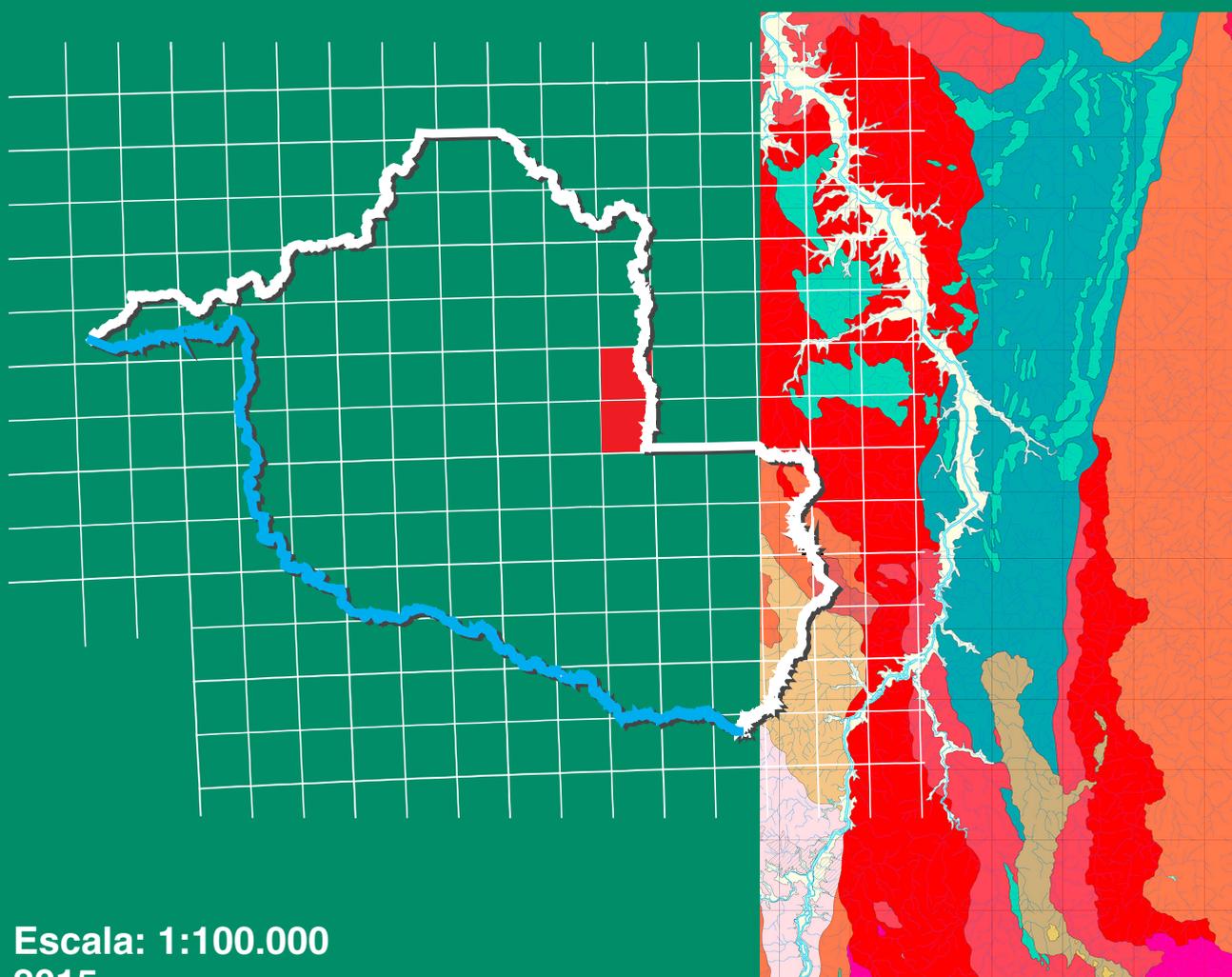


**Programa Geologia do Brasil**  
**Levantamentos Geológicos Básicos**

# **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS** **DAS FOLHAS**

## **SERRA DA PROVIDÊNCIA – SC.20-Z-A-III** **JI-PARANÁ – SC.20-Z-A-VI**



**Escala: 1:100.000**  
**2015**



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

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS SERRA DA**  
**PROVIDÊNCIA E JI-PARANÁ**  
**SC.20-Z-A-III & SC.20-Z-A-VI**

**ESCALA 1:100.000**

**ESTADOS DE RONDÔNIA E MATO GROSSO**



PORTO VELHO  
2015

CPRM – RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO  
AVENIDA LAURO SODRÉ, 2561 – BAIRRO SÃO SEBASTIÃO  
PORTO VELHO – RO – 78904-300  
FAX: (69) 3901-3702  
TEL.: (69) 3901-3700/3901-3701  
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

Iza, Edgar Romeo Herrera de Figueiredo

O48r Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná SC-20-Z-A-III & SC-20-Z-A-VI, Escala 1:100.00) / Edgar Romeo Herrera de Figueiredo, Manoel Augusto Correa da Costa e Cassiano Costa e Castro. - Porto Velho: CPRM, 2015.

122 p.: il. color.

Programa Geologia do Brasil (PGB).  
ISBN 978-85-7499-251-8

1. Geologia Regional – Brasil-Rondônia 2. Recursos Minerais - Brasil-Rondônia. 3. Serra da Providência e Ji-Paraná - Brasil-Rondônia. I. Título.

CDD 553.098175

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**  
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS SERRA DA**  
**PROVIDÊNCIA E JI-PARANÁ**  
**SC.20-Z-A-III & SC.20-Z-A-VI**  
**ESTADOS DE RONDÔNIA E MATO GROSSO**

**Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza**  
**Manoel Augusto Correa da Costa**  
**Cassiano Costa e Castro**



PORTO VELHO  
2015

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

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS SERRA DA PROVIDÊNCIA E JI-PARANÁ**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
Carlos Eduardo de Souza Braga  
*Ministro de Estado*  
Luiz Eduardo Barata  
*Secretário Executivo*

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
Carlos Nogueira da Costa Júnior  
*Secretário*

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**  
Manoel Barretto da Rocha Neto  
*Diretor-Presidente*

Roberto Ventura Santos  
*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Thales de Queiroz Sampaio  
*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Antônio Carlos Bacelar Nunes  
*Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

Eduardo Santa Helena da Silva  
*Diretor de Administração e Finanças*

Reginaldo Alves dos Santos  
*Chefe do Departamento de Geologia*

Francisco Valdir Silveira  
*Chefe do Departamento de Recursos Minerais*

Edilton José dos Santos  
*Chefe da Divisão de Geologia Básica*

Mônica Mazzini Perrotta  
*Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto*

Patricia Düringer Jacques  
*Chefe da Divisão de Geoprocessamento*

Paulo Roberto Macedo Bastos  
*Chefe da Divisão de Cartografia*

Ernesto von Sperling  
*Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação*

José Márcio Henriques Soares  
*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

**RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza  
*Chefe da Residência*

Ruy Benedito Calliari Bahia  
*Coordenador Executivo*

Cassiano Costa e Castro  
*Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais*

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

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

**CRÉDITOS AUTORAIS**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

Manoel Augusto Correa da Costa

Cassiano Costa e Castro

---

**CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO**

**1. INTRODUÇÃO**

Manoel Augusto Correa da Costa

**2. CONTEXTO TECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL**

Manoel Augusto Correa da Costa

**3. ESTRATIGRAFIA**

Manoel Augusto Correa da Costa

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

**4. GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

**5. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA**

Cassiano Costa e Castro

**6. RECURSOS MINERAIS**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

**7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

Manoel Augusto Correa da Costa

Cassiano Costa e Castro

**8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Terezinha de Jesus Fôro

**COLABORAÇÃO TÉCNICA**

Jaime Estevão Scandolara

João Batista Freitas Andrade

Joseneusa Brilhante Rodrigues

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

**APOIO EM CARTOGRAFIA DIGITAL E  
GEOPROCESSAMENTO**

Antonieta Barros Gaudeano Lelo

Mário Sérgio dos Santos

Antônio do Nascimento Silva Júnior

**LABORATÓRIO DA REPO – REDE LAMIN DE  
LABORATÓRIOS**

Maria Rosalva Campos Coelho

Pâmela Emanuelle da Silva, Boaz

**APOIO DE CAMPO**

Manuel Rufino de Moura

**PROJETO GRÁFICO (DIAGRAMAÇÃO) – GERIDE-SP**

Marina das Graças Perin

**PROJETO GRÁFICO (PADRÃO CAPA/EMBALAGEM –  
DERID/DIMARK)**

Ernesto Von Sperling

José Márcio Henrique Soares

Washington José Ferreira Santos

**REVISÃO FINAL**

Jaime Estevão Scandolara

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

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS SERRA DA PROVIDÊNCIA & JI-PARANÁ**

**APOIO TÉCNICO DA CPRM**

REGINALDO ALVES DOS SANTOS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

EDILTON JOSÉ DOS SANTOS  
DIVISÃO DE GEOLOGIA BÁSICA-DIGEOB

MÔNICA MAZZINI PERROTTA  
DIVISÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO-DISERE

PATRICIA DURINGER JACQUES  
DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO-DIGEOP

ANTONIO CARLOS BACELAR NUNES  
DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO

ERNESTO VON SPERLING  
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DIVULGAÇÃO

JOSÉ MÁRCIO HENRIQUES SOARES  
DIVISÃO DE MARKETING-DIMARK

CASSIANO COSTA E CASTRO  
ASSISTENTE DE PRODUÇÃO DA DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

MARCOS LUIZ DO ESPÍRITO SANTO QUADROS  
ASSISTENTE DE PRODUÇÃO DA DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO

ALEX SANTOS DA SILVA  
ASSISTENTE DE PRODUÇÃO DA DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

JAIME ESTEVÃO SCANDOLARA  
REVISÃO DA DIGEOB

# APRESENTAÇÃO

---

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/ SGB) foi responsável pela retomada dos levantamentos geológicos básicos do país. As folhas Serra da Providência - SC.20-Z-A-III e Ji-Paraná - SC.20-Z-A-VI, localizadas na divisa dos estados de Rondônia e Mato Grosso, representam no âmbito desse programa, os mais recentes produtos concluídos, na escala 1:100.000, no estado de Rondônia.

O mapeamento geológico dessas folhas integra, assim como os demais levantamentos geoquímicos e geofísicos realizados nos estados de Rondônia e Mato Grosso, o planejamento de ações governamentais que visam difundir o conhecimento geológico do território brasileiro, de modo a fornecer subsídios que contribuam para a evolução da pesquisa mineral, dos recursos hídricos e da gestão territorial, bem como das demais atividades aplicadas ao interesse social.

Os resultados alcançados com esse projeto demonstram avanço na cartografia geológica regional, com refinamento na escala de trabalho adotada, a qual pode vir a colaborar na instalação de empreendimentos mineiros que resultem em geração de oportunidades de renda e empregabilidade.

O conjunto de informações geradas no decorrer da consecução do projeto está disponibilizado nesta Nota Explicativa e nos mapas geológicos das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná, bem como no DVD-ROM que acompanha esta publicação, com os dados digitais organizados em Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG).

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO  
Diretor Presidente

ROBERTO VENTURA SANTOS  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais



## RESUMO

---

Este trabalho constitui texto explicativo que reúne as informações sobre a geologia e recursos minerais obtidas no mapeamento das Folhas Serra de Providência e Ji-Paraná (SC-20-Z-A-III e SC-20-Z-A-VI) no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM através da Residência de Porto Velho (REPO). É importante destacar, que além do texto, foram elaborados os mapas geológicos e de recursos minerais nas versões impressa e digital. Os dados referentes ao projeto foram inseridos no GEOBANK – banco de dados corporativo da CPRM. Os produtos e resultados obtidos representam, portanto, o resultado da integração dos trabalhos de campo, laboratório, estudos petrográficos, litoquímicos, geoquímica de prospecção e geocronologia.

Na região mapeada foram individualizados três principais domínios estruturais denominados de Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujubim (STS), Subdomínio Compressivo Transicional (SCT), Domínio Indeformado.

No Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujubim (STS) foram identificados e cartografadas as rochas constituintes do Complexo Jamari, Suíte Serra da Providência e Igarapé Quinze. No Subdomínio Compressivo Transicional (SCT) foram cartografadas as rochas da Formação Igarapé Lourdes assim como arenitos e diamictitos da Formação Pedra Redonda. A diminuição da intensidade da deformação é notável desde a porção oeste das folhas até o extremo leste. O grau metamórfico médio (anfíbolito inferior a médio) é observado no extremo oeste, na porção central da área o pico metamórfico atingiu a fácies xisto verde e no extremo leste das folhas, não há evidências de deformação dúctil. Há ainda um registro de quatro eventos deformacionais denominados de  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$ , contudo nos limites das folhas mapeadas foram identificados apenas os eventos  $D_3$  e  $D_4$ . O evento  $D_3$  é reflexo da Orogênese Nova Brasilândia já o evento  $D_4$  refere-se à tectônica essencialmente rúptil que se instalou durante o Neoproterozoico/Eopaleozoico.

Os dados geocronológicos, além de avaliações de campo, permitiram o reposicionamento estratigráfico da Formação Igarapé Lourdes no mesoproterozoico (1,550 Ga), assim como a identificação da fácies mais antigo da Suíte Serra da Providência em 1,60 Ga (fácies subvulcânica). A cartografia geológica permitiu ainda a identificação de seis fácies no batólito Serra da Providência assim como a subdivisão da Formação Pedra Redonda em dois membros.

Os recursos minerais de ambas as folhas totalizam 38 registros. Desse total 20 foram classificados como depósito, 17 como ocorrência, e 1 como indício. O maior potencial está relacionado as rochas ornamentais especialmente sienogranitos com quartzo azul ou sienogranitos avermelhados com textura média equigranular denominados informalmente como materiais de “batalha”. O destaque está relacionado a rocha subvulcânica de cor escura com plagioclásios dispersos na matriz, informalmente denominado como “Estrela do Norte”. A presença de empresas produtoras, minas, reservas com bom potencial e as pequenas distâncias dos centros consumidores credenciam a região como forte produtor e fornecedor de rochas ornamentais para a região. Por outro lado as ocorrências de manganês e estanho são relativamente restritas e pouco expressivas. Algumas delas estão localizadas nos limites da reserva Indígena Igarapé Lourdes e trabalhos de maior detalhe ou mesmo dentro dessas áreas podem trazer resultados mais animadores.



## ABSTRACT

---

This explanatory text that gathers information about geology and mineral resources obtained while surveying the Ji-Paraná and Serra de Providência Sheets (SC-20-Z-A-III and SC-20-Z-A-VI) inserted in the PAC (Program of Growth Acceleration), executed by the Geological Service of Brazil – CPRM through the REPO (Unit Porto Velho). It is important to highlight that, besides the text, geological and mineral resources maps were elaborated and presented in both formats digital and printed. The project data was inserted in the GEOBANK – CPRM corporative database. The products and results obtained represent the outcome of the integration of field work, laboratory, petrographic, lithochemical and geochemical studies of prospection and geochronology.

In the mapped region three main structural domains were individualized, designated as Sinistral Transpressive Subdomain Ji-Paraná/Cujumbim (STS), Transitional Compressive Subdomain (SCT), Undeformed Domain.

In the Sinistral Transpressive Subdomain Ji-Paraná/Cujumbim (STS) rocks constituting the Jamari Complex, Serra da Providência Suite and Igarapé Quinze were identified and mapped. In the Transitional Compressive Subdomain (SCT) rocks constituting the Igarapé Lourdes formation, as well as sandstones and diamictites of the Pedra Redonda Formation. The decrease of the intensity of deformation is noticeable from the west portion of the sheets up to the east side. The medium metamorphic degree (inferior to medium amphibolite) is seen on the west side, in the central portion of the area the metamorphic peak reached the green schists facies and in the east side of the sheets, there is no evidence of ductile deformation. There is also a record of four events of deformation called D1, D2, D3 and D4, but within the limits of the mapped sheets only the D3 and D4 events were identified. The D3 event reflects the Nova Brasilândia Orogenesis, whereas the D4 events refers to the tectonic essentially brittle that acted during the Neoproterozoic/Eopaleozoic.

The geochronological data, besides field evaluation, allowed the stratigraphic repositioning for the Igarapé Lourdes formation in the Mesoproterozoic (1,550 Ga), as well as the identification of older facies of the Serra da Providência Suite of 1,60 Ga (subvolcanic facies). The geological cartography also allowed the identification of six facies in the Serra da Providência batholith, as well as the subdivision of the Pedra Redonda Formation in two members.

The mineral resources of both sheets totalized 38 records. From these, 20 were classified as deposit, 17 as occurrence, and 1 as evidence. The greatest potential is related to the dimension stones, especially syenogranites with blue quartz or reddish syenogranites with medium equigranular texture, called informally as “battle” material (material de batalha). The highlights are related to subvolcanic with dark coloration with scattered plagioclase in the matrix, informally called as “Estrela do Norte” (North Star). The presence of producing enterprises, mines, reserves with good potential and the short distances from the consuming centers accredit the region good potential as producer and supplier of dimension stones for the region. On the other hand, the manganese and tin occurrences are relatively restricted and not significant. Some of them are located on the limits of the Indian Reservation Igarapé Lourdes and more detailed works, or even within the same scale, can bring more promising results.



# SUMÁRIO

---

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1 Aspectos gerais .....	19
1.2 Localização e acesso .....	19
1.3 Metodologia e produtos .....	20
1.3.1 Etapa preparatória/preliminar .....	20
1.3.1.1 Base cartográfica .....	20
1.3.1.2 Levantamento bibliográfico e aquisição de dados .....	20
1.3.1.3 Dados aerogeofísicos .....	21
1.3.2 Mapeamento geológico .....	22
1.3.3 Produtos finais .....	22
1.4 Aspectos socioeconômicos .....	22
1.5 Aspectos fisiográficos .....	23
1.5.1 Clima .....	23
1.5.2 Hidrografia .....	23
1.5.3 Vegetação .....	24
1.6 Geomorfologia .....	24
<b>2 CONTEXTO TECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL.....</b>	<b>27</b>
<b>3 ESTRATIGRAFIA.....</b>	<b>31</b>
3.1 Aspectos gerais .....	31
3.2 Unidade paleoproterozoica .....	31
3.2.1 Complexo Jamari - (PP4ja) .....	31
3.2.1.1 Metatonalito Ji-Paraná .....	31
3.2.1.1.1 Geoquímica.....	32
3.2.1.1.2 Geocronologia .....	34
3.3 Unidades mesoproterozoicas .....	36
3.3.1 Suíte Intrusiva Serra da Providência - (MP1 $\gamma$ p) .....	36
3.3.1.1 Maciço Serra da Providência - (MP1 $\gamma$ ps) .....	37
3.3.1.1.1 Litofácies subvulcânica - (MP1 $\gamma$ pssv) .....	37
3.3.1.1.2 Litofácies sienogranito granofírico - (MP1 $\gamma$ psgf) .....	38
3.3.1.1.3 Litofácies leucosienogranito - (MP1 $\gamma$ psls) .....	39
3.3.1.1.4 Litofácies sienogranito porfirítico - (MP1 $\gamma$ pssp) .....	41
3.3.1.1.5 Litofácies charnockito - (MP1 $\gamma$ psch).....	41
3.3.1.1.6 Litofácies gabronorito - (MP1 $\delta$ psgb).....	43
3.3.1.1.7 Litoquímica.....	44
3.3.1.1.7.1 Rochas félsicas .....	44
3.3.1.1.7.2 Rochas máficas .....	50
3.3.1.1.8 Geocronologia .....	52

3.3.1.2 Maciço Aquariquara .....	53
3.3.2 Formação Igarapé Lourdes - (MP1il) .....	53
3.3.2.1 Fácies metapsamítica - (MP1ilps) .....	54
3.3.2.2 Fácies metapelítica - (MP1ilpl) .....	55
3.3.2.1.3 Geocronologia .....	55
3.3.3 Formação Igarapé Quinze - (MP23iq) .....	58
3.3.3.1 Aspectos gerais .....	58
3.3.3.2 Aspectos de campo .....	58
3.3.3.3 Geocronologia .....	59
3.4 Unidade neoproterozoica .....	59
3.4.1 Suíte Intrusiva Rondônia - (NP1γro).....	59
3.4.1.1 Aspectos gerais .....	59
3.5 Unidades ganerozoicas.....	59
3.5.1 Formação Pedra Redonda (C1pr) .....	59
3.5.1.1 Aspectos gerais .....	59
3.5.1.2 Diamictitos - (C1prdm) .....	60
3.5.1.3 Arenito arcoseano - (C1prar).....	60
3.5.1.4 Aspectos paleoambientais .....	60
3.5.1.5 Aspectos arqueológicos e geoturísticos .....	61
3.6 Depósitos aluvionares (Q2a) .....	61
<b>4 GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA.....</b>	<b>63</b>
4.1 Introdução .....	63
4.2 Eventos proterozoicos (cisalhamentos dúcteis) .....	64
4.2.1 Evento D <sub>1</sub> (deformação Paleoproterozoica) .....	64
4.2.2 Evento D <sub>2</sub> (deformação Mesoproterozoica).....	64
4.2.3 Evento D <sub>3</sub> (deformação Mesoproterozoica).....	64
4.2.4 Evento D <sub>4</sub> (Neoproterozoico/Eopaleozoico) .....	64
4.3 Domínios estruturais .....	65
4.3.1 Subdomínio transpressivo sinistral Ji-Paraná/Cujubim (STS) .....	65
4.3.2 Subdomínio compressivo transicional (SCT).....	67
4.3.3 Subdomínio indeformado (SI) .....	68
4.4 Geotectônica.....	68
<b>5 PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA.....</b>	<b>71</b>
5.1 Introdução .....	71
5.2 Métodos de trabalho.....	72
5.2.1 Sedimento de corrente (SC) .....	72
5.2.2 Concentrado de bateia (CB) .....	72
5.3 Resultados obtidos .....	73
5.3.1 Sedimentos de corrente.....	73
5.3.1.1 Sumário dos estimadores e histogramas (estatística univariada).....	74
5.3.1.2 Estatística multivariada .....	79
5.3.1.2.1 Correlação e análise de agrupamentos .....	79
5.3.1.2.2 Análise de principais componentes.....	79
5.3.2 Concentrados de bateia (destaques mineralógicos) .....	81

5.3.2.1 Minerais-minério .....	81
5.3.2.2 Minerais metamórficos .....	83
5.3.2.3 Minerais acessórios .....	85
5.3.2.4 Minerais de alteração.....	85
<b>6 RECURSOS MINERAIS .....</b>	<b>87</b>
6.1 Aspectos gerais .....	87
6.2 Minerais metálicos .....	88
6.2.1 Metais não ferrosos e semimetais .....	88
6.2.1.1 Estanho.....	88
6.2.1.2 Manganês.....	89
6.3 Substâncias não-metálicas .....	91
6.3.1 Rochas e minerais industriais (RMI).....	92
6.3.1.1 Rochas ornamentais .....	92
6.3.1.1.4 Estrela do Norte .....	93
6.3.1.2 Materiais de uso na construção civil .....	94
6.3.1.2.1 Cascalho, areia, e argila .....	94
6.3.1.3.1 Muscovita, turmalina, cristal de rocha e fluorita.....	94
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>97</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 01 - HISTOGRAMAS, GRÁFICOS BOX PLOT E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 02 - MAPAS DE INTERPOLAÇÃO ATRAVÉS DO INVERSO DO QUADRADO DA DISTÂNCIA DOS AUTO-VALORES DOS FATORES DOS PRINCIPAIS COMPONENTES .....</b>	<b>115</b>



**PROJETO GEOLOGIA E RECURSOS  
MINERAIS DAS FOLHAS SERRA DA  
PROVIDÊNCIA E JI-PARANÁ  
ESTADOS DE RONDÔNIA E MATO GROSSO**

---



# 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1 - ASPECTOS GERAIS

O Projeto de mapeamento geológico das Folhas Ji-Paraná e Serra da Providência (1:100.000) teve início em agosto de 2009, vinculado ao Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), executado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), através da Residência de Porto Velho (REPO). Esta região já foi alvo de importantes trabalhos desenvolvidos pela instituição ao longo das últimas décadas visando, sobretudo, a prospecção mineral e o mapeamento regional. No entanto, estes trabalhos ainda necessitavam de uma integração e padronização de seus dados, sistemática na prospecção geoquímica e checagem de campo de algumas áreas mapeadas em caráter regional e/ou fotointerpretadas. O presente trabalho visa também interpretar os novos dados aerogeofísicos gerados recentemente na região das folhas Ji-Paraná e Serra da Providência através do projeto Rio Machado (2009).

## 1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A folha Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI) e Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) encontram-se na porção centro-leste do Estado de Rondônia, entre os paralelos 10°00'S - 11°00'S e meridianos 61°30'W - 62°00'W. Com uma área de aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup> cada, abrange os municípios de Ji-Paraná, Ouro Preto do Oeste, Ministro Andreazza, Presidente Médici, Vale do Paraíso, Theobroma, em Rondônia e uma pequena porção de Rondolândia no Estado do Mato Grosso (Figura 1.1).

As áreas de estudo podem ser acessadas por vias rodoviárias ou aérea. Partindo-se de Porto Velho, o acesso viaterrestre é feito através da rodovia pavimentada BR-364, sentido Mato Grosso. A sede do município de Ji-Paraná também conta com o Aeroporto José Coletto, que possui voos diários que partem da capital do Estado de Rondônia.

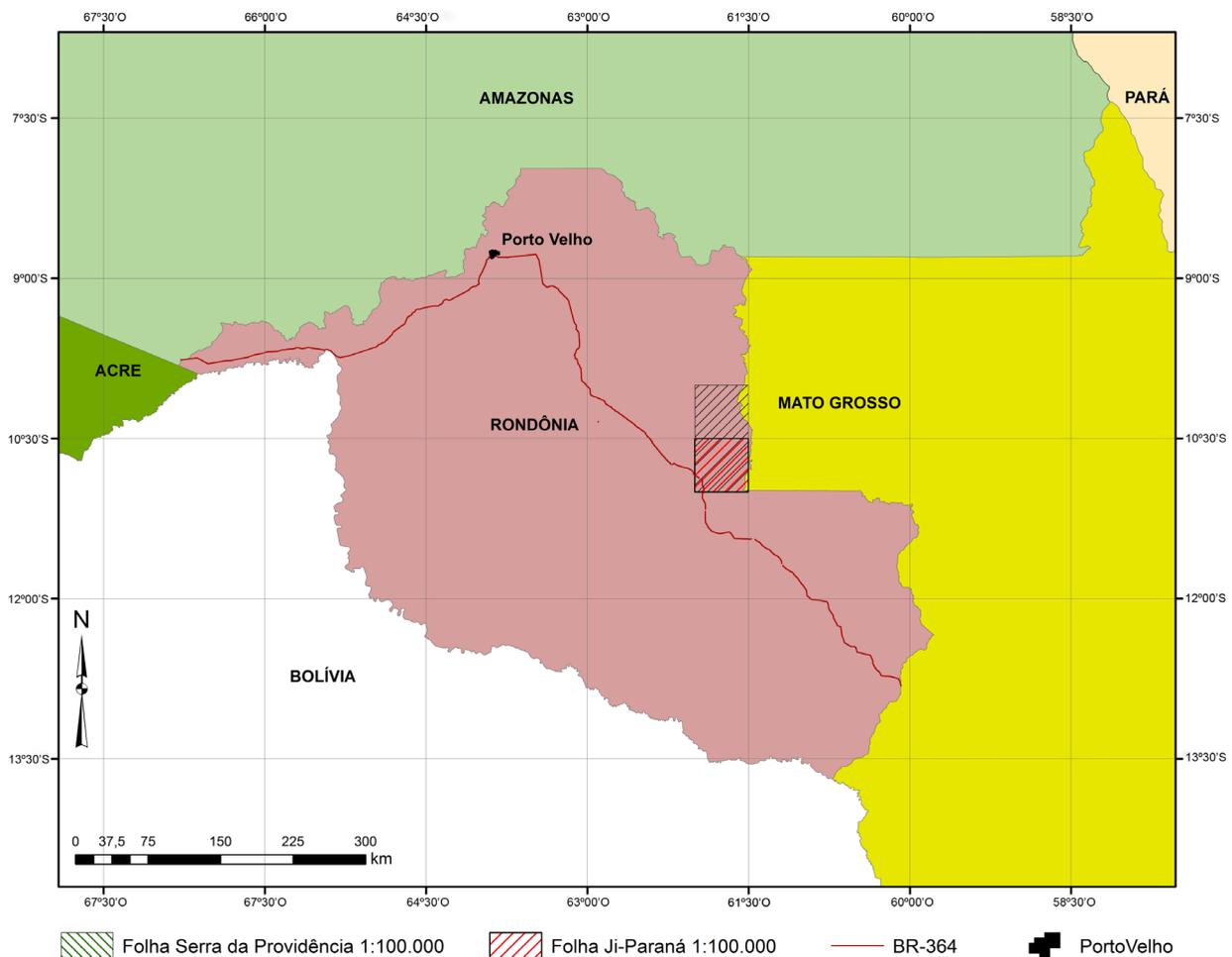


Figura 1.1 – Mapa de localização das folhas Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI) e Serra da Providência (SC.20-Z-A-III).

A Folha Ji-Paraná é cortada pela BR-364, em direção NW/SE e também conta com razoável quantidade de estradas vicinais não pavimentadas, denominadas de “linhas”, que em grande parte encontram-se bem preservadas. O acesso à Folha Serra da Providência pode ser realizado principalmente a partir de Ouro Preto do Oeste ou Ji-Paraná, por estradas vicinais, em grande parte bem preservadas. Esta folha possui uma rede de acessos mais limitada a sua porção oeste/sudoeste principalmente devido à reserva Indígena Igarapé Lourdes e a Reserva Biológica Jarú. Nos domínios de ambas as áreas de proteção o acesso é restrito e o número de estradas é extremamente reduzido ou inexistente.

### 1.3 - METODOLOGIA E PRODUTOS

A metodologia empregada no mapeamento de ambas as folhas segue os padrões rotineiros previstos em uma atividade de mapeamento geológico, adaptados a sistemática elaborada pelo Programa Geologia do Brasil (PGB), executado pela CPRM.

#### 1.3.1 - ETAPA PREPARATÓRIA/PRELIMINAR

Esta etapa compreende a pesquisa e reunião de todo o acervo disponível da área de estudo, incluindo projetos executados anteriormente, dissertações, teses acadêmicas e artigos, com seus respectivos mapas geológicos e dados. Também inclui a aquisição das bases cartográficas das folhas Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) e Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI).

##### 1.3.1.1 - BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica foi gerada pela Divisão de Cartografia do Departamento de Apoio Técnico da CPRM (DICART, Escritório do Rio de Janeiro). Foi produzido em meio digital um “kit” contendo imagens de satélite e de radar, limite estadual, curvas de nível, rede de drenagens, vias de acesso, limites municipais e localidades. Entre os sensores remotos, foi processada uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com o objetivo de se obter um mapa do relevo sombreado da área. Estas bases cartográficas foram utilizadas principalmente na fotointerpretação de lineamentos e contorno das zonas homólogas.

##### 1.3.1.2 - LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E AQUISIÇÃO DE DADOS

O primeiro trabalho sistemático realizado no Território Federal de Rondônia foi elaborado por

Lobato *et al.* (1966), através do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), referente à pesquisa de cassiterita no Estado. Em termos de projetos mais abrangentes, que incluem as áreas das folhas, o Projeto RadamBrasil (1978), em seu volume 16, destaca a Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra da Folha Porto Velho (SC.20), escala 1:1.000.000.

A partir dos resultados preliminares gerados pelo Projeto RadamBrasil, Leal *et al.* (1976) foram os primeiros a desenvolver estudos mais detalhados na região centro-leste de Rondônia. O trabalho de Leal *et al.* (1976) resultou na publicação de um artigo no 29º Congresso Brasileiro de Geologia, intitulado de Granito Serra da Providência. Os autores sugeriram esta nomenclatura para uma série de intrusões de granitos *rapakivi*, sob a forma de batólitos e *stocks*, aflorantes nos arredores da Serra da Providência. Neste trabalho (escala 1:250.000), foram descritas as características petrográficas e geoquímicas de 8 amostras do granito, permitindo a individualização de diferentes fácies (porém sem cartografá-las), além de comparações com outras associações *rapakivi* do mundo. Adicionalmente, foi gerada uma idade convencional pelo método Rb-Sr de 1,5 Ga para esse magmatismo.

O Projeto Manganês na Serra da Providência (Soeiro *et al.* 1977) consistiu basicamente do mapeamento geológico (1:100.000), reconhecimento e descrição das principais unidades estratigráficas da região, além da análise química de concentrados de bateia, objetivando analisar seu potencial prospectivo. Com esse mesmo objetivo, foi também realizado reconhecimento cintilométrico para se detectar possíveis anomalias nos granitos da região.

Na década de 80, o Projeto Centro-Leste de Rondônia desenvolveu trabalhos de mapeamento geológico em duas folhas 1:250.000: Folha Rondônia - SC.20-Z-A (Kato *et al.* 1983) e Folha Rio Branco - SC.20-Z-B (Adamy *et al.* 1984), sendo que somente a primeira abrange as áreas das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná. O mapeamento realizado gerou mapas de caminhamento na escala 1:100.000 e mapas geológicos 1:250.000. Em 1985, a Folha Rondônia foi alvo de pesquisas vinculadas ao Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais (Batista *et al.* 1985), onde foram elaboradas as cartas metalogenética, previsão de recursos minerais e a de previsão para planejamento de ações governamentais. Para a confecção dos referidos mapas foram compilados dados de mapeamento, estruturais, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos de trabalhos anteriores realizados pela CPRM. Neste projeto foram catalogadas as ocorrências de estanho, ouro e manganês, os principais bens minerais da região,

além da atualização do mapa geológico, descrevendo as principais unidades cartografadas na área.

Dall'igna (1997) avaliaram a potencialidade para ouro da Folha Rondônia através do Programa Nacional de Prospecção de Ouro, Série Mapas Temáticos do Ouro.

Em 1999, foi lançado pela CPRM o Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil), que sintetizava todo o conhecimento geológico (escala 1:1.000.000) alcançado nas pesquisas realizadas pela CPRM no Estado de Rondônia, através de projetos específicos e parcerias em teses acadêmicas. Em 2007, este projeto foi revisado através do Programa Geologia do Brasil.

Outra importante contribuição para o conhecimento geológico da área de estudo foi dada por Scandolaro (2006) em sua tese de doutorado, forneceu uma visão ampla a respeito da geologia da região centro leste de Rondônia (escala 1:250.000).

A compilação regional mais recente foi executado por Quadros & Rizzotto (2007), com a primeira base de dados do Estado em formato SIG. Os principais trabalhos consultados estão sintetizados na figura 1.2.

### 1.3.1.3 - DADOS AEROGEOFÍSICOS

O recobrimento aerogeofísico das folhas mapeadas foi possível através da realização do projeto Rio Machado. Este projeto foi concluído em 2009 e sua área inclui essencialmente a porção leste do Estado de Rondônia. Foram gerados dados aerogamaespectrométricos e aeromagnetométricos e os principais parâmetros do respectivo projeto estão relacionados na tabela 1.1.

Parâmetros	Projeto Rio Machado
Período de aquisição dos dados	27/07/2008 a 05/02/2009
Total de perfis	84.000 km
Altura média de voo	100 m
Direção das linhas de voo	N-S
Espaçamento das linhas de voo	500 m
Direção das linhas de controle	E-W

Tabela 1.1 – Principais parâmetros dos projetos aerogeofísicos utilizados.

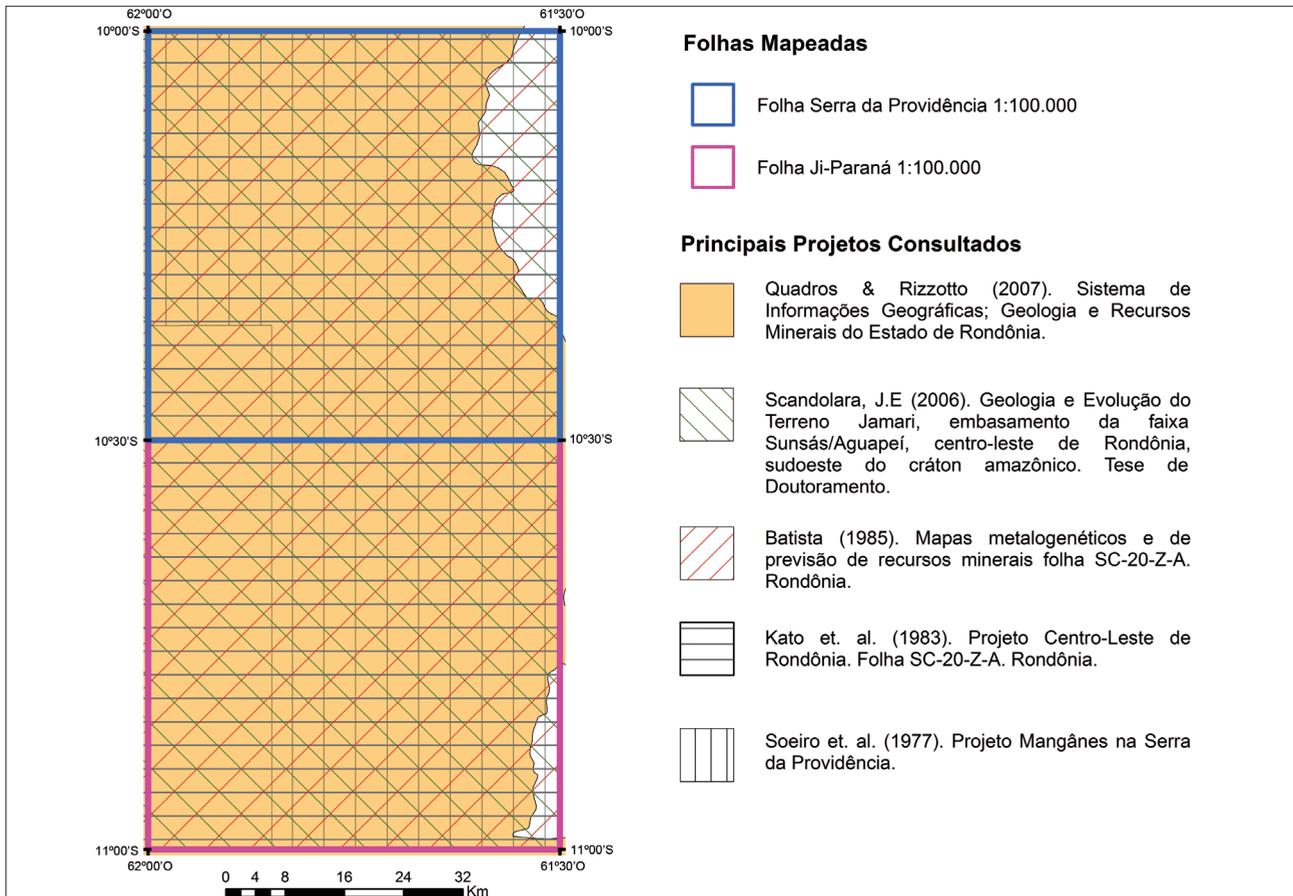


Figura 1.2 – Principais trabalhos consultados que abrangem as áreas das Folhas Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) e Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI).

O processamento dos dados obtidos foi feito através do *software* OASIS MONTAJ (versões 6.4 e 7.2) do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em voo para formato ASC II XYZ *GEOSOFT*.

O mapa aerogamaespectrométrico foi utilizado para identificar assinaturas típicas de algumas litologias anteriormente descritas na área de estudo, possibilitando uma correlação direta com diferentes domínios ainda não mapeados. Já o mapa aeromagnetométrico foi utilizado principalmente para a distinção de lineamentos magnéticos e delimitação de domínios estruturais presentes na região.

### 1.3.2 - MAPEAMENTO GEOLÓGICO

Esta etapa consistiu na aquisição de novos dados de campo, incluindo a descrição de afloramentos, medidas estruturais, coleta de amostras para análises petrográficas, geoquímicas e geocronológicas. Seguindo os objetivos propostos neste projeto, foi realizado mapeamento sistemático em escala 1:100.000 nas folhas Serra da Providência e Ji-Paraná, através de perfis ao longo da malha de estradas e checagem de pontos de ocorrências minerais previamente descritos. As campanhas de campo foram realizadas entre os meses de maio e novembro, período de baixa pluviosidade na região (verão amazônico), onde é possível melhor rendimento. Em geral tiveram duração de 15 a 20 dias, somando um total de seis campanhas entre outubro de 2009 e novembro de 2011.

Para análise litogeoquímica foram coletadas 67 amostras referentes às duas folhas mapeadas, respeitando-se a devida proporcionalidade no que diz respeito à escala de trabalho empregada em cada uma das áreas e suas respectivas áreas de retrições (terras indígenas e reservas biológicas). Nesse sentido, foram analisadas 46 amostras na Folha Ji-Paraná, 21 amostras na Folha Serra da Providência. Tais amostras foram submetidas à análise de elementos maiores, traços, terras raras e, adicionalmente o flúor, elemento muito comum aos granitóides da região. A preparação e análise das amostras foram realizadas pelo SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

A geoquímica de prospecção analisou um total de 177 amostras de sedimentos de corrente e 175 concentrados de bateira ao longo das drenagens na Folha Ji-Paraná. Já para a Folha Serra da Providência foram coletadas 13 amostras de sedimentos de corrente e 13 concentrados de bateira.

Para datação geocronológica (U/Pb em zircão por LAM-MC-ICP-MS) foram selecionadas 5 amostras de unidades geológicas com idades desconhecidas ou

incertas. A preparação das amostras foi realizada no Laboratório da CPRM, Residência de Porto Velho (LAMIN Porto Velho). As análises foram feitas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 1.3.3 - PRODUTOS FINAIS

Esta etapa resultou no tratamento, interpretação e compilação dos dados referentes em ambas as folhas mapeadas, tanto no âmbito do atual projeto como sua complementação com dados obtidos em trabalhos anteriores. Nesse sentido, foi gerado o mapa geológico das referidas folhas mapeadas, digitalizados através do *software* ArcGis (versões 9.3 e 10). O resultado das análises petrográficas, geoquímicas, descrições de afloramentos e datações geocronológicas foram inseridos no banco de dados GEOBANK do Serviço Geológico do Brasil. Por fim, foi confeccionado um único CD-ROM das Folhas Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) e Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI), contendo o relatório técnico, mapas geológicos digitais em formato PDF e base cartográfica integrada e em formato *shapefile*. Os dados referentes a este projeto e que abasteceram o banco de dados GEOBANK podem ser acessados livremente através do site <http://geobank.sa.cprm.gov.br>.

## 1.4 - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O principal município presente na Folha Ji-Paraná e Serra da Providência, é Ji-Paraná, que possui sua sede municipal as margens da BR-364 e possui grande potencialidade para o desenvolvimento socioeconômico na região (Figura 1.3). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, censo 2010), o município de Ji-Paraná possui 116.610 habitantes, sendo o segundo mais populoso do estado de Rondônia e o décimo sexto da região Norte do Brasil.

Sua economia está baseada nas atividades agrícola, pecuária, industrial e extrativista. Também vem se destacando por concentrar a maior bacia leiteira e o maior centro de produção pecuária do estado de Rondônia. Possui um distrito industrial em franco desenvolvimento, onde se destaca a presença de uma importante empresa de granitos do Brasil (segunda maior do país), que exporta seus produtos para Estados Unidos e Europa.

Na Folha Serra Providência destacam-se também os municípios de Ouro Preto do Oeste e Vale do Paraíso. O município de Ouro Preto do Oeste possui população de 37.928 habitantes e o município de Vale do Paraíso possui população de 8.210 habitantes. Em ambos a agropecuária e o setor de serviços constituem os setores mais importantes da economia local (IBGE, 2010).

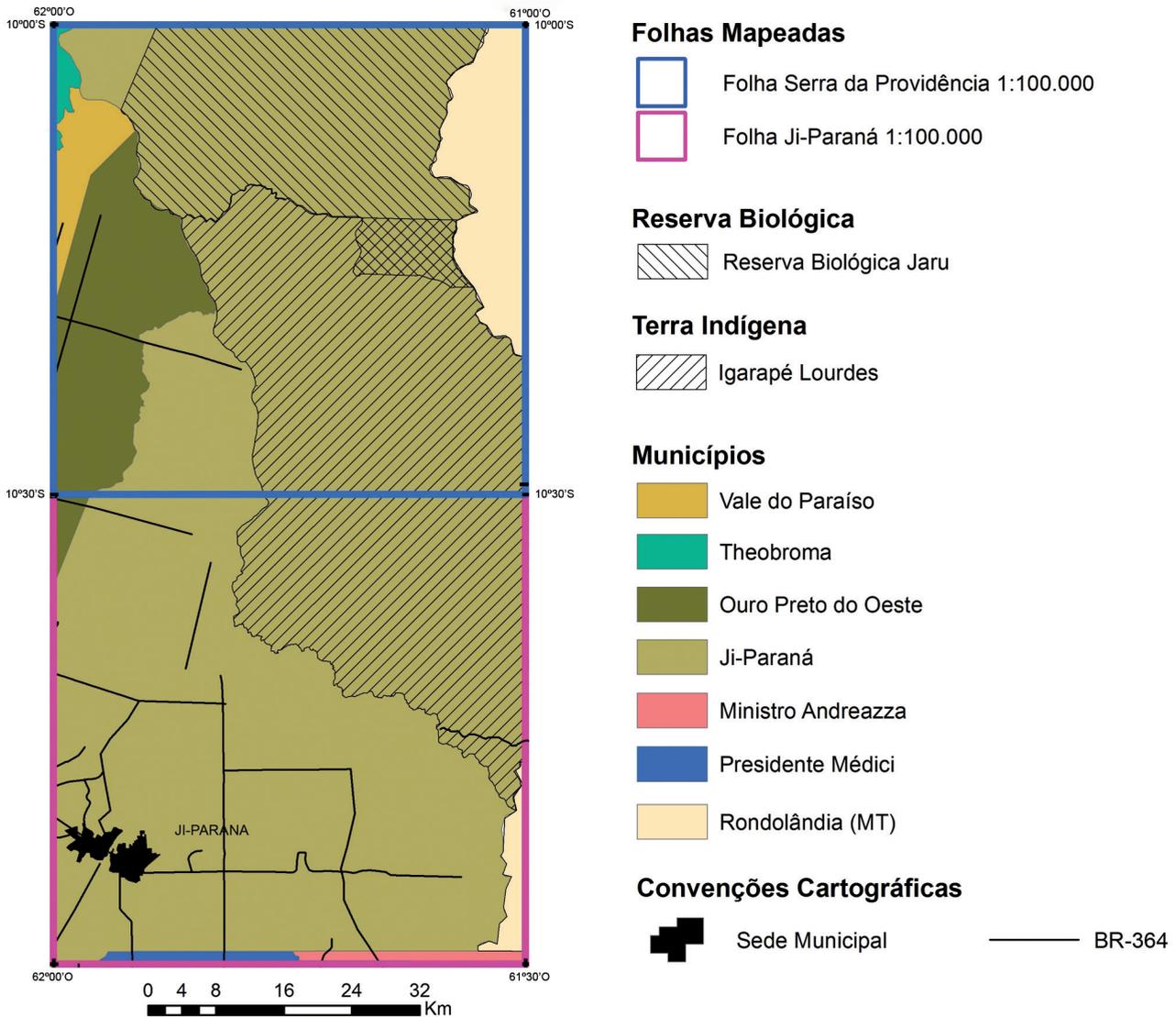


Figura 1.3 – Mapa de limites municipais presentes na Folha Ji-Paraná e Serra da Providência 1:100.000

## 1.5 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

### 1.5.1 - CLIMA

As folhas Serra da Providência e Ji-Paraná situam-se numa região onde o clima predominante é do tipo Tropical Chuvoso (código Aw, segundo a Classificação climática de Köppen-Geiger). É caracterizado por atingir temperaturas superiores a 18°C (mesmo nos meses mais frios do ano), pela forte precipitação anual (média de 2.000 mm/ano), com estação seca bem definida (entre os meses de maio e setembro). Corresponde a uma transição entre o clima tropical equatorial típico da região amazônica e o semiúmido do Brasil Central.

A média anual da temperatura do ar varia de 24 a 26 °C, sendo que entre os meses de junho e agosto pode ocorrer um fenômeno raro na região, com duração de poucos dias, onde as temperaturas podem atingir valores inferiores a 10°C. Tal fenômeno, conhecido

como “Friagem”, ocorre devido à influência de anticiclones que se formam nas altas altitudes e atravessam a Cordilheira dos Andes em direção ao sul do Chile (Rondônia, 2002).

A média anual da umidade relativa do ar em Rondônia é de 81,3%, sendo que nos meses mais secos essa média cai para 60,7%, chegando a valores inferiores a 35%. Nesse período há um significativo aumento nos registros de queimadas no Estado.

### 1.5.2 - HIDROGRAFIA

A região é drenada pela bacia hidrográfica do rio Machado (ou rio Ji-Paraná), que corta de sul para norte a porção oeste das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná. Este rio é resultado da junção dos rios Comemoração e Pimenta Bueno e termina por desaguar na margem direita do rio Madeira. Em imagens aéreas, o rio Machado é visivelmente controlado por falhas, sugeridas pela presença de

feições retilíneas e do tipo “cotovelo” ao longo de seu curso. Na região da Folha Ji-Paraná o principal afluente é o rio Urupá e na Folha Serra da Providência o principal afluente é o rio Jarú, ambos localizados na margem esquerda do rio Machado.

O clima equatorial tem uma nítida influência na sazonalidade do escoamento superficial, onde a cheia dos rios ocorre predominantemente entre fevereiro e abril, e a vazante entre Setembro e Novembro (RONDÔNIA, 2002).

### 1.5.3 - VEGETAÇÃO

Por situar importantes municípios do Estado, a região das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná encontram-se bastante degradadas pela ação antrópica, como por exemplo, o desmatamento de vastas áreas para formação de pasto, extração de madeira e plantações diversas. Alguns resquícios de mata

preservada, especialmente em áreas de proteção ambiental (reservas biológicas e terras indígenas), expõem uma vegetação típica de floresta tropical, marcada pela presença de estratos superiores (ex.: castanheiras), medianos (ex.: babaçus, heliófitas) e inferiores (ex.: cipoais, samambaias, orquídeas.). A vegetação predominante em ambas as folhas mapeadas é conhecida como Floresta Ombrófila Aberta Submontana e, em menor proporção, Florestas Ombrófilas densas (Rondônia, 2002).

### 1.6 - GEOMORFOLOGIA

Segundo a classificação utilizada no relatório de Zoneamento Socioeconômico-ecológico do Estado de Rondônia, as principais unidades geomorfológicas encontradas nas Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná são (Figura 1.4): superfície de aplanamento, *hogbacks*, agrupamento de morros e colinas,

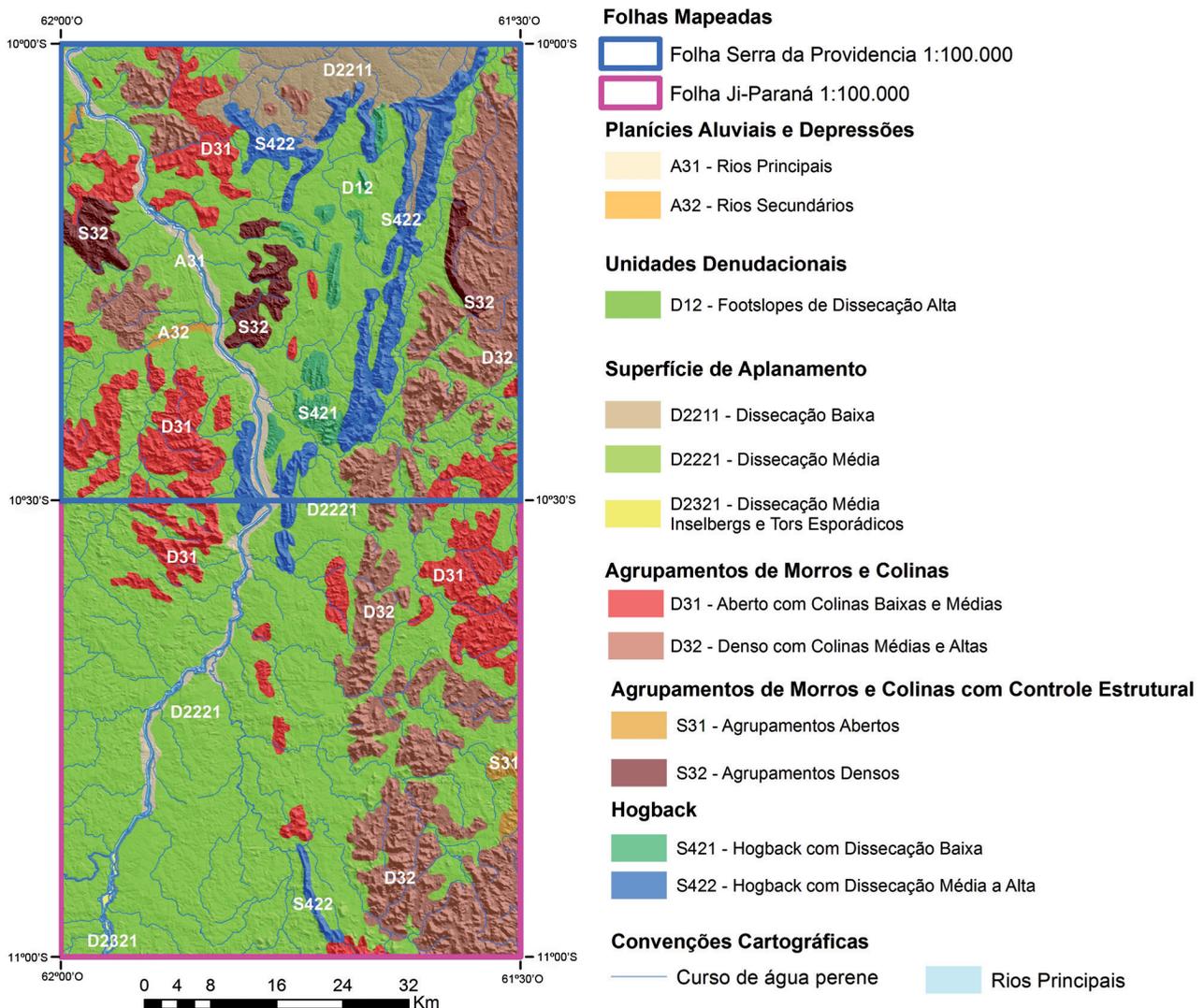


Figura 1.4 – Mapa geomorfológico da folha Ji-Paraná e Serra da Providência 1:100.000 (fusão Geomorfologia X MDT/SRTM). Modificado do Projeto Zoneamento Socioeconômico-ecológico do Estado de Rondônia – Geomorfologia (1999).

planícies aluviais e depressões e agrupamento de morros e colinas com controle estrutural.

A superfície de aplanamento constitui o relevo arrasado da folha, dominante em grande parte do Estado. Predomina uma superfície plana a ondulada, com dissecação média e eventuais *inselbergs*, *tors* e *hillocks* residuais. Atinge altitudes de aproximadamente 200 a 300 metros. Esta unidade geomorfológica corresponde, em parte, às rochas do embasamento da região, de idade Paleoproterozoica, referentes ao Complexo Jamari e rochas da Suíte Serra da Providência, em grande parte milonitizados. Os *inselbergs*, *tors* e *hillocks* em geral estão relacionados aos granitóides Mesoproterozoicos pertencentes às Suítes Serra da Providência e Alto Candeias.

Os agrupamentos de morros e colinas com ou sem controle estrutural também ocorrem de maneira expressiva na região, com altitudes de aproxima-

damente 250 metros. Em geral tais agrupamentos correspondem às exposições dos granitóides pertencentes a Suíte Serra da Providência.

Cristas do tipo "*hogback*" são encontradas em ambas as folhas mapeadas mas especialmente na Folha Serra da Providência, com direção preferencial N-S (com inflexões para NNW a NNE) e altitudes de aproximadamente 200 metros. Estão relacionadas às fácies metassedimentares da Formação Igarapé Lourdes. Já as unidades classificadas como "*footslopes*" são pouco expressivas, em geral situadas nas bordas de unidades sedimentares e metassedimentares da região.

As planícies aluviais e depressões correspondem aos sedimentos depositados nas margens dos principais rios da região, que na área de estudo acumulam-se principalmente ao longo dos rios Machado (ou Ji-Paraná) e Jarú.



## **2 – CONTEXTO TECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL**

As áreas das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná estão inseridas no contexto geotectônico do Cráton Amazônico, em sua porção sudoeste, correspondente ao Escudo Brasil Central. O Cráton Amazônico possui área de aproximadamente 5.600.000 km<sup>2</sup>, sendo que 4.400.000 km<sup>2</sup> pertencem ao território brasileiro. Seu limite ocidental provavelmente se estende sob uma extensa cobertura Cenozoica (Llanos colombianos e venezuelanos, Chaco paraguaio-boliviano, etc.) até a faixa orogênica andina. Seu limite leste está em contato com o Grupo Baixo Araguaia, e a sul e sudeste com os grupos Alto Paraguai, Cuiabá e Corumbá, além de unidades referentes ao Ciclo Orogrênico Brasileiro (900 – 540 Ma, Pimentel e Fuck, 1992). O Cráton Amazônico é ainda recoberto pelas bacias Fanerozoicas do Parnaíba (a leste), Xingú e Alto Tapajós (a sul), Parecis (a sudoeste), Tacutu (a norte) e Amazonas (porção central).

Inicialmente, a evolução tectônica do Cráton Amazônico convergia para ideias fixistas, onde o cráton era subdividido em províncias estruturais Arqueanas, delimitadas por megaestruturas que foram reativadas no Paleoproterozoico (Hasui *et al.* 1984, entre outros). Este modelo de evolução foi incapaz de explicar inúmeras diferenças de idades entre as rochas existentes no interior do cráton. Deste modo, um novo modelo baseado em províncias geocronológicas foi proposto (Cordani & Brito Neves 1982, Teixeira *et al.* 1989; Tassinari *et al.* 1999, entre outros), onde o Cráton Amazônico teria se formado a partir de um núcleo Arqueano, ao qual foram acrescentadas diversas faixas móveis ao longo do Proterozoico. Essas faixas móveis teriam sido vinculadas ao núcleo Arqueano em sentido sudoeste, gerando províncias geocronológicas cada vez mais jovens na medida em que se avança para este sentido.

Atualmente, o modelo geocronológico tem sido o mais difundido e aprimorado, com a proposta de Santos *et al.* (2000), modificada por Bizzi *et al.* (2003). Neste modelo, o Cráton Amazônico é dividido em sete províncias geocronológicas e uma zona de cisalhamento (Figura 2.1): Carajás – Imataca (3,1 – 2,53 Ga); Transamazônica (2,25 – 2,0 Ga); Tapajós – Parima (2,1 – 1,87 Ga); Amazônia Central (1,88 – 1,7 Ga); Rio Negro (1,86 – 1,52 Ga); Rondônia – Juruena (1,76 – 1,47 Ga); Sunsás (1,33

– 0,99 Ga); além da Zona de Cisalhamento K´Mudku (1,33 – 1,1 Ga).

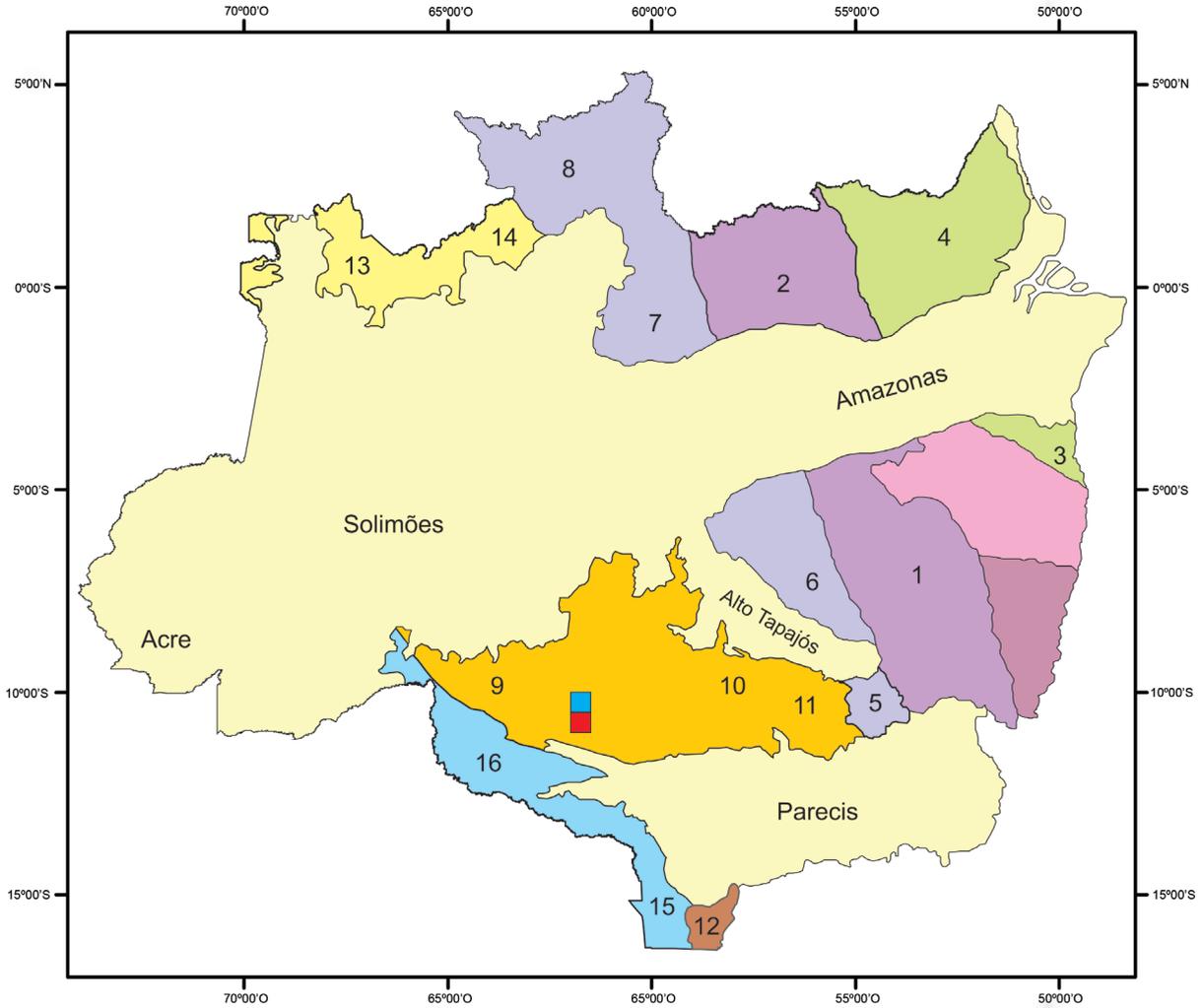
A área de estudo está situada na porção sudoeste da Província Rondônia – Juruena (ou Rio Negro – Juruena, segundo Tassinari & Macambira, 1999), próximo do limite com a Província Sunsás, a mais jovem província geocronológica do Cráton Amazônico.

A Província Rondônia – Juruena (Santos *et al.* 2000) possui registros de faixas móveis acrescionárias e colisionais, geradas a partir do Paleoproterozoico (1,82-1,53 Ga). Estes registros incluem sequências vulcano-sedimentares, suítes orogênicas e pós-orogênicas, por vezes polideformadas e metamorfasadas em médio a alto grau.

A Província Rondônia – Juruena foi subdividida em dois domínios (Scandolara, 1999): Domínio Jamari (porção oeste) e Domínio Roosevelt – Juruena (porção leste). As folhas Ji-Paraná e Serra da Providência 1:100.000 estão localizadas no Domínio Jamari, na região próxima do limite com o Domínio Roosevelt – Juruena (Figura 2.2). O Domínio Jamari corresponde ao produto da Orogenia Juruena ou Jauru, ocorrida entre 1,78 – 1,74 Ga (Bizzi *et al.* 2003) e relacionada à formação de crosta juvenil em arco de margem continental ativa (Scandolara 2006).

Os registros deste magmatismo foram agrupados sob a designação inicial de Complexo Xingú por Leal *et al.* (1978) e posteriormente redefinida por Isotta *et al.* (1978) como Complexo Jamari e inclui unidades metaígneas metamorfasadas em médio a alto grau (gnaisses tonalíticos, granodioríticos a quartzo dioríticos e metabásicas), de afinidade cálcio-alcálica e idade de cristalização entre 1,76 e 1,73 Ga (Payolla *et al.* 2002; Santos *et al.*, 2002 e Scandolara *et al.* 2013).

Scandolara *et al.* (1999) restringiram a este complexo somente os litotipos ortoderivados, sendo que as rochas paraderivadas foram agrupadas no Complexo Gnáissico-Migmatítico Jarú. Rizzotto *et al.* (2004) e Quadros & Rizzotto (2007) utilizaram o termo Suíte Metamórfica Quatro Cachoeiras para sequências paraderivadas, sendo que Quadros *et al.* (2011) redefiniram esta unidade na região da Folha Rio Machadinho (SC.20-X-C) através do termo Complexo Quatro Cachoeiras.



**PROVÍNCIAS GEOLÓGICAS**



Figura 2.1 – Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al. 2000, modificado por Bizzi et al. 2003) e localização das folhas mapeadas.

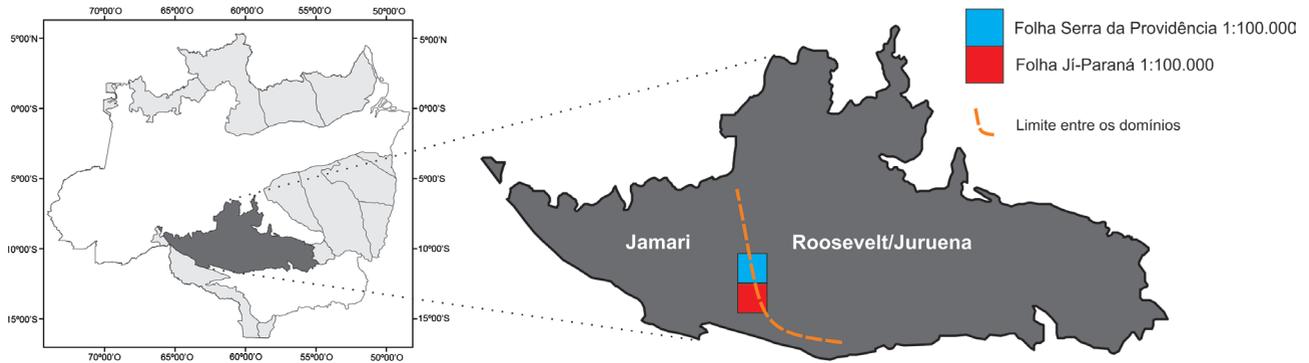


Figura 2.2 – Localização das folhas Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) e Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI) em relação aos domínios tectônicos da Província Rondônia-Juruena. Modificado de Bizzi et al. (2003).

Unidades vulcanossedimentares correlatas à formação deste arco também foram registradas no Domínio Jamari, sendo agrupadas nas formações Mutum-Paraná (Lobato *et al.* 1966), Igarapé Lourdes (Quadros e Rizzotto 2007) e no Grupo Roosevelt (Santos *et al.* 2000). O Grupo Roosevelt é composto por rochas vulcânicas félsicas, metapelitos, metacherts, metatufos, ignimbritos, formações ferríferas e raras intercalações de basaltos. Datação geocronológica (U-Pb/SHRIMP em zircão) em metadacito deste grupo revelou idades entre 1,76 e 1,74 Ga (Neder *et al.* 2000; Santos *et al.* 2000). A Formação Mutum-Paraná compreende metapelitos, metapsamitos, metacherts, filitos, ardósias, quartzitos e metatufos, sendo estes últimos datados em aproximadamente 1,73 Ga (U-Pb/SHRIMP em zircão, Santos *et al.* 2001). A Formação Igarapé Lourdes inclui metapelitos, metapsamitos, xistos, metatufos, metavulcânicas e formações ferríferas. Esta formação possui inúmeros registros de ocorrências manganesíferas (Soeiro *et al.* 1977), em geral relacionadas aos metapelitos.

Os corpos lenticulares de seqüências supracrustais que ocorrem intercalados às rochas do Complexo Jamari foram datados por Payolla *et al.* (2003) e revelaram uma idade máxima de sedimentação em aproximadamente 1,66 Ga (U-Pb/SHRIMP em zircão), sugerindo um segundo evento orogenético denominado de Orogenia Ouro Preto, entre aproximadamente 1,67 – 1,63 Ga (Payolla *et al.* 2002, Santos *et al.* 2003). No entanto, a área fonte para estes zircões detríticos ainda permanece incerta. Tais rochas foram inicialmente desmembradas do Complexo Jamari por Scandolara *et al.* (1999) e atualmente pertencem ao Complexo Quatro Cachoeiras (Quadros *et al.* 2011). Ao final da Orogenia Juruena ou Jauru houve a colocação de granitos pós-colisionais (Suíte Serra da Providência).

A Suíte Serra da Providência (Leal *et al.* 1976) corresponde a um extenso magmatismo pós

orogênico, Mesoproterozoico, subalcalino, do tipo A, rapakivítico e de caráter bimodal. Suas litologias ocorrem tanto isotrópicas como metamorfasadas em médio a alto grau, com idades entre cerca de 1,6 a 1,53 Ga (Bettencourt *et al.* 1998).

O desenvolvimento da Província Sunsás afetou substancialmente a porção sudoeste da Província Rondônia – Juruena, provocando o retrabalhamento de muitas de suas unidades. Este evento gerou rochas miloníticas, metamorfasadas em médio grau, que formam extensas zonas de cisalhamento relacionadas à Orogenia Candeias, entre 1,38 – 1,31 Ga (Bizzi *et al.* 2003). O Ciclo Sunsás foi responsável ainda por um segundo evento orogenético, a Orogenia Nova Brasilândia, que também afetou o Domínio Jamari há cerca de 1,1 Ga, formando extensas zonas de cisalhamento transpressionais.

Coberturas sedimentares proterozoicas, atribuídas ao final da Orogenia Nova Brasilândia, compõem a Formação Palmeiral (Lobato *et al.* 1966), constituída de arenitos e conglomerados, maciços a estratificados, com idade máxima de sedimentação em aproximadamente 1,03 Ga (U-Pb/SHRIMP em zircão, Santos *et al.* 2001c). Santos *et al.* (2002) interpretam que esta sedimentação corresponde a formação de bacia do tipo *foreland*, relacionada a Orogenia Nova Brasilândia. No entanto, Bahia (1997), através do estudo de paleocorrentes, sugere que tal sedimentação é oriunda de ambiente fluvial anastomosado, relacionada à formação de bacia do tipo sinéclise.

Ao final da Orogenia Nova Brasilândia houve ainda a colocação de granitos anorogênicos no intervalo de 1,08 – 0,97 Ga (Suíte Intrusiva Santa Clara, Suíte Intrusiva Rondônia). Estes granitóides possuem grande importância econômica no quadro metalogenético de Rondônia, por hospedarem importantes depósitos primários de cassiterita, topázio, columbita-tantalita e wolframita (Província Estanífera de Rondônia).

Coberturas sedimentares Paleozoicas e Mesozoicas, relacionadas à formação da Bacia dos Parecis, recobrem pequenas regiões no interior do Domínio Jamari. Inúmeros diques e chaminés de kimberlitos também ocorrem neste domínio e são atribuídos ao Cretáceo Superior (Quadros & Rizzotto, 2007).

## **3 – ESTRATIGRAFIA**

### **3.1 - ASPECTOS GERAIS**

As unidades litoestratigráficas das folhas Ji-Paraná e Serra da Providência integram a porção sul/sudoeste da Província Geocronológica Rondônia-Juruena, SW do Cráton Amazônico. No âmbito desta província, a área de estudo encontra-se no Domínio Jamari, próximo do limite com o Domínio Roosevelt-Juruena (a leste).

Nesse contexto, a estratigrafia da região contém principalmente unidades pré-cambrianas formadas a partir do Paleoproterozoico, além de unidades Paleozoicas ligadas a sedimentação da Bacia dos Parecis, a sul da área.

De um modo geral, as rochas ígneas e metamórficas Paleo/Mesoproterozoicas são predominantes na região. Elas compõem terreno polideformado afetado por diferentes intensidades de metamorfismo. As rochas mais intensamente deformadas e metamorfisadas se situam na porção oeste das folhas Ji-Paraná e Serra da Providência, sendo que na medida em que os perfis geológicos avançam para leste, essas exposições apresentam uma diminuição no grau de deformação/metamorfismo.

### **3.2 - UNIDADE PALEOPROTEROZOICA**

#### **3.2.1 - COMPLEXO JAMARI - (PP4ja)**

O Paleoproterozoico é representado na área de estudo por rochas do Complexo Jamari. As melhores ocorrências estão localizadas na região sudoeste da Folha Ji-Paraná, aflorando como lajedos e pequenos morrotes e compõem principalmente a unidade geomorfológica classificada como Superfície de Aplainamento de Dissecação Média. Em geral seus afloramentos são descontínuos e esparsos.

O Complexo Jamari inclui gnaisses ortoderivados de composição intermediária, quartzo dioritos, tonalitos a granodioritos, com afinidade cálcio-alkalina, além de rochas metamáficas toleíticas. Estas rochas encontram-se deformadas e metamorfisadas em fácies anfibolito superior a granulito, por vezes com feições de migmatização. Esta associação metaígneia está relacionada à geração de arcos magmáticos em zona de subducção de margem continental do tipo Andino (Payolla *et al.* 2002, Scandolara 2006; Scandolara *et al.* 2013), e possuem idade de cristalização entre 1,76 e 1,73 Ga (U-Pb em zircão, Santos *et al.* 2000; Payolla *et al.* 2002).

#### **3.2.1.1 - METATONALITO JI-PARANÁ**

As principais exposições destas rochas encontram-se principalmente nos leitos dos rios Ji-Paraná (ou Machado) e Urupá. Por esse motivo, seus afloramentos são identificados com maior facilidade nos períodos de seca, onde os níveis dos rios estão baixos. De um modo geral, estas rochas ocorrem principalmente ao longo do Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujubim (vide capítulo 4). São metagranitóides de composição tonalítica a granodiorítica, deformados e metamorfisados em fácies anfibolito.

São rochas mesocráticas, anisotrópicas, de cor cinza esbranquiçada a esverdeada, granulação média a fina, equigranulares. Sua mineralogia macroscópica é composta basicamente por plagioclásio, quartzo, máficos (epídoto, biotita e anfibólio) e k-feldspato. Mostram foliação milonítica a gnáissica, evidenciada principalmente pela orientação dos minerais máficos, subvertical a alto ângulo de mergulho e direção aproximada 270° Az. Em raras exposições pôde-se evidenciar a presença de bandamento metamórfico em escala mesoscópica e estruturas dobradas. É comum a ocorrência de enclaves máficos estirados segundo a foliação da rocha (Foto 3.1). Estes enclaves possuem uma forma elíptica e tem cerca de 20 a 30 cm de comprimento. Diques máficos (possivelmente diabásio) ocorrem associados a estas rochas, com cerca de 30 cm de espessura e direção aproximada 350° Az.

Ao microscópio, estas rochas em geral possuem uma textura granoblástica a poligonalizada, além das texturas lepidoblástica e nematoblástica. São inequigranulares, por vezes marcada por foliação milonítica superimposta à foliação gnáissica. A mineralogia é composta por plagioclásio, quartzo, biotita, ocasionalmente k-feldspato e hornblenda, além dos acessórios epídoto, titanita, apatita, zircão e opacos. Eventualmente o plagioclásio encontra-se saussuritizado. O k-feldspato ocorre sob a forma de microclínio ou ortoclásio micropertítico. Um aspecto peculiar foi observado no modo de ocorrência dos epídotos, que são hipidiomórficos, por vezes com núcleo de allanita, que sugere origem magmática. De um modo geral as principais rochas que compõem este grupo de foram classificadas como epídoto biotita metatonalito a epídoto hornblenda biotita metatonalito.

A recristalização do plagioclásio, aliado ao eventual surgimento de hornblenda metamórfica, sugerem que estas rochas foram submetidas a condições intermediárias de grau metamórfico, em fácies anfibolito inferior a anfibolito médio.



Foto 3.1 – A) Aspecto geral do afloramento localizado no leito do Ji-Paraná. B) Detalhe dos enclaves máficos estirados concordantes a foliação. C) e D) Aspecto geral do metatonalito evidenciando a trama foliada.

### 3.2.1.1.1 - GEOQUÍMICA

Na área de estudo foram identificados apenas três afloramentos de gnaisses tonalíticos pertencentes ao Complexo Jamari. No intuito de otimizar as interpretações, os dados litoquímicos referentes a esta unidade foram integrados a parte dos dados litoquímicos de Scandolara (2006). As interpretações foram realizadas considerando os litotipos denominados pelo referido autor como “gnaisses tonalíticos e gnaisses granodioríticos” e as três amostras coletadas por este trabalho. Os dados litoquímicos referentes às demais amostras podem ser consultados no trabalho de Scandolara (2006).

Scandolara (2006) constatou com base nas relações  $A/NK \times A/CNK$ , que os gnaisses tonalíticos/enderbíticos são rochas metaluminosas a fracamente peraluminosas (Figura 3.1 A). O autor destacou ainda que as rochas são subalcalinas (Figura 3.1 B) e possuem comportamento expandido que varia de cálcio-alcalina baixo K a cálcio-alcalina alto-K, (Figura 3.1 C). No caso específico das amostras coletadas por este trabalho todas foram classificadas como de alto-K. O caráter cálcio-alcalino do conjunto de amostras pode ser confirmado, ainda, no diagrama AFM (Figura 3.1 D) e no diagrama de alcalinidade modificado – MALI (Figura 3.1 E).

As três amostras deste trabalho possuem conteúdo de  $SiO_2$  variando de 56 a 71% em peso, baixos teores de  $TiO_2$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$  e  $CaO$  e altos conteúdos de  $Al_2O_3$ , Zr e Y com padrões de ETR mostrando fracionamento leves x pesadas e anomalias negativas de Eu (Figura 3.2), portanto, possuem padrão similar ao grupo “gnaisse tonalítico”, estudado por Scandolara (2006). A figura 3.3 (diagramas de Harker) mostra ainda a relação do conteúdo de  $SiO_2$  com os elementos maiores onde fica claro correlações positivas para  $Na_2O$  e negativa para  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $FeOT$  e  $MgO$ .

Para as rochas ortoderivadas ácidas-intermediárias do Complexo Jamari, Scandolara (2006) baseado nos diagramas AFM (Figura 3.1 D) e no índice alcali-cálcico  $\times SiO_2$  de Brown (1982) (Figura 3.1 F), sugere ainda que os litotipos constituiriam uma associação petrotectônica com participação de magmas gerados em ambientes de arcos mais imaturos. Na figura (3.1 F) é possível observar ainda que os gnaisses ortoderivados do Complexo Jamari distribuem-se entre os *trends* dos arcos de ilhas e arco continental constituindo, portanto, campo coincidente com o dos andesitos cálcioalcalinos modernos das suítes vulcano-plutônicas dos arcos magmáticos da região circum-pacífica, Scandolara (2006).

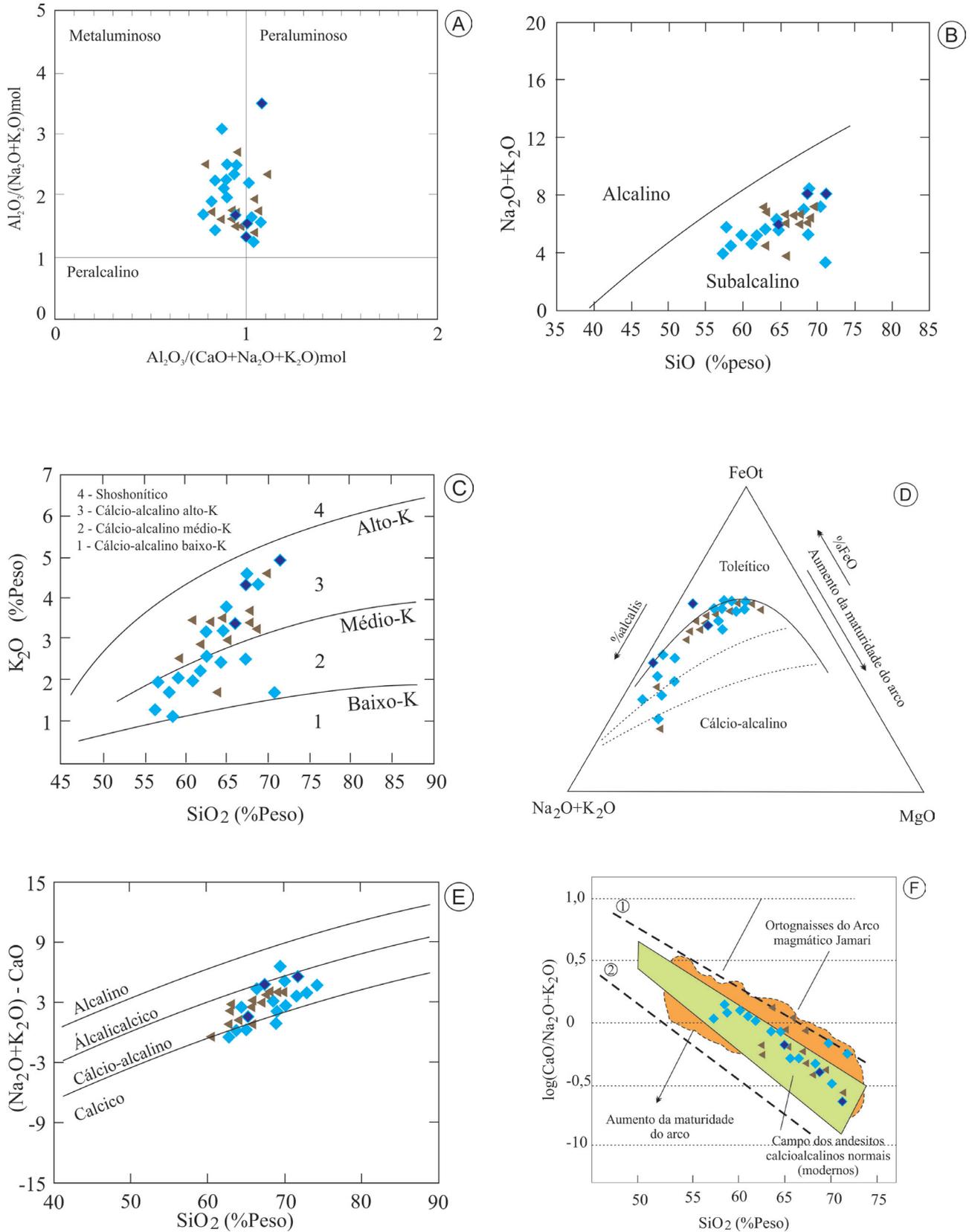


Figura 3.1 – Diagramas de classificação geoquímica para os gnaisses tonalíticos e gnaisses granodioríticos do Complexo Jamari A)  $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$  mol vs.  $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$  mol (Shand, 1943); B) Diagrama  $K_2O \times SiO_2$  (Taylor et al 1981); C) Diagrama de Irvine e Baragar (1971); D) Diagrama AFM para os gnaisses do Complexo Jamari, (Irvine e Baragar 1971); E) Assinatura geoquímica do conjunto de ortognaisses de acordo com o índice de alcalinidade modificado de Frost et al. (2001); F) Log da razão álcali-cálcica  $\times SiO_2$  (Brown, 1982). As amostras classificadas como gnaisses tonalítico (◆) foram obtidas por esta pesquisa já as classificadas como gnaisses tonalítico (◇) e gnaisses granodiorítico (▲) foram obtidas por Scandola 2006.

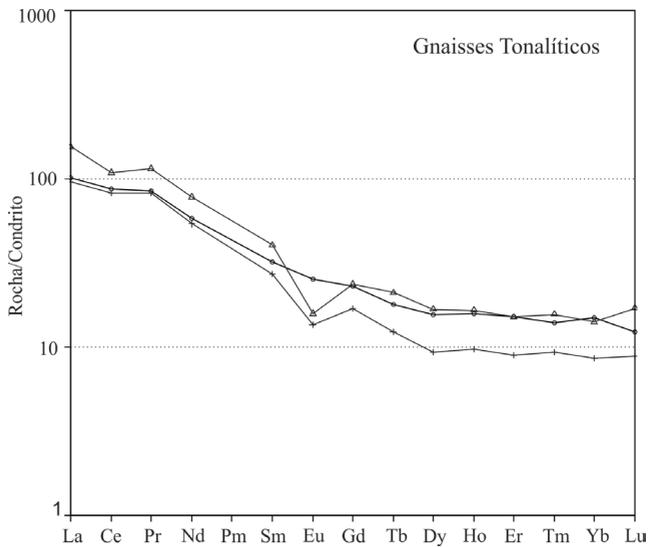


Figura 3.2 – Padrões de ETR dos ortognaisses tonalíticos do Complexo Jamari normalizados ao condrito.

Em termos gerais Scandolaro (2006) sugere que os gnaisses quartzo-dioríticos, tonalíticos e granodioríticos representariam aproximadamente 80% do Complexo Jamari e que constituiriam uma única série magmática cálcio-alcálica gerada em zona de subducção, cujos magmas precursores teriam sido originados a partir da mistura de fontes mantélicas depletadas e crosta continental mais antiga onde o processo de cristalização fracionada teria sido igualmente importante. Scandolaro (2006) afirma ainda que os ortognaisses foram gerados em ambiente de arco, entretanto com assinatura geoquímica híbrida entre aquela apresentada por rochas de arco de margens continentais ativas e aquelas compatíveis com magmas mais primitivos gerados em arcos de ilhas maduros sobre a crosta espessada.

### 3.2.1.1.2 - GEOCRONOLOGIA

Uma amostra de gnaiss tonalítico foi analisada pelo método U-Pb em zircão, com o objetivo de se confirmar a cronocorrelação com o Complexo Jamari. A amostra EI-001 corresponde a uma rocha com mesocrática, holocristalina, fanerítica equigranular média com trama foliada de cor cinza, classificada como gnaiss tonalítico.

Na amostra EI-001, os grãos de zircão possuem tamanho médio a grande, forma prismática alongada. Foram obtidas 21 análises completas, a maioria bastante concordante. Destas, cinco foram desconsideradas do cálculo da idade devido ao erro elevado e/ou por serem discordantes, dessa forma, a idade concórdia obtida foi de  $1686 \pm 7,8$  Ma, com MSDW de 0.58 (Figura 3.4).

Litofácies	Ortognaiss tonalito		
	4043_EI_01	4043_EI_508	4043_EI_779
Amostra	4043_EI_01	4043_EI_508	4043_EI_779
SiO <sub>2</sub>	67,09	71,77	65,47
TiO <sub>2</sub>	0,77	0,56	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,49	13,77	14,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,81	4,76	5,75
MnO	0,16	0,09	0,1
MgO	1,12	0,76	2,55
CaO	2,9	2	4,23
Na <sub>2</sub> O	3,4	3,03	2,83
K <sub>2</sub> O	4,25	4,8	3,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,18	0,16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,43	0,5	0,43
Soma	102,71	102,23	100,24
Elem, traço (ppm)			
Ni	3,2	3	13,1
Co	6	4,8	10,5
Cu	16,7	25,8	45,5
Pb	2,4	3,7	2,2
Zn	71	50	50
Bi	0,05	0,04	0,02
Cd	0,02	0,01	0,05
Sn	2,2	3,3	2,1
W	5,9	2,8	2,5
Mo	0,67	0,64	0,36
As	1	<1	<1
Sb	0,12	0,1	0,08
Ag	0,03	0,05	0,06
Au	<0,1	<0,1	<0,1
Hg	0,04	<0,01	<0,01
Rb	143	222	146
Cs	4,29	4,58	5,89
Ba	2656	967	815
Sr	359	272	614
Ga	19,5	17,8	18,2
Ta	1,3	0,87	0,62
Nb	21,66	16,9	12
Hf	7,59	5,02	3,22
Zr	648	185	194
Y	30,05	33,33	18,91
Th	8,1	11,1	8,8
U	2,02	2,39	1,61
Se	<1	<1	<1
F	649	N.A.	N.A.
Be	2,3	4,4	2,1
ETR			
La	33,4	51,3	31,7
Ce	75	94,1	71,5
Pr	9,51	12,88	9,27
Nd	36,6	49,1	34
Sm	6,5	8,2	5,5
Eu	1,94	1,22	1,05
Gd	6,33	6,54	4,7
Tb	0,84	0,99	0,58
Dy	5,32	5,76	3,2
Ho	1,11	1,16	0,68
Er	3,43	3,41	2,01
Tm	0,42	0,47	0,28
Yb	3,3	3,1	1,9
Lu	0,42	0,58	0,3
Soma ETR	184,12	238,81	166,67

Tabela 1 – Dados litoquímicos dos gnaisses tonalíticos do Complexo Jamari.

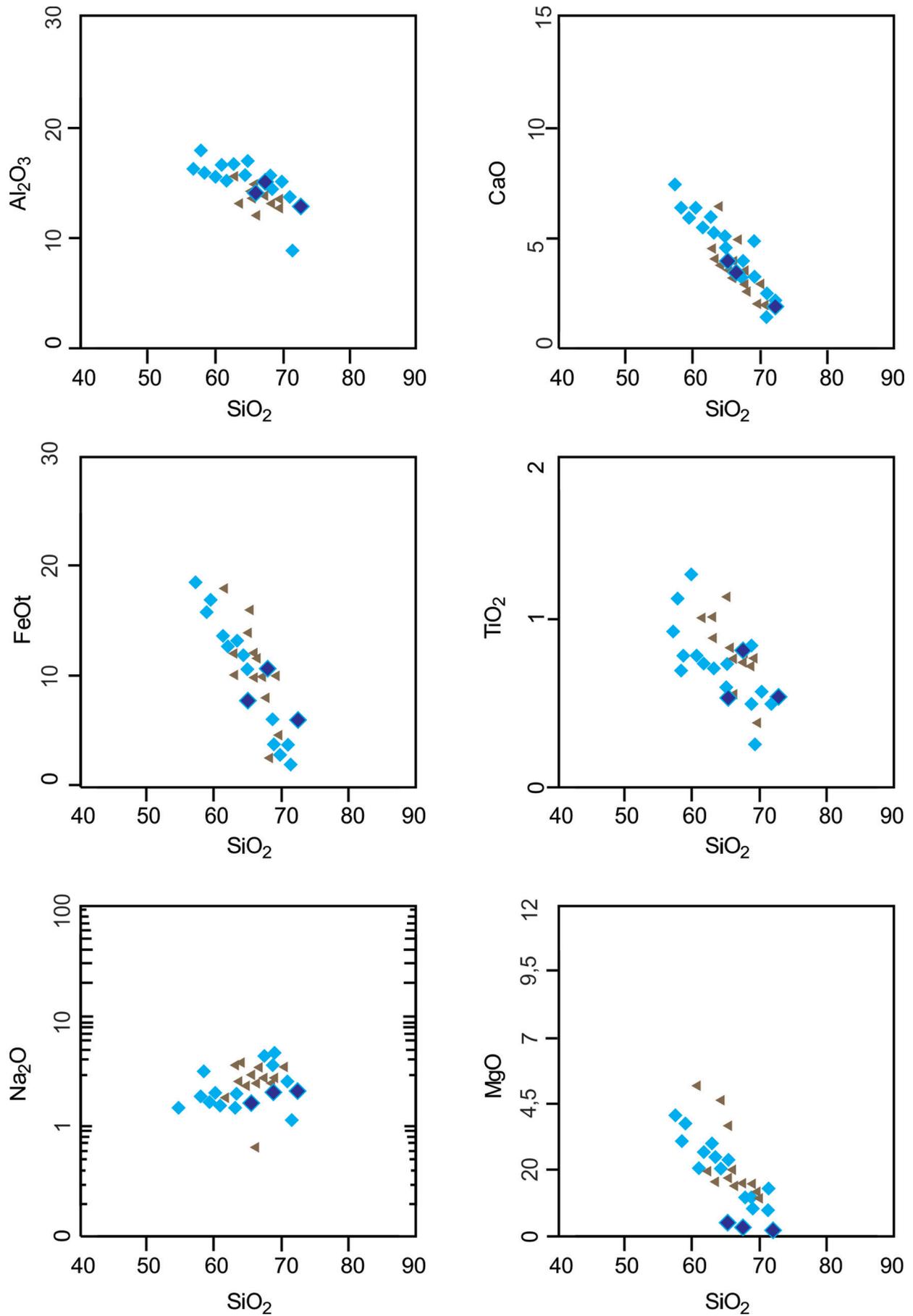


Figura 3.3 – Diagrama  $\text{SiO}_2$  x elementos maiores (Harker) para os ortognaisses do Complexo Jamari. Símbolos como figura 3.1. As amostras classificadas como gnaisses tonalítico (◆) foram obtidas por esta pesquisa já as classificadas como gnaisses tonalítico (◈) e gnaisses granodiorítico (▲) foram obtidas por Scandolaro 2006.

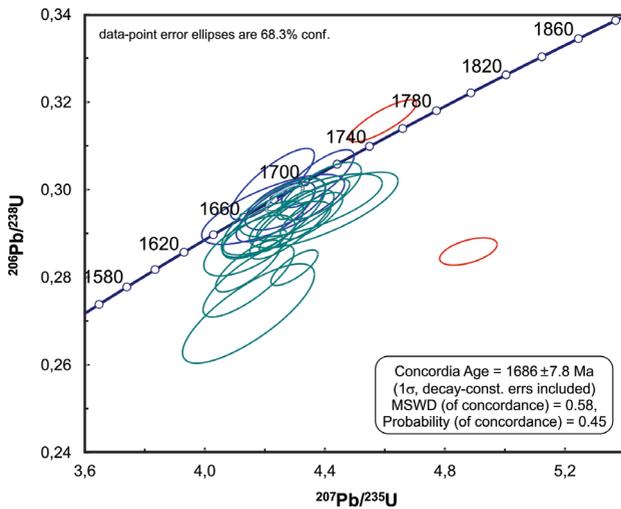


Figura 3.4 – Diagrama de concordância do gnaiss tonalítico incluindo as 21 amostras completas.

### 3.3 - UNIDADES MESOPROTEROZOICAS

O Granito Serra da Providência foi formalizado por Leal *et al.* (1976) e corresponde ao mais expressivo magmatismo Mesoproterozoico presente na área mapeada. Com a evolução da cartografia geológica na região, Tassinari *et al.* (1984) redefiniram esta unidade e a renomearam como “Suíte Intrusiva Serra da Providência”, termo este que é atualmente adotado na literatura.

A outra unidade Mesoproterozoica aflorante na porção central da área são os metassedimentos relacionados a Formação Igarapé Lourdes (Quadros & Rizzotto, 2007). Estes metassedimentos foram inicialmente relacionados por Lobato *et al.* (1966) à Formação Palmeiral (Neoproterozoica), que posteriormente foram reclassificados por Leal *et al.* (1976) e Soeiro *et al.* (1977) como pertencentes ao Grupo Beneficente. Rizzotto *et al.* (2004) e Scandola (2006) atribuíram esta unidade ao Paleoproterozoico, sendo incluída no Grupo Roosevelt. Quadros & Rizzotto (2007) relacionam esta unidade ao Paleoproterozoico, utilizando o termo Formação Igarapé Lourdes. A Formação Igarapé Quinze foi individualizada por Quadros *et al.* (2011) e corresponde a novos registros de sedimentação Mesoproterozoica na região.

#### 3.3.1 – SUÍTE INTRUSIVA SERRA DA PROVIDÊNCIA - (MP1:yp)

A Suíte Intrusiva Serra da Providência corresponde a extenso magmatismo granítico na Província Rondônia-Juruena, que ocorre desde a porção oeste do estado de Mato Grosso até a região centro-norte de Rondônia, além de exposições isoladas no sul do Amazonas. Esta suíte inclui monzogranitos,

sienogranitos, charnockitos, mangeritos, gabros e diabásios, que podem ocorrer isotrópicos ou tectonizados por eventos deformacionais posteriores, onde em geral exibem foliações miloníticas e/ou bandamento composicional. Nos termos graníticos é comum a ocorrência de texturas *rapakivi*. Esta associação é interpretada como um magmatismo granítico *rapakivi*, de natureza subalcalina, tipo A, bimodal, gerada em ambiente pós-orogênico a anorogênico, com idades entre 1,60 a 1,53 Ga, como produto final da Orogenia Ouro Preto ou Quatro Cachoeiras.

As rochas desta suíte encontram-se por vezes deformadas por eventos tectonometamórficos relacionados ao retrabalhamento crustal gerado pelas orogenias Candeias ou Rondoniana-San Ignácio (~1,35 Ga) e Sunsás - Nova Brasilândia (~1,15 Ga), e que afetam substancialmente as rochas que compõem o Domínio Jamari. Nesse sentido, as rochas granitoides da Suíte Intrusiva Serra da Providência podem expor texturas miloníticas e/ou gnáissicas, geradas em condições de médio grau metamórfico (anfíbolito médio a superior).

A Suíte Intrusiva Serra da Providência possui inúmeras exposições sob a forma de batólitos e *stocks*, que formam corpos isolados e/ou tectonizados ao longo de extensas regiões. Historicamente tentou-se cartografar e estudar separadamente os principais corpos que compõem esta suíte, sob as seguintes denominações: batólito Serra da Providência (1,60–1,53 Ga; Bettencourt *et al.* 1999); Charnockito Jaru (1,56 Ga; Payolla *et al.* 2002); granito cinza de Samuel (1,55–1,54 Ga; Payolla *et al.* 2002); maciço União e granito rosa de Ariquemes (1,52 Ga; Bettencourt *et al.*, 1999; Payolla *et al.* 2002), maciço Ouro Preto (1,53 Ga; Santos *et al.*, 2000). Recentemente, Quadros *et al.* (2011) individualizaram quatro maciços na região da Folha Rio Machadinho (SC.20-X-C): Maciço Machadinho, Maciço União (5º BEC), Maciço Aquariquara e Maciço Rio Crespo. Na área de estudo, grande parte das exposições de granitoides da Suíte Serra da Providência corresponde à porção oeste/centro oeste do maciço Serra da Providência, além de uma pequena porção relacionada ao maciço Aquariquara.

As rochas dessa unidade afloram sob a forma de grandes blocos/matacões que se distribuem de maneira isolada ou em grandes aglomerados nas encostas dos morros (Fotos 3.2 A e B). Quando afetadas por eventos deformacionais, podem ocorrer sob a forma de pequenos lajedos e/ou como blocos orientados, parcialmente cobertos pelo solo (Foto 3.2 C e D). Compõem principalmente a unidade geomorfológica classificada como “Agrupamento de morros e colinas”, que formam o relevo positivo da região da Serra da Providência.



Foto 3.2 – Principais tipos de afloramentos de rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência: A) Matacões de rocha indeformada em encosta de morro; B) Campos de matacões de rocha indeformada compondo pequeno morrote; C) Lajedos de rocha deformada; D) Blocos de rocha deformada orientados segundo foliação de alto ângulo.

### 3.3.1.1 - MACIÇO SERRA DA PROVIDÊNCIA - (MP1 $\gamma$ ps)

O maciço Serra da Providência refere-se ao corpo de dimensões batolíticas (1,60–1,53 Ga; Bettencourt *et al.* 1999), que corresponde ao principal pulso magmático da Suíte Intrusiva Serra da Providência, e está localizado na região homônima, um importante limite estrutural no interior da Província Rondônia-Juruena.

Rizzotto *et al.* (1995b) descrevem o batólito com quatro litofácies distintas, representadas por monzogranito porfirítico (piterlitos) com viborgito subordinado, monzogranito porfirítico, monzogranito pórfiro e sienogranito granofírico.

No presente trabalho, as referidas litofácies puderam ser cartografadas, assim como foram cartografadas novas litofácies no interior do batólito. O mapeamento geológico pôde reconhecer seis litofácies que compõem a porção oeste do batólito Serra da Providência: subvulcânicas; sienogranitos granofíricos; leucosienogranitos; sienogranitos porfiríticos (viborgitos e piterlitos); charnockitos; além de rochas máficas associadas ao magmatismo bimodal, representadas por gabronoritos.

### 3.3.1.1.1 - LITOFÁCIES SUBVULCÂNICA - (MP1 $\gamma$ pssv)

Esta litofácies ocorre principalmente na Folha Ji-Paraná e compõe a porção central a centro-sul do batólito Serra da Providência. Suas exposições ocorrem sob a forma de blocos/matacões e lajedos ao longo das drenagens da região.

São rochas mesocráticas a melanocráticas, de cor cinza escuro com tons alaranjados, isotrópicas a anisotrópicas. Quando indeformadas, possuem textura porfirítica, de matriz muito fina a afanítica e fenocristais subédricos de k-feldspato de cor alaranjada com tons acinzentados, com cerca de 1 x 0,5 cm de tamanho, além de plagioclásio de cor esbranquiçada com tons esverdeados, subédricos de tamanhos similares ao k-feldspato (Foto 3.3A). Eventualmente o quartzo também ocorre sob a forma de fenocristal subarredondado, cor acinzentada a azulada, com cerca de 0,5 cm de diâmetro. Nas exposições onde esta litofácies está deformada, exibe foliação de baixo ângulo com *trends* de direção NNW/SSE a NNE/SSW e mergulhos entre 20 e 40°/WSW a WNW (Foto 3.3B). Esta estrutura é marcada principalmente pela orientação de porfiroclastos de k-feldspato e cominuição/recristalização dos minerais que constituem a matriz fina da rocha.



Foto 3.3 – A) Amostra de rocha subvulcânica indeformada; B) Aspecto foliado do mesmo litofácies, mas deformado.

Em lâmina delgada, esta litofácies exibe textura porfirítica com predomínio de fenocristais de k-feldspato, além de plagioclásio sódico e quartzo (Foto 3.4A). A mineralogia da matriz é composta essencialmente por quartzo, k-feldspato e plagioclásio, além de biotita, clorita, epidoto, allanita, apatita, titanita, zircão, fluorita e opacos. Os fenocristais são de ortoclásio peritítico com tamanho médio de 6 mm a eventualmente maiores, chegando a 30 mm. Inclusões de quartzo gráfico são observadas em alguns fenocristais de ortoclásio. Fenocristais de plagioclásio sódico, de até 1 mm, com maclas difusas, são recobertos por sericita e clorita. A matriz contém quartzo e feldspatos por vezes formando intercrescimento gráfico. A biotita verde ocorre em agregados disseminados pela rocha. Quando deformada, a rocha possui textura porfiroclástica, onde a matriz quartzo-feldspática exibe textura granoblástica marcada pela forte cominuição dos grãos com a biotita muito fina e orientada, dispersa ou concentrada em sombras de pressão e em finos leitos ondulados e descontínuos que marcam a foliação (Foto 3.4B). Os fenocristais são fraturados e parcialmente desintegrados. Este litotipo inclui termos subvulcânicos, classificados como microgranitos porfiríticos a dacitos (isotrópicos a milonitizados).

### 3.3.1.1.2 - LITOFÁCIES SIENOGANITO GRANOFÍRICO - (MP1 $\gamma$ psgf)

Este litotipo ocorre em contato com as rochas subvulcânicas, onde se nota uma variação gradacional de rochas subvulcânicas com matriz afanítica a muito fina, para microgranitos porfiríticos, e rochas sienograníticas.

Estas rochas ocorrem sob a forma de matações dispersos nas encostas dos morros como também em lajedos. Seus afloramentos expõem rocha mesocrática de cor avermelhada com tons alaranjados, isotrópicas a tectonizadas (foliadas), equigranulares a inequigranulares de granulação média, compostas por quartzo, k-feldspato, plagioclásio, biotita e eventualmente fluorita (Foto 3.5 A e B). A textura *rapakivi* pode ocorrer de maneira subordinada. Em exposições onde a rocha encontra-se deformada (Foto 3.5 C e D), exibe foliação milonítica marcada pela trama de minerais máficos, que envolvem clastos sigmoidais de k-feldspato, por vezes estirados, que em elevados estágios de deformação podem exibir uma recristalização com aspecto de “fitas” descontínuas concordantes com a foliação da rocha. A foliação milonítica possui

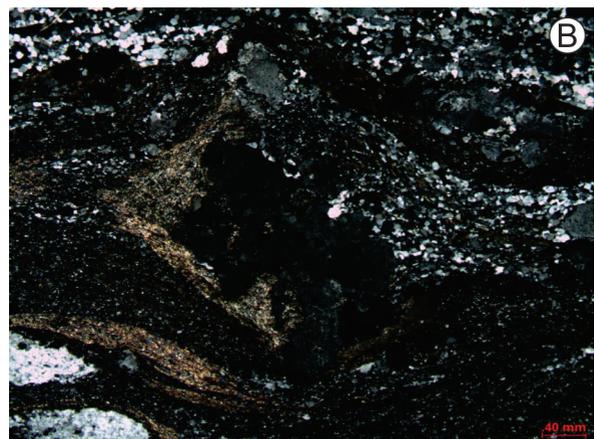
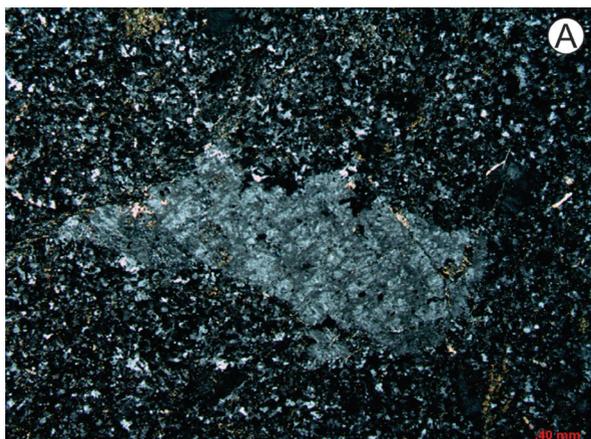


Foto 3.4 – A) Fotomicrografia de fenocristal de ortoclásio em matriz fina do litofácies subvulcânico; B) Fotomicrografia de porfiroclasto de ortoclásio em matriz recristalizada de rocha subvulcânica deformada. Objetiva de 2,5X, nicóis cruzados.

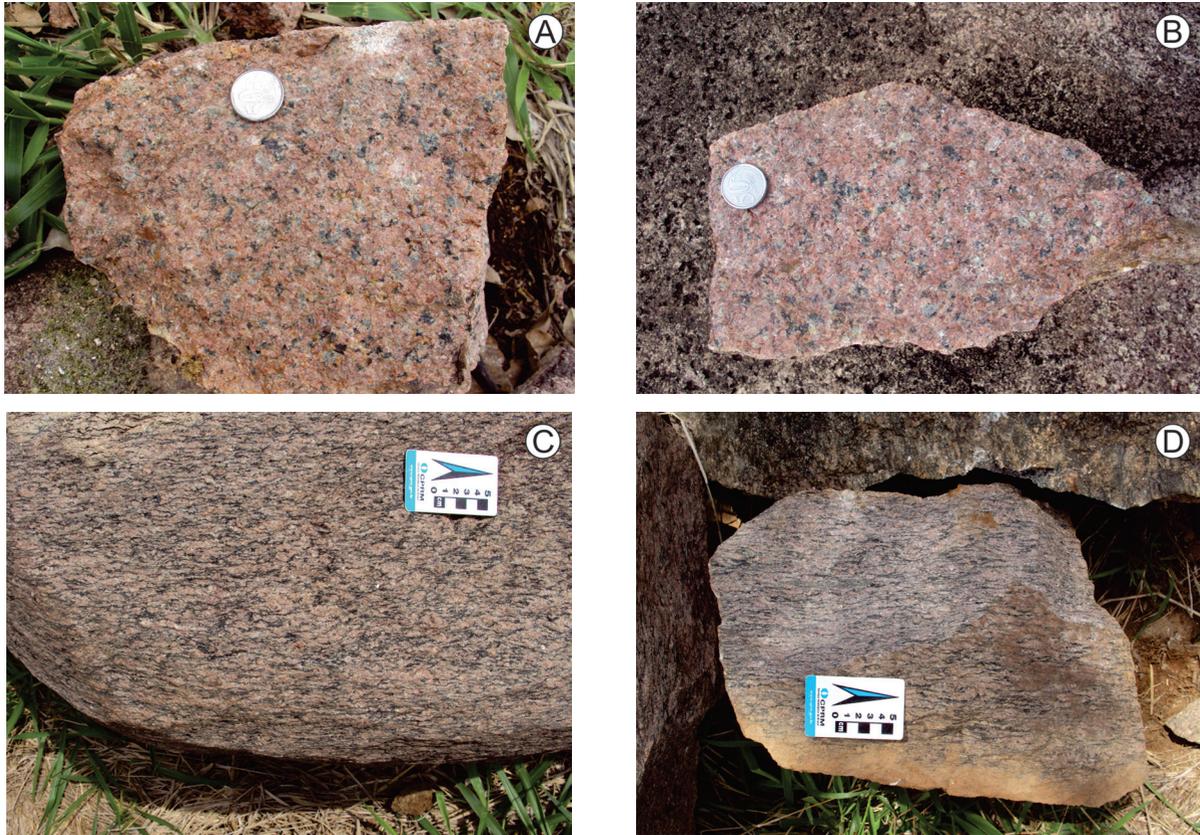


Foto 3.5 – A) Amostra de rocha pertencente ao litofácies Sienogranito granofírico; B) Amostra de Sienogranito granofírico; C) Litofácies deformado, com foliação milonítica; D) Detalhe de amostra do litofácies deformado, foliado.

trends de direção NNW/SSE a NNE/SSW e mergulhos entre 20 e 40°/WSW a WNW e lineações frontais, com caimento a WSW a WNW.

Em seção delgada, estas rochas possuem textura granular hipidiomórfica, com granulação média, equigranular a inequigranular (Foto 3.6 D) e são compostas essencialmente por quartzo, ortoclásio perfitico, plagioclásio e biotita, além de opacos, epidoto, apatita, titanita, zircão e fluorita. Os feldspatos medem cerca de 1,0 e 5,0 mm de comprimento, encontram-se dispostos aleatoriamente, com interstícios preenchidos por placas irregulares de quartzo, de até 2,0 mm de diâmetro. O plagioclásio encontra-se comumente alterado para finos cristais de epidoto e sercita (sausuritizado). As bordas do ortoclásio apresentam intercrescimentos granofíricos com quartzo (Foto 3.6 A e B). Os agregados de palhetas de biotita encontram-se fortemente cloritizados, associados a manchas irregulares de opacos, epidoto e titanita (Foto 3.6 C), que formam grumos dispersos em meio ao quartzo. Fluorita, muito irregular, permeia o quartzo intersticial aos feldspatos. Apatita e zircão, em cristais muito finos, associam-se aos máficos, estando ainda inclusos no quartzo. Estas rochas foram classificadas como biotita sienogranito granofírico. Quando deformadas, exibem textura porfiroclástica, onde a trama de quartzo e biotita recristalizados definem a foliação da ro-

cha, e envolvem porfiroclastos de ortoclásio, granulares a anédricos. O quartzo resrecristaliza-se sob a forma de subgrãos granulares, com aspecto de “fitas” que acompanham os cristais orientados de biotita.

### 3.3.1.1.3 - LITOFÁCIES LEUCOSIENOGRANITO - (MP1 $\gamma$ psls)

Na porção sudeste da Folha Ji-Paraná ocorrem agrupamentos de morros e colinas com as mais elevadas altitudes da região (aproximadamente 400 metros) onde rochas sienograníticas com grandes quantidades de quartzo afloram sob a forma de *boulders* e lajedos nas porções apicais dos morros e colinas da região (Foto 3.7 A).

Estas rochas são muito similares aos sienogranitos granofíricos da região, contudo, em mapas aerogamaespectrométricos, estas rochas exibem teores anômalos de eU, eTh e %K que as diferenciam das rochas adjacentes. Elas são mesocráticas a leucocráticas, de cor avermelhada com tons alaranjados a esbranquiçados, possuem granulação média a grossa, em geral equigranulares, compostas essencialmente por quartzo, k-feldspato, plagioclásio, biotita e fluorita (Foto 3.7 B, 3.7 C). É comum a ocorrência de cavidades miarolíticas com cerca de 5 a 10 cm de diâmetro, preenchidas por schorlita e quartzo leitoso (Foto 3.7 D). A ocorrência de tais cavidades já havia sido

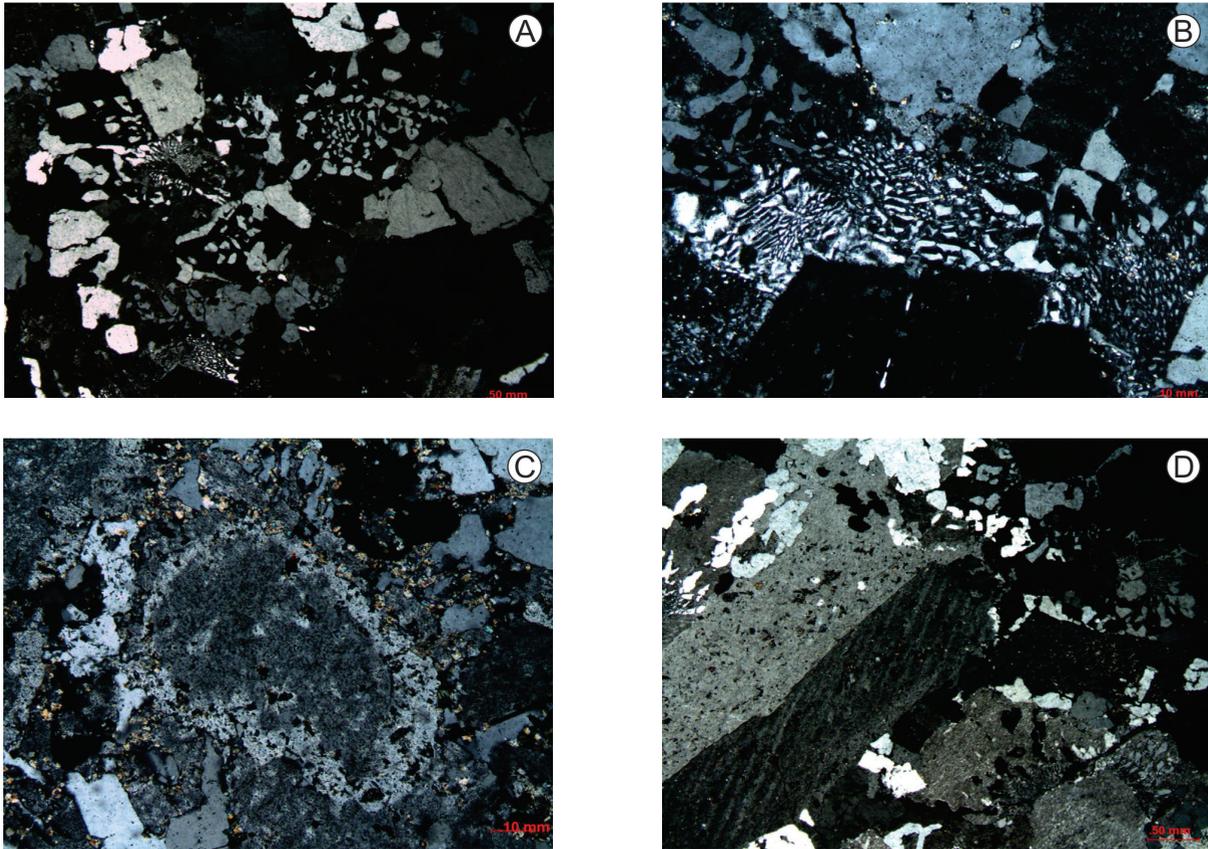


Foto 3.6 – Fotomicrografias de amostras do litofácies Sienogranito granofírico: A) Textura micrográfica (objetiva de 2,5X, nicóis cruzados); B) Textura micrográfica a granofírica (objetiva de 10X, nicóis cruzados); C) Textura rapakivi (objetiva de 10X, nicóis cruzados); D) Textura inequigranular com cristais maiores de ortoclásio (objetiva de 2,5X, nicóis cruzados).

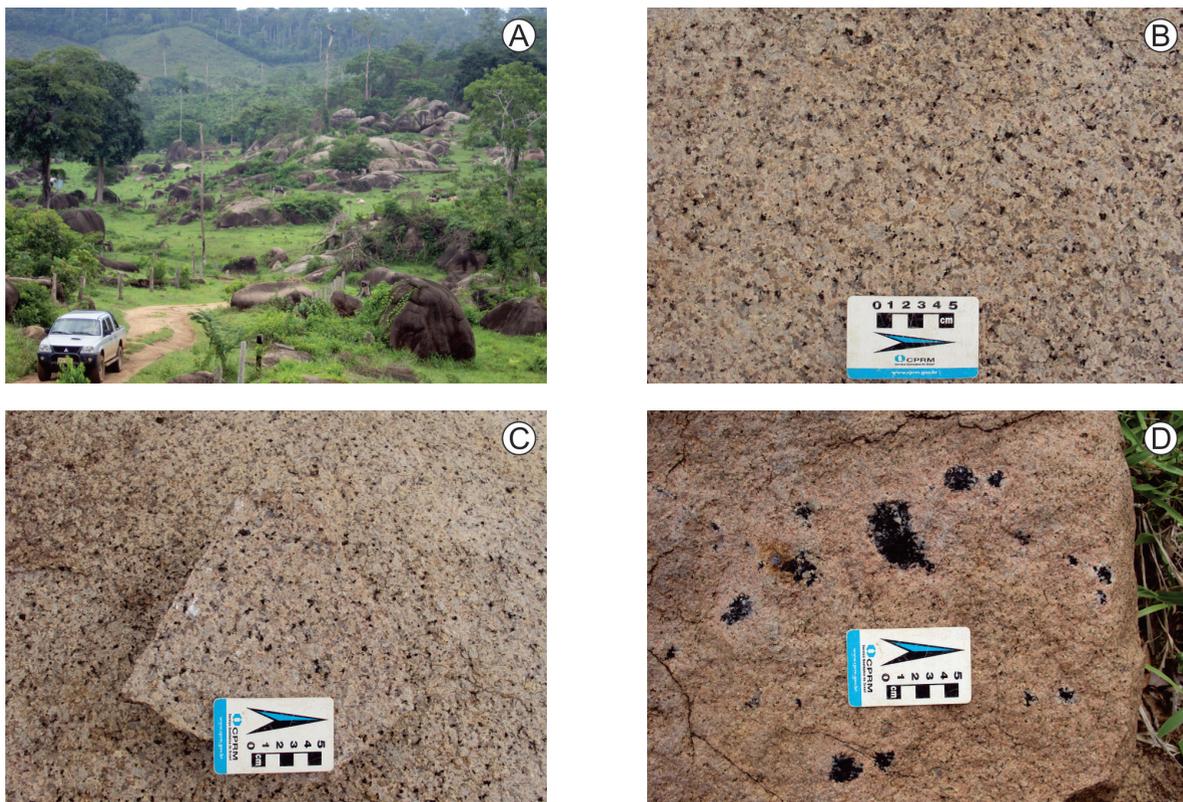


Foto 3.7 – A) Afloramentos de rochas pertencentes ao litofácies Leucosienogranito; B) Apecto textural de afloramento de Leucosienogranito; C) Amostra de mão de Leucosienogranito, rico em quartzo; D) Cavidades miarolíticas preenchidas com schorlita e quartzo.

constatada por Rizzotto *et al.* (1995b). Segundo Nascimento *et al.* (2002), essas estruturas indicam a exsolução de fases fluidas sob baixa pressão confinante. Costa & Iza (2011) relacionam este litotipo a uma provável zona de cúpula granítica no interior do batólito Serra da Providência.

Em seção delgada, mostram textura equigranular hipidiomórfica grossa (Foto 3.8 A e B), com mineralogia formada por quartzo, ortoclásio, plagioclásio, biotita, além de titanita, epidoto, apatita, zircão, clorita, muscovita e opacos. Os cristais tabulares de ortoclásio peritítico e plagioclásio, possuem entre 3,0 mm e 10 mm, a maioria em torno de 5,0 mm, estão dispostos aleatoriamente, com interstícios preenchidos por agregados de cristais irregulares de quartzo, de 1,0 a 3,0 mm. O plagioclásio encontra-se parcialmente assimilado pelo ortoclásio. Agregados de palhetas, não orientadas, de biotita castanha, de 1,0 a 3,0 mm cada, moderadamente cloritizadas, associam-se a outras de moscovita (provavelmente de alteração), além de manchas e finos cristais de opacos (óxidos de Fe/Ti) e de titanita, que ocorrem nos interstícios dos feldspatos. Fluorita, de cor violácea, ocorre de maneira irregular nos interstícios de quartzo. Cristais muito finos de apatita estão associados à biotita. Este litotipo foi classificado como biotita leucosienogranito com fluorita.

### 3.3.1.1.4 - LITOFÁCIES SIENOGRANITO PORFIRÍTICO - (MP1 $\gamma$ pspp)

Este litotipo ocorre preferencialmente no extremo leste da área de estudo (rochas indeformadas), como também nas porções sudoeste e noroeste da Folha Ji-Paraná e sudoeste da Folha Serra da Providência (rochas deformadas).

São rochas mesocráticas, de cor cinza esbranquiçada, porfiríticas, de matriz com granulação média a grossa, rica em minerais máficos, além de quartzo, k-feldspato e plagioclásio (Foto 3.9 A e B). Os fenocristais de k-feldspato, são subédricos a subarredondados

(ovóides) com cerca de 2-3 cm de diâmetro, de cor vermelho alaranjado, por vezes com textura poiquilítica, marcada por inclusões de biotita (Foto 3.9 A e B). Os fenocristais por vezes exibem manteamento composto de plagioclásio (textura *rapakivi*). O aspecto “ovóide” dos fenocristais de k-feldspato por vezes imprime na rocha uma afinidade viborgítica (ovóides manteados) a piterlítica (ovóides não manteados), (Foto 3.9 C). Preferencialmente nas exposições a leste a área de estudo, a textura *rapakivi* é pouco evidente, sendo comum a presença de autólitos máficos, subarredondados, com cerca de 10 a 20 cm de diâmetro, contendo inclusões de k-feldspato subédrico, similar aos fenocristais presentes neste litofácies (Foto 3.9 D). Nas exposições desta litofácies a SW, NW da Folha Ji-Paraná, SW da Folha Serra da Providência, a presença de granitóides com textura *rapakivi* é mais frequente (afinidade viborgítica).

Quando deformadas, as rochas exibem uma foliação milonítica/gnáissica de médio a alto ângulo de mergulho (50 a 70°/WNW a SW), com *trends* de direção NNE/SSW a NW. A foliação milonítica/gnáissica imprime na rocha uma textura porfiroclástica do tipo *augen*, sendo por vezes classificada como *augengnaisse sienogranítico* (Foto 3.9 E, 3.9 F).

Ao microscópio, estas rochas possuem uma textura porfirítica, de matriz grossa, com textura granular hipidiomórfica, marcada pela predominância de quartzo, k-feldspato, plagioclásio e biotita, além de titanita, apatita, zircão e opacos (Foto 3.10 A). Os fenocristais são de ortoclásio (Foto 3.10 B), por vezes com textura poiquilítica marcada por inclusões de biotita. Estas rochas foram classificadas como biotita sienogranitos porfiríticos de matriz grossa.

### 3.3.1.1.5 - LITOFÁCIES CHARNOCKITO - (MP1 $\gamma$ psch)

Rochas charnockitóides ocorrem de maneira mais restrita na área de estudo e correspondem a

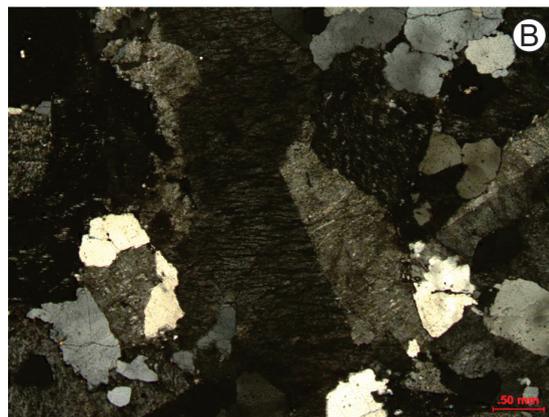
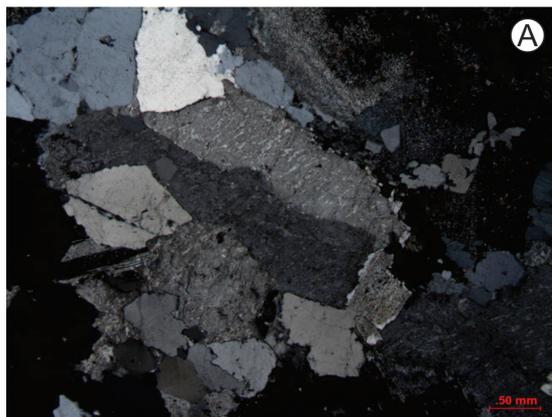


Foto 3.8 – Fotomicrografias de litofácies Leucosienogranito: A) Cristal de ortoclásio peritítico; B) Textura granular hipidiomórfica. Objetiva de 2,5X, nicóis cruzados.

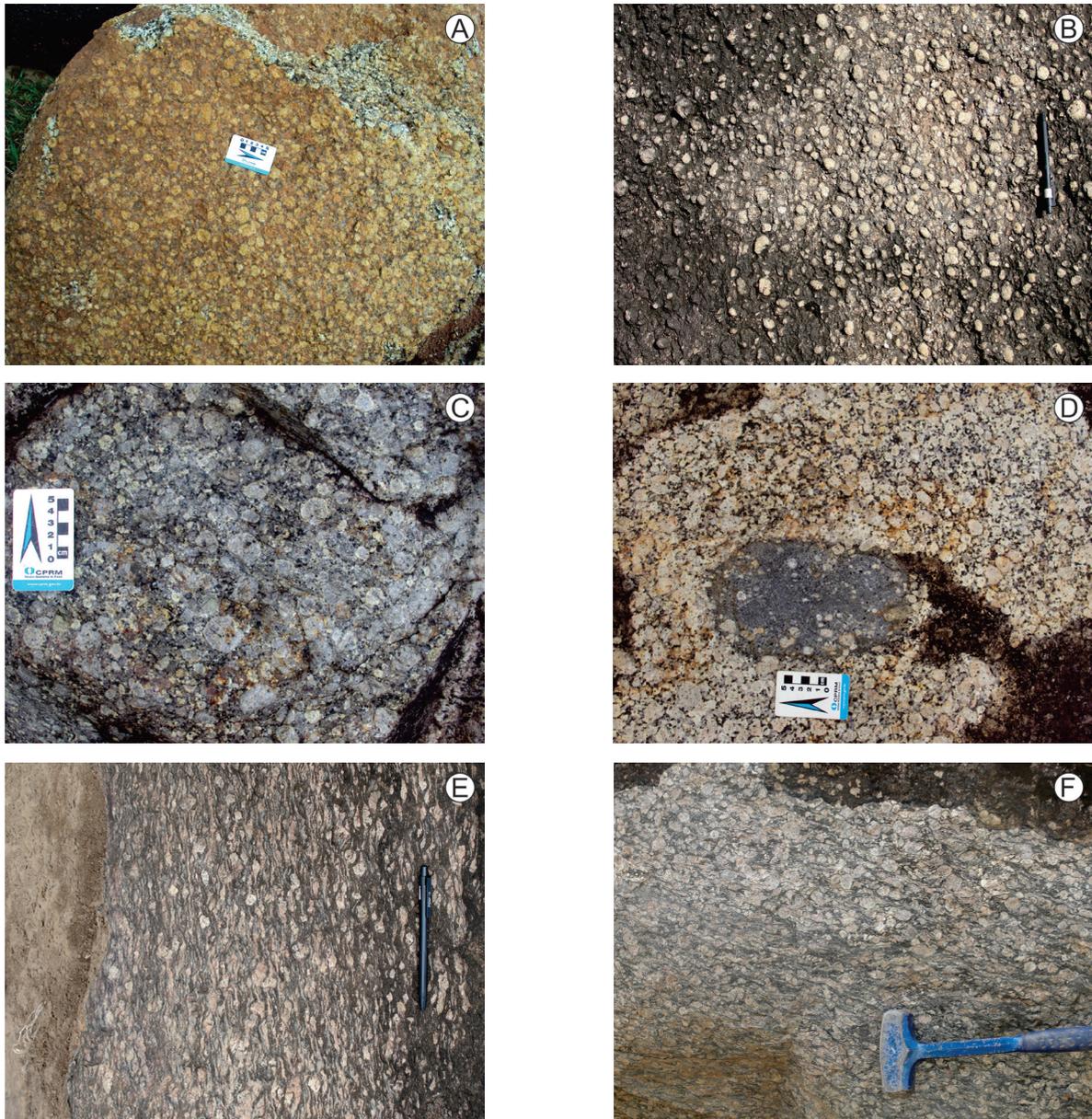


Foto 3.9 – Exposições do litofácies Sienogranito porfirítico: A) Afloramento tipo matacão de rocha de afinidade piterlítica (fenocristais ovóides de k-feldspato); B) Capa de alteração de rocha piterlítica; C) Sienogranito porfirítico de afinidade viborgítica (fenocristais ovóides de k-feldspato manteados); D) Autólito de composição máfica com inclusões de fenocristais de k-feldspato (evidência de mistura de magmas); E) Litofácies deformada, expondo foliação milonítica com textura “augen”; F) Rocha de afinidade viborgítica milonitizada.

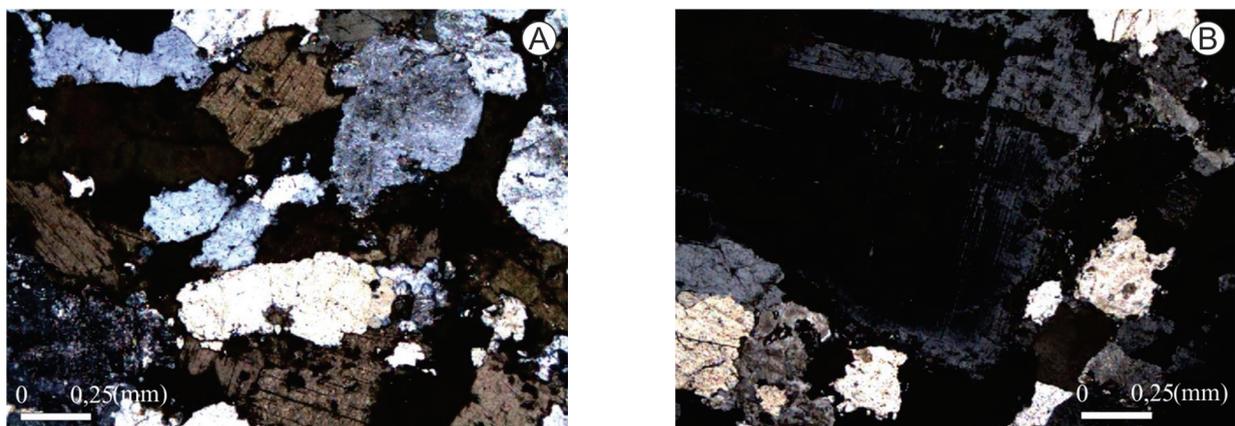


Foto 3.10 – Fotomicrografias do litofácies Sienogranito porfirítico: A) Textura granular hipidiomórfica da matriz de granulação grossa; B) Fenocristal de ortoclásio em meio a matriz de granulação grossa do litofácies. Objetiva de 4X, nicóis cruzados.

um pequeno núcleo indeformado, com tamanho aproximado de 15 x 5 km que ocorre na porção noroeste da Folha Ji-Paraná, sob a forma de pequeno lajedo e matacões, por vezes com moderado grau de alteração.

São as rochas melanocráticas de coloração cinza escura com tons esverdeados a acastanhados, isotrópicas, porfíricas com matriz de granulação grossa, constituída essencialmente por quartzo, plagioclásio, k-feldspato e piroxênio (Foto 3.11 A). Seus fenocristais são de k-feldspato, subédricos com cerca de 3 x 2 cm, de cor cinza esverdeada (Foto 3.11 B).

### 3.3.1.1.6 - LITOFÁCIES GABRONORITO - (MP1δpsgb)

As rochas máficas associadas ao batólito Serra da Providência ocorrem tanto nas porções indeformadas do batólito (porção leste da área) como também nas regiões afetadas por eventos deformacionais de baixo a médio grau metamórfico. Nas porções defor-

madas, tais rochas ocorrem como pequenos blocos esparsos em meio aos granitóides milonitizados, em contatos difusos, muitas vezes sob a forma aparente de lentes. Nas porções indeformadas, o domínio destas rochas é identificável em imagens aerogama-espectrométricas, sob a forma de grandes diques de direções aproximadas NNW/SSE, com cerca de 10 a 20 quilômetros de extensão e espessuras que variam de 300 a 500 metros, que formam solos de coloração marrom escura em vales por entre morros e colinas do referido batólito. Nestas regiões, blocos e matacões esparsos por vezes expõem a rocha bem preservada.

São rochas melanocráticas, equigranulares finas a porfíricas de matriz fina, com textura ofítica a subofítica, compostas essencialmente por plagioclásio, piroxênio, quartzo e biotita (Foto 3.12 A). Quando presentes, os fenocristais são de plagioclásio, subédricos a euédricos com tamanhos que variam de 1 x 0,5 cm a até 1 x 4 cm, de cor branca, por vezes com tons esverdeados (saussuritização do plagioclásio, Foto 3.12 B).



Foto 3.11 – Litofácies Charnockito: A) Capa de alteração em afloramento de charnockito; B) Amostra de mão de charnockito, de cor cinza escura com tons esverdeados.



Foto 3.12 – Litofácies Gabronorito: A) Amostra de mão de rocha com granulação fina, equigranular; B) Amostra de mão com fenocristais de plagioclásio, imersos em matriz fina, equigranular.

Ao microscópico são rochas porfíricas, de matriz com textura intergranular a ofítica/subofítica, composta essencialmente por plagioclásio, titanaugita, hiperstênio, titanobiotita, quartzo, raramente olivina, além de titanita, apatita e opacos (Foto 13 A). Na matriz, cristais de plagioclásio são subédricos a eudédricos (ripiformes), encontram-se saussuritizados, com 0,2 a 1,5 mm, dispostos aleatoriamente, com interstícios preenchidos a parcialmente assimilados por cristais irregulares de titano-augita, rosa acastanhada, de até 3,0 mm de diâmetro (Foto 13 B). Este piroxênio se encontra parcialmente substituído, nas bordas e ao longo das clivagens, por tremolita/actinolita fibrosa, verde clara, associada à clorita. Quartzo, muito irregular, de até 0,5 mm de diâmetro, preenche interstícios finais do plagioclásio. Manchas irregulares e plaquetas de opacos (óxidos de Fe/Ti), de até 1,0 mm de comprimento, associadas à titanita, ocorrem dispersas, inclusas nos máficos. Apatita, em cristais bem formados e finos, ocorre inclusa no plagioclásio. Quando presentes, os fenocristais de plagioclásio ocorrem sob a forma de cristais eudédricos (tabulares) de plagioclásio, de 0,5 a 3 cm de comprimento, dispostos aleatoriamente, fortemente saussuritizados.

Costa *et al.* (2012) encontraram diferenças significativas em termos litoquímicos entre as rochas máficas indeformadas daquelas afetadas pela deformação da borda do batólito. Na ocasião diferenciaram tais rochas em diabásios (indeformados) e gabronoritos (deformados).

### 3.3.1.1.7 - LITOQUÍMICA

Foram analisadas 50 amostras de rocha que incluem os seis litofácies individualizados no interior do batólito Serra da Providência. As litofácies félsicas (41 amostras) foram estudadas separadamente das litofácies máficas (09 amostras), no intuito de

se utilizar diagramas específicos de classificação geoquímica para rochas félsicas e máficas.

#### 3.3.1.1.7.1 - ROCHAS FÉLSICAS

Amostras analisadas incluem os cinco litotipos graníticos cartografados no batólito Serra da Providência, tanto isotrópicos como também os seus correspondentes deformados/milonitizados (Tabela 2).

O conteúdo de  $\text{SiO}_2$  presente nos litotipos graníticos varia de 60-79%, sendo que em geral a litofácies charnockítica mostra os menores conteúdos, em contraste com os elevados teores de sílica encontrados preferencialmente nos leucosienogranitos. Quando observadas em diagrama  $\text{SiO}_2$  vs.  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  (Cox *et al.*, 1979), as amostras se situam predominantemente no campo dos granitos, subalcalinos (Figura 3.5 A). São rochas metaluminosas a fracamente peraluminosas (Shand, 1943; Figura 3.5 B), muito ricas em potássio (Peccerillo & Taylor, 1966; Figura 3.5 C), sendo que a litofácies leucosienogranito tem maior tendência a se situar no campo dos granitos peraluminosos. Em diagrama  $\text{FeOt}/(\text{FeOt} + \text{MgO})$  vs.  $\text{SiO}_2$  (Frost *et al.*, 2001), as rochas estudadas se situam preferencialmente no campo de granitos ferrosos, coincidente com granitos do tipo A metaluminosos a peraluminosos, e claramente distintos dos granitos cordilheiranos calcioalcalinos (Figura 3.5 D). Em diagramas discriminantes de Whalen (1987), as amostras analisadas também se situam preferencialmente no campo dos granitos tipo A (Figura 3.5 E). Em diagrama de discriminação de ambiente tectônico de Pearce *et al.* (1984), as amostras se situam no campo dos granitóides intraplaca, pós-colisionais (Figura 3.5 F). Estas rochas são enriquecidas em elementos incompatíveis como Zr, Ga, Nb, Y, Ce e elementos terras raras (exceto Eu), de maneira similar a granitos tipo A de outras regiões (Collins *et al.*, 1982; Whalen *et al.*, 1987; Haapala and Rämö, 1990; Dall'Agnol *et al.*, 1994, 1999).

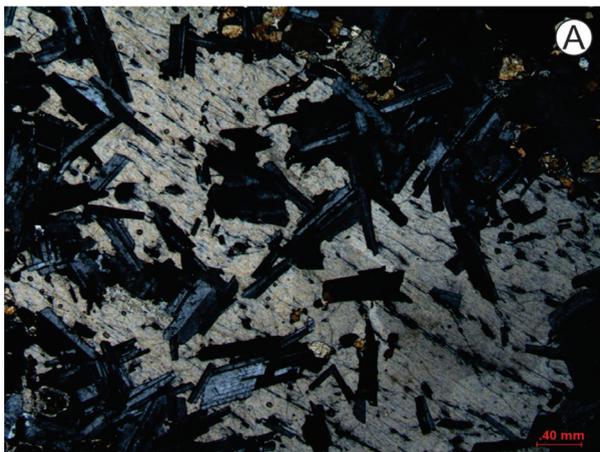


Foto 3.13 – Fotomicrografias do litofácies Gabronorito: A) Textura ofítica (cristais de plagioclásio englobados por titanaugita); B) Textura intergranular em diabásio. Objetiva de 2,5X, nicóis cruzados.

Litofácies	Subvulcânicas										Sienogranito granofírico											
	4043 EL_44	4043 MC_426	4043 MC_441	4043 MC_396	4043 MC_462	4043 EL_536	4043 EL_743	4043 EL_234	4043 MC_421	4043 MC_866A	4043 MC_897	4043 MC_915	4043 MC_918	4043 EL_585A	4043 EL_589	4043 MC_863	4043 MC_798	4043 MC_834	4043 MC_857	4043 MC_861	4043 MC_874	
Amostra	75,16 0,31 12,83	70,09 0,51 13,12	70,41 0,47 13,22	72,09 0,4 13,43	69,87 0,62 13,31	72,69 0,62 13,91	71,16 0,58 13,8	76,75 0,33 12,42	75,77 0,31 12,75	74,12 0,16 11,31	75,88 0,18 12,15	74,21 0,38 13,59	72,16 0,32 11,69	75,25 0,49 13,81	76,56 0,25 11,76	69,09 0,26 12,52	60,87 1,47 15,53	63,76 0,28 17,67	73,52 0,28 12,1	72,25 0,21 11,89	72,25 0,21 11,89	65,47 0,71 13,04
SiO <sub>2</sub>	21,5	1,9	2	1,9	3,2	2,8	2,5	2,8	1,3	2,8	3,1	1,2	1,1	2,3	1,5	1,4	3,7	12,9	1,2	1	2,2	
TiO <sub>2</sub>	3,5	1,8	1,9	1,4	3,8	3,7	3,1	1,5	1,1	0,6	0,7	1,1	2	2,7	1,6	1,1	12,8	7,4	0,7	0,8	3,6	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,1	5,5	4,9	3,9	10,5	11,7	4,3	4,9	2,5	3,3	5,1	2,4	9,4	4,3	3,2	3,7	11,2	36,4	3,2	9	12	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,8	11,1	10,1	7,7	23,8	30	38,5	13,1	10,8	6,3	5,9	1,7	5,3	6,5	15,9	14,1	7,2	11,8	15,8	15,8	7,2	
MnO	5,7	6,8	7,9	8,0	5,0	7,5	13,7	27	25	21	20	18	32	56	11	46	44	28	30	30	26	
Bi	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	0,09	0,09	<0,02	<0,02	0,12	0,16	0,05	0,07	0,05	<0,02	0,04	0,56	0,12	0,11	1,2	0,09	
Cd	0,11	0,05	0,03	0,03	0,01	0,17	0,47	<0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,06	0,03	0,06	0,05	0,04	
Sn	13,2	<0,3	<0,3	0,8	<0,3	5,1	6,1	1,7	1	10,5	8,3	8,5	8	5,7	3,6	8,3	6,9	10,3	7	9	12,4	
W	5,5	8,9	<0,1	5,5	1,1	2,3	3,8	5	5,9	5,4	4,5	5,1	4,8	6,5	4	7,5	6,5	4,8	7,5	6,9	7,6	
Mo	2,16	1,56	1,12	1,63	1,38	2,11	1,88	1,52	1,21	1,02	1,06	0,45	0,46	2,05	0,84	0,78	1,35	1,21	0,52	0,72		
As	3	<1	<1	<1	2	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Sb	0,49	0,25	0,34	0,58	0,42	0,47	0,2	0,2	0,41	0,19	0,13	0,09	0,36	0,13	0,09	0,15	0,16	0,23	0,1	0,08		
Ag	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,07	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01		
Au	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Hg	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Rb	196	195	190	218	153	200	245	252	241	95,9	59,2	217,1	204,9	260	313,9	201,7	168,2	275,9	232,6	276,3		
Cs	3,88	3,61	1,68	2,52	2,81	2,35	1,42	2,3	2,76	1,48	3,35	0,98	3,79	4,65	0,43	2,66	5,26	5,19	5,16	1,95		
Ba	9,86	12,44	13,06	12,25	12,38	14,54	17,29	6,96	7,59	3,53	3,15	9,47	10,05	10,90	13,83	1,96	10,48	2,94	5,84	2,50		
Sr	46,3	94,6	57,8	71,4	155	149	145	51,3	60,6	117,8	155,1	93,3	123,3	109	50,1	7,6	561,1	354,5	69,7	56,3		
Ga	14,2	14,5	14,9	15,3	12,5	23	22,7	12,4	12,7	30,3	29,1	34,1	28	20,5	15,3	21,2	19,5	29,9	22,6	25,8		
Ta	2,38	2,66	2,39	2,02	1,6	1,44	2,39	1,4	3,46	0,09	0,27	0,23	0,15	1,3	2,25	0,19	2,66	3,32	3,68	3,42		
Nb	35,6	32,38	32,93	34,5	23,39	34,68	34,68	30,85	26,11	3,07	4,22	4,08	3,2	21,72	30,38	3,75	2,89	2,66	3,32	3,68		
Hf	11,19	14,91	14,52	13,71	10,6	9,87	12,05	7,79	8,49	1,15	1,39	1,69	1,18	9,67	6,22	0,64	1,1	0,57	1,04	0,57		
Zr	42,3	57,7	56,5	51,6	40,2	48,3	58,8	28,9	26,7	320,4	367,6	539	377	450	253	164,2	464,1	188,2	309,4	150,6		
Y	87,51	71,39	80,93	82,46	47,35	62,37	78,23	71,72	66,36	98,03	144,72	524,04	102,4	54,03	61,03	77,61	51,13	72,3	74,32	128,33		
Th	16,2	19,7	18,7	22,4	14,5	13	15,1	13,6	15,1	21	24,2	25,9	18,9	16,3	26,3	19,3	17,6	14,8	19,4	20,1		
U	7,72	4	7,04	5,4	4,3	3,87	4,36	6,07	6,85	5,71	5,83	6,47	4,73	4,07	7,17	8,89	4,17	7,61	5,96	6,21		
Be	6,1	5,7	8,3	5,6	5,3	3,8	6,7	5,3	4,6	6	6	6,5	5,2	2,7	4,5	5	4,6	5,9	5,3	6,3		
ETR	87	76,2	84,7	90,4	60,6	56,6	65,5	63,5	74,2	99,8	182,3	407,7	143,8	55,4	44,3	84,2	81,6	101,6	59,8	191,2		
La	171,4	149,3	169,1	189,2	118,1	130	154	120,8	130,9	168,7	256,3	622,2	181,9	123,8	99,4	159	149,5	158,7	100,4	247		
Ce	22,52	19,72	21,84	22,37	15,02	17,01	19,64	18,79	21,06	23,42	42,44	96,5	33,35	13,18	13,18	20,21	18,43	21,85	12,7	42,7		
Pr	85	75,4	83,7	84,6	55,1	64,1	75,6	59	68,4	87,8	158,3	365,8	125,3	58,7	49,5	72,2	66,2	82,7	47,7	155,4		
Nd	15,3	13,6	15	15,5	9,5	12,4	14,8	12,1	12,8	17,7	14,8	69,6	24,1	10,6	10,5	14,2	11,9	14,8	9	28		
Sm	2,09	2,22	2,15	2,01	1,25	2,19	2,26	2,62	2,98	3,07	4,12	7,68	3,96	1,37	0,51	0,46	1,77	4,02	1,36	2,81		
Eu	16,22	13,12	14,98	15,77	9,57	12,37	14,63	12,33	13,34	15,46	23,46	65,02	20,67	9,73	9,86	10,74	8,66	11,4	8,02	21,9		
Gd	2,71	2,11	2,38	2,25	1,38	1,95	2,25	3,02	3,15	2,69	3,95	10,8	3,36	1,47	1,63	2,08	1,53	1,95	1,51	3,62		
Dy	16	13,39	14,82	15,63	8,29	10,57	14,01	12,83	13,55	15,86	21,89	61,15	18,21	9,29	10,12	12,36	10,81	9,77	20,89	22,7		
Ho	3,45	2,96	3,13	2,87	1,86	2,23	2,88	3,42	3,55	3,29	4,39	12,09	3,53	1,94	2,1	2,58	1,98	2,26	2,32	4,15		
Er	9,34	8,01	9,78	9,03	5,3	8,83	8,71	8,38	9,74	12,44	12,44	33,82	9,74	5,57	6,46	7,85	5,55	6,61	7,22	11,89		
Tm	1,62	1,35	1,36	1,32	0,81	1,02	1,29	1,89	1,92	1,48	1,81	4,95	1,44	0,9	1,03	1,25	0,89	1,04	1,18	1,77		
Yb	9,5	8,4	9,4	9,5	5,5	6,9	8,7	8,5	8,7	9,8	12,1	32,1	9,8	6,3	7,6	8,8	5,8	6,1	8	11,3		
Lu	1,77	1,36	1,37	1,24	0,77	1,35	1,32	1,88	1,87	1,93	1,98	5,37	1,68	1,11	1,52	1,09	1,46	1,53	1,79	1,65		
Soma	443,92	387,14	433,71	461,69	292,85	325,59	385,71	329,39	364,8	460,74	754,88	794,78	580,84	301,92	257,3	397,45	364,22	425,3	270,51	744,42		
Eu/Eu*	0,41	0,51	0,44	0,4	0,4	0,54	0,47	0,66	0,7	0,57	0,48	0,35	0,55	0,41	0,15	0,11	0,54	0,95	0,49	0,35		
LaN/YbN	6,11	6,05	6,01	6,34	7,62	5,47	5,02	4,98	5,69	6,79	10,04	8,47	9,78	5,86	3,89	6,38	11,1	4,98	11,28	11,28		

Tabela 2 – Dados litotímicos dos litofácies individualizados no Maciço Serra da Providência.

Lito fácies	Leucosienogranitos										Sienogranitos porfiríticos (Vibrgitos/Pteritos)										Charnockito	
	4043 EI_124A	4043 EI_478	4043 EI_492A	4043 EI_484A	4043 EI_297	4043 EI_119	4043 MC_406	4043 EI_513	4043 EI_560	4043 EI_699	4043 EI_634	4043 EI_708	4043 MC_783	4043 MC_818	4043 MC_859	4043 MC_920	4043 EI_638	4043 EI_727A				
Amostra	78,66	79,79	71,94	79,25	69,31	72,73	70,22	70,64	68,74	70,28	73,58	71,21	67,45	69,7	72,62	66,93	66,28	60,68				
SiO <sub>2</sub>	0,17	0,14	0,2	0,12	0,32	0,46	0,58	0,6	0,92	0,58	0,53	0,39	0,48	0,38	0,22	0,68	0,91	0,86				
TiO <sub>2</sub>	11,23	11,16	12,14	12,43	14,56	13,71	14,16	14,12	13,74	15,26	14,24	13,89	17,05	14,92	11,89	13,6	16,15	16,67				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,93	2,27	2,8	2,81	3,02	3,76	3,76	5,08	6,81	4,66	5,04	3,46	5,12	3,39	2,24	6,56	7,25	7,23				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	0,04	0,05	0,03	0,1	0,05	0,07	0,12	0,14	0,13	0,16	0,1	<0,01	0,08	0,04	0,12	0,26	0,09				
MnO	0,09	0,09	0,14	0,09	0,16	0,5	0,66	0,53	1,17	0,7	0,7	0,44	0,21	0,4	0,14	0,78	1,13	1,13				
MgO	0,59	0,59	0,78	0,57	1,44	1,72	1,98	1,41	2,13	1,98	1,43	1,15	2,21	0,72	1,78	2,79	3,92	3,92				
CaO	3,23	2,82	2,93	3,3	3,46	3,24	2,93	3,11	3,44	3,07	3,27	4,65	3,76	3,76	3,42	3,76	3,75	3,75				
Na <sub>2</sub> O	4,57	4,76	5,16	5,05	5,43	5,63	5,41	5,75	5,48	5,48	5,51	5,83	5,97	7,38	5,98	6,13	4,93	5,03				
K <sub>2</sub> O	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,14	0,05	0,07	0,13	0,24	0,14	0,09	0,04	0,07	0,09	0,02	0,21	0,23	0,55				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,46	0,12	0,27	0,21	0,35	0,18	0,25	0,5	0,49	0,45	0,32	0,66	0,36	0,2	0,09	0,01	<0,01				
LOI	100,69	102,13	96,13	103,94	101,12	101,09	99,76	101,58	102,31	103,14	104,54	99,87	102,94	101,67	96,98	100,3	103,42	99,91				
Soma																						
Elem. traço (ppm)																						
Ni	1,1	1,7	1,8	1,7	2,9	3,7	3,7	3,9	3,5	3,6	2	1,3	1,7	2,3	1,4	3,3	2,6	4,4				
Co	0,9	1	1,2	0,8	3,3	3,4	3,4	3,8	6,9	4,4	2,2	1,5	4,2	2,4	1,2	5,8	3	4,5				
Cu	1,8	2,8	4,4	3,6	7,6	3,4	6,4	9,7	10	10,2	10	4,2	5,9	3,8	4,1	7,1	9,7	14,1				
Pb	9,7	13,4	2,9	6,8	2,8	8,3	4,5	4,7	6,8	10,5	11,8	9,4	17,6	10,4	4	4	1,4	1,8				
Zn	11	38	28	28	60	24	41	63	85	61	107	76	59	39	22	52	78	60				
Bi	<0,02	0,2	0,03	0,06	1,11	<0,02	<0,02	0,05	0,05	<0,02	0,32	0,02	0,04	0,08	0,06	0,06	<0,02	0,04				
Cd	0,03	<0,01	0,02	0,03	0,06	0,04	<0,01	0,06	0,03	0,03	0,09	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05				
Hg	30	9,9	3,2	8	4,3	<0,3	<0,3	2,5	3,8	3	4,5	3,3	4,2	10	11	9,2	1,6	2,1				
Sn	44,4	2,7	3,3	3,7	3,1	8,8	3,9	7,3	2,3	2,8	3,9	4,1	1,6	9,6	5,4	4,9	1,5	4				
Mo	1,1	1,2	1,68	1,57	6,1	1,43	0,97	1,08	1,67	1,51	1,4	1,24	0,26	0,67	1,31	0,84	1,65	1,58				
As	<1	2	<1	1	2	<1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1				
Sb	0,24	0,34	0,09	0,28	0,32	0,21	0,15	0,12	0,24	0,1	0,17	0,17	<0,05	0,39	0,14	0,07	<0,05	0,13				
Ag	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,03				
Au	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Hb	<0,01	0,08	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03				
Rb	390	540	246	358	191	196	141	160	174	161	221	212	185	268,9	286,5	248,9	110	120				
Cs	8,41	13,08	3,33	3,74	6,87	6,47	3,26	3,31	4,9	3,31	7,21	4,9	0,65	7,12	4,56	2,58	0,75	2,16				
Ba	59	65	514	146	1539	795	1285	1689	1484	1587	1498	1330	971	1117	500	593	2388	2217				
Sr	23,8	14,9	62,5	24,1	196	67,1	264	250	250	127	137	88	160,8	69	62,8	343	374	374				
Ga	13,1	19,3	20,4	20,8	22,2	13	13	22,2	21,2	20,8	21,5	21,3	17,4	24,9	24	26,5	23,2	22,7				
Ta	4,53	3,75	1,12	2,72	1,32	1,79	0,91	1,16	1,47	1,55	1,67	1,44	1,05	0,27	0,14	0,08	1,11	0,97				
Nb	30	37,64	30,17	37,77	22,73	24,7	20,43	42,03	24,66	33,98	32,2	31,32	22,85	5,01	3,36	2,36	29,07	30,11				
Hf	6,17	6,36	5,18	5,65	8,51	7,09	8,39	8,71	10,21	7,49	11,84	9,41	9,9	1,08	1,17	1,17	12,83	11,54				
Zr	119	206	233	223	481	257	313	472	571	376	593	456	418	293,5	241,5	326,3	712	577				
Y	50,88	79,41	46,5	110,26	54,8	60,19	49,41	48,92	49,7	42,51	64,28	80,87	77,45	79,86	73,76	98,57	47,72	36,71				
Th	65,4	63,8	15,1	29,3	14,8	23,2	9	9,7	11,8	8,8	9,7	10,6	15,3	24,5	28,9	31,2	2,2	5,3				
U	31,14	16,93	3,6	9,66	3,58	9,44	2,41	1,35	2,09	2,32	2,33	3,52	16,31	7,12	8,25	3,97	0,49	1,18				
Be	10,1	73,5	4,1	5,7	3,8	4,9	2,1	2,1	2,2	4,2	4,1	4,2	3,2	7,2	6,9	3,1	3,3	3,4				
ETR																						
La	127,8	62,8	52,8	62,5	59,6	63,1	54,6	53	49,7	63,2	49,7	79,8	71,4	91,6	98,1	95,8	40	40,4				
Ce	216,9	141,6	121,4	129,9	135,9	120,9	107,8	114,1	116,2	142	114,2	177	164	169,9	175,2	186,5	97,9	89,6				
Pr	25,01	15,67	15,34	18,17	17,46	14,18	13,92	15,72	14,96	17,29	14,8	23,75	20,59	22,04	21,82	22,42	13,5	11,96				
Nd	65,3	49,2	54,4	63,1	64,6	51,1	54,6	63,4	57,7	64,7	61	93,4	80,1	82	80,6	58	50,4	50,4				
Sm	9,7	9,2	9,9	14	12	11,8	8,8	11,9	10,3	10,8	11,2	16,8	16,1	15,8	14,8	15,7	11,3	9,6				
Eu	1,92	0,31	0,83	0,38	2,12	0,97	1,48	2,39	1,83	2,11	2,13	2,65	1,67	1,62	1,13	2,12	3,36	2,71				
Gd	8,36	8,58	9,07	14,23	11,74	11,37	10,29	10,92	10,19	9,73	11,15	16,7	15,17	12,65	11,79	13,89	10,58	8,67				
Tb	2,37	1,63	1,3	2,55	1,6	1,39	1,39	1,49	1,43	1,43	1,43	2,49	2,45	2,2	2,01	2,46	1,15	1,15				
Dy	9,45	10,9	8,03	16,54	9,81	10,59	9,27	8,96	8,6	7,43	11,01	14,11	14,07	12,96	12,12	14,31	8,56	6,8				
Ho	2,72	2,53	1,62	3,8	2,25	1,51	1,72	1,73	1,69	1,51	2,23	2,71	2,83	2,66	3,08	3,08	1,72	1,34				
Er	6,96	9	5,09	11,64	6,05	6,98	5	5,73	4,9	5,35	7,07	8,14	8,35	8,14	7,59	5,29	4,07	4,07				
Tm	1,78	1,51	0,64	1,76	0,84	1	0,76	0,78	0,58	0,58	1,06	1,13	1,1	1,23	1,31	0,69	0,55	0,55				
Yb	8,7	11,4	4,7	13	5,8	7,2	4,9	5,5	4,1	6,7	6,8	8,4	6,9	8,4	7,9	7,5	4,7	3,4				
Lu	2,02	1,86	1,01	1,87	0,89	0,92	0,66	0,7	0,6	0,6	1,04	1,07	1,06	1,41	1,43	1,45	0,69	0,55				
Soma ETR	488,99	326,19	286,13	353,44	330,47	288,51	275,87	294,89	329,99	329,99	295,06	446,55	405,79	432,61	438,2	456,45	257,71	231,2				
Eu/Eu*	0,66	0,11	0,27	0,08	0,55	0,38	0,48	0,64	0,55	0,63	0,59	0,49	0,33	0,35	0,26	0,44	0,94	0,91				
LaN/YbN	9,79	3,67	7,49	3,21	6,85	7,51	7,43	7,21	6,02	10,28	4,95	7,82	6,9	7,27	8,28	8,52	5,67	7,92				

Tabela 2 – Dados litotímicos dos litofácies individualizados no Maciço Serra da Providência (continuação).

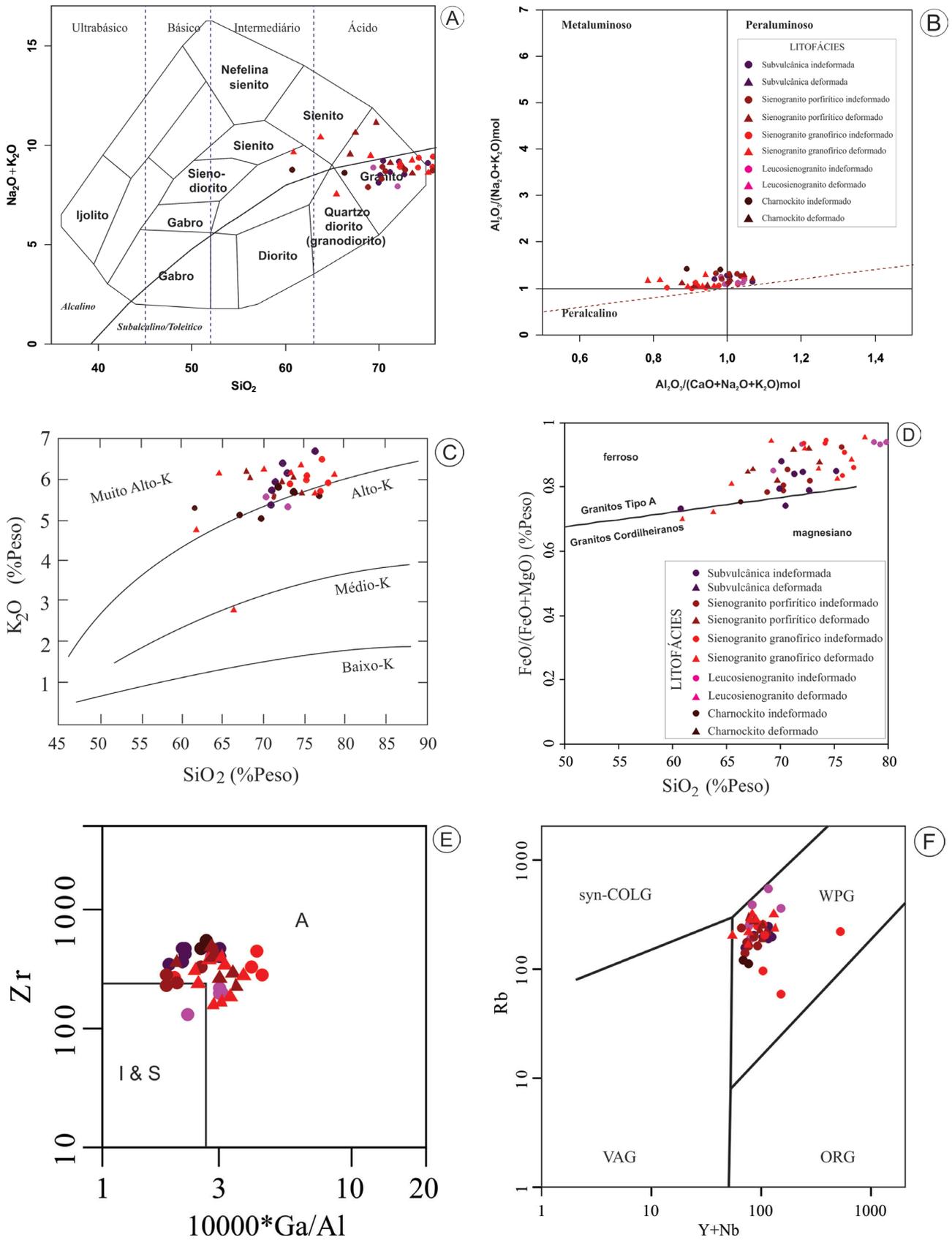


Figura 3.5 – Diagramas de classificação geoquímica para os litofácies félsicos do Maciço Serra da Providência: A)  $SiO_2$  vs.  $Na_2O+K_2O$  (Cox et al., 1979); B)  $Al_2O_3 / (Na_2O+K_2O) \text{ mol}$  vs.  $Al_2O_3 / (CaO+Na_2O+K_2O) \text{ mol}$  (Shand, 1943); C)  $SiO_2$  vs.  $K_2O$  (Peccerillo & Taylor, 1976); D)  $FeO / (FeO + MgO)$  vs.  $SiO_2$  (Frost et al., 2001); E) Zr vs.  $10000 * (Ga+Al)$  (Whalen, et al. 1987); F) Rb vs. Y+Nb (Pearce et al., 1984).

Quando analisadas em diagramas de Harker (Figura 3.6), o aumento no teor de sílica das amostras define trends aproximadamente lineares, onde há uma correlação negativa com  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{FeOt}$ . Estes padrões lineares sugerem a

influência de processos relacionados à cristalização fracionada entre os diversos litofácies descritos, sendo que os leucosienogranitos representam os termos mais fracionados do conjunto. Em contrapartida, o aumento de  $\text{SiO}_2$  não define trends

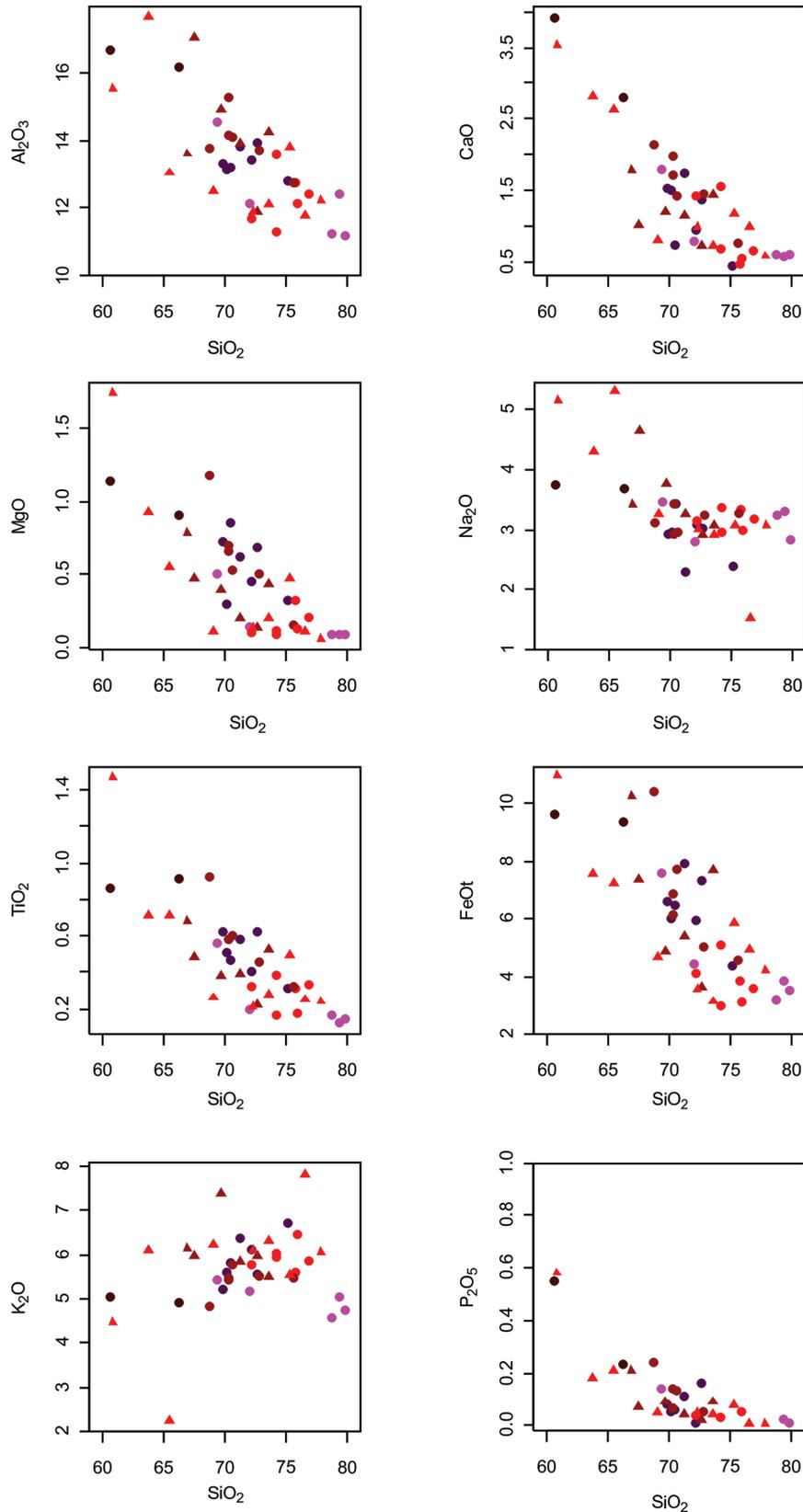


Figura 3.6 – Diagramas de Harker para os diversos litofácies félsicos do Maciço Serra da Providência analisados neste trabalho. Símbolos como figura 3.4 D.

específicos quando confrontados com  $K_2O$  e  $NaO$ , onde tendem a dispersão.

Em termos de elementos terras raras (ETR, Figura 3.7), as litofácies graníticas exibem padrões do tipo "seagull" (gaivota), com fracionamento dos elementos terras raras leves (ETRL) em relação aos pesados (ETRP), com  $[(La/Yb)_n=3,21-11,28]$  e anomalias negativas de európio  $[(Eu/Eu^*)=0,08-0,95]$  (Figura 3.7A, 3.7B, 3.7C e 3.7D). O relativo empobrecimento de ETRP pode estar refletindo o fracionamento de granada, anfibólio, zircão e piroxênios durante a cristalização fracionada que gerou o magma constituinte dessas rochas, uma vez que estes minerais tendem a

concentrar os ETRP. Este empobrecimento também pode refletir a presença desses minerais como fases residuais durante a fusão parcial das rochas que geraram o magma fonte dos granitóides. As anomalias negativas de Eu podem estar refletindo a presença de plagioclásio no resíduo resultante da fusão parcial das rochas que geraram o magmatismo Serra da Providência. Os charnockitos exibem  $[(La/Yb)_n=5,67-7,92]$  e anomalias negativas de európio muito baixas a inexistentes  $[(Eu/Eu^*)=0,91-0,94]$  (Figura 3.7E). As maiores anomalias negativas de európio foram constatadas nos leucosienogranitos  $[(Eu/Eu^*)=0,08-0,66]$  (Figura 3.7D) e podem sugerir participação de pro-

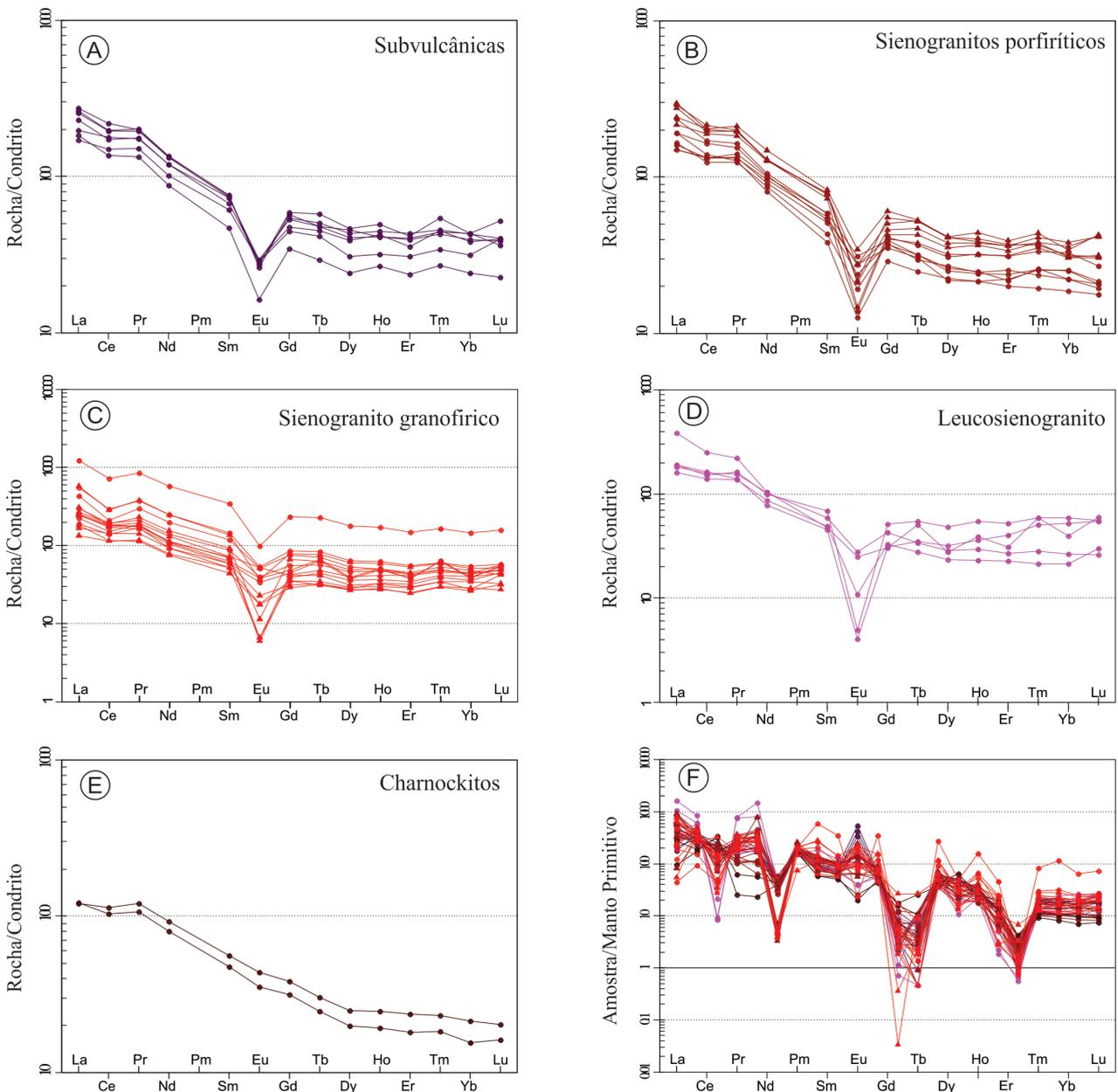


Figura 3.7 – Diagramas de padrões de elementos terras raras (ETR) e multielementares: A) Padrões ETR para o litofácies subvolcânico; B) Padrões ETR para o litofácies sienogranito porfirítico; C) Padrões ETR para o litofácies sienogranito granofírico; D) Padrões ETR para o litofácies leucosienogranito; E) Padrões ETR para o litofácies charnockitico; F) Diagrama multielementar para os diversos litofácies félsicos (rocha/manto primitivo; Sun & McDonough, 1989). Padrões de ETR normalizados segundo Nakamura (1974).

cessos de cristalização fracionada ou partição preferencial de  $\text{Eu}^{2+}$  nas fases fluidas aquosas em coexistência com os fundidos (Irber, 1999).

Em diagrama multielementar (Sun & McDonough, 1989; Figura 3.7F), estas rochas possuem acentuadas anomalias negativas de Ba, Sr, P, Ti, e positivas de Th, U, La, Ce e Nd (HFSE), similares a padrões descritos em granitos tipo A (Bonin, 2007). Ainda neste diagrama nota-se uma forte anomalia negativa de Nb características de crosta continental e que podem ser bom indicador de envolvimento de material crustal nos processos magmáticos (Bea e Montero, 1999).

Costa & Iza (2011) descreveram uma provável zona de cúpula granítica no batólito Serra da Providência. Na região onde aflora o leucosienogranito possui as rochas com teores de  $\text{SiO}_2$  mais elevados da região (até 79%), além de teores anômalos de F, Rb e Sn. Quando analisados em diagrama ternário Ba x Rb x Sr (Haapala, 1988), os leucosienogranitos assemelham-se aos chamados “*Topaz bearing granites*” (Figura 3.8) descritos na Finlândia.

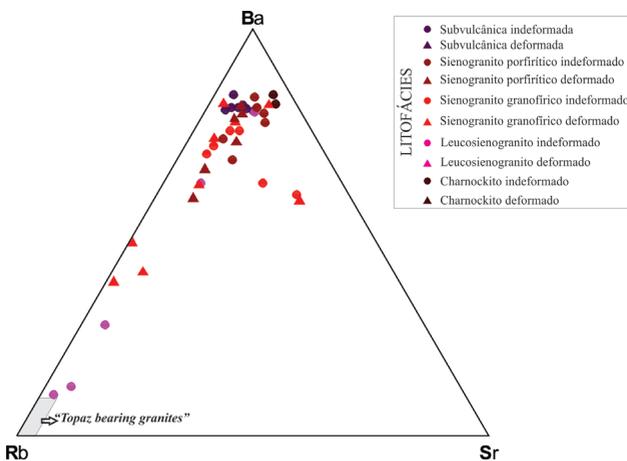


Figura 3.8 – Diagrama ternário Ba x Rb x Sr (Haapala, 1988) para os diversos litofácies félsicas do Maciço Serra da Providência analisados.

### 3.3.1.1.7.2 - ROCHAS MÁFICAS

As amostras analisadas incluem dois principais grupos denominados de deformados e indeformados que totalizam nove amostras. A tabela 3 exibe os respectivos dados litoquímicos obtidos.

O conteúdo de  $\text{SiO}_2$  presente nos litotipos máficos varia de 44-48%, com elevados teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (13-18%) e baixos a médios MgO (4-10%). Quando analisadas em diagrama  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  vs.  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Winchester & Floyd, 1977), as rochas analisadas são classificadas como basaltos subalcalinos a andesito basaltos (Figura 3.9A). Em diagrama ternário AFM (Irvine & Baragar, 1971), estas rochas correspondem rochas máficas da série toleítica (Figura 3.9B).

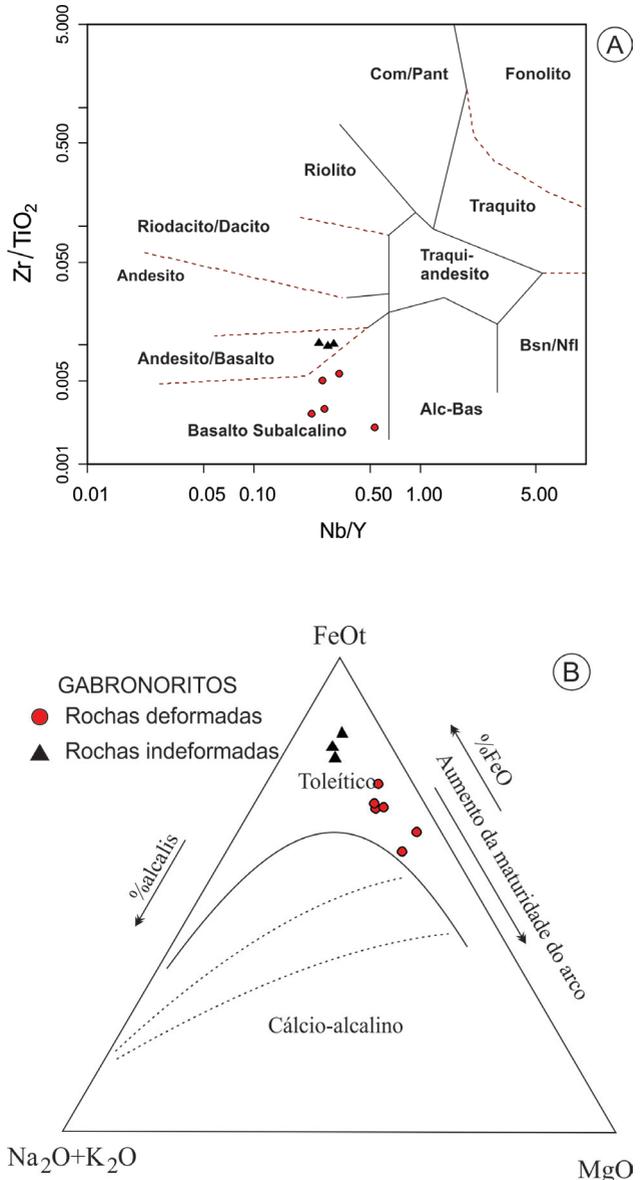


Figura 3.9 – Diagramas de classificação geoquímica para o litofácies máfico do Maciço Serra da Providência: A)  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  vs.  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Winchester & Floyd, 1977); B) AFM (Irvine & Baragar, 1971).

Costa *et al.* (2012) encontraram diferenças marcantes entre as rochas máficas situadas nas porções mais centrais do batólito Serra da Providência (indeformadas) daquelas situadas preferencialmente na borda oeste do batólito (deformadas e/ou metamorfasadas). Em termos de elementos terras raras (Figura 3.10A), as rochas máficas exibem um baixo fracionamento de ETRL em relação aos ETRP [(La/Yb) $_n$ =2,00-6,27], sendo que as rochas situadas na borda do batólito apresentam valores significativamente menores de ETR (36,12-87,56 ppm), em contraste com valores mais elevados das rochas nas porções centrais (182,50-253,41 ppm). Estas últimas apresentam

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná

Litofácies	Gabronoritos								
	Amostra	4043_EI_206	4043_MC_417	4043_MC_477A	4043_EI_702	4043_EI_12	4043_EI_19	4043_EI_569	4043_EI_510
SiO <sub>2</sub>	48,2	47,24	47,38	44,69	47,34	48,11	46,19	46,51	46,74
TiO <sub>2</sub>	2,72	2,84	3,26	0,64	0,99	1,31	1,14	0,87	0,67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,42	14,63	13,21	16,52	17,77	17,99	15,94	17,97	18,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,22	15,37	15,7	10,46	11,26	13,45	12,87	15,74	10,48
MnO	0,21	0,22	0,25	0,15	0,11	0,15	0,15	0,22	0,12
MgO	5,05	5,23	4,81	10,13	6,71	7,26	7,97	7,03	8,86
CaO	7,1	6,91	7,03	7,89	10,4	10	9,96	11,27	12,9
Na <sub>2</sub> O	3,13	3,92	2,29	1,92	2,62	2,76	2,53	2,31	2,45
K <sub>2</sub> O	1,7	1,39	1,44	0,38	0,62	0,76	0,67	0,52	0,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,47	0,45	0,55	0,07	0,04	0,11	0,06	0,17	0,17
LOI	1,47	<0,01	1,77	3,45	0,66	0,12	1,29	0,71	0,98
Soma	99,7	97,42	97,69	96,32	98,55	102,05	98,81	103,36	102,74
Elem,traço (ppm)									
Ni	38,7	39,4	30,4	159	12,9	14,9	20,2	31,2	28,1
Co	27,7	32	32,1	32,6	15,9	16	17,9	13,1	10
Cu	30	28,4	32,4	24,4	32,5	19,2	33,8	87	98,5
Pb	2,5	3	3	2,3	1,2	3,8	1,8	1,8	2,4
Zn	84	86	106	37	21	24	25	12	12
Bi	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03
Cd	0,03	0,08	0,09	0,02	0,04	0,06	0,01	<0,01	0,04
Sn	9,9	<0,3	<0,3	1	1,4	3,3	0,9	3,6	2,7
W	<0,1	<0,1	11	1,4	1,5	2,8	3,8	2,5	2,6
Mo	1,45	1,47	2,08	0,18	0,71	1,05	0,61	0,33	0,64
As	3	3	12	<1	4	2	2	<1	<1
Sb	0,09	0,36	0,2	0,15	0,21	0,07	0,09	0,12	0,25
Ag	0,05	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,02	0,04	0,12
Au	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hg	0,06	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
Rb	65,6	26,1	65,3	23,7	34,6	22,1	43,9	17,9	13,5
Cs	2,58	0,88	10,02	2,21	0,84	0,55	1,18	0,76	0,45
Ba	685	435	458	148	120	204	103	120	195
Sr	217	225	186	405	198	227	207	336	698
Ga	15,9	16,4	16,7	16,4	18,5	15,3	17,3	16,5	16,3
Ta	1,73	0,55	1,08	0,22	0,32	0,2	0,26	0,26	0,59
Nb	13,97	13,52	15,66	5,07	5,05	5,14	4,27	4,54	8,88
Hf	7,07	7,08	9,4	1,04	1,71	1,83	1,68	1,08	1,31
Zr	278	279	339	37,3	29,2	66,9	30,5	6,3	13,7
Y	46,23	48,4	63,56	15,59	19,2	19,92	19,35	15,96	16,7
Th	20,8	5,3	9,5	0,4	1,3	1,7	0,7	0,9	0,7
U	2,63	1,35	1,68	<0,05	0,2	0,08	<0,05	<0,05	0,08
Be	3	0,9	1,2	1,3	1,4	1,7	1,2	1,6	2,4
ETR									
La	31,1	28,7	43,1	5,2	6,7	8	6	8,2	14,1
Ce	60,1	62,8	90	10,9	16,1	18,3	14,1	19,2	32,5
Pr	8,87	8,7	11,78	1,71	2,35	2,48	2,11	2,67	4,57
Nd	36,7	40,7	51,9	7,3	10,4	11,8	10,2	12,3	19,8
Sm	8	8,8	10,6	1,7	2,8	2,9	2,9	2,7	3,6
Eu	2,31	1,9	2,78	0,72	0,94	1,02	1,02	0,84	1,15
Gd	10,17	9,83	12,73	2,42	3,18	3,03	3,31	3,01	3,95
Tb	1,72	1,4	1,85	0,33	0,5	0,53	0,48	0,46	0,49
Dy	8,93	9,65	11,94	2,34	3,34	3,35	3,31	2,71	3,09
Ho	2,05	1,83	2,46	0,5	0,72	0,69	0,72	0,56	0,57
Er	5,8	5,34	6,59	1,43	2,13	1,87	2,22	1,77	1,72
Tm	1,03	0,64	0,9	0,2	0,3	0,28	0,31	0,22	0,23
Yb	4,7	4,8	6	1,2	2	1,9	2	1,4	1,5
Lu	1,02	0,57	0,78	0,17	0,2	0,24	0,26	0,2	0,29
Soma ETR	182,5	185,66	253,41	36,12	51,66	56,39	48,94	56,24	87,56
Eu/Eu*	0,79	0,63	0,74	1,09	0,97	1,06	1,01	0,91	0,94
LaN/YbN	4,41	3,99	4,79	2,89	2,23	2,81	2	3,9	6,27

Tabela 3 – Dados litoquímicos das rochas máficas indetificadas no Maciço Serra da Providência.

ainda anomalias negativas de Eu [(Eu/Eu\*)=0,63-0,79] que contrastam com anomalias positivas a muito fracamente negativas das rochas máficas situadas na borda do batólito [(Eu/Eu\*)=0,91-1,09]. Costa *et al.* (2012) distinguiram estes dois conjuntos de rochas máficas, classificando as rochas da borda do batólito como metagabronoritos e aquelas das porções mais centrais do batólito como diabásios.

Os Metagabronoritos são relativamente mais enriquecidos em CaO e MgO, em contraste ao relativo empobrecimento em TiO<sub>2</sub>. Os diabásios são claramente mais enriquecidos em U, Th, K, Rb, Ba, Zr e TiO<sub>2</sub>, e sugerem maior assimilação de material crustal.

Em diagrama multielementar (Sun & McDonough, 1989, Figura 3.10B), os metagabronoritos mostram um enriquecimento significativo de LILE's e Pb, em contraste com uma depleção dos HFSE, U, Th e Zr. Os diabásios, por sua vez, são enriquecidos em U, Th e Zr.

Em diagrama geotectônico (Figura 3.10C), os diabásios assemelham-se a basaltóides de ambiente intraplaca (continental), enquanto que os metagabronoritos tem assinatura geoquímica compatível com basaltos de ambiente de arco de margem continental ativa.

### 3.3.1.1.8 - GEOCRONOLOGIA

Duas amostras de granitóides foram analisadas pelo método U-Pb em zircão, com a finalidade de se confirmar a cronocorrelação com o magmatismo Mesoproterozoico Serra da Providência. A amostra MC-462 corresponde a uma rocha subvulcânica deformada, classificada como metadacito milonitizado (Litofácies Subvulcânica). A segunda amostra, CC-23, pertence a litofácies classificada como leucosienogranito e relacionada a porções mais evoluídas do batólito. Optou-se por datar também esta amostra pelo fato de que esta poderia representar um pulso Neoproterozoico (Suíte Intrusiva Rondônia) no interior do batólito Serra da Providência.

Na amostra MC-462, os grãos de zircão possuem coloração rosada, tamanho médio a grande, forma prismática alongada com proporção entre 3x1 e 4x1. As imagens de *backscattering* mostraram a ocorrência de grãos homogêneos, raramente apresentando alguma diferenciação de núcleos e bordas ou variações internas de tonalidade. Foram obtidas 16 análises completas, a maioria bastante concordante. Destas, quatro foram desconsideradas do cálculo da idade devido ao erro elevado e/ou por

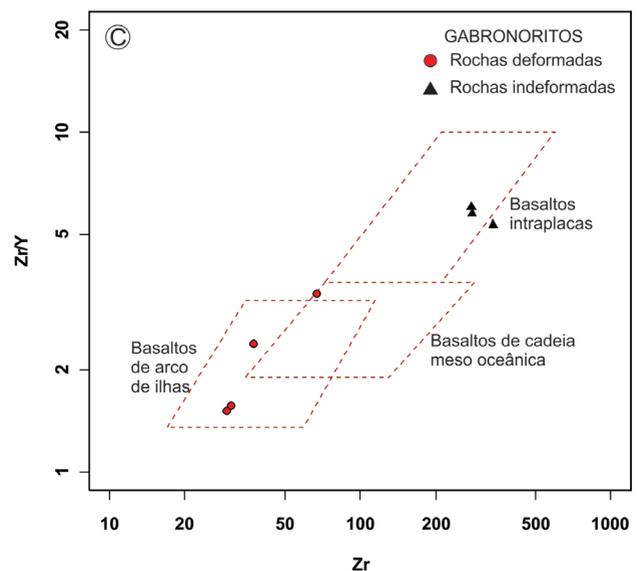
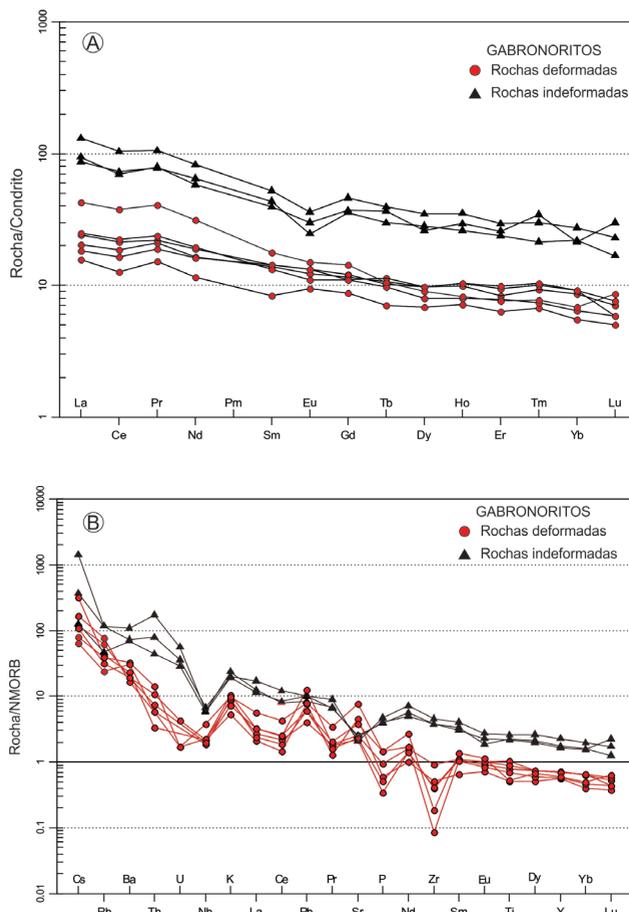


Figura 3.10 – A) Diagrama de padrões de elementos terras raras (ETR) para as rochas máficas associadas ao magmatismo Serra da Providência; B) Diagrama multielementar rocha/NOMRB (Sun & McDonough, 1989); C) Diagrama Zr/Y vs. Zr (Pearce & Norry, 1979). Padrões de ETR normalizados segundo Nakamura (1974).

serem discordantes, dessa forma, a idade concórdia obtida foi de  $1604 \pm 3$  Ma, com MSDW de 0.48 (Figura 3.11 e 3.12).

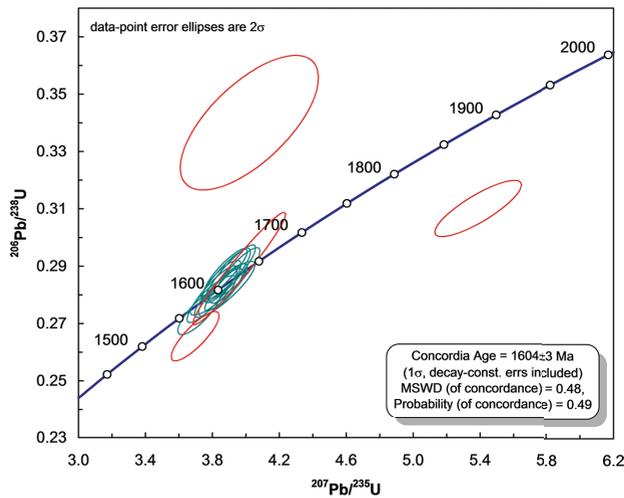


Figura 3.11 – Diagrama de concórdia do metadacito milonitizado incluindo as 16 amostras completas.

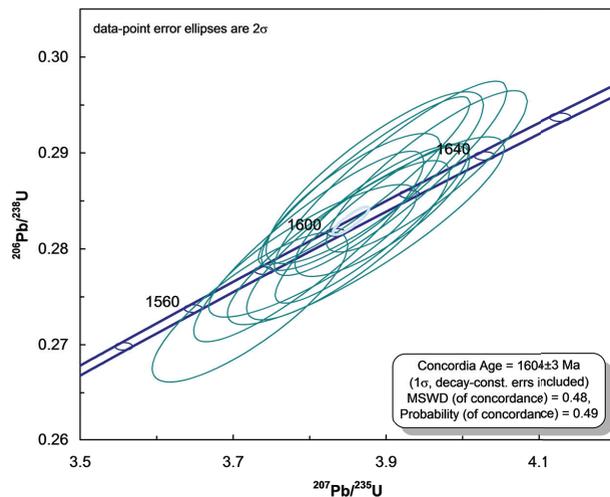


Figura 3.12 - Diagrama de concórdia do metadacito milonitizado excluindo as 4 amostras com erros elevados.

Para a amostra CC-23, foram obtidas 8 análises completas. A idade concórdia obtida foi de  $1574 \pm 9$  Ma, com MSDW de 0.98 (Figura 3.13). Os resultados obtidos para as duas amostras foram interpretados como idade de cristalização das rochas, e são concordantes com idades obtidas historicamente na literatura para esta unidade, que corresponde a um extenso magmatismo que teve início em  $\sim 1,60$  Ga e perdurou até cerca de  $\sim 1,53$  Ga (Scandolaro, 2006).

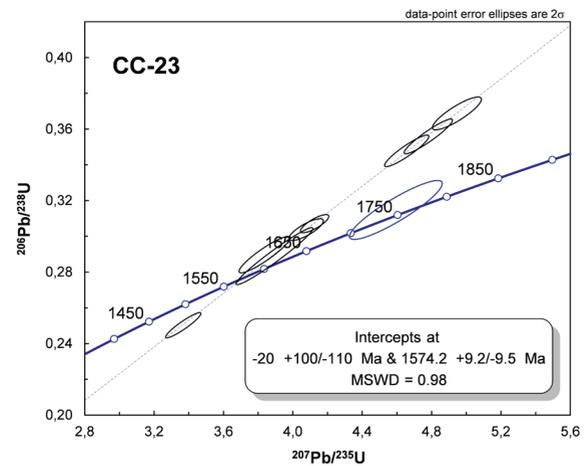


Figura 3.13 – Diagrama de concórdia do leucosienogranito.

### 3.3.1.2 - MACIÇO AQUARIQUARA

O maciço Aquariquara descrito anteriormente por Quadros *et al.* (2011), mostra cinco fácies das quais apenas a “fácies 2” possui continuidade para a Folha Serra da Providência (1:100.000), mais especificamente na sua porção noroeste. A forma e os contornos originais deste maciço foram obliterados, em grande parte, pelos eventos tectono-metamórficos mais jovens. Em termos geomorfológicos, no domínio de ocorrência do maciço Aquariquara, predominam os agrupamentos de morros e colinas abertos a densos variando desde colinas baixas a altas. Neste mesmo setor ocorrem de forma subordinada as superfícies de aplanamento de dissecação média especialmente nas adjacências do rio Ji-Paraná (ou rio Machado).

A falta de estradas na porção noroeste da área e a restrição de acesso imposta por fazendeiros dificultaram a descrição desta unidade geológica. Para informações mais detalhadas sobre os aspectos petrológicos, estruturais, geoquímicos e geocronológicos vide Quadros *et al.* (2011).

### 3.3.2 - FORMAÇÃO IGARAPÉ LOURDES - (MP1il)

A Formação Igarapé Lourdes foi individualizada por Quadros e Rizzotto (2007) e corresponde a seqüência vulcanossedimentar metamorfisada em fácies xisto verde que ocorre ao longo da Serra da Providência, em contato tectônico com as rochas da porção centro-oeste do batólito Serra da Providência (Suíte Intrusiva Serra da Providência). Historicamente, estas rochas foram relacionadas à Formação Palmeiral (Lobato *et al.*, 1966), ao Grupo Beneficente (Leal *et al.*, 1976; Soeiro *et al.*, 1977; Scandolaro *et al.*, 1999) e ao Grupo Roosevelt (Rizzotto *et al.*, 2004a; Scandolaro, 2006).

Esta sequência foi correlacionada a sequências vulcanossedimentares Paleoproterozoicas descritas em outras regiões como componentes do embasamento dos domínios Jamari e Roosevelt, como, por exemplo, a Formação Mutum Paraná (Lobato *et al.*, 1966) e Grupo Roosevelt (Rizzotto *et al.*, 1995a) que possuem dados geocronológicos. No entanto, as relações diretas de contato entre as rochas da Formação Igarapé Lourdes com os granitóides da Suíte Intrusiva Serra da Providência eram raras e pouco conclusivas. As melhores exposições desta unidade encontram-se no interior da Terra Indígena Igarapé Lourdes e da Reserva Biológica Jaru, fato que impossibilitou o registro de novas relações estratigráficas de campo. Na área estudada puderam ser observados apenas registros metassedimentares desta formação que, segundo Scandolara (2006), correspondem a uma sequência psamo-pelítica de deposição marinha rasa.

Durante o mapeamento das áreas acessíveis das folhas Ji-Paraná e Serra da Providência foram descritos metassedimentos que foram agrupados em duas fácies distintas: metapsamítica e metapelítica.

### 3.3.2.1 - FÁCIES METAPSAMÍTICA - (MP1ilps)

Esta unidade corresponde às cristas do tipo “hogback” que compreendem um relevo positivo expressivo que ocorre predominantemente nas porções centrais da Folha Serra da Providência e de maneira mais esparsa na Folha Ji-Paraná.

Os “hogbacks” são constituídos por metarenitos, com cor cinza esbranquiçada, granulometria de areia média, constituídos predominantemente por quartzo, plagioclásio, k-feldspato, além de muscovita e minerais pesados. Esta rocha foi classificada como metarenito arcoseano. Os metarenitos possuem uma foliação de baixo ângulo, pouco penetrativa, com mergulhos que em geral variam de 20 a 40°/WNW a WSW e direções em geral entre WNW/SSE a NNE/SSW. Em raras exposições ocorrem como muscovita quartzito, onde o grau de metamorfismo promove a recristalização do quartzo, feldspatos e muscovita. Em geral, esta fácies encontra-se metamorfisada em fácies xisto verde. Eventualmente, no topo das cristas de metarenitos, pôde-se observar a presença de metaconglomerados com seixos silicosos de formato elíptico, com cerca de 5 cm (eixo maior) x 3 cm (eixo menor), concordantes com a foliação da rocha (Foto 3.14).





Foto 3.14 – Afloramentos de rochas da fácies metapsamítico da Formação Igarapé Lourdes: A) Blocos orientados em topo de “hogbacks” ; B) Corte de estrada expondo Metarenito com foliação de baixo ângulo; C) Pequenos lajedos parcialmente cobertos pelo solo; D) Blocos rolados de metarenito; E) Amostra de mão de muscovita quartzito; F) Metaconglomerado em topo de “hogback”.

### 3.3.2.2 - FÁCIES METAPELÍTICA - (MP1ilpl)

Os metapelitos da Formação Igarapé Lourdes compõem um relevo com altitudes inferiores aos metapsamitos, em função de sua menor resistência aos agentes intempéricos atuantes na região, e constituem parte das grandes superfícies de aplanamento da região (dissecação média) que ocorrem nas porções centrais da Folha Serra da Providência e centro-norte da Folha Ji-Paraná.

Os afloramentos destas rochas são restritos, em geral ocorrem como pequenos lajedos parcialmente cobertos pelo solo, que expõem rochas muito friáveis, de cor marrom ocre a amarelo amarronzado, anisotrópicas, com granulometria de argila a silte, que foram classificadas como metargilitos a metassiltitos. Possuem foliação de baixo ângulo (provavelmente desenvolvida sobre laminações primárias preservadas na rocha) que, de maneira similar aos metapsamitos, possuem mergulhos que em geral variam de 20 a 40°/WNW a WSW e direções em geral entre WNW/SSE a NNE/SSW. Eventualmente, os metargilitos exibem lentes métricas de metassiltitos (Foto 3.15), ou ainda níveis/camadas de ferro. Esta fácies encontra-se metamorfoisada em fácies xisto verde.

Esta fácies também ocorre na porção basal de algumas cristas do tipo “hogback” formada por metapsamitos, no entanto o empilhamento desta unidade sugere que há uma intercalação entre metapelitos e metapsamitos que foram tectonizados por falhas de empurrão com sentido de oeste para leste.

Os principais registros de mineralizações da Formação Igarapé Lourdes estão relacionados a fácies metapelítica, e incluem grandes ocorrências manganesíferas e níveis de ferro (Soeiro *et al.*, 1977; Quadros e Rizzotto, 2007).

### 3.3.2.1.3 - GEOCRONOLOGIA

Duas amostras de rochas metapsamíticas foram analisadas com o objetivo de se obter novas idades U-Pb em zircões detríticos e estimar a idade máxima de sedimentação desta sequência metassedimentar. A primeira amostra corresponde a um muscovita quartzito (MC-440) e a segunda amostra corresponde a um metarenito (EI-36).

Na amostra MC-440, os grãos de zircão são pequenos a médios, de coloração avermelhada e bordas arredondadas, por vezes, quebrados. As imagens de *backscattering* mostraram a ocorrência de populações distintas. Uma população é constituída por grãos arredondados, com proporção 1x1 (Foto 3.16A, 3.16B). Outra população é formada por grãos mais alongados, com forma oval e proporção 2x1 (Foto 3.16C, 3.16D). Uma terceira população é composta por grãos com forma prismática e proporção que varia de 2 a 3x1 (Foto 3.16E, 3.16F). Em ambas as populações há a presença de grãos homogêneos, grãos com zoneamento regular e grãos com variações internas de tonalidade.

Foram obtidas 24 análises completas, já que muitas análises foram interrompidas devido à elevada presença de Pb comum. Destas, três foram desconsideradas devido ao erro elevado combinado com a presença de Pb comum. As idades obtidas variam desde 1,3 até 1,8 Ga, quando considerada a idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (Figura 3.14A). Quando consideradas somente as análises com concordância entre 95 e 105%, o predomínio das idades encontra-se entre 1,55 e 1,65 Ga (Figura 3.14B). Não foi observada uma correlação direta entre as populações observadas nas imagens de *backscattering* e as idades obtidas.



Foto 3.15 – Afloramentos de rochas da fácies metapelítico da Formação Igarapé Lourdes: A) Pequeno corte de estrada/barranco de margem de estrada expondo metargilito parcialmente coberto pelo solo; B) Detalhe do mesmo corte de estrada expondo metargilito com foliação de baixo Ângulo; C) Corte de estrada expondo metargilito com intercalações de metassiltitos; D) Detalhe de lente de metassiltito contida em metargilito.

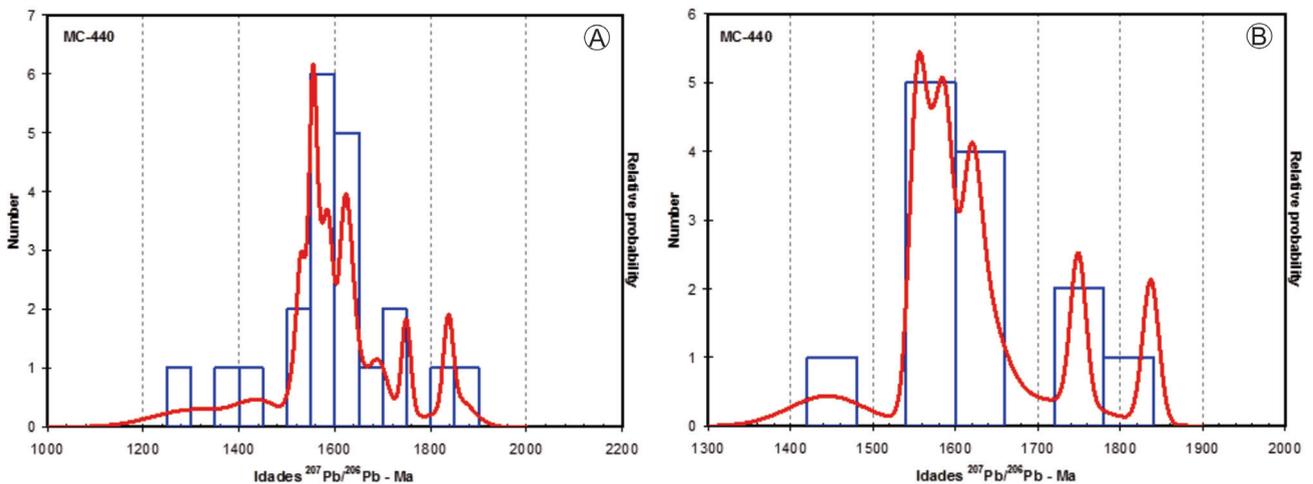


Figura 3.14– A) Diagrama de frequências das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  presentes na amostra MC-440; B) Diagrama de frequências das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  das análises com concordância entre 95 e 105% (com relação às idades  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{Pb}$   $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ ).

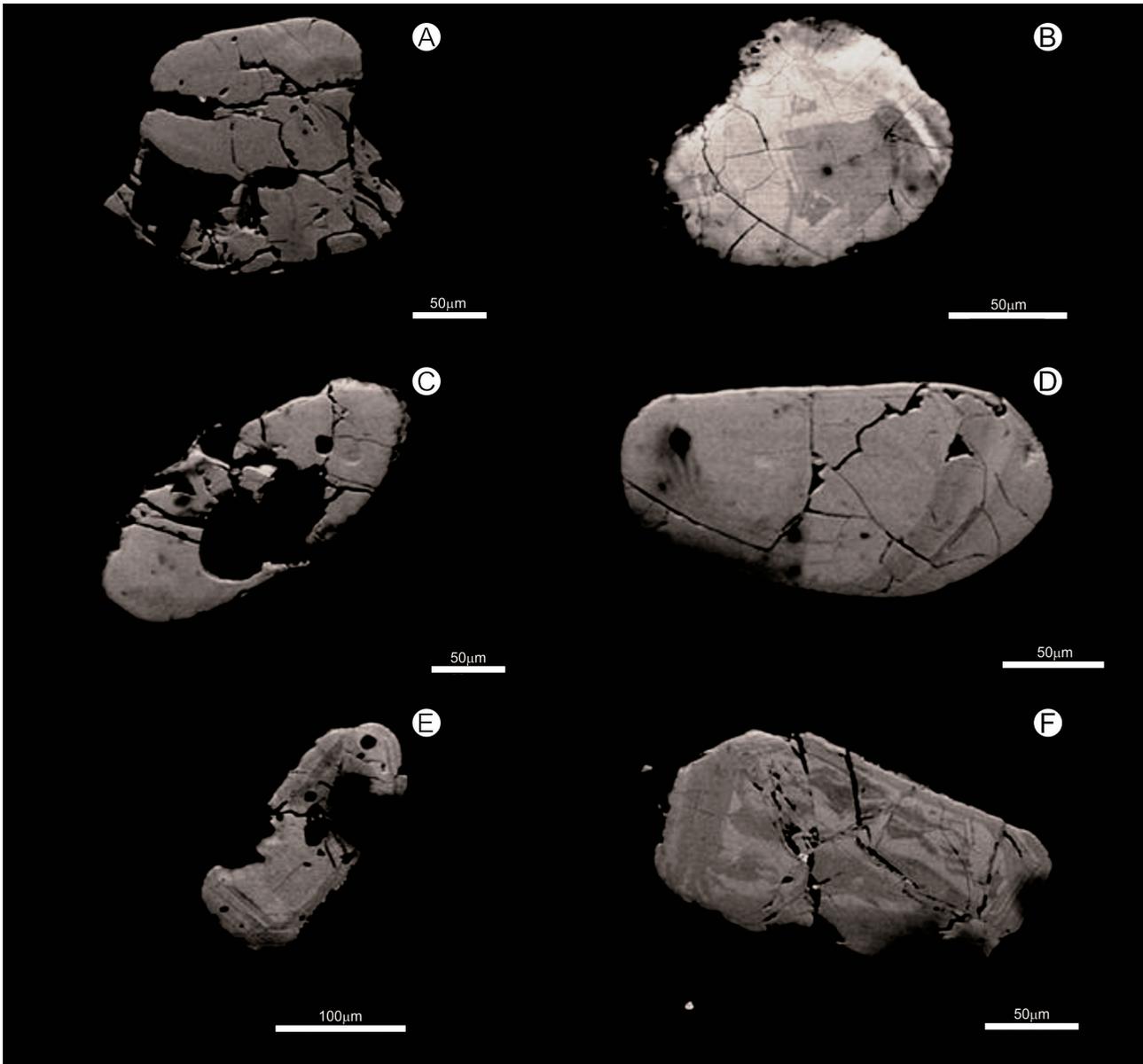


Foto 3.16 – A), B) Imagens de backscattering dos grãos mais arredondados com proporção 1x1, presentes amostra. Á esquerda, grão MT48\_01 e à direita, grão MT48\_31 (não foi possível completar a análise); C), D) Imagens de backscattering dos grãos mais alongados, com bordas arredondadas e proporção predominante 2x1, presentes amostra. Á esquerda, grão MT48\_29 e à direita, grão MT48\_26; E), F) Imagens de backscattering dos grãos com forma prismática, com zoneamentos e variações internas de tonalidade. Á esquerda, grão MT48\_09 e à direita, grão MT48\_41 (não foi possível completar a análise).

Os cristais de zircão da EI-36 são incolores, límpidos e apresentam-se em fragmentos e prismas bipiramidados curto a médio. Estão presentes algumas fraturas e as inclusões são raras. Alguns cristais apresentam feições de arredondamento, porém pouco expressivas. A imagem *backscattering* revela estrutura interna variada. Apesar de estarem presentes cristais homogêneos, a maioria é representada por cristais com zonação oscilatória bem marcada. Poucos cristais apresentam variações de tons nas bordas, mas não parecem mostrar sobrecrecimentos, provavelmente indicam variações composicionais de um mesmo magmatismo.

Foram obtidas 64 análises completas, outras 4 análises foram interrompidas devido à elevada presença de Pb comum. Outras, dezessete foram desconsideradas devido ao erro elevado combinado com a presença de Pb comum. As idades obtidas variam desde 1,5 até 2,1 Ga, quando considerada a idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (Figura 3.15). Quando consideradas somente as análises com concordância entre 95 e 105%, o predomínio das idades encontra-se entre 1,56 e 1,8 Ga (Figura 3.14B). Assim, como observado na amostra MC-440 não foi observada uma correlação direta entre as populações observadas nas imagens de *backscattering* e as idades obtidas.

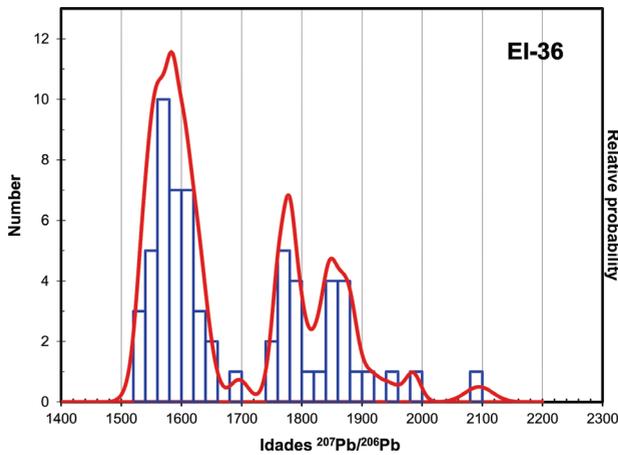


Figura 3.15 – Diagrama de frequências das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  presentes na amostra EI-36.

### 3.3.3 - FORMAÇÃO IGARAPÉ QUINZE - (MP23iq)

#### 3.3.3.1 - ASPECTOS GERAIS

A Formação Igarapé Quinze foi definida por Quadros *et al.* (2011). É constituída por conjunto predominantemente paraderivado e, subordinadamente, ortoderivado e que ocorre formando uma faixa descontínua alongada na direção NW-SE (em tona de  $\text{N}40^{\circ}\text{W}$ ), que se estende desde a porção centro-sul da folha rio Machadoinho 1:250.000 até a porção noroeste da Folha Ji-Paraná 1:100.000. Na folha rio Machadoinho 1:250.000 a faixa possui aproximadamente 35 km de largura, já nos domínios da Folha Ji-Paraná 1:100.000 atinge no máximo 16 km de largura.

No que diz respeito aos aspectos geomorfológicos, nos domínios da Formação Igarapé Quinze, predomina a superfície de dissecação média marcada por relevo levemente ondulado.

Na Folha Ji-Paraná 1:100.000 os limites da Formação Igarapé Quinze com as unidades mais antigas, representadas pelo Complexo Jamari e Suíte Intrusiva Serra da Providência, são tectônicos e difíceis de serem estabelecidos no campo em razão do elevado grau de intemperismo das rochas desta formação e, também, à grande espessura da cobertura de solo. No entanto, em função das mudanças bruscas das rochas e do *trend* estrutural desta faixa em relação às demais áreas adjacentes, aliada à presença, nas áreas limitrofes, de rochas deformadas e cisalhadas/milonitizadas, segere-se que os contatos desta formação com as rochas do embasamento são predominantemente tectônicos e desenvolvidos ao longo de grandes zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais.

#### 3.3.3.2 - ASPECTOS DE CAMPO

Nos domínios da Folha Ji-Paraná a Formação Igarapé Quinze é composta predominantemente por

associação metapsamo-pelítica constituída por xistos e quartzitos micáceos (Foto 3.16A e B). Estas rochas apresentam elevado grau de intemperismo (são rochas intensamente saprolitizadas) e muitas vezes mostram o desenvolvimento de um perfil de intemperismo controlado, principalmente, pelas estruturas pretéritas das rochas (xistosidade, bandamento gnáissico e foliação).

Quadros *et al.* (2011) descrevem que quartzitos e xistos ocorrem de maneira rítmica formando faixas verticais, de dimensões centimétricas a métricas de quartzito micáceo, fino a médio e faixas xistosas dominadas por minerais micáceos, quartzo e feldspatos disseminados ou como agregados granoblásticos na forma de lentes ou níveis estrados. Comumente estas rochas apresentam mobilizados quartzosos e graníticos, paralelos a subparalelos à foliação regional.

O grau metamórfico das rochas da Formação Igarapé Quinze não foi claramente estabelecido, em função de que as rochas que compõem esta unidade estarem intensamente intemperizadas e saprolitizadas, não permitindo a coleta de amostras para confecção de



Foto 3.17 A) – Aspecto geral do quartzito micáceo. B) – Aspecto geral do xisto.

lâminas petrográficas. Portanto, com base apenas em avaliações de campo, Quadros *et al.* (2011) observaram a presença de minerais indicativos de grau metamórfico médio a alto, tais como a sillimanita, além de outras feições condizentes com grau metamórfico médio a alto, tais como estiramento dos feldspatos, presença de mobilizados graníticos como resultantes de processos de fusão parcial (migmatização) das rochas paraderivadas, e ainda, ocorrência de rochas anfíbolíticas associadas, que permitiram aos autores afirmarem que o metamorfismo que afetou as rochas da Formação Igarapé Quinze é condizente com a fácies anfíbolito superior. Quadros *et al.* (2011) enfatizaram, ainda, a presença da vermiculita, mineral de temperaturas < 350° C, associado a mobilizados quartzosos tardios e a bolsões de quartzo com muscovita e turmalina e sugeriram a atuação de processos retrometamórficos tardios nesta formação.

### 3.3.3.3 - GEOCROLOGIA

Quadros *et al.* (2011) dataram uma amostra de xisto através do método U-Pb (LA-ICP-MS). Os resultados geocronológicos indicaram que os protólitos sedimentares da Formação Igarapé Quinze receberam contribuições de áreas fontes de diversas idades, com zircões de idades entre 1940 e 1335 Ma (idades Paleo-Mesoproterozoicas), com exceção de um único zircão com idade Arqueana. Portanto, com base no pico da componente mais jovem identificada em zircão detrítico de origem ígnea, os respectivos autores consideraram a idade de 1367 Ma como a idade máxima da sedimentação dos protólitos sedimentares da Formação Igarapé Quinze.

Os dados isotópicos U-Pb (LA-ICP-MS) obtidos no xisto da Formação Igarapé Quinze com idade máxima de sedimentação em 1367 Ma, assim como aqueles dados isotópicos U-Pb (LA-ICP-MS), oriundos da análise da amostra de um granito de anatexia da Suíte Intrusiva Igarapé Água Azul, com idade de cristalização de  $1138 \pm 8$  Ma, intrusivo nos metassedimentos da Formação Igarapé Quinze, permitiram a Quadros *et al.* (2011) interpretarem a ocorrência de um episódio de sedimentação, que proporcionou a deposição dos protólitos da Formação Igarapé Quinze, e um evento de deformação/metamorfismo regional, com geração de granitos de anatexia (Suíte Intrusiva Igarapé Água Azul), os quais afetaram as rochas da Formação Igarapé Quinze.

Estes processos geológicos (sedimentação, deformação, metamorfismo e anatexia) ocorreram no intervalo de tempo entre 1367 Ma e 1138 Ma. Os episódios supracitados ocorreram em aproximadamente 1,13 Ga e foram relacionados por Quadros *et*

*al.* (2011) ao Ciclo Orogenético Sunsás, mais especificamente à Orogênese Nova Brasilândia.

## 3.4 - UNIDADE NEOPROTEROZOICA

A Suíte Intrusiva Rondônia é representada por pequeno stock na porção nordeste na Folha Serra da Providência 1:100.000. Este corpo constitui o único registro Neoproterozoico nas áreas mapeadas. A sua cartografia e a delimitação de seus contatos foram realizadas com dados aerogeofísicos e apoiadas pelas interpretações executadas pelos trabalhos de mapeamento das Folhas Rio Machado e Rio Guariba, ambas na escala de 1:250.000.

### 3.4.1 - SUÍTE INTRUSIVA RONDÔNIA - (NP1 $\gamma$ ro)

#### 3.4.1.1 - ASPECTOS GERAIS

O único corpo cartografado da Suíte Intrusiva Rondônia está localizado nas adjacências da Terra Indígena Igarapé Lourdes e da Reserva Biológica Jarú, fato este que prejudicou sobremaneira o acesso e o desenvolvimento de trabalhos de detalhamento geológico.

Nos limites da Folha Serra da Providência o maciço ocorre numa área de aproximadamente 7km<sup>2</sup> de área. Possui forma semicircular e é intrusivo nas rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência. Para informações mais detalhadas sobre os aspectos petrológicos, estruturais, geoquímicos e geocronológicos vide Ribeiro *et al.* (2011).

## 3.5 - UNIDADES FANEROZOICAS

As unidades Fanerozoicas das áreas mapeadas são constituídas basicamente pela Formação Pedra Redonda e pelas coberturas aluvionares Quaternárias. A Formação Pedra Redonda tem sua área de ocorrência limitada a Folha Ji-Paraná especialmente na sua porção centro-sul enquanto as coberturas aluvionares estão restritas ao canal principal do rio Ji-Paraná (ou rio Machado), rio Jarú e aos seus principais afluentes.

### 3.5.1 - FORMAÇÃO PEDRA REDONDA - (C1pr)

#### 3.5.1.1 - ASPECTOS GERAIS

O nome “Pedra Redonda” é sucedâneo da fácies homônima descrita, mas não cartografada, por Leal *et al.* (1978) que a incluíram na Formação Pimenta Bueno, e dos tilitos da Unidade PCII de Pinto Filho *et al.* (1977). Entretanto, pelas características distintas tanto paleoambientais, deposicionais e estratigrá-

ficas, enquadra-se neste trabalho a unidade como “Formação” assumindo, portanto, a mesma nomenclatura adotada por Quadros e Rizzotto (2007).

Os litotipos pertencentes à Formação Pedra Redonda ocorrem essencialmente dentro dos limites da Folha Ji-Paraná, em um vale localizado na sua porção central com aproximadamente 60 km de comprimento (N-S) e largura média de 5 km na porção mais a norte e 1,5 km na porção mais sul. É limitada a norte pelos metassedimentos da Formação Igarapé Lourdes e nas demais adjacências pelos litotipos da Suíte Intrusiva Serra da Providência.

Em termos gerais a área de ocorrência apresenta relevo plano e monótono, frequentemente alagadiço com cotas médias de 170 m apresentando no geral solo amarelo a marrom claro, comumente associado a fragmentos de laterita de até 3 cm. A cintilometria para todo o vale variou entre 40 e 90 cps, valores considerados muito baixos em relação à média da área, 250 cps. Nas cercanias do vale as cotas podem atingir 350m, especialmente na porção oeste da área onde dominam os litotipos da Suíte Intrusiva Serra da Providência.

### 3.5.1.2 - DIAMICTITOS - (C1PRDM)

O vale supracitado é essencialmente constituído por diamictitos suportados por matriz siltico-argilosa avermelhada, com clastos de diferentes formas e tamanhos de granito rapakivi, riolito, arenito, quartzo, etc. que variam desde seixos a matacões, predominando os de granulometria entre seixo e bloco, predominantemente angulosos e subordinadamente subangulosos, (foto 3.17 A e B). Não foram encontrados matacões com dimensões superiores a 40 cm. Na área mapeada afloramentos expressivos são bastante raros apresentando-se comumente alterados e bastante friáveis. O mais comum é ocorrer afloramentos em pequenas calhas de igarapés ou em ravinas.

Análises palinológicas realizadas em matriz dos diamictitos/tilitos indicaram uma assembléia vegetal atribuída ao Permo-Carbonífero, Pinto Filho *et al.* (1977).

### 3.5.1.3 - ARENITO ARCOSEANO - (C1PRAR)

A formação é constituída por arenitos arcoseanos, que comumente apresentam coloração amarela em sua porção interna e marrom escuro a preta na sua porção superficial. São constituídos por grãos de quartzo e subordinadamente por grãos esbranquiçados (caolinita) associados à alteração dos feldspatos. Normalmente apresentam estrutura maciça e, na área mapeada, esporadicamente apresentam inclu-

sões de seixos e/ou fragmentos de rochas (granito, riolito, arenito, etc.), fotos 3.17 C e 3.17 D. Estes arenitos ocorrem por vezes silicificados e localmente impõe relevo um pouco mais ondulado, em especial na porção centro-sul da área.

### 3.5.1.4 - ASPECTOS PALEOAMBIENTAIS

As descrições históricas realizadas por diversos autores tais como Pinto Filho *et al.* (1977), Leal *et al.* (1978), Pedreira e Bahia, (2004) relatam a ocorrência de paraconglomerados e arenitos (tilito e diamictito), polimíticos com esporádicos seixos facetados e estriados (tipo “ferro-de-engomar”) associados ainda a unidade “*dropstone*”, especialmente nos domínios da Bacia dos Parecis e adjacências.

Os diamictitos e arenitos descritos nos domínios da Folha Ji-Paraná foram interpretados por Quadros e Rizzotto (2007) como pertencentes da Formação Pedra Redonda. Neste contexto, a ocorrência destas rochas fora dos domínios da Bacia dos Parecis, sugere que os limites da bacia foram mais amplos e que devido a processos de intemperismo e erosão foram reduzidos aos limites atuais.

Os depósitos glaciogênicos, representam períodos interglaciais que ocorrem durante os pulsos de aquecimento ou pós-glaciais, quando geleiras de base úmida se movimentam e se retraem, possibilitando a deposição de sedimentos, em outros tipos de ambiente, como fluvial ou lacustrino em sua periferia. Os períodos glaciais *sensu strictu* são sempre representados por hiatos/discordâncias, caso do carbonífero inferior nas bacias do Paraná e Parecis, Bahia (2007). Em termos estratigráficos não foi observado relação direta na área entre os diamictitos (Dm) e os arenitos arcoseanos (Sm). Entretanto estas litologias são também observadas, inclusive em ocorrências mais expressivas em porções internas da Bacia dos Parecis.

Os arenitos arcoseanos maciços com clastos “suspensos” ( fácies Sm), sugerem sedimentação rápida por fluxos de natureza gravitacional, correntes de turbidez de alta densidade, indispensáveis à sua sustentação. Neste tipo de fluxo, considera-se que a deposição é rápida, com “congelamento” da carga transportada em função de queda súbita da energia do meio, seja por redução do gradiente do substrato ou desconfinamento do fluxo, (França *et al.* 1996). A expressiva diferença de granulação entre clastos e o arenito em que se encontram alojados constitui um paradoxo hidrodinâmico, (Bennett *et al.* 1994, 1996), (Bennett & Doyle 1996), ou seja, um contraste entre a relativa baixa energia responsável pela deposição dos arenitos e a alta energia requerida para transportar um seixo ou bloco de granito, riolito, etc. A presença de caolinita (alteração dos

feldspatos) corrobora a ideia de transporte curto em direção à bacia de sedimentação, não havendo tempo suficiente para a maturação e classificação da fração terrígena. Portanto de maneira geral, os diamictitos são interpretados como um till subglacial depositado por degelo (till de ablação) e os arenitos maciços com clastos dispersos estariam associados a ambientes flúvio-glaciais, onde as águas de degelo seriam as responsáveis pelo transporte e deposição dos sedimentos na frente das geleiras (ambiente proglacial), formando planícies de areia e cascalho (planícies de *outwash*).

### 3.5.1.5 - ASPECTOS ARQUEOLÓGICOS E GEOTURÍSTICOS

Nos arenitos da Formação Pedra Redonda comumente são encontrados petróglifos (imagens geométrizadas e representações simbólicas, geralmente associadas, que registram animais, objetos, feições humanas gravadas na superfície das rochas) descobertos e catalogados por Coimbra *et al.* (2004) (fotos 3.17 G, 3.17 H).

Coimbra (2010) identificou 21 sítios com gravuras rupestres na região centro-leste do Estado de Rondônia. Nos limites da Folha Ji-Paraná ocorrem pelo menos 2 sítios arqueológicos com expressiva ocorrência de petróglifos.

Os arenitos apresentam, ainda, feição característica em forma de juntas poligonais com no máximo 10 cm de espessura, muito similares a gretas de contração. Bigarella *et al.* (1994) sugere que algumas formações areníticas, quando expostas na superfície do terreno, ostentam formas típicas da topografia carstica, entretanto, não se trata de um carste verdadeiro, mas de formas pseudocarsticas que conferem a morfologia dessas rochas um aspecto ruiforme *sui generis*.

Até o presente momento existem vários registros destas feições em diversos pontos do país, tais como: Bacia do Parnaíba no Parque Nacional Sete Cidades no estado Piauí, na bacia do Paraná no Parque Nacional

Vila Velha, no estado do Mato Grosso na Chapada dos Guimarães e no estado da Bahia na Bacia do São Francisco na Chapada Diamantina. Os afloramentos e suas respectivas feições são explorados como uns dos atrativos turísticos em todos os locais citados devido a sua semelhança a “cascos de tartaruga”, (fotos 3.17 E e 3.17 F).

A ocorrência dos petróglifos associada às feições tipo “casco de tartaruga” e as interpretações paleoambientais (paleoambiente glacial) constituem um conjunto com forte apelo geoturístico que devem ser levadas em consideração em futuros planos de desenvolvimento turístico regional e em políticas públicas relacionadas à proteção do patrimônio cultural e geológico.

### 3.6 - DEPÓSITOS ALUVIONARES (Q2a)

Os depósitos aluvionares identificados nos domínios das folhas Ji-Paraná e Serra da Providência são constituídos principalmente por sedimentos arenosos, siltosos e argilosos com níveis de matéria orgânica, além dos seixos, inconsolidados ou semi-inconsolidados, apresentando graus variados de ferruginização e mapeáveis ou não na escala de trabalho.

Ocorrem preferencialmente nos leitos e margens dos canais fluviais (depósitos de diques marginais) e nas planícies de inundação atuais e subatuais, sendo que a maior área de ocorrência mapeada desta unidade está associada à planície de inundação dos rios Machado e Jaru e seus principais afluentes.

Normalmente os depósitos de canais nos leitos ativos de drenagem são compostos por sedimentos de granulometria areia, média a grossa e com níveis de cascalho, coloração branca. Os sedimentos das planícies de inundação, acumulados pela migração lateral dos rios e pelo transbordamento dos rios durante os períodos das cheias, são formados por areias finas, areias silto-argilosas, siltes e argilas contendo grandes quantidades de matéria orgânica.



Foto 3.17 A) Matações angulosos de arenito e sienogranito rapakivi “suspensos” em matriz areno-argilosa avermelhada. B) Grânulos, seixos, blocos e matações “suspensos” em matriz areno-argilosa avermelhada. C) Raros fragmentos de rocha: riolito (seixo) granito a direita (matação) ambos angulosos e “suspensos” no arenito. D) Porção interna do arenito arcoseano evidenciando textura maciça e cor amarela clara. E) Detalhe do arenito exibindo feições superficiais associadas ao intemperismo. F) Bloco de arenito exibindo feições superficiais associadas ao intemperismo. G) Petroglifo representando um animal. H) Petroglifos representando formas humanas e machado.

# 4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA

## 4.1 - INTRODUÇÃO

A área mapeada abrange parte da Província Rondônia-Juruena, de idade Paleoproterozoica, sudoeste do Cráton Amazônico. A evolução geológica desta província é marcada por sucessão de eventos tectonometamórficos, que resultaram na formação de domínio polideformados, de complexa superposição de estruturas e de grau variado de metamorfismo. Scandolaro *et al.* (1996) dividiram esta província em dois terrenos distintos, denominados de Domínio Jamari (porção oeste) e Domínio Roosevelt-Juruena (porção

leste). As folhas Ji-Paraná e Serra da Providência encontram-se no Domínio Jamari, próximo ao limite entre esses dois terrenos. O Domínio Jamari foi afetado por pelo menos quatro eventos deformacionais que, do mais antigo para o mais recente, foram denominados de  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  (Scandolaro, 2006). Dentre as principais feições estruturais reconhecidas na área destacam-se a falha contracional Serra da Providência localizada na porção leste das folhas e um sistema de zonas de cisalhamento transcorrente sinistrais, localizado na porção sudoeste.

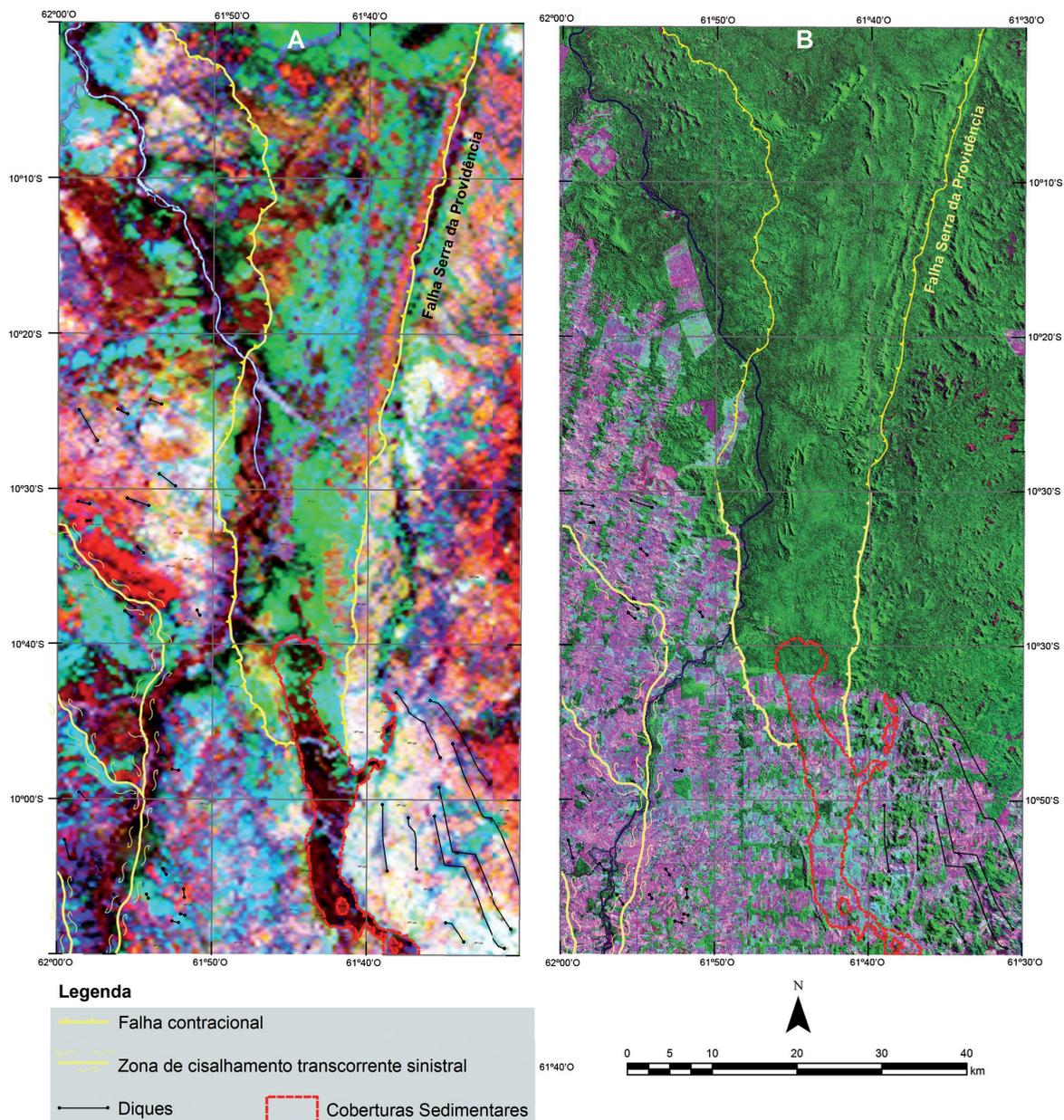


Figura 4.1 – A) Aerogamaespetrometria e imagem de satélite (Landsat) das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná (1:100.000), incluindo as zonas de cisalhamento, falhas, coberturas sedimentares e diques de diabásio cartografados. B) Imagem Landsat e principais feições estruturais da área.

## 4.2 - EVENTOS PROTEROZOICOS (CISALHAMENTOS DÚCTEIS)

### 4.2.1 - EVENTO D<sub>1</sub> (DEFORMAÇÃO PALEOPROTEROZOICA)

O evento D<sub>1</sub> corresponde ao evento deformacional mais antigo registrado no Terreno Jamari e está relacionado a orogênese Quatro Cachoeiras (1,67-163Ga). As estruturas geradas em D<sub>1</sub> foram completa ou parcialmente obliteradas pelos eventos subsequentes, sendo que o atual nível de conhecimento sobre a área ainda não permitiu caracterizá-las de maneira mais detalhada.

Apesar da importância deste evento no contexto evolutivo regional, não foram observadas evidências relacionadas a este episódio deformacional nas áreas mapeadas. Entretanto, em linhas gerais, este evento resultou na formação de estruturas compressivas, expressas em bandamentos gnáissicos penetrativos, com evidências locais de alto *strain*, de direção preferencial E-W (Scandolaro 2006).

O evento D<sub>1</sub> é marcado principalmente pelo sobre crescimento metamórfico em cristais de zircão, com idades de ~1,67 Ga (Santos 2003), sugerindo que este evento tenha atingido alto grau de metamorfismo, em fácies granulito. Portanto, em termos gerais o evento D<sub>1</sub> ocorreu em condições de fácies granulito (M<sub>1</sub>), gerando foliação (S<sub>1</sub>) cuja atitude é de difícil reconstituição e reconhecível apenas em pequenos *pods* não observados na área mapeada.

### 4.2.2 - EVENTO D<sub>2</sub> (DEFORMAÇÃO MESOPROTEROZOICA)

As deformações geradas em D<sub>2</sub> estão relacionadas à fase colisional da Orogênese Rondoniana-San Ignácio (1,37-1,35 Ga, Scandolaro 2006). A fase de deformação compressiva D<sub>2</sub> promoveu a inflexão parcial das estruturas pretéritas D<sub>1</sub>, curvando-as em direção preferencial NE-SW, sendo marcadas pela formação de foliação plano axial verticalizada e menos penetrativa.

Scandolaro (2006) propõe, ainda, que o evento D<sub>2</sub> é o principal evento de deformação da porção central do Estado de Rondônia e atribui a este episódio a origem de uma foliação regionalmente penetrativa S<sub>2</sub> síncrona com o evento metamórfico de fácies anfibolito superior (M<sub>2</sub>). Tal evento produziu regionalmente um bandamento gnáissico acompanhado de migmatização com evidências locais de alto *strain*. As estruturas D<sub>2</sub> incluem o dobramento do bandamento pretérito, transposição de S<sub>1</sub>, verticalização da foliação de baixo ângulo e geração de foliação plano axial menos penetrativa

S<sub>2</sub>, com paragênese de fácies anfibolito superior. Scandolaro (2006) mostra ainda que este evento pode ter gerado corredores principais de deformação, com foliações apresentando mergulhos variados de ângulos baixos a intermediários e em alguns casos aproximando-se da verticalidade. Contudo, nas áreas das folhas mapeadas, o evento D<sub>2</sub> parece ter atuado com menos intensidade e/ou ter sido parcial ou totalmente obliterado por eventos posteriores, pois foram identificadas raras evidências em campo de tal evento. Scandolaro (2006), demonstrou que as estruturas de regime contracional associadas a D<sub>2</sub> ainda reconhecíveis estão localizadas na parte central do Estado de Rondônia (porção central do Domínio 2 correlato ao Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujubim (STS), portanto, localizadas fora dos domínios das folhas mapeadas.

### 4.2.3 - EVENTO D<sub>3</sub> (DEFORMAÇÃO MESOPROTEROZOICA)

O evento D<sub>3</sub> é reflexo da Orogênese Nova Brasilândia que afetou o Terreno Jamari em torno de 1,18-1,1 Ga (Scandolaro, 2006). A este evento está relacionada a formação de extensas zonas de cisalhamento transpressivas, sinistrais, com direção preferencial NNW/SSE, que transpõem total ou parcialmente as estruturas mais antigas do Domínio II e correlatas ao Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujubim (STS) deste trabalho. As grandes estruturas de cisalhamento transcorrentes relacionadas a este episódio mostram planos de foliação verticais a subverticais e zonas miloníticas com lineações de estiramento sub-horizontais. Scandolaro (2006) afirma que este evento tectonotermal ocorreu em níveis crustais relativamente mais rasos e com mais baixa temperatura que os episódios anteriores, atingindo a fácies anfibolito baixo nas porções centrais do Domínio III e a fácies xisto verde na porção extremo leste do Estado de Rondônia.

Na área em estudo tais zonas de cisalhamento são observadas especialmente na porção centro-oeste da Folha Ji-Paraná e os efeitos deste evento podem ser observados em toda a faixa oeste da área mapeada, especialmente a milonitização desenvolvida em litotipos da Suíte Intrusiva Serra da Providência e xistosidade gerada em litotipos da Formação Igarapé Quinze.

### 4.2.4 - EVENTO D<sub>4</sub> (NEOPROTEROZOICO/EOPALEOZOICO)

O evento D<sub>4</sub> refere-se à tectônica essencialmente rúptil que se instalou na área durante o Neoproterozoico.

zoico/Eopaleozoico (Scandolaro, 2006). As estruturas rúpteis Neoproterozoicas e Paleozoicas recortam intensamente a área de estudo e denotam condições de recorrência de importantes descontinuidades (estruturais ou litológicas Mesoproterozoicas). Scandolaro (2006) sugere que no contexto do pré-cambriano regional as estruturas  $D_4$  (falhas ou sistemas de juntas) reativam zonas de cisalhamento dúctil, principalmente nos limites dos corpos maiores, e sua densidade é resposta à diferença reológica (composição e estruturas internas) entre os blocos envolvidos. Notadamente o sistema de falhas e juntas NE-SW é significativo e extrapola os limites da área constituindo um importante sistema regional sendo igualmente significativo o sistema de falhas e juntas instaladas em supersição às estruturas N50-60W.

#### 4.3 - DOMÍNIOS ESTRUTURAIS

Os dados de campo, juntamente com a interpretação aerogeofísica, permitiram individualizar pelo menos três domínios estruturais na área mapeada (Figura 4.2). Em termos regionais cada subdomínio representa uma entidade estrutural definida por lineamentos de diferentes idades, *trends*, densidades e intensidade.

##### 4.3.1 - SUBDOMÍNIO TRANSPRESSIVO SINISTRAL JI-PARANÁ/CUJUBIM (STS)

Na porção oeste das folhas mapeadas foi individualizado o subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná-Cujubim, parcialmente correlato ao Domínio Estrutural III (Scandolaro, 2006), que constitui o sistema de cisalhamento sinistral Ji-Paraná. Vale destacar que este domínio possui o mesmo contexto estrutural e continuidade para a Folha Rio Machado (1:250.000).

Nesta região os lineamentos magnéticos possuem direção preferencial NS, com componentes secundárias NW/SE e NE/SW, e são relacionados a extensas zonas de cisalhamento transpressivas com cinemática sinistral dominante, geradas durante o evento deformacional  $D_3$ , que produziu foliação milonítica de alto ângulo, por vezes gerando textura *augen* especialmente nos litotipos da Suíte Intrusiva Serra da Providência (facies biotita sienogranitos granofíricos, rochas subvulcânicas ácidas e hornblendas biotita sienogranitos) e xistosidade nos litotipos da Formação Igarapé Quinze, fotos 4.1 A, 4.1 B, 4.2 A, 4.2B, e figura 4.2. Esta estruturação normalmente transpõe total ou parcialmente antigas estruturas relacionadas ao evento deformacional  $D_2$ .

Na região sudoeste da folha Ji-Paraná foram observados metatonalitos com foliação subvertical e direção E-W. As idades de cristalização obtidas por esta pesquisa indicam pertencer ao Complexo Jamari ( $1686 \pm 8$  Ma) e sua estruturação indicaria a possibilidade de representarem pequenos núcleos, que constituiriam testemunhos do evento deformacional  $D_1$ . Entretanto avaliações geocronológicas mais detalhadas relacionadas a idade do metamorfismo devem ser realizadas com o intuito de definir com precisão o evento metamórfico responsável pela geração da trama principal (Sp). Em campo não foram observadas evidências estruturais que explicassem uma eventual rotação de bloco ou qualquer outro argumento estrutural que justificasse um deslocamento de sua posição original. Em todo caso o registro de apenas um evento metamórfico indica que estes núcleos foram preservados de pelo menos dois eventos tectonometamórficos regionais importantes na porção sudoeste do cráton amazônico, 4.3 A e 4.3 B.



Foto 4.1 – Fotografia de campo mostrando  $S_3$  em milonitos da Suíte Intrusiva Serra da Providência a nordeste (A) e leste (B) de Ji-Paraná (RO).



Foto 4.2 - Fotografia de campo mostrando aspecto geral do afloramento de quartzito da Formação Igarapé Quinze (A) e detalhe do quartzito (B).



Foto 4.3 – A) Fotografia de campo mostrando Sp em metatonalitos do Complexo Jamari em Ji-Paraná (RO). B) Detalhe do afloramento.

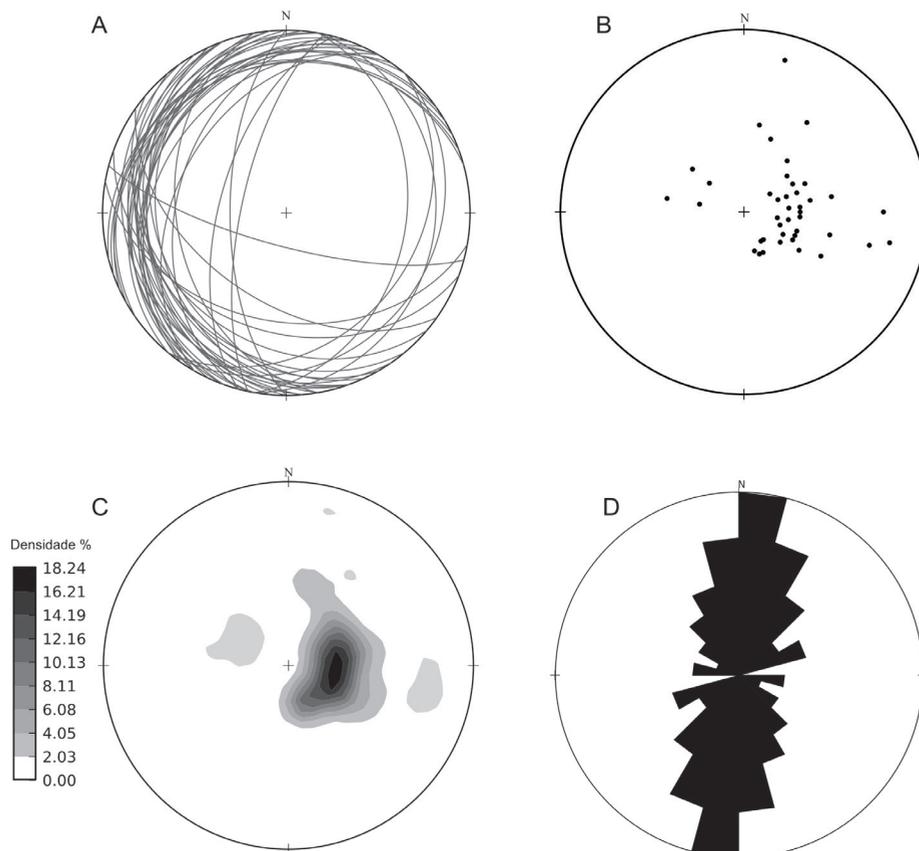


Figura 4.2 – Subdomínio transpressivo sinistral Ji-Paraná. A) Estereograma de planos de foliação. B) Estereograma de polo de plano de foliação. C) Estereograma de polo de plano de foliação. D) Digrama de roseta.

#### 4.3.2 - SUBDOMÍNIO COMPRESSIVO TRANSICIONAL (SCT)

É marcado pelo predomínio de lineamentos com direção N-S e NNE/SW, localmente com inflexão para EW, que em afloramento correspondem a uma foliação com baixo ângulo de mergulho entre 20 e 30°/W-NW, especialmente impressa em metassedimentos associados a Formação Igarapé Lourdes, fotos 4.4 A, 4.4 B, 4.5 A, 4.5B e figura 4.3.

Quadros *et al.* (2013) propõem que as coberturas sedimentares do calimiano-ectasiano (1,47 – 1,36

Ga), notadamente as Formações Igarapé Quinze e Igarapé Lourdes, constituiriam rochas sedimentares deformadas e metamorfisadas na fase final da colisão Rondoniana-San Ignacio ( $D_2$ ) e retrabalhadas na fase transpressional da Orogênese Nova Brasilândia ( $D_3$ ). Desta forma o Subdomínio Compressivo Transicional constituiria um importante testemunho do evento  $D_2$  parcialmente preservado do episódio  $D_3$ . Neste domínio o metamorfismo atingiu o pico na fácies xisto verde e comumente é possível identificar o  $S_0$  ainda preservado, especialmente nos metassiltitos da Formação Igarapé Lourdes.

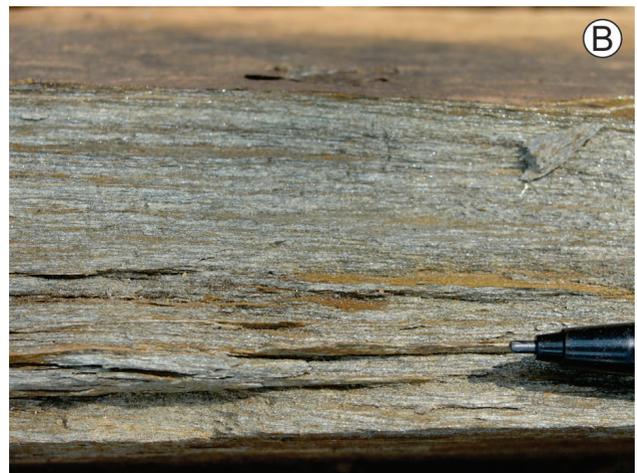


Foto 4.4 – A) Fotografia de campo mostrando aspecto geral de metassiltitos a nordeste de Ji-Paraná (RO). B) Fotografia de campo mostrando  $S_1/S_0$  em metassiltitos a nordeste de Ji-Paraná (RO).



Foto 4.5 A) – Fotografia de campo mostrando quartzito foliado ( $S_2$ ) a leste de Ji-Paraná (RO). B) Fotografia de campo mostrando aspecto geral de metassiltitos a nordeste de Ji-Paraná (RO).

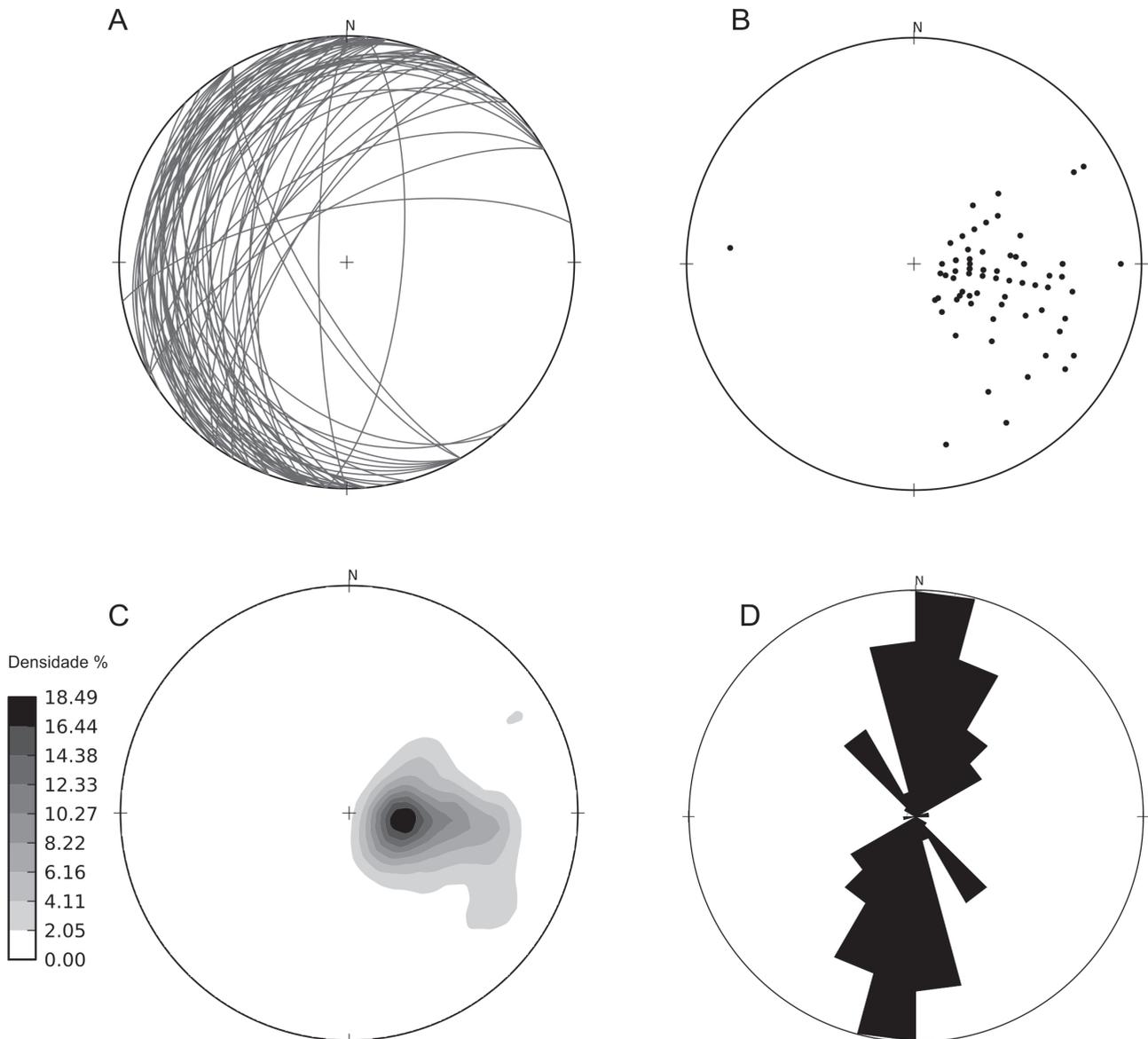


Figura 4.3 - Subdomínio compressivo transicional. A) Estereograma de planos de foliação. B) Estereograma de polo de plano de foliação. C) Estereograma de polo de plano de foliação. D) Dígrama de roseta.

#### 4.3.3 - SUBDOMÍNIO INDEFORMADO (SI)

No extremo leste da Folha Ji-Paraná, na região da Serra da Providência, ocorre importante limite estrutural (Falha Serra da Providência) que separa rochas isotrópicas daquelas afetadas pelos eventos deformacionais  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$  (Figura 2), e que, provavelmente, corresponde ao limite entre os Domínios Jamari e Roosevelt-Juruena. O domínio, que não foi afetado pelos eventos tectonometamórficos  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ , foi simplesmente denominado de “subdomínio indeformado”.

#### 4.4 - GEOTECTÔNICA

Segundo Quadros e Palmeira (2013), Quadros e Rizzotto (2007), Scandolaro (2006) a porção central

do Estado têm uma evolução geológica complexa que é resultado da superposição de vários eventos geológicos que ocorreram do Paleoproterozoico ao Neoproterozoico (1,78 a 0,95 Ga).

O primeiro registro evolutivo é do Paleoproterozoico, evidenciado especialmente na porção sudoeste da folha Ji-Paraná. Os litotipos associados são ortoderivados representados por gnaisse tonalíticos, metatonalitos, enderbíticos e dioríticos constituintes do Complexo Jamari, que correspondem a uma associação magmática cálcio-alcalina de médio a alto K, associada à evolução de um arco magmático em 1,76-1,74 Ga, denominado de Arco Mágmató Jamari representando, portanto, o período acrescionário, (Scandolaro 2006; Quadros e Rizzotto 2007; Quadros e Palmeira 2013).

Ainda no Paleoproterozoico ocorre o período denominado de colisional, Quadros e Palmeira (2013).

Esta fase é denominada de Orogênese Quatro Cachoeiras, responsável pela primeira deformação ( $D_1$ ) e metamorfismo ( $M_1$ ) registrados do Terreno Jamari. O pico metamórfico atingiu a fácies anfibolito superior a granulito que afetou, nas áreas estudadas, as rochas do Complexo Jamari entre 1,69 e 1,63 Ga.

No Mesoproterozoico ocorreu a granitogênese anorogênica que estaria relacionada, nas folhas Ji-Paraná e Serra da Providência, ao magmatismo da Suíte Intrusiva Serra da Providência. Este magmatismo corresponde a uma associação do tipo AMCG, rapakivítica, com quimismo sub-alcalino, metaluminoso a fracamente peraluminoso, intraplaca e tipo A. Trata-se de um expressivo magmatismo que durou entre 1,60 e 1,53 Ga, Quadros e Palmeira (2013). Nas folhas Ji-Paraná e Serra da Providência o magmatismo Serra da Providência está representado pelo batólito homônimo cuja forma original foi alterada, especialmente na sua borda oeste, pelas deformações posteriores.

Ainda no Mesoproterozoico, mais especificamente entre o Calimiano-Ectasiano ocorre uma sedimentação plataformar, com grande contribuição siliclástica e pelítica relacionadas às formações Igarapé Quinze e Igarapé Lourdes, Quadros *et al.* (2013). A primeira ocorre na porção oeste da Folha Ji-Paraná, estendendo-se até a porção central da Folha Rio Machado (1:250.000). A Formação Igarapé Lourdes ocorre principalmente na porção leste de ambas as folhas mapeadas, sotoposta a Suíte Intrusiva Serra da Providência.

No Mesoproterozoico ocorre um novo período colisional ( $D_2$ ), entre 1,35 e 1,33 Ga que deformou e metamorfoisou ( $M_2$ ) os litotipos do Complexo Jamari,

especialmente a borda oeste do batólito Serra da Providência. O metamorfismo atingiu a fácies anfibolito alto e desenvolveu faixas com tramas milonítica e gnáissica. Este mesmo pico metamórfico atingiu ainda a Formação Igarapé Quinze (<1,36 Ga Quadros *et al.* 2011), com geração de paragneisses, xistos, quartzitos e lentes de anfibolitos. Já no caso da Formação Igarapé Lourdes (<1,55 Ga) o pico do metamorfismo atingiu o apenas a fácies xisto verde, gerando metarenitos, metargilitos e metassiltitos. O atual posicionamento da Formação Igarapé Lourdes pode ter sido ocasionado pelo evento  $D_2$ , que teria gerado uma tectônica compressiva responsável por empurrar estes sedimentos sobre o batólito Serra da Providência.

Na fase final do Mesoproterozoico, mais especificamente no Esteniano, ocorre a fase transpressional ( $D_3$ ) com idade entre 1,18 e 1,10 Ga, Quadros e Palmeira (2013) que retrabalha as rochas do Complexo Jamari, Suíte Serra da Providência e Igarapé Quinze, com o desenvolvimento de um sistema transpressional sinistral, como reflexo da Orogênese Nova Brasilândia (Sunsás-Nova Brasilândia).

No Paleozoico ocorre a sedimentação da Formação Pedra Redonda relacionada aos membros “arenito arcossiano” e “diamictito” (coberturas sedimentares associadas a Bacia dos Parecis). Esta sedimentação estaria associada a depósitos glaciogênicos, que representariam períodos interglaciais ou pós-glaciais, associados a ambientes fluviais-glaciais.

O quadro abaixo mostra um resumo dos principais eventos geológicos ocorridos na área mapeada, figura 4.4. Já na figura 4.5 é possível observar os subdomínios das áreas mapeadas.

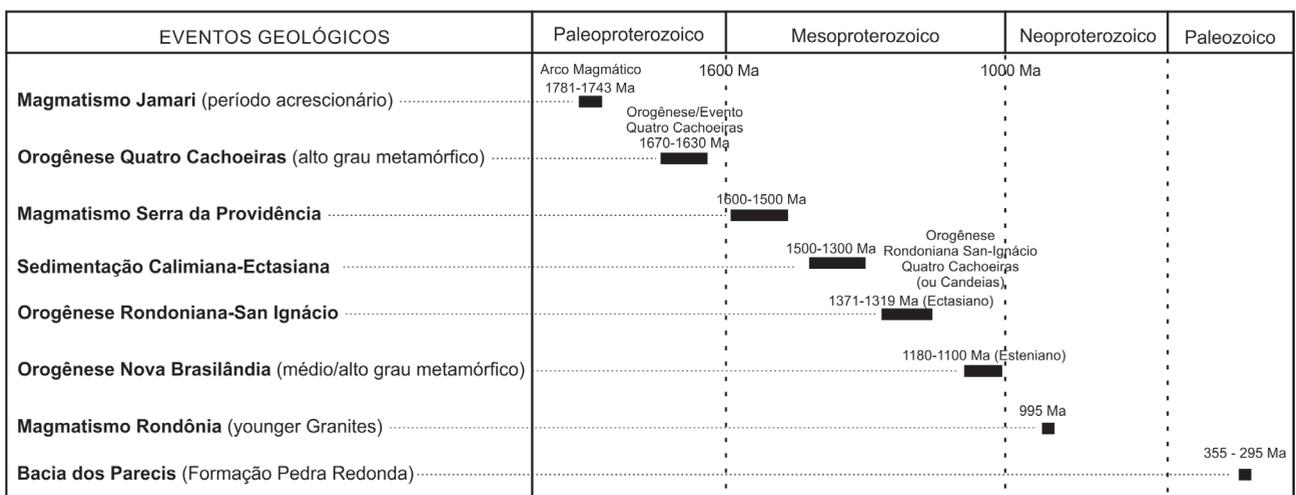
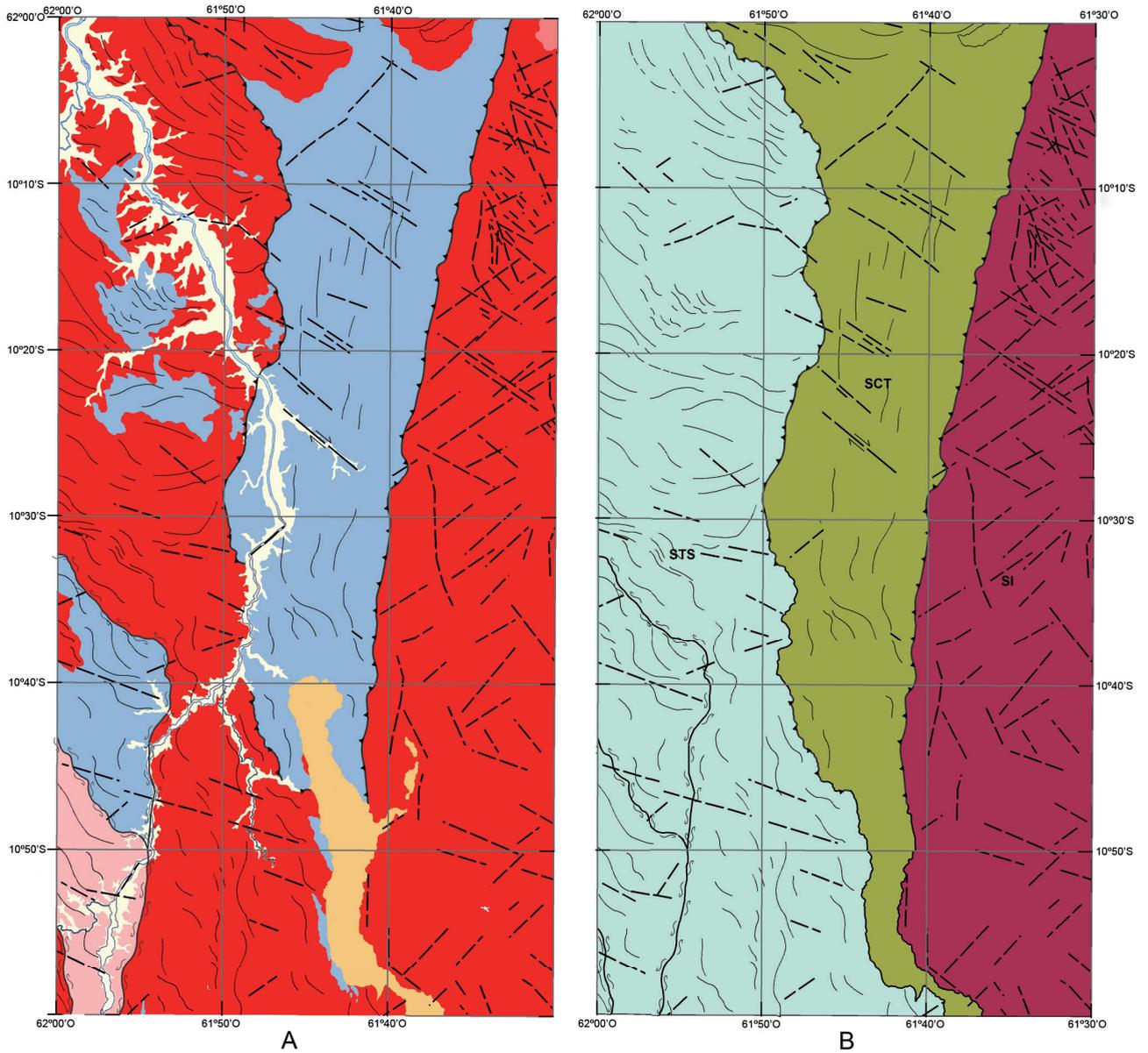


Figura 4.4 – Principais eventos geológicos ocorridos no domínio Jamari e atuantes de forma direta ou indireta nos limites ou adjacências das Folhas Ji-Paraná e Serra da Providência, modificado de Quadros e Palmeira (2013).



**Legenda**

**Bacia Sedimentar Fanerozoica**

Coberturas Paleozoicas

**Supracrustais Mesoproterozoicas**

Sedimentação Calimiana-Ectasiana

**Suíte Magmática Intraplaca**

Granitóides Tonianos Tipo A

Granitóides Calimianos Tipo A

**Orógeno Paleoproterozóico - Arco Magmático**

Suíte tonalítica a granítica, calcialcalina, com rochas máficas associadas.

**Subdomínios**

Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná-Cujubim - STS

Subdomínio Compressivo Transicional - SCT

Subdomínio Indeformado - SI

Falha contracional

Falha ou fratura aproximada

Lineamentos estruturais: traços de superfície S

Zona de cisalhamento transcorrente sinistral



Figura 4.5 – A) Mapa geotectônico das áreas mapeadas. B) Mapa de subdomínios das áreas mapeadas.

# 5 - PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

## 5.1 - INTRODUÇÃO

Neste levantamento foram coletadas 177 amostras de sedimentos de corrente (SC) e de concentrados de bateia (CB), em aproximadamente 2.193 km<sup>2</sup>, obtendo-se uma densidade média aproximada de 1 (uma) amostra/12km<sup>2</sup> para ambos os métodos. A cobertura da amostragem geoquímica foi calculada subtraindo-se da área total da Folha Ji-Paraná a área da reserva indígena Igarapé Lourdes, onde não foram coletadas amostras (Figura 5.1). Na Folha Serra da Providência não foram coletadas amostras, uma vez que mais de 70% da área da folha é ocupada pela Reserva Indígena Igarapé Lourdes e pela Reserva Biológica Federal Jaru.

As coletas foram realizadas preferencialmente nas estações previamente planejadas no escritório. Nos casos em que os locais de coleta, por diversas razões, não foram favoráveis ou acessíveis, cancelou-se ou mudou-se o ponto de coleta para o melhor local possível.

Na área de trabalho já foram realizados pela CPRM três projetos, dos quais dois são projetos geoquímicos históricos (Manganeés na Serra da Providência e Centro-Leste de Rondônia) e o terceiro e último projeto (Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais) realizou uma compilação dos dados existentes até o ano de 1985 na área da Folha Ji-Paraná (SC.20-Z-A).

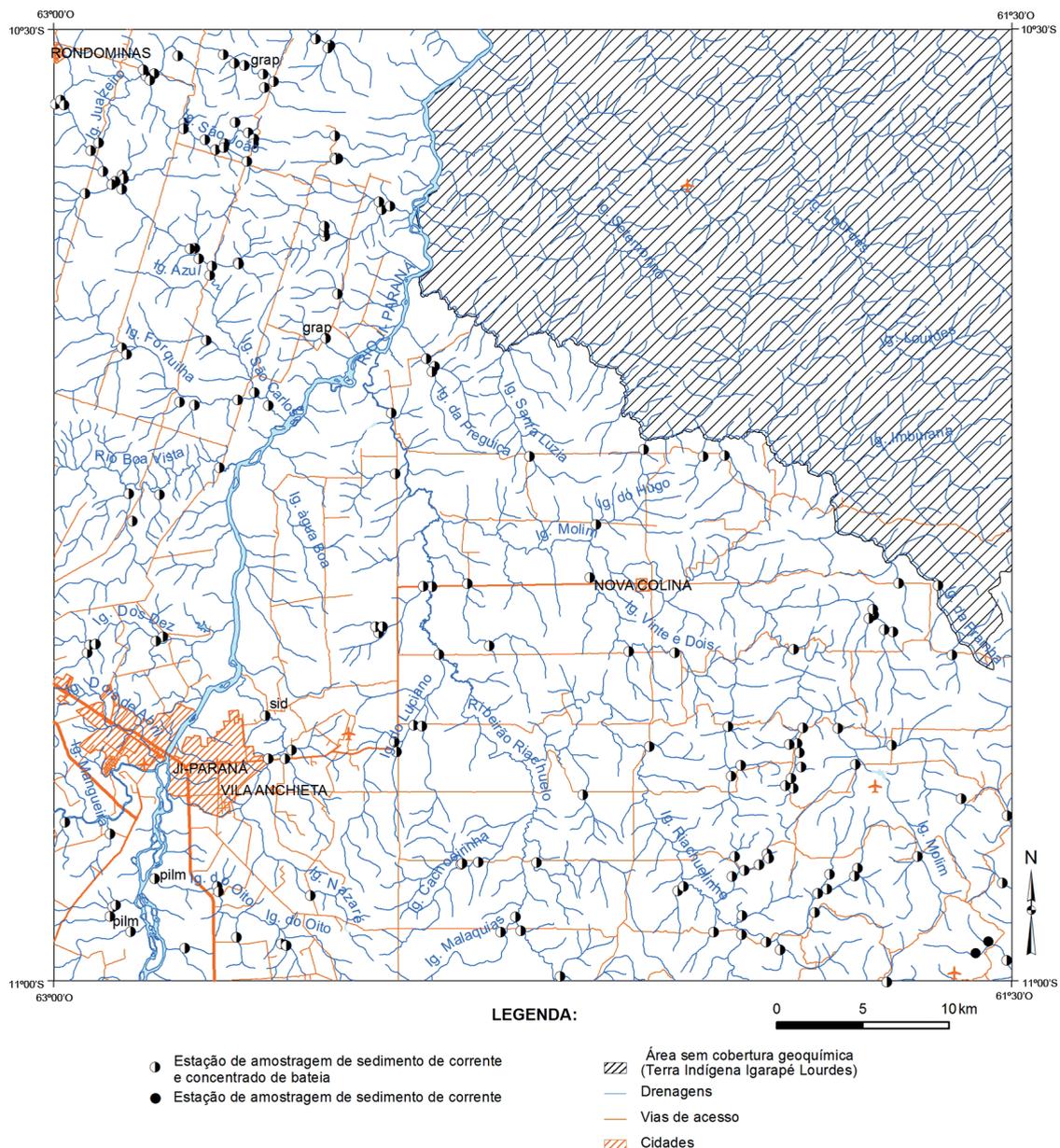


Figura 5.1 – Área de cobertura geoquímica com as estações de amostragem da Folha Ji-Paraná.

Somente o Projeto Manganês na Serra da Providência possui amostras cadastradas no GEOBANK. São ao todo: 101 análises semi-quantitativas e por espectrografia de absorção atômica para os elementos Cu, Pb, Zn e Au de concentrados de bateia, 56 análises de sedimentos de corrente por espectrografia de emissão semi-quantitativa para 30 elementos e 42 análises químicas de rocha por fluorescência de raios-x.

Dos 101 pontos de concentrado de bateia coletados no Projeto Manganês na Serra da Providência incorporou-se ao projeto Ji-paraná oito pontos. Estes possuem teores de cassiterita e/ou ouro inferiores a cinco por cento e foram considerados destaques mineralógicos.

## 5.2 - MÉTODOS DE TRABALHO

### 5.2.1 - SEDIMENTO DE CORRENTE (SC)

A amostragem de sedimento de corrente foi do tipo composta. Foram coletadas de três a cinco porções da fração fina, depositada na calha principal da drenagem, com uma pá plástica. Ainda no campo, o sedimento foi peneirado a 1 mm com uma peneira de *naylon* e, por fim, o material foi acondicionado em saco plástico devidamente identificado (Fotos 5.1 e 5.2).



Foto 5.1 - Procedimento de coleta de sedimento de corrente em leito ativo.



Foto 5.2 – Material utilizado no procedimento de coleta de sedimento de corrente.

A fração fina foi destinada para análise química de 50 elementos (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cu, Cr, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn, Zr) no SGS Geosol Laboratórios LTDA, onde as amostras foram peneiradas a 80 *mesh*, pulverizadas, digeridas com água régia e analisadas por ICP-OES e ICP-MS. Os resultados de sedimento de corrente constam no Sistema de Informações Geográficas-SIG do Projeto Ji-Paraná, na forma de *Geodatabase*.

### 5.2.2 - CONCENTRADO DE BATEIA (CB)

Os concentrados de bateia foram coletados nos leitos ativos das drenagens e em todas as amostras lavou-se 20 litros de material. Utilizou-se uma peneira com 4 mm de abertura para separar o cascalho. Por fim, cerca de 250 gramas de concentrado foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados (Fotos 5.3, 5.4 e 5.5).



Foto 5.3 - Procedimento de coleta de concentrado de bateia. Etapa de peneiramento de amostra.



Foto 5.4 - Procedimento de coleta de concentrado de bateia. Etapa de bateamento da amostra.



Foto 5.5 - Procedimento de coleta de concentrado de bateia. Etapa de armazenamento da amostra.

Sempre que possível, tentou-se coletar as amostras em concentradores naturais, tais como, curva interna dos rios, pé de cachoeira, “sombra” de matas e/ou antigos troncos de árvores (Foto 5.6).



Foto 5.6 - Procedimento de coleta de concentrado de bateia. Coleta de amostra em concentradores naturais (antigos troncos de árvores).

As amostras de concentrado de bateia foram preparadas e analisadas no laboratório de apoio a pesquisa de diamante (LAPD) da SGGEOSOL. As amostras, tiveram seu peso inicial (aproximadamente 250 gramas) diminuído até cerca de 30 gramas. Estes sofreram análise mineralométrica semi-quantitativa em lupa binocular. Em todas as amostras houve a contagem de pintas de ouro e exame com a lâmpada ultravioleta (*mineralight*). A preparação das amostras em laboratório seguiu o processo mostrado no fluxograma da Figura 5.2. Os resultados de concentrado de bateia constam no Sistema de Informações Geográficas-SIG do Projeto Ji-Paraná, na forma de *Geodatabase*.

A análise mineralométrica foi reportada de forma semi-quantitativa nos seguintes intervalos: menor do que 1%; entre 1 e 5%; entre 5 e 25%; entre 25 e 50%; entre 50 e 75%; e maior do que 75%.

### 5.3 - RESULTADOS OBTIDOS

#### 5.3.1 - SEDIMENTOS DE CORRENTE

Os dados de sedimentos de corrente passaram por um processo de tratamento estatístico sequencial, realizado segundo as seguintes etapas:

1. Utilização de estatística univariada (sumário dos estimadores, histogramas, gráficos de probabilidade normal e gráficos *box & whiskers*). Análise da distribuição espacial dos elementos, cálculo e consistência das anomalias;
2. Utilização de estatística multivariada (matriz de correlação, análise de agrupamento e análise de principais componentes). Análise da distribuição espacial dos auto-valores resultantes da análise de principais componentes;

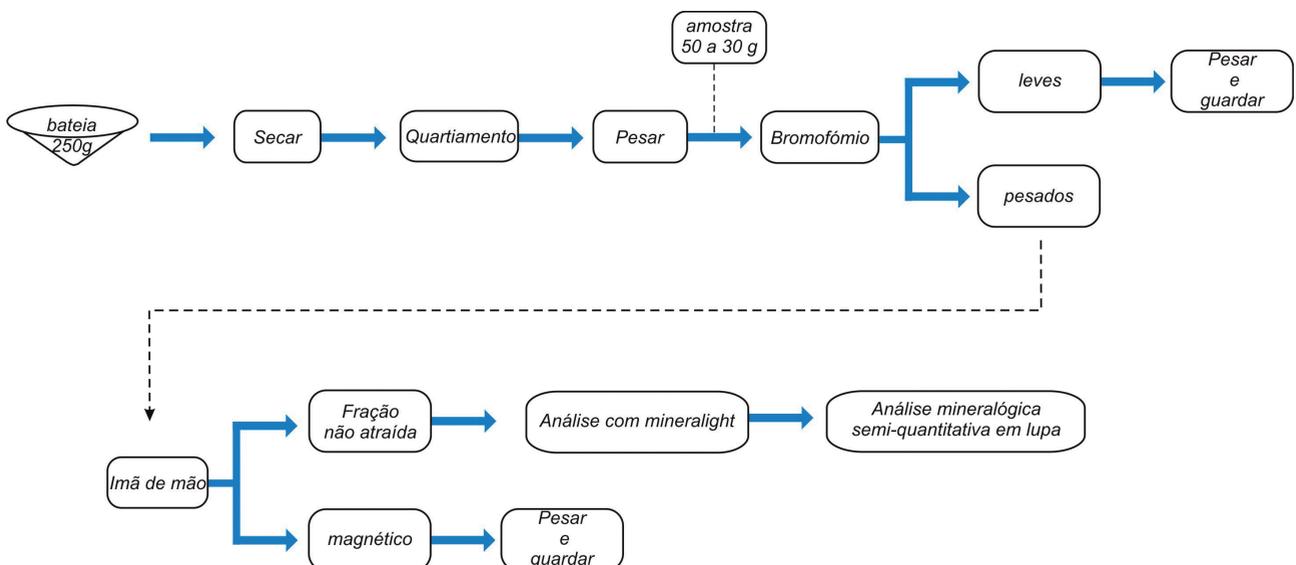


Figura 5.2 – Fluxograma do processo de preparação de amostras em laboratório.

- Interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural.

### 5.3.1.1 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES E HISTOGRAMAS (ESTATÍSTICA UNIVARIADA)

A análise estatística das 177 amostras da Folha Ji-Paraná considerou os dados como uma população única representante da área total do projeto.

Os elementos B e Re não foram detectados nas amostras analisadas neste projeto. Os teores de Au, Na, S, Se, Hg, Ge, Ta e Li possuem cerca de 70% ou mais dos dados, abaixo dos respectivos limites de detecção. O Au, Se, Li e o Ta devido a sua importância foram considerados anômalos quando apresentaram teores acima do limite de detecção. Eles não serão considerados nos tratamentos estatísticos que exijam correlações de valores (estatística multivariada). Para os quatro demais elementos que se encontram neste caso é recomendável verificar a situação geológica dos locais onde estes teores ocorrem, para correlacioná-los com os resultados obtidos.

O Pb, Zn, Co, Mn, Fe, U, Th, La, Al, Ga, Hf, Sn, Zr, Y e Ce foram detectados em todas as amostras.

Existe um grupo de 25 elementos (Mo, Cu, Ag, Ni, As, Sr, Cd, Sb, Bi, V, Ca, P, Cr, Mg, Ba, Ti, K, W, Sc, Te, Cs, Nb, Rb, In e Be) que possui até 30% dos dados, abaixo dos respectivos limites de detecção. Nestes casos, seguiu-se a padronização técnica da empresa, que recomenda que os teores abaixo do limite de detecção com qualificador L (menor do que) sejam transformados pela multiplicação do limite inferior de detecção por 0,667.

Para se definir os limiares foi adotado o diagrama de *box & whiskers* (Figura 5.3) proposto por Tukey (1977), Reimann *et al.* (2005). As anomalias de primeira ordem representam os limites superiores externos ( $Q3+3[Q3-Q1]$ ) e as de segunda ordem representam os limites superiores internos ( $Q3+1,5[Q3-Q1]$ ). A tabela 5.1 apresenta o sumário estatístico dos 40 elementos selecionados.

Dentre as 177 amostras analisadas, 36 amostras aleatórias, e suas duplicatas, foram submetidas ao teste de variância (Tabela 5.2). Adotou-se o teste *t-student* ou teste das pequenas amostras para estabelecer a variância técnica, que inclui os erros de procedimento amostral e laboratorial (preparação e análise).

Os elementos Au, B, Na, S, Ge, Ta, Re, Se, Hg, As, Mg, Cd e Te tiveram o cálculo do *t-student* prejudicado pelo elevado número de amostras com concentrações abaixo do limite inferior de detecção, não sendo acei-

tas ou tornando a realização do teste impossível. Os elementos Mo, Ni, Sr, Ca, Cr, K, W, e Rb foram detectados em mais de 60% das amostras, contudo, não foram aceitas. A variação nos resultados entre indivíduos desses pares de amostras pode ser atribuída a um fator natural, representado pela diferença de material nas drenagens no intervalo de coleta ou aos fatores introduzidos através dos procedimentos de preparação e da análise de cada uma das amostras.

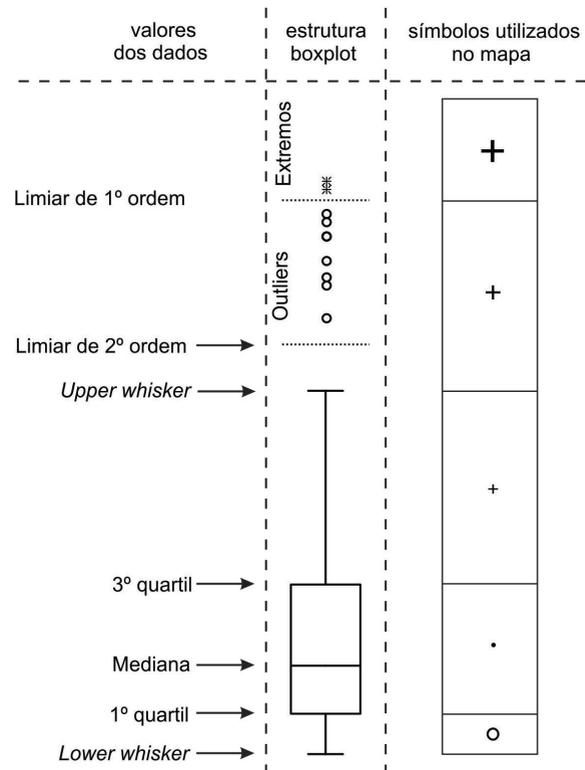


Figura 5.3 – Fluxograma do processo de preparação de amostras em laboratório.

De acordo com os resultados obtidos, a hipótese nula para as populações originais e réplicas serem iguais foi aceita a um nível de significância de 95% para a maioria dos elementos. Dessa forma a variância de amostragem e análise pode ser considerada muito pequena e os resultados analíticos são, portanto, confiáveis e aptos para o processamento estatístico.

Através da análise do coeficiente de variação dos 40 elementos selecionados foi possível se ter uma boa ideia acerca da lei de distribuição dos dados (Licht, 1998). Trinta e cinco elementos apresentam coeficiente de variação maior do que 0,8 ou 80%, o que indica que a distribuição é fortemente assimétrica. Cinco elementos apresentaram coeficiente de variação entre 0,4 ou 40% e 0,8 ou 80% o que não permite qualquer conclusão acerca da distribuição dos dados.

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná

Elemento	Limite inferior de detecção	Grau de detecção	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)	Anomalia de 2° Ordem (Q3+1,5[Q3-Q1])	Anomalia de 1° Ordem (Q3+3[Q3-Q1])
Mo - ppm	0,05	176/177	0,033	0,290	0,850	2,975	4,840	17,380	3,855	130	11,665	18,490
Cu - ppm	0,5	176/177	0,33	2,50	5,40	7,38	10,80	32,70	6,081	82	23,25	35,70
Pb - ppm	0,2	177/177	1,70	5,50	10,80	13,01	17,40	54,20	9,621	74	35,25	53,10
Zn - ppm	1	177/177	2	6	13	18,5	24	81	16,068	87	51	78
Ag - ppm	0,01	173/177	0,006	0,030	0,080	0,433	0,200	6,180	0,962	222	0,455	0,710
Ni - ppm	0,5	176/177	0,33	1,20	3,50	11,61	17,30	73,70	15,330	132	41,45	65,60
Co - ppm	0,1	177/177	0,10	0,90	2,10	3,10	4,30	22,80	3,096	100	9,40	14,50
Mn - ppm	5	177/177	50	192	318	565	726	3015	580,781	103	1527	2328
Fe - %	0,01	177/177	0,110	0,510	0,990	1,306	1,790	5,060	1,104	85	3,710	5,630
As - ppm	1	63/177	0,6	0,6	0,6	1,1	1,0	14,0	1,412	127	1,6	2,2
U - ppm	0,05	177/177	0,130	0,720	1,720	2,905	3,710	19,480	3,327	115	8,195	12,680
Th - ppm	0,1	177/177	0,70	4,90	11,60	24,46	24,40	326,10	42,565	174	53,65	82,90
Sr - ppm	0,5	173/177	0,33	1,00	1,70	2,64	2,90	27,10	0,019	111	5,75	8,60
Cd - ppm	0,01	96/177	0,006	0,006	0,010	0,017	0,020	0,190	0,094	62	0,041	0,062
Sb - ppm	0,05	165/177	0,033	0,080	0,130	0,151	0,190	0,620	1,523	335	0,355	0,520
Bi - ppm	0,02	124/177	0,013	0,013	0,080	0,455	0,370	14,650	22,777	151	0,906	1,441
V - ppm	1	173/177	0,6	4	7	15,1	17	159	0,020	108	36,5	56
Ca - %	0,01	108/177	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,17	58,615	92	0,04	0,06
P - ppm	50	66/177	33,3	33,3	33,3	64	67	324	19,904	142	117,6	168,1
La - ppm	0,1	177/177	1	5	9	14,0	15	197	236,385	148	29	44
Cr - ppm	1	170/177	0,6	3	10	159,4	250	1406	0,025	162	620,5	991
Mg - %	0,01	79/177	0,006	0,006	0,006	0,015	0,020	0,280	26,968	79	0,041	0,062
Ba - ppm	5	176/177	3,3	17	27	34,1	45	182	0,485	125	87	129
Ti - %	0,01	174/177	0,006	0,070	0,160	0,388	0,530	2,290	0,236	94	1,220	1,910
Al - %	0,01	177/177	0,040	0,110	0,170	0,251	0,310	2,320	0,076	115	0,610	0,910
K - %	0,01	170/177	0,006	0,030	0,050	0,066	0,080	0,700	10,344	156	0,155	0,230
W - ppm	0,1	144/177	0,06	0,10	0,40	6,62	10,10	49,60	2,055	92	25,10	40,10
Sc - ppm	0,1	165/177	0,06	0,80	1,60	2,24	2,80	10,10	0,309	45	5,80	8,80
Te - ppm	0,05	96/177	0,033	0,033	0,070	0,943	0,450	8,420	1,847	196	1,076	1,701
Ga - ppm	0,1	177/177	0,30	1	1,40	1,75	2,20	12,10	1,395	80	4,30	6,40
Cs - ppm	0,05	171/177	0,033	0,120	0,180	0,257	0,290	2,090	0,260	101	0,545	0,800
Hf - ppm	0,05	177/177	0,110	0,780	2,200	4,582	6,020	33,660	6,103	133	13,880	21,740
Nb - ppm	0,05	174/177	0,033	0,740	1,870	3,218	4,710	26,960	3,670	114	10,665	16,620
Rb - ppm	0,2	176/177	0,13	3,00	5,00	8,25	9,10	166,20	13,769	167	18,25	27,40
Sn - ppm	0,3	177/177	0,50	1	1,60	2,15	2,60	7,60	1,658	77	5	7,40
Zr - ppm	0,5	177/177	3,90	25,90	64,10	125,79	150,30	962,20	161,416	128	336,90	523,50
Y - ppm	0,05	177/177	0,820	5,030	9,900	14,987	19,850	94,310	16,146	108	42,080	64,310
Ce - ppm	0,05	177/177	3,040	12,040	22,010	34,401	37,690	413,040	44,670	130	76,165	114,640
In - ppm	0,02	94/177	0,013	0,013	0,020	0,038	0,050	0,190	0,036	95	0,106	0,161
Be - ppm	0,1	138/177	0,06	0,10	0,30	0,37	0,50	3,40	0,388	104	1,10	1,70

Tabela 5.1 - Sumário estatístico dos 40 elementos selecionados.

CPRM - Programa Geologia do Brasil

Elemento	N1=N2	N1*(S1)2	N2*(S2)2	N1+N2-2	RÔ	t	T(0,95)	Índice	Hipótese Nula
Mo - ppm	36	337,78	4,44959873	70	1,831722497	2,659234703	1,67	2,659234703	NÃO
Cu - ppm	36	2089,51	1115,171778	70	5,605217852	0,497803451	1,67	0,497803451	ACEITO
Pb - ppm	36	4051,32	3409,243397	70	8,552355138	0,157333807	1,67	0,157333807	ACEITO
Zn - ppm	36	10579,73	5679,844444	70	12,62567203	1,189146973	1,67	1,189146973	ACEITO
Ag - ppm	36	42,32	1,834959848	70	0,657931328	1,055889499	1,67	1,055889499	ACEITO
Ni - ppm	36	3809,48	191,0925714	70	6,262694944	1,77990838	1,67	1,77990838	NÃO
Co - ppm	36	242,66	202,041873	70	2,088014051	0,54267616	1,67	0,54267616	ACEITO
Mn - ppm	36	13857820,19	8640694,854	70	469,6527194	0,251520497	1,67	0,251520497	ACEITO
Fe - %	36	83,39	102,3990273	70	1,349631286	-1,245718043	1,67	1,245718043	ACEITO
As - ppm	36	32,19	2184	70	4,661261375	-4,844476701	1,67	4,844476701	NÃO
U - ppm	36	320,23	165,2682943	70	2,181704583	0,35706799	1,67	0,35706799	ACEITO
Au - ppm	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Th - ppm	36	26341,19	22384,99302	70	21,85652577	0,397897687	1,67	0,397897687	ACEITO
Sr - ppm	36	52,79	112,1958992	70	1,271797879	-1,843604269	1,67	1,843604269	NÃO
Cd - ppm	36	0,02	0,00728	70	0,015242209	-3,106376436	1,67	3,106376436	NÃO
Sb - ppm	36	0,60	0,848818895	70	0,119077117	-0,064546592	1,67	0,064546592	ACEITO
Bi - ppm	36	3,76	2,715997143	70	0,252044529	0,778879239	1,67	0,778879239	ACEITO
V - ppm	36	44616,00	52120,34848	70	30,79603178	-0,371286958	1,67	0,371286958	ACEITO
Ca - %	36	0,00	0,301030476	70	0,05477111	-2,279590284	1,67	2,279590284	NÃO
P - ppm	36	203794,44	567378,9784	70	86,95127193	-1,053072913	1,67	1,053072913	ACEITO
La - ppm	36	14658,25	17367,80314	70	17,71950654	-0,166263104	1,67	0,166263104	ACEITO
Cr - ppm	36	1188063,50	3987,825312	70	108,1054009	2,873032007	1,67	2,873032007	NÃO
Mg - %	36	0,01	0,025983007	70	0,017817981	-1,822210678	1,67	1,822210678	NÃO
Ba - ppm	36	17972,95	25068,08571	70	20,54193072	-1,091598723	1,67	1,091598723	ACEITO
Ti - %	36	15,30	9,110148254	70	0,489216343	0,619579429	1,67	0,619579429	ACEITO
B - ppm	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Al - %	36	1,43	1,998430159	70	0,183387557	-1,583318076	1,67	1,583318076	ACEITO
Na - %	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
K - %	36	0,04	0,076278319	70	0,033885619	-2,636937145	1,67	2,636937145	NÃO
W - ppm	36	2023,85	18,4384	70	4,474648119	3,722116764	1,67	3,722116764	NÃO
Sc - ppm	36	149,95	180,6079683	70	1,800199748	0,564180746	1,67	0,564180746	ACEITO
S - %	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Hg - ppm	36	0,02	0,006406536	70	0,015668086	7,503196544	1,67	7,503196544	NÃO
Se - ppm	36	0,00	10,8952381	70	0,326827263	-4,160419559	1,67	4,160419559	NÃO
Te - ppm	36	77,86	0,26	70	0,875120724	2,392162284	1,67	2,392162284	NÃO
Ga - ppm	36	77,87	116,8510159	70	1,381674897	-0,666333522	1,67	0,666333522	ACEITO
Cs - ppm	36	2,33	2,335088403	70	0,213889434	-1,028504616	1,67	1,028504616	ACEITO
Ge - ppm	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Hf - ppm	36	1509,20	705,8231886	70	4,660029594	0,571113306	1,67	0,571113306	ACEITO
Nb - ppm	36	1200,47	317,6594283	70	3,85793158	0,710045406	1,67	0,710045406	ACEITO
Rb - ppm	36	1206,62	2218,570921	70	5,794852455	-1,838059776	1,67	1,838059776	NÃO
Sn - ppm	36	97,27	44,9824	70	1,180942219	1,167085564	1,67	1,167085564	ACEITO
Ta - ppm	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Zr - ppm	36	1223419,67	573231,7892	70	132,718612	0,43393004	1,67	0,43393004	ACEITO
Y - ppm	36	5586,10	3232,466822	70	9,298203115	0,272975173	1,67	0,272975173	ACEITO
Ce - ppm	36	83656,03	77394,56177	70	39,73571863	-0,029336138	1,67	0,029336138	ACEITO
In - ppm	36	0,09	0,057051429	70	0,037767304	1,095975522	1,67	1,095975522	ACEITO
Re - ppm	36	-	-	70	-	-	1,67	-	-
Be - ppm	36	2,74	4,192592593	70	0,260749158	-0,729840465	1,67	0,729840465	ACEITO
Li - ppm	36	6,50	23,68888889	70	0,544030789	-1,640216755	1,67	1,640216755	ACEITO

Tabela 5.2 - Variância e t-student para os 50 elementos analisados.

Foram elaborados histogramas para os 40 elementos selecionados (anexo 01). Na elaboração dos histogramas calculou-se o número de classes através da fórmula de *Sturges* ( $1+3,3\log_{10}N$ ), admitindo-se então 9 intervalos para as 177 amostras. A assimetria dos dados também foi observada nos histogramas de frequência.

O tratamento estatístico univariado revelou um total de 118 pontos anômalos, destes, 93 pontos são de anomalias de primeira ordem e 116 pontos de anomalias de segunda ordem. Para determinação das zonas anômalas seguiu-se os preceitos metodológicos, ou seja, anomalias que representem duas ou mais bacias contíguas constituem uma zona anômala.

Através da verificação da distribuição geográfica das anomalias de primeira ordem delimitou-se a zona anômala (I):  $Ag\pm Te\pm W\pm As\pm Bi\pm Mo$ . Após a delimitação desta zona, recorreram-se as anomalias de segunda ordem para delimitarem-se mais cinco zonas anômalas, são estas: Zona anômala (II)  $As\pm W\pm Sn$ , zona anômala (III)  $P\pm U\pm Th\pm Y\pm La\pm Ce$ ;  $Hf\pm Nb\pm Zr\pm Sn$  e  $Ag\pm Pb\pm Zn\pm Mn\pm Fe\pm Sc$ , zona anômala (IV)  $Sn-In$ , zona anômala (V)  $K\pm Rb\pm Cs\pm Ba\pm P$  e zona anômala (VI)  $P\pm U\pm Th\pm La\pm Ce$ ;  $Fe\pm V\pm Ti$  e  $Rb\pm Cs$  e (Figura 5.4). As demais anomalias com importância metalogenética foram interpretadas como anomalias pontuais.

A zona anômala (I)  $Ag\pm Te\pm W\pm As\pm Bi\pm Mo$  ocupa uma área de aproximadamente 246 km<sup>2</sup> na porção noroeste da folha. Ela é composta por bacias que drenam moscovita xistos, quartzitos e metarenitos da Formação Igarapé Quinze e cinco fácies da Suíte Intrusiva Serra da Providência, são estas: fácies MP1 $\gamma$ psv composta por riolitos porfiríticos, dacitos e biotita microgranitos porfiríticos, milonitizados e metamorfizados em fácies anfíbolito; fácies MP1 $\gamma$ pgf composta por biotita sienogranitos, equigranular a inequigranular, granulação fina a média, milonitizados e metamorfizados em fácies anfíbolito inferior, fácies MP1 $\gamma$ psp composta por hornblenda biotita sienogranitos a biotita sienogranitos porfiríticos de granulação grossa, possuem textura milonítica a gnáissica, facoidais metamorfizados em fácies anfíbolito médio, fácies MP1 $\gamma$ pch composta por charnockitos porfiríticos de granulação grossa e isotrópicos e a fácies MP1 $\gamma$ pgb diques de diabásio a olivina gabros, isotrópicos a

foliados (protomiloníticos). A anomalia encontra-se no subdomínio transpressivo sinistral Ji-Paraná – Cujubim – STS.

A zona anômala (II)  $As\pm W\pm Sn$  ocupa uma área de aproximadamente 52 km<sup>2</sup> na porção sul da folha. Ela é composta por bacias que drenam metatonalitos do Complexo Jamari, moscovita metarenitos a moscovita quartzitos da Formação Igarapé Lourdes e quatro fácies do Suíte Intrusiva Serra da Providência, são estas: fácies MP1 $\gamma$ pls composta biotita leucosienogranitos com fluorita, equigranulares, isotrópicos de granulação grossa e pelas fácies MP1 $\gamma$ psp, MP1 $\gamma$ pgf e MP1 $\gamma$ pgb. Esta anomalia também encontra-se no subdomínio transpressivo sinistral Ji-Paraná – Cujubim – STS.

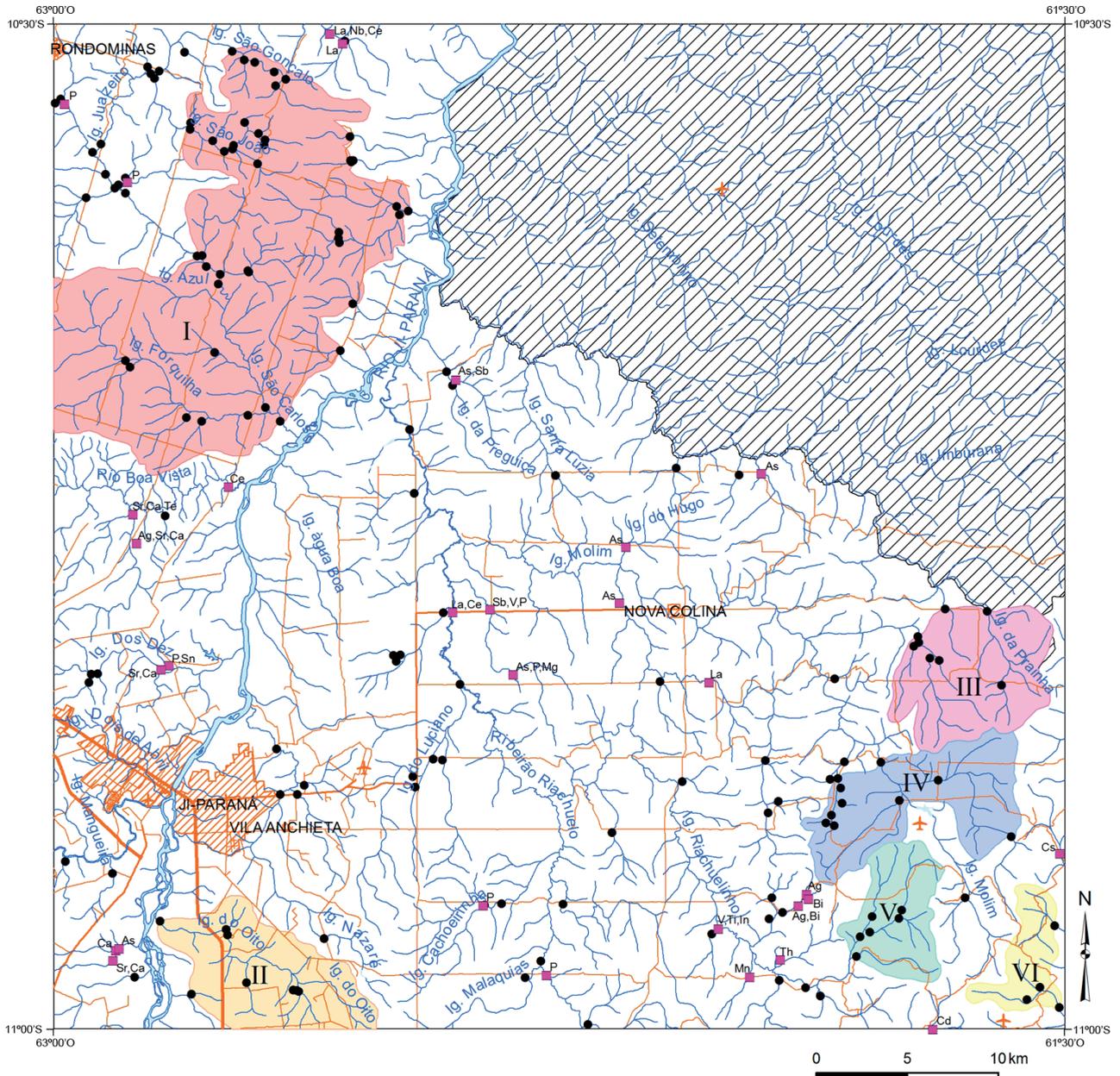
As demais zonas anômalas localizam-se na porção sudeste da folha, no subdomínio tectônico de núcleos preservados – SNP.

A zona anômala (III)  $P\pm U\pm Th\pm Y\pm La\pm Ce$ ;  $Hf\pm Nb\pm Zr\pm Sn$  e  $Ag\pm Pb\pm Zn\pm Mn\pm Fe\pm Sc$  ocupa uma área de aproximadamente 53 km<sup>2</sup>. Ela é constituída por bacias que drenam exclusivamente a fácies MP1 $\gamma$ psp não deformada e a fácies e MP1 $\gamma$ pgb composta diques de diabásio a olivina gabros, isotrópicos. A fácies MP1 $\gamma$ psp é composta por hornblenda biotita sienogranitos a biotita sienogranitos porfiríticos de granulação grossa, com mega cristais ovoides de k-feldspato, rapakivíticos ou não (viborgitos e piterlitos).

A zona anômala (IV)  $Sn-In$  ocupa uma área de aproximadamente 53 km<sup>2</sup>. Ela é constituída por bacias que drenam as fácies MP1 $\gamma$ psp, MP1 $\gamma$ pgb e MP1 $\gamma$ pgf. A fácies MP1 $\gamma$ pgf é composta por biotita sienogranitos granofíricos com fluorita, equigranulares a inequigranulares com granulação fina a média.

A zona anômala (V)  $K\pm Rb\pm Cs\pm Ba\pm P$  ocupa uma área de aproximadamente 29 km<sup>2</sup>. Ela é constituída por bacias que drenam as fácies MP1 $\gamma$ psp, MP1 $\gamma$ pgf, MP1 $\gamma$ psl, MP1 $\gamma$ pgb e MP1 $\gamma$ psv. A fácies MP1 $\gamma$ psv é composta por riolitos porfiríticos, dacitos e biotita microgranitos porfiríticos, isotrópicos. Possuem fluorita intersticial e por vezes são rapakivítico.

A zona anômala (VI)  $U\pm Th\pm P\pm La\pm Ce$ ;  $Fe\pm V\pm Ti$  e  $Rb\pm Cs$  ocupa uma área de aproximadamente 18 km<sup>2</sup>. Ela é constituída por bacias que drenam as fácies MP1 $\gamma$ psp, MP1 $\gamma$ psl e MP1 $\gamma$ pgb.



LEGENDA:

DISTRIBUIÇÃO DAS ANOMALIAS GEOQUÍMICAS	
Zona geoquímica	Elementos anômalos
I	Ag±Te±W±As±Bi±Mo
II	U±Th±P±La±Y±Ce; Zr-Hf, Nb-Sn e Ag±Pb±Zn±Mn±Fe±Sc
III	Sn-In
IV	K±Rb±Cs±Ba±P
V	U±Th±P±La±Ce; Fe±V±Ti e Rb±Cs
VI	As±W±Sn

- ▨ Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)
- Drenagens
- Vias de acesso
- ▨ Cidades
- Estação de amostragem de sedimento de corrente
- Estações de sedimento de corrente anômalas (1º Ordem)

- Ag,La,Te,V
- |              |               |                |                |
|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Ag - prata   | Ce - cério    | Mn - manganês  | Sr - estrôncio |
| As - arsênio | Cs - césio    | Nb - nióbio    | Te - telúrio   |
| Bi - bismuto | In - índio    | P - fósforo    | Th - tório     |
| Ca - cálcio  | La - lantânio | Sb - antimônio | Ti - titânio   |
| Cd - cádmio  | Mg - magnésio | Sn - estanho   | V - vanádio    |

Figura 5.4 – Mapa de localização das zonas anômalas e anomalias de sedimento de corrente.

### 5.3.1.2 - ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

#### 5.3.1.2.1- CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Utilizou-se a correlação linear com o índice de Pearson ( $r$ ) para estudar as relações dos 40 elementos selecionados. Na matriz de correlação (Figura 5.5) adotaram-se os intervalos de correlação sugeridos por Andriotti (2003), são estes: correlação nula zero; fraca (zero-0,3); regular [0,3-0,6]; forte [0,6-0,9]; muito forte [0,9-1] e Correlação perfeita 1.

Quando estes valores apresentam-se negativos, indicam uma correlação inversa. Na matriz de correlação foram destacadas somente as correlações perfeitas, muito fortes e fortes, permitindo assim, um melhor entendimento da figura.

O primeiro enfoque numa matriz de correlação de dados geoquímicos é estudar a influência dos processos de adsorção pelos óxidos de Fe e Mn e por matéria orgânica. Principalmente por se estar trabalhando numa área de clima de floresta tropical, onde o fenômeno de adsorção é muito intenso.

Para se ter uma visão da influência dos óxidos de Fe e Mn na concentração dos elementos metálicos nos sedimentos de drenagem deve-se verificar as correlações destes com os demais elementos metálicos na matriz de correlação. O Mn não apresenta correlação notável com os elementos Cu, Pb e Zn. O Fe apresenta correlação com os elementos Cu-Ti ( $>0,80$ ). Nota-se que ambos os elementos não apresentam um comportamento na matriz de correlação indicando processo de adsorção de íons metálicos. O comportamento do Fe reflete uma afinidade geoquímica em fases minerais Litófilos. Segundo Licht (1998), a taxa de adsorção dos metais pela matéria orgânica é equivalente a dos óxidos hidratados de Fe e Mn.

Outras correlações que se destacam na matriz são: associação Mo-Ni-Cr-W ( $> 0,89$ ); associação Al-Ga-K-Rb-Cs-Mg ( $<0,80$ ), associação Zr-Hf-Y-Ag ( $< 0,80$ ); Pb-Zn (0,84); U-Y (0,96) e Sr-Ca (0,94).

A partir da matriz de correlação aplicou-se a análise de agrupamento utilizando o índice de Pearson ( $r$ ) como fator. Elaborou-se um dendograma com os 40 elementos selecionados (Figura 5.6).

#### 5.3.1.2.2- ANÁLISE DE PRINCIPAIS COMPONENTES

Também utilizou-se análise de principais componentes para a definição das zonas geoquímicas anômalas. Esta técnica tem por objetivo simplificar a descrição de um conjunto de variáveis inter-relacionadas. Dos 50 elementos analisados somente 35

foram submetidos à análise de principais componentes. Estes elementos foram selecionados devido a sua correlação ( $> 0,60$ ) em uma matriz de correlação de valores normalizados.

A tabela 5.3 mostra a segregação dos elementos pela análise de principais componentes, mostrando seis fatores responsáveis por 84% da variância das amostras de sedimento de corrente. A análise foi calibrada com a rotação *Varimax normalizada*, a qual as melhores correlações das variáveis (no caso, elemento) em relação aos fatores. Para determinação da quantidade de fatores que são relevantes para esta análise nas amostras, foi utilizado o teste *Scree*, onde o programa mostra um gráfico com os alto-valores (valor representativo da variância) de cada fator gerado (Figura 5.7). A partir deste gráfico, foi utilizado o critério de Kaiser, onde este considera autovalores relevantes maiores do que 1. Logo, para esta análise foram segregados seis fatores.

A partir da segregação dos fatores é possível interpretar cada fator como uma associação geoquímica entre os elementos analisados.

O fator 1, responsável por 42,92% da variância das amostras, é composto pela associação Cu-Pb-Zn-Mn-Fe-Ti-Sc. Esta associação também pode ser observada na estatística univariada como parte da zona anômala (III) ( $Ag \pm Pb \pm Zn \pm Mn \pm Fe \pm Sc$ ). A análise de agrupamentos mostrou somente uma forte correlação entre os elementos Pb-Zn (0,84).

O fator 2, responsável por 14,40% da variância das amostras, é composto pela associação Mo-Ni-Cr-W-Co. Esta associação não gerou zonas anômalas na estatística univariada, contudo, aparece na análise de agrupamentos com forte correlação (acima de 0,89) entre os elementos Mo-Ni-Cr-W.

O fator 3, responsável por 12,12% da variância das amostras, é composto pela associação Mg-Ba-Al-K-Ga-Cs-Rb-Be. Esta associação também não gerou zonas anômalas na estatística univariada, contudo, aparece na análise de agrupamentos com forte correlação (acima de 0,80) entre os elementos Mg-Al-K-Ga-Cs-Rb.

O fator 4, responsável por 6,79% da variância das amostras, é composto pela associação V-La-Ce. Esta associação não foi observada nem na estatística univariada e nem apresentou forte correlação na análise de agrupamentos.

O fator 5, responsável por 4,58% da variância das amostras, é composto pela correlação Sr-Ca. Esta correlação também foi observada na análise de agrupamentos sendo considerada muito forte (0,94).

O fator 6, responsável por 3,75% da variância das amostras, é composto pela associação U-Th-Y-Hf-Nb-Zr. Ela aparece na estatística univariada como parte da zona anômala III.



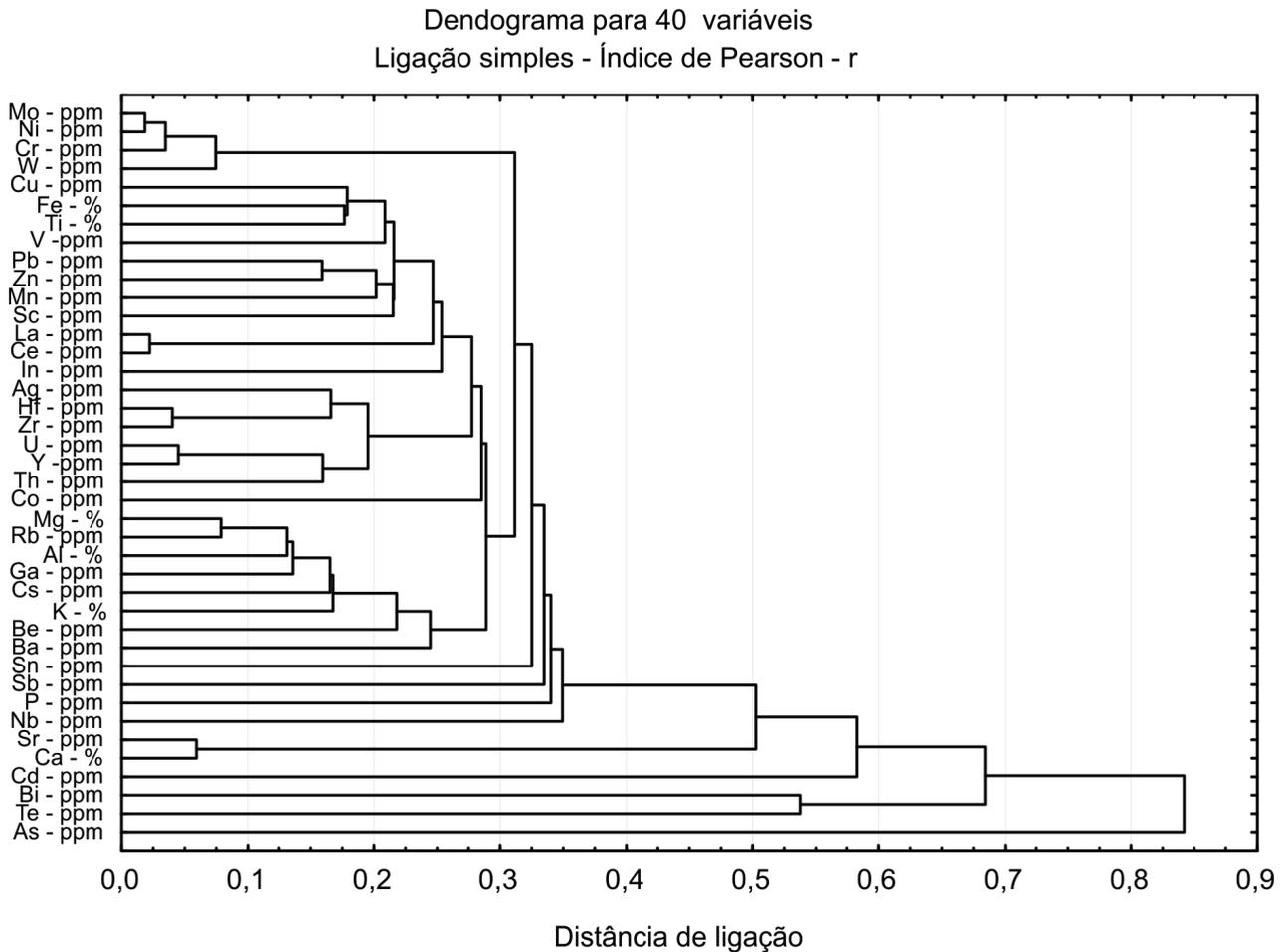


Figura 5.6 - Dendrograma dos 40 elementos selecionados da Folha Ji-Paraná.

O anexo 2 mostra a interpolação dos auto-valores resultantes da análise de principais componentes para cada fator extraído, em cada estação amostrada.

### 5.3.2 - CONCENTRADOS DE BATEIA (DESTAQUES MINERALÓGICOS)

Os minerais foram divididos em quatro grupos: os minerais-minério (Grupo I), minerais metamórficos (Grupo II), minerais acessórios (Grupo III) e minerais de alteração (IV). Um mineral pode pertencer a mais de um grupo, nestes casos colocou-se o mineral no seu grupo mais provável de ocorrência e o número dos outros possíveis grupos ao lado (Tabela 5.4). Neste relatório utilizou-se um tratamento reduzido para os resultados mineralógicos pelo fato de que a interpretação de grande quantidade de minerais fugiria ao escopo do nível de detalhamento deste trabalho.

Foram considerados destaques mineralógicos os pontos com minerais minérios e os pontos de

minerais metamórficos, acessórios e de alteração com grandes concentrações.

#### 5.3.2.1 - MINERAIS-MINÉRIO

O ouro foi identificado em apenas dois pontos (Figura 5.8), um na parte noroeste e o outro na parte leste da folha Ji-Paraná, ambos com diâmetro de grão menor do que 0,5mm. O ponto 4043-B-CC123 possui uma bacia de drenagem com aproximadamente 15 km<sup>2</sup> de área e drena rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência: fácies MP1 $\gamma$ pgf composta por biotita sienogranitos, equigranular a inequigranular, granulação fina a média, milonitizados e metamorizados em fácies anfíbolito inferior e a fácies MP1 $\gamma$ pch composta por charnockitos porfíricos de granulação grossa e isotrópicos. O ponto 4043-B-CC146 possui bacia de drenagem com aproximadamente 4 km<sup>2</sup> de área e drena o metatonalito do Complexo Jamari.

A cassiterita foi identificada em 45 pontos (Figura 5.8). Ocorre uma concentração maior de

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
Mo - ppm	0,05	0,97	0,11	-0,01	0,09	0,11
Cu - ppm	0,74	0,45	0,08	0,27	0,13	0,21
Pb - ppm	0,71	0,03	0,40	0,18	0,04	0,31
Zn - ppm	0,71	0,02	0,38	0,11	0,09	0,45
Ag - ppm	0,33	0,55	0,01	-0,17	-0,02	0,52
Ni - ppm	0,09	0,96	0,08	0,00	0,17	0,10
Co - ppm	0,43	0,62	0,22	0,38	0,29	-0,04
Mn - ppm	0,72	0,08	0,14	-0,02	0,12	0,45
Fe - %	0,75	0,17	0,33	0,40	0,10	0,20
U - ppm	0,30	0,13	0,29	0,27	-0,06	0,82
Th - ppm	0,17	-0,15	0,15	0,39	0,01	0,73
Sr - ppm	0,06	0,24	0,13	0,02	0,94	0,01
Sb - ppm	0,57	0,15	0,38	-0,03	-0,05	0,20
V - ppm	0,52	-0,01	0,11	0,79	0,06	0,03
Ca - %	0,12	0,18	0,11	0,13	0,93	0,00
La - ppm	0,12	0,03	0,33	0,85	0,08	0,19
Cr - ppm	0,07	0,96	0,02	-0,04	0,15	0,08
Mg - %	0,08	-0,04	0,90	0,18	0,11	0,08
Ba - ppm	0,35	0,19	0,71	-0,03	0,22	0,09
Ti - %	0,84	0,01	-0,06	0,27	0,07	0,34
Al - %	0,17	0,15	0,92	0,07	0,13	0,02
K - %	0,04	0,28	0,85	-0,04	0,03	0,21
W - ppm	-0,15	0,92	0,09	0,00	0,03	0,01
Sc - ppm	0,60	0,05	0,24	0,18	0,29	0,44
Ga - ppm	0,40	0,03	0,76	0,32	0,09	0,15
Cs - ppm	0,18	-0,03	0,76	0,49	-0,01	0,04
Hf - ppm	0,43	0,35	0,08	-0,08	-0,01	0,74
Nb - ppm	0,38	-0,08	-0,01	0,10	0,04	0,71
Rb - ppm	0,04	0,00	0,95	0,16	-0,05	0,11
Sn - ppm	0,49	0,37	0,26	0,09	0,01	0,44
Zr - ppm	0,45	0,38	0,07	-0,13	0,00	0,70
Y - ppm	0,28	0,15	0,34	0,15	0,02	0,84
Ce - ppm	0,17	-0,04	0,37	0,84	0,07	0,19
In - ppm	0,74	-0,24	0,12	0,18	-0,08	0,29
Be - ppm	0,19	0,01	0,72	0,36	0,01	0,27
Auto-valores	6,61	5,34	6,77	3,47	2,16	5,24
Variância Total (%)	42,92	14,40	12,12	6,79	4,58	3,75

Tabela 5.3 – Segregação de fatores pela análise de principais componentes.

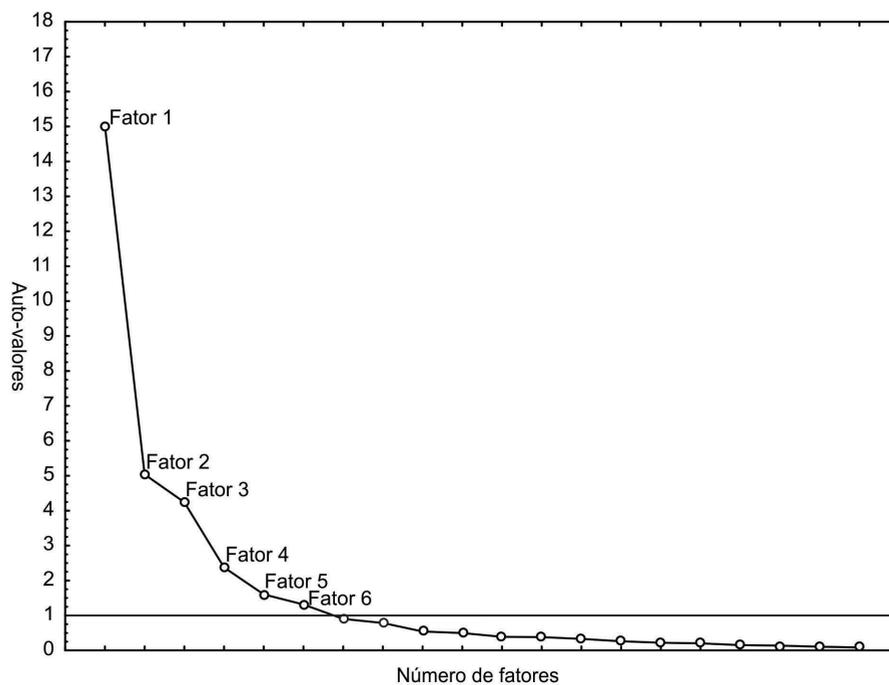


Figura 5.7. Gráfico Scree para determinação da quantidade de fatores relevantes para análise, mostrando a linha tracejada como limite para os fatores relevantes (critério de Kaiser).

Minerais-minério (I)	Minerais Metamórficos (II)	Minerais Acessórios (III)	Minerais de alteração (IV)
Ouro	Cianita	Granada piropo	
Cassiterita	Sillimanita	Picroilmenita	
Columbita-tantalita	Estaurólita	Ilmenita	
Topázio	Micas (III)	Hematita	
Scheelita	Anfibólio (III)	Magnetita	Pirita-Limonitizada
	Epidoto (III)	Pirita	Limonita
	Rutílo (III)	Cromita	Leucóxênio
	Anatásio (III)	Ghanita	Goethita
	Granada (III)	Turmalina (II)	
	Piroxênio (III)	Zircão (II)	
	Titanita (III)	Monazita (I)	
		Xenotímio (I e II)	
		Siderita	

Tabela 5.4 - Divisão dos minerais em grupos.

pontos na porção sudeste e noroeste da folha Ji-Paraná e drenam todas as seis fácies associadas a Suíte Intrusiva Serra da Providência. Todos os pontos apresentaram teores menores que 1%. A cassiterita apresenta cor preta/vermelha (Foto 5.7) muito comum em toda a Província Estanífera de Rondônia.

A columbita-tantalita foi identificada em três pontos na parte central da folha (Figura 5.8). Os pontos 4043-B-CC55 E 4043-B-CC56 possuem bacia de drenagem variando de 10 a 50 km<sup>2</sup> de área. Assim como a cassiterita, os pontos drenam fácies associadas a Suíte Intrusiva Serra da Providência. Todos os três pontos apresentaram teores menores que 1%. A columbita-tantalita apresenta cor preta, brilho submetálico e hábito prismático curto. Os cristais normalmente terminam pelo plano basal (Foto 5.8).

O topázio foi identificado em seis pontos (Figura 5.8), distribuídos entre a parte central e a porção noroeste da folha. Todos os pontos apresentam teores menores que 1% e drenam fácies associadas a Suíte Intrusiva Serra da Providência.

A scheelita foi identificada no ponto 4043-B-CC96 (Figura 5.8) com teor menor que 1%. A bacia de drenagem drena exclusivamente a fácies MP1γ<sub>psp</sub> composta por: hornblenda biotita sienogranitos a biotita sienogranitos porfíricos de granulação grossa, com textura milonítica a gnáissica, facoidais metamorfizados em fácies anfibolito médio.

### 5.3.2.2 - MINERAIS METAMÓRFICOS

A cianita está presente em 48 amostras, mas somente o ponto 4043-B-CC155 apresentou concentrações que variam de 1 a 5%. Os demais 47 pontos apresentam concentrações inferiores a 1%.

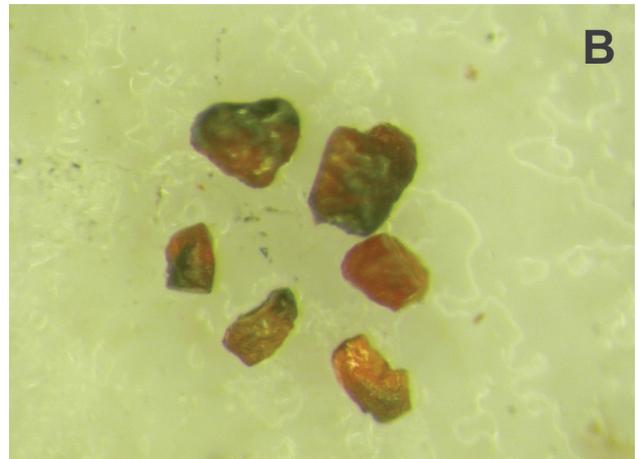
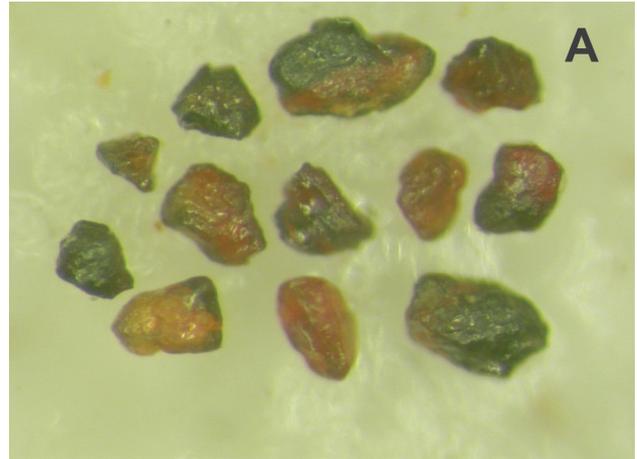


Foto 5.7. Grãos de cassiterita bicolor (preta/vermelha), pontos 4043-B-CC038 (A) e 4043-B-CC050 (B).

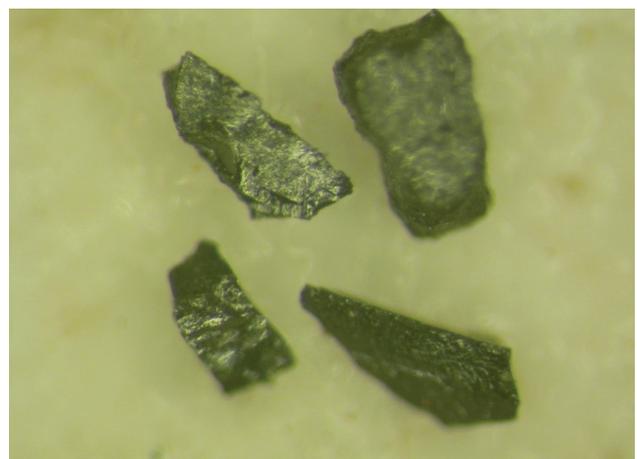


Foto 5.8. Cristais de columbita-tantalita, ponto 4043-B-CC055.

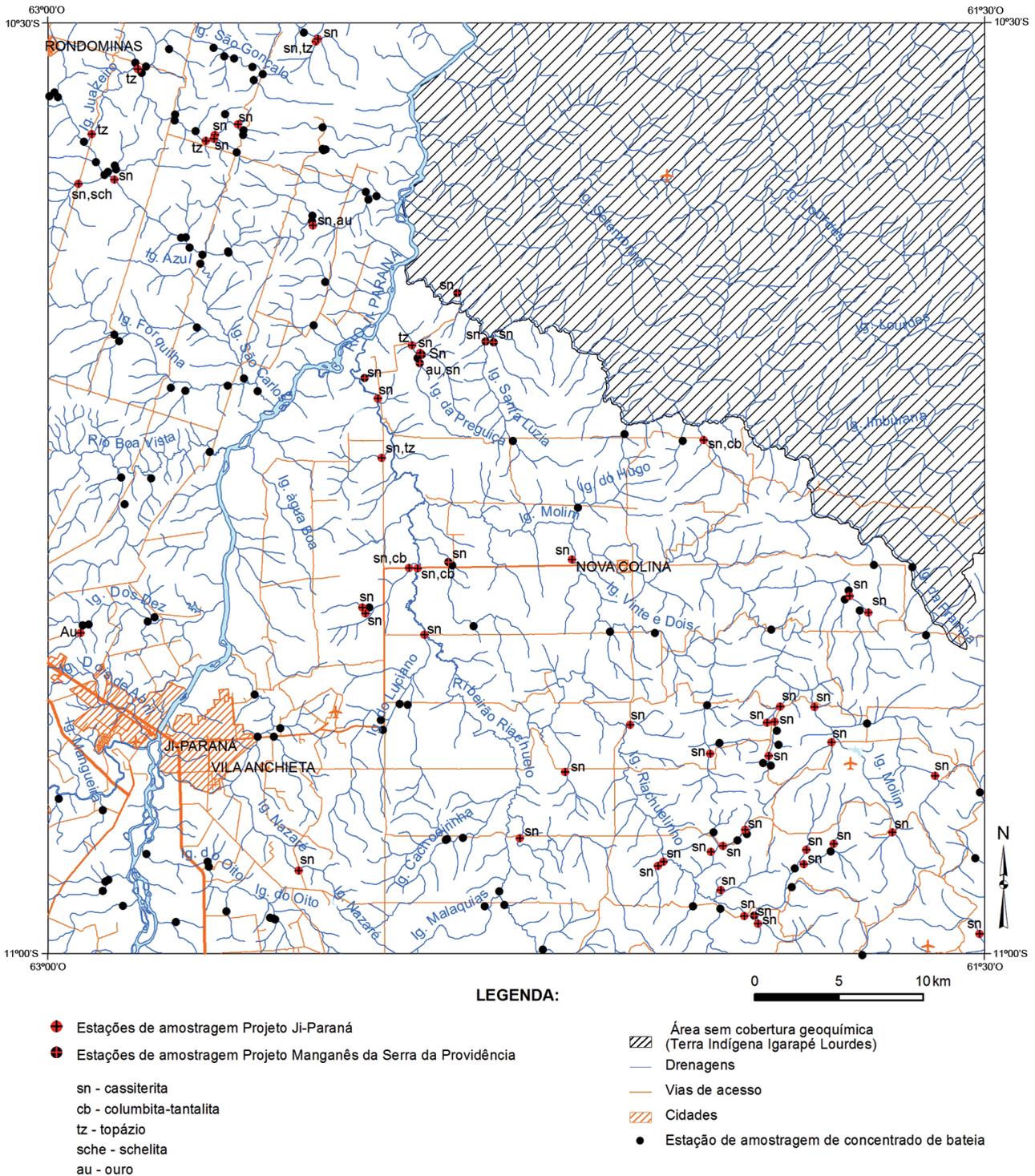


Figura 5.8 – Mapa de localização dos destaques mineralógicos de minerais minérios.

A sillimanita está presente em sete amostras. Destas, seis drenam o metatonalito do Complexo Jamari na porção sudoeste da folha. O ponto 4043-B-CC152 possui de 1 a 5% do mineral e o restante dos pontos possui teores menores que 1%.

A estauroлита está presente em 64 amostras espalhadas pela folha, em quantidades normalmente menores que 1%. Destacam-se na parte sul da folha três pontos (4043-B-CC151, 4043-B-CC155 e 4043-B-CC156) com 5 a 25% do mineral.

A mica está presente em 106 amostras espalhadas pela folha, em quantidades normalmente menores que 1%. Apenas em três pontos a concentração de mica ficou entre 1 e 5%.

O anfibólio está presente em 41 amostras espalhadas pela folha, em quantidades normalmente menores que 1%. Apenas no ponto 4043-B-CC148 a concentração de anfibólio ficou entre 5 e 25%. Este ponto drena o metatonalito do Complexo Jamari.

O epidoto está presente em 146 amostras, em quantidades normalmente menores que 1%. Destacam-se na parte oeste da folha dois pontos (4043-B-CC141 e 4043-B-CC143) com 50 a 75% do mineral.

O rutilo está presente em 138 amostras espalhadas pela folha, quase sempre em quantidades menores que 1%. Destaca-se a bacia do igarapé do Oito a sudoeste da folha com quatro pontos que possuem teores de 5 a 25% de rutilo.

O anatásio é bem menos comum do que o seu polimorfo rutilo. Ele está presente em apenas 37 amostras, quase sempre em quantidades menores que 1%.

A granada, provavelmente almandina, está presente em 109 amostras, na grande maioria em quantidades inferiores a 1%. Quatro amostras, duas que drenam moscovita xistos, quartzitos e metarenitos da Formação Igarapé Quinze e duas que drenam o metatonalito do Complexo Jamari apresentam teores que variam entre 5 e 25%.

O piroxênio, provavelmente diopsídio, está presente em 83 pontos quase sempre em quantidades inferiores a 1%. Onze amostras possuem uma quantidade entre 5 e 25% do mineral.

A titanita está presente em apenas duas amostras (pontos 4043-B-CC142 e 4043-B-CC152) em quantidades inferiores a 1%.

### **5.3.2.3 - MINERAIS ACESSÓRIOS**

A granada piropo foi identificada em dois pontos (4043-B-CC103 e 4043-B-CC117) com teores inferiores a 1%. Ambos os pontos drenam a fácies MP1 $\gamma$ pgf da Suíte Intrusiva Serra da Providência, composta por biotita sienogranito, equigranular a inequigranular, granulação fina a média, milonitizados e metamorfizados em fácies anfibolito inferior. As bacias de drenagens são de segunda ordem e possuem área que variam de 8 a 12km<sup>2</sup>. Os dois pontos que possuem granada piropo foram representados como destaque mineralógico na Figura 5.9.

A ilmenita magnésiana (picroilmenita) também só foi identificada em dois pontos (4043-B-CC151 e 4043-B-CC159). Em ambos apresentaram teores inferiores a 1%. Assim como os pontos que possuem granada piropo, os pontos que possuem picroilmenita também foram representados na Figura 5.9 como destaque mineralógico.

A ilmenita está presente em todos os pontos sendo o mineral mais abundante detectado nos concentrados de bateia. Nos pontos onde ocorre em menor quantidade sua concentração varia de 5 a 25%. Em 58 pontos a ilmenita ocorre em quantidades entre 75 e 100%.

Assim como a ilmenita a magnetita também foi detectada em todos os pontos. A concentração de magnetita nos concentrados variou de teores inferiores a 1% a quantidades entre 25 e 50%. As doze estações que apresentaram maior concentração em magnetita localizam-se na parte sudeste da folha e drenam fácies da Suíte Intrusiva Serra da Providência.

A hematita está presente somente em dezesseis pontos sempre em quantidades inferiores a 1%.

A pirita está presente em apenas três amostras espalhadas pela folha em quantidades inferiores a 1%.

A cromita foi identificada em quatro pontos. Todos localizam-se na parte sudoeste da folha e apresentaram teores menores que 1%.

Assim como a magnetita e a ilmenita o zircão está presente em todos os pontos. Contudo é o único mineral que possui todas as faixas de concentração variando de menor que 1% a quantidades entre 75 a 100%.

A xenotima está presente em 13 amostras, em quantidades inferiores a 1%. Destas, nove drenam exclusivamente fácies da Suíte Intrusiva Serra da Providência. Devido a isto ele foi classificado como mineral acessório.

A monazita está presente em 53 amostras, sempre em quantidades inferiores a 1%. Destes, pelo menos 37 pontos distribuem-se mais a oeste da folha.

A Turmalina está presente em 148 amostras espalhadas pela folha, na grande maioria em quantidades inferiores a 1%. Em apenas 12 pontos os teores variam entre 5 e 25%.

A ghanita está presente em 35 amostras sempre em quantidades inferiores a 1%. Destas 33 concentram-se na porção oeste da folha e drenam moscovita xistos, quartzitos e metarenitos da Formação Igarapé Quinze, metatonalitos do Complexo Jamari e a fácies MP1 $\gamma$ pgf composta por biotita sienogranitos, equigranular a inequigranular, granulação fina a média, milonitizados e metamorfizados em fácies anfibolito inferior.

A siderita está presente em apenas uma amostra em quantidade inferior a 1%. Ela ocorre na parte sudoeste da folha no igarapé Nazaré e drena exclusivamente a suíte Intrusiva Serra da Providência. Este ponto (4043-B-CC160) foi representado como destaque mineralógico na Figura 5.9.

### **5.3.2.4 - MINERAIS DE ALTERAÇÃO**

A pirita-limonitizada está presente em 36 pontos bem distribuídos pela folha. Em todas as amostras ela apresenta teores inferiores a 1%.

A limonita está presente em 167 amostras espalhadas pela folha. Destas, 96 amostras possuem teores com menos de 1%. Destacam-se os pontos 4043-B-CC009 e 4043-B-CC162 por possuírem de 25 a 50% de limonita.

O leucoxênio está presente em quatro amostras. Destaca-se o ponto 4043-B-CC102 por conter uma quantidade que varia de 5 a 25%.

A goethita está presente em apenas uma amostra com teores inferiores a 1%.

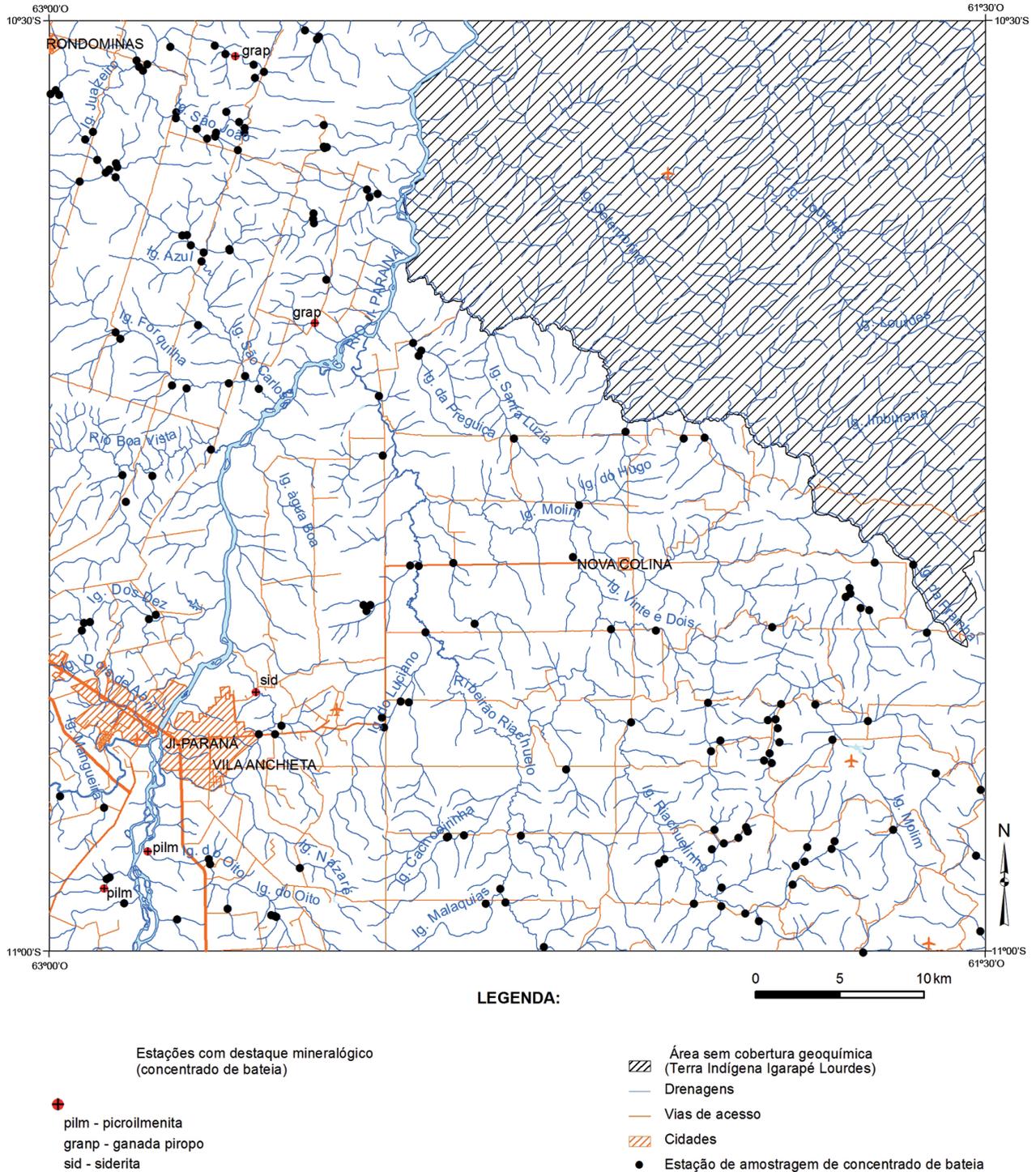


Figura 5.9. Mapa de localização dos destaques mineralógicos de minerais acessórios.

## 6 - RECURSOS MINERAIS

### 6.1 - ASPECTOS GERAIS

Neste capítulo serão apresentados os recursos minerais identificados durante os trabalhos de mapeamento geológico/geoquímico. Apresenta-se, também, extensa revisão de projetos anteriores desenvolvidos na área pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM desde a década de 70, destacando-se aqui os trabalhos de Leal et al. (1976), Soeiro et al. (1977), Kato et al. (1983), Batista (1985) e Quadros e Rizzotto (2007). Foram incluídos ainda os dados de projetos de pesquisa para manganês desenvolvida pela Mineração Itaíba na parte norte do Batólito da Serra da Providência (1978).

Os recursos minerais de ambas folhas totalizam 38 registros. Desse total 20 foram classificados como depósito, 17 como ocorrência, e 1 como indício.

Todos os dados referentes ao cadastramento de recursos minerais estão disponibilizados em Sistema de Informações Geográficas - SIG, no formato de arquivo digital georreferenciado (*shape file*), no CD-ROM Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência SC.20-Z-A-III e Ji-Paraná SC.20-Z-A-

-VI, onde as entidades gráficas vetoriais estão representadas por pontos que representam uma ou mais substâncias minerais, classificadas pelo seu grau de importância e/ou *status* econômico, onde cada ponto contém, na tabela de atributos vinculada no *shape file*, diversas informações sobre cada substância mineral cadastrada. É importante destacar que eventuais redundâncias e/ou equívocos no geobank foram reavaliados e corrigidos, de forma que os dados atuais possuem maior grau de confiabilidade em relação aos historicamente apresentados.

Em termos quantitativos os bens minerais de maior destaque na folha, são: manganês, argila, areia, granito para rocha ornamental, brita, diamante, estanho, ferro e seixo. A figura 6.1 exibe os principais bens minerais e a frequência de cada um em ambas as folhas.

No que diz respeito ao atual estado de aproveitamento econômico 20 foram classificados como mina, 17 ainda não foram explorados e apenas 1 foi classificado como garimpo. A figura 6.2 exibe a distribuição espacial dos respectivos bens minerais cadastrados nas Folhas Serra da Providência SC.20-Z-A-III e Ji-Paraná SC.20-Z-A-VI.

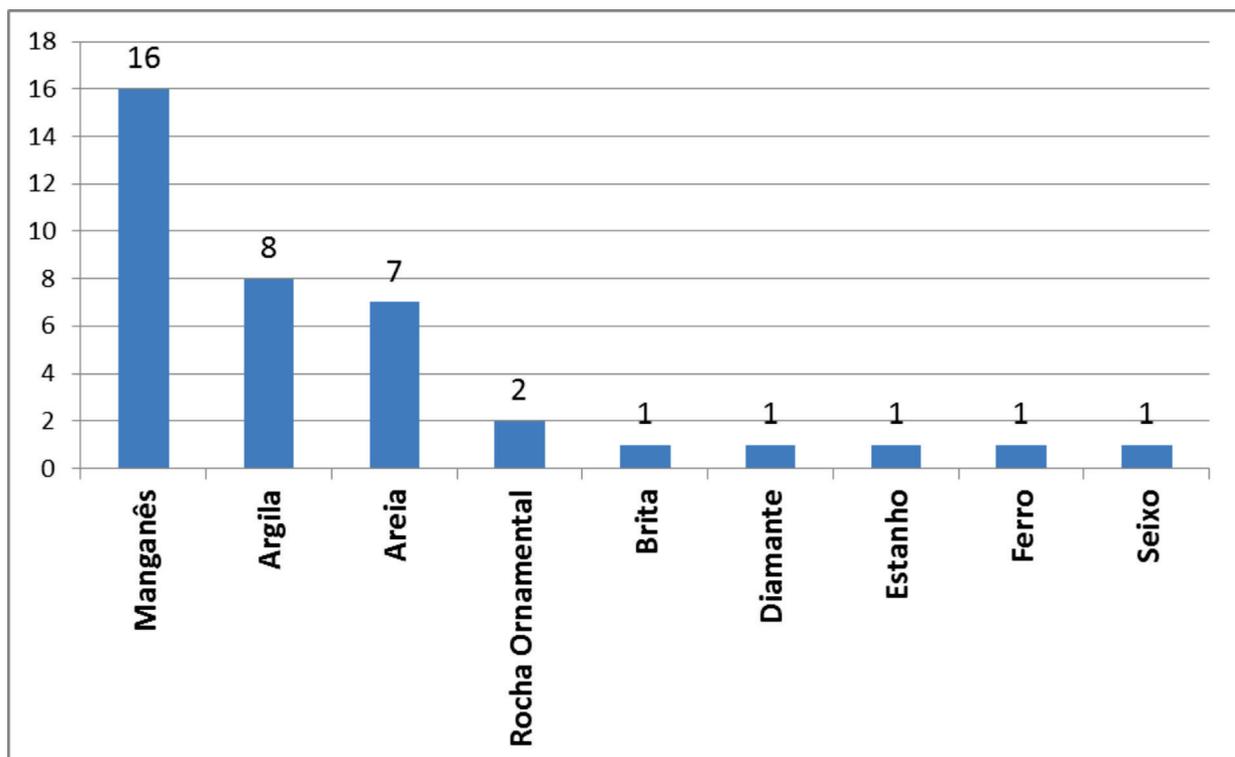


Figura 6.1 – Principais bens minerais registrados nas Folhas Serra da Providência SC.20-Z-A-III e Ji-Paraná SC.20-Z-A-VI.

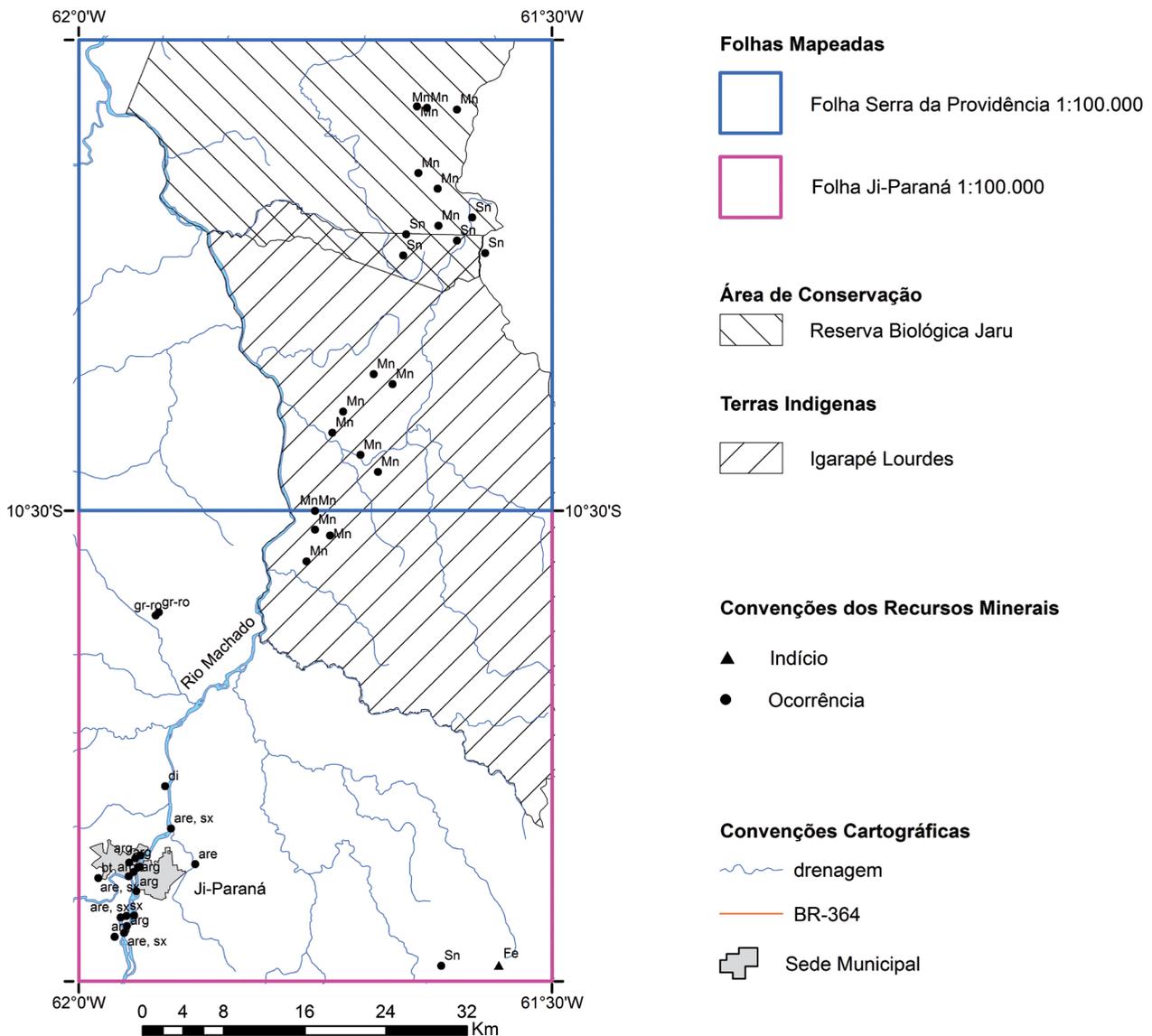


Figura 6.2 – Distribuição dos principais recursos minerais cadastrados nas Folhas Serra da Providência SC.20-Z-A-III e Ji-Paraná SC.20-Z-A-VI.

Os dados do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM mostram que atualmente (Junho de 2013) existem 3 processos em fase de licenciamento, 1 requerimento de lavra e 6 requerimentos de lavra garimpeira. Os bens minerais relacionados aos processos supracitados são: areia, cascalho e quartzo.

Os subitens descritos a seguir foram simplificada-mente enquadrados na condição de minerais metálicos, substâncias não-metálicas e materiais de uso na construção civil.

Neste capítulo serão descritas as substâncias minerais que possuem depósitos e/ou interesse mineral.

## 6.2 - MINERAIS METÁLICOS

Nas folhas Folha Serra da Providência e Ji-Paraná destaca-se como principal mineral metálico o manganês, constituindo um total de 27 ocorrências.

Apesar de não haver nenhum registro de ouro nos domínios das folhas mapeadas destaca-se aqui a

Formação Igarapé Quinze cartografada por Quadros *et al.* (2011) e ampliada pelos trabalhos de campo desta pesquisa até os domínios da folha Ji-Paraná 1:100.000. Há nesta unidade, especialmente nos domínios das folhas Machadinho e Ji-Paraná, escala 1:250.000, diversos registros de ouro em concentrado de bateia além de pelo menos dois garimpos históricos. Neste sentido, por correlação, é necessário o desenvolvimento de trabalhos de detalhe que enfoquem a identificação de possíveis anomalias de ouro e/ou associações geoquímicas compatíveis.

### 6.2.1 - METAIS NÃO FERROSOS E SEMIMETAIS

#### 6.2.1.1 - ESTANHO

Os primeiros registros de ocorrências de casiterita na área de estudo são atribuídos a relatos de técnicos do projeto Centro Leste de Rondônia

(1:250.000), (Kato et al. 1983), que cadastraram na Folha Ji-Paraná (1:250.000) 64 ocorrências minerais, das quais 33 de cassiterita.

As ocorrências cadastradas foram detectadas através da prospecção geoquímica aluvionar de concentrados de bateia e de registros de frentes de lavra (garimpos) existentes. Os respectivos autores sugerem que as ocorrências de cassiterita são do tipo detrítico aluvionar de idade Holocênica, ocorrendo associada, sobretudo, as drenagens que interceptam os granitos Serra da Providência.

Nesta pesquisa também através da prospecção geoquímica aluvionar de concentrados de bateia foram identificadas duas áreas principais com teores anômalos para cassiterita. Sendo a primeira localizada na porção noroeste e a segunda na porção sudeste da folha Ji-Paraná, onde afloram rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência.

Costa & Iza (2011) identificaram a presença de rochas mais evoluídas na porção sudeste da folha Ji-Paraná (litofácies leucosienogranito), sugerindo uma zona de cúpula granítica (figura 3.8).

O caráter evoluído destas rochas foi confirmado pela petrografia e geoquímica, além das anomalias aerogeofísicas previamente constatadas (alto U, Th e K). Castro et al. (2012) também sugerem que esta fácies, possui o maior grau de diferenciação magmática, dentre as fácies cartografadas, com relativa abundância de minerais hidrotermais. Estes autores através de concentrados de bateia de rocha detectaram a presença de barita, scheelita, fluorita e topázio disseminados no biotita leucogranito.

Nesta fácies ocorrem ainda cavidades miarolíticas preenchidas por quartzo e turmalina. Os dados de campo mostram ainda que estes litotipos ocorrem associados a um outra fácies constituído por subvulcânicas félsicas ambos cartografados e descritos no capítulo 03. Estes dados permitem sugerir que a fácies sienogranítico foi alojado em condições de baixa pressão, em nível crustal raso em profundidades inferiores a 3 km (Nascimento et al. 2002). As rochas estudadas diferem daquelas descritas por Rizotto et al. (1995b) por não apresentarem textura granofírica a micrográfica, quando analisadas em lâmina petrográfica.

Castro et al. (2013) através de concentrados de bateia de rocha detectou-se a presença de cassiterita em teores menores do que 1% na fácies biotita sienogranito equigranular, de granulação fina a média e na fácies hornblenda-biotita sienogranito a biotita sienogranito, porfirítico de granulação grossa, com megacristais ovóides de feldspato potássico, rapakivíticos (viborgito a piterlito). Foram analisados onze grãos de cassiterita da fácies fina a média e sete grãos de cassiterita da fácies grossa em MEV-EDS. Em todos os grãos só foi feita uma análise pontual.

A cassiterita derivada do biotita sienogranito equigranular possui teores de SnO<sub>2</sub> entre 95,21 e 99,19% em sua composição química e valores máximos de 0,25% de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,46% Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,02% WO<sub>3</sub> e 0,99% InO<sub>2</sub>. A cassiterita proveniente do biotita sienogranito porfirítico de granulação grossa possui teores de SnO<sub>2</sub> 94,5 a 98,99% em sua composição química e valores máximos de 0,09% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,24% Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,84% WO<sub>3</sub> e 0,79% InO<sub>2</sub> (Tabela 6.1). Os cristais de cassiterita analisados em ambas as fácies encontram-se destituídos de inclusões minerais (Foto 6.1).

cassiterita	Fácies fina a média (n=11)	Fácies grossa (n=7)
SnO <sub>2</sub>	95,21-99,19	94,5-98,99
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00-0,25	0,00-0,09
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00-2,46	0,79-2,24
WO <sub>3</sub>	0,00-1,02	0,99-2,84
InO <sub>2</sub>	0,44-0,99	0,54-0,79
FeO	0,00-0,83	0,05-0,19

n = número de grãos analisados.

Tabela 6.1. Variação dos elementos (% peso) nas cassiteritas das fácies graníticas do Serra da Providência.



Foto 6.1. Imagem BSD de cristal de cassiterita homogênea e destituída de inclusões sólidas.

### 6.2.1.2 - MANGANÊS

Os primeiros registros de ocorrências de manganês na Serra da Providência são atribuídos a relatos de técnicos do Projeto RADAMBRASIL que realizando trabalhos de campo ao longo de uma encosta da Serra da Providência observaram fragmentos superficiais manganésiferos, bem como blocos rolados deste minério na porção inferior desta elevação, Leal et al. (1976). Na época tais constatações culminaram na elaboração, através do convênio DNPM/CPRM, do Projeto Manganês na Serra da Providência.

Os trabalhos desenvolvidos por Soeiro et al. (1977) no Projeto Manganês na Serra da Providência cadastraram 27 ocorrências de manganês. Segundo os autores a origem do minério estaria ligada aos pelitos pretos manganésiferos do então denominado Grupo Beneficente, atual Formação Igarapé Lourdes.

Os teores observados para este tipo de ocorrência foram da ordem de 0,1 a 5% de manganês.

Concentrações manganíferas sob a forma de preenchimentos ocupando diaclases milimétricas em especial nos metassedimentos da Formação Igarapé Lourdes foram atribuídas pelos referidos autores a remobilização e reconcentração durante os processos de intemperismo e enriquecimentos supergênico.

Contudo Soeiro *et al.* (1977) sugerem ainda que os processos de intemperismo e laterização favoreceram o enriquecimento supergênico em algumas porções da área caracterizando outro tipo específico de ocorrência, associado ao pelito manganesífero. Os teores neste caso seriam da ordem de 14 a 55% de Mn com criptomelana e pirolusita constituindo os principais minerais de manganês. As principais ocorrências lateríticas estariam associadas a blocos com no máximo 30 cm de diâmetro e mais raramente a matacões com dimensões de 30 m x 3 m x 2 m. Este tipo de ocorrência foi a que despertou o maior interesse econômico, entretanto Soeiro *et al.* (1977) não conseguiram definir com precisão a existência ou não de jazidas.

O relatório de justificativa para desistência das pesquisas geológicas na bacia do rio Ji-Paraná apresentado ao DNPM, pela Mineração Itaíba em 1978, através do processo 809564/75, sugere que os depósitos de manganês são do tipo sedimentar-primário, com baixo grau de enriquecimento supergênico (às vezes ausente), tendo sido o Mn depositado junto aos termos pelíticos da sequência sedimentar, num ambiente provavelmente deltaico-lagunar. No que diz respeito as mineralizações o relatório propõe a existência de dois principais tipos: primária e secundária.

A mineralização primária estaria associada a 2 níveis pelíticos bem definidos, intercalados numa sequência siltica, predominantemente ferruginosa, de espessura em torno de 150m, situada na porção superior da sequência sedimentar. No primeiro nível, mais inferior, o manganês está associado a um horizonte de folhelho preto, algo carbonoso, com distribuição aleatória, a espessura deste nível varia desde alguns centímetros até 30 metros e raramente mostra efeito de enriquecimento secundário. A análise química destes folhelhos indica um teor máximo em Mn de 1,22%. No segundo nível, mais superior, o manganês está associado a finos níveis de siltitos intercalados em siltitos ferruginosos, principalmente siltitos claros, secundariamente, numa típica associação rítmica. Os valores neste nível de mineralização variaram de 2,41 a 27,9 %.

Já a mineralização secundária foi atribuída a processos supergênicos incidentes sobre os siltitos manganíferos e justificados a partir da solubilização e posterior reprecipitação do Mn contido neles. Esta

reprecipitação ocorreria no próprio siltito manganesífero, ocorrendo durante o processo de lixiviação da sílica, principalmente, e alumina. Nas rochas encaixantes próximas, tais como siltitos ferruginosos e siltito claro principalmente pela substituição de seus componentes, total ou parcialmente, por Mn e ainda ao longo de planos de fraturas, concordantes ou não com a atitude das camadas.

Análises químicas destes 3 tipos de mineralizações secundárias indicam teor de Mn extremamente variável, de acordo com o grau de enriquecimento secundário, tabela 6.2.

Amostra	Mn(%)	Fe(%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)	BaO(%)
a	29,9-47	1,85-7,7	14,8-35,6	2,01-4,88	0,15-3,19	0,19-1,09
b	12,9-55,3	1,5-11,7	3,24-29,4	na-3,76	na-1,43	na-2,21
c	17,6-42,9	4,63-6,18	12,1-22,7	3,48-4,40	2,72-3,40	

Tabela 6.2. Principais amostras analisadas pela Mineração Itaíba e respectivos teores (mín-máx) de Mn, Fe, SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, para o segundo nível mineralizado. Tipo a: enriquecimento secundário no siltito manganesífero; tipo b: preenchimento de fratura; tipo c: substituição de encaixante; na: não analisado. na: não analisado (Tabela modificada de Mineração Itaíba).

O relatório apresentado pela Mineração Itaíba classifica ainda os tipos de minérios em: plaquetas manganíferas que seriam formadas pela ação erosiva principalmente sobre o siltito manganesífero e, secundariamente sobre a encaixante substituída e fraturas preenchidas por óxido de manganês; Já o segundo tipo estaria relacionado aos blocos manganíferos com formato irregular, raramente arredondado, com sua maior dimensão dificilmente excedendo 25 cm. Os blocos manganíferos seriam formados pela ação erosiva sobre a encaixante substituída e fraturas preenchidas por óxidos de manganês. A faixa de teor em Mn destes blocos, apesar de também ser muito variável, é mais consistente, atingindo valores superiores aos das plaquetas manganíferas.

As conclusões do referido relatório mostram que apesar dos esforços técnicos dispendidos e dos investimentos realizados na área, ficou caracterizado que nenhum depósito econômico de manganês foi encontrado, assim como qualquer simples ocorrência de outra substância mineral.

Kato *et al.* (1983), no que diz respeito ao manganês, apenas reiteram os resultados obtidos por trabalhos anteriores e reforçam que o metal teria origem associada aos pelitos do então denominado Grupo Beneficente e que constituiriam acumulações superficiais como consequência de processos intempéricos de laterização. Eles consideram ainda

os resultados obtidos pela Mineração Itaíba, que as assinala como sendo do tipo sedimentar-primário com baixo grau de enriquecimento supergênico, sem constituir, naquele momento, depósitos de interesse econômico.

Batista (1985), no âmbito das mineralizações associadas ao tipo supergênico destaca o manganês, relacionado à unidade denominada bacia epicontinental marinha. E ocorrendo associado a quartzo, óxido de ferro, minerais sílticos e argilosos. Estas mineralizações estariam ligadas as rochas pelíticas do então denominado Grupo Beneficente aflorante na Serra da Providência.

Os referidos autores não discutem propostas distintas de trabalhos anteriores e sugerem que o manganês ocorre em um protominério oriundo de enriquecimento supergenético, preenchendo diaclases e distribui-se no solo residual e na crosta laterítica que capeiam as rochas daquela unidade.

Atualmente a Folha Ji-Paraná possui 18 pontos de interesse para manganês localizados especialmente nos domínios da Serra da Providência. Todos os 16

pontos citados estão localizados dentro dos domínios da Terra Indígena Igarapé Lourdes (10) e da Reserva Biológica Jarú (06).

No desenvolvimento dos trabalhos de campo foram observadas ocorrências de manganês frequentemente associadas à fraturamentos e microfaturamentos nos siltitos e quartzitos da formação Igarapé Lourdes em especial na porção sudeste da Folha Ji-Paraná 1.250.000. As fraturas são milimétricas a centimétricas com espessuras milimétricas por vezes descontínuas similares àquelas descritas por Soeiro *et al.* (1977). Em apenas um afloramento na porção noroeste da Folha Serra da Providência (SC.20.Z.A III) foram encontrados blocos com dimensões de 20 cm x 20 cm 10 cm associados a mestasiltitos da Formação Igarapé Lourdes, foto 6.2.

### 6.3 - SUBSTÂNCIAS NÃO-METÁLICAS

Os minerais não metálicos incluem rochas ornamentais e indícios de diamante, turmalina, fluorita e cristal de rocha.



Foto 6.2. A) Blocos de siltito com manganês e blocos de manganês evidenciando reação com peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). B) Fragmento de manganês. C) Blocos de siltito com manganês. C1). Detalhes de bloco de siltito com camada milimétrica de manganês. C2) Detalhe do bloco de siltito com ocorrência de manganês. C3) Detalhes de bloco de siltito com manganês preenchendo fraturas.

### 6.3.1 - ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS (RMI)

São considerados minerais e rochas industriais aqueles que, por suas propriedades físicas ou químicas, podem ser utilizados em processos industriais, excluindo os minerais metálicos e os combustíveis fósseis. Os minerais industriais possuem uma grande variedade de aplicações incluindo a construção civil, agricultura, ótica e eletrônica, fundição, indústria química, pigmentos, lamas de perfuração, refratários, vidros, etc.

#### 6.3.1.1 - ROCHAS ORNAMENTAIS

Nas áreas das folhas Serra da Providência (SC.20-Z-A-III) e Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI) existem atualmente 02 cadastros de rochas ornamentais. Uma área específica de interesse para rochas ornamentais também foi cartografada nos domínios da Serra da Providência e será discutida adiante.

Em termos geológicos a área apresenta excelente potencial para rochas ornamentais inclusive com ocorrências de tipos com quartzo azul, associadas em especial a Suíte Serra da Providência. O Complexo Jamari também possui sua parcela de importância participando com litotipos deformados em alto grau além de outros materiais movimentados com frequente ocorrência de granada.

Os litotipos associados às Formações Igarapé Lourdes, e Pedra Redonda merecem estudos mais detalhados, pois dentro dos limites da área não foram identificados alvos relevantes. No geral as rochas encontram-se em avançado estágio de alteração (intemperismo) e os afloramentos comumente são desfavoráveis para a instalação de frentes de lavras apresentando muitas vezes ocorrências erráticas e com dimensões críticas.

Outro fator limitador seria a ocorrência de terras indígenas especialmente na porção leste da área que prejudicam parcialmente o estudo mais específico da Formação Igarapé Lourdes e do maciço Serra da Providência.

Contudo o batótilo Serra da Providência, na porção sudeste da Folha Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI), aflora em grandes exposições que podem permitir boas frentes de lavra em bancada e em outros casos com bancadas e matacões associados. O trabalho atual cartografou pelo menos seis (6) fácies no batótilo, alguns dos quais com possibilidade de utilização como material de “batalha” com cores vermelhas (sienogranitos) e textura média equigranular. O destaque aqui vai para a fácies riolítica que possui matriz afanítica preta com pórfiros milimétricos de k-feldspato, plagioclásio e mais raramente quartzo azul disperso.

Existem ainda outros dois pontos localizados a aproximadamente 25 km a norte de Ji-Paraná que constituem-se em duas frentes de lavra paralisadas e muito próximas entre si e que representam na verdade uma tentativa de extração frustrada. Uma das frentes possuem diversos blocos extraídos e abandonados dos quais até hoje não se encontram registros de comercialização. É um sienogranito médio a grosso equigranular com quartzo azul, inserido na Suíte Intrusiva Serra da Providência e com bom potencial para rocha ornamental, foto 6.3.

O município de Ji-Paraná é o maior exportador de rochas ornamentais do Estado de Rondônia e abriga a sede da GRAMAZON Granitos da Amazônia S.A., atualmente a única empresa exportadora e proprietária das principais minas de granitos ornamentais do Estado de Rondônia.

A empresa foi inaugurada em 1998 e começou a operar com apenas 02 teares (SIMEC) com capacidade instalada para 8.000 m<sup>2</sup>/mês de chapas serradas e



Foto 6.3. Frente de lavra abandonada localizada no município de Ji-Paraná.

uma polidora de 18 cabeças (SIMEC) para 15.000m<sup>2</sup>/mês de chapas lustradas e polidas. No segundo semestre de 2001, foram instalados mais 03 teares, aumentando a capacidade de produção para 18.000 m<sup>2</sup>/mês de chapas serradas. A última etapa só foi concluída em dezembro de 2002 com a implantação da linha de ladrilho, cuja capacidade de produção é de 450 m<sup>2</sup>/dia, GRAMAZON S/A, disponível em: www.gramazon.com.br.

Em termos gerais os principais acessos estão em bom estado de conservação e são representados pela BR-364, RO-464 e RO-133. O escoamento da produção é realizado principalmente pelos acessos citados e ainda pelo rio Madeira sendo o embarque realizado pelo porto da cidade de Porto Velho/RO. A produção é exportada atualmente para 28 países destacando-se aqui os Estados Unidos para onde é levada mais da metade de toda a produção do estado.

As vias de acesso secundárias são constituídas por estradas carroçáveis algumas ainda em condições de difícil tráfego, em especial aquelas localizadas nas proximidades com o Mato Grosso. Estes acessos são cortados por inúmeros igarapés com pontes de madeira, fatores indesejáveis que limitam em parte o volume de blocos transportados por caminhão, aumentando o ciclo do transporte no fornecimento de matérias-primas. Entretanto, o potencial da área para rochas ornamentais é relevante, pois apesar das condições de alguns acessos, estes apresentam-se bem distribuídos e cortando parte significativa

da área e interligando inclusive os estados de Mato Grosso e Rondônia.

A proximidade dos grandes centros consumidores tais como, Ji-Paraná, Ouro Preto D'Oeste, Jaru, Ariquemes, Cacoal, Vilhena e Porto Velho é um fator favorável, além disso, a pavimentação da rodovia transoceânica, concluída em 2011, que liga o Brasil a costa do Peru poderá servir como corredor de exportação para o Pacífico e Ásia favorecendo as exportações e abertura para novos mercados em especial para aqueles materiais com maior valor agregado (chapas) e para materiais considerados exóticos como aqueles com quartzo azul.

A seguir serão descritos de forma sucinta a localização, aspectos fisiográficos e geológicos de um dos principais materiais identificados neste trabalho e publicado no Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia.

#### 6.3.1.1.4 - ESTRELA DO NORTE

É uma rocha subvulcânica de composição riolítica com matriz afanítica preta, com cristais milimétricos a centimétricos (1 a 1,5 cm) de k-feldspato e subordinadamente plagioclásio, ambos dispersos na matriz. Na porção leste da Folha Ji-Paraná os litotipos são isotrópicos, entretanto na porção oeste é mais comum a textura milonítica o que em termos estéticos imprime um aspecto “movimentado” a rocha. Estes litotipos estão inseridos na Suíte Intrusiva Serra da Providência, figura 6.4.

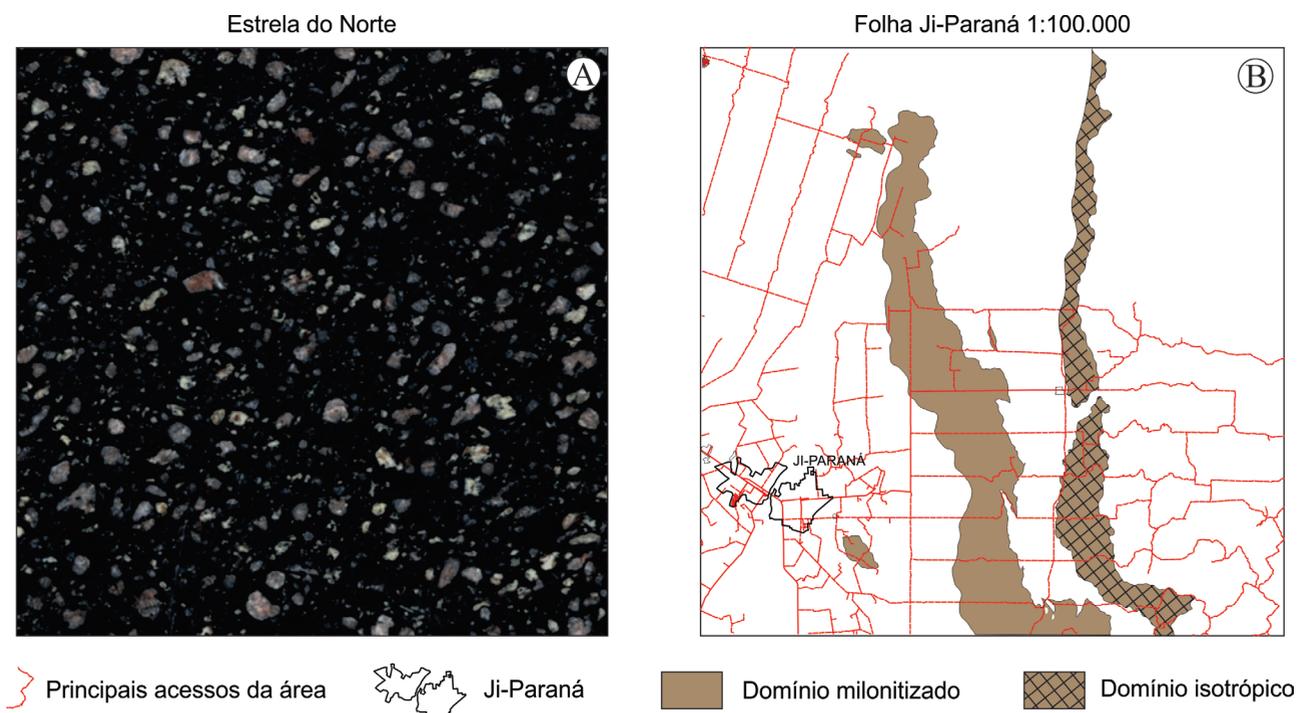


Figura 6.4. A) Amostra polida do material denominado “Estrela do Norte” (isotrópico). B) Área de ocorrência dos litotipos subvulcânicos (Estrela do Norte) na Folha Ji-Paraná 1.100.000. É possível observar ainda o domínio milonitizado e o domínio isotrópico.

Este material possui grande expressão na porção central da folha e boa continuidade para sul avançando sobre a porção nordeste da Folha Presidente Médici, onde foi coletada uma amostra para o projeto Rochas Ornamentais da Amazônia (2011), denominada “Estrela da Amazônia”. Este ponto foi cadastrado e registrado como de interesse para rocha ornamental. Neste trabalho não foi cadastrado um novo ponto para não haver duplicidade de informação. Por outro, lado foi cartografado a fácies gerando-se assim um domínio de interesse para rochas ornamentais.

Trata-se de uma área potencial merecendo mapeamento de detalhe inclusive por apresentar localmente quartzo azul subcentimétrico. O relevo é proeminente com morros associados a matacões de tamanhos variados e exposição expressiva do maciço rochoso. O acesso à área se dá principalmente por estradas secundárias não pavimentadas algumas em condições críticas de manutenção.

### 6.3.1.2 - MATERIAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os agregados para indústria da construção civil são os insumos mais consumidos no mundo. Dessa forma, os agregados são matérias granulares, sem volume definido, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia civil. Podem ser classificados levando-se em conta a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos. Com relação à origem, podem ser chamados de naturais e artificiais. Naturais são os materiais que forem extraídos em sua forma fragmentar, sendo esta, a forma que se encontra do material na sua área fonte. Como exemplo de agregados naturais tem: areia e cascalho. Artificiais são os materiais que são extraídos em forma de blocos e precisam passar por processos de fragmentação, como a brita e areia britada, PORMIN (2010). A seguir serão descritos os principais agregados identificados na área do projeto.

#### 6.3.1.2.1 - CASCALHO, AREIA, E ARGILA

A área possui cerca de 16 alvos de agregados naturais cadastrados sendo que 7 são de areia, 8 de argila e 1 apenas de cascalho. As ocorrências estão invariavelmente associadas às planícies de inundação ou próprio leito dos rios Machado ou seus tributários. A extração é realizada de forma rudimentar em grande parte das vezes com apoio de equipamentos que auxiliam a retirada do material do fundo dos leitos dos rios. A produção é escoada com apoio de caminhões com capacidade aproximada de 15.000 kg. Os alvos estão localizados especialmente nas adjacências da cidade de Ji-Paraná (Foto 6.4).

Notadamente, ainda não há fiscalização ou mesmo controle sobre a produção de materiais de uso direto na construção civil o que dificulta muito qualquer tipo de análise ou avaliação do setor na região. No caso do cascalho, areia e argila os pontos de extração mudam sistematicamente de lugar ou são temporariamente descontinuados buscando dificultar qualquer tipo de abordagem. Em muitos casos a extração ocorre a uma distância considerável do grande centro consumidor, fato este bastante comum na região. Nestes casos a extração é realizada em igarapés de pequeno porte visando suprir a demanda local de propriedades rurais o que dificulta sobremaneira a fiscalização e/ou o controle da produção.

### 6.3.1.3 - OUTRAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS

#### 6.3.1.3.1 - MUSCOVITA, TURMALINA, CRISTAL DE ROCHA E FLUORITA

Kato et al. (1983) fazem referência a uma ocorrência de cristal de rocha, muscovita, fluorita e turmalina nos limites do projeto e sugerem que tanto o cristal de rocha quanto a muscovita estariam associados a veios de quartzo do Complexo Xingu. Já a turmalina e a fluorita estariam relacionadas a efeitos pneumatolíticos do Granito Serra da Providência. Tais ocorrências foram consideradas inexpressivas.

Batista (1985) sugere que nos terrenos pertencentes ao embasamento remobilizado, então denominado Complexo Xingu, ocorrem mineralizações associadas aos tipos genéticos magmático-metamórfico e hidrotermal. A turmalina, por exemplo, teria sua origem relacionada as fases pneumatolíticas, enquanto que o cristal de rocha é relacionado aos veios de quartzo associados às rochas de domínio gnáissico-migmatítico. Ambos aparentemente não apresentariam qualquer atrativo econômico, entretanto eram produzidos como subproduto do ouro nos garimpos.

Os trabalhos de mapeamento sistemático do projeto Ji-Paraná observaram na porção sudeste da área, rochas de composição sienogranítica ricas em quartzo, ocorrendo como grandes matacões e sustentando serras com altitudes de até 420 metros, as maiores cotas registradas na Folha Ji-Paraná 1:100.000. É comum, nestas rochas, a presença de cavidades miarolíticas preenchidas por quartzo e turmalina preta (schorlita) subédrica a anédrica, comumente centimétrica associada a fácies leucosienogranítica. Algumas raras ocorrências podem chegar a medir aproximadamente 25 cm de eixo maior e nestes casos a turmalina é predominantemente anédrica. No entanto estas ocorrências por serem localizadas são pouco expressivas e não possuem interesse econômico até o presente momento, (foto 6.5).



Foto 6.4. A) Imagem de satélite (google Earth) de uma área localizada nas adjacências de Ji-Paraná-RO, evidenciando dois pontos de extração de areia, cascalho e argila no Rio Machado. B) Área de acumulação de areia, margem direita do Rio Machado. C) Detalhe da área localizada na margem direita do Rio Machado. D) Área de estocagem de areia, cascalho e argila, margem esquerda do Rio Machado. E) Área de estocagem de areia, margem esquerda do Rio Machado. F) Detalhe dos seixos retirados do leito do Rio Machado.

A fluorita foi encontrada em raríssimos afloramentos em especial aqueles inseridos dentro dos limites da folha Ji-Paraná 1.100.000, um dos quais estaria associado à mesma fácies leucosienogranítica. A fluorita ocorre em raros cristais milimétricos dispersos. A forma e frequência da ocorrência permi-

te sugerir que não há interesse econômico. Vale destacar que estudos mais detalhados incluindo áreas adjacentes em especial àquelas relacionadas a esta fácies (porção nordeste da Folha Presidente Médici), podem mudar o panorama atual, tanto das ocorrências de turmalina quanto de fluorita.



Foto 6.5. A) Turmalina anedrica com aproximadamente 25 cm segundo eixo maior. B) Detalhe de turmalina com quartzo. C) Aspecto geral de um matacão de leucosienogranito com cavidades miarolíticas preenchidas por turmalina e quartzo. D) Matacão de leucosienogranito com cavidades miarolíticas de diversos tamanhos.

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos realizados neste projeto propiciaram o reconhecimento de três domínios estruturais (Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cojúbim - STS, Subdomínio Compressivo Transicional – SCT e Subdomínio Indeformado) limitados pela falha transpressiva Serra da Providência e por falhas transpressivas secundárias.

Nestes domínios ocorrem litotipos Paleoproterozoicos, Mesoproterozoicos e secundariamente Neoproterozoicos localmente encobertos por rochas sedimentares Carboníferas e por coberturas sedimentares Cenozoicas, estas últimas, associadas à planície de inundação do rio Machado, Jaru e seus principais afluentes.

Na região do Subdomínio Transpressivo Sinistral Ji-Paraná/Cujúbim (STS) foram cartografados os litotipos constituintes do Compleco Jamari, Suite Intrusiva Serra da Providência e Igarapé Quinze. Já no Subdomínio Compressivo Transicional (SCT) foram cartografados os litotipos da Formação Igarapé Lourdes assim como arenitos e diamictitos da Formação Pedra Redonda.

A partir da porção oeste das folhas até o extremo leste é notável a diminuição da intensidade da deformação. No STS há uma predominância de litotipos deformados em condições de grau metamórfico médio (anfíbolito inferior a médio), já no domínio SCT o pico metamórfico atingiu a fácies xisto verde afetando rochas da Formação Igarapé Lourdes enquanto no extremo leste da folha, domínio indeformado, há uma predominância de rochas isotrópicas representadas pela Suíte Intrusiva Serra da Providência.

Em termos regionais há o registro histórico de quatro eventos deformacionais denominados de D1, D2, D3 e D4. Entretanto nos limites das folhas mapeadas foram identificados apenas os eventos D3 e D4. O evento D3 é reflexo da Orogênese Nova Brasilândia já o evento D4 refere-se à tectônica essencialmente rúptil que se instalou durante o neoproterozoico/eopaleozoico.

A cartografia geológica permitiu ainda a identificação de seis fácies na porção sul do batólito Serra da Providência que foram individualizados através

de critérios geocronológicos, texturais, petrográficos e geoquímicos. Foi possível ainda cartografar a continuidade da Formação Igarapé Quinze, até então não identificada na Folha Ji-Paraná, subdividir a Formação Pedra Redonda (FPR) nos membros, “arenito arcoseano” e “diamictito”.

Os novos dados geocronológicos realizados em metarenitos da Formação Igarapé Lourdes, antes considerada do Paleoproterozoico (~1700 Ma), mostraram idades de máxima sedimentação de pelo menos 1550 Ma U-Pb, sugerindo, portanto, ser mais jovem que as rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência (1550 Ma), permitindo assim o seu reposicionamento stratigráfico no Mesoproterozoico.

Dentre os bens minerais de maior interesse nas folhas mapeadas destacam-se os diversos depósitos de materiais de uso na construção civil como seixo, brita, argila e areia, que abastecem à cidade de Ji-Paraná, além de rocha ornamental e cassiterita (Sn), ambas associadas à Suite Serra da Providência.

O mapeamento das fácies da Suite Intrusiva Serra da Providência poderá contribuir ainda para pesquisas relacionadas a rochas ornamentais, já que na região está localizada o maior polo produtor e exportador de rochas do Estado de Rondônia e um dos maiores da Amazônia brasileira. A fácies “subvulcânica” foi inclusive inserida no Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia publicado em 2011.

Na região das folhas mapeadas e adjacências sugere-se a realização de trabalhos de detalhe que avaliem criteriosamente o potencial para ocorrência de quartzo azul especialmente para materiais utilizados como rocha ornamental.

A Suíte Intrusiva Serra da Providência é a principal rocha-fonte responsável pela acumulação de cassiterita nas drenagens atuais, o que justifica o baixo teor encontrado nestas (sempre em concentrações <1%). A ocorrência de *greisens* ou zonas de cúpula mais intensamente mineralizadas em metais raros, ou não existem na área, ou não foram erodidos, senão a concentração de cassiterita nas drenagens atuais seria maior do que 1%.



## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMY, A.; SOUSA, R. da S.; OLIVEIRA, S. A. M. de. **Projeto Centro-Leste de Rondônia**. Folha SC.20-Z-B Rio Branco: nota explicativa da 2ª fase. Porto Velho: CPRM, 1984. 1 v.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 69, 2010.
- BAHIA, R. B. C. **Evolução tectonossedimentar da Bacia dos Parecis - Amazônia**. 2007. 115 p. il., color. Tese (Doutorado em Ciências Naturais)-Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
- BAHIA, R. B. C. **A Formação Palmeiral (Proterozóico Superior) na Serra dos Pacaás Novos, Oeste de Rondônia**. 1997. 88 p. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica)-Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.
- BATISTA, I. H. **Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais**. Folha SC.20-Z-A Rondônia. Porto Velho: CPRM, 1985. 2 v.
- BEA, F.; MONTERO, P. Behaviour of accessory phases and redistribution of Zr, REE, Y, Th, and U during metamorphism and partial melting of metapelites in the lower crust: an example from the Kinzigite Formation of Ivrea-Verbano, NW Italy. **Geochim. Cosmochim. Acta**, v. 63, 1133-1153, 1999.
- BENNETT, M. R. et al. Testing the climatic significance of dropstones: an example from southeast Spain. **Geological Magazine**, v. 131, p. 845-848, 1994.
- BENNETT, M. R.; DOYLE, P. Global cooling inferred from dropstones in the Cretaceous: fact or wishful thinking? **Terra Nova**, v. 8, p. 182-185, 1996.
- BENNETT, M. R.; DOYLE, P.; MATHER, A. E. Dropstones: their origin and significance. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 121, n. 3, p. 331-339, 1996.
- BETTENCOURT, J. S. et al. Novas idades U-Pb em zircões de gnaisses e granitóides da região de Ariquemes, Estado de Rondônia: implicações para a evolução geológica da borda sudoeste do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 11 a 16 out. 1998, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: SBG-Núcleo Minas Gerais, 1998. p. 39.
- BETTENCOURT, J. S. et al. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, southwestern border of the Amazonian Craton, Brazil: reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. **Precambrian Research**, v. 95, p. 41-67, 1999.
- BETTENCOURT, J. S. et al. The rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, northern Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2, 1997, Salvador. **Excursions Guide**. Salvador: CBPM/SGM, 1997. p. 3-31.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994. v. 1. 425 p. il.
- BIZZI, L. A. (Ed.) et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG**. Brasília: CPRM, 2003. 692 p.
- BONIN, B. A-types granites and related rocks: evolution of a concept, problems and prospects. **Lithos**, v. 97, p. 1-29, 2007.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 20 Porto Velho**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. 663 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral-PORMIN. **Agregados minerais para construção civil**: areia, brita e cascalho. Disponível em: <[http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados\\_minerais\\_propiedades\\_aplicabilidade\\_ocorrencias.pdf](http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados_minerais_propiedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2013.
- BROWN, G. C. Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution and relation to volcanic arcs. In: THORPE, R. S. (Ed.). **Andesites: orogenic andesites and related rocks**. Chichester: John Wiley & Sons, 1982. p. 437-461.
- CASTRO, C. C. e et al. Cassiterita associada ao maciço Serra da Providência, RO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METALOGENIA, 3., 02-05 jun. 2013, Gramado, RS. **Resumos Expandidos**: os novos depósitos minerais brasileiros. Gramado, RS: UFRGS, 2013. 1 CD-ROM.
- CASTRO, C. C. e; IZA, E. R. H. de F.; COSTA, M. A. C. da. Utilização de concentrado de batéia de rocha em levantamentos geoquímicos regionais da CPRM. Estudo de caso: folha Ji-Paraná (SC.20-Z-A-VI). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EXPLORACAO MINERAL,

- 5., 20-23 mai. 2012, Ouro Preto. **Resumos**. Ouro Preto: ADIMB, 2012. 1 CD-ROM.
- COIMBRA, M<sup>a</sup> de O. G.; GARCIA, J. da S.; FERNANDES, D. D. **Pedras que guardam segredos**: catalogação de registros rupestres do município de Presidente Médici - a partir do distrito de Novo Riachuelo. 2004. 90 p. Monografia (Especialização em História Contemporânea) - Instituto de Ensino Superior do Acre, Rio Branco, 2004.
- COIMBRA, M<sup>a</sup>. de O. G. **Inventário dos sítios rupestres da região centro-leste de Rondônia - Brasil**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em História, Direitos Humanos, Fronteiras e Cultura) - Universidade Pablo de Olavide, Porto Velho, 2010.
- COLLINS, W. J. et al. Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 80, p.189- 200, 1982.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B. The geologic evolution of South America during the archean and early preterozoic. **Revista Brasileira de Geociências**, 78-88, 1982.
- COSTA, M. A. da; IZA, E. R. H. de F. Dados preliminares sobre provável zona de cúpula granítica na Suíte Serra da Providência, folha Ji-Paraná-RO, SW do Cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 12., 02-05 out. 2011, Boa Vista. **Resumos Expandidos**. Boa Vista: SBG-Núcleo Norte, 2011. 1 CD-ROM.
- COX, K. G.; BELL, J. D.; PANKHURST, R. J. **The interpretation of igneous rocks**. London: George Allen & Unwin, 1979. 450 p.
- CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Aerogeofísico Rio Machado**: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Rio de Janeiro: Lasa Engenharia e Prospecções, 2009. 15 v. il. Programa Geologia do Brasil.
- DALL'AGNOL, R. et al. Rapakivi granites from Brazil and adjacent areas. **Precambrian Research**, v. 95, p. 9-39, 1999.
- DALL'AGNOL, R.; LAFON, J. M.; MACAMBIRA, M. J. B. Proterozoic anorogenic magmatism in the Central Amazonian Province: geochronological, petrological and geochemical aspects. **Mineralogy and Petrology**, v. 50, p. 113-138, 1994.
- DALL'IGNA, L.G. **Mapa de índice de gíologia quantitativa, Área RO-02- Jenipapo/Serra Sem Calça-Rondônia, folha Ji-Paraná SC.20-Z-A**. Porto Velho: CPRM, 1997. Escala 1:250.000. (Informe de Recursos Minerais. Mapas Temáticos do Ouro, 16).
- FRANÇA, A. B.; WINTER, W. R.; ASSINE, M. L. Arenitos Lapa-Vila Velha: um modelo de trato de sistemas subaquosos canal-lobos sob influência glacial, grupo itararé (c-p), Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 26, n. 1, p. 43-56, 1996.
- FROST, B. R. et al. **A geochemical classification for granitic rocks**. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- HAAPALA, I. Metallogeny of the proterozoic rapakivi granites of Finland. In: TAYLOR, R. P.; STRONG, D. F. (Eds.). **Recent advances in the geology of granite-related mineral deposits**. Montreal: The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, 1988. p. 124-132. (Special Volume, 39).
- HAAPALA, I.; RAMO, O. T. Petrogenesis of the rapakivi granites of Finland. In: STEIN, H. J.; HANNAH, J. L. (Eds.). **Orebearing granite systems: petrogenesis and mineralizing processes**. **Geological Society of America**, v. 246, p. 275- 286, 1990.
- HASUI, Y.; HERALYL, 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. **Anais**. Manaus: DNPM, 1984. p. 103-116.
- IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. **Acesso em: 20 ago. 2014.**
- IBGE. **Ji-Paraná - RO, MT**: folha SC-20-Z-A-VI. [Rio de Janeiro]: IBGE, 1981. Escala 1:100.000. Impresso.
- IBGE. **Serra da Providência, RO e MT**: folha SC-20-Z-A-III. [Rio de Janeiro]: IBGE, 1981. Escala 1:100.000. Impresso.
- IRBER, W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu\*, Sr/Eu, Y/Ho and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suits. **Geochim. Cosmochim. Acta** v. 63, p. 489-508, 1999.
- IRVINE, T. N.; BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Can. J. Earth Sci.**, v. 8, p. 523-548, 1971.
- ISOTTA, C. A. L. et al. **Projeto Província Estanífera de Rondônia**: relatório final, Porto Velho: CPRM, 1978. 16 v., il.
- KATO, H. T.; COSTA, E. G. da; SOUSA, R. da S. **Projeto Centro - Leste de Rondônia**. Folha SC.20-Z-A Rondônia: nota explicativa da 1ª fase. Porto Velho: CPRM, 1983. 1 v.
- KLOOSTERMAN, J. B. A twofold analogy between the Nigerian and the Amazonian Tin Province. In: INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON TIN, 2., 1969, Bangkok. V. 1, p. 3[**Anais...**]. Bangkok: [s.n.], 1970. v. 1, p. 1-28. P. 3-29

- KLOOSTERMAN, J. B. Ring-structures in the Oriente e Massangana Granite Complexes, Rondônia, Brasil. **Engenharia, Mineração e Metalurgia**, v. 45, n. 266, p. 73-77, fev. 1967.
- KLOOSTERMAN, J. B. Uma província do tipo nigeriano no sul da Amazônia. **Engenharia, Mineração e Metalurgia**, v. 47, n. 278, p. 59-64, fev. 1968.
- KNOPER, M. W.; CONDIE, K.C. Geochemistry and petrogenesis of early proterozoic amphibolites, west-central Colorado, U.S.A. **Chemical Geology**, v. 67, p. 209-225, 1988.
- LEAL, J. W. L. et al. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.20 Porto Velho: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1978. p. 17-184. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- LEAL, J. W. L. et al. Granito Serra da Providência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais do... Ouro Preto: SBG**, 1976. v. 4, p. 59-74.
- LICHT, O. A. B. **Prospecção geoquímica: princípios, técnicas e métodos**. Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 216 p.
- LOBATO, F. P. N. S. et al. **Pesquisa de cassiterita no Território Federal de Rondônia: relatório final**. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1966. 209 p. (Boletim, 125).
- MELLO, I. S. de C.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **Atlas de rochas ornamentais da Amazônia Brasileira**. São Paulo: CPRM, 2011. 301 p. il., color.
- NAKAMURA, N. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. **Geochimica et Cosmochimica-Acta**, v. 38, n. 5, p. 757-775, 1974.
- NASCIMENTO, M. A. L. do; SOUZA, Z. S. de; GALINDO, A. C. Textura granofírica nas rochas do granito do cabo de Santo Agostinho, província magmática do cabo, bacia de Pernambuco (nordeste do Brasil): implicações geodinâmicas. **Revista de Geologia**, v.15, p. 101-107, 2002.
- NEDER, R. D. et al. The Exedito massive sulphide deposit, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 222-225, 2000.
- PAYOLLA, B. L. et al. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. **Precambrian Research**, v. 119, p. 141-169, 2002.
- PAYOLLA, B. L. et al. SHRIMP U-Pb zircon geochronology of high-grade paragneiss from NE Rondônia, SW Amazonian Craton, Brazil: constraints of provenance and metamorphism. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Short Papers**. Salvador: CBPM; IRD, 2003. p. 248-251.
- PEARCE, J. A. et al. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 56-983, 1984.
- PEARCE, J. A.; NORRY, M. J. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 69, n. 1, p. 33-47, 1979.
- PECCERILLO, A.; TAYLOR, S. R. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 58. p. 63-81, 1976.
- PEDREIRA, A. J.; BAHIA, R. B. C. **Estratigrafia e evolução da Bacia dos Parecis Região Amazônica, Brasil: integração e síntese de dados dos Projetos Alto Guaporé, Serra Azul, Serra do Roncador, Centro-Oeste de Mato Grosso e Sudeste de Rondônia**. Brasília: CPRM, 2004. 39 p.
- PIMENTEL, M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. **Geology**, v. 20, n. 4, p. 375-379, 1992.
- PINTO FILHO, F. P. et al. **Projeto Sudeste de Rondônia: relatório final**. Porto Velho: CPRM, 1977. 4 v., il.
- PRIEM, H. N. A. et al. Granitic complexes and associated tin mineralization of grenville age in Rondônia, western Brazil. **Geological Society of America Bulletin**, v. 82, n. 4, p. 1095-1102, 1971.
- PRIEM, H. N. A. et al. Isotopic age of tin granites in Rondônia, NW. Brazil. **Geologie en Mijnbouw**, v. 45, n. 6, p. 191-192, 1966.
- QUADROS, M. L. do E. S. et al. Principais períodos de sedimentação pré-cambriana registrados no sudoeste do Cráton Amazônico, em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 13., 22-26 set. 2013, Belém. **Anais...** Belém: SBG Núcleo Norte, 2013.
- QUADROS, M. L. do E. S.; PALMEIRA, L. C. M. Principais eventos geotectônicos registrados nos terrenos Pré-Cambrianos da porção centro-norte de Rondônia, sudoeste do Cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 14. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECTONICS, 8., 19-23 mai. 2013, Chapada dos Guimarães-MT. **Anais**. Chapada dos Guimarães-MT: SBG, 2013. il., color.
- QUADROS, M. L. do E. S.; PALMEIRA, L. C. M.; CASTRO, C. C. e. **Geologia e recursos minerais da folha Rio Machadinho (SC.20-X-C): texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais da folha Rio Machadinho, escala 1:250.000**. Porto Velho: CPRM,

2011. 160 p. il., color. Programa Geologia do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos.
- QUADROS, M. L. do E. S.; RIZZOTTO, G. J. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do Estado de Rondônia-escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 2007. 116 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos.
- REIMANN, C.; FILZMOSER, P.; GARRET, R. G. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. **Science of the Total Environment**, v. 346, n.1-3, p. 1-16, 2005.
- RIBEIRO, P. S. E.; DUARTE, T. B. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais da folha Rio Guariba SC.20-X-D, escala 1:250.000**: sistema de informações geográficas - SIG. Goiânia: CPRM, 2010. 1 CD-ROM. Projeto Noroeste-Nordeste de Mato Grosso.
- RIBEIRO, P. S. E.; DUARTE, T. B.; SCANDOLARA, J. E. O potencial metalogenético da Formação Palmeiral para depósitos de estanho relacionados à Suíte Intrusiva Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 12., 02-05 out. 2011, Boa Vista. **Resumos Expandidos**. Boa Vista: SBG-Núcleo Norte, 2011.
- RIZZOTTO, G. J. (Ed.) et al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas-SIG. Folha SC.20 Porto Velho. Brasília: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- RIZZOTTO, G. J. et al. Geology and preliminary geochemistry of the middle proterozoic Serra da Providência rapakivi granite-Rondônia, Brazil. In: DALL'AGNOL, R.; MACAMBIRA, M. J. B.; COSTI, H. T. (Eds.). SYMPOSIUM ON RAPAKIVI GRANITES AND RELATED ROCKS, 1., 1995, Belém. **Abstracts Volume**. Belém: Center for Geosciences. University Federal of Para, 1995. p. 67-68.
- RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia. **Diagnóstico das unidades de conservação estadual**. Porto Velho: SEDAM, 2002. 72 p.
- SANTOS, J. O. S. et al. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Gondwana Research**, v. 3, n. 4, p. 453-488, 2000.
- SANTOS, J. O. S. et al. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. **Precambrian Research**, v. 165, n. 1-2, p. 120-152, nov. 2008.
- SANTOS, J. O. S. et al. Ages of sedimentary basins related to the Sunsás and Juruena orogenies, southwest Amazon Craton established by zircon U-Pb geochronology. In: WORKSHOP GEOLOGY OF THE SW AMAZONIAN CRATON: STATE-OF-THE-ART, 11-12 aug. 2001, São Paulo. **Extended Abstracts**. São Paulo: Institute of Geosciences, University of São Paulo, 2001. p. 114-118.
- SANTOS, J. O. S. et al. Archean crustin the La Plata Craton, Uruguay -SHRIMP U-Pb zircon geochronology. In: INTERNATIONAL ARCHAEOAN SYMPOSIUM, 4., 24-28 sept. 2001, Perth. **Extended Abstracts**. Perth: AGSO-Geoscience Australia, 2001. p. 529-531.
- SANTOS, J. O. S. et al. Duas orogêneses principais no sudoeste do Cráton Amazônico: evidências através de datações U-Pb em zircão (SHRIMP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6., 1999, Manaus. **Boletim de Resumos Expandidos**. Manaus: SBG-Núcleo Norte, 1999. p. 506-509.
- SANTOS, J. O. S. et al. The Sunsás orogenic cycle in wester Amazon Craton, south America and correlation to the Grenville cycle of Laurentia, based on U-PB isotopic study of detrital and igneous zircons. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 15-20 set. 2002, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: SBG-Núcleo Nordeste, 2002. p. 335.
- SANTOS, J. O. S. et al. Três orogêneses colisionais do sudoeste do Cráton Amazonas: evidências com base em geocronologia U-Pb. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 8., 2003, Cuiabá. **Boletim de Resumos**. Cuiabá: SBG-Núcleo Centro-Oeste, 2003. p. 85-88.
- SANTOS, J. O. S. Geotectônica dos escudos das Guianas e Brasil - Central. In: BIZZI, L. A. (Ed.) et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003. p. 169-226.
- SCANDOLARA, J. E. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo e mapa geológico do Estado de Rondônia. Brasília: CPRM, 1999. 97 p.
- SCANDOLARA, J. E. et al. Compartimentação tectono-estratigráfica pré-cambriana de Rondônia: subsidios para os modelos evolutivos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6., 13-17 jun. 1999, Manaus. **Boletim de Resumos Expandidos**. Manaus: SBG-Núcleo Norte, 1999. p. 282-285.
- SCANDOLARA, J. E. et al. Revisão geológica do Estado de Rondônia e áreas adjacentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG-Núcleo Bahia-Sergipe, 1996. v. 1, p. 47-50.
- SCANDOLARA, J. E. **Geologia e evolução do terreno Jamari, embasamento da faixa Sunsás/ Aguapeí, centro leste de Rondônia, sudoeste do Cráton Amazônico**. 2006. 383 p. Tese (Doutorado

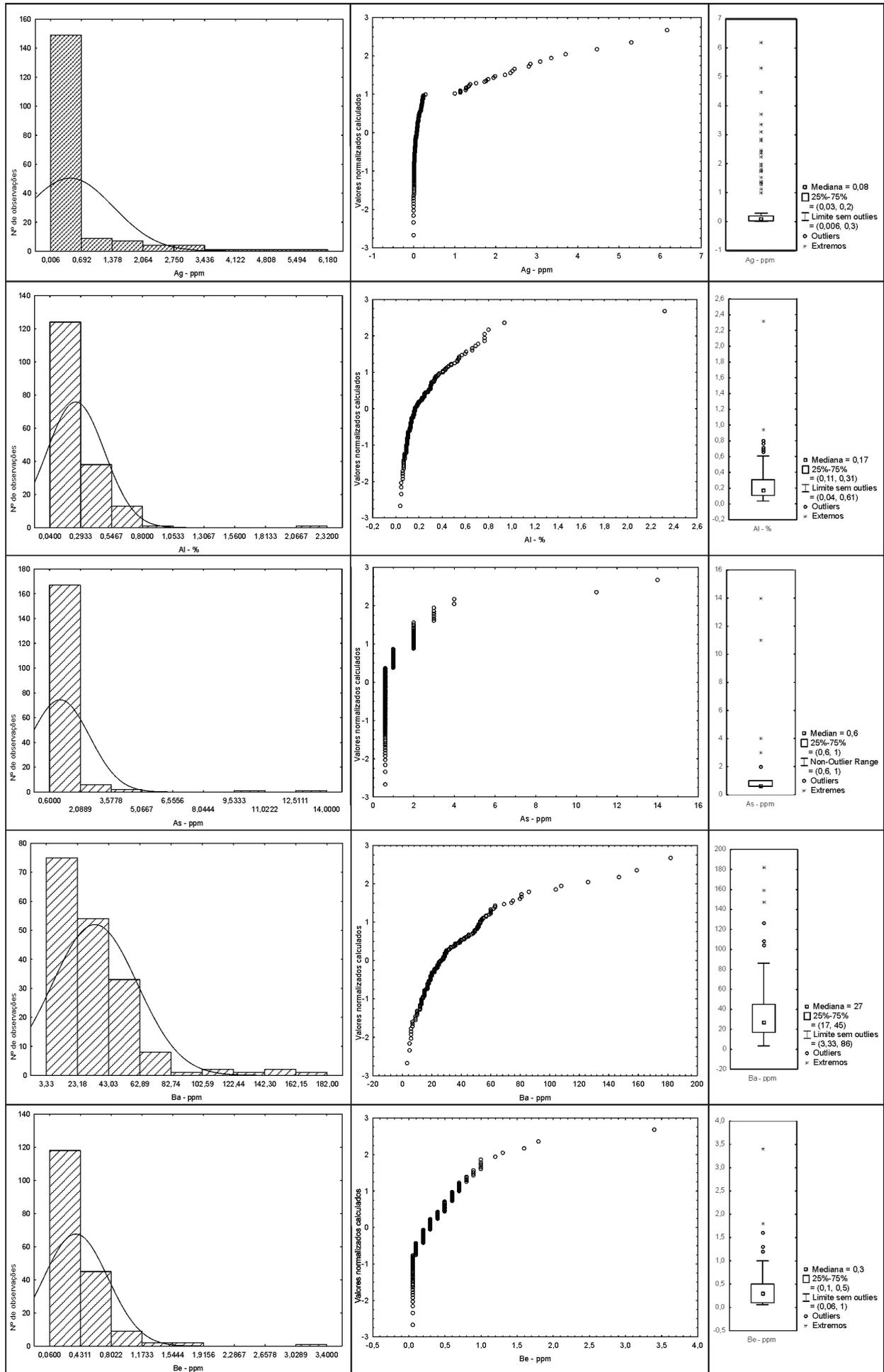
- em Geologia Regional) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- SCANDOLARA, J.E., FUCK, R.A., DANTAS, E.L., SOUZA, V.S.,. **Geochemistry of Jamari complex, central-eastern Rondônia: Andean type magmatic arc and Paleoproterozoic crustal growth of the southwestern Amazonian Craton, Brazil.** J. South Am. Earth Sci. 2013, 46, 1e28.
- SHAND, S. J. **The eruptive rocks.** 2. ed. New York: John Wiley, 1943. 444 p.
- SOEIRO, R. S.; MARTINS, E. G.; TORRES, L. C. A. **Projeto Manganês na Serra da Providência:** relatório final. Porto Velho: CPRM, 1977. 5 v., il.
- SPARREBERGER, I. et al. Datações U-Pb convencional versus SHRIMP do maciço estanífero Santa Bárbara, Suíte Granitos Últimos de Rondônia. **Revista do Instituto de Geociências**, v.2, p. 79-94, 2002.
- 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. (Eds.). Magmatism in the ocean basins. **Geological Society Special Publication**, n. 42, p. 313-345, 1989.
- TASSINARI, C. C. G. et al. Dating of granulites by SHRIMP U-Pb systematics in Brazil: constraints for the age of the metamorphism of proterozoic orogenies. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2., Córdoba. **Actas...** Córdoba: SEGEMAR, 1999. p. 234-238.
- TASSINARI, C. C. G. et al. Geochronological systematics on basement rocks from the rio Negro-Juruena Province (Amazonian Craton) and tectonic implications. **International Geology Review**, v.38, p. 161-175, 1996.
- TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 174-182, 1999.
- TASSINARI, C. C. G.; SIGA Jr., O.; TEIXEIRA, W. Épocas metalogénicas relacionadas à granitogênese do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais do...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 6, p. 2963-2977.
- TAYLOR, R. P. et al. Volatile control of contrasting trace element distributions in peralkaline granitic and volcanic rocks. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v.77, n. 3, p. 267-271, 1981.
- TEIXEIRA, W. et al. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. **Precambrian Research**, v. 2, p. 213-227, 1989.
- TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis.** Massachusetts: Addison-Wesley, 1977. 688 p.
- WHALEN, J. B.; CURRIE, K. L.; CHAPPELL, B. W. A-type granite: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 95, p. 407-419, 1987.
- WINCHESTER, J. A.; FLOYD, P. A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. **Chemical Geology**, v. 20, p. 325-343, 1977.
- WINCHESTER, J. A.; MAX, M. D. Element mobility associated with synmetamorphic shear zones near Scotchport, NW Mayo, Ireland. **Journal of Metamorphic Geology**, v. 2, p. 1-11, 1984.

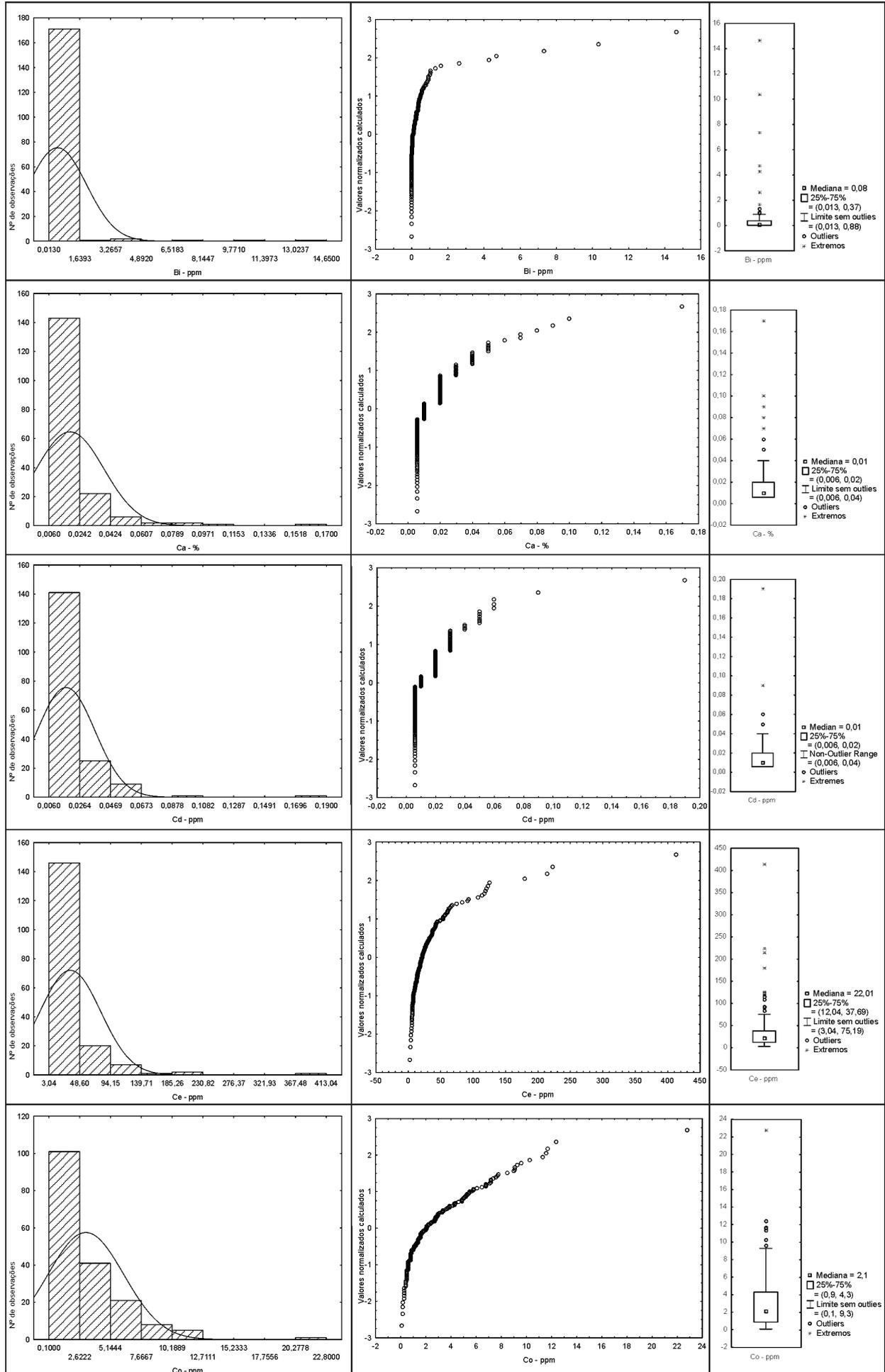


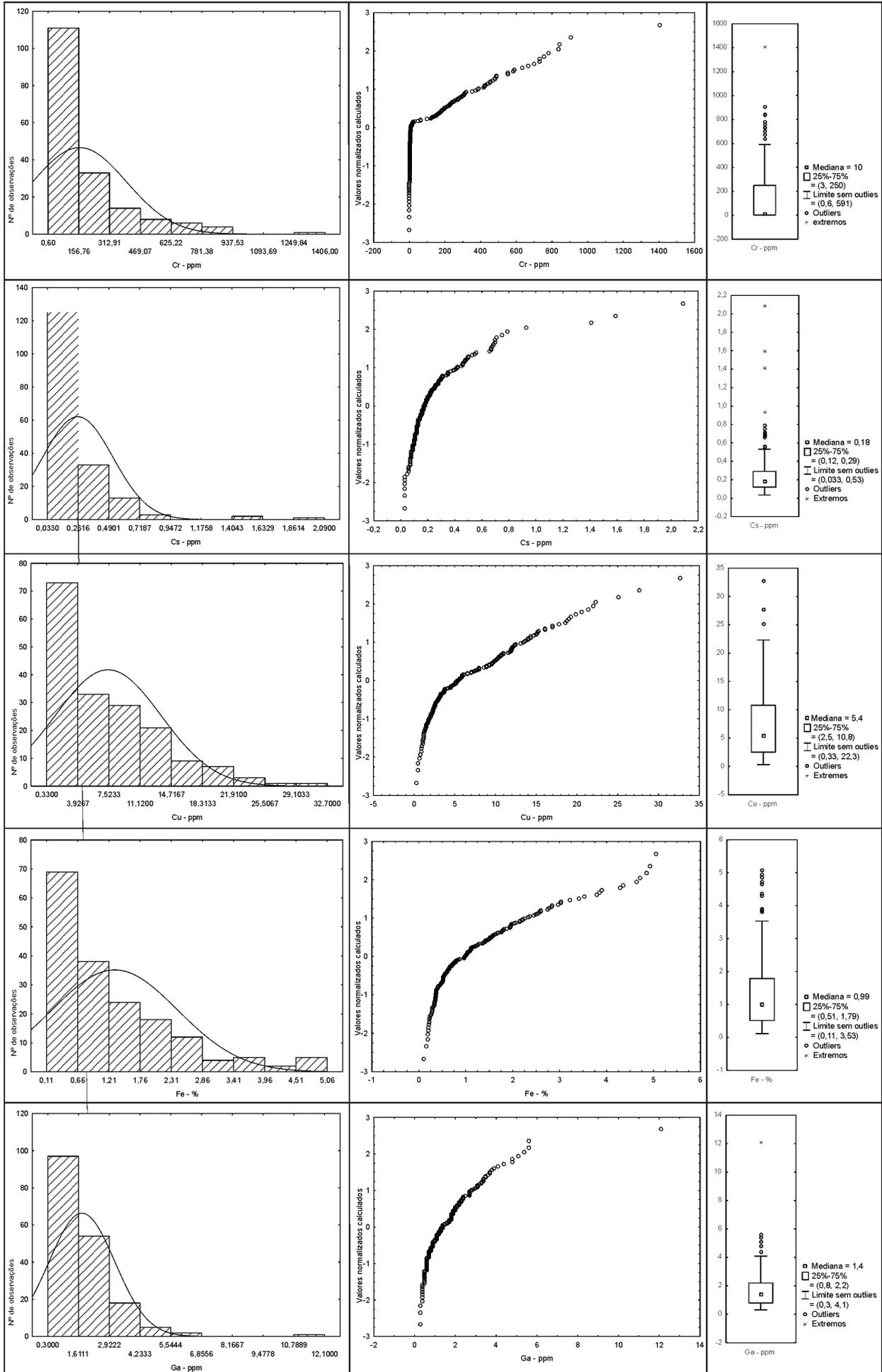
# **ANEXO 01**

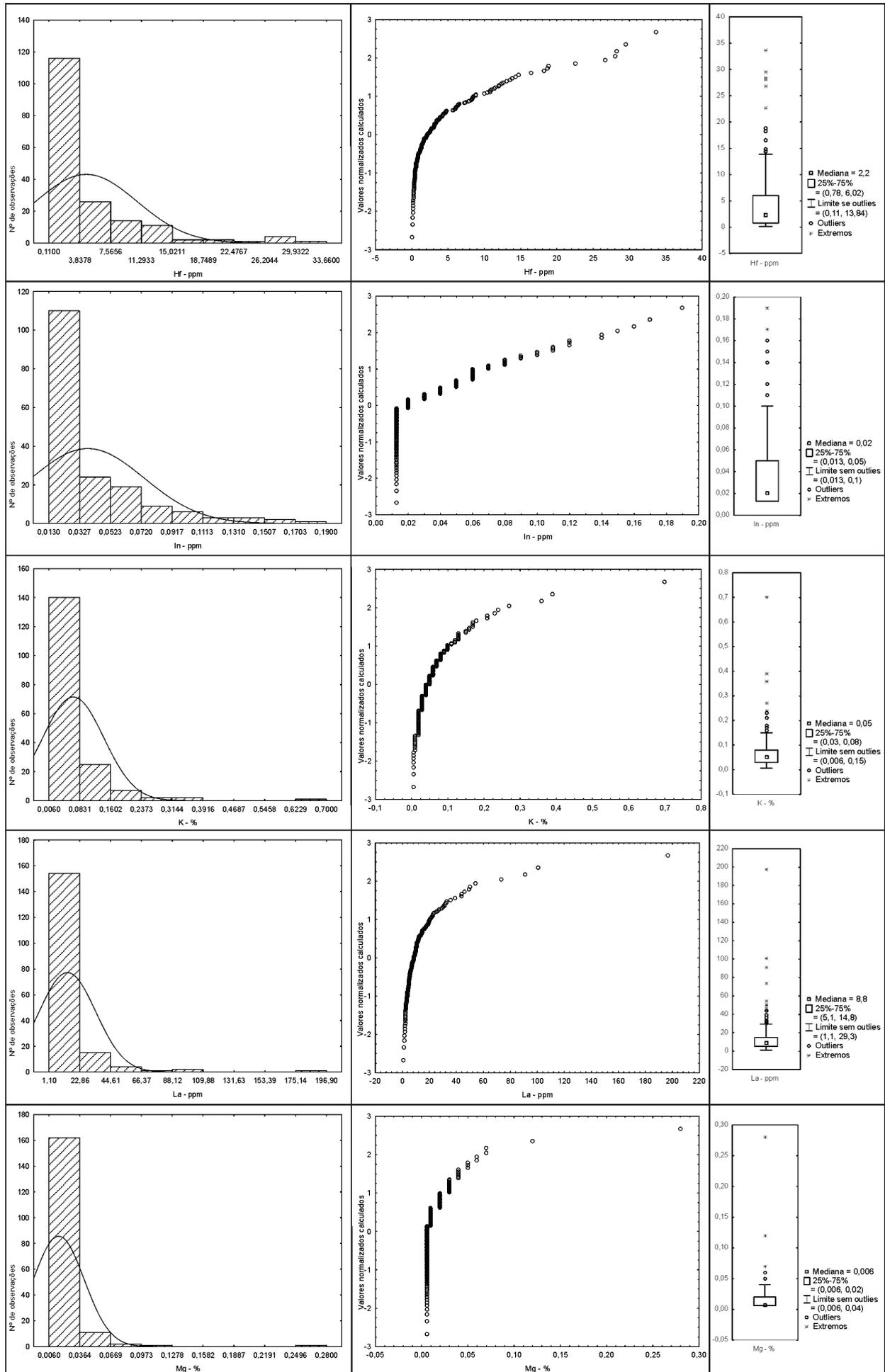
## **HISTOGRAMAS, GRÁFICOS BOX PLOT E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL**

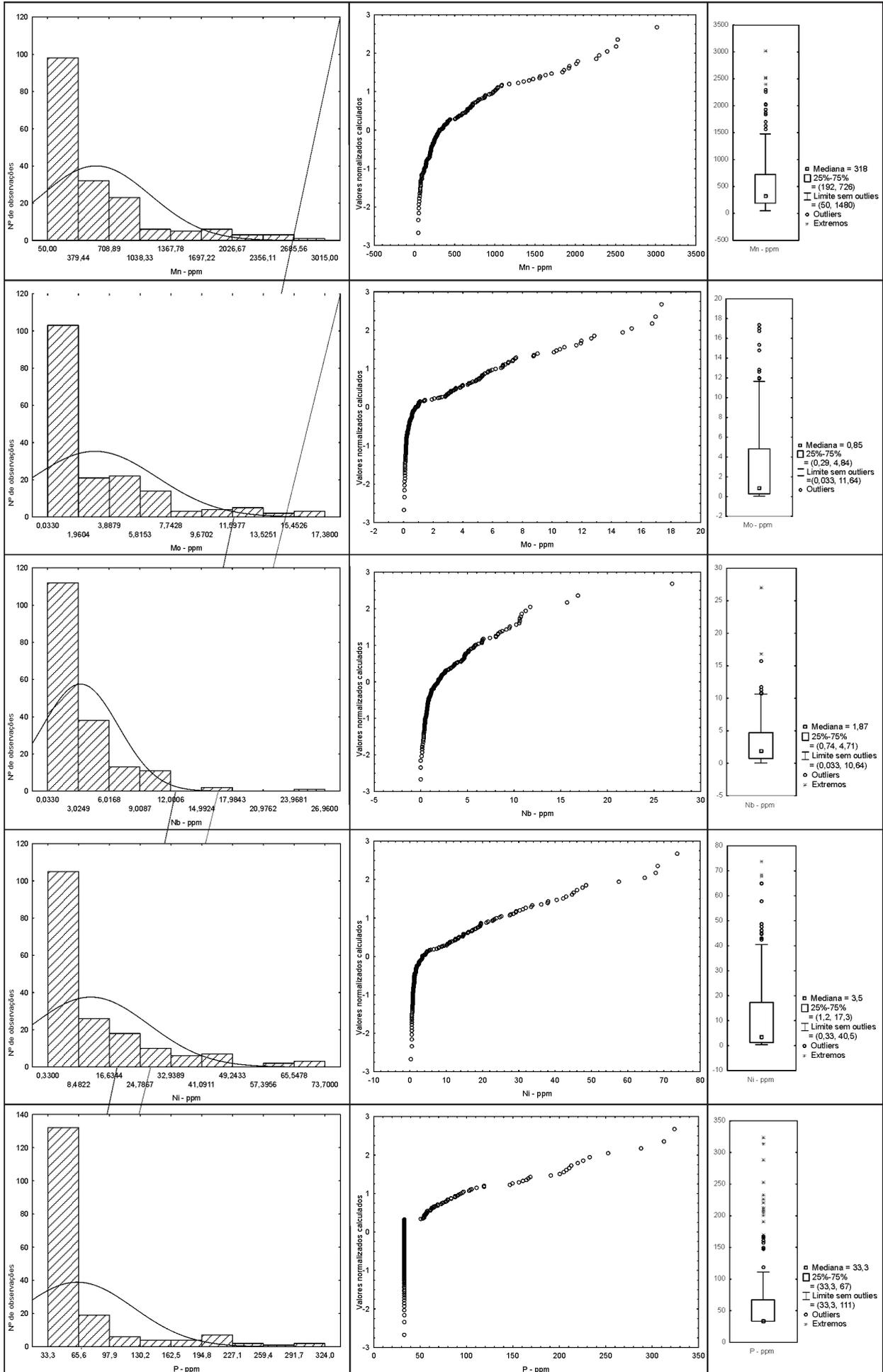


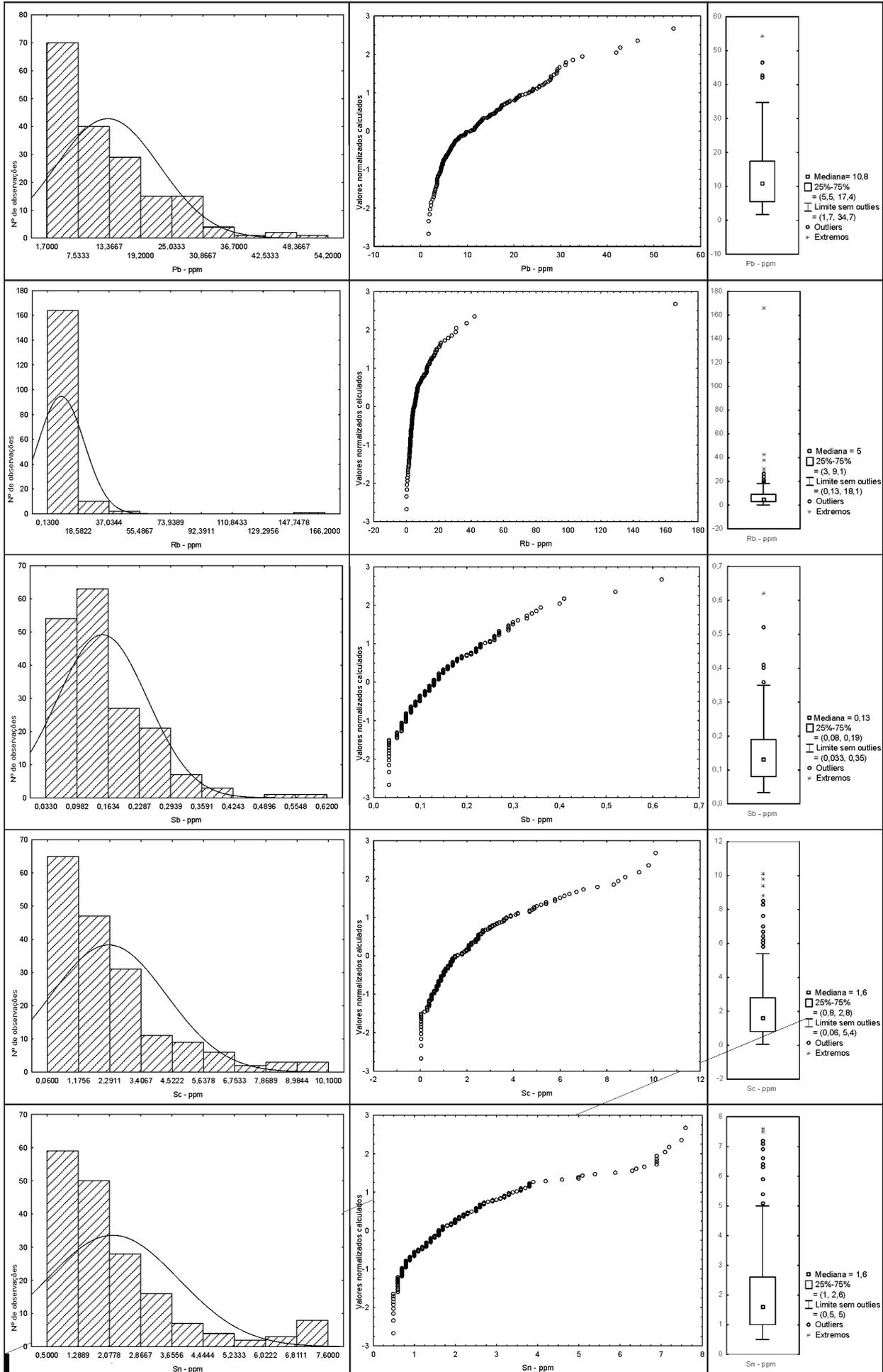


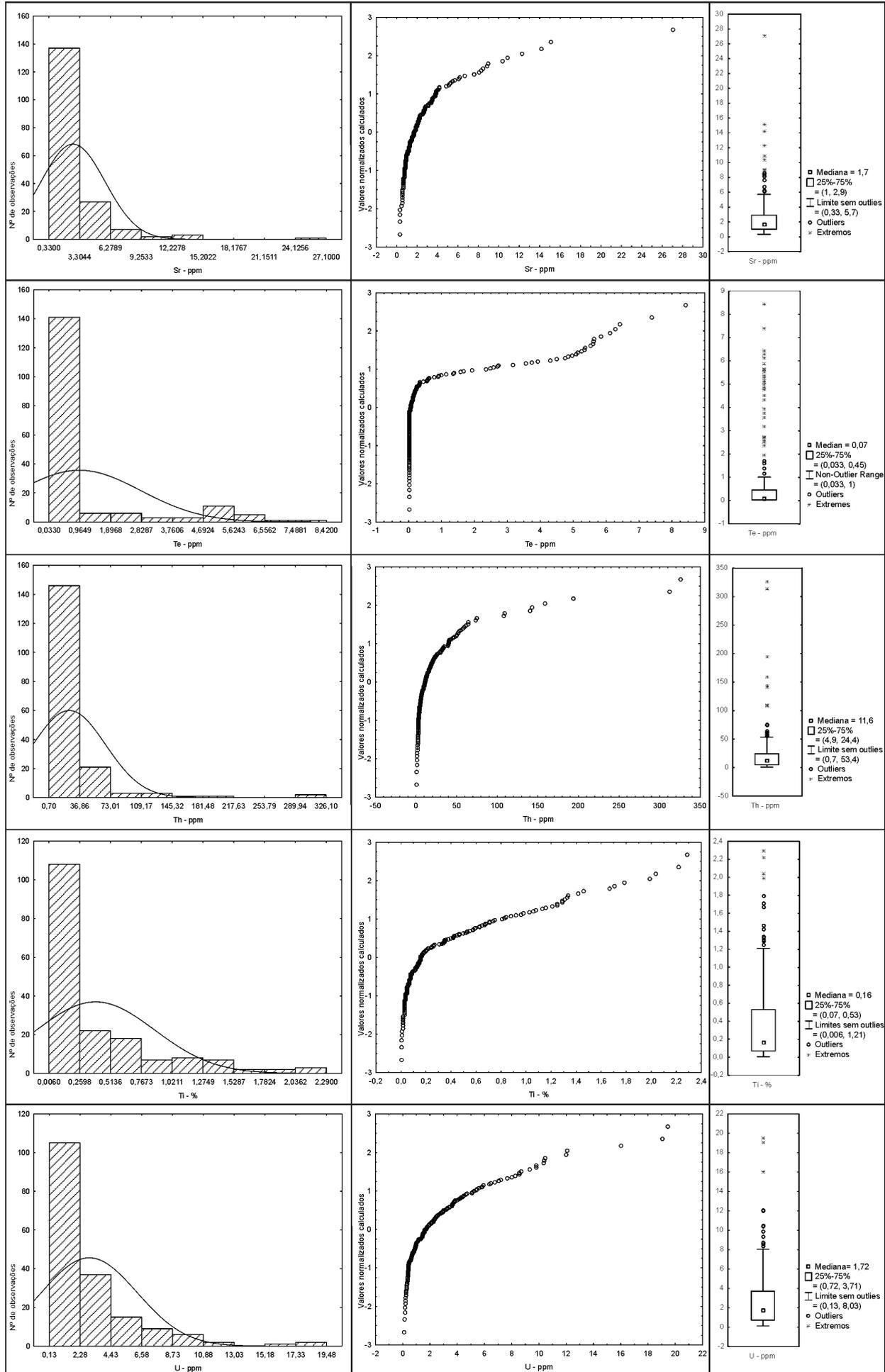


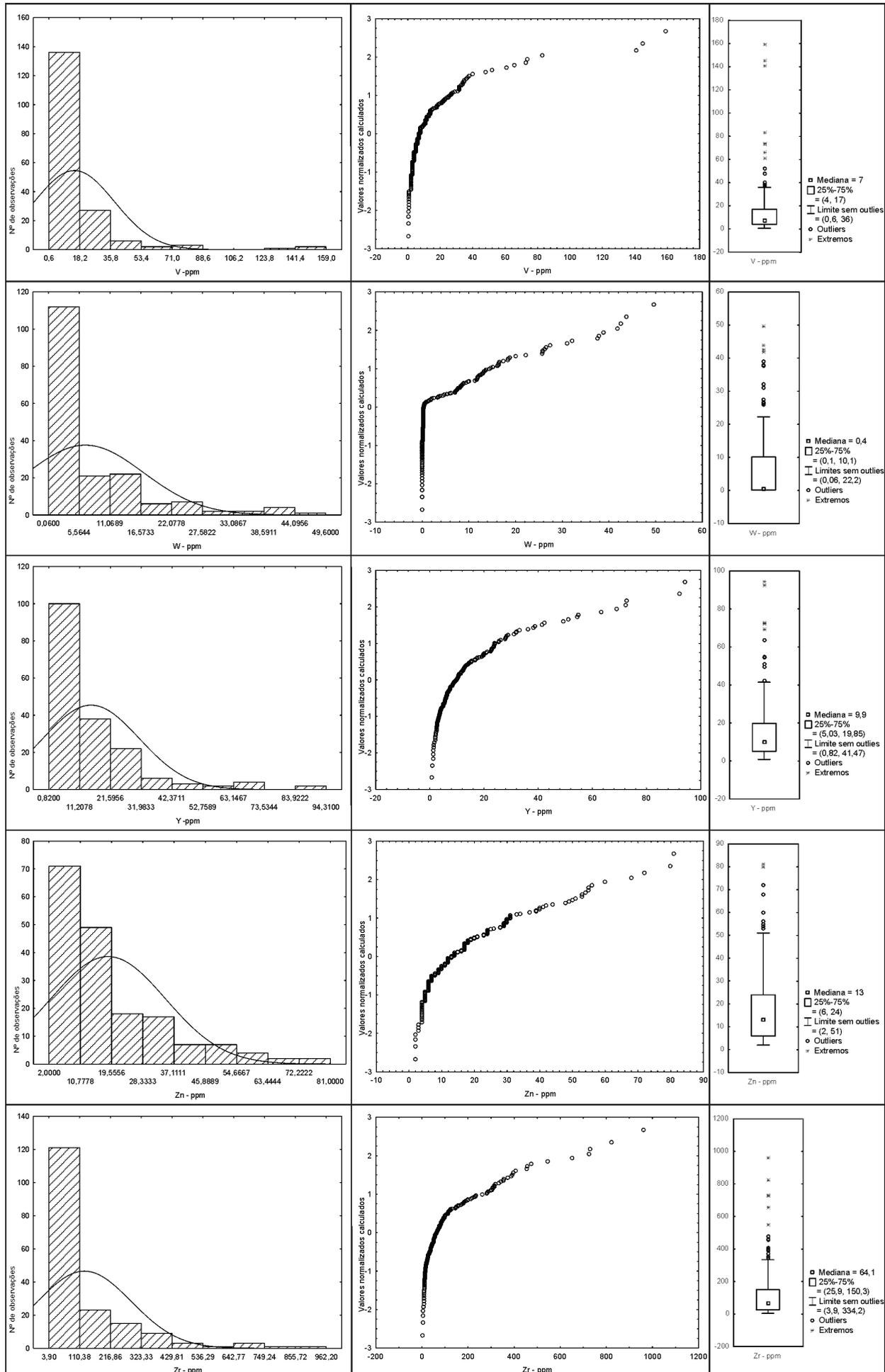








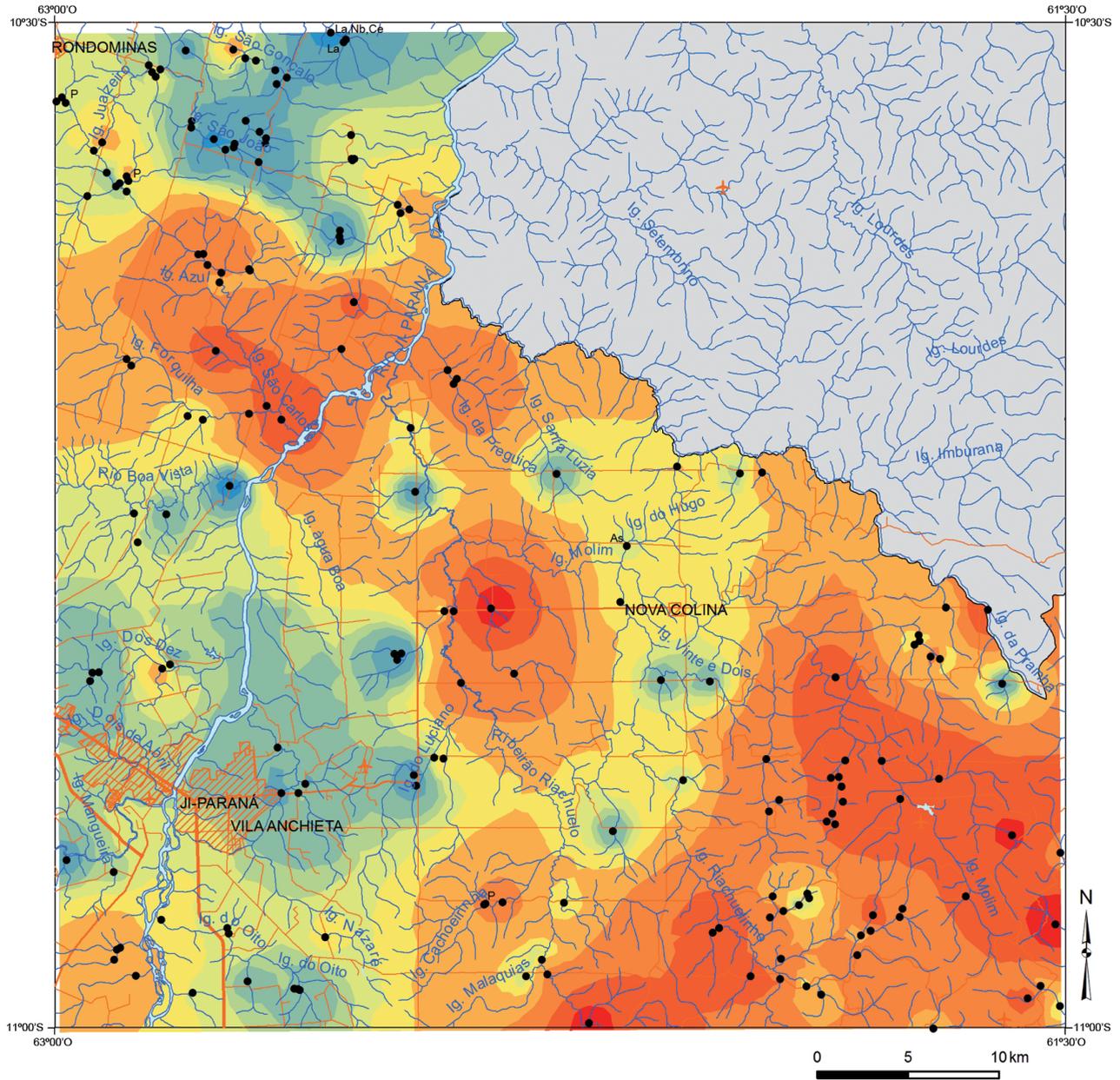




## **ANEXO 02**

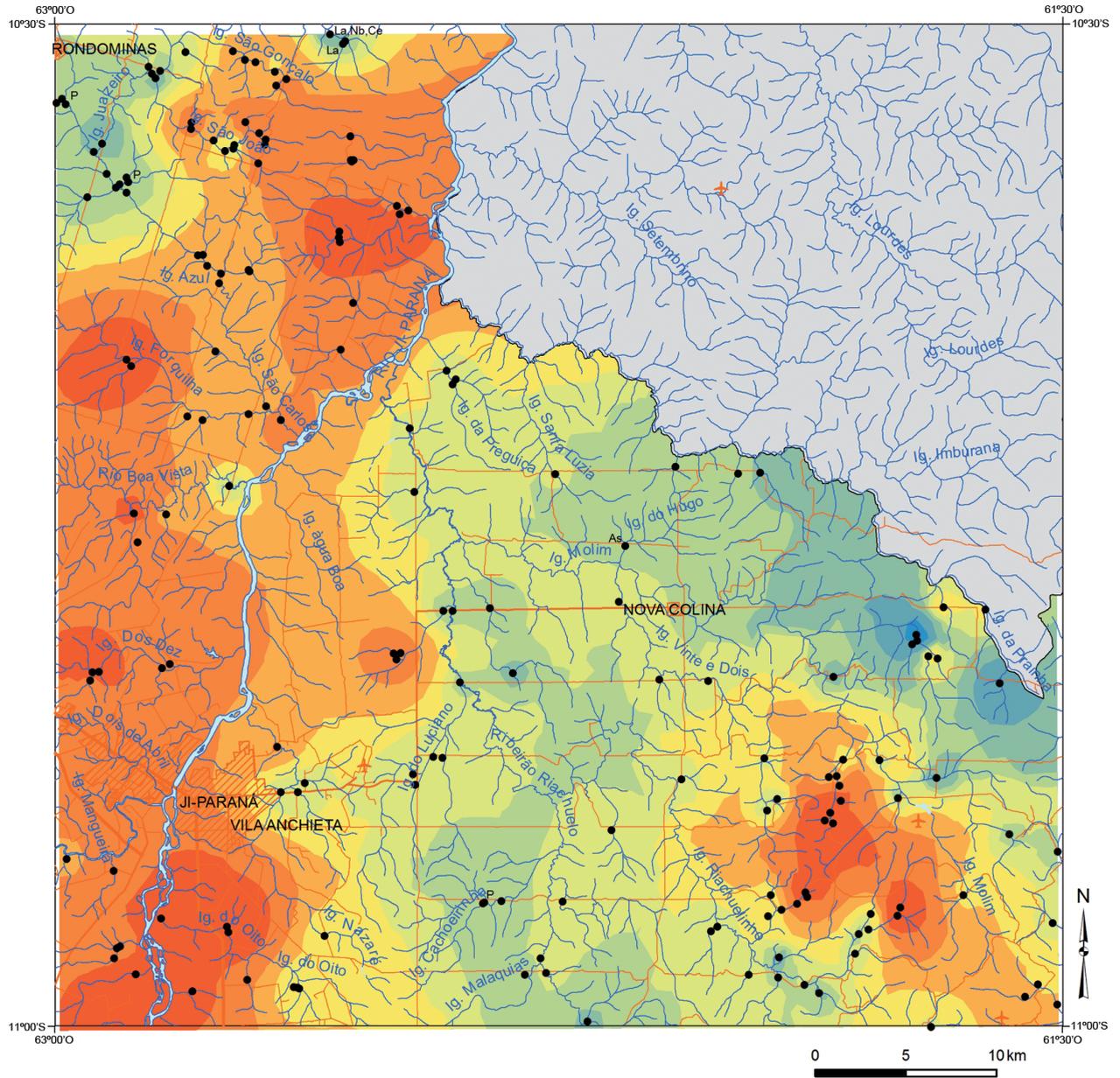
**MAPAS DE INTERPOLAÇÃO ATRAVÉS DO INVERSO DO  
QUADRADO DA DISTÂNCIA DOS AUTO-VALORES DOS  
FATORES DOS PRINCIPAIS COMPONENTES**





LEGENDA:

Fator 1 Cu-Pb-Zn-Mn-Fe-Ti-Sc		
	-1,30 – -0,93	
	-0,93 – -0,72	
	-0,72 – -0,59	
	-0,59 – -0,51	
	-0,51 – -0,38	
	1,84 – 3,58	

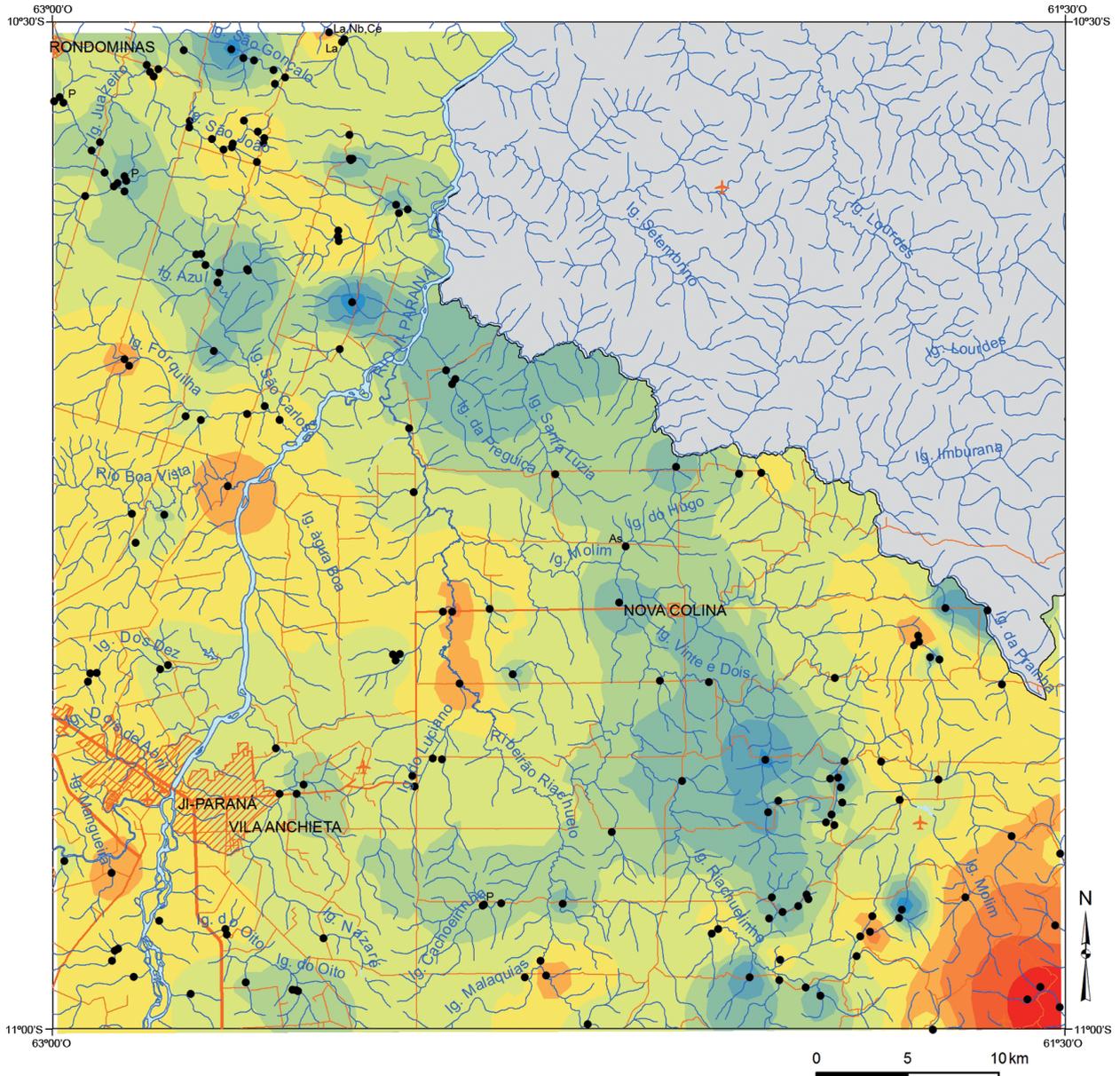


LEGENDA:

Fator 2 Mo-Ni-Cr-W-Co	
	-1,51 – -1,08
	-1,08 – -0,82
	-0,82 – -0,66
	-0,66 – -0,57
	-0,57 – -0,41
	-0,41 – -0,15
	-0,15 – 0,27
	0,27 – 0,98
	0,98 – 2,15
	2,15 – 4,07

- Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)
- Drenagens
- Vias de acesso
- Cidades
- Estação de amostragem de sedimento de corrente

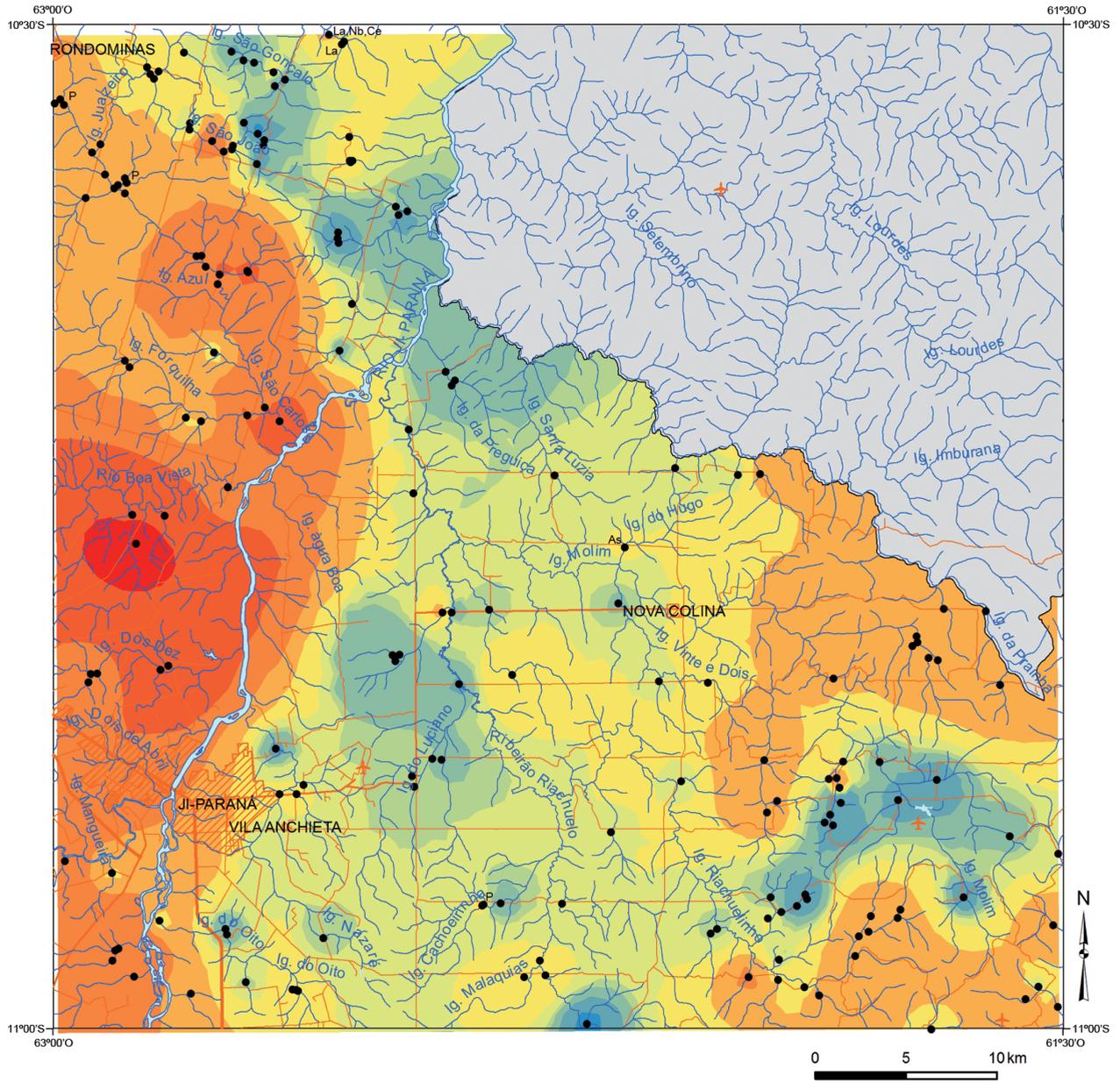




LEGENDA:

Fator 4 V-La-Ce		Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)	
	-1,52 – -0,86		Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)
	-0,86 – -0,50		Drenagens
	-0,50 – -0,31		Vias de acesso
	-0,31 – 0,21		Cidades
	-0,21 – -0,02		Estação de amostragem de sedimento de corrente
	-0,02 – -0,33		
	-0,33 – 0,99		
	0,99 – 2,22		
	2,22 – 4,49		
	4,49 – 8,73		

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná

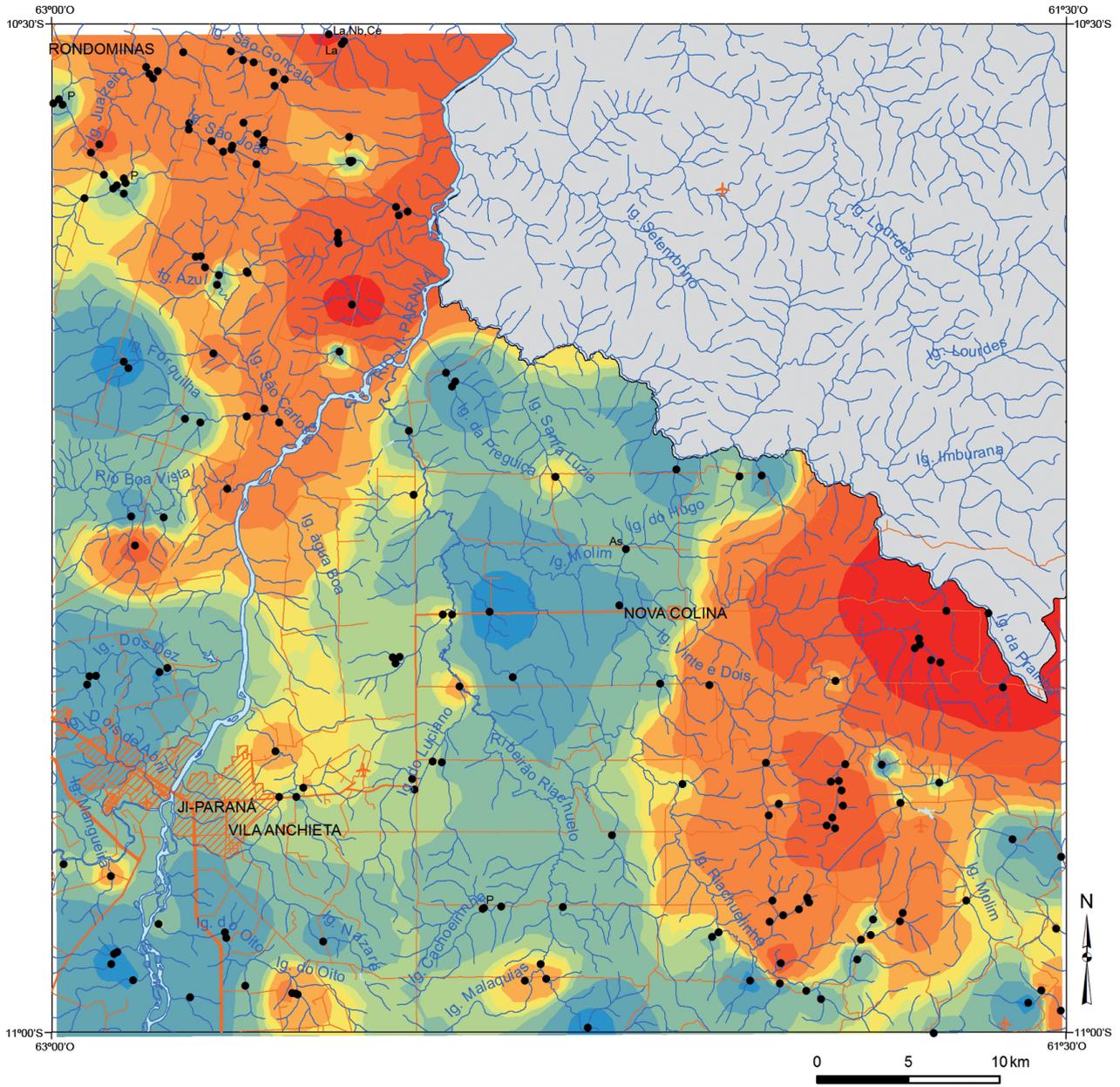


LEGENDA:

Fator 5 Sr-Ca		
	-1,22 – -0,77	
	-0,77 – -0,55	
	-0,55 – -0,46	
	-0,46 – 0,41	
	-0,41 – -0,31	
	0,35 – 1,31	
	1,31 – 3,38	
	3,38 – 7,80	

	Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)
	Drenagens
	Vias de acesso
	Cidades
●	Estação de amostragem de sedimento de corrente



LEGENDA:

Fator 6 U-Th-Y-Hf-Nb-Zr		
	-2,15 – -0,94	 Área sem cobertura geoquímica (Terra Indígena Igarapé Lourdes)
	-0,94 – -0,51	 Drenagens
	-0,51 – -0,35	 Vias de acesso
	-0,35 – 0,29	 Cidades
	-0,29 – -0,27	 Estação de amostragem de sedimento de corrente
	-0,27 – -0,21	
	-0,21 – 0,06	
	-0,06 – 0,37	
	0,37 – 1,58	
	1,58 – 4,92	



A elaboração do mapa Geológico e de Recursos Minerais das folhas Serra da Providência e Ji-Paraná na escala 1:100.000, resulta de uma ação de governo por intermédio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia.

Executado pela Residência de Porto Velho, no âmbito do Programa Geologia do Brasil e com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC do Governo Federal, contou com a integração dos trabalhos de campo, laboratório, estudos petrográficos, litoquímicos, geoquímica de prospecção e geocronologia.

Esse Produto deverá auxiliar os governos dos estados de Rondônia e de Mato Grosso 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 e exploração mineral de substâncias potenciais para indústria de Rochas Ornamentais, especialmente os sienogranitos com quartzo azul e rochas subvulcânicas de cor escura denominadas informalmente de “Estrela do Norte”, além de ocorrências restritas de manganês e estanho que embora pouco expressivas, com um melhor detalhamento poderão trazer resultados animadores.

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 a atividade de mineração no país.

## **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS FOLHAS SERRA DA PROVIDÊNCIA – SC.20-Z-A-III JI-PARANÁ – SC.20-Z-A-VI**

Escala: 1:100.000

## **ESTADOS DE RONDÔNIA E MATO GROSSO**



**FOLHA SERRA DA PROVIDÊNCIA – SC.20-Z-A-III  
FOLHA JI-PARANÁ – SC.20-Z-A-VI**

**NOVEMBRO DE 2015**

**PAC** PROGRAMA DE  
ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO

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

**SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS**  
Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897  
E-mail: seus@cprm.gov.br

**OUVIDORIA**  
Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495  
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de  
**Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral**

Ministério de  
**Minas e Energia**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA