 03 setembro 2015.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Termo de referência dos levantamentos geológicos do Serviço Geológico do Brasil**. Brasília: CPRM, 2006. Brasília, CPRM, 2006. Programa Geologia do Brasil – PGB.
- DARDENNE, M. A.; SHOBENHAUS, C. Metallogeny of the Guiana Shield. **Géologie de la France**, v. 2-3-4, p. 291-319, 2003.
- DECKART, K.; BERTRAND, H.; LIEGEIOS, J. P. Geochemistry and Sr, Nd, Pb isotopic composition of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) in Guyana and Guinea. **Lithos**, v. 82, p. 289-314, 2005.
- DECKART, K.; FERAUD, H.; BERTRAND, H.G. Age of Jurassic continental tholeiites of French Guyana, Suriname and Guinea: implications for the initial opening of the Central Atlantic Ocean. **Earth and Planetary Sciences Letters**, v. 50, p. 205-220, 1997.
- DE LA ROCHE, H. et al. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analysis - its relationship with current nomenclature. **Chemical Geology**, v. 29, p. 183-210, 1980.
- DELOR, C. et al. The Bakhuis ultrahigh-temperature granulite belt (Suriname): Implications for late Transamazonian crustal stretching in a revised Guiana Shield framework. 2nd edition. **Géologie de la France**, v. 2-3-4, p. 207-230, 2003a.
- DE PAOLO, D. J. Nd isotopic studies: some new perspectives on Earth structure and evolution. **EOS**, v. 62, p. 137-145, 1981.
- FARACO, M. T. L; THÉVENIAUT, H. **Projeto geologia da porção brasileira da Folha Oiapoque -NA.22-V-B, Estado do Amapá, Escala 1:250.000**. Belém: CPRM, 2011. 115 p. Programa Geologia do Brasil - PGB. Informações Integradas para Proteção da Amazônia. Sistema de Cartografia da Amazônia.

- FARACO, M. T. L et al. Caracterização petrográficas, geoquímica e isotópica (Pb-Pb e Sm-Nd) de granitoides do domínio Norte do Amapá, região SE do Escudo das Guianas. In: RIZZOTO, G. J.; QUADROS, M. L.; VASQUEZ, M. L. (Org.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém, SBG-Núcleo Norte, 2009. v. 6. p. 53-66.
- FARACO, M. T. L. et al. Folha NA.22- Macapá. In: SCHOBENHAUS, C. et al. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**: sistema de informações geográficas - SIG. Brasília: CPRM, 2004. CD-ROM 4/41. Programa Geologia do Brasil.
- FERRAN, A. Depósito de ouro de Salamangone e Mutum, Calçoene, Amapá. In: Carlos Schobbenhaus e Carlos Eduardo Silva Coelho (Coord.). **Principais depósitos minerais do Brasil**. Brasília, DF: DNPM; CVRD, 1988. Vol. III, p. 581-588.
- FLOYD, P. A; WINCHESTER, J. A. Magma-type and tectonic setting discriminations using immobile elements. **Earth and Planetary Sciences Letters**, v. 27, p. 211-218, 1975.
- FROST, B. R. et al. A geochemical classification for granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 42, n. 11, p. 2033-2048, 2001.
- HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E.; SCHOBENHAUS, C. Elementos geofísicos e geológicos da região amazônica: subsídios para o modelo geotectônico. In: SYMPOSIUM AMAZONICO, 2., 08-12 abr. 1984, Manaus, AM. **Anais...** Brasília: DNPM, 1984. p. 129-147.
- JENSEN, L. S. **A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks**. Division of Mines. Ontario, 1976.
- JORGE JOÃO, X. S. et al. **Projeto Falsino**. Relatório final: texto explicativo e mapas. Escala 1:100.000. Belém: DNPM; CPRM, 1979.
- KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 141-151, 1960.
- KLEIN, E. L.; ROSA-COSTA, L.T. Geology of quartz-vein gold deposits in the Ipitinga Auriferous District, northern Brazil, southeastern Guiana Shield. **Géologie de la France**, v. 2-3-4, p. 231-242. 2003.
- KLEIN, E. L. et al. **Geologia e recursos minerais da folha Cândido Mendes SA.23-V-D-II, estado do Maranhão, escala 1:100.000**. Belém: CPRM, 2008. 150 p. Programa Geologia do Brasil - PGB.
- KLEIN, E. L.; LOPES, E. C. S. **Geologia e recursos minerais da folha Centro Novo do Maranhão - SA.23-Y-B-I, estados do Maranhão e Pará. Escala 1.100.000**. Belém: CPRM, 2011. 131 p. Programa Geologia do Brasil – PGB.
- LAFON, J. M.; DELOR, C.; BARBOSA, O. S. Granulitos tardi-Transamazônicos na região norte do Estado do Amapá: o Charnoquito Calçoene. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 7., 2001, Belém. **Workshop 2**. Belém: SBG- Núcleo Norte, 2001. 1 CD-ROM.
- LAFON, J. M. et al. Granulitos tardi-transamazônicos (2,06 Ga) na região norte do Estado do Amapá: o charnoquito de Calçoene. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 7., 2001, Belém. **Resumos expandidos**: verticalização mineral na Amazônia. Belém: SBG- Núcleo Norte, 2001. 1 CD-ROM.
- LE BAS, M. J. et al. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. **Journal of Petrology**, v. 23, p. 745-750, 1986.
- LEVINSON, A. A. **Introduction to Exploration Geochemistry**. 2 nd Ed. Calgary, Canadá: Applied Publ., 1980. 924 p.
- LIMA, M. I. C. et al. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM**. Folha NA/NB. 22-Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. il. p. I/3-II/120. (Levantamentos de recursos naturais, 6).
- LIMA, M. I. C.; BEZERRA, p. e. I.; ARAÚJO, h. j. t. Sistematização da geologia do estado do Amapá. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 3., 29/nov. à 08/dez.1991, Belém. **Anais...** Belém: SBG Núcleo Norte, 1991. p. 322-335. il. v. 3.
- MANIAR, P. D.; PICCOLI, P. M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v. 101, p. 635-643, 1989.
- MARZOLLI, A. et al. Extensive 200-million-year-old continental flood basalts of the Central Atlantic Magmatic Province. **Science**, v. 284, p. 616-618, 1999.
- MELO, L.V. et al. Geological setting and mineralizing fluids of the Amapari gold deposit, Amapá state, Brazil. **Géologie de la France**, v. 2-3-4, p. 243-255, 2003.
- MESCHEDE, M. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. **Chemical Geology**, v. 56, p. 207-218, 1986.
- NOGUEIRA, S. A. A. **Contribuição ao estudo metalogenético do depósito de ouro de Salamangone, Distrito aurífero de Lourenço, Amapá**. 2002. 230 f. (Tese de doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- 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, n. 2, p. 261-264, 2000.
- NOMADE, S.; POUCKET, A.; CHEN, Y. The French Guyana doleritic dykes: geochemical evidence of three populations and new data for the Jurassic central Atlantic Magmatic Province. **Journal of Geodynamics**, v. 34, p. 595-614, 2002.
- NOMADE, S. et al. Chronology of the Central Atlantic Magmatic Province: implications for the Central Atlantic rifting processes and the Triassic-Jurassic biotic crisis. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, v. 246, p. 326-344, 2007.



- NOMADE, S. et al. Paleomagnetic study of French Guyana Early Jurassic dolerites: hypothesis of a multistage magmatic event. **Earth and Planetary Science Letters**, v.184, p. 155-168, 2000.
- PASSCHIER, C. W.; TROUW, R. A. J. **Microtectonics**. Berlim: Springer, 1996. 289 p
- PECCERILLO, A.; TAYLOR, S. R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 58, p. 63-81, 1976.
- PEARCE, J. A. Sources and settings of granitic rocks. **Episodes**, v.19, p. 120-125, 1996.
- PEARCE, J. A. **Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis in active continental margins**. In: HAWKESWORTH, C. J.; NORRY, M. J. (Ed.). Continental basalts and mantle xenoliths. California: Shiva, 1983. p. 230-249.
- PEARCE, J. A.; HARRIS, N. B. W.; TINDLE, A. G. Trace element discrimination diagrams for tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 956-983, 1984.
- PERROUTY, S. et al. Revised Eburnean geodynamic evolution of the gold-rich southern Ashanti Belt, Ghana, with new field and geophysical evidence of pre-Tarkwaian deformations. **Precambrian Research**, v. 12-39, p. 204-205, 2012.
- RICCI, P. S. F. et al. **Geologia e recursos minerais do Projeto RENCA - Fase I**. Belém: CPRM, 2001. Relatório Interno.
- RICKWOOD, P. C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. **Lithos**, v. 22, p. 247-263, 1989.
- ROSA-COSTA, L.T.; CHAVES, C.L.; KLEIN, E.L. **Projeto geologia e recursos minerais da folha Rio Araguaí - NA.22-Y-B, Estado do Amapá, Escala 1:250.000**. Belém: CPRM, 2014. 159 p. Programa Geologia do Brasil - PGB. Informações Integradas para Proteção da Amazônia. Sistema de Cartografia da Amazônia.
- ROSA-COSTA, L. T.; lafon, j. m., delor, c. Zircon geochronology and Sm-Nd isotopic study: further constraints for the Archean and Paleoproterozoic geodynamical evolution of the southeastern Guiana Shield, north of Amazonian Craton, Brazil. **Gondwana Research**, v. 10, n. 3/4, p. 277-300, 2006.
- ROSA-COSTA, L.T. et al. Electron microprobe U-Th-Pb monazite dating of the transamazonian metamorphic overprint on Archean rocks from the Amapá Block, southeastern Guiana Shield, northern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 26, p. 445-462, 2008.
- SANTOS, J. O. S. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: BIZZI, L. A. et al. (Ed.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília, CPRM, 2003.
- SOUZA, A. N.; BENOLIEL, B. I. **Projeto estudo dos garimpos brasileiros: área Amapá, relatório anual**. Belém: DNPM; CPRM, 1981.
- SOUZA, E. J. **Geologia da região costeira do Amapá com ênfase na estratigrafia, morfotectônica e geomorfologia**. Belém, 2010. 1 CD-ROM. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2010.
- SOUZA, E. J. et al. Evolução pleistocenaholocena da planície costeira do Amapá, região de Tartarugalzinho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45. , 26 set. - 01 out. 2010, Belém/Pará. **Anais...**: Desenvolvimento e mudanças globais: a importância das geociências. Belém: SBG. Núcleo Norte, 2010. 1 CD-ROM
- SUN, S. S; McDonough, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A. D.; NORRY, M. J. (Ed.). **Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society, Special Publications**, v. 42, p. 313-345, 1989.
- 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. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: MANTESSO-NETTO, V. et al. (Ed.). **Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 471-485.
- TAYLOR, C. D. et al. Volcanic: associated massive sulfide deposits. In: **Metallogeny of Volcanic Arcs**. B.C. Geological Survey, Short Course Notes, Open File 1998-8, Section O. Disponível em: <<http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/MetallicMinerals/Pages/default.aspx>>.
- TEIXEIRA, J. B. G. et al. Gold mineralization in the Serra de Jacobina region, Bahia, Brazil: tectonic framework and metallogenesis. **Mineralium Deposita**, v. 36, p. 332-344, 2001.
- THÉVENIAUT, H.; FARACO, M. T. L. **Carte Géologique /Carta Geológica; Saint-Georges de L'Oïapoque - Oïapoque (NA.22-V-B): Echelle/Escala 1:250.000**. Orléans-Fr: BRGM; Belém, Br: CPRM, [2008]. 1 mapa; color. 1,40 x 0,80 m.
- VALE, A. G. et al. **Projeto Macapá-Calçoene: relatório final**. Belém: DNPM; CPRM, 1972. 8 v.
- VANDERHAEGHE, O. et al. Contrasting mechanism of crustal growth Geodynamic evolution of the Paleoproterozoic granite-greenstone belts of French Guyana. **Precambrian Research**, v. 92, p. 165-193, 1998.
- VEIGA, A. T. C.; BRAIT FILHO, L.; OLIVEIRA, C. A. C. Geologia da Província Aurífera do Cassiporé - Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 1-9 dez. 1985, Belém. **Anais...** Belém: SBG Núcleo Norte, 1985. v. 3. p. 135-146.

- VIEIRA, K. L. R. **Levantamento geológico e caracterização do magmatismo da região de Calçoene, norte do Estado do Amapá**. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gaduação) - Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
- VOICU, G. et al. Structural, mineralogical and geochemical studies of the Paleoproterozoic Omai gold deposit, Guiana Shield. **Canadian Mineralogist**, v. 37, n. 3, p. 559-573, 1999.
- VIGNERESSE, J. L.; BARBEY, P.; CUNEY, M. Rheological transitions during partial melting and crystallisation with application to felsic magma segregations and transfer. **Journal of Petrology**, v. 37, p. 1579-1600, 1996.
- YAMAMOTO, T.; SCHARDT, L. C.; MOTOKI A. Forma tridimensional do veio de quartzo aurífero da mina Yukio Yoshidome, Amapá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 6 - 13 nov. 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG-Núcleo Norte, 1988. 6 v., v.1. p. 70-75.
- WEDEPOHL, K. H. Ingerson Lecture: the composition of the continental crust. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 59, n. 7, p. 1217 – 1232, 1995.
- WHALEN, J. B.; CURRIE, K. L.; CHAPPELL, B. W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 95, p. 407-409, 1987.



# APÊNDICES

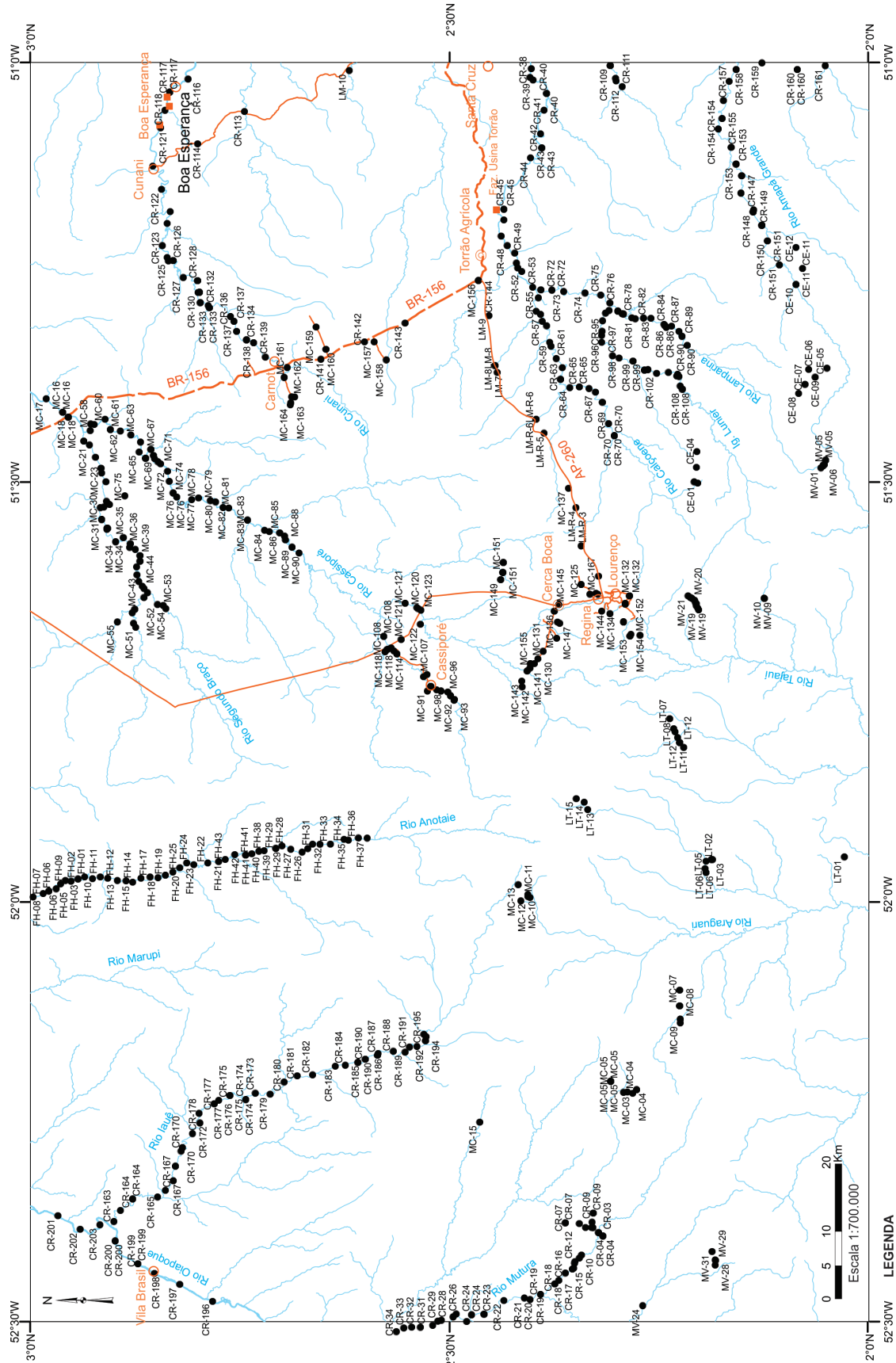
## APÊNDICE 1

<b>Súmula dos dados físicos de produção da Folha Lourenço NA.22-V-D</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Área mapeada	Km <sup>2</sup>	18.000
Perfis executados	Km	565
Afloramentos descritos	afloramentos	458
Recursos minerais inseridos no SIG	unidade	19
Amostras de rocha coletadas	amostra	483
Amostras de concentrados de bateia coletadas	amostra	199
Amostras de sedimento de corrente coletadas	amostra	210
Amostra de solo coletadas	amostra	18
Análises petrográficas	lâminas delgadas	400
Análises litogeoquímicas	amostra	18
Análises geocronológicas em zircão - U-Pb LA-ICP-MS	amostra	4
Análises isotópicas Sm-Nd	amostra	5
Análises mineralométricas de concentrados de bateia	amostra	199
Análises geoquímicas de sedimentos de corrente	amostra	210
Análise geoquímica de solo	amostra	18



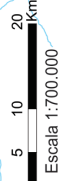
# APÊNDICE 2

MAPA DA ESTAÇÕES GEOLÓGICAS DA FOLHA LOURENÇO - NA.22-V-D



**LEGENDA**

- Estações geológicas
- Propriedade rural
- Vila
- Localidade
- Estrada não pavimentada
- Estrada pavimentada
- Drenagem

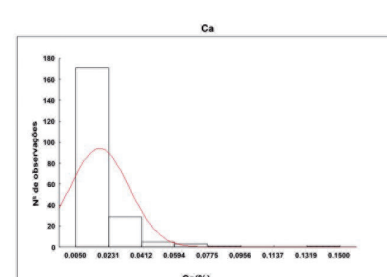
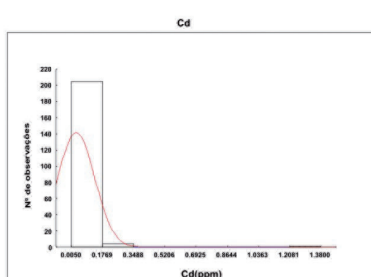
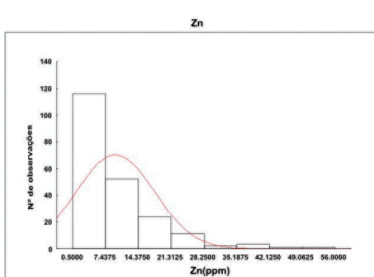
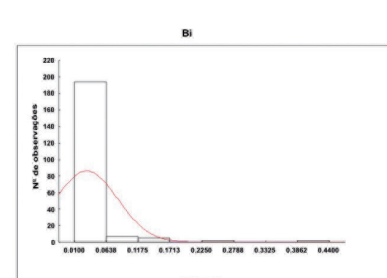
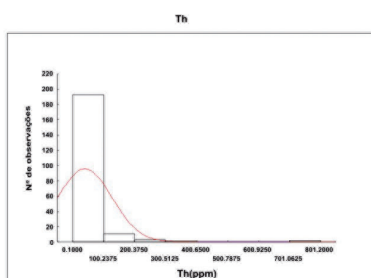
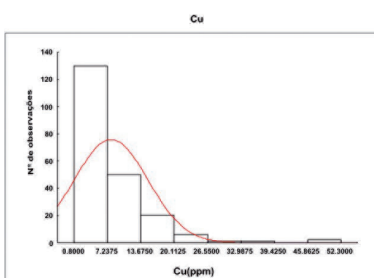
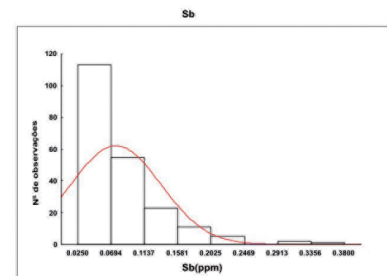
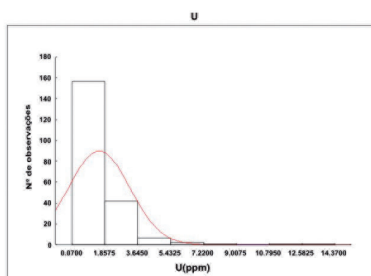
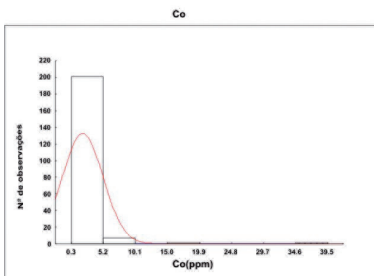
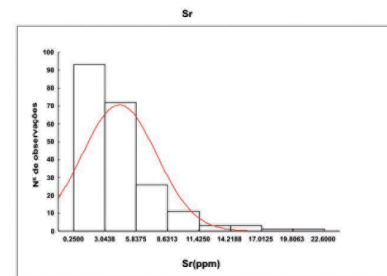
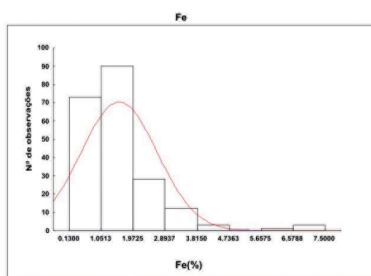
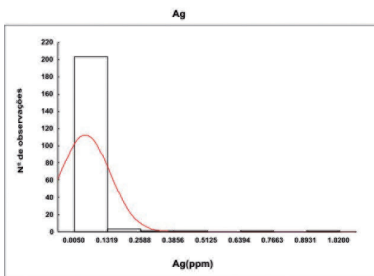
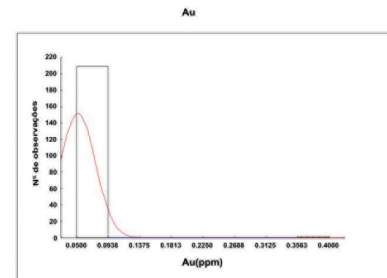
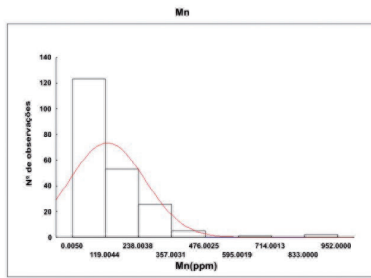
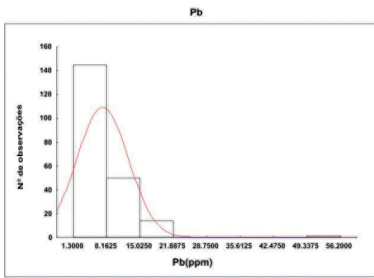
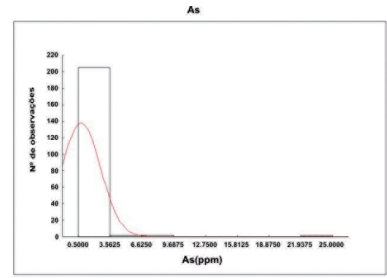
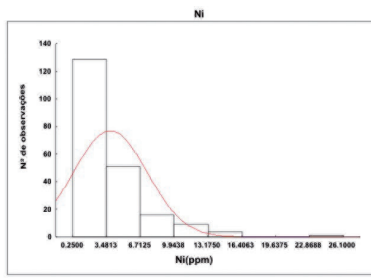
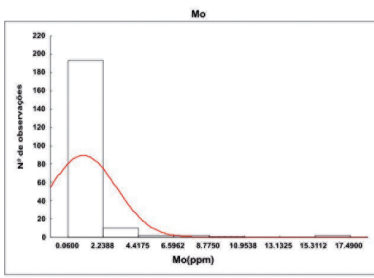



  
**CPBRM**
  
 Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE
   
**GEOLÓGIA, MINERAÇÃO
   
 E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**
  
 MINISTÉRIO DE
   
**MINAS E ENERGIA**

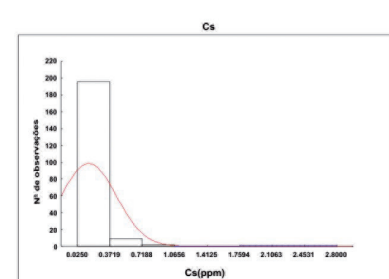
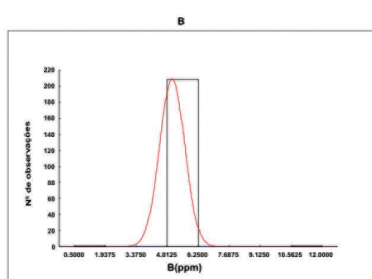
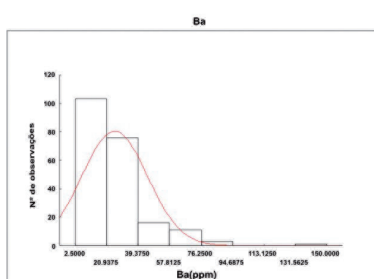
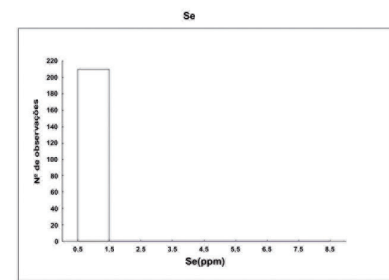
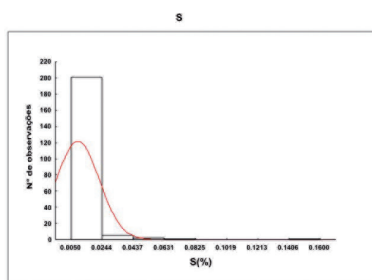
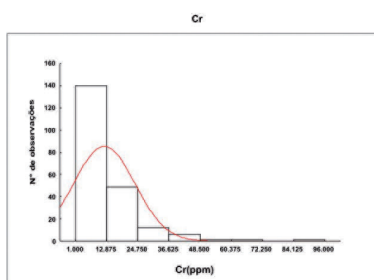
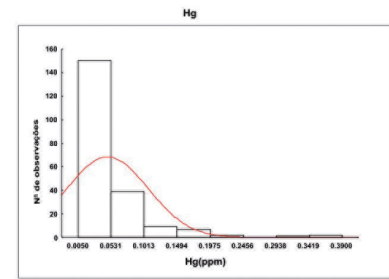
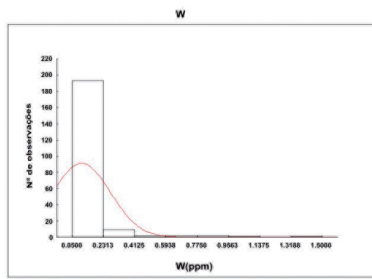
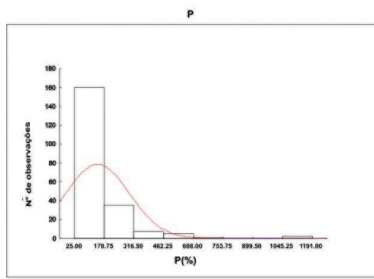
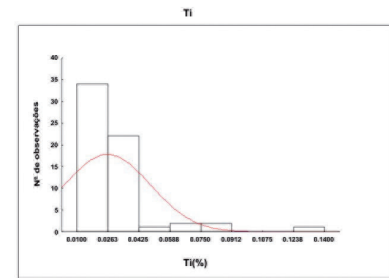
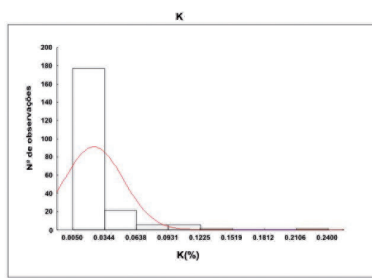
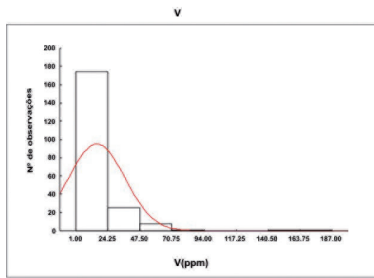
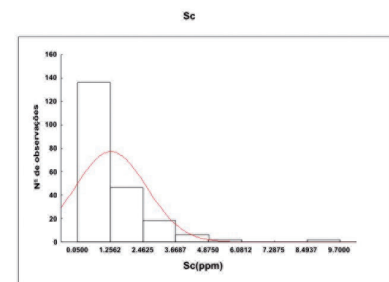
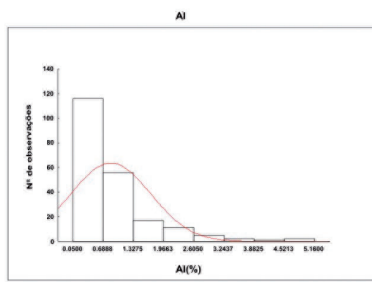
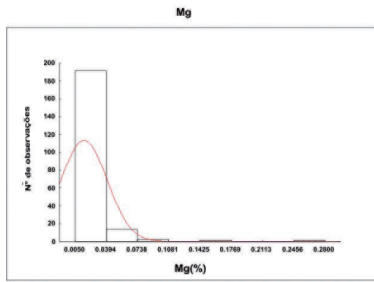
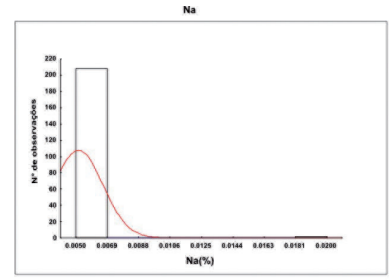
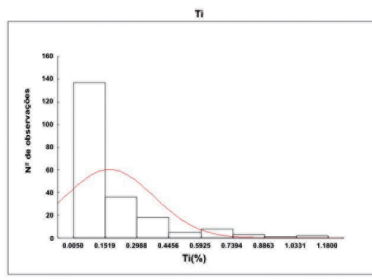
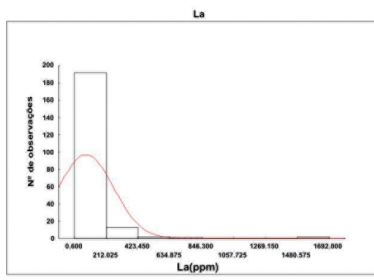


# APÊNDICE 3A

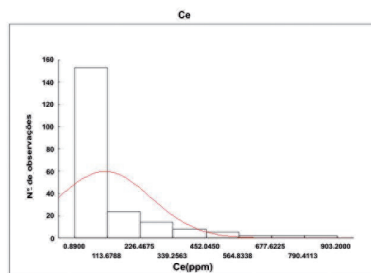
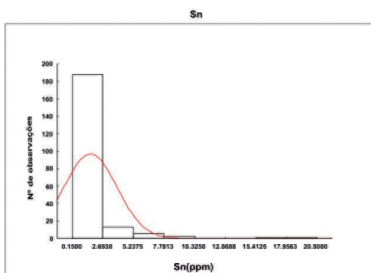
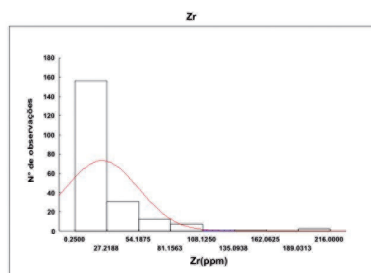
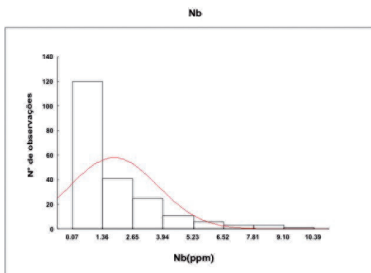
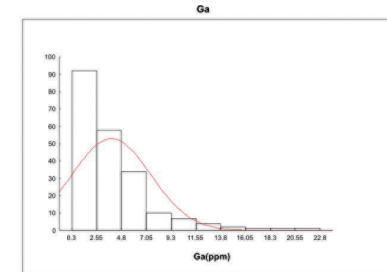
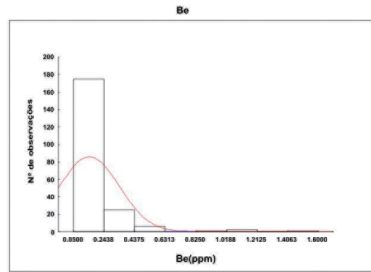
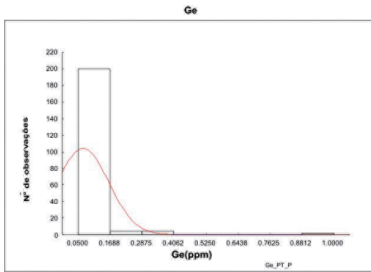
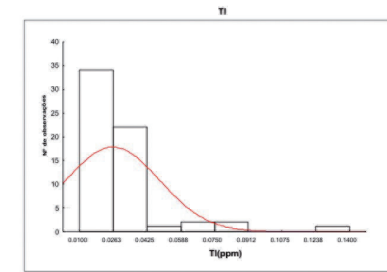
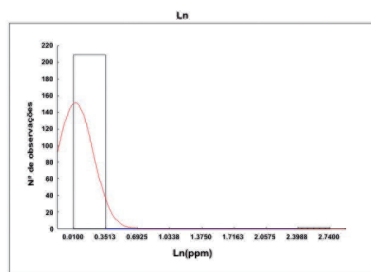
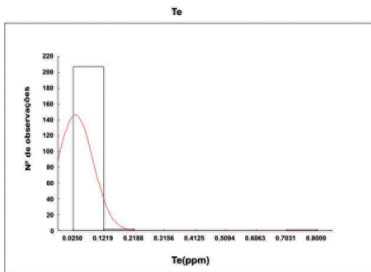
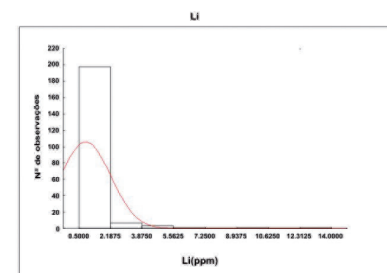
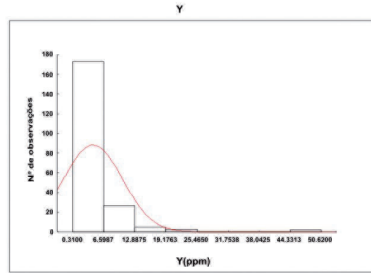
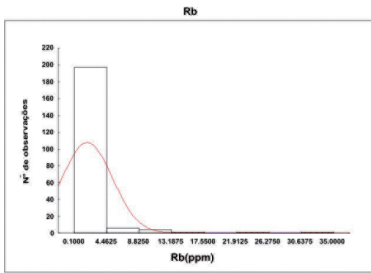
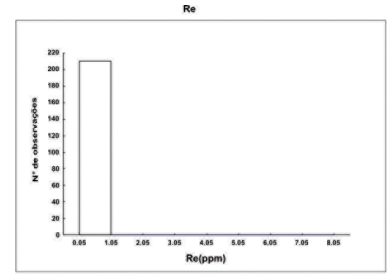
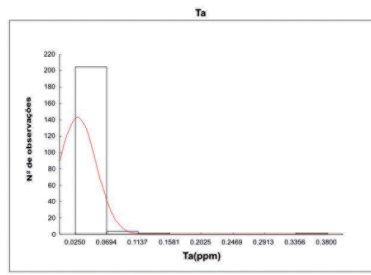
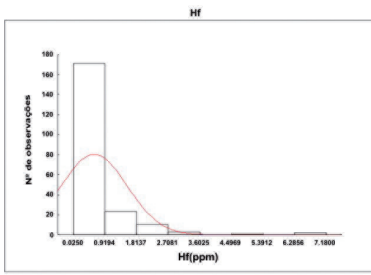




# APÊNDICE 3B

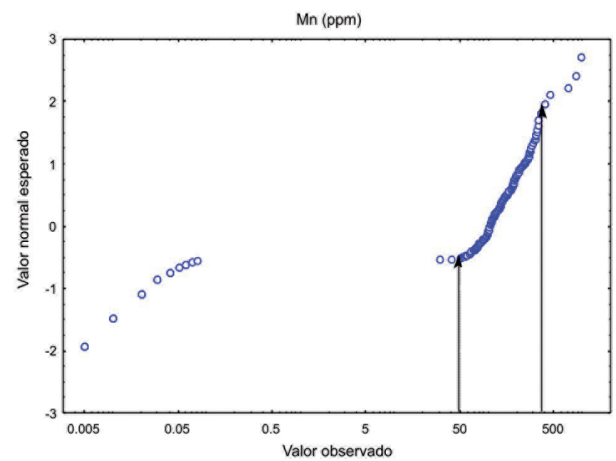
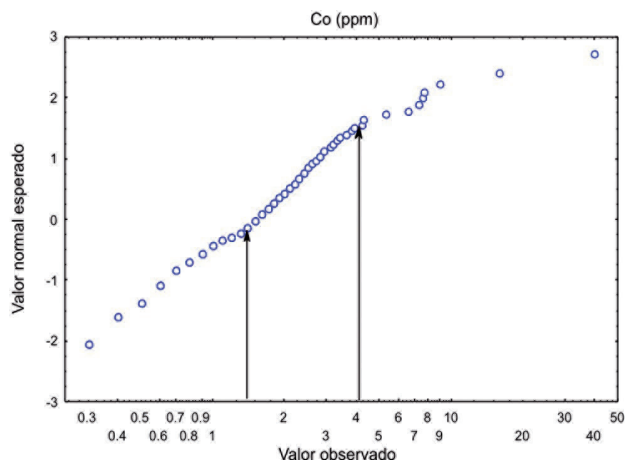
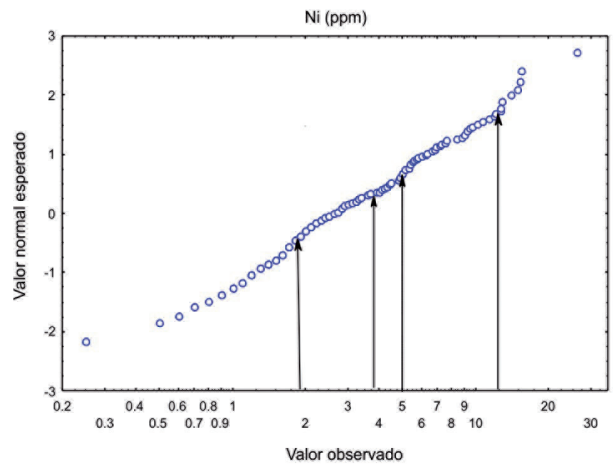
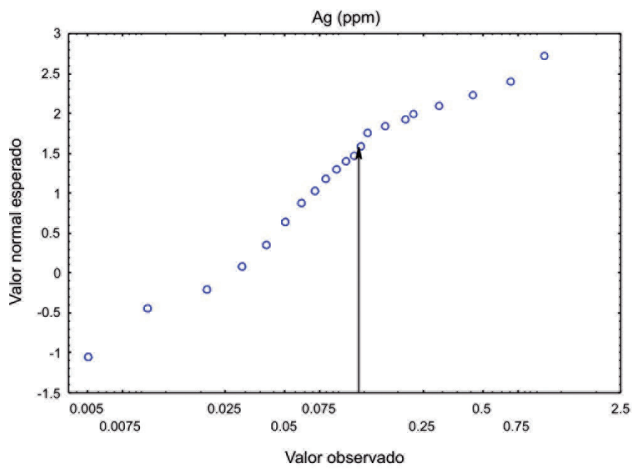
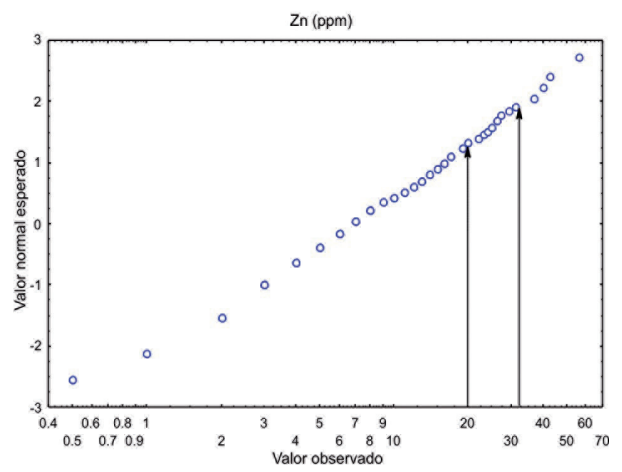
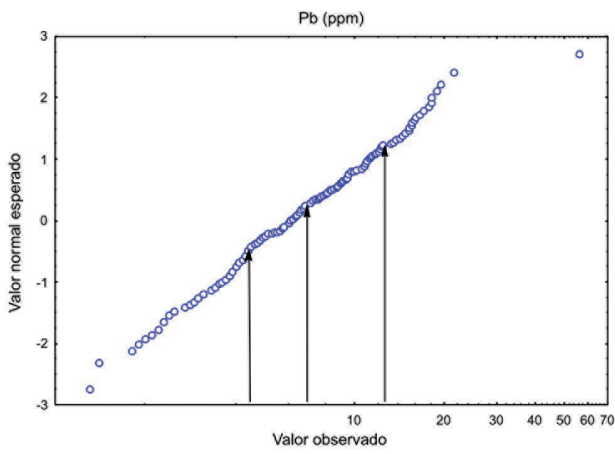
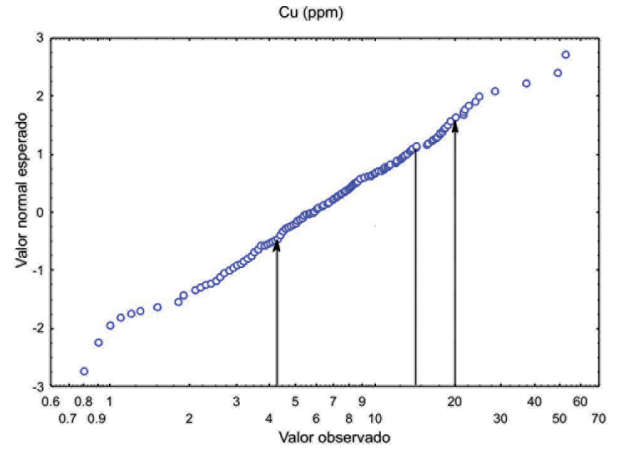
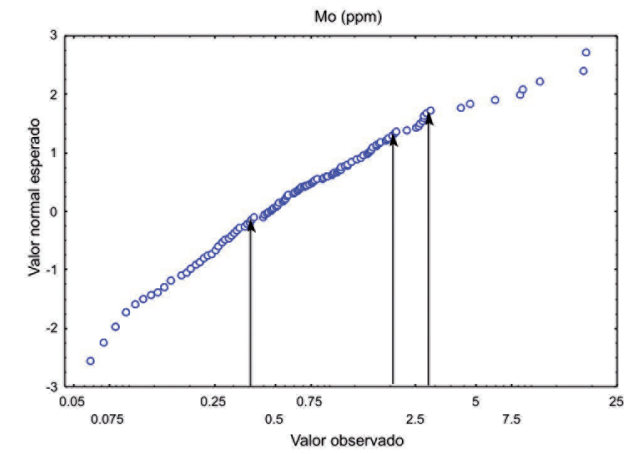


# APÊNDICE 3C

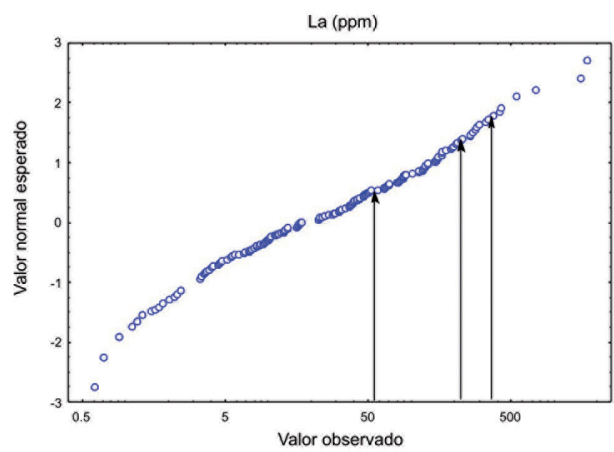
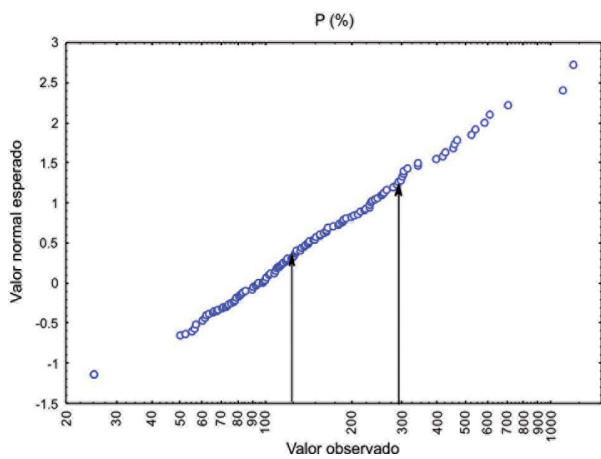
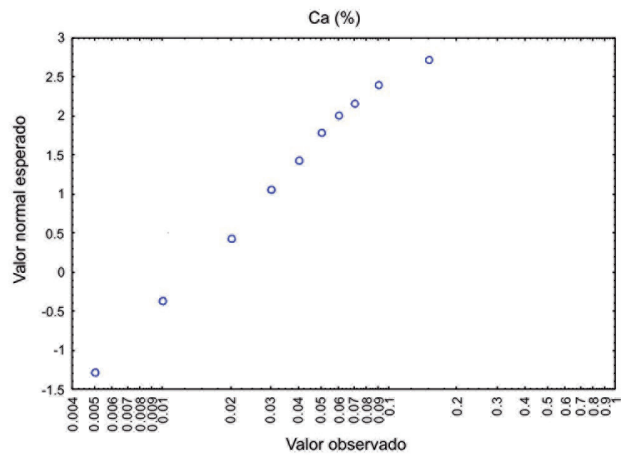
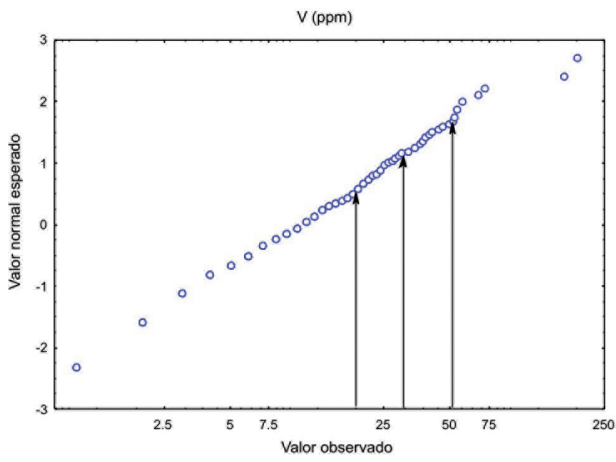
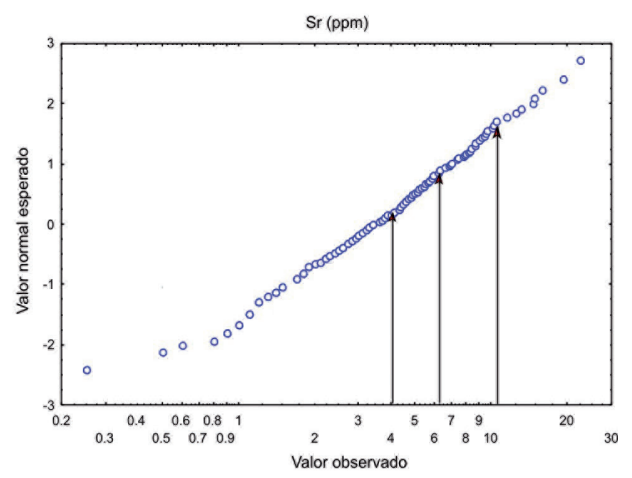
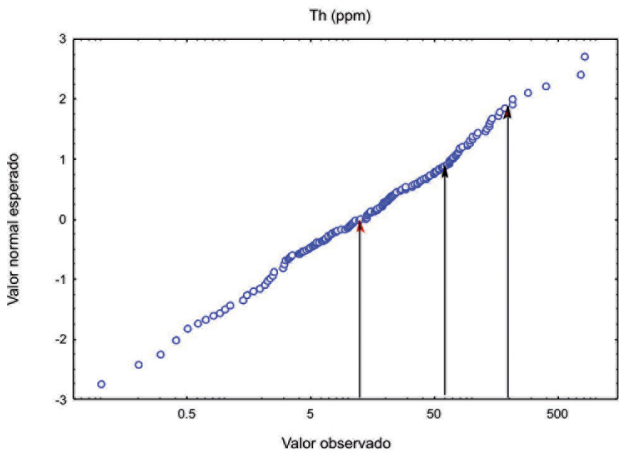
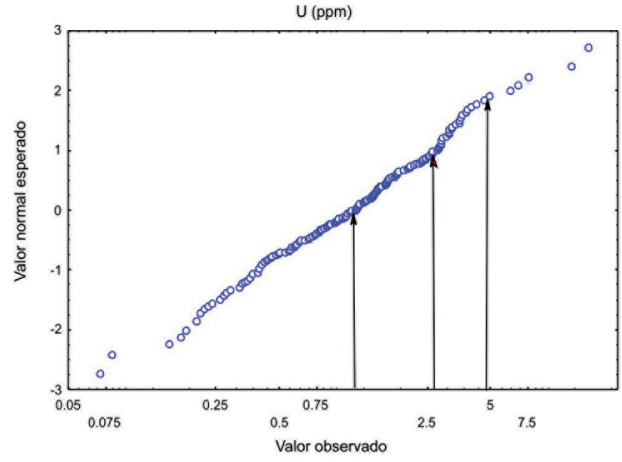
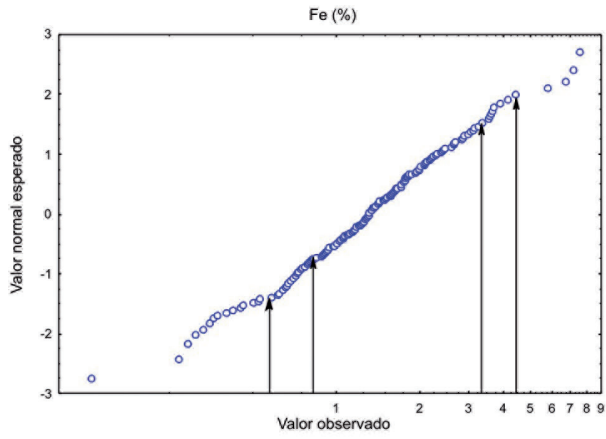




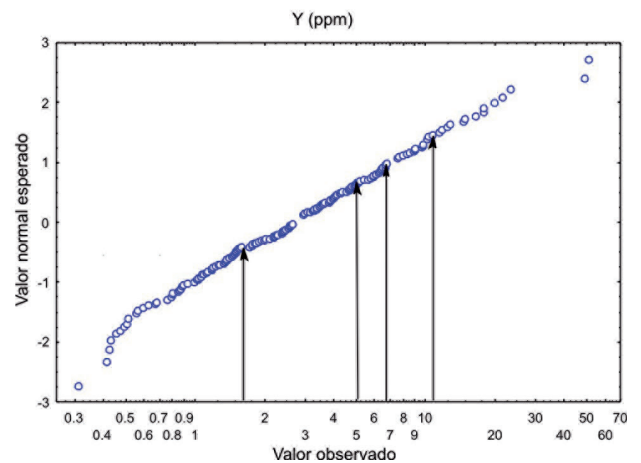
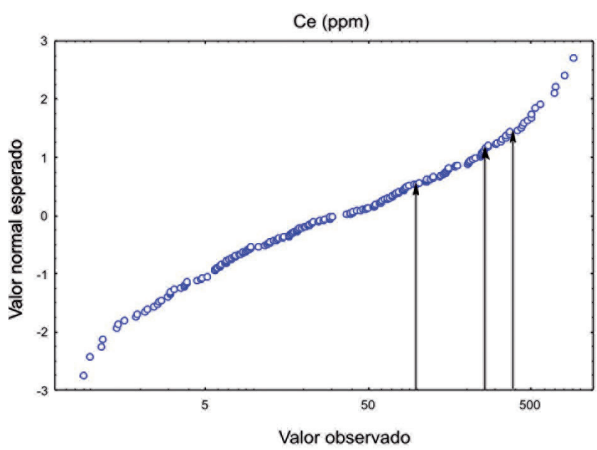
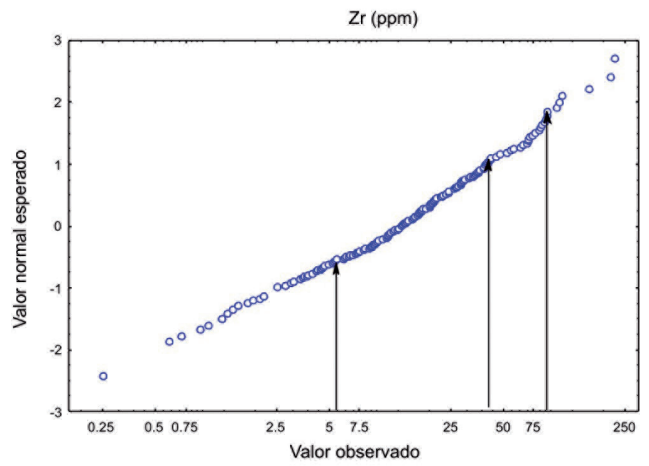
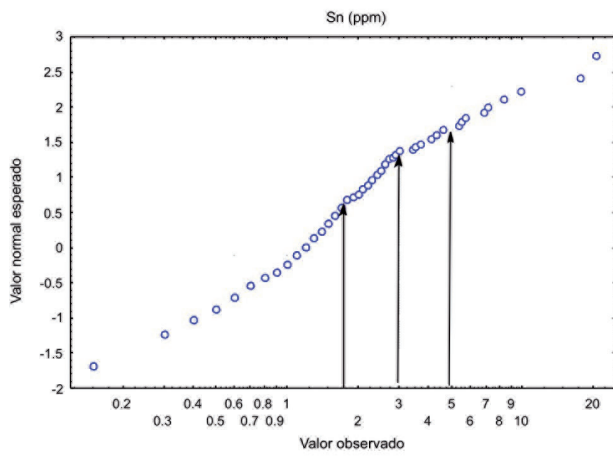
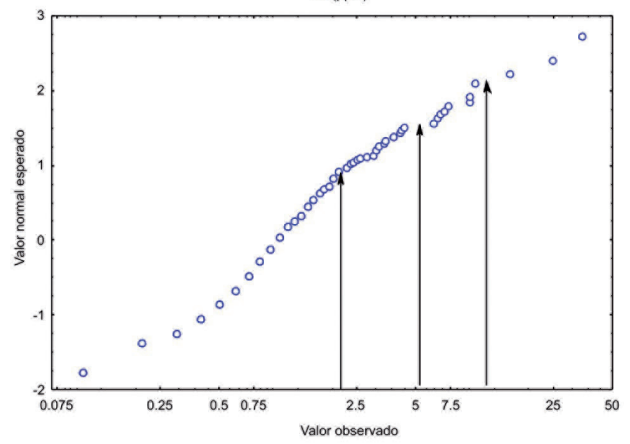
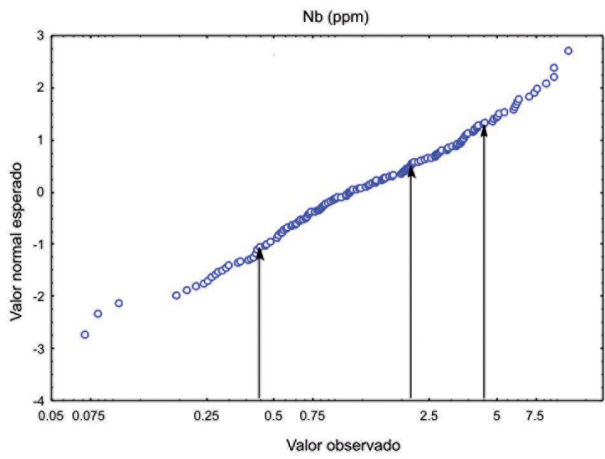
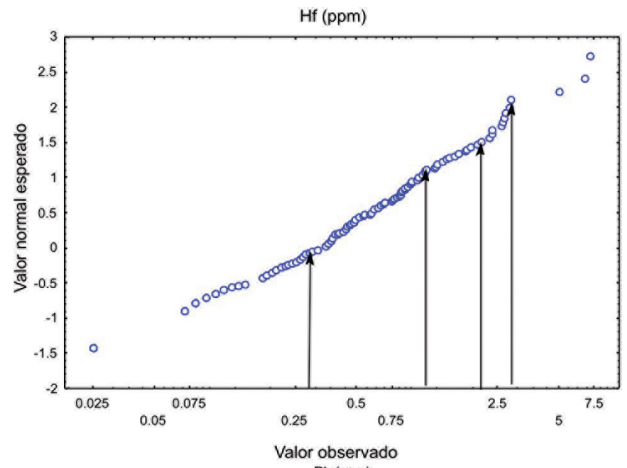
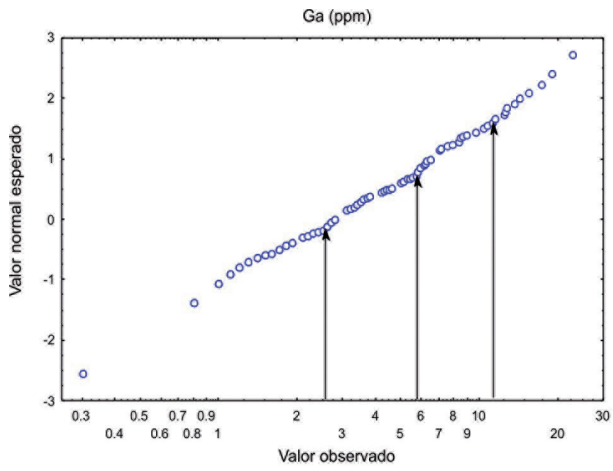
# APÊNDICE 4A



# APÊNDICE 4B

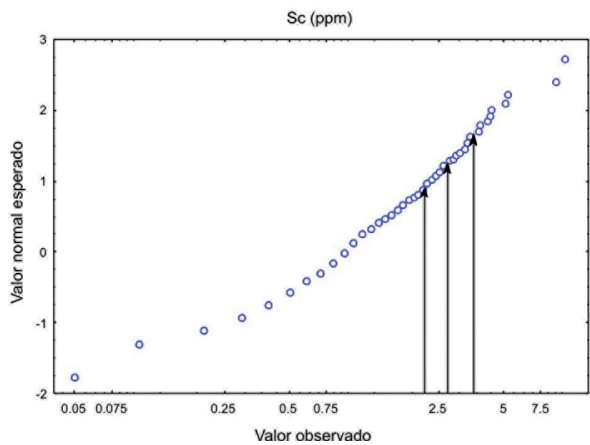
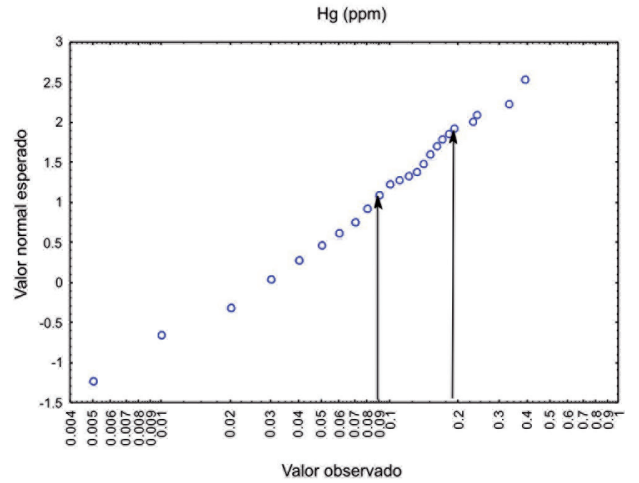
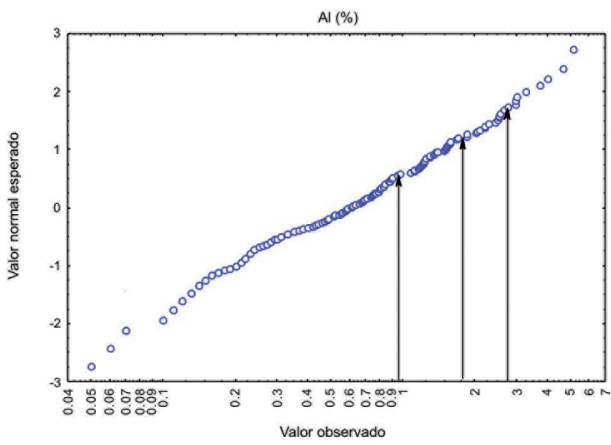
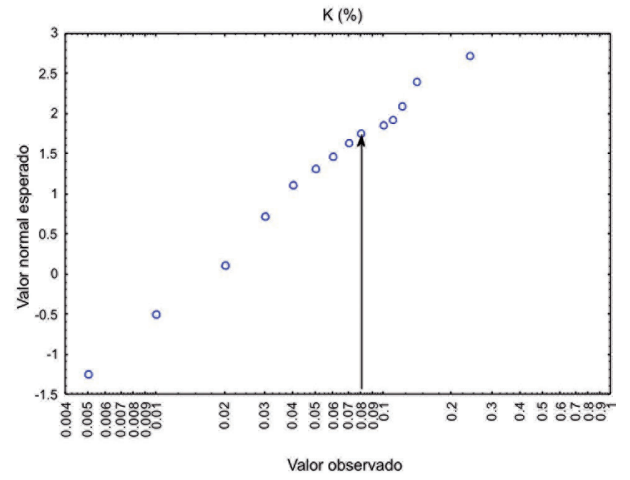
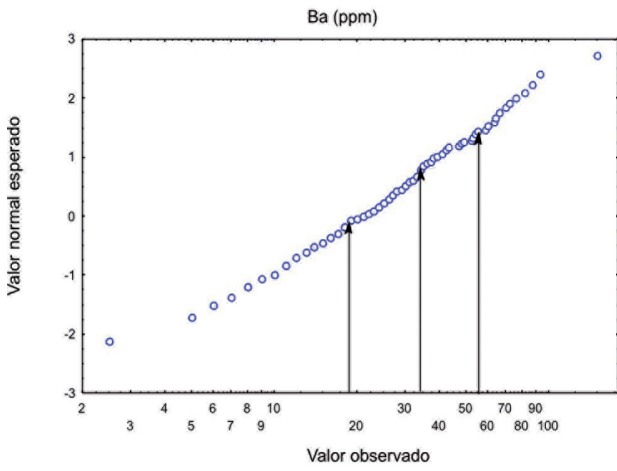
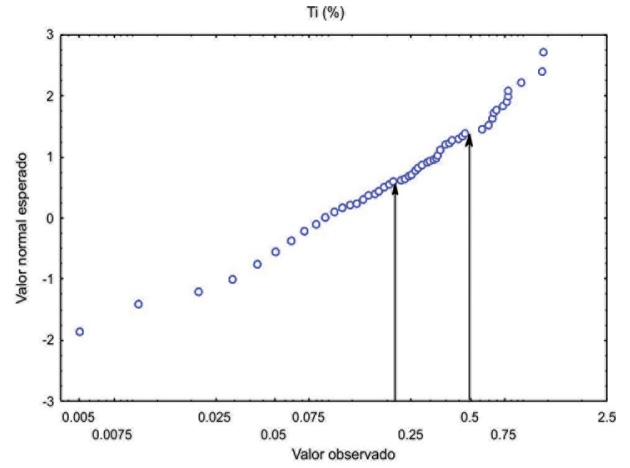
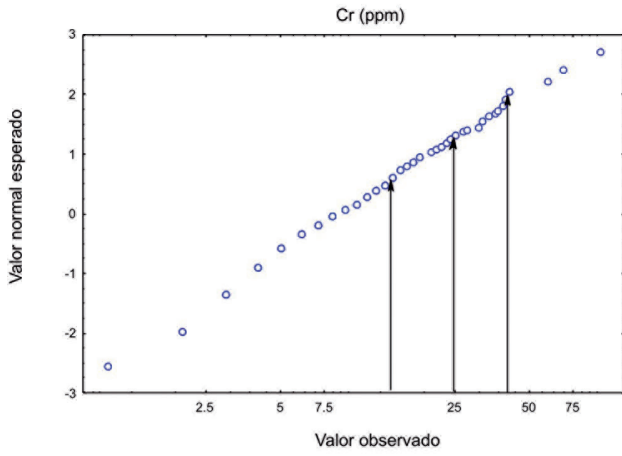


# APÊNDICE 4C





# APÊNDICE 4D



ISBN  
978-85-7499-456-7

A execução do Projeto Geologia e Recursos Minerais da Folha Lourenço na escala de 1:250.000, resulta de uma ação de governo por intermédio do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, empresa pública vinculada à Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia. Esse empreendimento, inserido no Projeto Cartografia da Amazônia, é coordenado pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM, e executado pela Forças Armadas Brasileiras (Exército, Marinha e Aeronáutica) e pela CPRM.

O projeto foi executado pela Superintendência de Belém -SUREG-BE, no âmbito do Programa Geologia do Brasil Projeto Lourenço, possui o objetivo de atualizar e difundir o conhecimento geológico do estado do Amapá, envolvendo compilação e integração de dados em meio digital, de todas as informações geológicas, geoquímicas, geofísicas e de recursos minerais disponíveis na região.

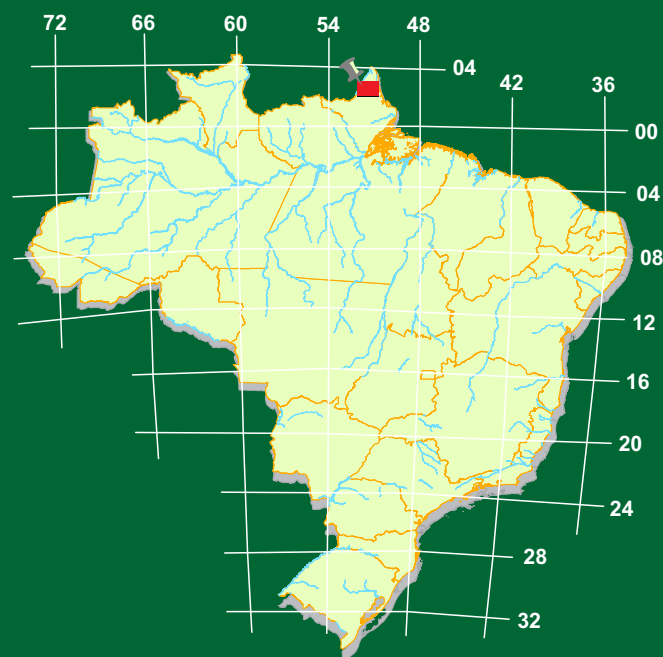
Este produto deverá auxiliar o governo do estado do Amapá e seus respectivos municípios no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que serve de base para novos estudos mais detalhados de prospecção mineral e outros temas correlatos ao meio físico.

O conhecimento geológico e a divulgação de áreas potencialmente favoráveis à presença de substâncias minerais de valor econômico deverão atrair investimentos por parte de empresas de prospecção e pesquisa mineral, com vistas a contribuir e alavancar atividade de mineração no país.

## GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA LOURENÇO - NA.22-V-D

Escala: 1:250.000

### ESTADO DO AMAPÁ



NOVEMBRO DE 2018



[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

**PAC**

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS  
Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 22955897  
E-mail: seus@cprm.gov.br

OUVIDORIA  
Tel: 21 2541-6344  
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

