

ISBN 978-85-7499-060-6



## INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Ouro, nº 16

### PROJETO METALOGENIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA JURUENA-TELES PIRES, MATO GROSSO

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do Programa Geologia do Brasil, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, nos campos da metalogênese, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

O presente exemplar da Série Ouro traz os resultados obtidos no trabalho desenvolvido na Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Estado de Mato Grosso, com o objetivo de definir os processos envolvidos na gênese das mineralizações auríferas e seus principais controles (metalotectos) e, dessa forma, contribuir para a aplicação eficiente de métodos prospectivos e exploracionais adequados. Paralelamente, foi desenvolvida no âmbito desse trabalho, uma modelagem dos dados geológicos, geofísicos, geoquímicos e metalogenéticos desta província aurífera, com vistas à geração de mapas previsionais, apontando para novas áreas de potencial aurífero, as quais podem vir a despertar o interesse da indústria de mineração e, conseqüentemente, atrair novos investimentos para o setor.

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

#### Sede

SGAN-Quadra 603 - Conjunto J  
Parte A - 1º andar - Brasília - DF  
CEP: 70830-030  
Tel: 61 3224-2069 - 61 2192-8252 PABX  
Fax: 61 3224-1616

#### Escritório Rio de Janeiro

Av. Pasteur, 404 - Urca - Rio de Janeiro - RJ  
CEP: 22290-240  
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-0032 PABX  
Fax: 21 2295-6347

#### Presidência

Tel: 61 3224-2069 - 61 2192-8252 PABX  
Fax: 61 3225-3985

#### Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Tel: 61 3223-1166 - Fax: 61 3224-0687

#### Departamento de Recursos Minerais

Tel: 61 3223-7925 - Fax: 61 3224-1616

#### Divisão de Avaliação de Recursos Minerais

Tel: 71 3232-0353

#### Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - Fax: 21 2295-5947

#### Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista  
Goiânia - GO - Brasil  
CEP.: 74170-110  
Tel.: 62 3240-1400 - Fax: 62 3240-1417  
E-mail: bibliotecasa@go.cprm.gov.br

#### Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3323-6600  
E-mail: asscom@df.cprm.gov.br

#### Divisão de Marketing e Divulgação

Tel/Fax: 31 3878-0372  
E-mail: marketing@bh.cprm.gov.br

#### Ouvidoria

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

#### Serviço de Atendimento ao Usuário - SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: seus@rj.cprm.gov.br



Governo de  
Mato Grosso



Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Ouro, nº 16



### PROJETO METALOGENIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA JURUENA-TELES PIRES, MATO GROSSO

Goiânia – 2008



# INFORME DE RECURSOS MINERAIS

## CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

### MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

EDISON LOBÃO

*Ministro*

### SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

CLÁUDIO SCLIAR

*Secretário*

### SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM

AGAMENON SÉRGIO LUCAS DANTAS

*Diretor-Presidente*

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO

*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

JOSÉ RIBEIRO MENDES

*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

FERNANDO PEREIRA DE CARVALHO

*Diretor de Relações Institucionais e*

*Desenvolvimento*

EDUARDO SANTA HELENA DA SILVA

*Diretor de Administração e Finanças*

REINALDO SANTANA CORREIA DE BRITO

*Chefe do Departamento de Recursos Minerais*

INÁCIO DE MEDEIROS DELGADO

*Chefe da Divisão de Geologia Básica*

MAISA BASTOS ABRAM

*Chefe da Divisão de Avaliação de Recursos*

*Minerais*

JOÃO HENRIQUE GONÇALVES

*Chefe da Divisão de Geoprocessamento*

ERNESTO VON SPERLING

*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

### SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA

MARIA ABADIA CAMARGO

*Superintendente*

### GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO

BLAIRO BORGES MAGGI

*Governador*

SILVAL DA CUNHA BARBOSA

*Vice-Governador*

### SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA

PEDRO JAMIL NADAF

*Diretor - Presidente*

MANOEL ANTONIO RODRIGUES PALMA

*Secretário Adjunto de Desenvolvimento*

MARCIO LUIZ DE MESQUITA

*Secretário do Núcleo Sistêmico*

JOAQUIM JURANDIR PRATT MORENO

*Superintendente de Minas*

# PROJETO METALOGENIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA JURUENA-TELES PIRES, MATO GROSSO

## CRÉDITOS TÉCNICOS

### Coordenação Geral-DEREM/CPRM

Reinaldo Santana Correia de Brito

### Coordenação Técnica

Maria da Glória da Silva

### Chefia do Projeto

Maisa Bastos Abram

### Equipe Executora

**Litogeoquímica** - Maria da Glória da Silva

**Estrutural** - Reginaldo Alves dos Santos, Maisa Bastos Abram, Márcio Oliveira de Castro

**Inclusões Fluidas** - Márcia Abrahão de Moura, Karla Munique da Silva Pereira

**Química Mineral** - Márcia Abrahão de Moura, Maisa Bastos Abram

**Geocronologia** - Farid Chemale, Paulo Vasconcelos

**Metalogenia** - Maria da Glória da Silva, Maisa Bastos Abram

**Geofísica** - Francisco José Fonseca Ferreira, Maisa Bastos Abram

**Sensoriamento Remoto** - David Brito de Cerqueira, Maisa Bastos Abram

**Geoprocessamento** - Maisa Bastos Abram, David Brito de Cerqueira

**Petrografia** - Raymundo José Bulcão Frões, Maisa Bastos Abram, Karla Munique da Silva Pereira

**Elaboração do SIG** - Rogério Celestino de Almeida, David Brito de Cerqueira, Nivia Pina de Souza

**Editoração Cartográfica** - Nivia Pina de Souza, Rogério Celestino de Almeida, Cleiton da Cruz dos Santos, Michel Brum Coutinho, Isabel Cristina de Jesus Pitanga.

**Desenvolvimento ArcExibe** - João Henrique Gonçalves

### Embalagem e Padrão do Produto -

Ernesto Von Sperling, Washington Santos

**Abertura do DVD** - David Brito de Cerqueira

### Colaboradores Internos

Antonio Augusto Soares Frasca

Reinaldo Santana Correia de Brito

Reginaldo Alves dos Santos

Mário Cavalcanti de Albuquerque

### Colaboradores Externos

Karla Munique da Silva Pereira - UnB

Farid Chemale Júnior- UFRGS

Paulo Vasconcelos - University of Queensland, Austrália

Carlos Roberto de Souza Filho - UNICAMP

Luciana Viana de Melo - UnB

### Apoio Técnico

Nivia Pina de Souza

Cleiton da Cruz dos Santos

Michel Brum Coutinho

Isabel Cristina de Jesus Pitanga

Márcio Oliveira de Castro

Thais Andréia dos Santos Canabrava

Carolina Gomide

Cristina Ferreira

Maria Madalena Figuerêdo de Lima

### Organizado por

Maria da Glória da Silva, Maisa Bastos Abram

### Revisão Final

Maria da Glória da Silva - ASSDGM

Maisa Bastos Abram - DIARMI

### Diagramação

Hardy Jost

### Revisão Final do SIG

DIGEOP

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

**GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA  
SUPERINTENDÊNCIA DE MINAS

# **METALOGENIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA JURUENA-TELES PIRES, MATO GROSSO**

**Organizadores**

Maria da Glória da Silva  
Maisa Bastos Abram

**Goiânia, 2008**

## Informe de Recursos Minerais, Série Ouro n° 16

S586 Silva, Maria da Glória da  
Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena - Teles Pires, Mato Grosso / Organizado por Maria da Glória da Silva e Maísa Bastos Abram - Goiânia: CPRM, 2008.  
212 p. : il. color. + DVD - (Informe de Recursos Minerais, Série Ouro, 16).

Programa de Geologia do Brasil.  
Convênio de Cooperação Técnica entre a CPRM - Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia do Estado de Mato Grosso.  
ISBN 978-85-7499-060-6

1. Metalogenia - Mato Grosso. 2. Ouro - Mato Grosso. I. Abram, Maísa Bastos. II. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. III. Título. IV. Série.

CDD 553.1

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO  
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA

PROJETO METALOGENIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA JURUENA-TELES PIRES, MATO GROSSO

**Coordenação Geral-DEREM/CPRM**  
*Reinaldo Santana Correia de Brito*

**Coordenação Técnica**  
*Maria da Glória da Silva*

**Chefia do Projeto**  
*Maisa Bastos Abram*

**Equipe Executora**

**Litogeoquímica** – *Maria da Glória da Silva*

**Estrutural** – *Reginaldo Alves dos Santos, Maisa Bastos Abram, Márcio Oliveira de Castro*

**Inclusões Fluidas** – *Márcia Abrahão de Moura, Karla Munique da Silva Pereira*

**Química Mineral** – *Márcia Abrahão de Moura, Maisa Bastos Abram*

**Geocronologia** – *Farid Chemale, Paulo Vasconcelos*

**Metalogenia** – *Maria da Glória da Silva, Maisa Bastos Abram*

**Geofísica** – *Francisco José Fonseca Ferreira, Maisa Bastos Abram*

**Sensoriamento Remoto** – *David Brito de Cerqueira, Maisa Bastos Abram*

**Geoprocessamento** – *Maisa Bastos Abram, David Brito de Cerqueira*

**Petrografia** – *Raymundo José Bulcão Fróes, Maisa Bastos Abram, Karla Munique da Silva Pereira*

**Elaboração do SIG** – *Rogério Celestino de Almeida, David Brito de Cerqueira, Nivia Pina de Souza*

**Editoração Cartográfica** – *Nivia Pina de Souza, Rogério Celestino de Almeida, Cleiton da Cruz dos Santos, Michel*

*Brum Coutinho, Isabel Cristina de Jesus Pitanga*

**Desenvolvimento ArcExibe** – *João Henrique Gonçalves*

**Embalagem e Padrão do Produto** – *Ernesto Von Sperling e Washington Santos*

**Abertura do DVD** – *David Brito de Cerqueira*

**Revisão Final do SIG** – *Divisão de Geoprocessamento*

**Colaboradores Internos**

*Antonio Augusto Soares Frasca*

*Reinaldo Santana Correia de Brito*

*Reginaldo Alves dos Santos*

*Mário Cavalcanti de Albuquerque*

**Colaboradores Externos**

*Karla Munique da Silva Pereira - UnB*

*Farid Chemale Júnior - UFRGS*

*Paulo Vasconcelos - University of Queensland, Austrália*

*Carlos Roberto de Souza Filho - UNICAMP*

*Luciana Viana de Melo - UnB*

**Apoio Técnico**

*Nivia Pina de Souza*

*Cleiton da Cruz dos Santos*

*Michel Brum Coutinho*

*Isabel Cristina de Jesus Pitanga*

*Márcio Oliveira de Castro*

*Thais Andréia dos Santos Canabrava*

*Carolina Gomide*

*Cristina Ferreira*

*Maria Madalena Figuerêdo de Lima*

**Organizado por**

*Maria da Glória da Silva e Maisa Bastos Abram*

**Revisão Final**

*Maria da Glória da Silva – ASSDGM*

*Maisa Bastos Abram*

**Diagramação**

*Hardy Jost - ASSDGM*

## Apresentação

A Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, por intermédio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, e o governo do Estado de Mato Grosso, por intermédio da Secretaria de Indústria e Comércio, têm a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral os resultados alcançados pelo **Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires**.

Este produto faz parte do *Programa de Geologia do Brasil-PGB* do Serviço Geológico do Brasil, tendo sido desenvolvido no âmbito da Superintendência Regional de Goiânia e executado pelo Departamento de Recursos Minerais-DEREM através da Divisão de Avaliação de Recursos Minerais – DIARMI, desta empresa.

Trata-se de um estudo temático de geologia econômica e metalogenia previsional de uma grande província mineral brasileira, utilizando avançadas técnicas analíticas e geotecnológicas. O tratamento dos dados, através de uma abordagem do tipo *Mineral Resource Assessment*, com base em modelos de depósitos minerais, é uma tendência mundial que já vem sendo adotada pelos Serviços Geológicos de diferentes partes mundo. Ao realizar este estudo, a CPRM se coloca nesse patamar, criando um novo paradigma no desenvolvimento de metodologias para o estudo sistemático de áreas de grande concentração mineral, como é o caso da Província Aurífera Juruena-Teles Pires. Após esta iniciativa projeta-se para o futuro imediato a aplicação rotineira, pela CPRM, dos métodos e sistemáticas empregadas neste projeto, em distritos mineiros e províncias metalogenéticas brasileiras.

As ações desenvolvidas no Projeto envolvem a avaliação da potencialidade para a presença de novos alvos mineralizados a ouro na Província Aurífera Juruena-Teles Pires, também conhecida como Província Aurífera de Alta Floresta, que abrange as folhas 1: 250.000 de Rio São João da Barra (SC.21-V-D), Alta Floresta (SC.21-X-C), Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A) e Vila Guarita (SC.21-Z-B), todas na porção norte do Estado de Mato Grosso.

Está sendo disponibilizado um volume impresso e um DVD com o texto em PDF e um acervo, em SIG, contendo: (i) cartografia geológica da área; (ii) levantamentos aerogeofísicos históricos (aeromagnetometria e aerogamaespectrometria) e sua re-interpretação; (iii) dados de levantamentos geoquímicos de superfície;

(iv) dados petrográficos, geocronológicos, de isótopos estáveis, de inclusões fluidas, litogeoquímicos e mineraloquímicos adquiridos nesse projeto; (v) nova interpretação estrutural de imagens de sensores remotos, com o uso de imagens Landsat-Fusão IHS com SRTM; (vi) estudo e mapeamento espectral de imagens ASTER; (vii) modelamento espacial dos dados disponíveis; (viii) mapa com áreas potenciais para novas mineralizações auríferas.

Trata-se de um produto que tem por objetivo principal o fomento à pesquisa e exploração mineral para ouro no Estado de Mato Grosso, ao tempo em que sinaliza com áreas de maior favorabilidade/prospectividade nas quais os investimentos poderão ser priorizados.

Com mais este lançamento, o Serviço Geológico do Brasil-CPRM presta sua colaboração ao firme propósito do atual governo de fomentar o desenvolvimento regional e setorial através da atualização do conhecimento geológico do Brasil. Além de ser um instrumento de formulação de políticas públicas, este produto tem a capacidade de atrair investimentos para o setor mineral, uma atividade reconhecidamente indutora de crescimento sócio-econômico, cujos efeitos deflagram um círculo virtuoso de geração de emprego e renda.

Manoel Barretto da Rocha Neto  
**Diretor de Geologia e Recursos Minerais do  
Serviço Geológico do Brasil-CPRM**

## SUMÁRIO

<b>1 - Introdução</b> - .....	7
1.1 - Justificativa e Objetivo .....	7
1.2 - Métodos .....	10
1.3 - Dados Físicos de Produção .....	12
1.4 - Localização e acesso .....	12
1.5 - Aspectos Sócio Econômicos .....	12
1.6 - Aspectos Físicos .....	13
1.6.1 - Geomorfologia .....	13
1.6.2 - Solo .....	14
1.6.3 - Vegetação .....	15
1.6.4 - Clima .....	15
<b>2 - Geologia Regional</b> - .....	16
<b>3 - Geologia da Área de Estudo</b> - .....	23
3.1 - Introdução .....	23
3.2 - Descrição das Unidades Estratigráficas .....	24
3.2.1 - Complexo Bacaeri-Mogno .....	24
3.2.2 - Complexo Cuiú-Cuiú .....	26
3.2.3 - Granito Nhandu .....	26
3.2.4 - Suíte Intrusiva Matupá .....	29
3.2.5 - Suíte Intrusiva Flor da Serra .....	30
3.2.6 - Suíte Intrusiva Juruena .....	31
3.2.7 - Alcalinas Rio Cristalino .....	34
3.2.8 - Suíte Intrusiva Paranaíta .....	34
3.2.9 - Suíte Colíder .....	36
3.2.10 - Suíte Vitória .....	38
3.2.11 - Granito São Pedro .....	39
3.2.12 - Granito São Romão .....	39
3.2.13 - Granito Apiacás .....	40
3.2.14 - Grupo São Marcelo-Cabeça .....	42
3.2.15 - Suíte Nova Canaã .....	44
3.2.16 - Granito Teles Pires .....	45
3.3 - Arcabouço Estrutural .....	47
3.4 - Discussões e Conclusões .....	54
<b>4 - Interpretação dos Dados Geofísicos</b> - .....	57
4.1 - Trabalhos anteriores .....	57
4.2 - Re-processamento e interpretação dos dados geofísicos pré-existentes .....	59
4.2.1 - Gamaespectrometria .....	63
4.2.2 - Magnetometria .....	72
4.2.3 - Integração gamaespectrométrica-magnética .....	79
4.4 - Conclusões .....	79
<b>5 - Recursos Minerais</b> - .....	83
5.1 - Evolução do Conhecimento sobre as Mineralizações Auríferas da Área .....	83
5.2 - Descrição das Áreas-Alvo Seleccionadas .....	89
5.2.1 - Garimpo Filão do Paraíba .....	89
5.2.2 - Garimpo do Trairão .....	104
5.2.3 - Garimpo Pé de Fora .....	115
5.2.4 - Garimpo do Edu .....	120
5.2.5 - Garimpo Tapajós .....	128
5.2.6 - Garimpos do Gil e do Fabinho .....	137
5.2.7 - Garimpo de Papagaio .....	143
5.3. Química mineral .....	148
5.3.1 - Biotita .....	148
5.3.2 - Clorita .....	152
5.3.2.1 - Geotermômetro da clorita .....	152
5.3.3 - Pirita .....	153
5.3.4 - Calcopirita .....	153
5.3.5 - Ouro .....	153
5.3.6 - Esfalerita .....	153
5.3.7 - Arsenopirita .....	153
5.4 - Discussões e Conclusões .....	153
<b>6 - Levantamentos Geoquímicos</b> - .....	158
6.1 - Revisão de trabalhos anteriores .....	158
6.2 - Modelagem dos dados geoquímicos .....	159
<b>7 - Mapeamento Multiespectral das Alterações Hidrotermais</b> - .....	163
7.1 - Introdução .....	163
7.2 - Sensoriamento Remoto Multiespectral .....	163

7.2.1 - Garimpo Filão do Paraíba .....	165
7.2.2 - Garimpo Tapajós .....	165
7.2.3 - Garimpo do Trairão .....	165
7.2.4 - Garimpo do Edu .....	166
7.2.5 - Garimpo Pé de Fora .....	170
7.2.6 - Garimpos de Gil e Fabinho .....	170
7.3 - Conclusões .....	172
<b>8 - Análise Espacial de Dados - .....</b>	<b>176</b>
8.1 - Introdução .....	176
8.2 - Métodos de Análise Espacial Utilizados .....	176
8.2.1 - Aplicação do método do Peso das Evidências ( <i>data driven</i> ) .....	176
8.2.2 - O método da Lógica Fuzzy ( <i>knowledge driven</i> ) aplicado ao acervo de dados .....	192
8.3 - Discussão e Conclusões .....	197
<b>9 – Conclusões e Recomendações - .....</b>	<b>204</b>
<b>10 - Referências Bibliográficas .....</b>	<b>208</b>
<b>1 DVD-ROM</b>	
<b>ANEXOS (INCLUSOS NO DVD-ROM)</b>	
Anexo I – Resultados Geocronológicos Sm-Nd e U-Pb	
Anexo II – Análises Litogeoquímicas	
Anexo III – Análises Mineraloquímicas	
Anexo IV – Mapa de Potencial para Ouro	



## 1 - Introdução

*Maisa Bastos Abram  
David Brito de Cerqueira*

Este relatório descreve os resultados do Projeto *Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles* realizado pela CPRM e desenvolvido em parceria com a Secretaria de Estado de Indústria, Comércio, Minas e Energia do Governo do Estado do Mato Grosso. O projeto é parte do Programa de Geologia do Brasil da CPRM - Serviço Geológico do Brasil e resulta do interesse comum do Governo do Estado do Mato Grosso e do Ministério das Minas e Energia, em alavancar o desenvolvimento do setor mineral do Estado.

A área abrange as folhas 1:250.000 de Rio São João da Barra (SC.21-V-D), Alta Floresta (SC.21-X-C), Ilha 24 de Maio (SC.21\_Z-A) e Vila Guarita (SC.21-Z-B), porção norte do Estado. O projeto envolveu a descrição e o estudo das características de sete garimpos de ouro, o levantamento espectrorradiométrico de zonas de alteração hidrotermal no entorno dos mesmos e o processamento de dados, em Sistema de Informações Geográficas, de toda a área abrangida pelas folhas citadas. Como base geológica foram utilizadas as informações coletadas durante o projeto e compiladas de trabalhos anteriores (Silva *et al.* 1980; Barros 1994; Abreu Filho *et al.* 1992; Parro, 1998; Madrucci 2000; Madrucci *et al.* 2004; JICA/MMAJ 2000 e 2001; Souza *et al.* 2005).

O produto resultante consiste em um relatório em formato PDF com descrição dos principais dados sobre os depósitos estudados, um mapa de potencialidade para ouro na escala de 1:500.000 e um DVD-ROM com informações organizadas em SIG na forma de mapas temáticos, mapa multiespectral e o resultado de modelagens metalogenéticas. O acervo também contém: (i) dados de cartografia geológica anteriores com as atualizações resultantes deste projeto; (ii) interpretação e temas geofísicos gerados por reprocessamento de aerolevantamentos existentes e digitalização das interpretações de Parro (1998); (iii) revisão dos levantamentos geoquímicos anteriores; (iv) novo acervo de dados petrográficos, geocronológicos, de isótopos estáveis, inclusões fluidas, litogeoquímicos e mineraloquímicos, com incorporação de dados anteriores, análise crítica e reinterpretação; (v) nova interpretação estrutural a partir de imagens Landsat-Fusão IHS com SRTM; (vi) estudo e mapeamento espectral de imagens ASTER; (vii) modelamento espacial dos dados; (viii) gera-

ção de mapa de potencial para mineralizações auríferas e (ix) organização e tratamento dos dados em Sistema de Informações Geográficas.

Estas informações constituem um instrumento de fomento e fornecerão subsídios à análise de investimentos em pesquisa de ouro na região norte do Mato Grosso e, conseqüentemente, do País.

### 1.1 - Justificativa e Objetivo

A atividade mineira na Província Mineral Juruena-Teles Pires, ou Província Mineral de Alta Floresta, está historicamente ligada à extração de ouro que, de 1980 a 1998, totalizou cerca de 120 toneladas advindas principalmente da atividade garimpeira em aluviões, coluviões e eluviões. O esgotamento das reservas nas áreas tradicionalmente garimpadas abriu caminho para a descoberta de vários alvos com mineralização primária, os quais atestam a vocação e a potencialidade metalogenética para Au da região.

Os levantamentos geológicos realizados durante o Projeto Promin-Alta Floresta representaram significativo avanço do conhecimento da geologia e evolução geodinâmica da porção sudoeste do cráton amazônico e resultaram em nova proposta sobre a estratigrafia da área, por individualização de várias unidades geológicas (Souza *et al.* 2005). A nova proposta subsidiou um modelo de evolução geotectônica representado por ciclo orogênico completo do Paleoproterozóico. As associações litotectônicas individualizadas pelos autores compreendem, de norte para sul (Fig. 1.1):

(i) o Arco Magmático Cuiú-Cuiú (2.10 a 1.95 Ga), constituído pelos gnaisses do *Complexo Cuiú-Cuiú*, granitos pós-colisionais ou pós-orogênicos da *Suíte Intrusiva Matupá* e as rochas básicas da *Suíte Intrusiva Flor da Serra*;

(ii) o Arco Magmático Juruena, justaposto ao Arco Cuiú-Cuiú, constituído de um segmento vulcano-plutônico (1,85 a 1,80 Ga) de baixo grau metamórfico (1,85 a 1,80 Ga.) e deformação rúptil predominante, e outro (1,80 a 1,75 Ga), mais a sul, com rochas de médio a alto grau de metamorfismo e deformação dúctil dominante. O primeiro é formado por (a) granitos e monzogranitos cálcio-alcalinas da *Suíte Intrusiva Juruena*; (b) granitos e monzogranitos cálcio-alcalinos da *Suíte Paranaíta*; (c) sienitos e quartzo sienitos da unidade *Al-*

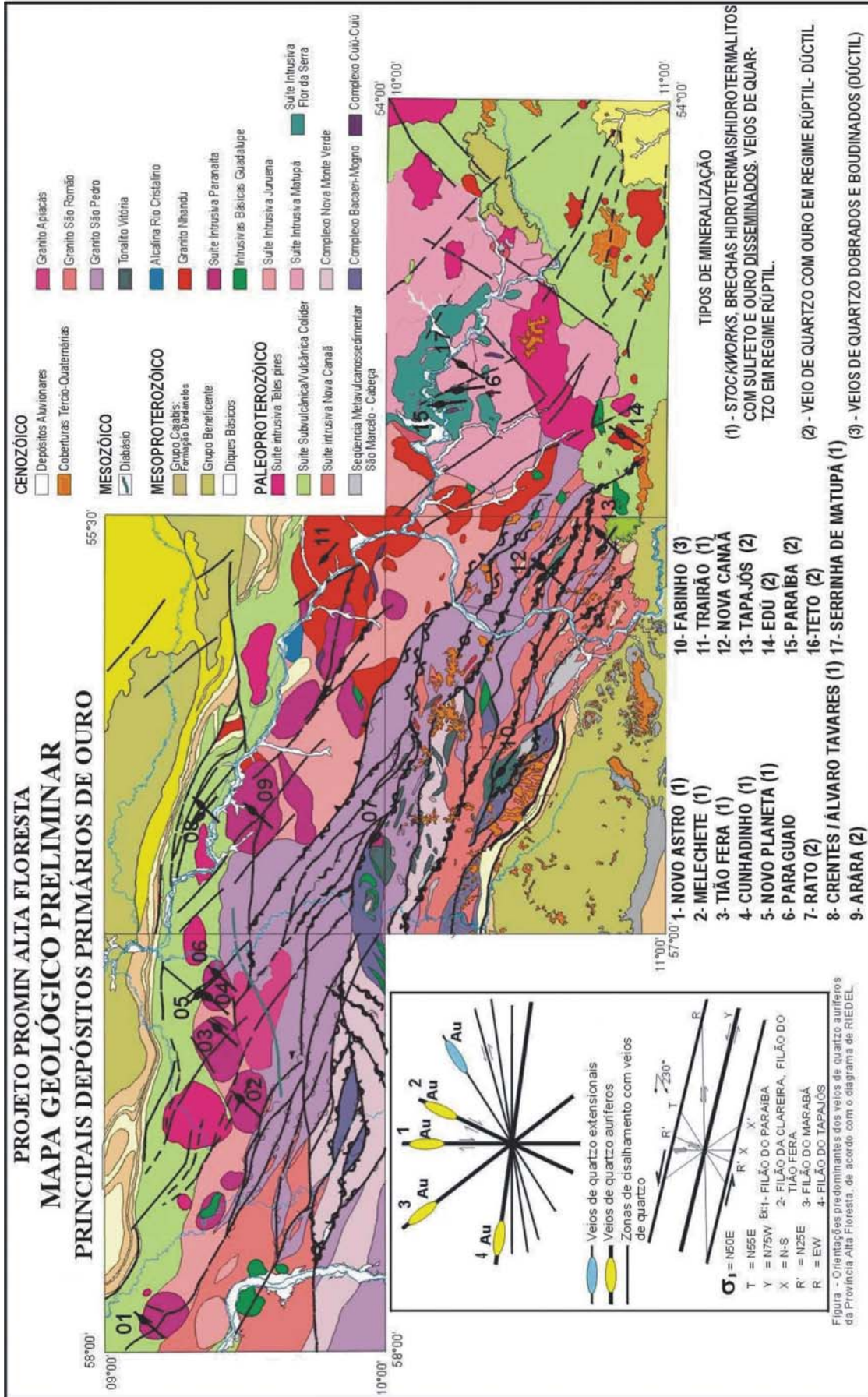


Figura 1.1 – Esboço Geológico da Província Juruena-Teles Pires. Fonte: Projeto PROMIN Alta Floresta (Souza et al., 2005).

calinas Rio Cristalino; (d) granitos, monzonitos, sienogranitos e subvulcânicas, cálcio-alcálinos, da unidade *Granito Nhandu*; (e) rochas subvulcânicas, lavas e piroclásticas ácidas a intermediárias, cálcio-alcálinas, e epiclásticas associadas, da *Suíte Colíder*; (f) rochas plutônicas máficas a intermediárias da unidade *Intrusivas Básicas Guadalupe*; (g) alcali-granitos e leucogranitos pós-orogênicos da unidade *Granito Teles Pires*. O segundo segmento compreende: (h) rochas supracrustais de fácies anfíbolito do *Complexo Bacaeri-Mogno*, interpretadas como remanescentes de fundo oceânico; (i) enderbitos e metadioritos, cálcio-alcálinos da *Suíte Vitória*; (j) ortognaisses e migmatitos do *Complexo Nova Monte Verde*; (k) granitos cálcio-alcálinos da unidade *São Pedro*; (l) granitos cálcio-alcálinos da unidade *São Romão* e (m) leucogranitos peraluminosos da unidade *Granito Apiacás*.

(iii) rochas metavulcano-sedimentares do *Grupo São Marcelo Cabeça*, com feições de ambiente extensional (Rizzoto *et al.*, 1995) e intrudidas por granitóides cálcio-alcálinos e deformados da *Suíte Nova Canaã* ( $1743 \pm 4$  Ma). Estas rochas foram consideradas por Souza *et al.* (2005) como provavelmente correlacionáveis com o Arco Magmático Roosevelt (1,75 a 1,65 Ga).

Estudos realizados nos principais garimpos de ouro primário da área do projeto PROMIN-Alta Floresta permitiram reconhecer, em macro-escala, a existência de diferentes tipos de depósitos. A partir de dados de campo e estudos petrográficos de amostras de garimpos, Santos (2000), Delgado *et al.* (2001), Lacerda Filho *et al.* (2001, Ribeiro *et al.* (2001), Santos (2001) e Cruz (2002) concluíram que os depósitos de ouro primários da província compreendem os gerados sob regimes rúptil e rúptil-dúctil a dúctil, a exemplo do observado por Barros (1994) em garimpos da região de Peixoto de Azevedo. Por outro lado, a partir do regime de deformação e da morfologia dos veios auríferos da região, Delgado *et al.* (2001) agrupam os depósitos nas seguintes categorias:

- Tipo I - em veios de quartzo dobrados e boudinados de domínio dúctil;

- Tipo II - em veios de quartzo hospedados por zonas de cisalhamento confinadas;

- Tipo III - *stockworks* em fraturas extensionais associados a brechas resultantes de deformação rúptil.

Em síntese sobre o conhecimento das mineralizações auríferas do Tapajós e de Alta Floresta, Santos *et al.* (2001) conclui, a partir de dados de campo, litogeoquímicos, geocronológicos e de alguns dados sobre inclusões fluidas e de alteração hidrotermal, pela existência de dois tipos de mine-

ralizações auríferas em ambas as áreas, isto é, os relacionados com intrusões graníticas (*intrusion related deposits*) e os relacionados a metamorfismo-deformação (*orogenic type deposits*). Os depósitos do tipo 1, de Delgado *et al.* (2001), são compatíveis com os do tipo *orogenic gold* e os do tipo III com depósitos *intrusion related*. As feições dos depósitos do tipo II, tal como descritas por Delgado *et al.* (2001), não permitem defini-los como relacionados a intrusão ou como do tipo orogênico.

Embora os trabalhos realizados no projeto PROMIN-Alta Floresta tenham contribuído para o conhecimento da geologia da área e extensão da zona mineralizada, os dados necessários para o modelamento metalogênico da área e a construção de mapa preditivo de potencialidade são reduzidos. Para tanto, visando suprir esta carência, as seguintes ações foram implementadas durante o presente projeto:

**a** - A seleção de áreas-alvos (garimpos) que contemplassem diferentes modelos descritivos de depósitos da área, de diferentes contextos geotectônicos (Arco Cuiú-Cuiú, Arco Juruena e Arco Roosevelt). Os alvos selecionados foram os garimpos Filão do Paraíba, Trairão, Pé de Fora, Tapajós, Edu, Gil/Fabinho e Papagaio;

**b** - A realização de trabalhos de campo para a coleta de amostras de rochas encaixantes regionais e imediatas dos veios mineralizados, por vezes prejudicada devido à qualidade das exposições;

**c** - Estudos petrográficos e litogeoquímicos para definir protólitos e produtos de metamorfismo e de alteração hidrotermal;

**d** - Definição das paragêneses e da zonalidade de alterações hidrotermais associadas aos veios mineralizados;

**e** - Análises espectrorradiométricas das paragêneses de alteração hidrotermal;

**f** - Estudo de inclusões fluidas dos veios para definir a natureza e origem dos fluidos mineralizantes;

**g** - Estudos de isótopos estáveis de S em sulfetos e O em quartzo dos veios para auxiliar na definição da origem do minério;

**h** - Estudos geocronológicos U-Pb por LA-ICP-MS das encaixantes do minério e Ar-Ar de micas das zonas de alteração hidrotermal;

**i** - Análises químicas de clorita e arsenopirita de zonas de minério para estabelecer pressão e temperatura dos processos de mineralização;

**j** - Processamento digital de imagens Landsat com ênfase em feições estruturais dúctil-rúptil e detecção de zonas preferenciais de mineralizações tectono-controladas;

**k** - Processamento digital de imagens ASTER combinado com assinaturas espectrorradiométricas de zonas de alteração hidrotermal, com vistas ao seu rastreamento na escala da província;

**l** - Re-processamento dos dados aerogama-espectrométricos e aeromagnetométricos dos projetos Juruena I, II e Rio do Sangue para detalhamento do arcabouço estrutural e identificação de parâmetros que permitissem identificar zonas de alteração hidrotermal e sua correlação com diferentes tipos de granitos e de mineralizações na província;

**m** - Elaboração de um banco de dados, em ambiente SIG, do acervo de dados pré-existente sobre geologia, geofísica, geoquímica de superfície, cadastramento de recursos minerais, etc., e das informações obtidas no âmbito desse projeto;

**n** - Integração dos dados, caracterização das feições diagnósticas dos diferentes tipos de jazimentos auríferos, definição dos principais processos envolvidos na sua gênese, reconhecimento e hierarquização de metalotectos e modelamento metalogenético;

**o** - Modelamento dos dados em ambiente SIG com base no conhecimento (*knowledge driven*) e emprego da Lógica Fuzzy, e com base nos dados (*data driven*), com aplicação da técnica analítica Peso das Evidências;

**p** - Geração de mapas de favorabilidade para novos jazimentos de ouro.

## 1.2 - Métodos

O projeto foi executado pela Divisão de Avaliação de Recursos Minerais – Departamento de Recursos Minerais, em parceria com a Superintendência Regional de Goiânia, e coordenado pela Assessoria da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, com desenvolvimento segundo o fluxograma da figura 1.2.

As atividades se resumem a quatro fases. A primeira, de pré-campo, consistiu no planejamento, aquisição de documentação técnica, imagens de sensores remotos e dados geofísicos, compilação bibliográfica, interpretação de imagens de satélite, transformação e integração de dados cartográficos de projetos anteriores (Silva *et al.*, 1980; Barros, 1994; Abreu Filho *et al.*, 1992; Parro, 1998; Madrucci *et al.*, 2000; JICA/MMAJ, 2000, 2001; Souza *et al.*, 2005) em Sistema de Informações Geográficas (SIG), reprocessamento e interpretação de levantamentos aerogeofísicos, catalogação de dados geocronológicos e atualização do cadastramento de recursos minerais. A segunda consistiu em atividade de campo que compreenderam o estudo das características de jazimentos

de ouro selecionados e coleta de amostras. A terceira fase envolveu a obtenção de dados petrográficos, litoquímicos, mineraloquímicos, geocronológicos, isotópicos, de inclusões fluidas, medidas espectrorradiométricas e análise multiespectral de imagens ASTER. A quarta consistiu na integração e interpretação dos dados de campo e laboratório, processamento dos mesmos em ambiente SIG, geração de mapas preditivos e redação do relatório final.

As amostras de rocha destinadas para lito-geoquímica foram analisadas no Laboratório do ACME por digestão multi-ácida e determinação dos óxidos de elementos maiores por ICP-ES e os traços por ICP-MS (Grupos 4A e 4B). As análises de Au, Pt e Pd em amostras de minério foram realizadas com pré-concentração por *Fire Assay* e determinação por ICP-ES ou ICP-MS (Grupo - 3B).

As datações U-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total foram realizadas no Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS. Os cristais de zircão foram separados na CPRM, montados em seção polida e preparados para análises com MEV e LAM-MC-ICP-MS. Os cristais foram analisados com microscópio ótico e MEV para definir populações e fases de crescimento. As análises foram realizadas por Microsonda à Laser New Wave UP213, com comprimento de onda 213 nm, potência 12.21 J/cm<sup>2</sup>, taxa de repetição de 10 Hz, tamanho do feixe (*spot*) de 25 µm e, em cristais menores do que 25 micra, de 15 µm, e por MC-ICP-MS Neptune ThermoFinnigan, com a configuração de Copos de Faraday: Pb<sup>206</sup>, Pb<sup>208</sup>, Th<sup>232</sup> e U<sup>238</sup>, MicS<sup>202</sup>Hg, <sup>204</sup>Hg+, <sup>204</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb, com injeção de gás Ar principal de 15 l/min, Ar auxiliar de 0,8 l/min e gás de transporte de amostra Ar = 0,8 l/min e He = 45 l/min.

O estudo petrográfico de inclusões fluidas foi realizado no Laboratório de Microscopia do IG-UnB, em microscópio Olympus BX 41, com objetivas de 4x, 10x, 40x e 100x. As medidas microtermométricas foram efetuadas em microscópio Olympus BX50 acoplado com platina Linkam THMSG600 / TMS93 e sistema de resfriamento LNP2. O equipamento permite obter temperaturas de -180°C a 600°C, com reprodutibilidade de 0,1°C entre -60°C e 30°C e de 2°C a temperaturas superiores. As objetivas foram de 10x, 32x, 50x e 80x, o que permitiu estudar inclusões inferiores a 10 µm. A curva de calibração foi construída a partir das temperaturas de fusão de CO<sub>2</sub> puro (-56,6°C) e de gelo (0,0°C), e da temperatura crítica da água pura (374,1°C), em inclusões sintéticas padrões FLUID INC. Inclusões selecionadas foram analisadas em espectrômetro Raman Jobin Yvon T64000, multicanal, equipado com *laser* de argônio ioniza-

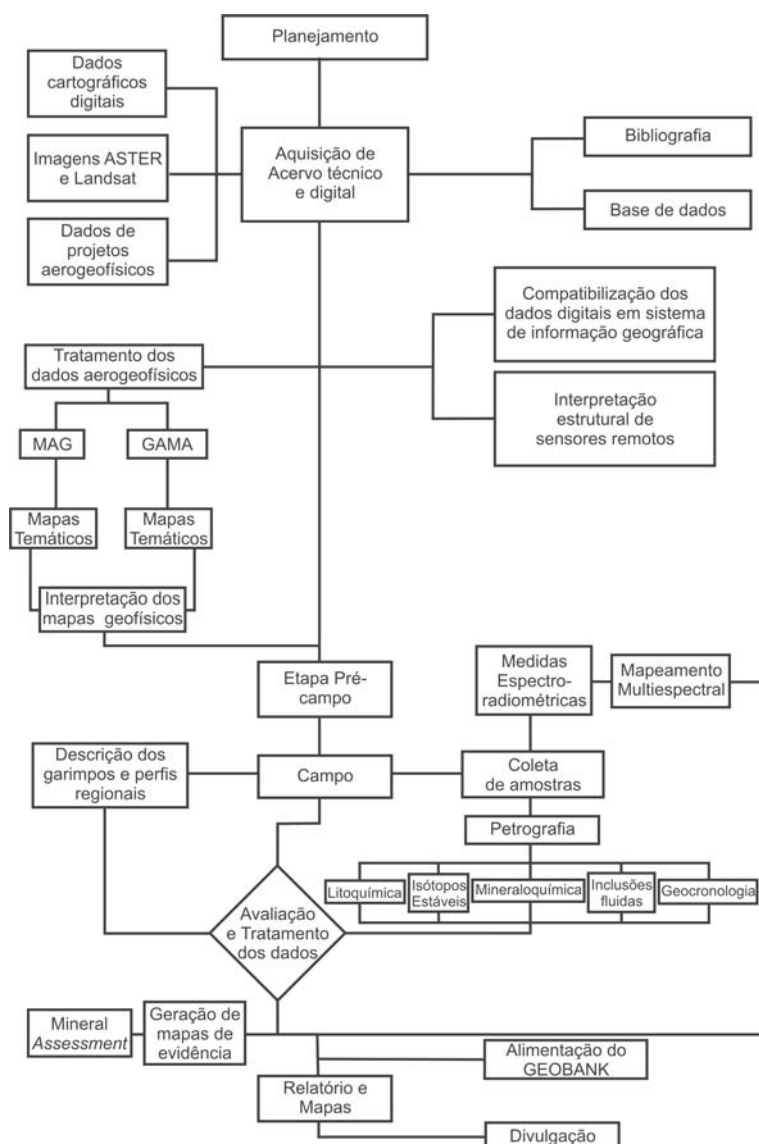


Figura 1.2. – Fluxograma das atividades desenvolvidas no Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires.

do, do Laboratório de Espectroscopia Ótica do Instituto de Física da Universidade de Brasília. O equipamento é acoplado a microscópio Olympus BX41, com objetivas de 10x, 50x e 100x. Os espectros foram registrados com emprego de radiação de excitação de 514,5 nm, resolução espectral de 3 cm<sup>-1</sup>, potência de 20 mW na amostra e tempo de integração de 500 s.

Análises químicas de minerais foram realizada na Microsonda Eletrônica CAMECA SX50 do Instituto de Geociências da UnB, sob condições de operação de 15 KV e 15 nA. Os padrões foram os comercialmente fornecidos pela CAMECA.

As análises Ar-Ar foram executadas pelo Dr. Paulo Vasconcelos no AGES - Laboratory of The University of Queensland, Austrália. Após limpeza das amostras em banho ultrassônico com água

destilada e etanol, cerca de 20 a 50 grãos de 0,5 a 2 mm foram separados sob lupa binocular. De 5 a 10 grãos de cada amostra foram colocados em discos de irradiação de alumínio junto com padrões *Fish Canyon Sanidina* (28.02 ± 0.28 Ma; Renne *et al.*, 1998). As amostras foram irradiadas por 14 horas no Centro de Radiação da *Oregon State University*, EUA. Após decaimento, 1 a 3 grãos por amostra foram analisados por *Laser Incremental* <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar *Step Heating* segundo procedimentos detalhados em Vasconcelos *et al.* (2002).

As medidas espectrorradiométricas foram realizadas no Laboratório do Instituto de Geociências da UNICAMP, cedido pelo Prof. Carlos Roberto de Souza Filho.

O detalhamento de outras técnicas empregadas consta dos capítulos subsequentes.

### 1.3- Dados Físicos de Produção

Dados físicos de produção constam da Tabela 1.1.

### 1.4- Localização e acesso

A área do projeto situa-se na porção norte do Estado de Mato Grosso, Região Amazônica, contém cerca de 72.000 km<sup>2</sup> (Fig. 1.3) e abrange as folhas 1:250.000 de Rio São João da Barra (SC.21-V-D), Alta Floresta (SC.21-X-C), Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A) e Vila Guarita (SC.21-Z-B). O acesso, a partir de Cuiabá, é feito por via terrestre pela rodovia pavimentada BR-163, ou aérea por vôos regulares em aeronaves de médio porte até Alta Floresta ou Matupá. Rodovias estaduais ou federais, transitáveis na maior parte do ano, interligam as principais cidades e vilas.

### 1.5 - Aspectos Sócio Econômicos

Os seguintes municípios são abrangidos pela área do Projeto: Jacareacanga, Novo Progresso, Apicás, Cotriguacu, Nova Bandeirantes, Paranaíta, Guarantã do Norte, Nova Monte Verde, Alta Floresta, Matupá, Peixoto de Azevedo, Nova Guarita, Nova Canaã do Norte, Colider, Tabaporã, Terra Nova do Norte, Juara, Marcelândia, Itauba e Cláudia. O Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (IBGE, 2006) em geral indica que os municípios da área possuem Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal (IDHM) superior a 0,7 pontos, com destaque para o de Alta Floresta, com índice de 0,813 (Fig. 1.4). No tocante à educação, os municípios apresentam Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal da Educação (IDHM-E) de 0,6 a 0,89, com destaque para o de Terra Nova do Norte que apresenta maior índice. O Índice de Desen-

volvimento Urbano Municipal da Renda (IDHM-R) destes municípios varia de 0,59 a 0,78. Os valores de IDHM, IDHM-E e IDHM-R de boa parte dos municípios que abrangem a Província Aurífera Juruena-Teles Pires são inferiores aos da média estadual (Tabela 1.2).

Segundo dados de 2000, último censo divulgado pelo IBGE, a população da região atinge cerca de 140.000 habitantes. Os municípios possuem amplo sistema de comunicação com acesso à internet, telefonia a cabo e móvel, agências de correios e telégrafos, canais de TV e rádio. A rede bancária está em expansão, com agências nas cidades de grande porte, como Alta Floresta e Matupá. Nestas cidades o comércio é diversificado. Infra-estrutura básica de qualidade razoável a boa é disponível em Alta Floresta, Colider, Matupá e Apicás e Alta Floresta é sede para atividades eco-turísticas. O índice pluviométrico da região é alto e a rede de drenagem densa, mas as cidades possuem problemas de abastecimento de água.

Segundo Souza *et al.* (2005), as principais atividades econômicas, em ordem decrescente de importância, são a pecuária, agricultura, extrativismo vegetal e a garimpeira. A pecuária ocupa a maior parte de área desmatada, com a criação de gado de corte, que abastece frigoríficos de médio porte em Alta Floresta, Colider e Matupá, com exportação de produtos semi-industrializados para outros estados. A agricultura é moderada e se

Tabela 1.2. Valores de IDHM, IDHM-R e IDHM-E do Estado do Mato Grosso. Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (IBGE, 2006).

Índice em 2000	Mato Grosso
IDHM	0,773
IDHM-Renda	0,718
IDHM-Educação	0,86

Tabela 1.1. Dados físicos de produção do Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires.

ATIVIDADES	Quantidade
Garimpos visitados	8
Afloramentos descritos	20
Amostras de rochas	47
Análises petrográficas	61
Determinações geocronológicas (métodos U-Pb por LA-ICP-MS, Sm-Nd rocha total e Ar-Ar em micas)	40
Análises de isótopos estáveis (S e O)	20
Amostras analisadas para inclusões fluidas	11
Análises químicas para elementos maiores, menores e traços	45
Análises químicas de minério	35
Determinações mineraloquímicas	292
Mapas geofísicos gerados	63
Cenas de Imagens Aster com mapeamento multiespectral	6
Medidas espectrorradiométricas	90
Temas digitais elaborados para modelagem metalogenética	86
Mapa de Potencialidade para Ouro	1
DVD-ROM com os dados organizados em SIG	1

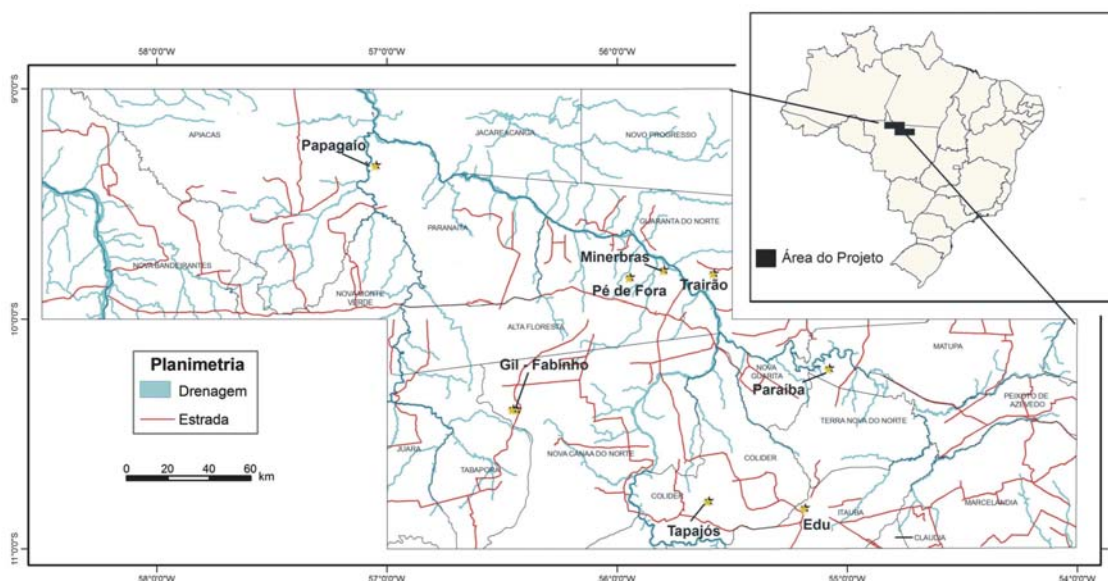


Figura 1.3 – Localização da área do projeto.

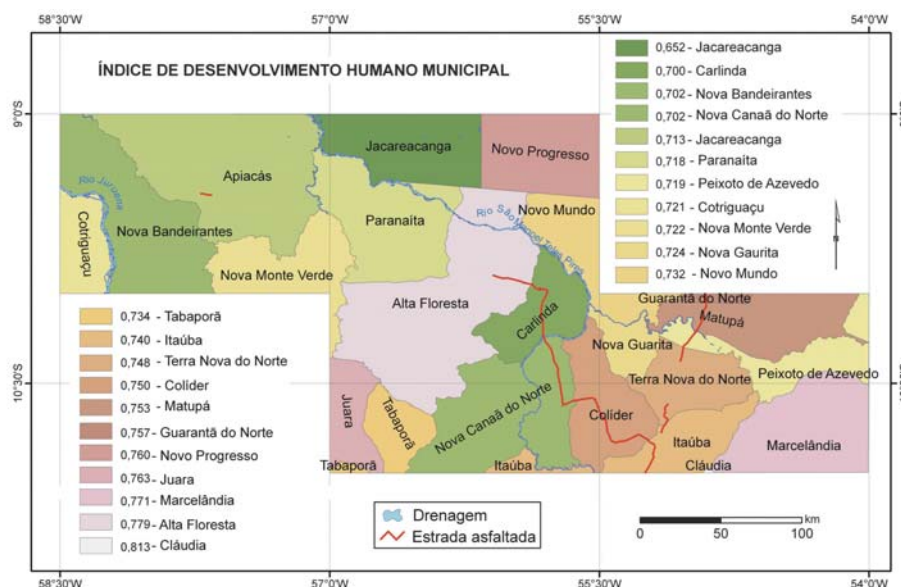


Figura 1.4 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) dos municípios da Província Juruena-Teles Pires. . Fonte: IBGE, 2006.

concentra na cultura permanente de café, guaraná, cacau, chá-da-índia, côco-da-bahia, banana e laranja, e temporária e de subsistência de feijão, mandioca, cana de açúcar, abacaxi, melancia, tomate e outros. Segundo os autores, devido à fiscalização por órgãos ambientais e à escassez de matéria-prima, a extração da madeira vem dando sinais de esgotamento. As espécies mais exploradas, a maioria clandestina, compreendem perobas, umburama, piúva, ipê, angico, cedro, mogno e itaúba. Também há extração da castanha-do-pará e do palmito.

A extração do ouro por garimpagem consti-

tui importante atividade econômica na área. Com a exaustão dos depósitos secundários, grande parte dos garimpos foi abandonada e o potencial econômico da área reside na pesquisa e exploração de depósitos primários.

## 1.6 - Aspectos Físicos

### 1.6.1 - Geomorfologia

Segundo o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (IBGE, 2006), a área do projeto se insere no domínio morfoestrutural da Plataforma Amazônica

sul. A maior extensão deste domínio ocorre em toda a porção norte do Estado do Mato Grosso e se prolonga para os estados de Tocantins e Pará, no leste, e Amazonas e Rondônia, no oeste. De forma descontínua ocorre no sudoeste do Mato Grosso, emoldurando o Planalto dos Parecis a sul e oeste. O domínio se caracteriza por ser sustentada por extensas áreas estabilizadas de rochas cristalinas e cristalofilianas do Pré-cambriano e submetidas a sucessivos períodos de peneplanação. O relevo tem cotas que variam de 200 a 500 m, com caimento geral para norte, e local no sentido dos principais rios da região, como o Xingu a leste, o Teles Pires e Juruena, na parte central, e o Aripuanã e Roosevelt na oeste.

Os domínios morfológicos da área do projeto compreendem (Fig. 1.5) os Depósitos Quaternários Continentais, as Coberturas Sedimentares Fanerozóicas e o domínio das rochas neoproterozóicas do Cráton da Amazônia Meridional.

Os Depósitos Quaternários ocorrem no extremo sudeste da área e sustentam a Superfície do Alto Rio Xingu, produzida por erosão durante fases climáticas secas e encaixamento da drenagem em clima úmido (Bigarella & Andrade 1965).

As Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, representadas pela Bacia dos Parecis, ocorrem no extremo sudeste da área e constituem a unidade morfoescultural espacialmente mais expressiva do Estado de Mato Grosso. Estende-se de forma contínua segundo leste-oeste, desde a fronteira de Rondônia até a Depressão do Araguaia. Compreende várias unidades sedimentares paleozóicas e mesozóicas encimadas por cobertura detrítico-la-

terítica neogênica, sobrepostas ao embasamento representado por rochas do Complexo Xingu.

Já o Cráton neoproterozóico da Amazônia Meridional contém várias unidades morfoestruturais (IBGE, 2006), dentre as quais as mais significativas na área do projeto compreendem a Depressão Interplanáltica dos Caiabis, o Planalto Residual Sul-amazônico e o Planalto do Cachimbo.

A Depressão Interplanáltica dos Caiabis está circundada pela Serra dos Caiabis, exceto no nordeste onde se articula com a Depressão do Norte de Mato Grosso, e a leste onde se limita com o Planalto dos Parecis. Possui caráter intermontano, em cujo interior ocorrem relevos residuais de topo plano ou aguçado, e é sustentada por arenitos, arcóseos, siltitos e locais calcários do Grupo Beneficente. O relevo do Planalto Residual Sul-amazônico é de morros com interflúvios convexos sustentados por coberturas sedimentares antigas.

O Planalto do Cachimbo é uma parcela menor de extensa superfície que se estende pelo Estado do Pará e atua como divisor de águas das bacias dos rios Tapajós, Xingu e Teles Pires. Em Mato Grosso se caracteriza por relevo contínuo em forma de rampa inclinada para sudoeste e sustentada por rochas sedimentares do Grupo Beneficente.

### 1.6.2 - Solo

Segundo a EMBRAPA (2006), na escala 1:250.000, a área do projeto contém seis classes de solo, isto é, argilossolos vermelho-amarelos, gleissolo hápico, neossolo litólico, neossolo quart-

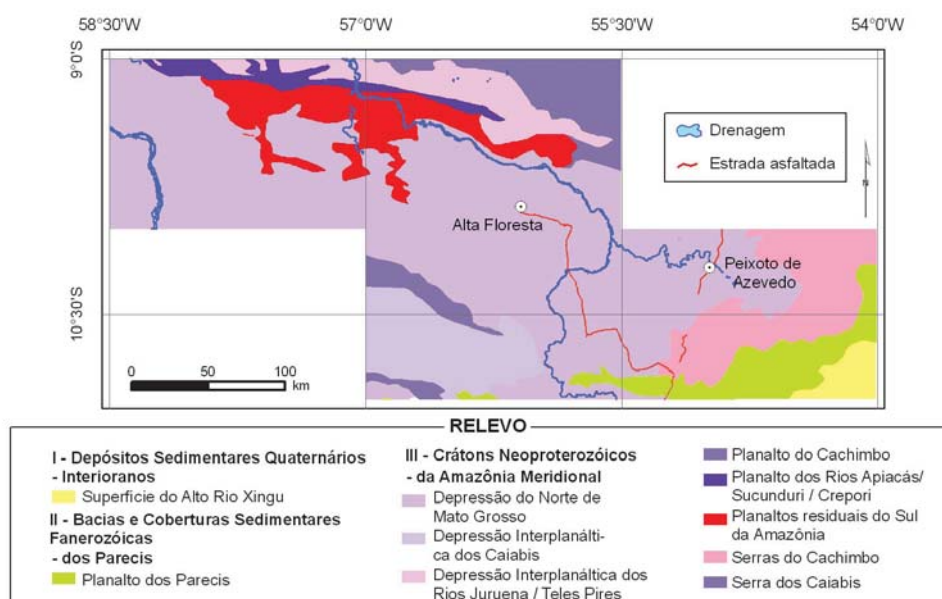


Figura 1.5 - Unidades de relevo da área da Província Juruena-Teles Pires. (Fonte: IBGE, 2006).



zarênico, latossolo vermelho amarelo, nitossolo vermelho e plintossolo pétrico.

Os argilossolos vermelho-amarelos cobrem grande parte do embasamento cristalino, não são hidromórficos, com horizontes A, E e B textural não plântico. Possuem argila de atividade alta ou baixa, com matiz vermelha a amarela na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B.

Os gleissolos hápicos são hidromórficos, possuem horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido de horizonte cinza-olivácea, esverdeado ou azulado (glei), resultante de redução de óxidos de ferro sob saturação de água durante todo o ano, ou parte. Em geral são mal drenados e com textura variável ao longo do perfil. Podem possuir argilas de baixa e alta atividade, são pobres ou ricos em bases e seus teores de alumínio são elevados.

Os neossolos litólicos são modernos e pouco desenvolvidos, com fase pedregosa, ocorrem em relevo ondulado e possuem horizonte A moderado e textura média (Fontes *et al.* 2004).

Os neossolos quartzarênicos (redenominação de *areia quartzosa*), são solos arenosos, bem a fortemente drenados, com pelo menos 2 m de profundidade, ricos em quartzo e destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo e, portanto, pobres em nutrientes.

Os latossolos vermelho-amarelos são bem drenados, possuem horizonte B latossólico vermelho a vermelho-amarelado, com  $Fe_2O_3$  igual ou inferior a 11%, mas superior a 7% quando a textura é argilosa. Este solo é profundo e suas características são favoráveis para a agricultura, em vista das boas condições de drenagem interna e aeração, embora necessite de adubação e calagem.

Os nitossolos vermelhos não são hidromórficos, possuem horizonte B textural, argila de atividade baixa, cerosidade moderada a forte, estrutura em blocos ou prismas moderada a forte. A cor é vermelho-escuro, com tonalidades arroxeadas, e os teores de  $Fe_2O_3$  são superiores a 15%.

Os plintossolos pétricos são hidromórficos, com restrições de drenagem, cuja característica principal é a presença de horizonte plântico nos primeiros 40 cm, ou mais profundo, a partir da superfície.

### 1.6.3 - Vegetação

A área do projeto engloba o Bioma Amazônia, caracterizado por um gradiente de vegetação

que varia entre a floresta ombrófila e o cerrado (IBGE, 2006). Segundo o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2006), na área do projeto são reconhecidas florestas ombrófila densa, aberta e mista, zonas de vegetação de transição, áreas com savana, vegetação secundária e de atividades agrárias .

Segundo o IBGE (1992), as florestas ombrófilas se caracterizam pela presença de fanerófitos, lianas lenhosas e epífitas em abundância. Trata-se de matas perenifólias com dossel de até 15m e árvores emergentes de até 40m de altura. Possuem densa vegetação arbustiva, composta por samambaias arborescentes, bromélias e palmeiras. As características ombrotérmicas da Floresta Ombrófila Densa se associa a fatores climáticos tropicais, de temperatura elevada e pluviosidade alta distribuídas ao longo do ano. A Floresta Ombrófila Aberta é considerada como transição da ombrófila densa e de ambiente climático com mais de 60 dias secos no ano. A Floresta Ombrófila Mista, ou Mata de Araucária, é dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, Araucária (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), os quais, em face da altitude e da latitude do planalto meridional, sugerem ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos. Nas áreas com Vegetação de Transição ocorre a interpenetração de espécies características de duas ou mais regiões ecológicas, ou tipos de vegetação. A Savana, ou Cerrado, é caracterizada por árvores e arbustos com troncos retorcidos e várias adaptações anatômicas que facilitam a captação e armazenamento de água, tais como ocorrência de xilopódios subterrâneos, folhas rígidas e cutícula coberta por uma camada extensa de cera. A vegetação de cerrado está associada a fatores tais como clima sazonal, com estação seca bem definida, solos de baixa fertilidade, ácidos, profundos e bem drenados, nos quais o alumínio solúvel representa elevada toxicidade para outras vegetações (Oliveira-Filho & Ratter, 1995).

### 1.6.4 - Clima

Segundo o IBGE ( 2006) o clima da área do projeto é equatorial úmido, com temperatura média superior a 25°C e amplitude térmica anual máxima de 3°. As chuvas são abundantes, com intensidade entre 1.500 e 1.700 mm. A periodicidade de secas varia de 1 a 2 meses na porção noroeste e de 3 meses no restante da área.

## 2 - Geologia Regional

Maria da Glória da Silva  
Maise Bastos Abram

A área do Projeto Juruena-Teles Pires se insere no contexto do cráton Amazonas (Almeida, 1978), um segmento crustal estabilizado há cerca de 1,0 Ga, circundado por faixas móveis neoproterozóicas de Tucavaca, na Bolívia, Araguaia-Cuiabá, no Brasil Central e, Tocantins, no norte do Brasil (Tassinari & Macambira, 1999).

Os trabalhos de síntese sobre a compartimentação tectônica do cráton Amazonas seguiram duas linhas de concepção. Na década de 70 (Amaral, 1974; Almeida, 1978; Issler, 1977), a concepção foi fixista, com evolução do cráton caracterizada por reativação da plataforma e formação de blocos continentais ou paleoplacas, segundo uma orogenia ensialica. Esse modelo foi adotado por alguns autores nas décadas seguintes, a exemplo de Hasui *et al.* (1984). Costa & Hasui (1997), a partir de dados geofísicos, geológicos e estruturais, entenderam o cráton Amazonas como um mosaico de doze blocos ou paleoplacas, com idade arqueana ou paleoproterozóica com características de terrenos granito-*greenstone*, separados por zonas de cisalhamento associadas a granulitos. Os autores não utilizaram dados geocronológicos e consideraram o processo como colisional do tipo himalaiano. A segunda linha de concepção, surgida a partir do final da década de 70, é mobilista e se baseia nos conceitos modernos de orogenias que envolvem sucessivas acreções crustais do Arqueano ao Mesoproterozóico, como proposto por Cordani & Teixeira (1979), Tassinari (1981), Cordani & Brito Neves (1982), Teixeira *et al.* (1989), Tassinari *et al.* (1996), Tassinari (1996), Tassinari & Macambira (1999), Tassinari *et al.* (2000), Santos *et al.* (2000), Santos (2003), Tassinari & Macambira (2004), Santos *et al.* (2006). Os autores reconhecem a importância do espalhamento oceânico e da tectônica de subducção na evolução do cráton Amazonas, com a geração de sucessivos arcos magmáticos, envolvendo material juvenil e processos subordinados de retrabalhamento crustal.

Santos (2003) considera que o cenário de blocos altos e baixos detectados por gravimetria apresentado por Hasui *et al.* (1984), e que auxiliou na delimitação de doze blocos, parece refletir mais uma estruturação fanerozóica do que proterozóica, considerando que raramente esta coincide com a regional do embasamento.

O avanço da cartografia geológica e dos levantamentos aerogeofísicos na Amazônia, somados ao significativo aumento do acervo de dados isotópicos e geocronológicos, resultou na adoção da segunda linha de concepção por pesquisadores de empresas e universidades. Disso resultou a proposta de vários modelos de compartimentação do cráton, segundo critérios geocronológicos, estruturais, litológicos e geofísicos (Tabela 2.1). A tabela evidencia que as diferenças entre as propostas de compartimentação do cráton ao longo das últimas 3 décadas derivam da evolução do conhecimento, com ênfase na maior ou menor disponibilidade de dados isotópicos e geocronológicos. Conclui-se daí que a aquisição de novos dados geocronológicos resultarão em novas propostas. As figuras 2.1a e 2.1b ilustram a evolução das idéias acerca da compartimentação geocronológica do cráton, desde Amaral (1974) até Santos *et al.* (2006).

Em que pese suas diferenças e semelhanças, os modelos mobilistas de compartimentação do cráton Amazonas em geral convergem no tocante ao importante papel de processos paleoproterozóicos (2.2 a 1.6 Ga), diacrônicos, de acreção e ruptura crustal na evolução do supercontinente Atlântica (Teixeira *et al.*, 2007). Os registros mesoproterozóicos (<1.6 Ga), por sua vez, se relacionam à aglutinação e quebra do supercontinente Rodínia (Teixeira *et al.*, 2007).

Considerando as recentes e distintas propostas de compartimentação do cráton Amazonas, a área do Projeto Juruena-Teles Pires está encaixada em diferentes províncias geocronológicas-geotectônicas, a saber: Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga), segundo os modelos de Santos *et al.* (2000) e Santos (2003); Ventuari-Tapajós (1,9 – 1,8 Ga) e Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga) do modelo de Tassinari & Macambira (2004). No relatório do Projeto Alta Floresta, foi modificada a proposta de compartimentação de Santos *et al.* (2000), segundo a qual (Fig. 2.2) a área deste projeto se insere nas províncias Tapajós – Parima (2,10 -1,87 Ga), Juruena (1,85 -1,75 Ga) e em parte da Província Rondoniana (1,76 - 1,47Ga). Segundo a compartimentação proposta por Santos *et al.* (2006), a área do projeto se insere nas províncias Tapajós-Parima e Rondônia-Juruena.

Tabela 2.1 – Quadro evolutivo das principais propostas de compartimentação tectônica do cráton Amazonas (modificado de Santos, 2003).

Amaral (1974)	Cordani et al. (1979)	Teixeira et al. (1989)	Tassinari et al. (1996)	Tassinari (1996)	Tassinari & Macambira (1999)	Santos et al. (2000)	Santos (2003)	Santos et al. (2006)
Amazônia Oriental	Maroni-Itacaiúnas 2,10-1,80 Ga (com Carajás)	Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas (incluindo a faixa K'Mudku) 2,25-1,90 Ga	Maroni- Itacaiúnas (incluindo a faixa K'Mudku) 2,20-1,90 Ga	Maroni- Itacaiúnas (incluindo apenas parte da faixa K'Mudku) 2,20-1,95 Ga	Transamazônica 2,25-2,00 Ga (excluindo a faixa K'Mudku)	Transamazônicas 2,25-2,00 Ga (excluindo a faixa K'Mudku)	Transamazônicas 2,25-2,00 Ga (excluindo a faixa K'Mudku)	Transamazônicas (incluindo Imataca e Baikhuís)
			Amazoniana* Central (incluindo Carajás) > 2,30 Ga	Amazoniana* Central (incluindo Carajás) > 2,30 Ga				
Amazônia Central	Amazônia Central > 2,10 Ga	Província Amazoniana Central* (incluindo Carajás) > 2,50 Ga	Tapajós-Ventuari 1,90-1,80 Ga	Tapajós-Ventuari 1,95-1,85 Ga	Tapajós-Parima 2,10-1,87 Ga	Tapajós-Parima 2,10-1,87 Ga	Tapajós-Parima 2,10-1,87 Ga	Tapajós-Parima 2,03 - 1,88 Ga
			Rio Negro-Juruena 1,80-1,55 Ga	Rio Negro-Juruena 1,80-1,55 Ga				
Amazônia Ocidental	Rondoniana 1,40-1,10 Ga	Faixa Móvel Rio Negro-Juruena 1,75-1,50 Ga	Rondoniana San Ignácio 1,45-1,30 Ga	Rondoniana-San Ignácio 1,50-1,30 Ga	Rondoniana-Juruena 1,81-1,52 Ga	Rondoniana-Juruena 1,76-1,47 Ga	Rondoniana-Juruena 1,82-1,54 Ga	Sunsás e K'Mudku 1,45-1,10 Ga
			Faixa Móvel Rondoniana 1,45-1,25 Ga	Rondoniana-San Ignácio 1,50-1,30 Ga				
		Faixa Móvel Sunsás 1,10-0,90 Ga	Sunsás 1,25-1,00 Ga	Sunsás 1,30-1,00 Ga	Sunsás 1,33-0,99 Ga	Sunsás 1,33-0,99 Ga	Sunsás 1,45-0,99 Ga	Sunsás 1,45-1,10 Ga

\* Amazoniana (português) é a tradução de Amazonian (inglês)

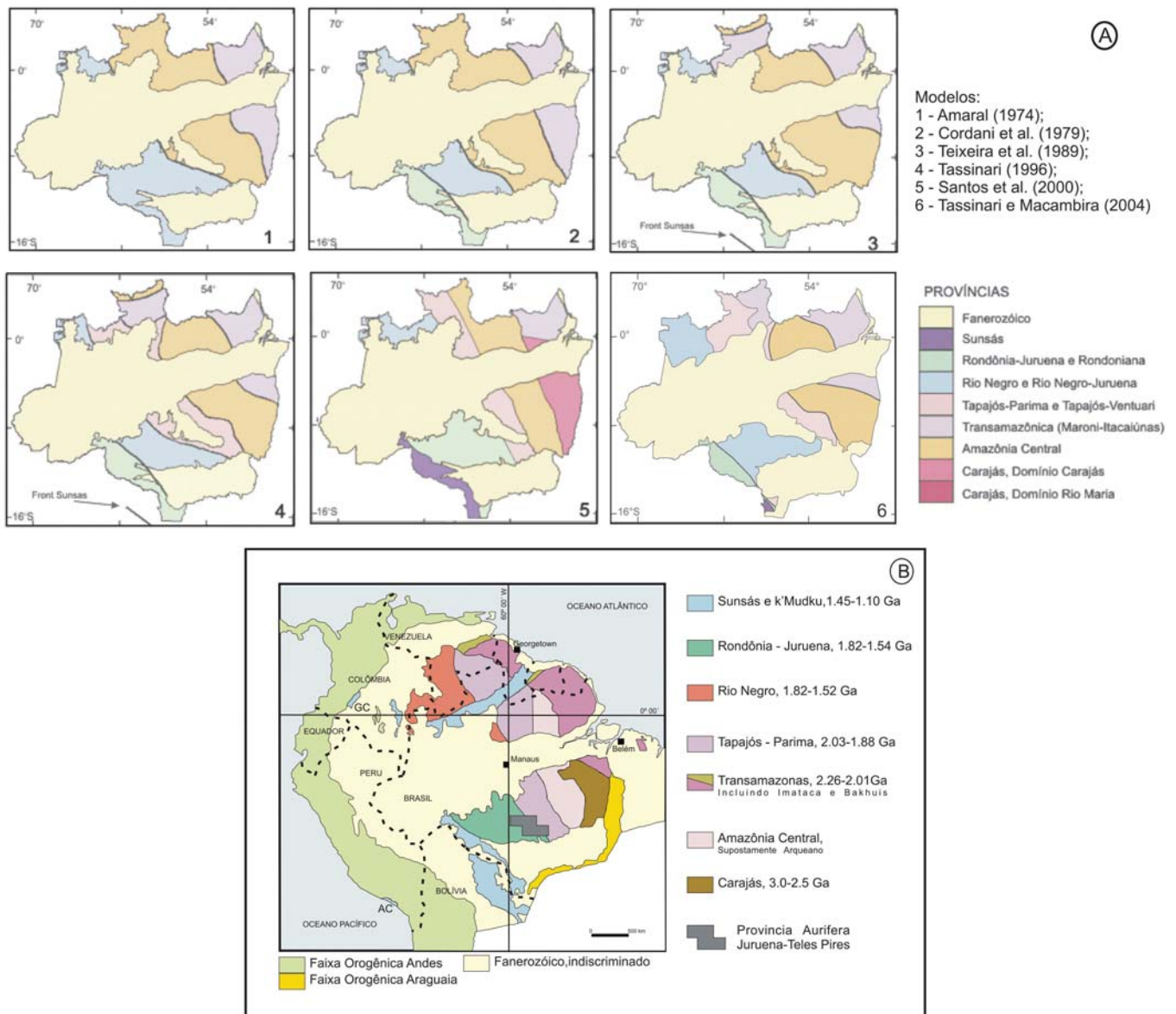


Figura 2.1- (A) – Síntese da evolução das propostas de compartimentação geocronológica-geotectônica do cráton Amazonas (modificado de Santos, 2003). (B) - Compartimentação geocronológica-geotectônica do cráton Amazonas segundo Santos et al. (2006).

A Província Tapajós-Parima é descrita por Santos *et al.* (2000) e Santos (2003) como uma faixa orogênica paleoproterozóica (2,03 – 1,88 Ga), acrescida à porção ocidental do núcleo arqueano do cráton Amazonas (Província Amazonas Central) e circundada, a oeste, por faixas acresionárias mais jovens (Províncias Rio Negro e Rondônia-Juruena). Possui cerca de 1800 km segundo norte-sul, com largura variável entre 180 e 280 km, e compreende quatro domínios geográficos (Parima, Uaimiri, Tapajós e Alta Floresta, distribuídos nessa ordem de NW para SE), separados entre si por bacias sedimentares (Fig. 2.3), sendo o domínio Parima separado dos demais pela faixa de

cisalhamento K'Mudku (Santos, 2003). O autor acrescenta que os quatro domínios são similares quanto (i) à evolução paleoproterozóica (orisiriana); (ii) o *trend* tectônico noroeste; (iii) a presença de associações vulcano-plutônicas cálcio-alcálicas de arcos magmáticos e (iv) a presença de mineralizações auríferas.

O Quadro 2.1 contém a proposta de evolução da Faixa Tapajós-Parima de acordo com Santos *et al.* (2001), tomando como base principalmente os dados U-Pb obtidos em rochas do Domínio Tapajós.

Correlação entre os domínios Tapajós e Alta Floresta têm sido proposta por vários autores, como

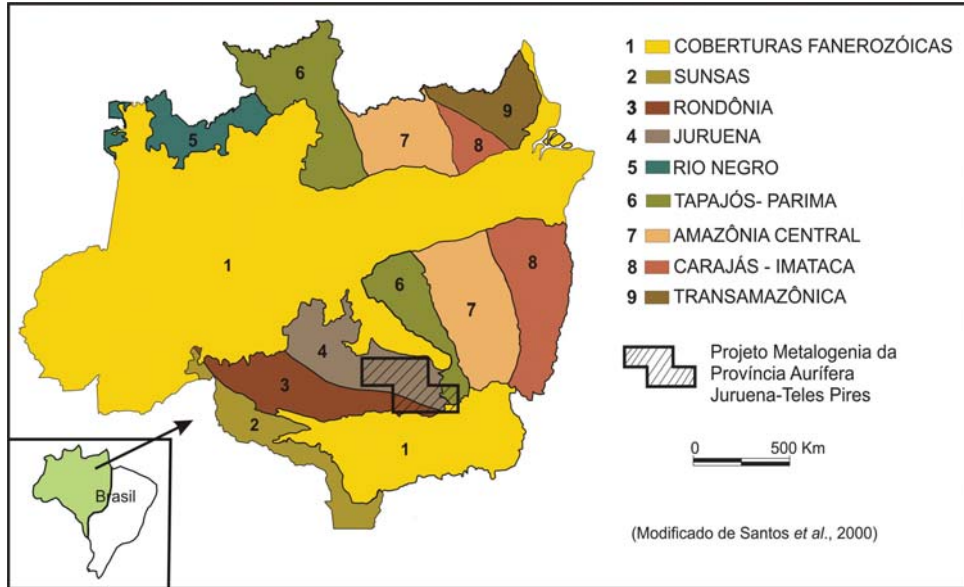


Figura 2.2 - Compartimentação geocronológica-geotectônica do cráton Amazonas (Ribeiro & Villas Boas, 2005).

Moura *et al.* (1997), Valente (1998), Santos & Reis Neto (1982) e Santos *et al.* (2001). A proposta destes últimos autores consta do Quadro 2.2.

No presente trabalho, datação U-Pb do Granito Nhandu do Domínio Alta Floresta, permite propor a correlação do mesmo com rochas da Suite Tropas (do Domínio Tapajós). Ambas são de granitóides cálcio-alcálicos de arco.

Em bases mesoscópicas e, em parte, em dados microtermométricos e isotópicos, Santos *et al.* (2001) descrevem duas tipologias de depósitos auríferos no Domínio Tapajós, um de natureza orogênica (*orogenic gold type*) e outro relacionado a intrusões graníticas (*intrusion related type*). De acordo com a natureza das encaixantes, os autores reconhecem a existência de quatro subtipos: (i) depósitos orogênicos em estruturas dúcteis dos turbiditos Jacareacanga; (ii) depósitos orogênicos em estruturas dúcteis-rúpteis de rochas do arco magmático, metamorfasadas (Complexo Cuiú-Cuiú); (iii) depósitos epizonais, em veios de quartzo preenchendo falhas extensionais em intrusões graníticas; e (iv) depósitos epizonais disseminados e em *stockwork* em intrusões graníticas. Ainda de acordo com aqueles autores, datações Ar-Ar em muscovita hidrotermal dos depósitos do tipo *intrusion related*, forneceram idade da ordem de 1860 Ma, interpretada como a idade do evento mineralizante.

Trabalhos posteriores detalham os diferentes tipos de depósitos da Província Tapajós (Klein *et al.*, 2001; Juliani *et al.*, 2002; 2004; 2005), os quais têm sido descritos como orogênicos mesotermiais, *intrusion-related*, epitermais e mesotermiais de zonas de cisalhamento em granitos e ro-

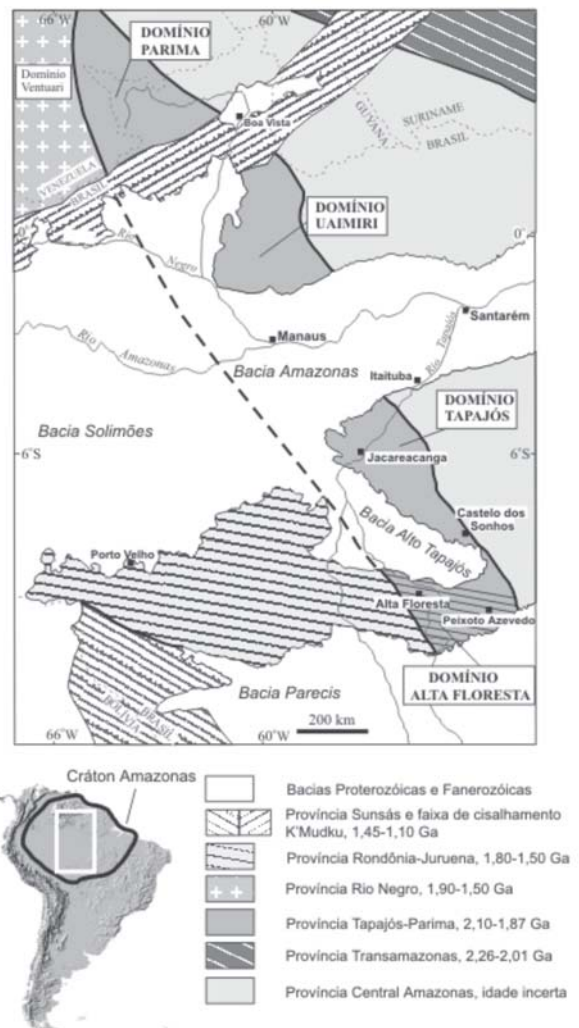
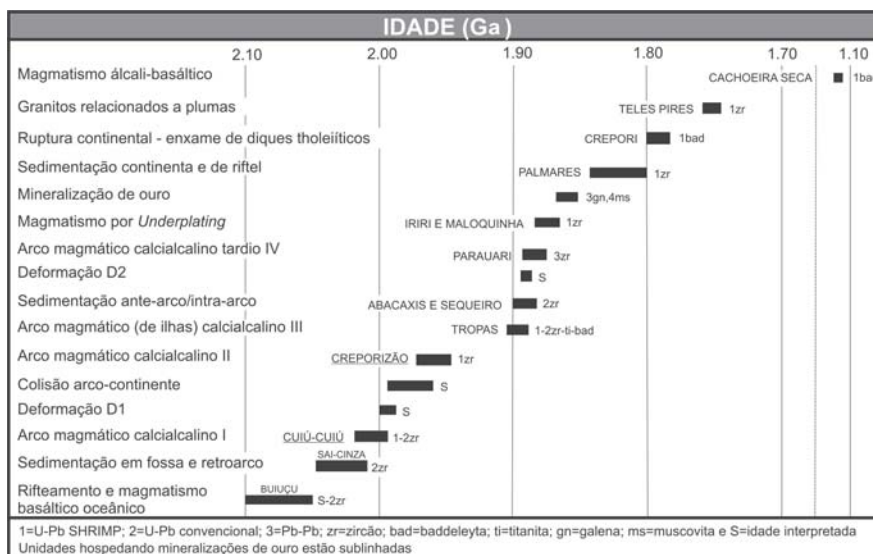


Figura 2.3 - Os quatro domínios geográficos da faixa Tapajós-Parima. Fonte: Santos (2003).

Quadro 2.1 – Evolução da Faixa Tapajós-Parima, com base em dados U-Pb obtidos em rochas do Domínio Tapajós (Santos et al., 2001). Fonte: Santos et al. (2003).



Quadro 2.2 – Correlação entre as unidades dos Domínios Tapajós e Alta Floresta, da Faixa Tapajós – Parima, a partir de dados compilados por Santos et al. (2001).

Período	Ma	Domínio Tapajós	Domínio Alta Floresta	Rochas	Ambiente
Esteniano	1,189	Cachoeira Seca Gabro		Alcali-gabros e treolitos	Rifteamento
Estateriano	1,760	Suíte Intrusiva Teles Pires	Suíte Intrusiva Teles Pires Grupo Vulcânico Teles Pires*	Granitos tipo A1; granitos ortoclásios Granitos rapakivi e rochas vulcânicas associadas	Rift continental relacionado à pluma
Orossiriano	1,789	Dolerito Crepori	—	Diques toleíticos e sills	Ruptura Continental
		Grupo Palmares	Grupo Beneficente	Sedimentação Continental	Rifteamento continental <sup>1</sup>
	1,870	Suíte Intrusiva Maloquinha	Suíte Intrusiva Maloquinha	Granitos tipo A2; granitos ortoclásios, sienogranitos, granófiros e rochas vulcânicas relacionadas	Magmatismo pós-colisional intra-placa
	1,870	Grupo Iriri	Grupo Iriri		
	1,880	Suíte Parauari	Granodiorito Juruena, Granito Matupá	Monzogranito Bimodal-gabro/suíte anortozítica	Arco Magmático 4
	Formações Abacaxis e Sequeiro	—	Quartzito arcossiano, siltito e arcósio	Sedimentação Intra-arco	
	1,898	Suíte Tropas	Granodiorito Juruena	Tonalitos, meta-andesitos	Arco Magmático 3
	1,960	Suíte Creporizão	Complexo Xingu	Monzogranitos	Arco Magmático 2
	2,010	Complexo Cuiú-Cuiú		Tonalitos, meta-andesitos metabasaltos	Arco Magmático 1
Riaciano	2,000/2,100	Grupo Jacareacanga	Xisto Fabinho*	Metaturbiditos, metachert BIF, metabasalto	Sedimentação de back-arc e magmatismo oceânico

\*Nome informal

chas metassedimentares, e epitermais em rochas vulcânicas e do tipo pórfiro.

Como descrito no Capítulo 5, as mineralizações da Província Aurífera Juruena-Teles Pires em muito se assemelham às da Província Tapajós, com o reconhecimento de depósitos epitermais e mesotermiais *intrusion-related*, hospedados em granitos e em vulcânicas, e mesotermiais do tipo orogênico.

Parte da área do Projeto Juruena-Teles Pires contém rochas da faixa Rondônia-Juruena. Os terrenos das regiões de Rondônia e de Juruena eram, até há uma década, considerados como distintos,

tendo em vista as idades isocrônicas Rb-Sr obtidas por Tassinari *et al.* (1996) em ambos, de 1,45-1,30 Ga e 1,80 - 1,55 Ga, respectivamente.

A aquisição de dados U-Pb zircão pelos métodos convencionais e por SHRIMP, permitiu Paiyolla *et al.* (1998) reconhecerem no embasamento da região de Rondônia a existência de idades na faixa de 1,81 a 1,69 Ga, similares às do embasamento da região de Juruena (Tassinari & Macambira, 1999). Tais dados, associados às informações de terreno, que apontam para uma disposição estrutural regional de direção WNW-ESSE a E-W (Rizzotto *et al.*, 1995; Scandollara *et al.*, 1996; Va-

lente, 1998), levaram Santos *et al.* (2000) a reunir as regiões de Rondônia e de Juruena numa mesma província.

Do ponto de vista geográfico, esta província divide-se nos domínios Jamari, a oeste do batólito Serra da Providência, e Roosevelt-Juruena, a leste do batólito.

De uma maneira geral, Santos (2003) define o embasamento dessa faixa como constituído de rochas orto e paragnáissicas, geradas em ambientes de arcos magmáticos, nos quais o magmatismo foi predominantemente juvenil, com maior ou menor contribuição crustal de rochas da Faixa Tapajós-Parima.

No Domínio Jamari há, segundo Santos (2003), uma maior proporção de paragnaisses e idades mais jovens (1,76-1,65 Ga), em comparação às obtidas no Domínio Roosevelt-Juruena (1,84-1,79 Ga).

A área do Projeto Juruena-Teles Pires engloba apenas rochas do Domínio Roosevelt-Juruena, onde ocorrem as seguintes associações (Santos, 2003):

- dois tipos de embasamento: Complexos Monte Verde e Bacaeri-Mogno e o Grupo Alto Jauru;
- suítes granitóides cálcio-alcálicas, formadas no intervalo de 1,84 a 1,77 Ga: Suítes São Pedro e São Romão, granitóides Juruena, Apiacás, Paranaíta, Cristalino e Vitória;
- associações vulcanossedimentares: Grupos Beneficente, Roosevelt e Colíder;
- magmatismo pós-orogênico: Suíte Teles Pires;
- coberturas sedimentares: Grupo Beneficente e Formação Dardanelos.

O Quadro 2.3 sintetiza as características das principais unidades litoestratigráficas da Faixa Rondônia-Juruena, conforme dados da literatura e do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

A cartografia geológica realizada no Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), permitiu identificar três domínios geotectônicos na região. Um situado na porção nordeste da área e composto pelos gnaisses do Complexo Cuiú-Cuiú, granitóides pouco deformados da Suíte Intrusiva Matupá e rochas básicas da Suíte Intrusiva Flor da Serra. Este domínio inclui, com base em dados geocronológicos obtidos neste trabalho, o Granito Nhandu com idades U-Pb em zircão por LAS-ICP-MS de 1,889 e 1,879 Ga. Estas rochas, com idade modelo Sm-Nd da ordem de 2,1 Ga e de cristalização de zircão de *ca.* de 1,9 Ga, parecem representar o prolongamento para sul do arco magmático Cuiú-Cuiú, do Domínio Tapajós (Faixa Tapajós-Parima). O outro domínio compreende rochas plutono-vul-

cânicas cálcio-alcálicas de alto potássio, com idades modelo de 2,2 Ga e  $\epsilon\text{Nd}(T)$  de 1,25, definido como Arco Mágmató Juruena. As idades U-Pb zircão desse domínio situam-se na faixa de 1,85 a 1,75 Ga e a intensidade da deformação e do metamorfismo crescem na direção sul do arco e configuram terrenos acrescionários de médio a alto grau metamórfico. Segundo Souza *et al.* (2005) fazem parte da porção menos deformada do arco Juruena as suítes intrusivas Juruena, Paranaíta, Colíder, Teles Pires e as alcálicas Rio Cristalino. A unidade Granito Nhandu foi considerada pelos autores citados como integrante desse domínio. Entretanto, as idades U-Pb obtidas neste relatório a colocam no domínio geotectônico das unidades Cuiú-Cuiú, Matupá e Flor da Serra.

Na porção mais ao sul, de maior grau metamórfico do arco, Souza *et al.* (2005) reconhecem a presença de remanescentes supracrustais e metaplutônicas do Complexo Bacaeri-Mogno (2,24 Ga, com  $\epsilon\text{Nd}(T) +2.5$ ), a Suíte Vitória, os granitos São Pedro, São Romão e Apiacás. Segundo os autores, a este domínio pertenceria também o Complexo Nova Monte Verde. Entretanto, a releitura dos dados litogeoquímicos dos litotipos realizada na presente pesquisa e os recentes trabalhos de cartografia geológica desenvolvidos no Projeto Noroeste do Mato Grosso, conduziram à reinterpretção dessa unidade e as rochas de médio a alto grau, antes atribuídas ao Complexo Nova Monte Verde, passaram a ser interpretadas como um *front* de granulitização/migmatização, o que não justificaria considerar estas rochas como unidade estratigráfica.

O terceiro domínio localiza-se na porção sul/sudoeste da área, justaposto ao Arco Juruena. Souza *et al.* (2005) o definem como provável terreno acrescionário caracterizado por rochas metavulcano-sedimentares geradas em possível ambiente de bacia de *back-arc* (Grupo São Marcelo-Cabeça). Os autores correlacionaram estas rochas ao Grupo Roosevelt, gerado em ambiente de arco vulcânico, com bacias intramontanas (Santos, 2003), de idade estateriana (1,74 Ga), conforme datações por Rizzoto *et al.* (1995) e Santos (2003). De acordo com a cartografia geológica do Projeto Alta Floresta, o Grupo São Marcelo Cabeça estaria intrudido por rochas graníticas cálcio-alcálicas da Suíte Nova Canaã, de idade U-Pb em zircão de  $1743 \pm 4$  Ma (Lacerda Filho *et al.* 2001).

Nos três domínios da faixa Rondônia-Juruena ocorrem depósitos auríferos, cujas unidades hospedeiras principais são as Suítes Matupá, Flor da Serra, Paranaíta, Colíder, Nova Canaã, Granito Nhandu e o Grupo São Marcelo-Cabeça.

Quadro 2.3 – Quadro evolutivo e síntese das principais características litogeoquímicas, geocronológicas e isotópicas das unidades litoestratigráficas descritas na região de Alta Floresta. Fonte: Souza et al. (2005). PAF: dados geocronológicos gerados por Marcio Pimentel para o Projeto PROMIN-Alta Floresta (Souza et al., 2005).

Unidade Tectônica	Unidade Geológica	Idade de cristalização	Sm-Nd	Características litogeoquímicas	Ambiente tectônico
Intrusivas meso a epizonais	Suíte Nova Canaã	1743±4 Ma U-Pb zircão (PAF)		Cálcio-alcalinas de alto K	Arco vulcânico
Terreno metavulcanossedimentar acoplado ao Arco Jurúena	Grupo São Marcelo-Cabeça	Correlacionado ao Grupo Roosevelt, de idade 1740±8 Ma, U-Pb zircão (Santos et al. 2000)		Cálcio-alcalinas de alto K	Ambiente de arco; sequência de bacia de back-arc
Estágio pós-orogênico	Granito Teles Pires	1757±16 Ma, U-Pb zircão (Santos, 2000) 1764 ± 16 Ma, U-Pb SHRIMP (Santos, 2003)	T <sub>DM</sub> 2,1 Ga (Santos, 2000)	Cálcio-alcalinos de alto K; granitos tipo I com similaridade com granitos tipo A	Pós-orogênicos ou anorogênicos
Terrenos acrescionários de médio a alto grau metamórfico do Arco Magmático Jurúena	Granito Apiacás			Leucogranitos a granada e/ou duas micas	Arco continental Sin a pós-colisional
	Granito São Romão	1770±9 Ma U-Pb zircão (PAF)	T <sub>DM</sub> 2172 a 2098 Ma (PAF) εNd -1,43 a 0,14 (PAF)	Cálcio-alcalinos	Ambiente pós-colisional
	Granito São Pedro	1784±17 Ma U-Pb zircão (PAF)	T <sub>DM</sub> 2147 a 2060 Ma (PAF) εNd -1,11 a 0,65 (PAF)	Cálcio-alcalinos; peraluminosos a metaluminosos	Arco continental, evoluindo a granitos pós colisionais, sin-cinemáticos
	Suíte Vitória	1785±8 Ma U-Pb zircão (PAF)	T <sub>DM</sub> 2182 Ma (PAF) εNd -2,56 (PAF)	Cálcio-alcalinos médio K; meta a peraluminosos	Fusão de manto metassomatizado e interação crustal; pré-colisional
	Complexo Nova Monte Verde	1774±28 Ma U-Pb zircão (PAF)	T <sub>DM</sub> 2001 a 2065 Ma (PAF) εNd 0,41 (PAF)		Ambiente de subducção
Terrenos pluto-vulcânicos, pouco deformados, do Arco Magmático Jurúena	Granito Nhandu	1,8 Ga, por associação com a Suíte Paranaíta		Cálcio-alcalinos alto K; meta a peraluminosos	Arco vulcânico
	Suíte Colíder	1801±11 Ma (Pinho et al., 2001); 1773±9 Ma e 1786±17 Ma (JICA/MMAJ, 2000); 1781±8 Ma (PAF). Todas as idades são U-Pb em zircão	T <sub>DM</sub> 2344 Ma (PAF) εNd -3,75 (PAF)	Cálcio-alcalinas de alto K	Arco vulcânico
	Intrusivas Básicas Guadalupe	1,8 Ga, por associação com a uíte Paranaíta			Não definido
	Alcalinas Rio Cristalino	1806±6 Ma U-Pb zircão (Santos, 2003)		Alcalino com alto teor de Na <sub>2</sub> O	Profundas falhas litosféricas que marcam o final do período orogênico
	Suíte Intrusiva Paranaíta	1793±6 Ma a 1816±57 U-Pb zircão (Santos, 2000)	T <sub>DM</sub> 2,2 Ga (PAF) εNd -1,25 (PAF)	Cálcio-alcalinos de médio a alto K; meta a peraluminosos	Arco vulcânico
	Suíte Intrusiva Jurúena	1848±17 a 1817±57 Ma (JICA/MMAJ, 2000), pelo método U-Pb em zircão		Série cálcio-alcalina de alto K; meta a peraluminosos	Arco vulcânico; algumas amostras com feições de granitos pré-colisionais
Arco Magmático Cuiú-Cuiú	Suíte Intrusiva Flor da Serra	Correlacionável à Suíte Ingarana de 1879 Ma, U-Pb SHRIMP (Santos, 2000)	T <sub>DM</sub> 2336 Ma (PAF) εNd -2,08 (PAF)	Tendência toleítica a cálcio-alcalina	Continental intra-placa ou toleito de arco
	Suíte Intrusiva Matupá	1872±12 Ma Pb-Pb evaporação em zircão (Moura, 1998)	T <sub>DM</sub> 2,34 e 2,47 Ga (Moura, 1998) εNd -2,7 e -4,3 (Moura, 1998) T <sub>DM</sub> 2346 Ma (PAF) εNd 3,09 (PAF)	Cálcio-alcalina, meta a peraluminosa	Arco vulcânico; pós-colisionais
	Complexo Cuiú-Cuiú	1992±7 Ma U-Pb zircão (PAF)		Cálcio-alcalina de baixo K; meta a peraluminosos	Arco vulcânico
Rochas pré-arco	Complexo Bacaeri-Mogno		2,24 Ga, idade isocrônica Sm-Nd (PAF) εNd 2,5 (PAF)	Toléitos arqueanos tipo MORB	Basaltos de fundo oceânico

PAF - análises realizadas por Márcio Pimentel para o Projeto Alta Floresta (Souza et al. 2005)



### 3 - Geologia da Área de Estudo

Maria da Glória da Silva  
 Maisa Bastos Abram

#### 3.1 – Introdução

A cartografia da área em estudo resume-se aos trabalhos desenvolvidos pelo Projeto Radam-Brasil, na escala de 1:1.000.000 (Folha SC.21 – Juruena, Silva *et al.*, 1980), e pela CPRM, na escala de 1:250.000, no âmbito do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

Os trabalhos desenvolvidos pelo Projeto Radam-Brasil na Folha Juruena basearam-se em imageamento de Radar, mapeamento geológico e estudos petrográficos, litogeoquímicos e geocronológicos. Há que se ressaltar a baixa densidade de dados litogeoquímicos, tendo em vista o tamanho da área estudada, e os métodos de datação utilizados (Rb/Sr e K/Ar) pouco robustos frente ao metamorfismo e deformação.

Durante o Projeto Radam-Brasil foram reconhecidas na região as seguintes unidades estratigráficas: (i) o Complexo Xingu, polimetamórfico, constituído de granitos, adamelitos, granodioritos, quartzo dioritos, metabasitos, xistos, raros anfíbolitos e granulitos, considerado como a unidade mais antiga da área; (ii) o Grupo Iriri, que reúne

riolitos, riolacitos, dacitos e piroclásticas (ignimbritos, tufo e aglomerados vulcânicos), raros andesitos e basaltos e rochas sedimentares; (iii) a unidade Granito Teles Pires, constituída de rochas plutônicas e subvulcânicas ácidas; (iv) rochas sedimentares do Grupo Beneficente; (v) sedimentos da Formação Dardanelos; (vi) intrusivas alcalinas Canamã; (vii) rochas sedimentares paleozóicas indiferenciadas; e (viii) coberturas detrito-lateríticas e aluvionares cenozóicas.

De 1995 a 2004 houve um salto significativo na evolução do conhecimento geológico e metalogenético da área em questão, tendo em vista a realização, pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM, do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.* 2005). Este projeto, concebido no contexto do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, consistiu de mapeamento geológico na escala 1:250.000, acompanhado de estudos litogeoquímicos e geocronológicos, prospecção geoquímica regional, cadastramento de recursos minerais e estudo dos principais depósitos de ouro da área (Fig. 3.1). A área de abrangência do projeto foi de cerca de 72.000 km<sup>2</sup>, envolvendo as folhas Vila

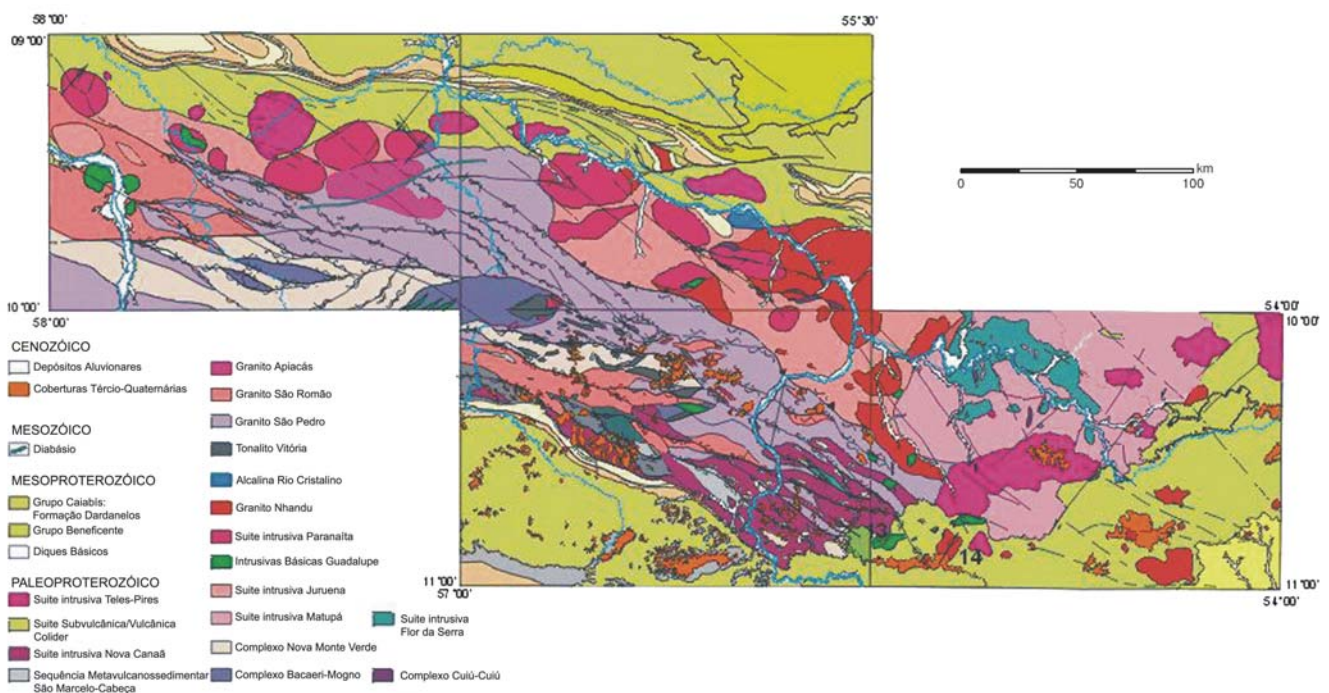


Figura 3.1 - Mapa Geológico final do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

Guarita (SC.21-Z-B), Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A), Alta Floresta (SC.21-X-C) e Rio São João da Barra (SC.21-V-D), cuja articulação pode ser visualizada na Figura 3.2.

Comparativamente à cartografia do Projeto RadamBrasil (Silva *et al.*, 1980) é possível destacar os seguintes avanços no conhecimento da geologia da área, resultantes das ações realizadas pelo Projeto Alta Floresta:

- detalhamento do embasamento, antes definido genericamente como Complexo Xingu, com a individualização dos Complexos Bacaeri-Mogno, Cuiú-Cuiú e Nova Monte Verde, das suítes intrusivas Matupá, Flor da Serra, Juruena, Paranaíta, Nova Canaã, além do tonalito Vitória e dos granitos São Pedro, São Romão, Apiacás e Nhandu;
- reconhecimento da unidade *Alcalinas Rio Cristalino*;
- as rochas metavulcanossedimentares definidas por Silva *et al.* (1980) como Formação Iriri foram individualizadas como Suíte Colíder;
- elevação da seqüência metavulcanossedimentar São Marcelo–Cabeça à categoria de Grupo;
- aquisição de vários dados geocronológicos, por métodos mais robustos (U-Pb zircão e Sm-Nd rocha total), que deram suporte ao ordenamento das unidades litoestratigráficas descritas;
- aquisição de número significativo de dados litogeoquímicos em rocha total (elementos maiores e traço por ICP-ES e ICP-MS) das diferentes unidades cartografadas. Os dados permitiram definir, na maioria dos casos, a natureza dos magmas que originaram as diferentes rochas intrusivas da área e abriram espaço para interpretações do seu ambiente geodinâmico;
- reconhecimento da presença de feições resultantes de acreção crustal, com convergência e consumo de placa litosférica, colisão oblíqua de alta temperatura e espessamento crustal.

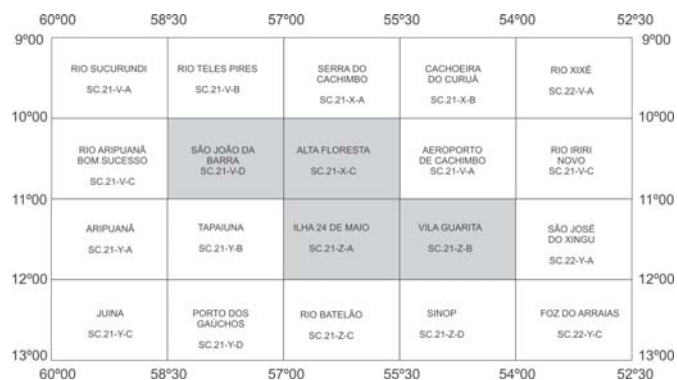


Figura 3.2 - Em cinza as folhas que integram o Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

Durante a realização e após a conclusão do Projeto Alta Floresta, novos dados sobre a geologia e a metalogenia da área foram produzidos, em decorrência de trabalhos desenvolvidos por empresas privadas e em dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas em universidades.

Embora a escala dos levantamentos geológicos do Projeto Alta Floresta não seja adequada para estudos metalogenéticos, os dados do projeto são aqui utilizados em virtude da inexistência de dados de abrangência regional, em escalas maiores. Eventuais mudanças na estratigrafia original proposta para a área decorrem de novos dados de campo, litogeoquímicos, geocronológicos e de releitura dos dados geofísicos.

### 3.2 - Descrição das Unidades Estratigráficas

Como o foco do projeto é metalogenético, com ênfase nas mineralizações auríferas da Província Aurífera de Alta Floresta, apenas as unidades estratigráficas genética e/ou espacialmente relacionadas com as mineralizações serão revistas. Estas compreendem os complexos Bacaeri-Mogno e Cuiú-Cuiú, as suítes intrusivas Matupá, Flor da Serra, Juruena e Paranaíta, as rochas alcalinas Rio Cristalino, as intrusivas básicas Guadalupe, a Suíte Colíder, o Granito Nhandu, o Complexo Nova Monte Verde, a Suíte Vitória, os Granitos São Pedro, São Romão, Apiacás e Teles Pires, o Grupo São Marcelo-Cabeça e a Suíte Nova Canaã. Estas unidades estão limitadas por rochas sedimentares, a norte do Grupo Beneficente (Fig. 3.3), de idade paleoproterozóica, e a sul-sudeste do Grupo Caiabís (Formação Dardanelos), do Mesoproterozóico.

#### 3.2.1 – Complexo Bacaeri-Mogno

Esta unidade ocorre na porção leste da área e foi definida por Souza *et al.* (2005) como associação de rochas supracrustais e plutônicas, metamorfisadas nas fácies anfíbolito a granulito, com predomínio de ortoanfíbolitos ricos em orto e clinopiroxênio, gnaisses de derivação pelítica (granada-sillimanita-cordierita-biotita gnaisse, sillimanita-biotita gnaisse, sillimanita gnaisse), rochas plutônicas enderbíticas, formações ferríferas bandadas, rochas calcissilicáticas, hiperstênio-granada quartzito, tremolita-granada quartzito, metagabronorito e metapiroxenito. Estas rochas constituem lentes, mega-enclaves ou lascas tectônicas em meio ao Complexo Nova Monte Verde (re-interpretado, no presente trabalho, como frente de migmatização e granulitização) e do Granito São Pedro (Fig. 3.4), com os quais guardam contatos por

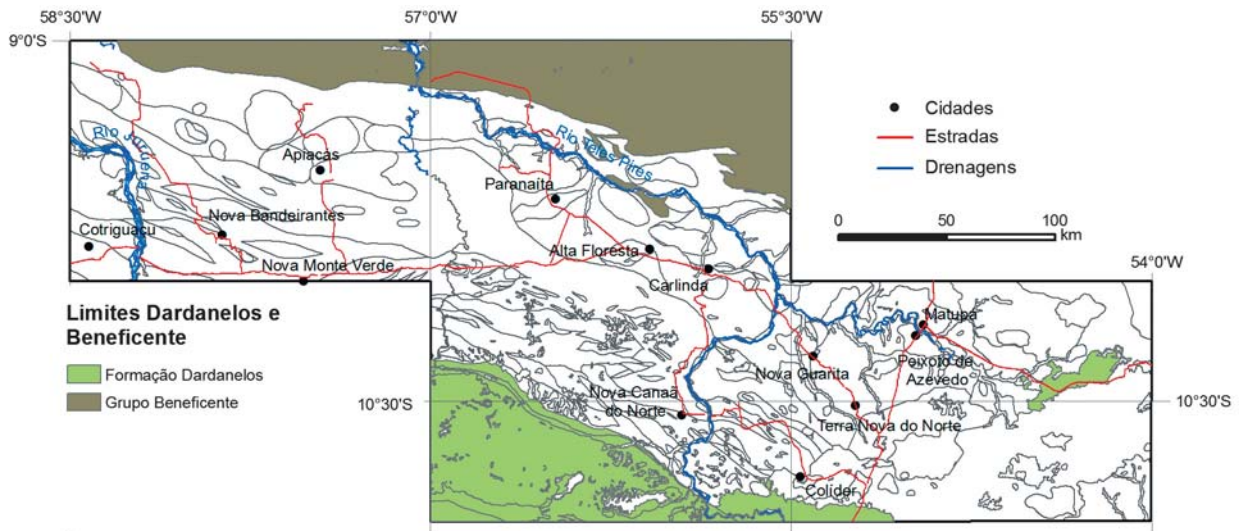


Figura 3.3 - Área de ocorrência de rochas do embasamento (em branco) limitada, a norte, pelas sedimentares do Grupo Beneficente e, a sul, pelas da Formação Dardanelos.

zonas de cisalhamento. Devido à deformação exibem foliação milonítica e/ou bandamento gnáissico orientados segundo E-W e ESE-WNW, com mergulho de médio a alto para N-NNE, configurando um *underthrust* com vergência para SSW e transporte tectônico de SW para NE (Souza *et al.*, 2005). Os autores descrevem relações de contatos transicionais entre os gnaisses desta unidade e os terrenos migmatíticos do Complexo Nova Monte Verde.

A correlação com os dados geofísicos revela que a área de ocorrência desta unidade é marca-

da por uma descontinuidade gravimétrica, interpretada por Oliveira & Escobar (2002) como decorrente de espessamento crustal, resultante de provável zona de sutura. Os dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos, por sua vez, demonstram que esta unidade corresponde a expressivas anomalias magnéticas devido à presença marcante de magnetita nos seus litotipos, baixos valores nos canais de K e U e valores anômalos no canal do Th, em especial em enderbitos.

Souza *et al.* (2005) analisaram 11 amostras da unidade, selecionadas dentre os gnaisses su-

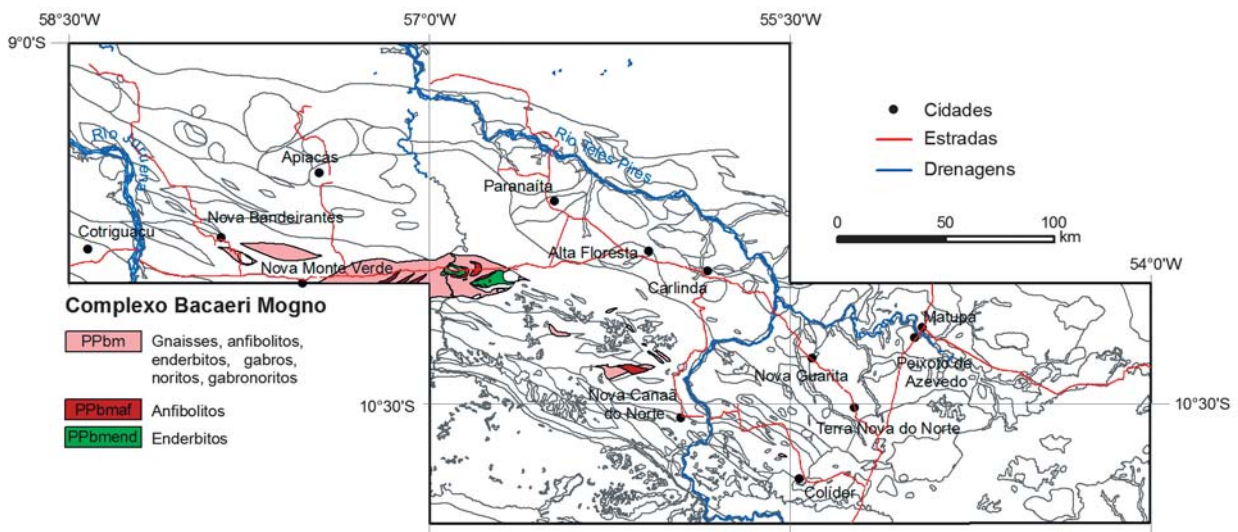


Figura 3.4 - Mapa da área de ocorrência da unidade Bacaeri-Mogno. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

pracrustais, metagabróides e enderbitos. Os resultados analíticos das amostras de rochas supracrustais exibem forte dispersão dos valores dos óxidos de elementos maiores, principalmente de SiO<sub>2</sub>. Tais resultados deixam claro que, na pequena população de 6 amostras, ocorrem metamorfismos de diferentes protólitos, desde sedimentares que geraram gnaisses ricos em sillimanita, cordierita e cianita, até máficas com baixos teores de SiO<sub>2</sub> e elevados de MgO. Diante disso não é possível qualquer análise a respeito da natureza e origem das supracrustais deste complexo.

A litogeoquímica dos metagabróides revelou teores baixos de SiO<sub>2</sub> e álcalis (SiO<sub>2</sub> entre 46,41% e 49,92%; K<sub>2</sub>O entre 0,09% e 0,37%; Na<sub>2</sub>O entre 0,09% e 1,17%) e teores mais elevados de MgO (4,55% a 7,24%), com duas amostras, CC-R-99a e AF-R-47C, com MgO compatível com cumulados. À exemplo das supracrustais, a amostragem dos metagabróides do complexo durante o Projeto Alta Floresta não foi representativa e, consequentemente, não permite interpretar sua natureza e ambiente geodinâmico.

Dados geocronológicos Sm-Nd obtidos por Pimentel (2001) em ortoanfibolitos revelaram idade isocrônica de 2,24 Ga, com εNd (t) 2.5, a qual corresponde à idade mais antiga obtida na área.

### 3.2.2 - Complexo Cuiú-Cuiú

A denominação desse complexo, feita por Pessoa *et al.* (1977) com base nas rochas aflorantes nas proximidades da Vila Tapajós (Fig. 3.5), foi mantida por Souza *et al.* (2005) no âmbito do Projeto Alta Floresta. Segundo os autores supracitados, o referido complexo ocorre como faixas estreitas, alongadas e descontínuas, associadas a zonas de cisalhamento transcorrentes de direção geral NW-SE, zonas de falhamento N-S ou ainda englobadas por rochas graníticas ou básicas. Consiste em anfibolitos e ortognaisses de composição monzonítica, tonalítica e granítica, parcialmente migmatizados. As rochas apresentam bandamento composicional, milimétrico a centimétrico, com alternância de faixas quartzo-feldspáticas e máficas, compostas por biotita e hornblenda. Estudos litogeoquímicos realizados nas rochas gnáissicas mostraram resultados muito similares aos encontrados por Klein *et al.* (2000) nos gnaisses deste complexo na Província Tapajós. Tanto Klein *et al.* (2000) quanto Souza *et al.* (2005) apontam um quimismo cálcio-alcálico de baixo potássio, característico de ambiente de arco vulcânico.

No Projeto Alta Floresta foi feita uma datação U-Pb SHRIMP em zircão de ortognaisse graní-

tico e foi obtida a idade de 1992±7 Ma (Souza *et al.*, 2005). Esse valor é compatível com os obtidos por Santos *et al.* (1997) em rochas dessa unidade na Província Tapajós pelo método U-Pb SHRIMP e U-Pb convencional (2.005 ±7 Ma e 2.033 Ma, respectivamente).

### 3.2.3 - Granito Nhandu

O Granito Nhandu (Fig. 3.6), tal como descrito por Souza *et al.* (2005), consiste em: (i) *stocks* aglutinados circulares a elípticos, subconcordantes a discordantes de biotita ou biotita-hornblenda granito e monzogranito, com granodioríticos e sienograníticos subordinados; (ii) diques, *sills* e cúpulas subvulcânicas de granitos finos porfiríticos, monzonitos finos porfiríticos, monzogranitos microporfiríticos, micromonzodioritos e granófiros). Os autores descrevem ainda a presença de enclaves e *sills* de gabro, gabrodiorito porfirítico, diorito, quartzo diorito e monzodiorito em faixas centimétricas a métricas, contato nítido e, por vezes, com deformação dúctil.

As fácies subvulcânicas, particularmente os monzonitos finos porfiríticos e granofíricos e os monzogranitos microporfiríticos, mostram evidências de interação com fluidos hidrotermais, com disseminações de sulfetos e de magnetita (Souza *et al.* 2005). A esta fácies associam-se as mineralizações auríferas, do tipo *stockwork*, que se hospedam nesta unidade (o garimpo do Trairão e a área de pesquisa da Minerbrás).

Estudos petrográficos, realizados em amostras coletadas no âmbito desse trabalho, no entanto, revelam que essas rochas foram submetidas a um processo marcante de potassificação, com o desenvolvimento de uma microclinização tardia, superimposta à mineralogia original, acompanhada da geração de magnetita (metassomatismo ferro-potássico).

Essa observação torna-se relevante diante do fato de que a interpretação até então existente do quimismo dessa unidade, não parece ter levado em consideração a potassificação pós-magmática.

Diante do exposto, está sendo aqui questionada a assinatura shoshonítica, originalmente proposta para essas rochas. As rochas plotam no campo sub-alcálico no diagrama TAS, de Irvine & Baragar (1971), e no campo álcali-cálcico, no diagrama de Peacock (1931). No diagrama AFM, descrevem um *trend* similar ao de rochas cálcio-alcálicas.

Paralelamente, observa-se nessas rochas, enriquecimento em P, Rb, Sr, Ba, Pb, Zr, Nb, Y e ETRL, baixos teores de TiO<sub>2</sub> (<1,3%). O diagrama

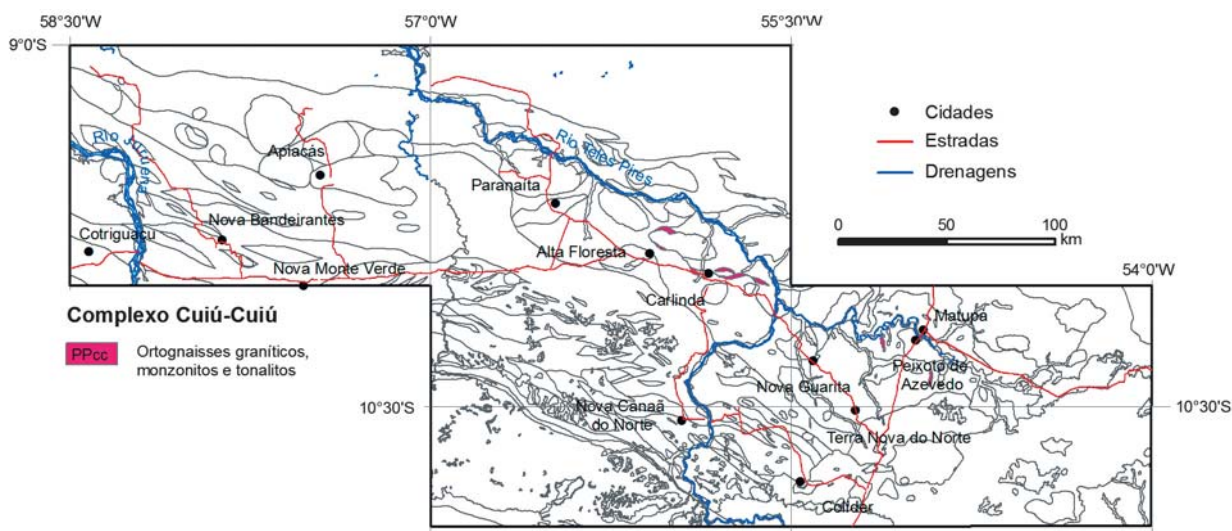


Figura 3.5 - Mapa da área de ocorrência do Complexo Cuiú-Cuiú. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

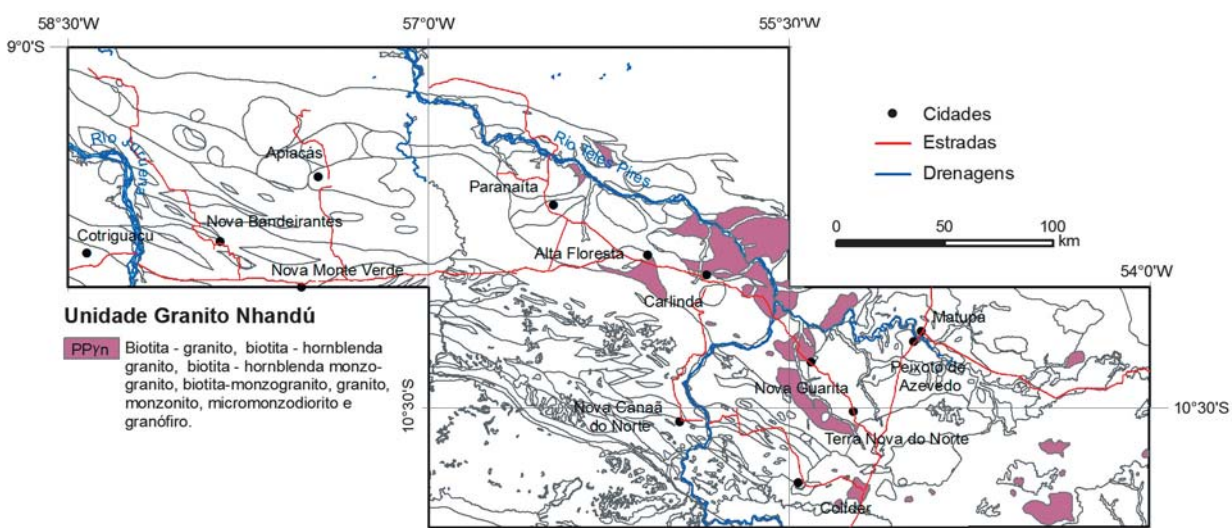


Figura 3.6 - Mapa da área de ocorrência do Granito Nhandu. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

rocha/condrito (Fig. 3.7) mostra acentuado enriquecimento das terras-raras leves e terras-raras pesadas planas, com forte anomalia negativa de Európio. No diagrama multi-elementar, MORB-normalizado (Fig. 3.8), essas rochas também exibem uma anomalia negativa de Nb, compatível com o padrão de rochas geradas em ambiente de subducção.

Nos diagramas de Pearce *et al.* (1984), discriminatórios de ambiente geodinâmico de formação de rochas graníticas, essas rochas plotam no campo de granitos pós-colisionais e de granitos intraplaca (Figs. 3.9a e b). Esses dados parecem

sinalizar que o Granito Nhandu foi gerado num momento tardio da evolução de um arco.

Estudos geocronológicos realizados no Granito Nhandu, no âmbito desse projeto, lograram a aquisição de duas idades U-Pb em zircão, por ICP-MS-LA ( $1889 \pm 17$  Ma e  $1879 \pm 5,5$  Ma), concordantes, interpretadas como relativas à idade de cristalização (Figs. 3.10 e 3.11).

Isótopos de Sm e Nd geraram idades-modelo de 2146 e 2174 Ma, com  $\epsilon Nd(t)$  de -0,91, e revelam longo tempo de residência crustal dessas rochas e assimilação de crosta continental prévia ou magma-fonte oriundo de manto modificado.

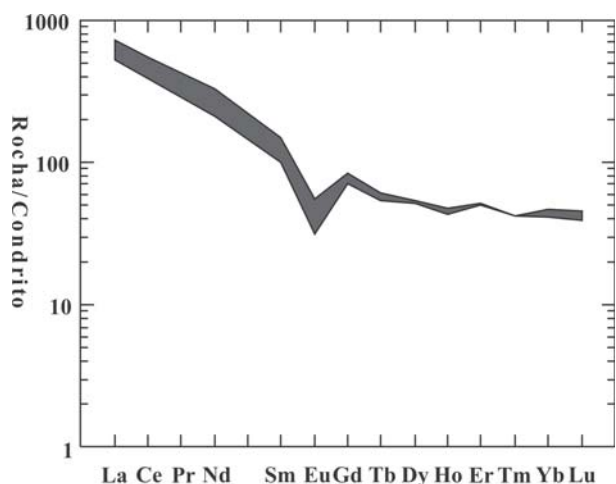


Figura 3.7 - Diagrama rocha/condrito de litotipos do Granito Nhandu.

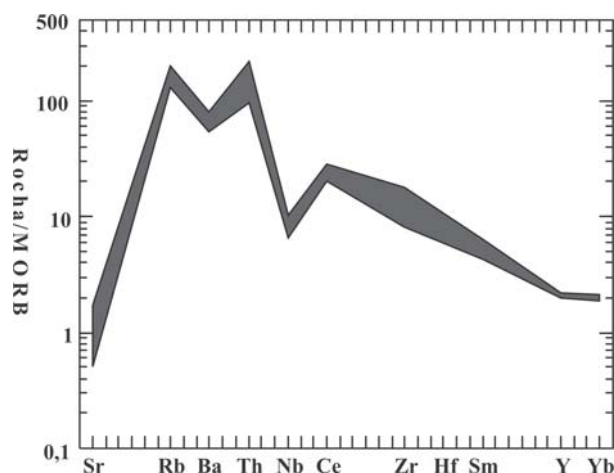


Figura 3.8 - Diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, de litotipos do Granito Nhandu.

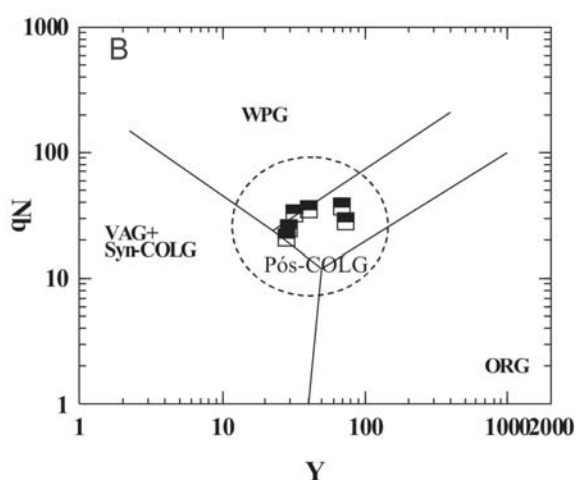
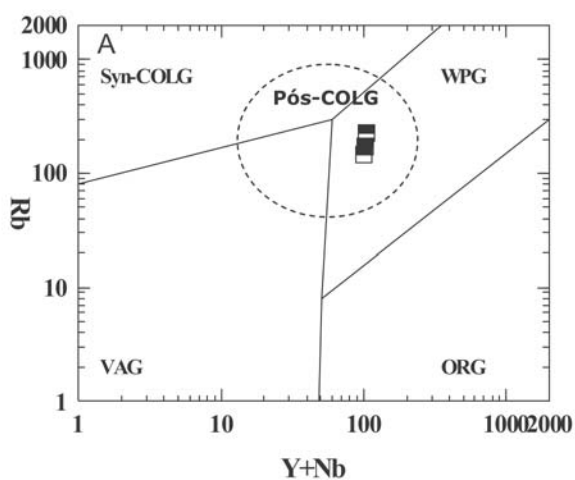


Figura 3.9 - Granito Nhandu. (a) e (b) diagramas discriminantes de ambiente de geração de rochas graníticas, de Pearce et al. (1984).

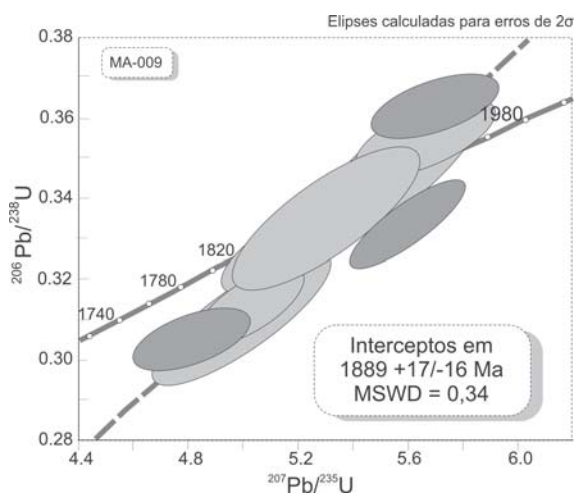


Figura 3.10 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICP-MS-LA) de zircões do Granito Nhandu. Elipses em cinza escuro correspondem aos zircões não utilizados no cálculo da idade.

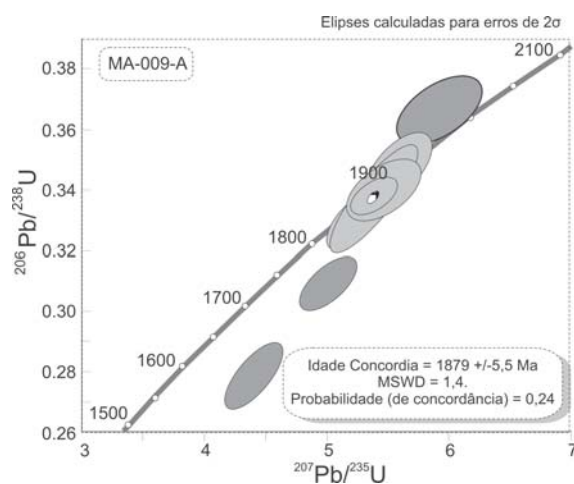


Figura 3.11 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICP-MS-LA) de zircões do Granito Nhandu. Elipses em cinza escuro correspondem aos zircões não utilizados no cálculo da idade.

### 3.2.4 – Suíte Intrusiva Matupá

Moura (1998) definiu como Batólito Matupá um corpo granítico aflorante a sul da cidade homônima, no qual se localiza o depósito de ouro de Serrinha, um dos mais bem estudados da região do Projeto Juruena Teles-Pires. Posteriormente, Moreton & Martins (2000), com base em dados de campo e petrográficos, definiram a Suíte Intrusiva Matupá, a qual engloba o Batólito Matupá e diversas outras fácies graníticas expostas nas porções central e norte da Folha Vila Guarita (Fig. 3.12). Tal terminologia foi mantida por Souza *et al.* (2005), os quais reconhecem e descrevem as seguintes fácies: (i) Fácies 1, constituída de biotita granitos e biotita monzogranitos, com a presença constante de mineralizações auríferas; (ii) Fácies 2, de hornblenda monzogranitos, hornblenda monzodioritos, biotita-hornblenda monzonitos, onde a presença de mineralizações auríferas também é constante. Esta fácies está cortada pelos Granitos Teles Pires e diques e *stocks* da Suíte Flor da Serra, além de coberta pela unidade Colíder; (iii) Fácies 3, com clinopiroxênio-hornblenda monzogranitos e clinopiroxênio-hornblenda monzodioritos magnéticos, os quais dão origem a solos vermelhos ricos em magnetita. Está fácies é cortada por rochas da Suíte Flor da Serra e pelo Granito Teles Pires e é coberta pela unidade Colíder; e (iv) Fácies 4, de maior distribuição geográfica, composta por granitos, biotita granitos e monzogranitos, com microgranitos e granófiros subordinados. As rochas desta fácies possuem textura porfirítica, rapakivi e anti-rapakivi. A fácies também é intrudida pelo Granitos Teles Pires e rochas da Suíte Flor da Ser-

ra e é coberta por rochas vulcânicas da unidade Colíder.

A fácies 1, descrita por Moura (1998) e Moura & Botelho (2002), foi a mais estudada e compreende, predominantemente, biotita monzogranitos, equigranulares a porfiríticos, tendo como minerais acessórios, magnetita, ilmenita, titanita, zircão, apatita, allanita e monazita.

O maciço é cortado por diques félsicos, de composição riolítica, cogenéticos ao magmatismo granítico, e também por diques máficos, com características químicas de basaltos toleíticos continentais (Moura & Botelho, 2002). De acordo com os autores supracitados, os diques félsicos estão bastante afetados por processos hidrotermais, mas preservando estruturas de fluxo. Distinguem-se dois tipos de diques máficos: um tipo predominante porfirítico, com fenocristais de plagioclásio sericitizados imersos em matriz ofítica, com a presença de material vítreo, e um segundo tipo, que possui composição mineralógica similar ao primeiro, entretanto mostrando textura granular, hipidiomórfica, média a fina, subofítica.

Aflora em blocos indeformados e pouco fraturados. Nos mapas aerogeofísicos, destaca-se pela presença de anomalias radiométricas, notadamente nos canais de potássio e urânio, e por padrões magnetométricos baixos (Souza *et al.*, 2005). De acordo com estes autores, as deformações apresentadas por esta fácies são predominantemente rúpteis e localmente dúcteis, apresentando zonas de fraturas nucleadas com auxílio de percolação de fluidos hidrotermais, que geram *shear bands* em escala centimétrica a métrica, com litotipos deformados e ricos em sericita.

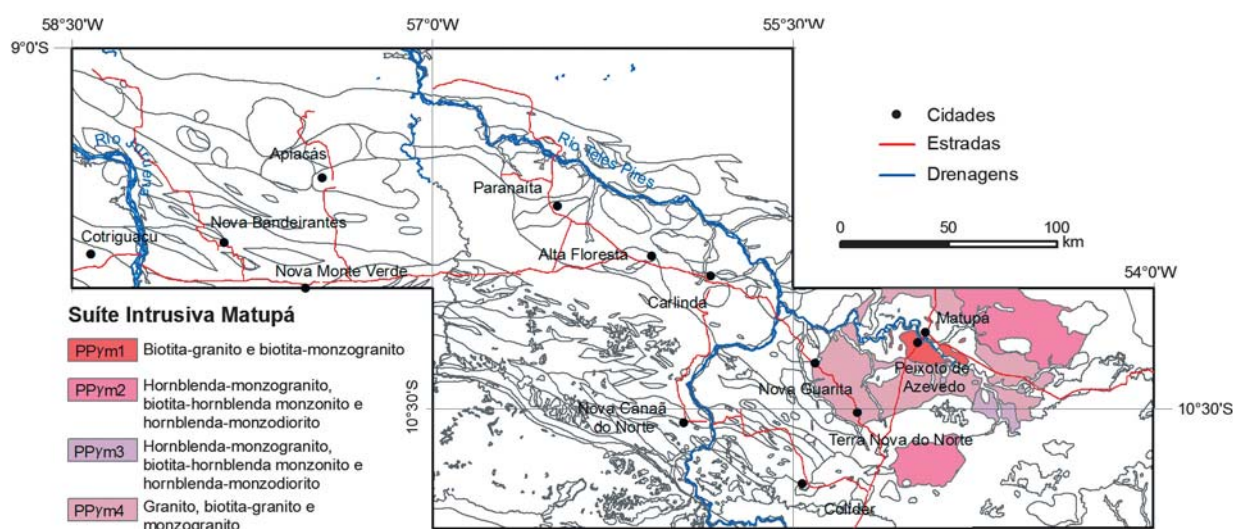


Figura 3.12 - Mapa da área de ocorrência da Suíte Intrusiva Matupá. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza *et al.* 2005).

Para esta fácies foi obtida uma idade de cristalização de  $1872 \pm 12$  Ma, pelo método Pb-Pb em zircão, e idades-modelo ( $T_{DM}$ ) entre 2,34 e 2,47 Ga com valores de  $\epsilon Nd(t)$  negativos, variando entre -2,7 e -4,3 (Moura, 1998). Souza *et al.* (2005) reportam idade modelo  $T_{DM}$  de 2,34 Ga, com  $\epsilon Nd(t)$  positivo (+3,09), obtida no Projeto Alta Floresta. Idade modelo  $T_{DM}$  de 2,15 Ga com  $\epsilon Nd(t)$  de -0,98 foi obtida neste projeto.

De acordo com Souza *et al.* (2005) esta suíte é correlacionável à Suíte Intrusiva Parauari, da região do Tapajós, interpretada por Vasques *et al.* (2002) como resultante de um evento magmático cálcio-alcálico, pós-orogênico.

Estudos petroquímicos realizados por Moura (1998) revelam um magma-fonte de natureza cálcio-alcálica, metaluminosa a peraluminosa, com terras raras apresentando um padrão fortemente fracionado (Fig. 3.13), com forte anomalia negativa de Európio. Num diagrama multi-elementar, MORB-normalizado (Fig. 3.14), observa-se que essas rochas possuem conteúdo elevado de Ba e Sr e baixos valores de Nb (anomalia negativa) e Y, desenvolvendo um padrão muito similar ao de magmas-fonte de granitos tipo I. Para a autora estas rochas são de fase pós-colisional de ambiente de arco vulcânico.

Em diagramas discriminatórios de Pearce *et al.* (1984), esses granitos ocupam o campo de granitos pós-colisionais (Figs. 3.15a e b).

### 3.2.5 - Suíte Intrusiva Flor da Serra

A suíte, descrita por Souza *et al.* (2005), compreende gabros, gabrodioritos, dioritos, monzogabros, monzodioritos, diabásios e eventuais traquiandesitos, sem metamorfismo regional. Aflora

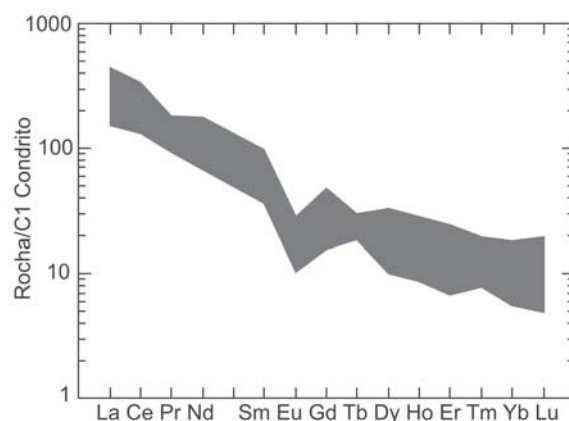


Figura 3.13 - Rochas da Suíte Matupá num diagrama Rocha/Condrito.

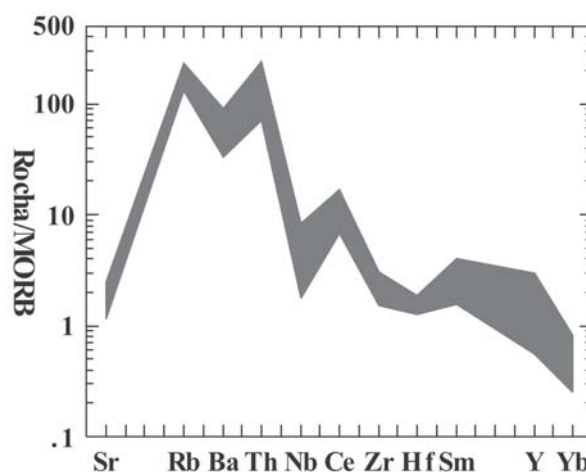


Figura 3.14 - Rochas da Suíte Matupá num diagrama multi-elementar, MORB-normalizado.

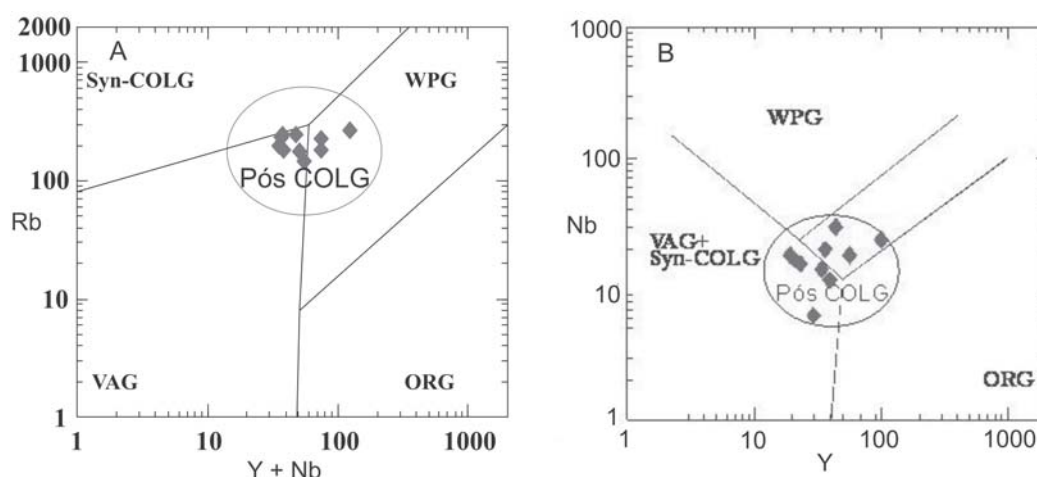


Figura 3.15 - Rochas da Suíte Matupá no campo de granitóides pós-colisionais dos diagramas de Pearce *et al.* (1984): (a) diagrama (Y+Nb) versus Rb e (b) diagrama Y versus Nb.



nas proximidades das cidades de Matupá e Peixoto de Azevedo e intrude a Suíte Intrusiva Matupá, com a qual possuem locais contatos tectônicos ou difusos (Fig. 3.16).

Segundo Moura & Botelho (2002), os diques que cortam o Granito Matupá e que pertencem a Suíte Flor da Serra são toleitos continentais. Segundo os autores, estas rochas possuem teores de Ni de 49 a 168ppm e número de magnésio (#mg) entre 33 e 55, o que aponta para elevado índice de fracionamento do magma. Além disso, estas rochas apresentam razões Zr/Nb e Y/Nb baixas a moderadas, com enriquecimento em terras raras leves, razão (La/Sm)<sub>cn</sub> variando de 1,77 a 2,93, apontando para processos de contaminação crustal. Os autores levantam a hipótese de tais rochas terem sido intrudidas em situação de litosfera fina, quando a região já estava cratonizada.

No presente trabalho foi feita uma reavaliação dos dados litogeoquímicos de diferentes amostras de litotipos da suíte Flor da Serra, coletadas no âmbito do Projeto Alta Floresta, tendo sido observada a existência de um grupo de rochas com quimismo toleítico e outro com quimismo cálcio-alcálico (Fig. 3.17). Tanto as rochas de afinidade toleítica quanto as cálcio-alcálicas apresentam enriquecimento em terras-raras leves e leve depleção em terras-raras pesadas (Fig. 3.18).

As rochas cálcio-alcálicas exibem características comuns as de arcos vulcânicos (Fig. 3.19). Tal comportamento não é observado nas toleíticas, cujo padrão é mais compatível com as de ambiente intraplaca continental (Fig. 3.20).

A existência de rochas toleíticas intraplaca

e cálcio-alcálicas de arco vulcânico na mesma unidade estratigráfica aponta para provável mistura de rochas geradas em diferentes contextos. Considerando que os toleitos da Suíte Flor da Serra, como descrito por Moura & Botelho (2002), intrudem as rochas cálcio-alcálicas da Suíte Matupá, é possível que rochas da Suíte Matupá tenham, por equívoco, sido cartografadas como pertencentes à Suíte Flor da Serra.

Dessa forma, no presente trabalho, estão sendo considerados como pertencentes à Suíte Intrusiva Flor da Serra, apenas os litotipos de quimismo toleítico intraplaca continental.

No âmbito do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005) foi obtida a idade-modelo  $T_{DM}$  de 2.336 Ma, em uma rocha gabroica dessa unidade, com valor de  $\epsilon Nd(t)$  negativo -2,08, indicando contaminação crustal. Considerando os aspectos litológicos e o dado geocronológico obtido, os autores correlacionaram Suíte Intrusiva Flor da Serra à Suíte Ingarana da Província Tapajós (Klein *et al.*, 2000), na qual foi obtida uma idade Pb-Pb em zircão de  $1.887 \pm 3$  Ma (Vasquez *et al.*, 2000) e U-Pb SHRIMP (em zircão) de  $1.879 \pm 3$  Ma (Santos, 2000).

### 3.2.6 - Suíte Intrusiva Juruena

Oliveira & Albuquerque (2003) usaram o termo Juruena para caracterizar uma suíte de rochas graníticas, não deformadas e não magnéticas, de afinidade cálcio-alcálica, que ocorre na Folha Alta Floresta. Souza *et al.* (2005) aproveitaram esta terminologia e estenderam a Suíte Juruena para

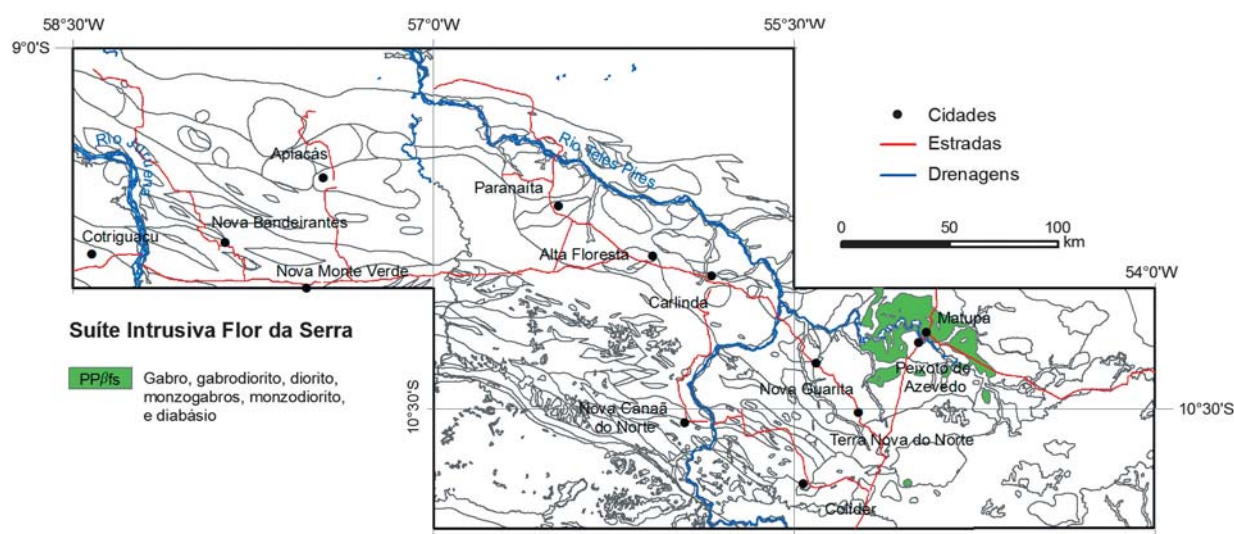


Figura 3.16 - Mapa mostrando a área de ocorrência da Suíte Intrusiva Flor da Serra. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

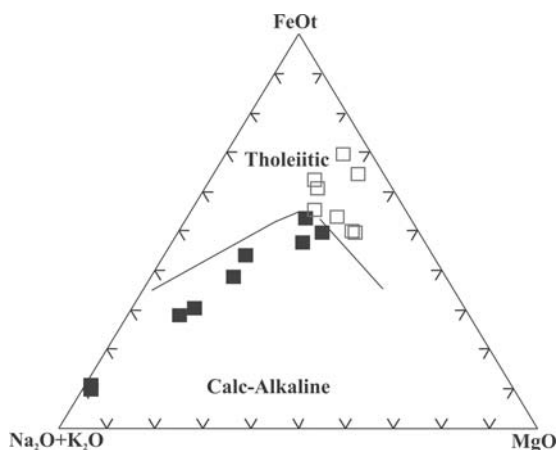


Figura 3.17 - Diagrama AFM de litotipos da Suíte Intrusiva Flor da Serra que mostra as rochas com afinidade toleítica (□) e as com afinidade cálcio-alcálica (■).

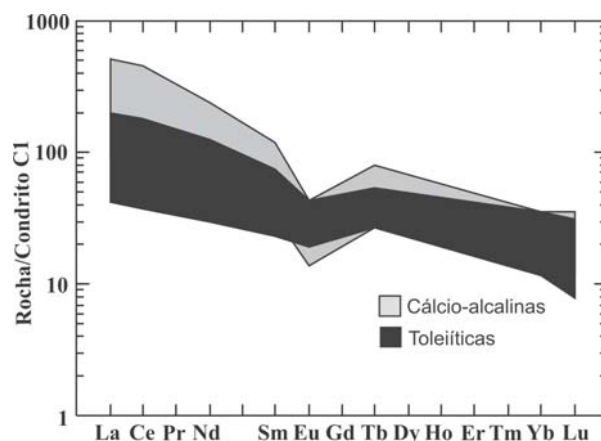


Figura 3.18 - Diagrama rocha/condrito de rochas da Suíte Intrusiva Flor da Serra..

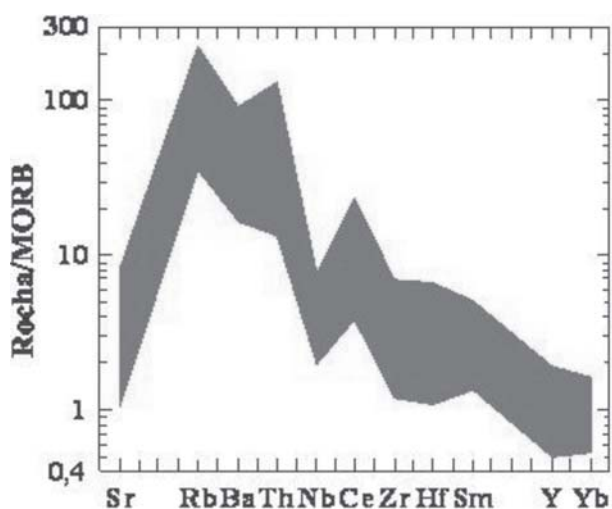


Figura 3.19 - Diagrama multielementar, MORB-normalizado, de rochas de quimismo cálcio-alcálico, consideradas como pertencentes à Suíte Intrusiva Flor da Serra.

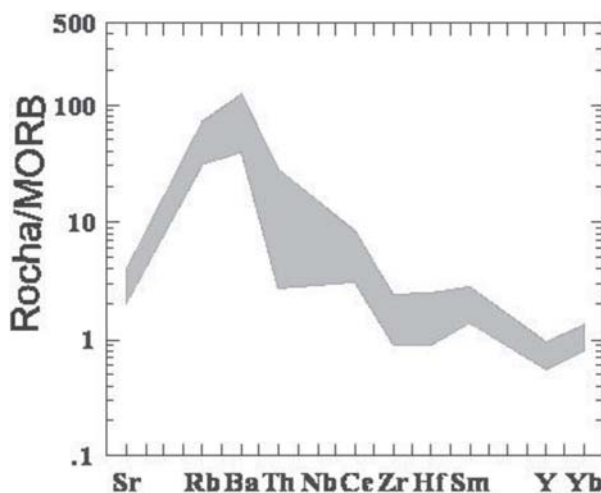


Figura 3.20 - Diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, de rochas de quimismo toleítico da Suíte Intrusiva Flor da Serra.

uma faixa com mais de 10 km de largura, na porção norte da área, passando pelas cidades de Carlinda, Alta Floresta, Paranaíta e Apiacás (Fig. 3.21). Os autores descrevem a unidade como batólitos aglutinados e amalgamados, distribuídos na direção NW-SE e compostos por biotita granitos, com monzogranitos, granodioritos e monzonitos subordinados, os quais afloram em matacões e lajedos. Não são descritas transformações de metamorfismo regional, mas restritas zonas de cisalhamento de estruturas de fluxo magmático.

Os estudos litogeoquímicos apontam magmatismo cálcio-alcálico de alto potássio e meta a peraluminoso. Na figura 3.22 se posicionam no campo das rochas cálcio-alcálicas. No diagrama da figura 3.23 configuram padrão enriquecido em ETRL

e com ETRP levemente fracionadas. O diagrama multi-elementar (Fig. 3.24) revela padrão similar ao de rochas de arcos vulcânicos, com anomalia negativa pronunciada de Nb (Fig. 3.24).

Amostras dessa suíte coletadas por equipes da JICA/MMAJ, ao norte da Folha Vila Guarita, fora da área de abrangência do Projeto Alta Floresta, foram datadas pelo método U-Pb em zircão, tendo sido obtidas as idades  $1.848 \pm 17$  Ma,  $1.823 \pm 35$  Ma e  $1.817 \pm 57$  Ma (JICA/MMAJ, 2000). Neste trabalho, amostras dessa suíte foram datadas pelo método U-Pb em zircão, por ICP-MS-LA, tendo sido obtida uma idade concordante de  $1817 \pm 12$  Ma (Fig. 3.25). Os estudos isotópicos de Sm-Nd permitiram o cálculo de uma idade-modelo de 1959 Ma, com valor de  $\epsilon_{Nd}(t)$  de +1,93.

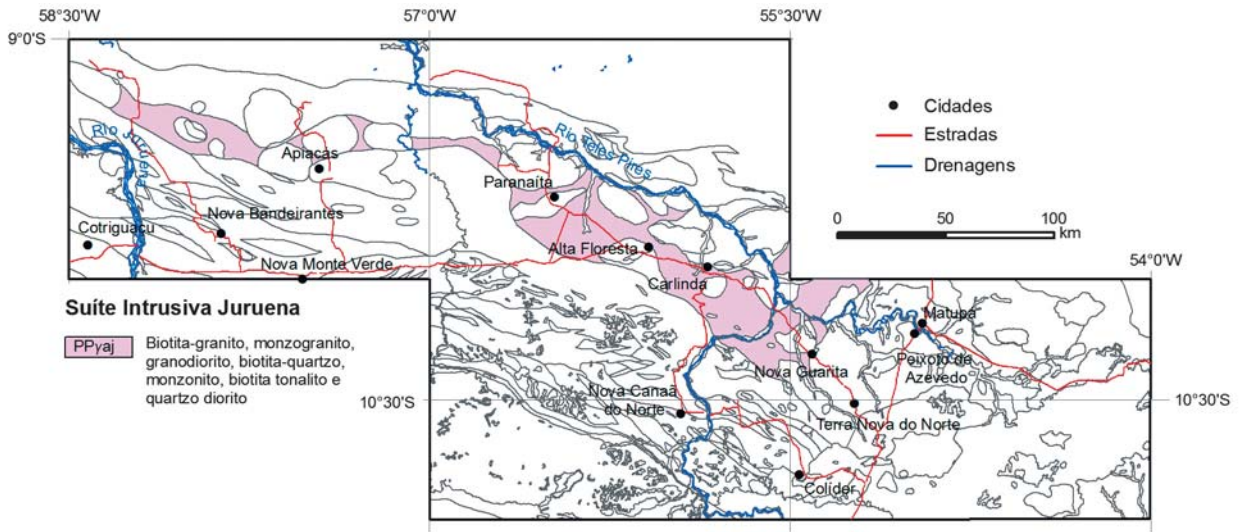


Figura 3.21 - Mapa da área de ocorrência da suíte Juruena. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

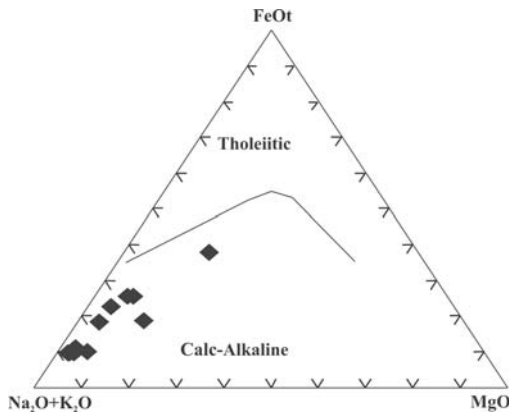


Figura 3.22 - Diagrama AFM de rochas da Suíte Juruena.

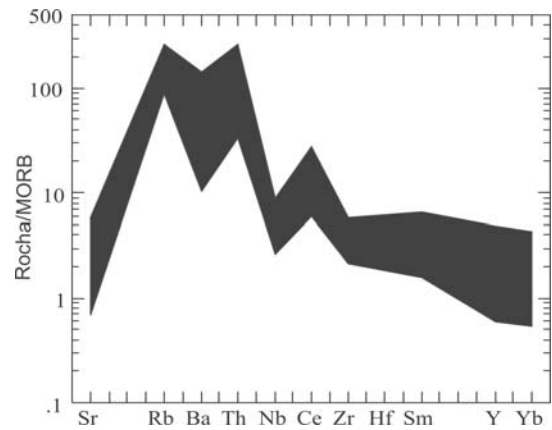


Figura 3.24 - Diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, de rochas da Suíte Juruena.

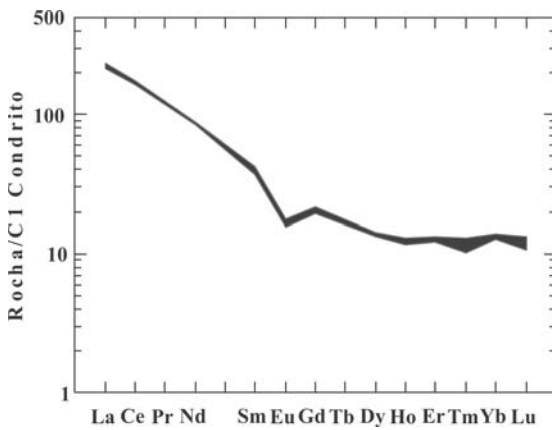


Figura 3.23 - Diagrama Rocha/Condrito de rochas da Suíte Juruena.

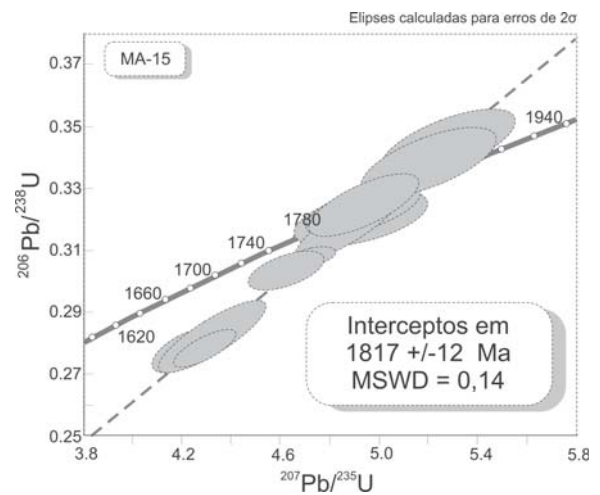


Figura 3.25 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ , gerado a partir da análise, por ICP-MS-LA, de zircões da Suíte Juruena.

### 3.2.7 - Alcalinas Rio Cristalino

Esta unidade, definida no âmbito do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), consiste de sienitos que afloram na confluência dos rios Cristalino e Teles Pires, NNE da cidade de Alta Floresta (Fig. 3.26). Do ponto de vista geofísico, essa unidade é responsável pela mais expressiva anomalia radiométrica nos canais do K, U e Th da área e também responde por acentuada anomalia magnética (Souza *et al.*, 2005).

O litotipo dominante é um riebeckita-aegirina sienito, com sienito e quartzo sienito subordinados, cinza avermelhados, maciços, de textura granular média porfírica, com matriz hipidiomórfica.

Dados litogeoquímicos revelam rochas com alto teor de Na<sub>2</sub>O, alta alumina, índice apfático inferior a 1 (0,67) e baixos teores de MgO (Souza *et al.*, 2005). Os autores as interpretam como pós-colisionais. Os diagramas multi-elementares normalizados em relação ao manto superior, revelam um enriquecimento em elementos de alto campo de força (Zr, P, Nb, Th e U) e um empobrecimento em Ti e elementos LILE, como Sr e Ba. O diagrama de ETR normalizados ao manto primitivo mostra enriquecimento de ETRL e empobrecimento acentuado de ETRP, com razão La/Yb=14.

Dados geocronológicos apontam para uma idade paleoproterozóica de 1806 ± 3 Ma, obtida pelo método U-Pb em zircão (Santos, 2000), interpretada como idade de cristalização. Existe ainda uma isócrona Rb-Sr (rocha total) de 1.332 ± 29 Ma. (Silva *et al.*, 1980) apontando para a existência de um evento pós-cristalização, o qual teria perturbado o sistema isotópico dessas rochas (orogénia relacionada ao Ciclo Sunsás?).

### 3.2.8 - Suíte Intrusiva Paranaíta

O termo Suíte Intrusiva Paranaíta foi inicialmente usado por Oliveira & Albuquerque (2003) para uma suíte de granitóides, aflorantes entre as cidades de Paranaíta, Alta Floresta e Apicás (Fig. 3.27). No Projeto Alta Floresta, Souza *et al.* (2005) adotaram esta terminologia e descreveram as rochas desta suíte como caracterizadas por extensos corpos batolíticos, orientados preferencialmente NW-SE, portadores de mineralizações auríferas e de quartzo azulado, com posicionamento crustal meso e epizonal, apresentando enclaves, foliações confinadas e feldspatos perfiticos.

Suas relações de contato com as demais unidades são descritas por Souza *et al.* (2005), como intrusivas na Suíte Juruena e nas supracrustais do Complexo Bacaeri-Mogno, localmente tectônicas com o Granito São Pedro, Suítes Coli-

der e Juruena. Os autores citados descrevem ainda que localmente, rochas dessa suíte são observadas sendo envolvidas por litotipos do Granito Nhandu, e englobando megaxenólitos do Complexo Cuiú-Cuiú.

A Suíte Paranaíta consiste em monzonitos, monzogranitos e granitos, de cor cinza arroxeadada a cinza-rosada, isotrópicos, com textura equigranular média a grossa e também porfírica. São comuns enclaves máficos, centimétricos a métricos, apresentando estruturas de fluxo e feições de *mingling*. Veios pegmatoidais de composição granítica, de direção N80°W/20° SW, cortam o conjunto. A magnetita geralmente é superior a 1% nas rochas.

Do ponto de vista químico observa-se que as rochas descrevem um *trend* de afinidade cálcio-alkalina (Fig. 3.28) e possuem padrão de ETR condrito-normalizado similar ao de granitos de arcos vulcânicos (Fig. 3.29). O diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, dessas rochas, exibe também padrão de arco vulcânico, com pronunciada anomalia negativa de Nb (Fig. 3.30).

Dados geocronológicos obtidos por Santos (2000) pelo método U-Pb em zircão revelaram idades de 1.793±6 Ma, 1.803±16 Ma, 1.801±7,8 Ma e 1816 ±57 Ma, interpretadas como de cristalização. Pimentel (2001) obteve a idade-modelo T<sub>DM</sub> de 2.221 Ma, com εNd (t) de -1,25.

Nesse trabalho foi obtida a idade U-Pb (ICP-MS-LA) de cristalização de zircão 1808±14 (Fig. 3.31). Esta é compatível com a reportada por Santos (2000). Ainda nesse trabalho, os estudos de isótopos de Sm e Nd geraram a idade-modelo de 2071 Ma, com εNd(t) de -0,21.

No Projeto Alta Floresta foi individualizado um conjunto de gabros, microgabros, monzodioríticos, dioríticos, dioritos porfíricos nas cercanias de Nossa Senhora de Guadalupe, sudoeste de Alta Floresta. Estas rochas são descritas como intrusivas nos granitos porfíricos da Suíte Intrusiva Paranaíta e também como enclaves e megaenclaves nesta unidade. Diques de diabásio porfírico nas unidades Granito Nhandu (na região do Trairão), Colíder (Novo Sonho) e Paranaíta (N. Sra. Do Guadalupe), foram considerados como geneticamente relacionados a esses corpos máficos. Souza *et al.* (2005) denominaram esse conjunto como Intrusivas Básicas Guadalupe.

Tendo em vista a ausência de dados litogeoquímicos e geocronológicos que permitam uma caracterização tipológica e considerando as relações de campo destas rochas com a Suíte Paranaíta como descrito no Projeto Alta Floresta, optou-se, neste trabalho, por considerá-las como integrantes da Suíte Paranaíta.

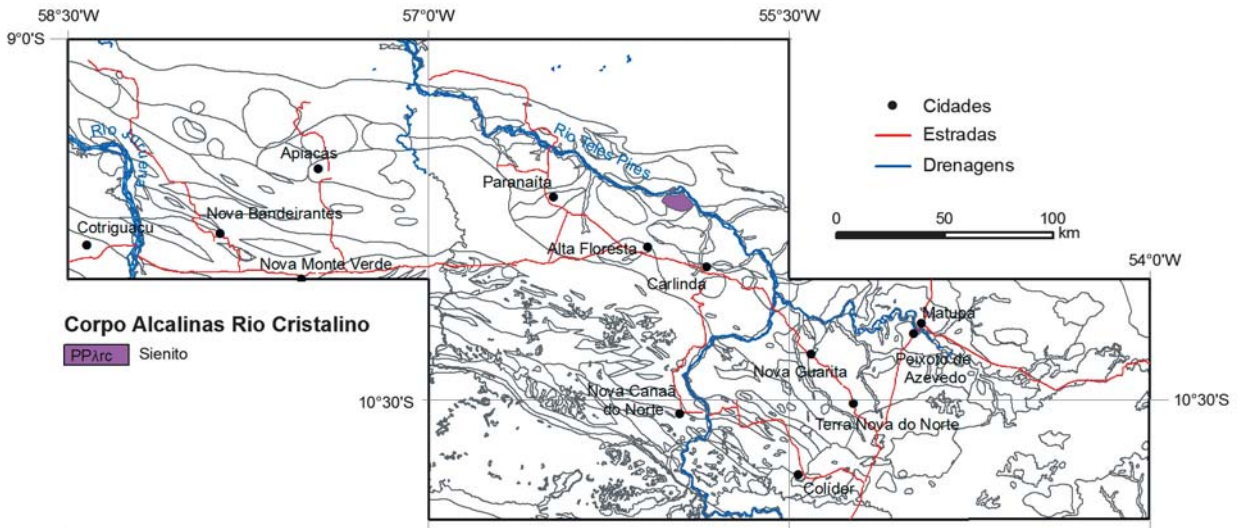


Figura 3.26 - Mapa da área de ocorrência das Alcalinas Rio Cristalino. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

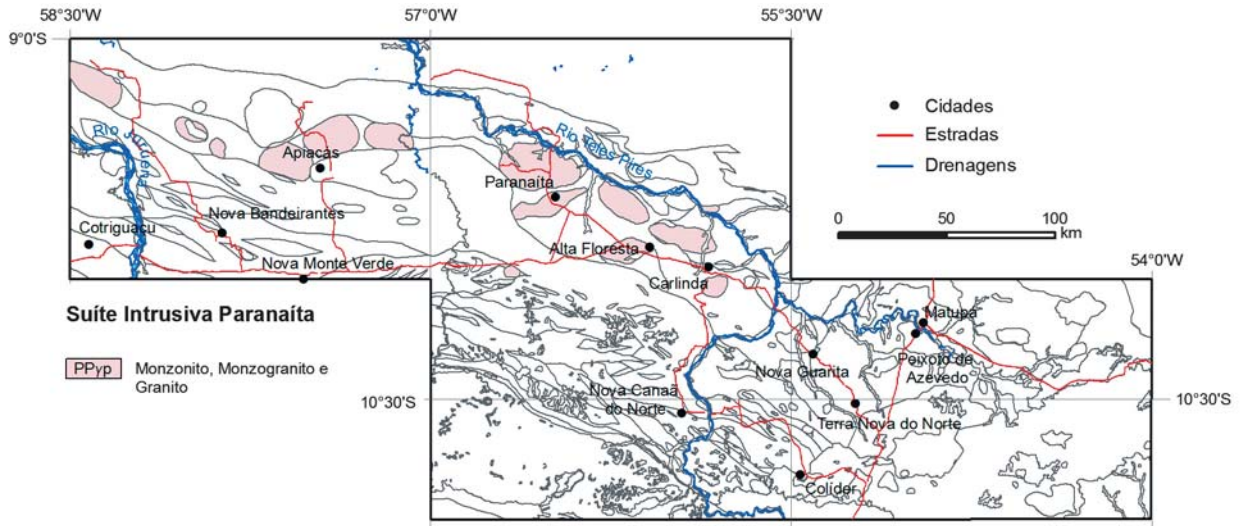


Figura 3.27 - Mapa da área de ocorrência da Suíte Paranaíta. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

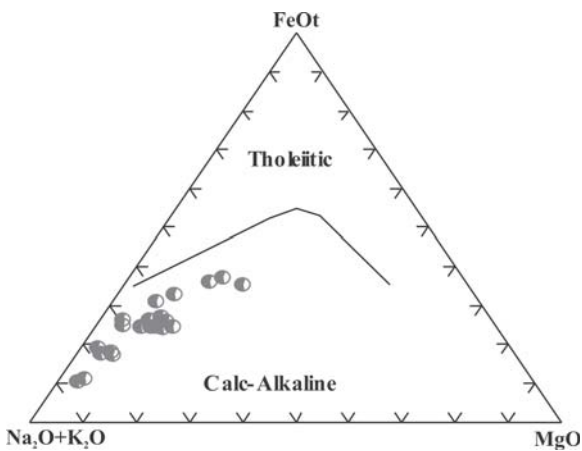


Figura 3.28 - Diagrama AFM das rochas da Suíte Paranaíta.

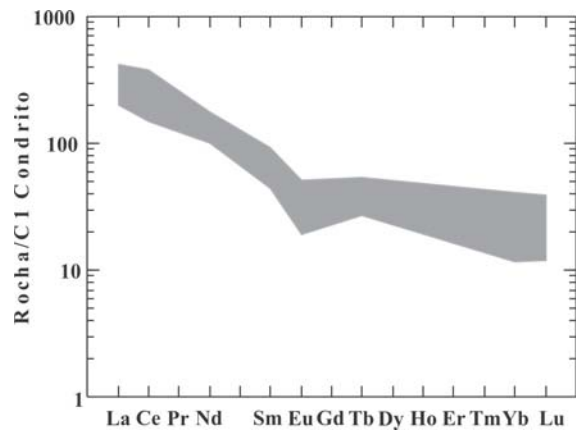


Figura 3.29 - Diagrama rocha/condrito de rochas da Suíte Paranaíta.

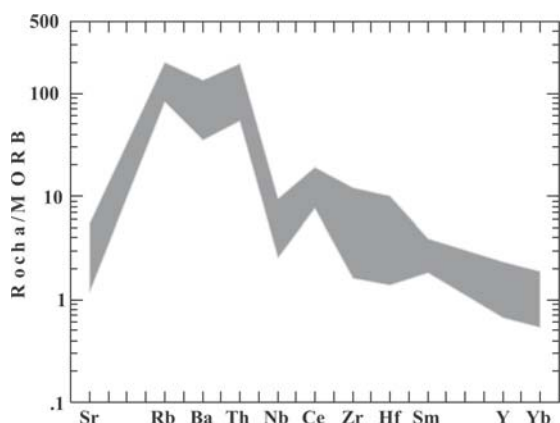


Figura 3.30 - Diagrama multi-elementar MORB-normalizado de rochas da Suíte Paranaíta.

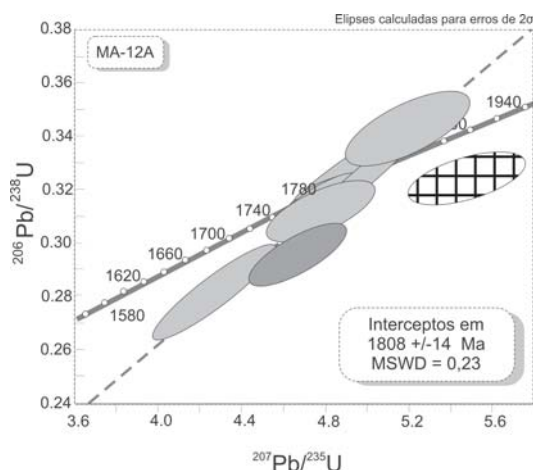


Figura 3.31 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICP-MS-LA) de zircões da Suíte Paranaíta. Elipses cinza escura são de spot não considerado no cálculo da idade e a com trama corresponde ao dado de um zircão de ca. 2,0 Ga.

### 3.2.9 - Suíte Colíder

A Suíte Colíder, de acordo com os dados do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.* 2005), reúne uma diversidade de rochas subvulcânicas, vulcânicas (lavas e piroclásticas), além de epiclásticas, de composição intermediária a ácida. Estas rochas ocorrem na porção leste da área do Projeto, bordejando a Serra do Cachimbo, na sua porção sul (Fig. 3.32).

Os litotipos dessa suíte, segundo os autores supracitados, encontram-se em contato tectônico com os granitóides São Pedro, Nova Canaã, Nhandu e Matupá e são intrudidos por litotipos da unidade Granito Teles Pires. Muito embora ocorra em uma extensa área, parte dela encontra-se recoberta pelas rochas sedimentares da Formação

Dardanelos e recoberta, ou em contato tectônico, com rochas do Grupo Beneficente.

As rochas subvulcânicas consistem em micro-granitos, micro-quartzo-monzonitos, micro-monzonitos, micromonzogranitos e granófiros, com texturas microporfiríticas a finamente cristalinas, representando cúpulas de intrusões. Associados a estas rochas são também descritos andesitos, brechas vulcânicas bandadas, ricas em sulfetos (pirita e calcopirita), com matriz riódacítica, fragmentos de riódacito e de rochas quartzo-feldspáticas (Souza *et al.*, 2005).

Ainda de acordo com os autores, dentre as

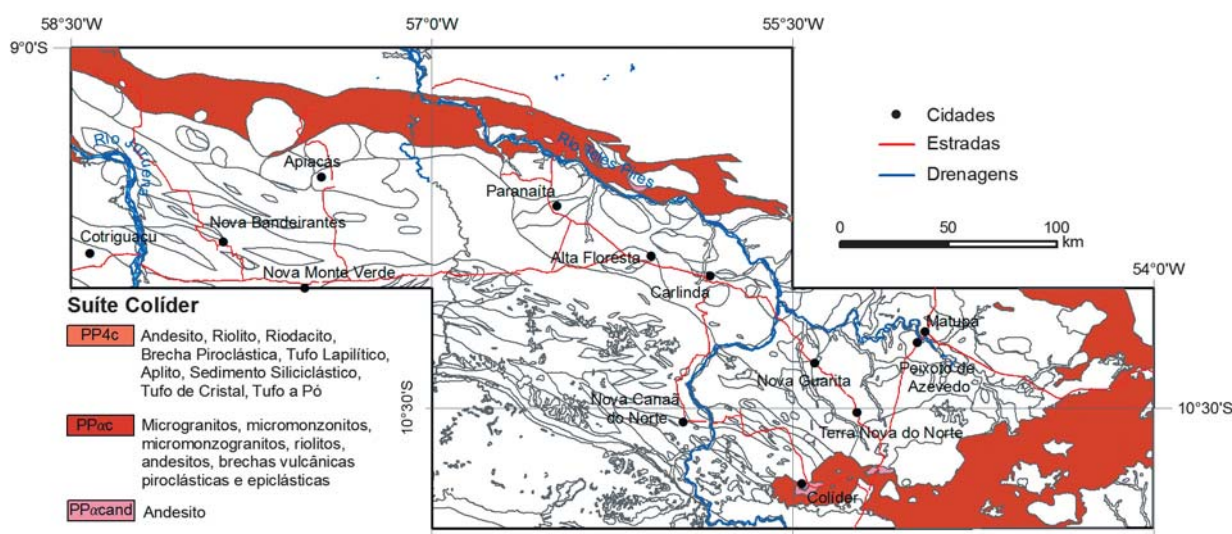


Figura 3.32 - Mapa da área de ocorrência de rochas da Suíte Colíder. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

vulcânicas destacam-se corpos andesíticos, ricos em magnetita, com estrutura maciça e texturas microlítica fluidal, porfirítica a microporfirítica, com fenocristais euédricos de plagioclásio e raros fenocristais de quartzo com golfos de corrosão. Riólitos também ocorrem, com textura de fluxo bem desenvolvida, com fenocristais euédricos de feldspato potássico e de quartzo de alta temperatura. Intercalações de lavas andesíticas e riolíticas, com rochas piroclásticas e epiclásticas, foram observadas pelos autores supracitados.

No texto do Projeto Alta Floresta é descrito um perfil geológico realizado a sul da Serra do Cachimbo, o qual permitiu observar a seguinte seqüência, da base para o topo: (i) Intrusões rasas (epizonais) granofíricas com riólitos porfiríticos associados; (ii) Rochas vulcano-epiclásticas, representadas por um depósito de fluxo, ressedimentado a partir de material piroclástico, apresentando acamadamento gradacional centi a decimétrico; (iii) Associações de rochas vulcânicas e sedimentares, com derrames de lava de composição riolítica

(riólito pórfiro), com matriz vitrofírica, intercalados com sedimentos arenosos e pelíticos; e (iv) Depósitos piroclásticos fracamente soldados, com fragmentos de púmice e *shards* vítreos.

As análises geoquímicas de rocha total dos vulcanitos da Suíte Colíder apontam magmatismo cálcio-alcálico de alto potássio (Figs. 3.33 e 3.34). O padrão de ETR e o diagrama multi-elementar (Figs. 3.35 e 3.36) apontam para ambiente de arco de margem continental, ratificado pelos diagramas das figuras 3.37 e 3.38.

Datação U-Pb em zircão, realizada pela JICA/MMAJ (2000) em amostra de riólito pórfiro, revelou a idade de  $1.786 \pm 17$  Ma. Uma idade similar ( $1.781 \pm 8$  Ma) foi obtida por Pimentel (2001) em riólito pórfiro da Suíte Colíder, pelo método U-Pb zircão. Neste trabalho foi obtida a idade (ICP-MS-LA em zircão), concordante com a determinada pela JICA/MMAJ, de  $1785 \pm 6,3$  (Fig. 3.39). Durante o Projeto Alta Floresta foi obtida a idade-modelo  $T_{DM}$  de 2.344 Ma, com  $\epsilon_{Nd}(T)$  -3,75. O conjunto de dados obtidos sinaliza com um magmatismo

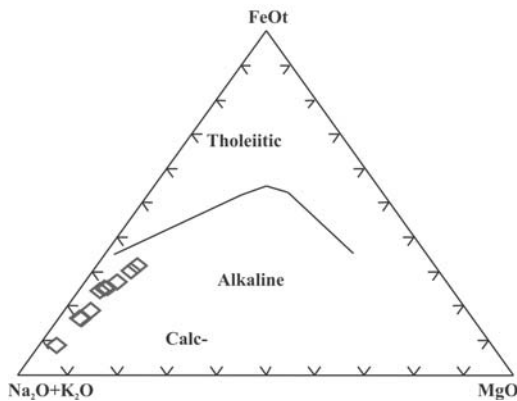


Figura 3.33 - Diagrama AFM com amostras de rochas vulcânicas da Suíte Colíder.

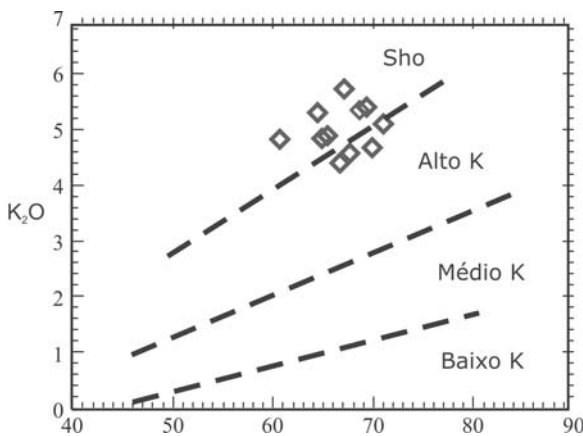


Figura 3.34 - Diagrama  $SiO_2$  versus  $K_2O$ , modificado de Rickwood (1989) para rochas vulcânicas (lavas e piroclásticas) da Suíte Colíder.

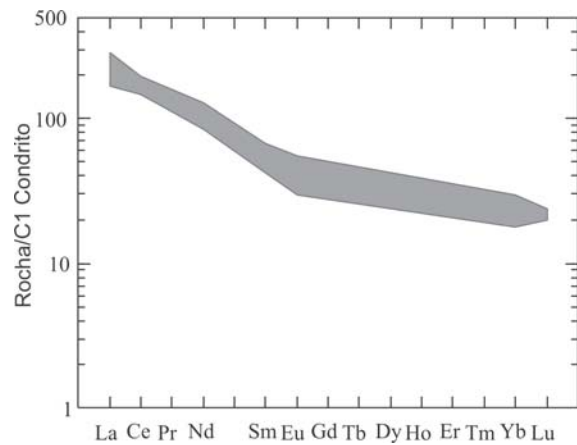


Figura 3.35 - Diagrama rocha/condrito de rochas vulcânicas da Suíte Colíder.

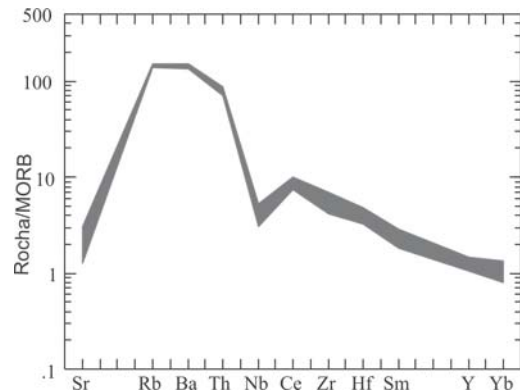


Figura 3.36 - Diagrama multi-elementar normalizado a MORB para rochas vulcânicas da Suíte Colíder.

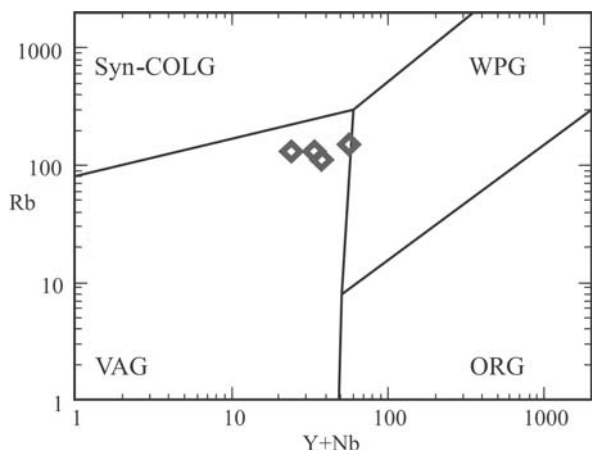


Figura 3.37 - Diagrama (Y+Nb) versus Rb de Pearce et al. (1984) para rochas vulcânicas da Suíte Colíder.

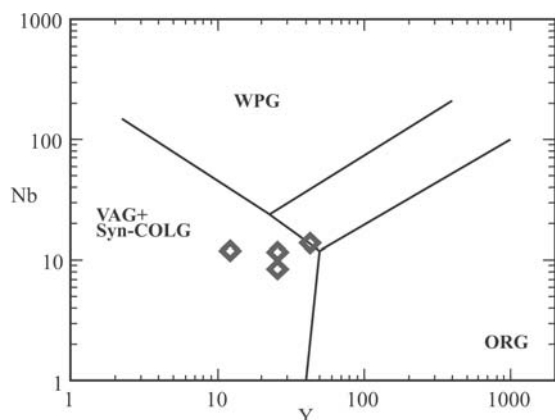


Figura 3.38 - Diagrama Y versus Nb de Pearce et al. (1984) para rochas vulcânicas da Suíte Colíder.

mo cálcio-alcálico com contaminação crustal.

### 3.2.10 - Suíte Vitória

Souza *et al.* (2005) definiram como Suíte Vitória, uma associação de rochas plutônicas de composição diorítica a tonalítica, ricas em magnetita, zircão e apatita (Fig. 3.40). Essas rochas estão dispostas como corpos elípticos a sigmoidais e possuem afinidade geoquímica cálcio-alcálica de médio potássio, metaluminosa a ligeiramente peraluminosa, similar a rochas geradas em ambiente de arco vulcânico. Os litotipos dessa unidade estão deformados e metamorfizados na fácies xisto-verde a anfíbolito e o quimismo de elementos traços aponta para uma colocação pós-colisional no contexto evolutivo do arco vulcânico (Fig. 3.41).

Este conjunto de rochas distribui-se segundo um *trend* WNW-ESE, na porção centro norte da área, em contato transicional ou tectônico com os granitos São Pedro e São Romão. Segundo os

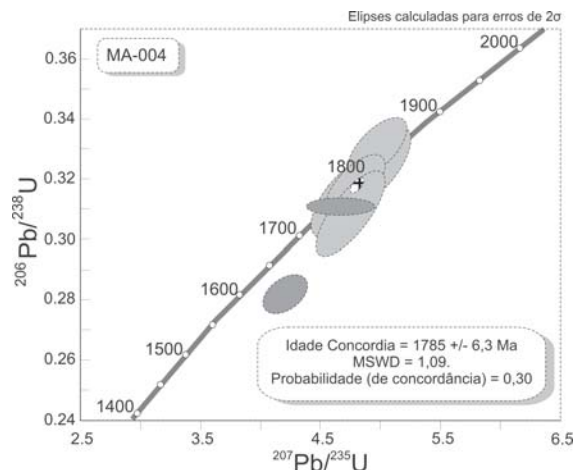


Figura 3.39 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICPMS-LA) de zircões da Suíte Colíder. Elipse com trama, idade concordante de zircões analisados e em cinza escuro zircões não incluídos no cálculo da idade.

autores citados, essas rochas apresentam assinaturas aeromagnetométricas muito fortes, que as destacam das demais rochas envolventes.

Parte das rochas da suíte estão gnaissificadas e migmatizadas e foram designadas por Souza *et al.* (2005) como Complexo Nova Monte Verde. Segundo os autores, estas rochas se localizam na porção sudoeste da área do projeto Alta Floresta, em faixa de orientação E-W e WNW (Fig. 3.42). Neste trabalho, estas rochas granulitizadas e migmatizadas foram consideradas como pertencentes à suíte Vitória, resultando na exclusão do Complexo Nova Monte Verde da coluna estratigráfica da área, opção esta também adotada durante o Projeto NW do Mato Grosso, Folha Tapaiuna – 1:250.000 (Souza & Abreu Filho, 2007), onde rochas antes consideradas como do Complexo Nova Monte Verde foram inseridas na Suíte Vitória. Segundo aqueles autores, nas frentes de granulitização e migmatização predominam gnaisses leucocráticos com bandamento composicional dado pela alternância de bandas quartzo-feldspáticas e bandas ricas em biotita, hornblenda e piroxênio. Estas rochas apresentam feições de deformação dúctil, de uma fase inicial compressiva e/ou transpressiva, de movimentação sinistral. Uma fase posterior seria representada por dobras com limbos boudinados, dobras sem raízes, estrutura *pinch and swell*, boudinagem do bandamento e estruturas de dilatação.

Dados geocronológicos U-Pb SHRIMP em zircão de tonalito desta suíte e obtidos no Projeto Alta Floresta indicaram idade de cristalização estateriana ( $1.785 \pm 8$  Ma) e idade-modelo  $T_{DM}$  de 2.182 Ma, com  $\epsilon_{Nd}(t) = -2,56$ . Uma amostra de



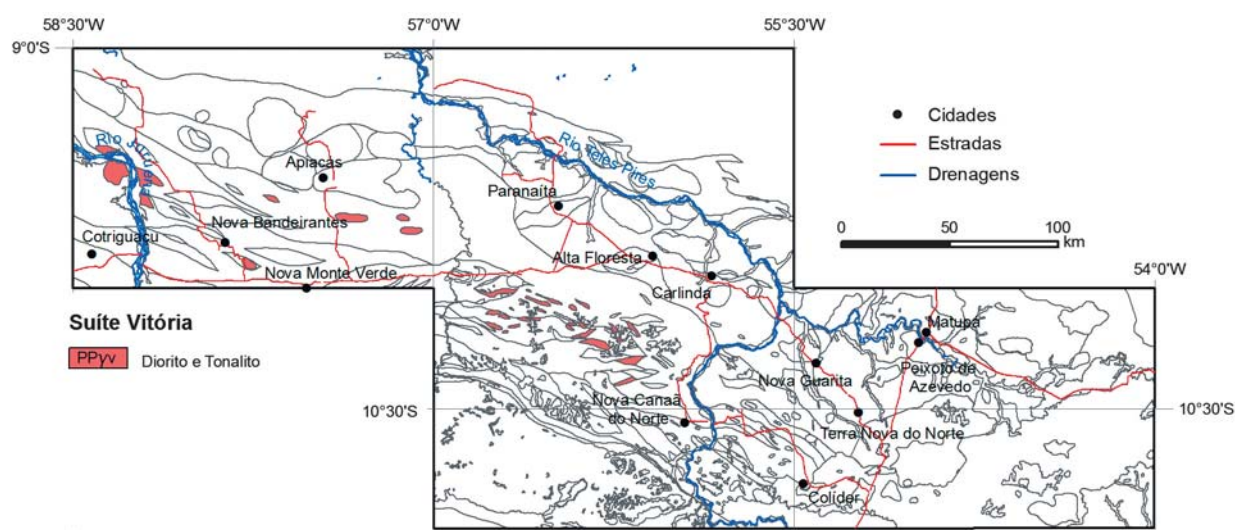


Figura 3.40 - Área de ocorrência da Suíte Vitória. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

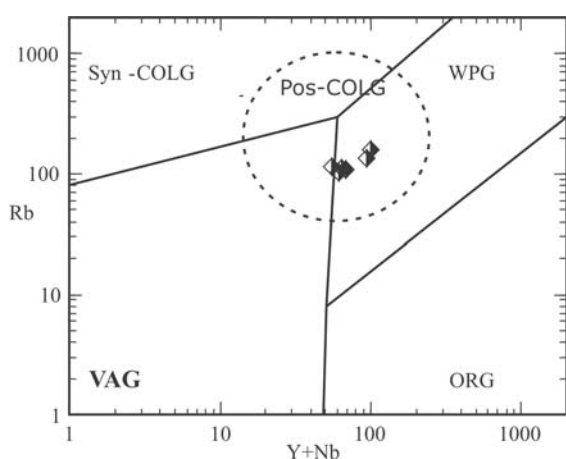


Figura 3.41 - Diagrama (Y+Nb) versus Rb de Pearce et al. (1984) com a posição das rochas da Suíte Vitória no campo de granitos pós-colisionais.

melanossoma do migmatito datada pelo método U-Pb em zircão gerou a idade de  $1.774 \pm 28$  Ma. As idades-modelo  $T_{DM}$  do melanossoma situam-se entre 2.001 Ma e 2.065 Ma (Pimentel, 2001). Os migmatitos, de acordo com Souza et al. (2005) e Souza & Abreu Filho (2007), estariam relacionados à fase sin- a tardi-colisional de evolução do orógeno.

### 3.2.11 - Granito São Pedro

Souza et al. (2005) descrevem que a unidade Granito São Pedro consiste em biotita granitos e biotita monzogranitos, com granodioritos, tonalitos, monzodioritos e álcali-granitos subordinados, anisótipos, de aspecto sigmoidal, sin-cinemáticos com zonas de cisalhamento de direção NW/SE

(Fig. 3.43). São comuns enclaves de quartzo-diorito, diorito e quartzo-monzonito e de supracrustais granulitizadas. Segundo os autores, as rochas foram deformadas e metamorizadas na fácies anfibolito médio, com retrometamorfismo na fácies xisto-verde, sendo comuns, em porções não deformadas, estruturas ígneas primárias. Os contatos com rochas das Suítes Vitória e Nova Canaã e da unidade Granito São Romão são ora intrusivos, ora tectônicos ou localmente transicionais.

Os dados litogeoquímicos revelaram caráter cálcio-alcálico de alto potássio, metaluminoso a peraluminoso, com padrão rocha/condrito enriquecido em ETRL e levemente empobrecido a plano em ETRP, típico de rochas geradas em arco vulcânico (Souza et al., 2005). No diagrama de Pearce et al. (1984) estas rochas plotam no campo de granitos pós-colisionais (Fig. 3.44). Esta ambiência é compatível com a idade estateriana U-Pb SHRIMP em zircão de  $1.784 \pm 17$  Ma de biotita granito porfíritico. As idades-modelo  $T_{DM}$  são paleoproterozóicas, entre 2.060 Ma e 2147 Ma (Pimentel, 2001), com  $\epsilon Nd_{(t)}$  entre +0,65 e -1,11.

### 3.2.12 - Granito São Romão

A unidade Granito São Romão compreende rochas de composição granítica (biotita granitos finos, microgranitos e granodioritos subordinados), orientadas segundo um *trend* NW-SE/E-W (Fig. 3.45), que ocorrem em contato tectônico com as demais unidades litológicas descritas. Esta unidade distribui-se, geograficamente, desde a região do rio Juruena (a oeste), até próximo da localidade de Colorado (Souza et al., 2005). Os autores

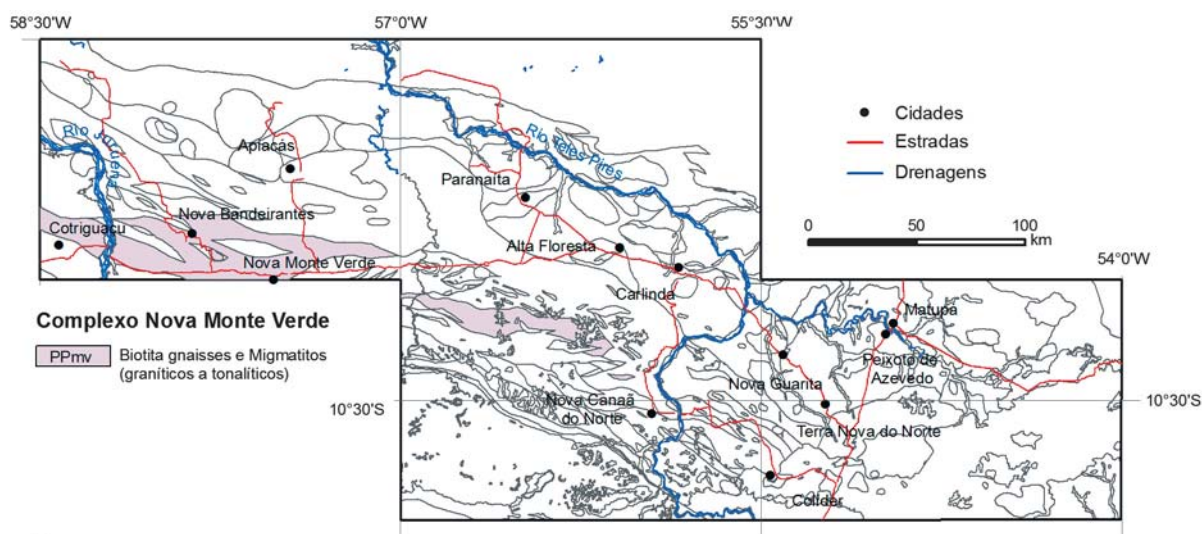


Figura 3.42 - Mapa da área de ocorrência do Complexo Nova Monte Verde, neste trabalho englobado na Suíte Vitória. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

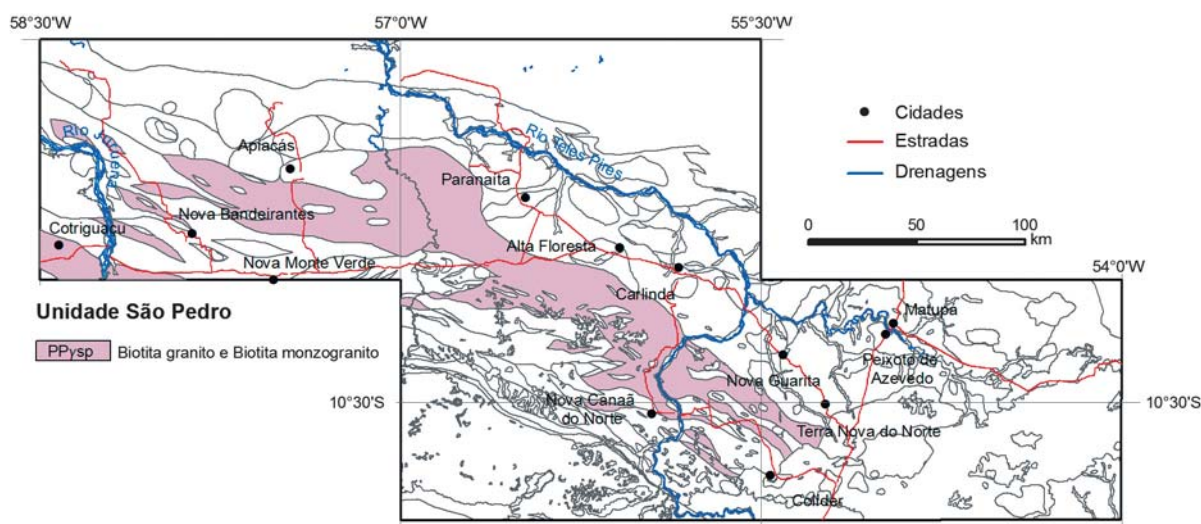


Figura 3.43 - Área de ocorrência do Granito São Pedro. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

descrevem tais rochas como foliadas, de aspecto gnáissico e textura protomilonítica a milonítica da fácies xisto verde a anfíbolito.

Sua natureza litogeoquímica é semelhante aos litotipos do Granito São Pedro, pois possui *trend* cálcio-alcálico de alto potássio, caráter meta a peraluminoso, padrão de ETR com enriquecimento em ETRL e curva plana a levemente empobrecida em ETRP e colocação pós-colisional (Fig. 3.46).

A exemplo do Granito São Pedro, trata-se de unidade estateriana, da qual uma amostra de metagranito fino protomilonítico gerou a idade U-Pb SHRIMP de cristalização de zircão de  $1.770 \pm 9$  Ma e idades-modelo  $T_{DM}$  de 2.098 Ma e 2.172 Ma,

com  $\epsilon Nd(t)$  entre +0,14 e -1,43 (Souza et al., 2005).

### 3.2.13 - Granito Apiaçás

A unidade Granito Apiaçás foi definida por Souza et al. (2005) como constituída de granada leucogranitos associados com granitos e monzogranitos a duas micas, que ocorre nas imediações da cidade de Apiaçás (Fig. 3.47). Segundo os autores, predominam texturas granoblásticas a lepidoblásticas e porfiroblástica subordinada. Sua colocação é limitada por duas zonas de cisalhamento contracionais.

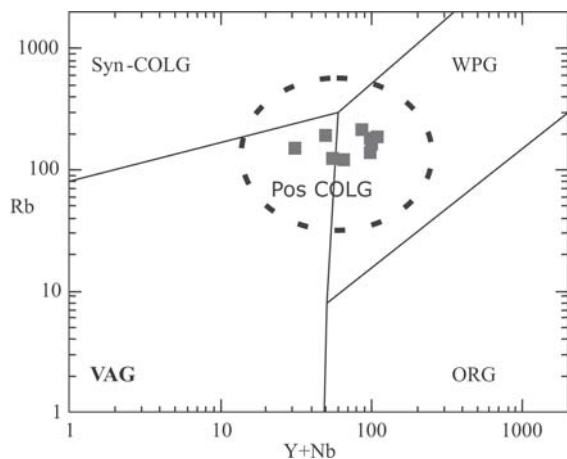


Figura 3.44 - Diagrama (Y+Nb) versus Rb de Pearce et al. (1984) que mostra que o Granito São Pedro se situa no campo dos granitos pós-colisionais.

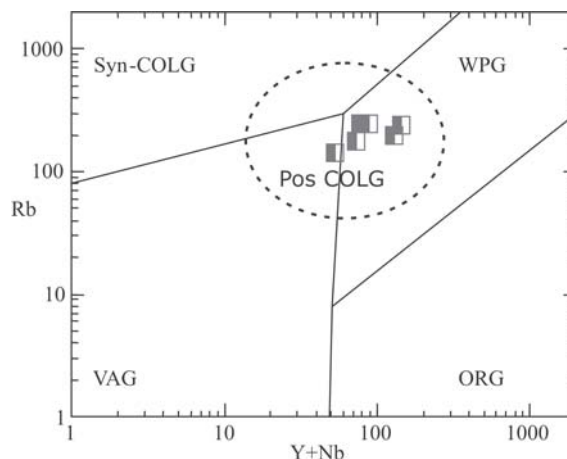


Figura 3.46 - Diagrama (Y+Nb) versus Rb de Pearce et al. (1984) que mostra as rochas do Granito São Romão no campo de granitos pós-colisionais.

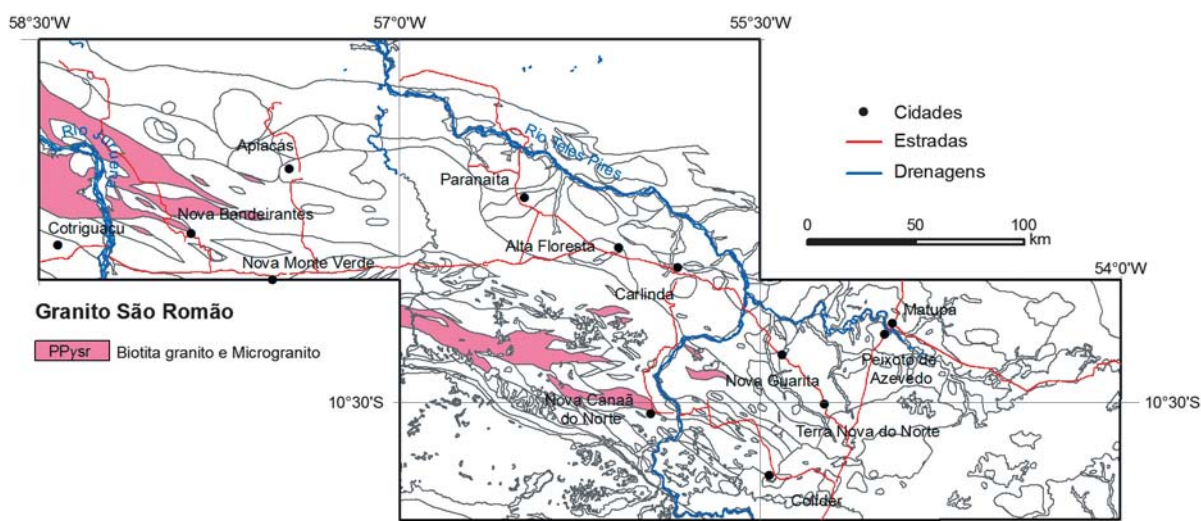


Figura 3.45 - Área de ocorrência do Granito São Romão. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

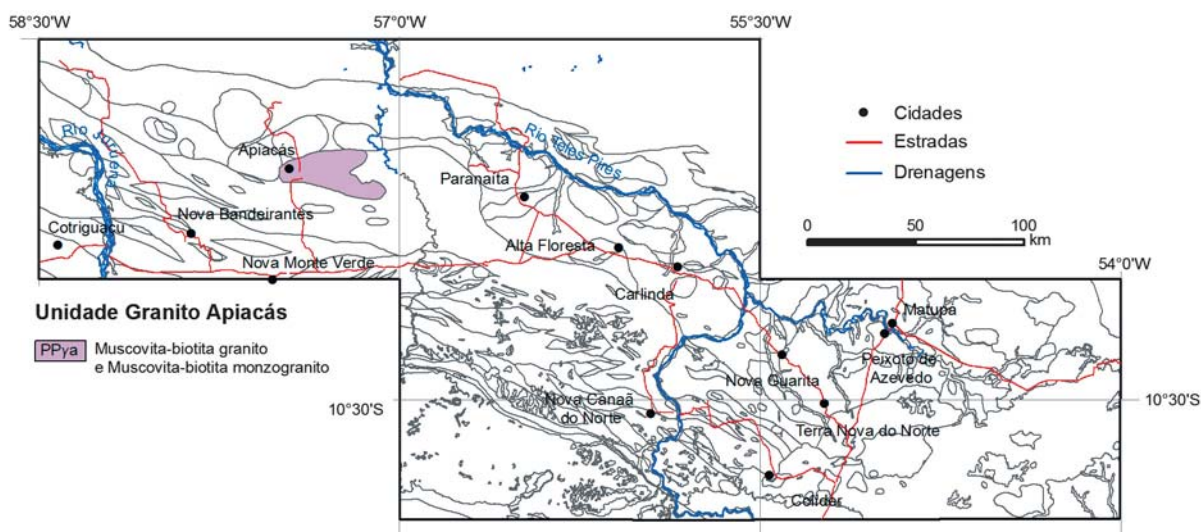


Figura 3.47 - Área de ocorrência do Granito Apiacás. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

Estudos litogeoquímicos no Projeto Alta Floresta revelaram a natureza peraluminosa dessas rochas, com coríndon normativo, o que, somado à presença de duas micas magmáticas (Botelho, 2001) e aos teores de SiO<sub>2</sub> (~71%), permite interpretá-las como produtos de anatexia e classificar o Granito Apiacás como do tipo S de Pitcher (1982).

Determinações geocronológicas U-Pb por ICP-MS-LA de cristais de zircão deste granito, realizadas durante este projeto, conduziram à identificação de duas populações, uma mais antiga, de prováveis cristais herdados, com idade de 1871 ± 21 Ma (Fig. 3.48), e outra mais nova, com idade de 1784 ± 32 Ma interpretada como a de cristalização (Fig. 3.49). A idade-modelo T<sub>DM</sub> é de 1985 Ma, com εNd (t) de +1,72. Datação Ar-Ar em muscovita de biotita granito gnaiss protomilonítico forneceu a idade de 1330 ± 6 Ma, diagnosticando, possivelmente, a reativação de estruturas pré-existentes pela orogênese greenvilliana (Fig. 3.50).

### 3.2.14 - Grupo São Marcelo-Cabeça

O Grupo São Marcelo-Cabeça, como definido por Souza *et al.* (2005), compreende rochas vulcânicas/subvulcânicas ácidas e rochas metasedimentares clásticas e químicas (Fig. 3.51). Segundo os autores, os litotipos da unidade, nos quais ocorrem os garimpos de ouro de Gil e do Fabinho, apresentam taxa de deformação muito variável, com predomínio de lentes quilométricas em padrão anastomosado, com eixo maior segundo NW-SE e WNW-ESSE, e com metamorfismo na da fácies xisto-verde a anfíbolito. De acordo com Madrucci *et al.* (2004), as relações de contato com as unidades circunvizinhas são tectônicas e marcadas por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais, de direção N60°-70°W e cavalgamentos. As rochas ocorrem em lentes, com folia-

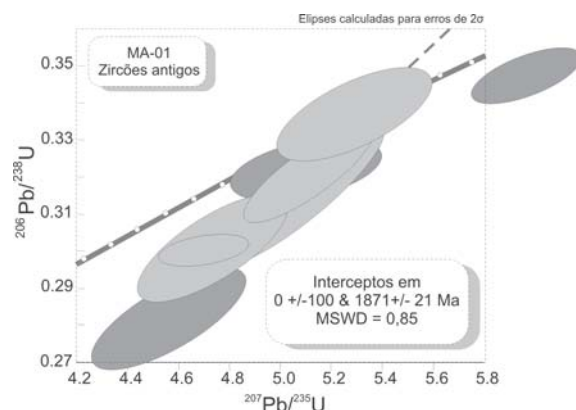


Figura 3.48 - Diagrama 207Pb/235U versus 206Pb/238U (ICP-MS-LA) de zircões herdados do Granito Apiacás. Elipses cinza claro são de spots utilizados no cálculo da idade e em cinza escuro correspondem aos zircões não utilizados no cálculo da idade.

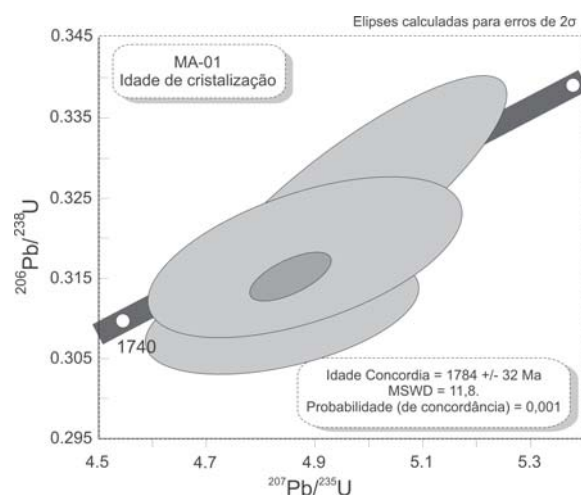


Figura 3.49 - Diagrama 207Pb/235U versus 206Pb/238U (ICP-MS-LA) de zircões magmáticos do Granito Apiacás. Em cinza escuro, idade concordante dos zircões analisados. Observa-se que a concordância é baixa. Elipses cinza claro correspondem ao spots utilizados para o cálculo da idade.

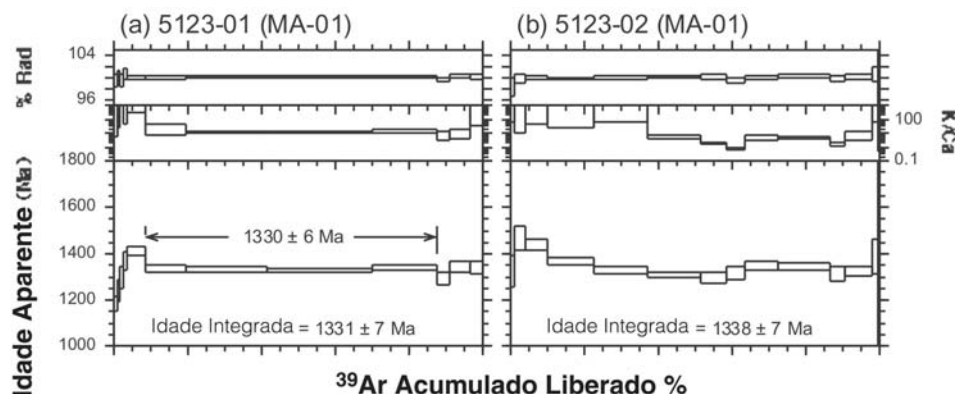


Figura 3.50 - Diagramas de aquecimento por etapas <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar que mostra idades plateau de muscovita associada à deformação do Granito Apiacás.

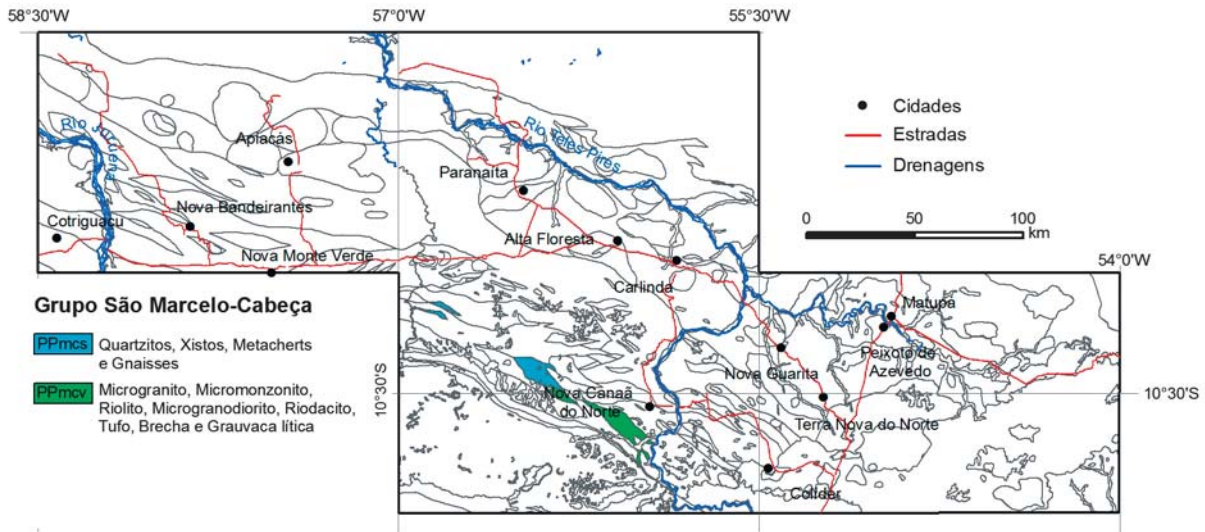


Figura 3.51 - Mapa da área de ocorrência do Grupo São Marcelo Cabeça. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

ções desde protomiloníticas a ultramiloníticas, por vezes transpostas, sendo também descritas dobras apertadas com flancos rompidos com mergulho de 40° a 60° para E. Souza *et al.* (2005) descrevem interdigitações das rochas metassedimentares com rochas metavulcânicas, acentuadas por cisalhamento transcorrente.

Segundo Souza *et al.* (2005), os litotipos predominantes na subunidade vulcânica/subvulcânica são microgranitos, micromonzonitos, microquartzo dioritos, quartzo sienitos e microgranodioritos, lavas, piroclásticas e epiclásticas, riolíticas a riodacíticas. Na subunidade metassedimentar os autores descrevem metapelitos, metaconglomerados, metagrauvacas, metacherts, grafita-sericita xistos, sericita quartzitos, quartzosericita-granada xistos, muscovita-biotita xistos

e clorita-sericita xistos.

A litogeoquímica das rochas vulcânicas revela caráter subalcalino, peraluminoso a metaluminoso, com padrão de ETR (Fig. 3.52), enriquecido em ETRL e com tendência plana dos ETRP. No diagrama multi-elementar (Fig. 3.53) apresentam pronunciada anomalia negativa de Nb, sugestivo de geração em ambiente de subducção.

O conjunto de rochas vulcânicas, subvulcânicas e sedimentares, e suas inter-relações, aponta ambiente de bacia em contexto de arco vulcânico, como já sugerido por durante o Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

Quanto à idade dessa unidade, não há até o momento datações das vulcânicas/subvulcânicas. Existe, no entanto, a noção de idade máxima da seqüência metassedimentar com base numa idade

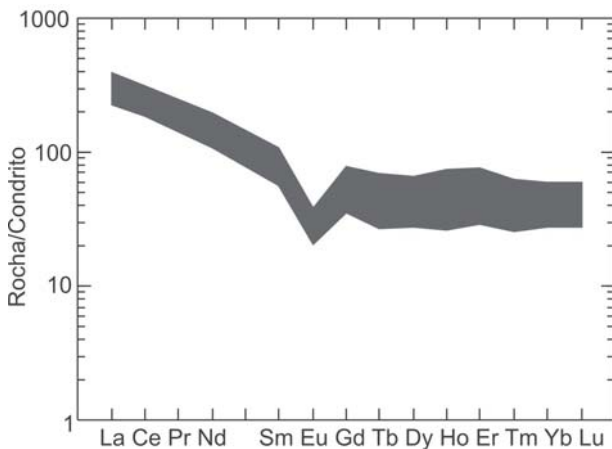


Figura 3.52 - Diagrama rocha/condrito de rochas vulcânicas do Grupo São Marcelo Cabeça.

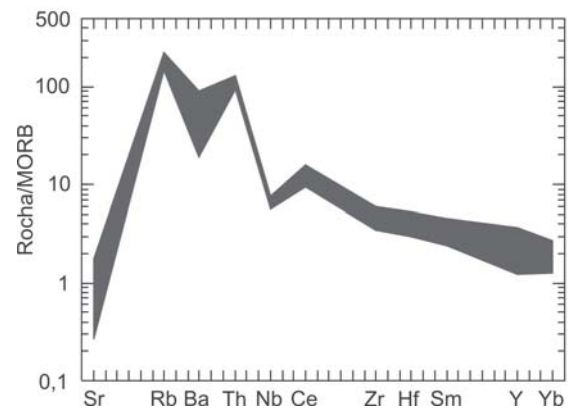


Figura 3.53 - Diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, de rochas vulcânicas do Grupo São Marcelo Cabeça.

U-Pb SHRIMP ( $1859 \pm 5$  Ma), obtida em zircão detrítico de xistos miloníticos (Santos, 2000). Essa idade, somada ao fato de que os metaconglomerados possuem seixos de rochas muito similares às encontradas no complexo Bacaeri-Mogno, fizeram com que Souza *et al.* (2005) apontassem essa unidade como provável área-fonte.

No Projeto Alta Floresta foi proposta a correlação entre rochas do Grupo São Marcelo Cabeça com rochas do Grupo Roosevelt da região de Aripuanã, as quais foram datadas pelo método U-Pb SHRIMP em zircão em  $1.762 \pm 6$  Ma e  $1.755 \pm 5$  Ma (Neder *et al.*, 2000).

### 3.2.15 - Suíte Nova Canaã

Trata-se de um conjunto de corpos intrusivos, plutônicos e subvulcânicos, de geometria elíptica, formando batólitos, *stocks* e apófises, de posicionamento crustal meso a epizonal, alongados, concordantes a subconcordantes a extensas zonas de cisalhamento de direção NW (Souza *et al.* 2005). Os autores citados cartografaram quatro fácies principais nesta suíte: (i) Fácies 1, predominante, composta por biotita monzogranitos e sienogranitos leucocráticos; (ii) Fácies 2, representada por hornblenda-biotita granitos e biotita granitos meso-leucocráticos; (iii) Fácies 3, com álcali-granitos e sienogranitos; e (iv) Fácies 4, constituída de *sills* e diques de micromonzogranitos e granófiros, intensamente magnéticos (Fig. 3.54). O garimpo de Tapajós, localizado na porção sul da Folha *Ilha 24 de maio*, está associado a rochas da fácies 4 desta suíte, na qual foi reconhecida a presença freqüente de magnetita, nas

porções inequigranulares mais finas, e também de fluorita, em microfraturas, além de sulfetos disseminados.

As análises litogeoquímicas de litotipos desta unidade revelam rochas muito evoluídas, com teores elevados de SiO<sub>2</sub> (variando entre 70,43% e 75,26%), teores baixos de MgO (0,09% a 0,65%) e valores elevados de álcalis, com destaque para os altos teores de K<sub>2</sub>O (3,98 a 5,84%) em algumas amostras, apontando para um provável aporte K por fluidos hidrotermais.

São rochas subalcalinas, peraluminosas, que desenvolvem um *trend* cálcio-alcálico no diagrama AFM, que possuem um padrão de ETR, condrito-normalizado, com forte enriquecimento de ETRL em relação às ETRP (Fig. 3.55). No diagrama multi-elementar, MORB-normalizado (Fig. 3.56), essas rochas mostram-se fortemente enriquecidas em elementos LIL e com uma anomalia negativa de Nb, sugestiva de um magma gerado em ambiente de subducção.

Nos diagramas de Pearce *et al.* (1984), essas rochas plotam no campo de granitóides intraplaca (Figs. 3.57a e b) e, considerando que estas não têm assinatura geoquímica de granitóides do tipo A, podem então serem interpretadas como de natureza pós-colisional, no contexto evolutivo do orógeno em estudo.

A idade U-Pb (zircão) obtida para esta unidade foi  $1.743 \pm 4$  Ma, similar à idade dos granitos deformados da região de Aripuanã (idade U-Pb em zircão de  $1.755 \pm 6$  Ma), obtida por Neder *et al.* (2000). No presente trabalho, foi realizada uma datação nessa unidade, tendo sido obtida a idade  $1798 \pm 14$  Ma. em zircão, por ICP-MS-LA (Fig. 3.58).

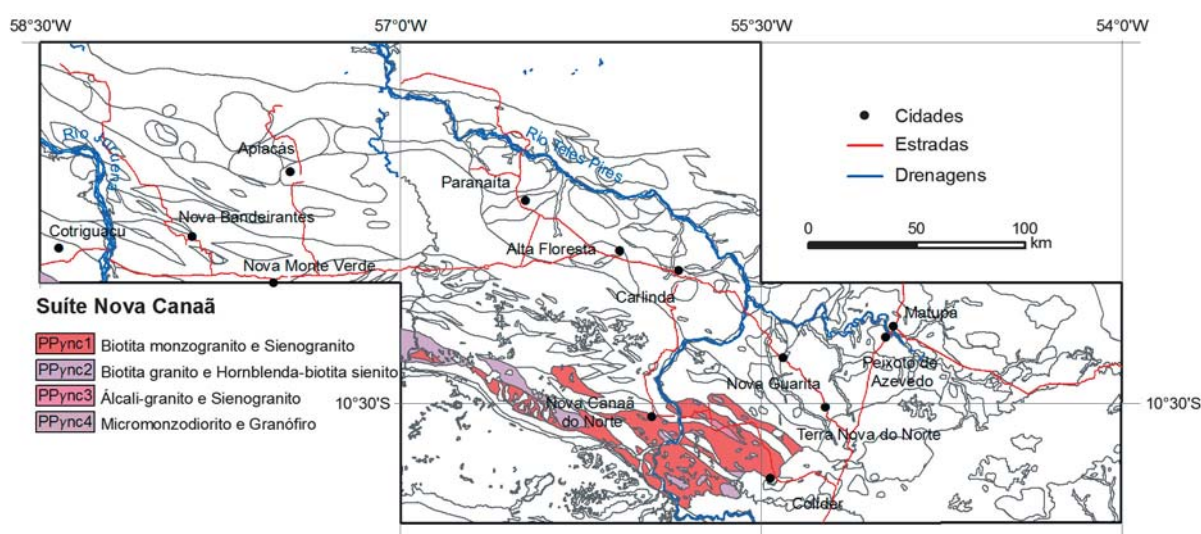


Figura 3.54 - Mapa de ocorrência da Suíte Nova Canaã. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005).

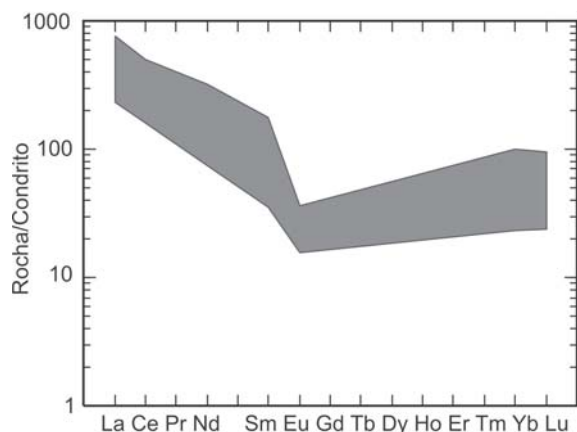


Figura 3.55 - Rochas da Suíte Nova Canaã no diagrama rocha/condrito.

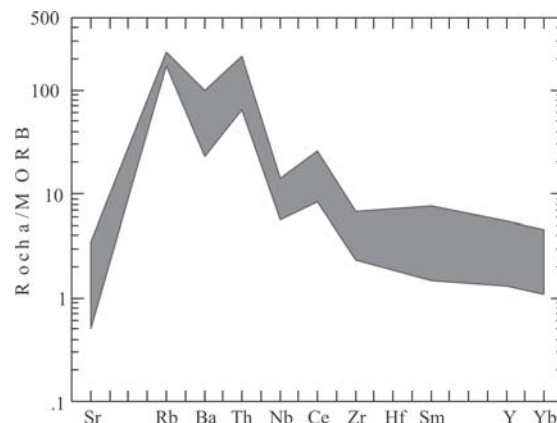


Figura 3.56 - Diagrama multielementar, MORB-normalizado, de rochas da Suíte Nova Canaã.

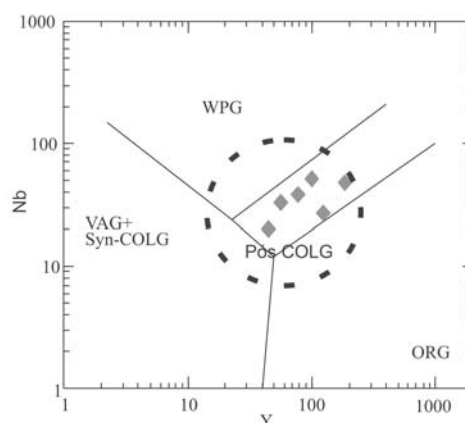
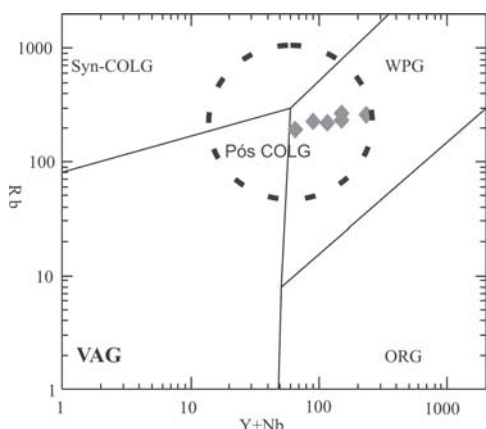


Figura 3.57 - Diagramas de Pearce et al. (1984) de rochas da Suíte Nova Canaã. (A) (Y+Nb) versus Rb e (B) Y versus Nb.

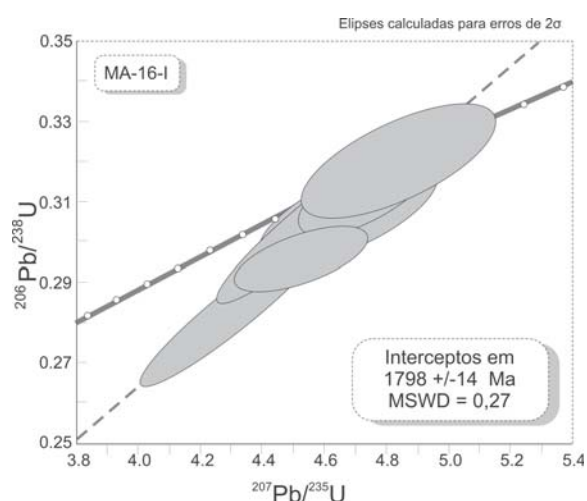


Figura 3.58 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICP-MS-LA) de zircões da Suíte Nova Canaã. Elipses cinza claro são de spots utilizados para o cálculo da idade.

### 3.2.16 - Granito Teles Pires

A unidade denominada de Granito Teles Pires (Fig. 3.59) compreende uma associação de rochas plutônicas e subvulcânicas, constituída de biotita granitos e granitos porfíricos avermelhados, equigranulares a inequigranulares, localmente porfíricos, de granulação média a grossa e estruturas maciças a discretamente foliadas, sendo comum a presença de texturas rapakivi e anti-rapakivi, além de microgranitos, granitos finos e granófiros (Souza *et al.* 2005).

Os dados litoquímicos apontam para granito do tipo A, como mostra o padrão de ETR (Fig. 3.60), e a posição das amostras nos diagramas das figuras 3.61 e 3.62.

Estudos geocronológicos realizados por Santos (2000) revelaram uma idade U-Pb (zircão) de  $1.757 \pm 16$  Ma e idade-modelo  $T_{DM}$  de 2.100 Ma. Pinho *et al.* (2003), estudando a região de Moriru, continuidade NW da área desse Projeto, obtive-

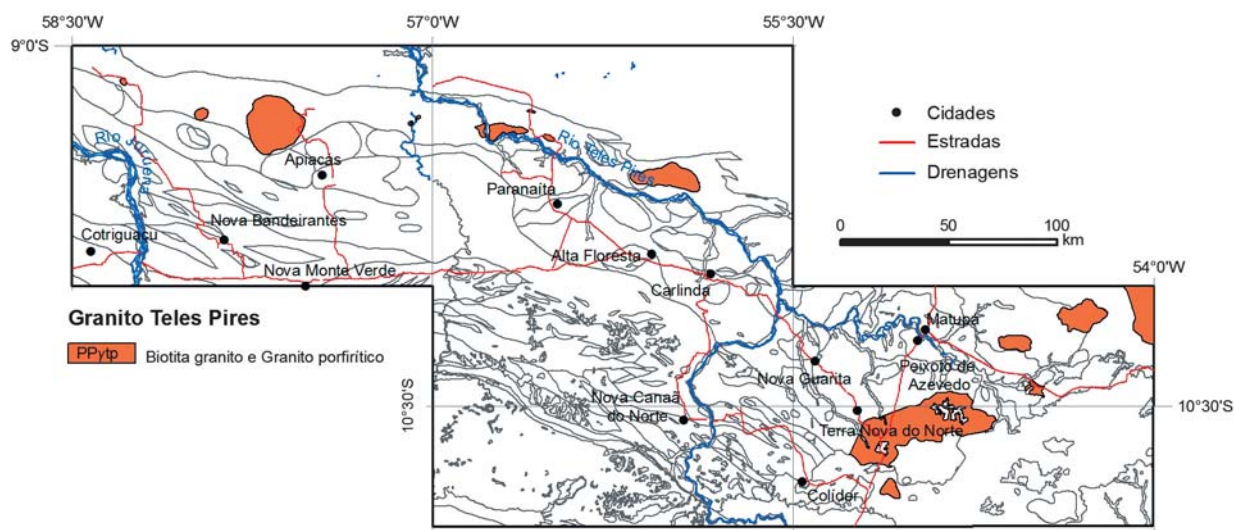


Figura 3.59 - Mapa de ocorrência da unidade Teles Pires na área estudada. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

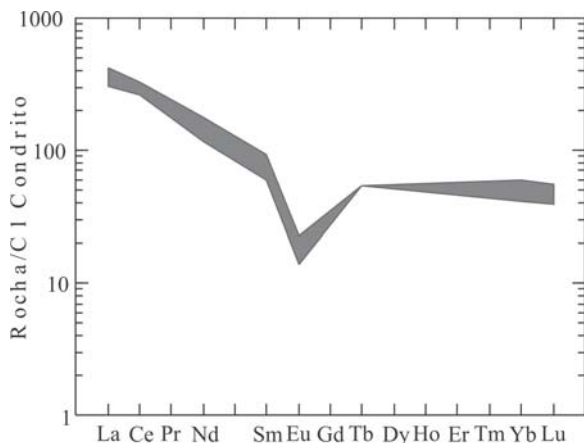


Figura 3.60 - Diagrama rocha/condrito de amostras do Granito Teles Pires.

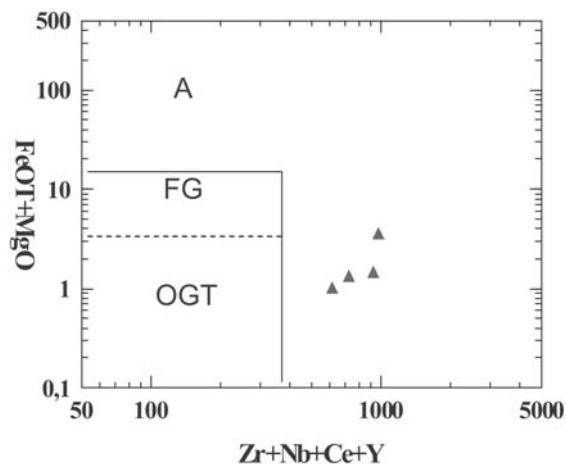


Figura 3.62 - Amostras do Granito Teles Pires no diagrama  $Zr+Nb+Ce+Y$  versus  $FeOT/MgO$  de Whalen et al. (1987), discriminante de granitoides do tipo A. Legenda: OGT (granitoides do tipo I, S e M); FG (granitoides do tipo I fracionados); A (granitoides do tipo A).

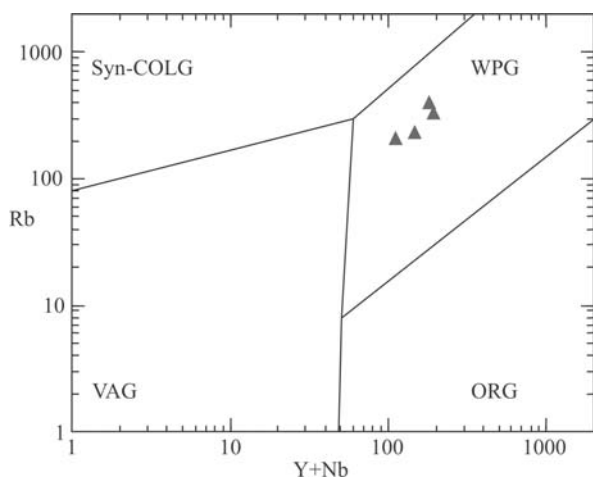


Figura 3.61 - Amostras do Granito Teles Pires no diagrama discriminante do ambiente tectônico de granitos, de Pearce et al. (1984).

ram, em rochas vulcânicas do magmatismo Teles Pires, idades U-Pb entre  $1770 \pm 8$  Ma e  $1797 \pm 5$  Ma e idades-modelo  $T_{DM}$  de 2.02 a 2.16 Ga, com  $\epsilon Nd(t)$  de -1.4 a +1.5. Neste mesmo trabalho, os autores obtiveram na sequência plutônica idades U-Pb entre  $1759 \pm 3$  Ma e  $1767 \pm 2$  Ma, idades-modelo  $T_{DM}$  de 1.94 a 2.28 Ga com  $\epsilon Nd(t)$  de -3.4 a +3.0. No presente trabalho foi obtida a idade  $1782 \pm 17$  Ma, pelo método U-Pb em zircão por ICP-MS-LA (Fig. 3.63). Essa idade é similar à obtida por Pinho et al. (2003).

Os dados litoquímicos, geocronológicos e isotópicos permitem interpretar a presença dessa unidade na área de estudo como indicativa de um episódio extensional, pós-colisional, entre 1,78 e



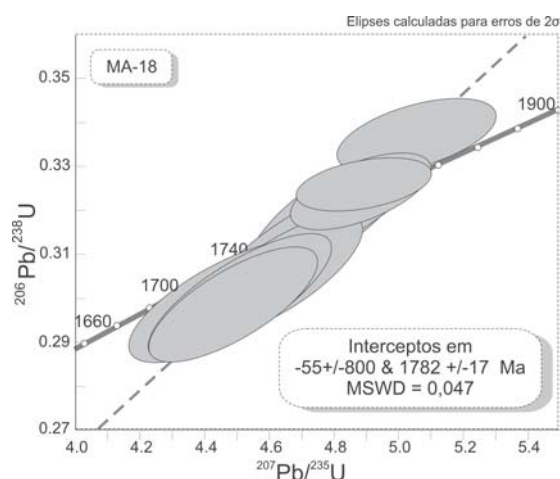


Figura 3.63 - Diagrama  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (ICPMS-LA) de zircões do Granito Teles Pires. Elipses cinza claro correspondem ao spots utilizados para o cálculo da idade.

1,76 Ga., com geração de magma de origem mantélica, com forte envolvimento de material crustal.

### 3.3 - Arcabouço estrutural

Os primeiros trabalhos que destacaram as feições estruturais regionais existentes na área da Província Aurífera Juruena-Teles Pires foram desenvolvidos por Silva *et al.* (1980), quando da elaboração da Folha SC.21, Projeto Radambrasil. Estes autores definiram: (i) os baixos estruturais, os grabens do Cachimbo e do Caiabis; (ii) o Alto Estrutural Juruena-Teles Pires (Fig. 3.64); (iii) o Lineamento São João da Barra-Teles Pires (que baliza o graben do Cachimbo), como o limite norte da faixa de rochas cristalinas do Alto Estrutural Juruena-Teles Pires; (iv) o magmatismo associado às falhas profundas do limite do graben do Cachimbo; (v) os lineamentos Apicás-Teles Pires e Arinos-Aripuanã, que balizam o graben dos Caiabis e delimitam o limite sul do Alto Estrutural Juruena-Teles Pires; (vi) as falhas de Quinze de Novembro (localizada a norte da folha Vila Guarita - SC.21-Z-B), do Rio São João da Barra, do Cristalino e o graben da Serra Formosa (porção leste da área estudada). Por fim, coube ainda a estes autores o traçado, no Alto Estrutural Juruena-Teles Pires, de falhas com orientação preferencial NW-SE, interceptadas por lineamentos NE-SW, e a proposição de um regime tectônico extensional para este sistema de falhas.

Barros (1994) e Barros *et al.* (1999), em trabalhos de mapeamento na região de Peixoto de Azevedo, descreveram a presença de mega-es-

truturas de cisalhamento, transcorrentes, com movimentação sinistral, anastomosadas, orientadas na direção N-NW, as quais foram interpretadas como subordinadas a estruturas regionais, alinhadas na direção E-W (Fig. 3.65). Os autores supracitados verificaram que, importantes mineralizações auríferas da região estavam alojadas em bandas de cisalhamento e estruturas extensionais, geradas durante a evolução da deformação progressiva, ao longo dos mega cisalhamentos, e registraram ainda a presença de um sistema NE-SW, de natureza rúptil.

Trabalhos de detalhe realizados na região do Filão do Paraíba, por Siqueira (1997), permitiram o registro da existência de uma faixa de cerca de 10 km de comprimento por 3 a 4 km de largura, orientada N45-60W e dobrada em "Z". Segundo o autor, esta estrutura ocorre em zona de lineamentos NW fortemente anastomosados, transpostos por lineamentos NE e NNW, estando as estruturas NW caracterizadas por zonas de milonitização e microdobras centimétricas.

Parro (1998), interpretando mapas aeromagnetométricos processados a partir do Aerolevante Juruena, Fases I e II, destacou sete conjuntos de alinhamentos, segundo as direções: N35-45E, N55-75E, E-W, N55-75W, N40-50W, N30-35W e N10-20W (Fig. 3.66). O autor observou que as estruturas N35-45E pareciam ser as mais recentes, pois truncam as N70W e E-W, apesar de localmente aparecerem truncadas por estruturas E-W, mais antigas, reativadas. O autor ressaltou ainda que estruturas N5W/N-S, paralelas às linhas do aerolevante, aparecem pouco realçadas, muito embora as mesmas pareçam ser responsáveis pelo condicionamento estrutural de parte da rede de drenagem, conforme disposição geográfica de grandes trechos do rio Juruena e seus afluentes, os rios Aripuanã e Apicás. Analisando as respostas das fontes infracrustais e intracrustais, Parro (1998) observou que as estruturas E-W, N55-75W e N55-75E começam a se delinear no mapa de fontes infracrustais e tornam-se bem definidas no mapa de fontes intracrustais, mostrando que estas estruturas teriam raízes profundas. O autor supracitado foi o primeiro a destacar, para a área, que a distribuição espacial dos grabens parece estar condicionada por lineamentos E-W, não aflorantes, que provavelmente ocorrem em todo o escudo Brasil Central. A interpretação de Parro (1998) na região da Província Juruena-Teles Pires ressaltou que as estruturas E-W são evidentes na aeromagnetometria e que ocorrem em toda a área estudada, possuem raízes profundas, provavelmente dúcteis. Para explicar tais estruturas, Parro (1998) sugere a existência de, no mínimo, dois

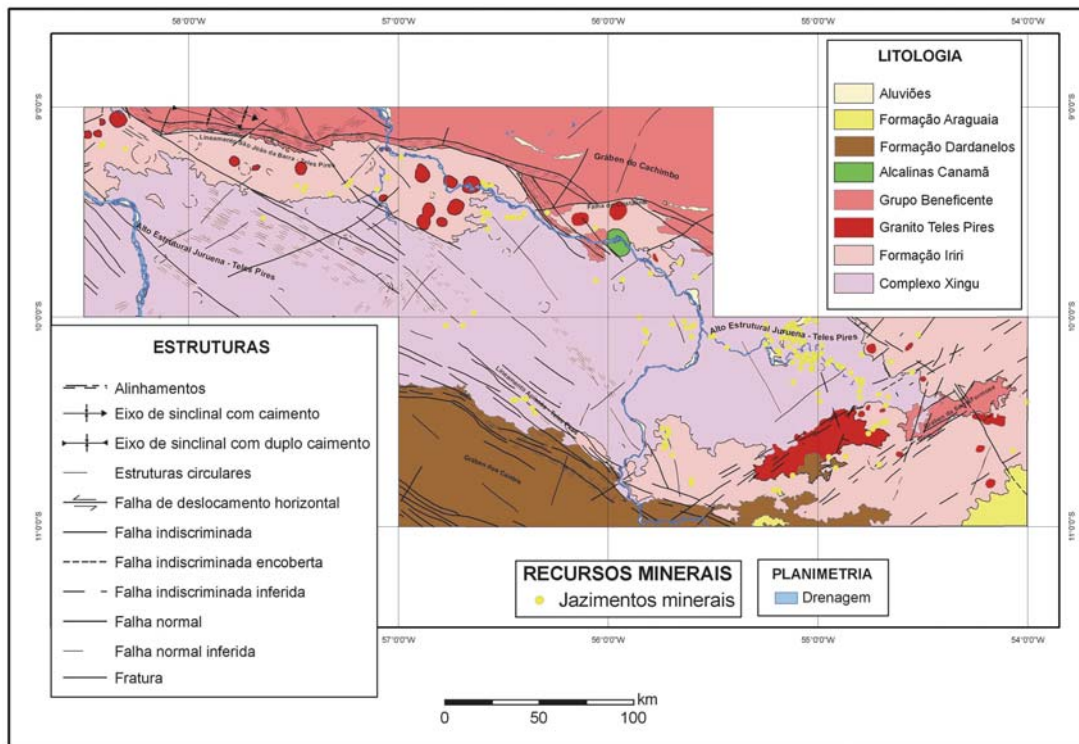


Figura 3.64 - Arcabouço estrutural da área do Projeto Juruena-Teles Pires como definido por Silva et al. (1980) na Folha Juruena, Projeto Radambrasil.

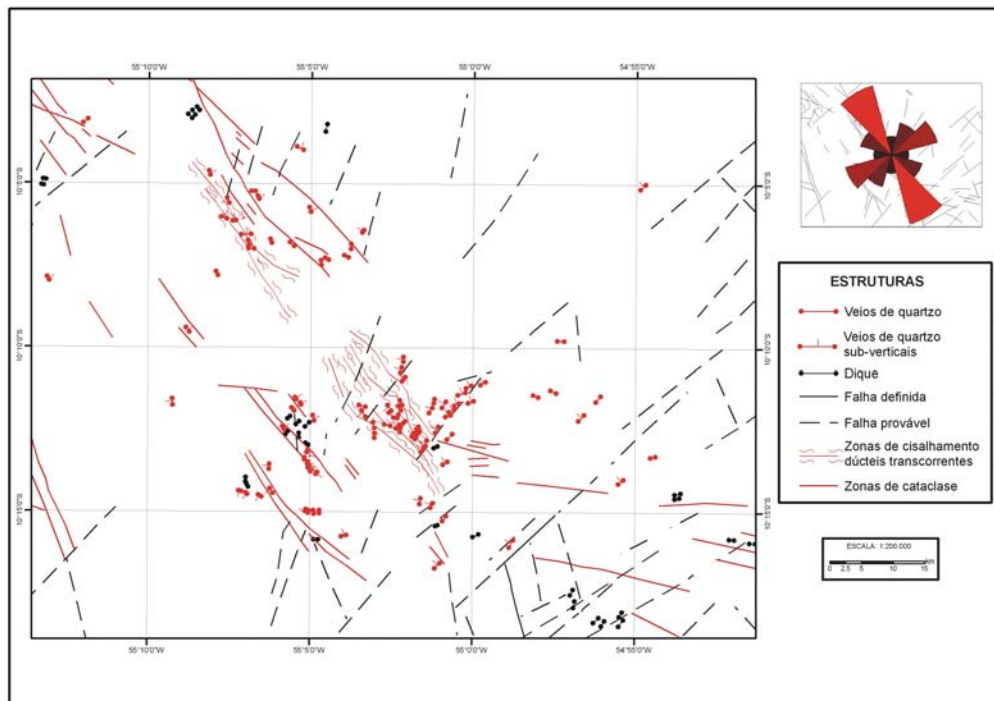


Figura 3.65 - Arcabouço estrutural da região de Peixoto de Azêvedo e diagrama de rosetas com as direções preferenciais (Barros, 1994).

eventos deformacionais: (i) um evento mais antigo  $E_n$  com  $\sigma_1$  N35W, caracterizado por zonas de cisalhamento transcorrentes E-W e lineamentos associados com orientações segundo o sistema Riedel: N75°W (R), N15°W (R'), E-W (Y-D), N75°E (P), N15°E (X) e N35°W (T); (ii) um segundo evento,  $E_{n+1}$ , caracterizado por um conjunto de estruturas dispostas N35-45E, que aparece cortando as demais estruturas. Parro (1998) também analisou a relação entre os jazimentos auríferos e suas respectivas assinaturas geofísicas, o que o levou a considerar como principal controle na distribuição regional das mineralizações auríferas primárias, as estruturas R (N55°-75°W), P (N55°-75°E) e D (E-W).

Madrucci (2000) e Madrucci *et al.* (2004), com base em dados de campo, englobando grande parte da folha Ilha 24 de Maio, e na interpretação de produto integrado TM-Contagem Total, concluíram que a principal deformação tectônica é atribuída a um evento compressivo, com direção de máximo esforço ( $\sigma_1$ ) em torno de N80°E. Segundo os autores supracitados, este evento compressivo teria sido responsável pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais, com direções N60°-70°W (Fig. 3.67). Os autores o descrevem como de natureza dúctil a dúctil-rúptil, de caráter progressivo, representando um fenômeno de cisalhamento simples, ocorrido desde o Riáciano até aproximadamente 1786 Ma. O traçado estrutural de Madrucci *et al.* (2002), apesar de apresentar um padrão de cisalhamento mais anastomosado e algumas estruturas rúpteis aproximadamente N-S, é muito similar ao mapeamento estrutural obtido em Souza *et al.* (2005).

Durante a realização do Projeto Alta Floresta foram efetuadas análises estruturais em aproximadamente 18 lavras garimpeiras com mineralização de ouro primária, além de perfis regionais para entender as feições estruturais (Santos, 2000, 2001). O autor destacou a existência de depósitos individuais, posicionados em rede de fraturas do tipo *stockwork* e identificou que os veios de quartzo auríferos estavam condicionados a um sistema regional de falhas transcorrentes, de direção NW-SE, sinistrais, e que a concentração maior dos veios estava associada a falhas conjugadas e subsidiárias desse sistema regional, de maneira similar à definida por Santos (1999), na área do Projeto PROMIN Tapajós.

Ainda durante a execução do Projeto Alta Floresta, os levantamentos de áreas garimpeiras, realizados por Delgado *et al.* (2001), conduziram à conclusão da existência de três regimes distintos de deformação (rúptil, rúptil-dúctil e dúctil) aos quais estariam associados diferentes tipos de de-

pósitos auríferos: *stockworks*, brechas e veios extensionais, associados ao regime rúptil; veios de cisalhamento e veios dobrados, associados aos regimes rúptil-dúctil e dúctil.

Os trabalhos de cartografia geológica, realizados no âmbito do Projeto Alta Floresta, permitiram que Lacerda Filho *et al.* (2000 e 2001) reconhecessem a existência na área de dois domínios tectono-estruturais predominantes, cujas relações deformacionais seriam de caráter progressivo: um domínio rúptil/rúptil-dúctil e outro dúctil (Fig. 3.68).

Para esses autores, o regime dúctil se faz presente nas rochas de médio a alto grau (Complexos Bacaeri-Mogno e Nova Monte Verde, Suíte Vitória, granitos São Pedro, São Romão) e na seqüência meta-vulcanossedimentar, representada pelo Grupo São Marcelo Cabeça, da porção sul da área mapeada. Tal quadro, segundo os autores configura uma deformação progressiva, compressional de SW para NE, que deu origem a megazonas transcorrentes oblíquas, de direção predominante NW-SE a EW. O regime rúptil-dúctil a rúptil, por sua vez, está registrado, ainda de acordo com os autores supracitados, nos terrenos pluto-vulcânicos (suítes intrusivas Matupá, Flor de Serra, Juruena e Paranaíta, granitos Nhandu e Teles Pires e Suíte Colíder) e nas coberturas sedimentares proterozóicas. Tal regime, segundo os autores citados, estaria caracterizado por zonas de cisalhamento descontínuas, confinadas, formadas a partir da nucleação de fraturas e/ou falhas com direções NW-SE e EW, com cinemática transcorrente sinistral e N-S (dextral).

Na etapa de finalização do Projeto Alta Floresta, Souza *et al.* (2005) enquadraram as feições estruturais, observadas na região da Província Aurífera Juruena-Teles Pires (Fig. 3.69), tanto do domínio estrutural dúctil e rúptil-dúctil a rúptil, num modelo de deformação desenvolvida basicamente num regime compressional, com duas fases: (i) uma primeira fase, restrita, que afetou apenas unidades litoestratigráficas mais antigas de 2,2 Ga a 1,99 Ga (Complexos Bacaeri-Mogno e Cuiú-Cuiú), responsável pela geração de estruturas NE-SW, em regime dúctil, de encurtamento crustal, e vetor  $\sigma_1$  posicionado na direção N65°W. Esta fase foi interpretada como decorrente do fechamento de uma bacia oceânica (Bacaeri-Mogno), com subsequente subducção e colisão oblíqua, representada por remanescentes de um arco magmático (Cuiú-Cuiú); (ii) uma segunda fase compressiva, caracterizada por uma deformação de natureza não-coaxial, com vetor de compressão máxima  $\sigma_1$  de direção N55°E que gerou a estruturação final da Província. Essa fase deformacional é descrita pelos autores como sendo representa-

da por megacisalhamentos transcorrentes dúcteis NW-SE, rúpteis-dúcteis e rúpteis, sinistrais, sintéticos e por cisalhamentos transcorrentes dextrais, antitéticos, de direção NS.

A representação do conjunto de estruturas da área, no Modelo Riedel (Fig. 3.70), revela fraturas extensionais T, na direção do esforço compressivo principal N55E, e fraturas de cisalhamento

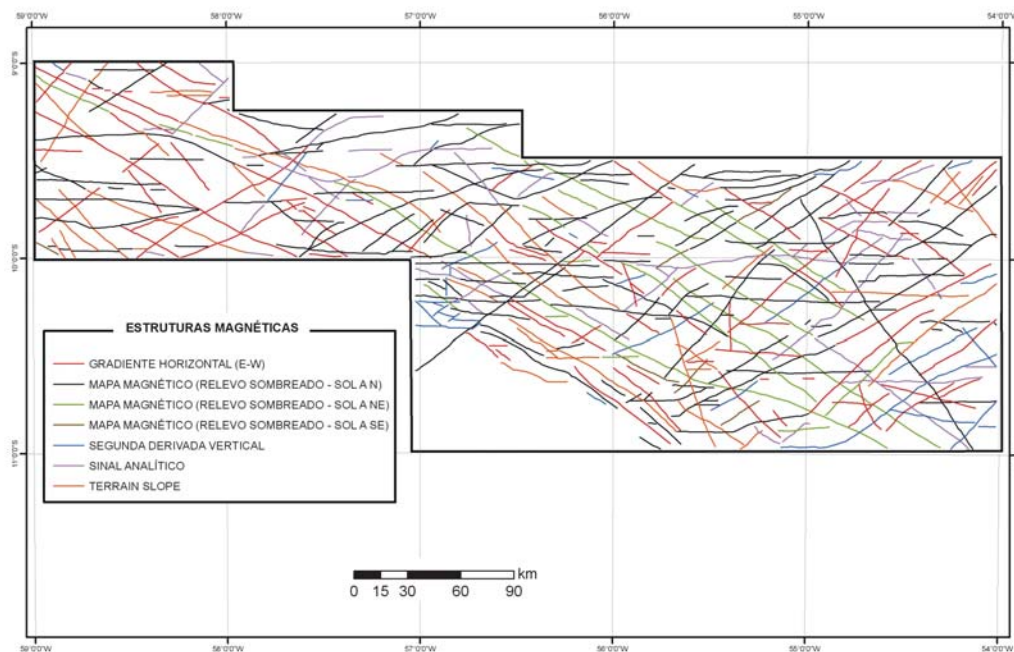


Figura 3.66 – Arcabouço estrutural da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, segundo Parro (1998).

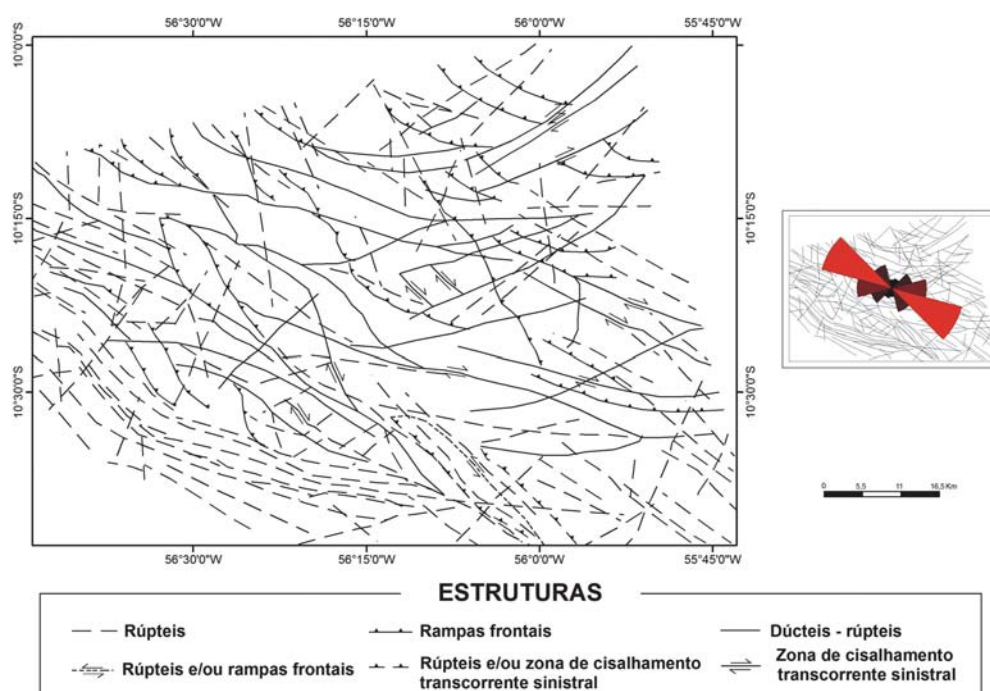


Figura 3.67 - Arcabouço estrutural definido por Madrucci et al. (2004) em parte da Folha Ilha 24 de Maio.

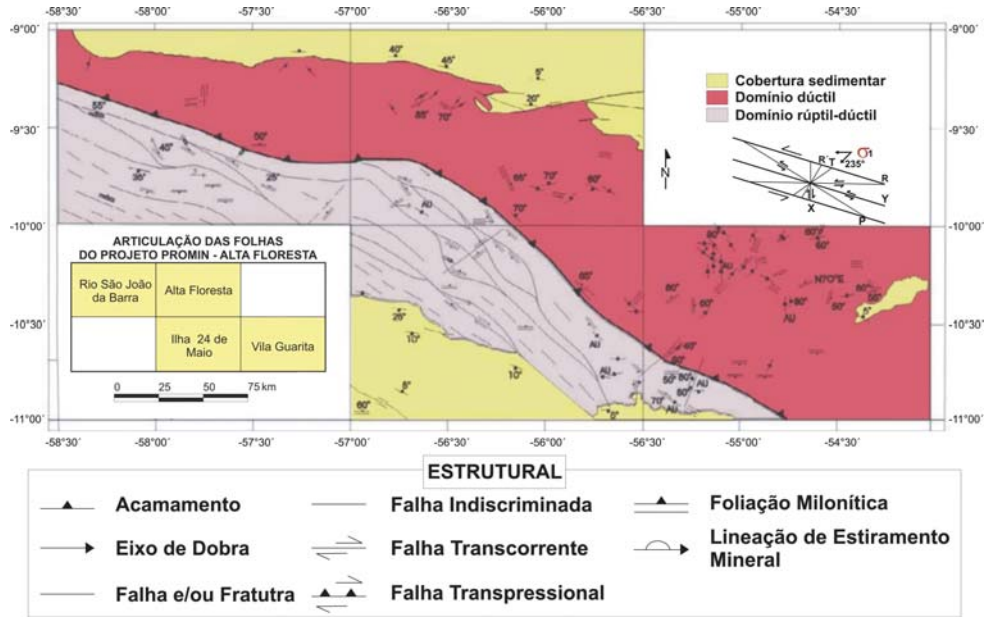


Figura 3.68 - Principais domínios estruturais da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, de acordo com Lacerda Filho et al. (2000).

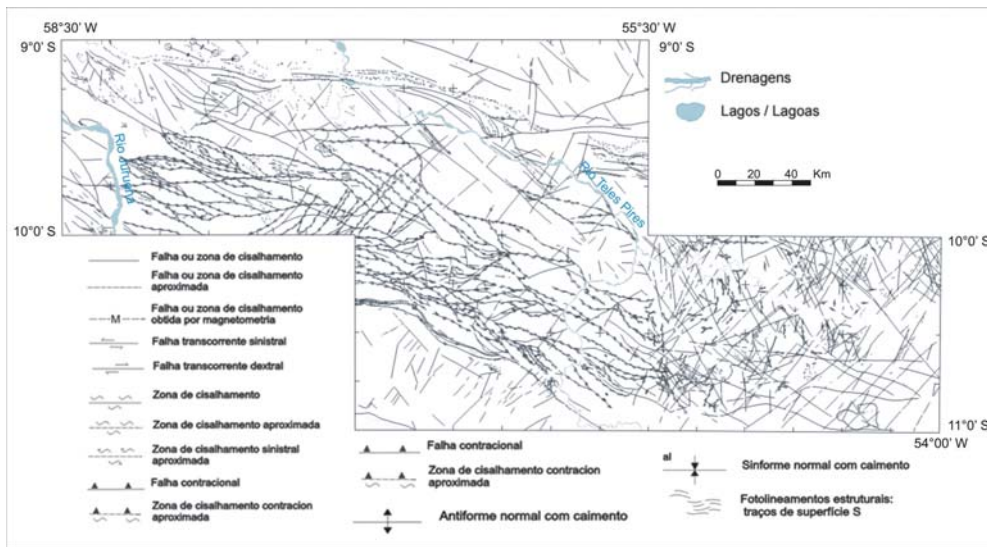


Figura 3.69 - Arcabouço estrutural da região de Juruena-Teles Pires, como definido em Souza et al. (2005).

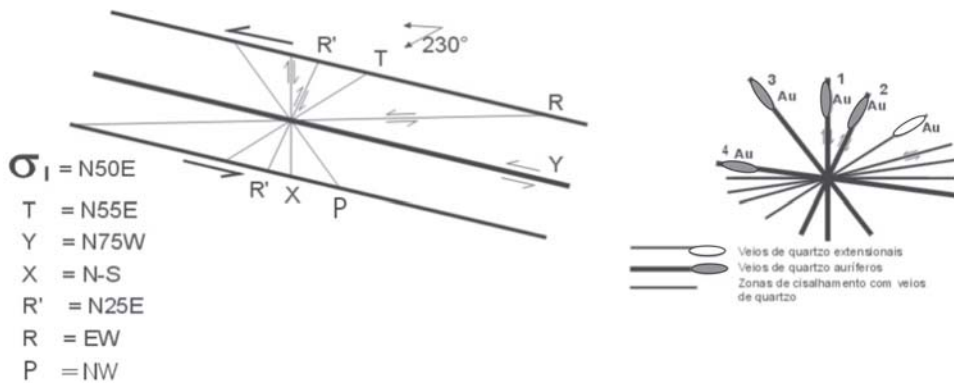


Figura 3.70 - Modelo Riedel proposto por Souza et al. (2005) para a área da Província Aurífera Juruena-Teles Pires.

to nas direções R, R', P, Y e X (Souza *et al.*, 2005).

Considerando que a meta do presente trabalho é a avaliação da potencialidade aurífera da área e a construção de mapas preditivos, torna-se imperativo o claro entendimento da associação espacial entre as diferentes famílias de estruturas e as mineralizações auríferas.

Diante disso, com vistas a facilitar o modelamento metalogenético, algumas ações foram realizadas no sentido de complementar o traçado e a análise estrutural proposta para área por Souza *et al.* (2005). Tais ações tomaram como base as observações de campo dos trabalhos anteriores (Barros, 1994; Santos, 2000; Souza *et al.* 2005), nos quais foi descrito que os jazimentos auríferos estavam, em grande parte, condicionados ao sistema regional de falhas de cisalhamento NW-SE e, preferencialmente, mais concentrados em falhas conjugadas e subsidiárias, conforme o Modelo Riedel (Fig. 3.70). Foram ainda consideradas as interpretações feitas por Parro (1998) e por Ferreira (2007), dos dados aeromagnetométricos.

Com base nos dados acima, foi possível alcançar os seguintes produtos: (i) base compatibilizada das estruturas mapeadas nos trabalhos de cartografia realizados na área (Silva *et al.*, 1980; Barros, 1994; Madrucci *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2005); (ii) adensamento das estruturas de segunda e terceira ordem, além do realce de estruturas circulares (possíveis zonas de caldeira), através da interpretação de imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL e da aplicação da técnica de fusão

IHS aplicada em imagens do sensor Landsat, composição das bandas 543, com filtros direcionais aplicados ao Modelo Digital do Terreno (resolução de 90 m), nas direções NE-SW, N-S e E-W e bandas 321, fundida com o Modelo Digital do Terreno – Relevo Sombreado (resolução de 90 m) sem filtros direcionais; (iii) traçado de estruturas magnéticas e estruturas magnéticas profundas a partir de uma nova interpretação dos dados aeromagnetométricos; (iv) confronto dos dados aeromagnetométricos com os dados gravimétricos interpretados por Oliveira & Escobar (2002) para a melhor definição dos limites entre blocos tectônicos.

Os trabalhos realizados permitiram o reconhecimento e o traçado de uma rede de fraturas de cisalhamento, subsidiárias (Fig. 3.71), orientadas preferencialmente segundo N60W e N30E e, secundariamente, E-W e N-S. Estas orientações são coincidentes com as orientações P, R', R e X do modelo Riedel proposto por Souza *et al.* (2005) e coincide também com as estruturas que abrigam grande parte das mineralizações auríferas descritas na área.

Os diferentes levantamentos geológicos e geofísicos realizados na área (Barros, 1994; Parro, 1998; Madrucci *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2005), resultaram na obtenção de um acervo de dados estruturais, os quais estão sendo reavaliados e compatibilizados neste trabalho.

Com o propósito de representar, classificar o e interpretar as variações de orientação dos lineamentos obtidos nos trabalhos citados, foram ge-

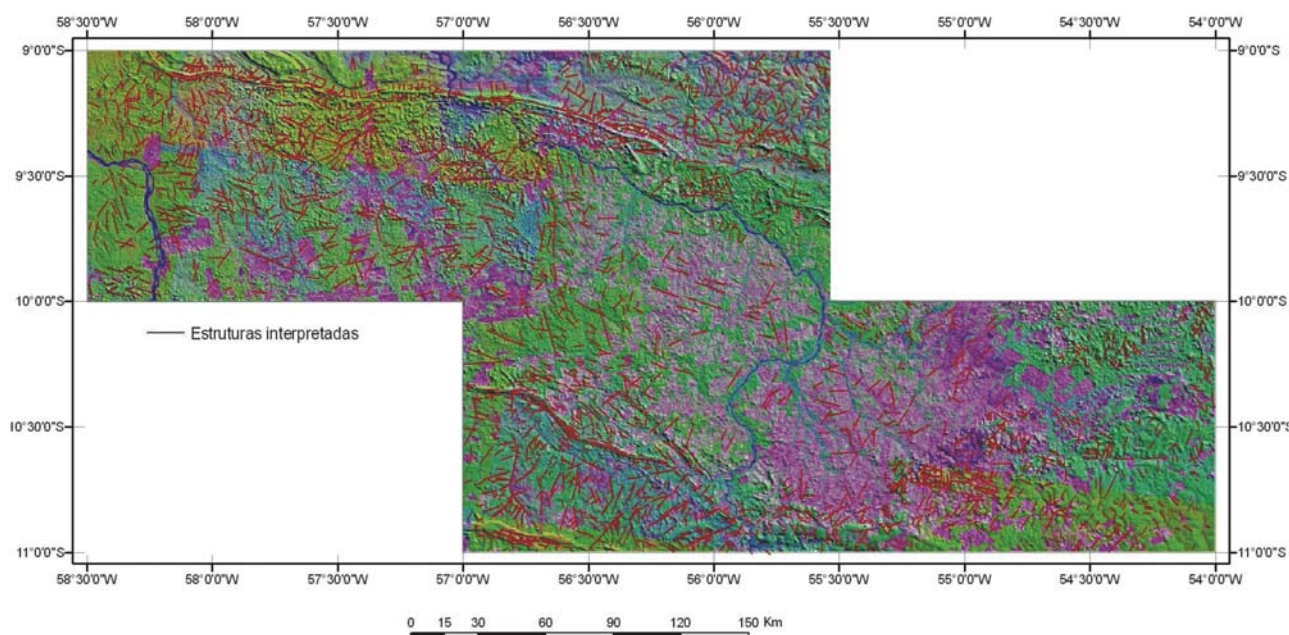


Figura 3.71 - Estruturas de segunda e terceira ordem, interpretadas por fusão IHS de imagens do SRTM e Landsat.

ros diagramas de rosetas com base no arquivo digital das estruturas traçadas (Fig. 3.72). Estes diagramas ressaltam a existência de estruturas magnéticas profundas, orientadas predominantemente E-W, com um padrão muito linear e contínuo, associadas a estruturas secundárias, de natureza rúptil, orientadas NE-SW, com poucas inflexões NNW-ESSE e NW-SE (as estruturas NE-SW aparentemente são posteriores ou tardias, uma vez que seccionam as demais, conforme já sugerido por Parro, 1998).

Grande parte das estruturas E-W magnéticas, conforme as interpretações de Parro (1998) e Ferreira (2007), conforme discutido no capítulo 4 deste trabalho, não foram mapeadas por Souza *et al.* (2005), possivelmente por terem pouco reflexo na superfície. Tais estruturas podem estar relacionadas à protocrosta da área (de provável idade arqueana), da qual não se obteve nenhuma evidência direta durante os trabalhos de cartografia geológica. Entretanto, dados litogeoquímicos e isotópicos obtidos em algumas suítes da área, com assinatura de arco continental (item 3.2 deste capítulo), deixam claro a existência de uma protocrosta sobre a qual esses arcos foram edificados.

Vale ressaltar que Parro (1998) destaca o papel fundamental que as estruturas E-W tiveram na evolução do escudo Brasil Central, à exemplo da distribuição dos terrenos do tipo *greenstone belt* e granulíticos arqueanos que ocorrem na Província de Carajás.

No presente trabalho, destaca-se a importância das estruturas profundas, não somente para entendimento das direções E-W, mas também para a delimitação de diferentes blocos tectônicos. O uso dessas estruturas, para esse fim, tomou como base o conceito de falhas fundamentais ou profundas de Peyve (1945). Segundo este conceito, estas falhas são importantes na identificação de estruturas que se estenderiam até o manto, com ativações e reativações ao longo do tempo geológico, controladoras de processos magmáticos e metalogenéticos.

Para reconhecer possíveis zonas de sutura na área trabalhada, as interpretações dos dados gravimétricos feitas por Oliveira & Escobar (2002) foram re-avaliadas e confrontadas com os dados aeromagnetométricos.

O trabalho de Oliveira & Escobar (2002), com dados gravimétricos do Projeto Alta Floresta, revelou a existência de uma faixa de direção WNW-ESSE, com forte contraste de densidade, a qual se correlaciona com o feixe de zonas de cisalhamentos e com o alinhamento de rochas básicas-ultrabásicas e supracrustais granulitizadas (Fig.

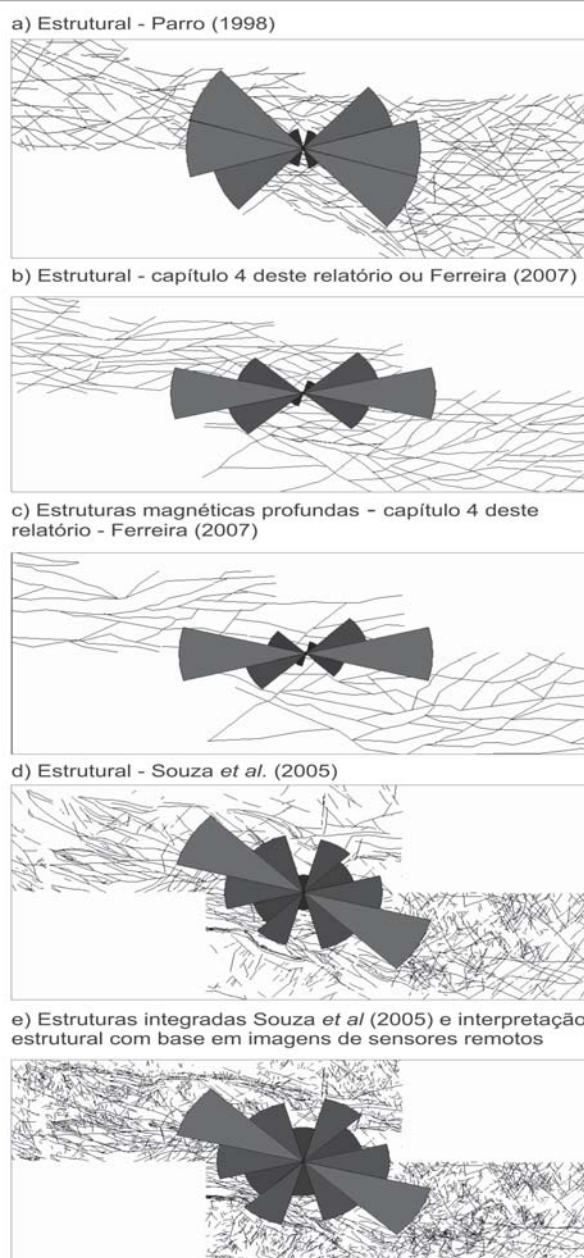


Figura 3.72 - Diagramas de Rosetas do arcabouço estrutural definido por: (a) Parro (1998); (b) Ferreira (2007) - estruturas interpretadas a partir de dados aeromagnetométricos; (c) Ferreira (2007) - interpretação da estruturas magnéticas profundas; (d) Souza *et al.* (2005) - estruturas mapeadas; (e) Estruturas integradas a partir de Souza *et al.* (2005), Ferreira (2007), da interpretação de imagens Landsat e do produto da fusão IHS de imagens Landsat com SRTM.

3.73). Os autores apresentaram duas alternativas para explicar a presença dessa anomalia gravimétrica positiva na porção norte da área: (a) o bloco crustal de norte seria mais denso do que o de sul; (b) o corpo geológico causador da anomalia positiva mergulharia para norte. A primeira alternativa

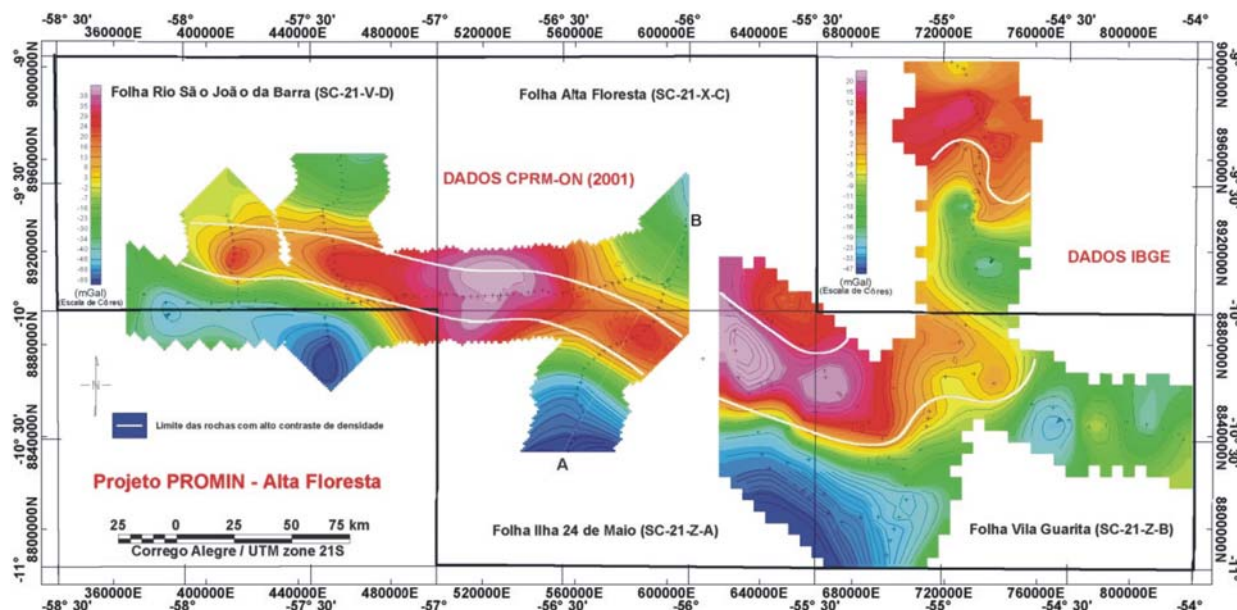


Figura 3.73 - Mapas gravimétricos Bouguer de diferentes folhas da área do Projeto Alta Floresta, com o traçado do limite de contraste de densidade processado e interpretado por Oliveira & Escobar (2002). Os mapas foram interpolados separadamente a partir de dados de perfis gravimétricos da CPRM-Observatório Nacional (Souza, 2001) e do IBGE.

apresentada pelos autores não tem respaldo geológico, tendo em vista que na porção norte da área predominam terrenos vulcano-plutônicos ácidos a intermediários, portanto de baixa densidade. No que diz respeito à segunda alternativa, não existem, até o momento, evidências estruturais que dêem suporte à mesma.

O confronto entre a zona de ocorrência de estruturas profundas, conforme a interpretação dos dados aeromagnetométricos, e a zona limítrofe das rochas com alto contraste de densidade, conforme interpretação dos dados gravimétricos, revela uma forte superposição entre ambas (Fig. 3.74). Vale ainda ressaltar que nessa zona de superposição encontram-se, predominantemente, rochas de alto grau de metamorfismo.

Tal superposição não está sendo aqui interpretada como mera coincidência e sim como sinalizadora de uma possível zona limítrofe entre blocos tectônicos. Entretanto, quando se confronta essa zona de superposição de estruturas profundas e de rochas de alta densidade, com o traçado proposto por Lacerda Filho *et al.* (2000), para delimitar os domínios de deformação rúptil-dúctil e de deformação essencialmente dúctil, observa-se uma discordância (Fig. 3.75).

Considerando que não foi possível realizar a checagem de campo dos resultados obtidos a partir da interpretação dos dados geofísicos, a contribuição do presente trabalho ficará resumida a res-

saltar a existência da zona de superposição acima descrita, e de sua possível interpretação, como sinalizadora de uma zona de sutura entre blocos crustais com densidades distintas. Outra interpretação possível para a existência dessa zona seria o soerguimento litosférico, no lado positivo, em decorrência de delaminação. Muito embora não existam, até então, dados concretos que dêem suporte a essa proposta, a presença de rochas máficas, oriundas de um magmatismo de assinatura toleítica intra-placa continental, com forte interação crustal (valores negativos de  $\epsilon Nd$ ), apresenta-se como um forte indício de que tal processo possa efetivamente ter ocorrido.

### 3.4 - Discussões e Conclusões

O conhecimento atual sobre a Província Aurífera Juruena-Teles Pires respalda-se em um banco de dados robusto proveniente de trabalhos de campo, análises litogeoquímicas e geocronológicas do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), de trabalhos acadêmicos e de relatórios de empresas que trabalharam na área, além de dados de campo, litoquímicos e geocronológicos obtidos no presente trabalho. À esse banco soma-se o resultado da re-interpretação da litoquímica e dos dados aerogeofísicos durante a presente pesquisa. A partir deste acervo propõe-se o seguinte quadro evolutivo para a área (Tabela 3.1):



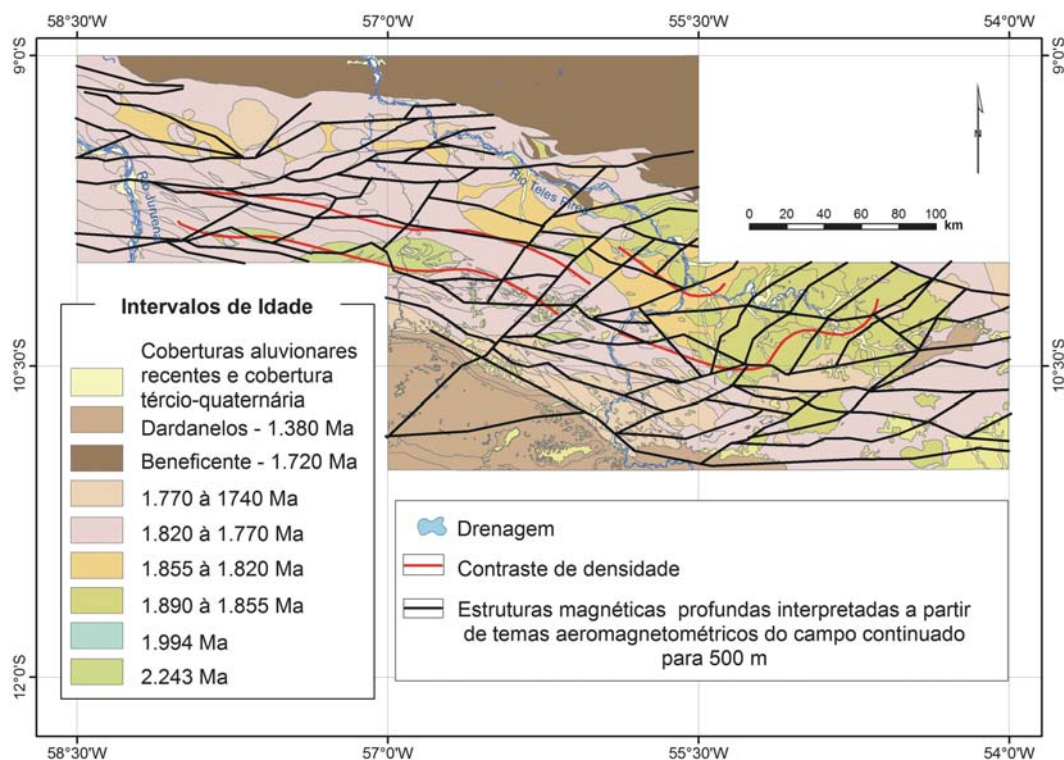


Figura 3.74 - Traçado da zona de contraste de densidade, conforme interpretação dos dados gravimétricos (Oliveira & Escobar, 2002) e traçado das estruturas magnéticas profundas, interpretadas a partir do levantamento aeromagnetométrico.

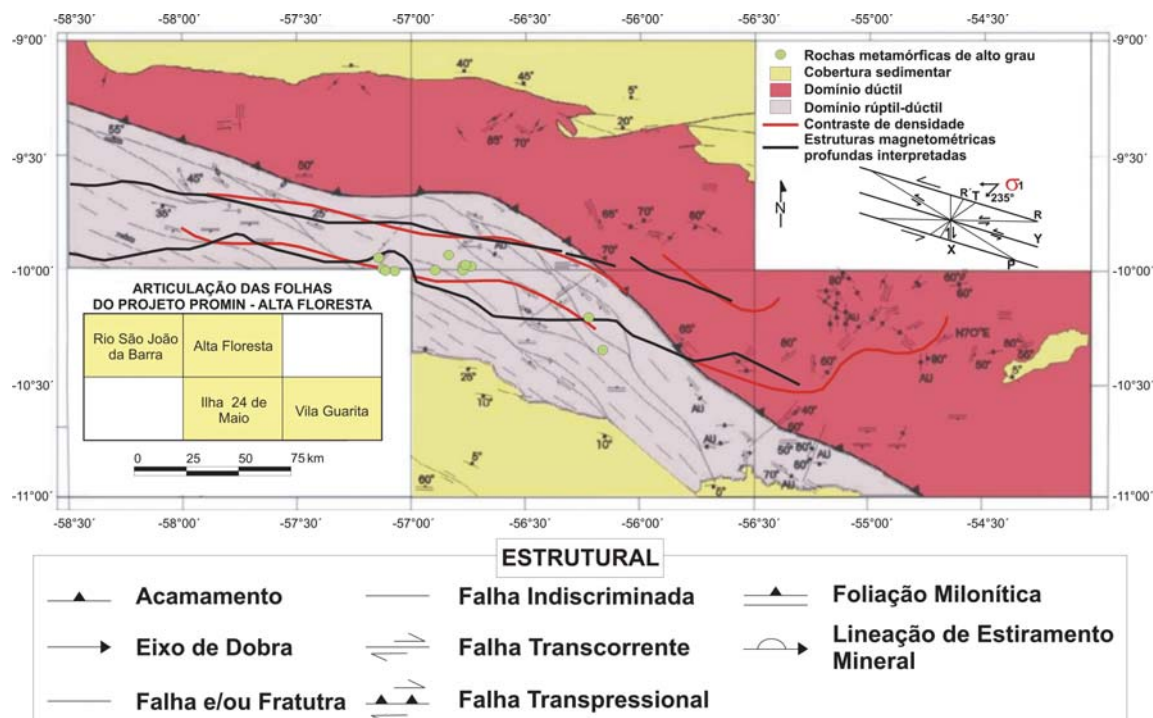


Figura 3.75 - Confronto entre o traçado da zona limítrofe de domínio de deformação frátil-dúctil e dúctil, proposto por Lacerda Filho et al. (2004), e o traçado da zona com estruturas magnéticas profundas e rochas de alta densidade, conforme interpretação dos dados aeromagnetométricos e gravimétricos, respectivamente. Os pontos em verde representam rochas com paragênese de alto grau de metamorfismo, conforme descrições petrográficas do Projeto Alta Floresta (Souza et al. 2005).

Tabela 3.1 – Esboço evolutivo da área.

Período	Unidade	Idade U-Pb	Idade Sm-Nd e/ou Rb-Sr	Idade-Modelo	Ambiente Geodinâmico
ESTATERIANO	Teles Pires	1.757±16		1.94 to 2.28 Ga. εNd(t) -3.4 a +3.0	Pós orogênico ( ou pós colisional?)
	Nova Canaã	1.743±4 Ma 1798±14			Arco Magmático (pós colisional)
	São Marcelo Cabeça	Correlacionável ao magmatismo Roosevelt (?) (1.762±6 Ma e 1.755±5 Ma)			Ambiente transicional Arco-Bacia (bacia de intra-arco?)
	São Romão	1.770±9 Ma SHRIMP		2.098 Ma e 2172 Ma, εNd (t) +0,14 a -1,43	Arco Magmático (pós colisional)
	São Pedro	1.784±17 Ma SHRIMP		2.060 Ma a 2147 Ma εNd (t) +0,65 a -1,11	Arco Magmático (pós colisional)
	Apiacás	1871±21 Ma Laser Ablation (zircões herdados)  1784±32 Ma Laser Ablation		1985 Ma εNd (t) +1,72.	Arco Magmático Anatexia (Tipo S)
	Vitória	1.785±8 Ma SHRIMP		2.182 Ma εNd (t) -2,56)	Arco Magmático (pós colisional)
	Suíte Colíder	1.786±17 Ma 1781 ± 8 Ma		2.344 Ma εNd (t) -3,75	Arco Magmático
	Paranaíta	1.793±6 Ma, 1.803±16 Ma, 1.801±7,8 Ma, 1816 ±57 Ma 1785±6,3 Ma e 1808±14 Laser Ablation		2.221 Ma εNd (t) -1,25 . 2071 Ma εNd(t) -0,21.	Arco Magmático
OROSIRIANO	Alcalinas Rio Cristalino	1806 ± 3 Ma	1.332 ± 29 Ma.(Rb-Sr)		Pós colisional (colapso do arco Juruena)
	Juruena	1.848±17 Ma, 1.823±35 Ma, 1.817±57 Ma 1817±12 Ma Laser Ablation		1959 Ma εNd(t) +1,93.	Arco Magmático (sin-colisional)
	Flor da Serra	?		2.336 Ma, εNd (t) -2,08	Ambiente não definido. Presença de toleitos intra-placa!!!
	Matupá	1872±12 Ma (Pb-Pb, evaporação)		2,34 Ga; 2,47 Ga εNd (t) -2,7 e -4,3	Arco Magmático
	Nhandu	1889±17 Ma e 1879±5,5 Ma Laser Ablation		2146 e 2174 Ma εNd(t) -0,91	Arco Magmático (pós-colisional ?)
	Cuiú-Cuiú	1992±7 Ma SHRIMP 2.005 ±7 Ma SHRIMP 2033 Ma			Arco Magmático
RIACIANO	Bacaeri-Mogno		Isócrona 2,24 Ga,	εNd (t) 2.5	Arco Vulcânico + provável fundo oceânico

- (i) - Presença de rochas riacianas (Complexo Bacaeri-Mogno), as quais precisam ser melhor estudadas e ter seus ambientes geotectônicos definidos. Os poucos dados existentes sinalizam rochas geradas de contexto extensional, possivelmente bacia de *back-arc*;
- (ii) - Geração dos arcos magmáticos Cuiú-Cuiú e Juruena no Orosiriano, aos quais se associam diferentes conjuntos de rochas magmáticas cálcio-alcalinas de margem continental ativa (sin- a pós-colisionais) e rochas de episódio magmático alcalino sódico;
- (iii) - Existência de possível delaminação com afinamento da crosta e soerguimento mantélico, fusão do manto e geração de rochas magmáticas toleíticas intra-placa continental. A esse fenômeno pode estar relacionado o retrabalhamento metamórfico de algumas unidades, com geração de paragêneses da fácies anfíbolito alto a granulito;
- (iv) - Geração de bacia (intra-arco?) que acolheu a seqüência vulcano-sedimentar do Grupo São Marcelo Cabeça;
- (v) - Deformação progressiva por fechamento do orógeno e geração de mega estruturas de cisalhamento transcorrente, dentre outras;
- (vi) - Geração, em fase tardia pós-deformação da de evolução do orógeno, da Suíte Nova Canaã e do Granito Teles Pires;
- (vii) - Reativação de estruturas dúcteis-rúpteis e dúcteis da área, acompanhada de atividade hidrotermal durante o Ciclo Sunsás, como indica o rejuvenescimento isotópico do sistema Ar-Ar (ver Capítulo 5).

## 4 - Interpretação dos Dados Geofísicos

Maisa Bastos Abram

Francisco José Fonseca Ferreira

### 4.1 - Trabalhos anteriores

Os primeiros trabalhos de interpretação aerogeofísica, resultantes do processamento dos dados do Projeto Juruena-Teles Pires (Fases I e II), foram executados por Parro (1998). A partir dos dados gamaespectrométricos originais, o mencionado autor subdividiu a área em vários domínios, com base em mapas de composição ternária, em falsa cor (CMY e CMY invertido), e de relevo sombreado dos canais da contagem total (CT) do potássio (K), do urânio (eU) e do tório (eTh). Na figura 4.1, elaborada por digitalização do mapa original de Parro (1998), estão representados os vários domínios e subdomínios gamaespectrométricos da área de estudo. Segundo o autor, os domínios S, E e I correspondem, respectivamente, às unidades interpretadas como rochas sedimentares, do embasamento e intrusões diversas. O domínio U encerra as contagens mais elevadas e foi vinculado à predominância de rochas do Grupo Uatumã. Na nomenclatura adotada por Parro (1998), foram acrescentadas as letras M e MP para caracterizar as relações total e parcial, respectivamente, de domínios e subdomínios gamaespectrométricos e magnéticos. A Tabela 4.1 indica os intervalos de valores, em cps, dos vários domínios/subdomínios definidos por Parro (1998), para os canais do potássio (K), do urânio (eU), do tório (eTh) e da contagem total (CT). A correlação entre os domínios/subdomínios gamaespectrométricos e geológicos também foi estabelecida por Parro (1998), com base no conhecimento geológico da época (Tabela 4.2).

Com base em vários mapas temáticos, Parro (1998) definiu os domínios e estruturas magnéticas da área de estudo (Fig. 4.2). Os domínios e subdomínios foram caracterizados a partir da variação média das intensidades magnéticas, dos comprimentos de onda e dos intervalos de amplitude (Tabela 4.3). Foram definidos quatro grandes domínios (M1 a M4). As letras A a G, indicam o decréscimo nas intensidades magnéticas dos domínios. Os comprimentos de onda dos domínios M1, M2 e M3 são semelhantes entre si e diferem sensivelmente do domínio M4, o qual exhibe grandes comprimentos de onda. O domínio M4, relacionado à porção leste do graben de Caiabis, é o

mais homogêneo, reflete fontes profundas e corresponde espacialmente ao domínio gamaespectrométrico S1 (Fig. 4.1). Segundo Parro (1998), dentre os domínios caracterizados pelos menores comprimentos de onda, o M1 encerra as unidades mais magnéticas e o M3 as menos magnéticas.

Parro (1998) chamou a atenção para a existência de grandes anomalias dipolares, denominadas de Alta Floresta, Garantã e Peixoto de Azevedo, em alusão às cidades homônimas próximas.

Baseado na sobreposição dos domínios gamaespectrométricos e magnéticos, Parro (1998) elaborou o mapa de unidades integradas, no qual foi feito o recorte da área do presente projeto (Fig. 4.3). Neste mapa estão indicadas as relações das unidades integradas com as estruturas magnéticas, complexos, grupos e formações. O autor procurou também estabelecer as relações das unidades integradas com os domínios/subdomínios gamaespectrométricos e magnéticos, como mostra a Tabela 4.4.

Em decorrência dos trabalhos de Parro (1998) houve um avanço na interpretação das estruturas magnéticas e na correlação destas estruturas com as mineralizações auríferas tendo, o autor, descrito um sistema de falhas/fraturas Riedel para a área da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, descrito no Capítulo 5 deste relatório.

Os dados e as interpretações feitas por Parro (1998), anteriormente descritas, embora disponíveis à época, não foram utilizadas pela equipe executora do Projeto Alta Floresta. Em contrapartida, Souza *et al.* (2005) processaram os dados do Projeto Aerogeofísico Juruena-Teles Pires (Fases I e II), tendo gerado os temas gamaespectrométricos de contagem total (CT), potássio (K), urânio (eU), tório (eTh) e aeromagnetométricos (campo magnético total residual, primeira derivada vertical, amplitude do sinal analítico). Tais temas serviram como base geofísica para os trabalhos de mapeamento geológico e contribuíram para a definição de grande parte das unidades geológicas da área de estudo, a exemplo de: Suíte Nova Canaã, Granito Teles Pires, Granito Apicás, Alcalinas Rio Cristalino, Suíte Intrusiva Juruena, Suíte Vitória e Complexo Bacaeri-Mogno.

Desde os primeiros trabalhos de caracterização das mineralizações de ouro, realizados na

região de Peixoto de Azevedo (Abreu Filho *et al.*, 1992; Barros, 1994), ficou evidenciado o controle estrutural das mineralizações e sua associação com zonas de alteração hidrotermal. Muito embora tenha havido avanços no que diz respeito às interpretações geofísicas, com ênfase para a compreensão da geologia, os trabalhos de Parro (1998) e

de Souza *et al.* (2005) não contemplaram a análise integrada, com base no uso de técnicas modernas de processamento, voltada ao estudo do arcabouço estrutural da área. Em vista disso, no âmbito de presente projeto, foi realizado o processamento e a interpretação geofísica dos dados existentes e disponíveis na literatura (traba-

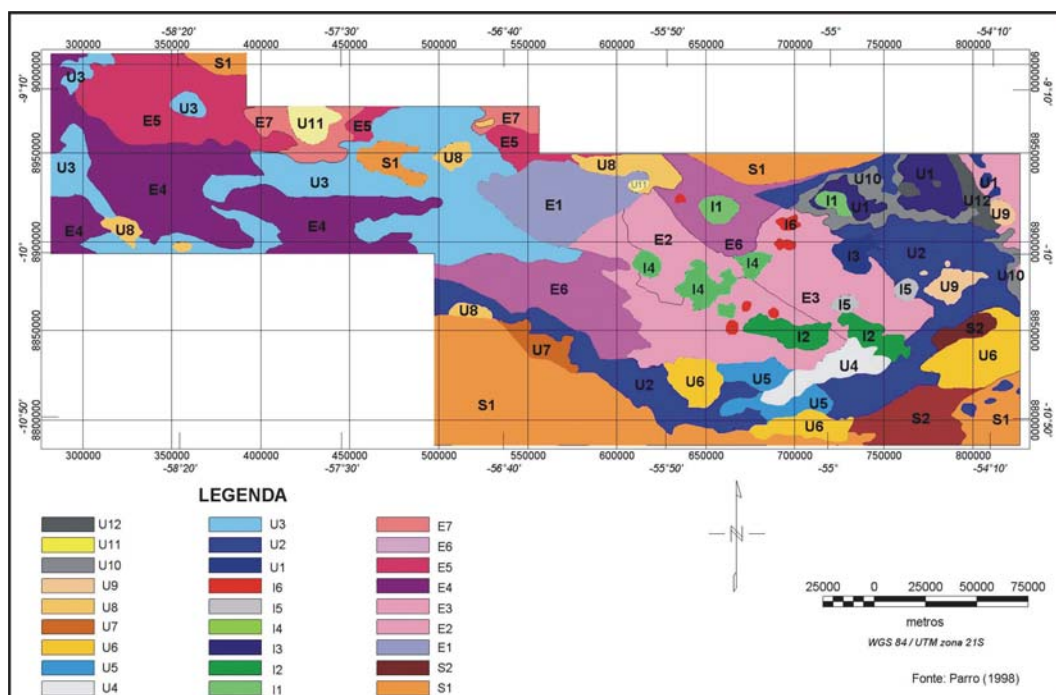


Figura 4.1 – Mapa dos domínios gamaespectrométricos da área de estudo (Parro, 1998).

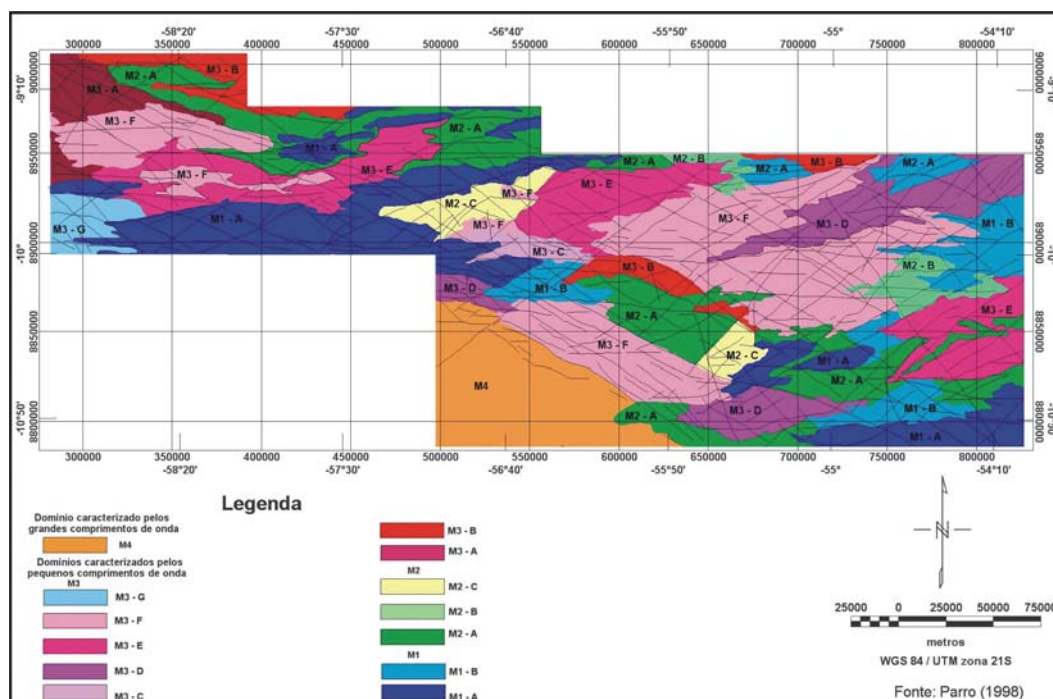


Figura 4.2 – Mapa de unidades magnéticas da área de estudo (Parro, 1998).

Ihos anteriores), como os seguintes objetivos: (i) detalhamento e entendimento do arcabouço estrutural (interpretado a partir dos dados de aeromagnetometria) da área investigada; (ii) geração de parâmetros geofísicos sugestivos da presença de minerais de origem hidrotermal; (iii) indicação de anomalias magnéticas dipolares; e (iv) correlação das respostas integradas às ocorrências pri-

márias de ouro (garimpos) e indicação de novos alvos exploratórios.

#### 4.2 - Re-processamento e interpretação dos dados geofísicos pré-existent

Os dados aerogeofísicos gamaespectrométricos e magnetométricos processados nesta pesquisa são oriundos do Projeto Aerogeofísico Juruena – Teles Pires (Fases I e II). Os dados da Fase I foram adquiridos pelo Consórcio Encal-Lasa-Prospec, para a CPRM, entre agosto e novembro de 1991 (CPRM, 1991), perfazendo 21.536 km de perfis e envolvendo cerca de 37.000 km<sup>2</sup>. Os dados da Fase II (CPRM, 1996) foram adquiridos pela Geomag, também para a CPRM, entre janeiro e março de 1996, período no qual foram levantados 21.464 km de perfis, numa área de cerca de 40.000 km<sup>2</sup>.

Tabela 4.1 – Caracterização quantitativa dos domínios e subdomínios gamaespectrométricos (Parro, 1998).

Subdomínio Gama	Canal de Potássio (cps)	Canal de Urânio (cps)	Canal de Tório (cps)	Contagem Total (cps)
U12	>37	15 a > 21	> 53	> 947
U11	>37	> 19	> 47	> 1055
U10	22 a > 42	14 a > 21	30 a > 53	751 a > 1055
U9	22 a > 42	15 a > 21	41 a > 47	766 a > 1055
U8	15 a 42	14 a 21	28 a 53	766 a 1055
U7	11 a 16	15 a > 21	30 a > 53	734 a 1055
U6	15 a 42	15 a > 21	29 a > 53	567 a 1055
U5	12 a 42	12 a 21	23 a 53	565 a 897
U4	23 a > 43	13 a > 21	26 a 53	667 a > 1055
U3	16 a 42	9 a 17	20 a 32	476 a 896
U2-1	15 a 42	< 9 a 21	25 a 53	541 a 947
U2-2	15 a 42	13 a 19	30 a 47	666 a 947
U1	22 a 42	< 9 a 19	28 a 47	631 a 947
I6	20 a 42	15 a 21	30 a 47	734 a 897
I5	>37	14 a > 21	19 a 47	> 855
I4	< 8 a 37	< 9 a 13	< 19 a > 26	< 404 a 594
I3	< 8 a 20	< 9	18 a 26	< 404 a 594
I2	10 a 34	< 9 a 14	19 a 27	< 404 a 594
I1	8 a 23	< 9 a 13	< 19 a 26	< 404 a 705
E7	13 a 42	12 a 19	27 a 39	642 a 1055
E6	9 a 23	12 a 21	22 a 47	549 a 946
E5	9 a 25	9 a 17	20 a 31	424 a 947
E4	8 a 24	11 a 21	< 19 a 30	< 404 a 643
E3-2	8 a 42	< 9 a 21	< 19 a 47	505 a 829
E3-1	8 a 30	< 9 a 17	< 21 a 31	404 a 594
E2	10 a 37	9 a 13	21 a 29	404 a 581
E1	9 a 16	< 9 a 13	20 a 29	404 a 719
S2	11 a 22	12 a > 21	29 a 53	515 a 897
S1	< 8 a 19	< 9 a 21	< 19 a 30	<404 a 585

Tabela 4.2 – Correlação dos domínios/subdomínios gamaespectrométricos com as unidades geológicas (Parro, 1998).

Domínio/subdomínio gamaespectrométrico	Unidade geológica
U11	Rochas alcalinas Canamã
U4	Granito Terra Nova
I5-1	Granito Matupá
S2-1	Graben de Serra Formosa/Gr. Beneficente
S1-1	Grupo Beneficente
S1-3	Graben do Cachimbo/Gr. Beneficente
S1-4M	Formação Araguaia
S1-5	Graben dos Caiabis/Formação Dardanelos

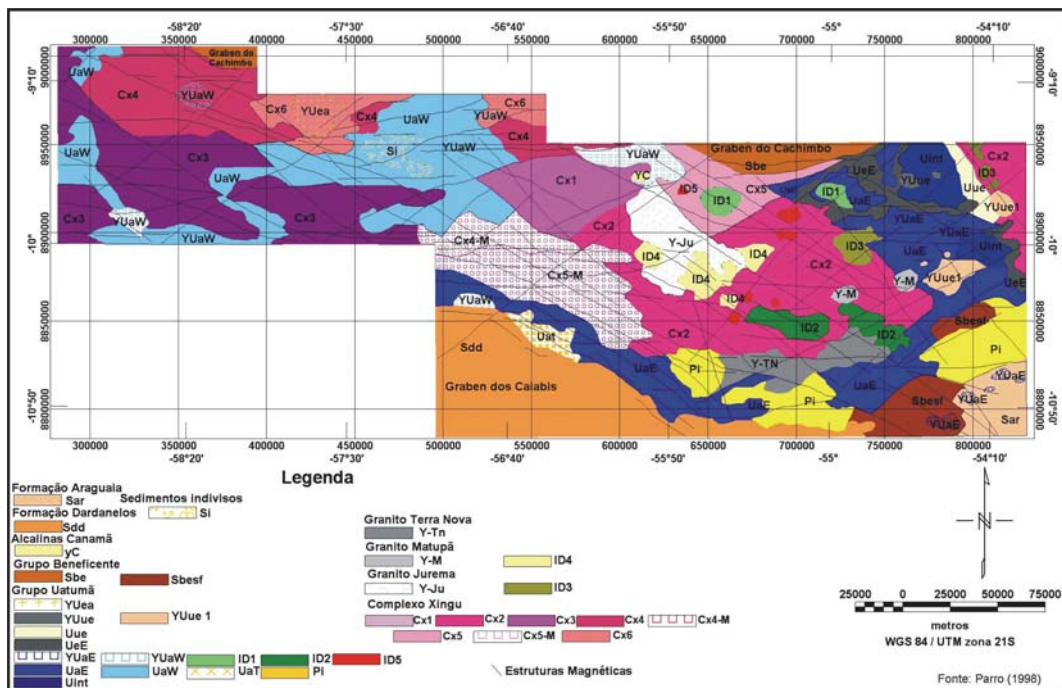


Figura 4.3 – Mapa de unidades integradas da área de estudo (Parro, 1998).

Tabela 4.3 – Parâmetros dos domínios e subdomínios magnéticos da área de estudo (Parro, 1998).

Domínios	Subdomínios	Varição Médias das Intensidades Magnéticas (nT)	Comprimentos de onda (m)	Intervalo das amplitudes (nT) em função do comprimento de onda
M1	M1 - A	< - 219 a - 75	4000	99 a > 411
			4500	68 a 287
			5000	39
			6500	120
			7500	103 a 120
			8000	>123
			8500	55 a > 188
			10000	55 a 123
			11000	>55
			11500	216
	M1 - B	- 138 a - 29	2000	21
			4000	42 a 72
			4500	68
			5000	86
			5500	112
			6500	114 a 148
			7500	83 a 164
			8500	120
			9500	63
			11500	140
M2	M2 - A	-69 a - 14	4000	59
			4500	203
			5000	38 a 60
			5500	120
			7000	120
			7500	78 a 135
			8500	154 a > 411
			11000	140 a 166
	M2 - B	-69 a - 14	12500	221
			13500	72
			6000	45 a 59
			6500	95
	M2 - C	-75 a - 97	12000	135
			3500	78
			5000	73 a 163
			11000	175
M3	M3 - A	- 75 a 49	18500	108
			8000	76
	M3 - B	- 49 a 49	1050	68 a 267
			6000	59
	M3 - C	- 37 a 49	11500	86
			5000	115
			6000	121
			6500	95
			7500	63 a 208
			8000	> 411
			8500	123
			9500	130
10000			80	
11500			163	
M3 - D	- 138 a - 75	12000	94	
		16000	253	
			4000	120
			5000	180

Tabela 4.3 (continuação)

Domínios	Subdomínios	Varição Médias das Intensidades Magnéticas (nT)	Comprimentos de Onda (m)	Intervalo das Amplitudes (nT) em Função do Comprimento de Onda
M3	M3 - E	- 29 a 49	5000	66
			5500	88
			6000	45 a 57
			8500	95 a 264
			9000	243
			9500	124
			10000	135
			12500	42
			13500	63
			17500	63
	M3 - F	- 14 a 144	4500	43 a 64
			5000	71
			6000	33
			7500	78 a 137
			8000	48 a 64
			8500	134 a > 411
			9000	123
			11000	146
			11500	123
			12000	101 a 122
			13000	77
			15000	201
	24000	123		
M3 - G	> 49	4500	98	
		5000	299	
		9500	156	
M4	-	< - 219 a > 144	77500	> 411

Em ambas as fases, a direção das linhas de vô foi N-S, com espaçamento de 2 km. Linhas de controle perpendiculares (E-W) foram executadas, com espaçamento de 18 km e 20 km, respectivamente, para as fases I e II.

Em 1997, por convênio de cooperação técnica entre a CPRM e o Serviço Geológico do Canadá (BARMP, 1997), todos os dados aerogamaespectrométricos do Brasil foram reprocessados e micronivelados. Como decorrência, os dados originais em contagens por segundo (cps), foram transformados para dose de CT (microR/h) e concentrações de K (%), eU (ppm) e eTh (ppm), através de um processo de retrocalibração (BARMP, 1997).

No presente trabalho foram utilizados os dados de gamaespectrometria aérea transformados pelo BARMP (1997), a partir dos dados originais do

Projeto Aerogeofísico Juruena – Teles Pires (Fases I e II), cujas constantes de retrocalibração estão listadas na Tabela 4.5.

A partir dos dados aeromagnetométricos originais e dos gamaespectrométricos transformados (BARMP, 1997), foram gerados vários mapas geofísicos, correspondentes aos temas abaixo listados, para toda a área do Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires. Adicionalmente, foram também extraídos subconjuntos específicos de dados gamaespectrométricos das unidades geológicas mineralizadas, com a finalidade de visualizar o comportamento dos parâmetros geofísicos indicadores de processos de alteração hidrotermal. Os temas geofísicos utilizados foram os seguintes:

**a) - Gamaespectrometria**

- a.1) Contagem total (CT, microR/h);
- a.2) Potássio (K, %);
- a.3) Tório (eTh, ppm);
- a.4) Urânio (eU; ppm)
- a.5) Razão eU/eTh;
- a.6) Razão eTh/K;
- a.7) Razão eU/K;
- a.8) Potássio anômalo (K<sub>d</sub>);
- a.9) Urânio anômalo (U<sub>d</sub>);
- a.10) Fator F (F, %);

Tabela 4.5 – Constantes dos canais do potássio (K), do urânio (eU) e do tório (eTh) utilizadas na retrocalibração dos Projetos Aerogeofísicos Juruena – Teles Pires, Fases I e II (BARMP, 1997).

	Fase I	Fase II
Potássio (K) – cps/%	21,92	21,92
Urânio (eU) – cps/ppm	3,20	4,00
Tório (eTh) – cps/ppm	2,20	2,20

Tabela 4.4 – Correlação das unidades integradas com os domínios e subdomínios gamaespectrométricos e magnéticos (Parro, 1998).

Unidades Integradas	Domínio/Subdomínio Magnético	Domínio/Subdomínio Gamaespectrométrico
Sar	M1 - A / M1 - B / M2 - A	S1 - 4M
Si	M1 - A / M2 - A / M3 - E	S1 - 2
Sdd	M1 - A / M2 - A / M3 - C / M4	S1 - 5
Ac	M3 - E	U11
Sbe	M1 - B / M2 - B / M3 - B / M3 - E	S1 - 1 / S1 - 3
Sbesf	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M3 - E	S2 - 1 / S2 - 1M
yUea	M1 - A / M2 - A / M3 - B	U9
yUue	M1-B	U12 / U12-M
Uue	M1 - B / M3 -C	U12
yUue1	M1 - B / M2- B / M3 - C / M3 - E	U9 / U9 - MP
UeE	M1 - B / M3 - C / M3 - E / M3 - F	U10 / U10 - M
yUaW	M1 - A / M2 - A / M3 -A / M3 - E / M3 - G / M4	U8 / U8 - M
yUaE	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M3 - C / M3 - F	U2 - 2 / U2 - 2MP / U2
Pi	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M2 - C / M3 - C / M3 - E / M3 -F	U / U6 / U6 - MP
Uat	M3 - F / M4	U7
UaW	M1 - A / M2 - A / M2 - C / M3 - A / M3 - B / M3 - D / M3 - E / M3 - F / M3 - G	U3 / U3 - M / U3 - MP
UaE	M1 - B / M2 - A / M2 - B / M3 - C / M3 - E / M3 - F / M4	U1 / U2 - 1 / U2 - 1MP
Uint	M1 - B / M3 - C / M3 - F	U1 - M / U2 - 1M
y - TN	M1 - A / M2 -A / M2- C / M3 - C / M3 - F	U4 / U5 - M / U2 - 1
Y - M	M2 - B / M3 - F	I5 - 1 / I5 - 2
ID5	M2 - A / M2 - C / M3 - B / M3 - C / M3 - E / M3 - F	I6
ID4	M2 - A / M3 - B / M3 - F	I4
ID3	M1 - B / M3 - C / M3 - F	
ID2	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M3 - B / M3 - E / M3 - F	I2 - MP
ID1	M3 - C / M3 - F	I1
y - Ju	M2 - A / M3 - B / M3 - E / M3 - F	E2
Cx6	M1 - A / M2 - A / M3 - B	E7 / E7 - MP
Cx5 - M	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M3 - B / M3 - C / M3 - D / M3 - F	E6 - MP
Cx5	M2 - B / M3 - E / M3 - F	E6
Cx4 - M	M1 - A / M3 - D / M3 - F	E5 - MP
Cx4	M1 - A / M2 - A / M3 - A / M3 -B / M3 - F	E5
Cx3	M1 - A / M2 - A / M2 - C / M3 -A / M3 - E / M3 - F / M3 - G	E4 / E4 - MP
Cx2	M1 - A / M1 - B / M2 - A / M2 - B / M2 - C / M3 - E / M3 - D / M3 - F	E3 - 1MP / E3 - 2 / E3 - 2MP
Cx1	M3 - E / M2 - C / M3 - D / M3 - F	E1

- a.11) Ternário de K(R)-eU(G)-eTh(B);
- a.12) Ternário de eU/Th(R)-eU/K(G)-eTh/ K(B);
- a.13) Ternário de F(R)-K<sub>d</sub>(G)-U<sub>d</sub>(B);
- a.14) Ternários de F(R)-K<sub>d</sub>(G)-U<sub>d</sub>(B) de unidades geológicas mineralizadas (suítes intrusivas Flor da Serra, Colider, Matupá, Nhandu, Nova Canaã, Paranaíta e Grupo São Marcelo Cabeça), indicando as anomalias de segunda ordem (média mais dois desvios padrão) de F, K<sub>d</sub> e U<sub>d</sub>;

**b) - Magnetometria**

- b.1) Campo magnético residual;
- b.2) Continuações para cima do campo magnético residual (1000, 2000 e 5000 m);

- b.3) Sinal analítico do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);
- b.4) Primeira derivada vertical (direção Z) do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);
- b.5) Primeira derivada horizontal (direção X) do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);
- b.6) Primeira derivada horizontal (direção Y) do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);
- b.7) Sinal analítico da primeira derivada vertical (direção Z) do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);



b.8) Gradiente horizontal total do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.9) Fase (inclinação) do sinal analítico do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.10) Gradiente horizontal total da fase de sinal analítico do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.11) Fase (inclinação) do sinal analítico do gradiente horizontal do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.12) Fase (inclinação) do sinal analítico de segunda ordem do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.13) Integral vertical do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.14) Fase (inclinação) do sinal analítico da integral vertical do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

b.15) Fase (inclinação) do sinal analítico de segunda ordem da integral vertical do campo magnético residual e continuado (1000, 2000 e 5000 m);

Para a geração dos produtos anteriores, os dados foram previamente organizados em malhas regulares de 500x500 m, pelo método da curvatura mínima de Briggs (1974).

Todos os temas gerados estão disponíveis em Sistema de Informações Geográficas, nos formatos *geotiff* ou *shapefile*, no DVD-ROM deste Projeto.

#### 4.2.1 - Gamaespectrometria

As interpretações dos temas da gamaespectrometria foram voltadas basicamente à delimitação de possíveis zonas de alteração hidrotermal potássica e/ou filica. Além das conhecidas aplicações das razões eU/eTh, eTh/K e eU/K, foram também utilizados os parâmetros F,  $K_d$  e  $U_d$ , cujos significados encontram-se detalhadamente descritos por Fornazzari Neto & Ferreira (2003). Segundo estes autores, um grande avanço na aplicação das relações dos radionuclídeos, em ambientes mineralizados a ouro, foi obtido a partir das experiências de pesquisadores russos, conforme destacado por Dickson & Scott (1997). Este avanço se deve à constatação de que o enriquecimento em potássio constitui um guia indireto para a localização de concentrações auríferas, tendo em vista que esse enriquecimento pode sugerir a presença de zonas de atividade hidrotermal, com a geração de paragêneses de alteração potássica e/ou filica. Segundo Fornazzari Neto & Ferreira (2003), o urânio pode acompanhar o potássio nos proces-

so hidrotermais, enquanto o tório, geoquimicamente menos móvel, apresenta comportamento oposto (conhecido como antagonismo entre tório e potássio, por Ostrovsky, 1975, *apud* Fornazzari Neto & Ferreira, 2003). Com base nestas considerações, algumas relações dos radioisótopos foram propostas. Dentre elas, destaca-se o Fator F, obtido a partir da expressão  $F = K \cdot eU / eTh$  (Efimov, 1978 *apud* Gnojek & Prichystal, 1985), que permite ressaltar o enriquecimento simultâneo de potássio e urânio em relação ao tório, podendo indicar áreas com alteração hidrotermal. De acordo com Saunders *et al.* (1987) *apud* Fornazzari Neto & Ferreira (2003), os resultados obtidos em pesquisas de prospecção para petróleo, revelaram que o tório, que é um elemento de baixa mobilidade geoquímica, pode ser usado como controle para definir valores ideais de potássio e urânio de um determinado litotipo, suprimindo efeitos dos radioelementos susceptíveis a fenômenos pedogenéticos, geomorfológicos, geoquímicos e variações composicionais. Com base nesta premissa, Saunders *et al.* (1987) propuseram uma normalização do potássio e do urânio pelo tório, definindo os parâmetros  $K_d$  e  $U_d$ , respectivamente, como segue:

$$K_i = (\text{média de } K_s / \text{média de } Th_s) \times Th_s;$$

$$K_d = (K_s - K_i) / K_i$$

$$U_i = (\text{média de } U_s / \text{média de } Th_s) \times Th_s;$$

$$U_d = (U_s - U_i) / U_i$$

$K_s$  e  $U_s$  representam os dados originais;  $K_i$  e  $U_i$  indicam os valores ideais definidos a partir do tório e  $K_d$  e  $U_d$  são os desvios dos valores ideais (anomalias).

Não foram observadas boas correlações dos jazimentos de ouro primário com o mapa da razão eU/K (Fig. 4.4). Em vista disso, foi dada uma importância secundária a esse tema neste trabalho.

O mapa da razão eTh/K (Fig. 4.5), por sua vez, demonstrou grande coincidência dos baixos valores dessa razão, com *trends* de estruturas mapeadas e interpretadas a partir da magnetometria, possivelmente representando zonas ricas em potássio, com desenvolvimento de paragêneses de alteração hidrotermal potássica e/ou filica. Apesar das limitações impostas pelo tamanho da célula utilizada para as interpolações (500x500 m), foi possível observar que nas áreas com garimpos de ouro primário conhecidos, a exemplo dos garimpos de Tapajós, Filão do Paraíba, Trairão, Baixão, Novo Planeta, Cunhadinho, Papagaio, área de pesquisa da Minerbrás, Edu, Gil, Fabinho, Rato, Nova Canaã, além de Aluizio (no Bloco G da JICA/MMAJ) e MJBA11 e MJBA8 (do Bloco B da JICA/MMAJ) a razão eTh/K apresenta sistematicamente valores baixos. Os *trends* de baixa razão eTh/K

assumem basicamente as direções NW-SE, E-W e NE-SW. As principais drenagens da área ficaram destacadas no mapa da razão eTh/K também com baixos valores, denotando migração do potássio para os aluviões.

O mapa do sistema ternário, formado pelas razões R(eU/eTh) – G(eU/K) – B(eTh/K), destacou pixels na cor vermelha (Fig. 4.6) coincidentes com os baixos valores de eTh/K. Este mapa também ressaltou o traçado das drenagens nos tons vermelho-amarelados.

Pires (1995) *apud* Fornazzari Neto & Ferreira (2003) utilizou pela primeira vez o fator  $K_d$  (potássio anômalo) em trabalhos de exploração mineral, tendo delimitado zonas de alteração hidrotermal nas seqüências meta-vulcanossedimentares de Crixás e Guarinos, no estado de Goiás. A partir daí, muitos outros trabalhos foram divulgados, nos

quais os parâmetros  $K_d$  e  $U_d$  foram aplicados em conjunto com o Fator F, na exploração mineral de diferentes ambientes (Ferreira *et al.*, 1998; Carvalho, 1999; Quadros, 2000; Biondi *et al.*, 2001; Fornazzari Neto & Ferreira, 2003). Os mapas do Fator F (Fig. 4.7), do potássio anômalo ( $K_d$ , Fig. 4.8) e urânio anômalo ( $U_d$ , Fig. 4.9) também foram aplicados na delimitação de possíveis zonas de alteração hidrotermal na área do Projeto Juruena-Teles Pires. Destes mapas foram destacadas as anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem dos parâmetros F,  $K_d$  e  $U_d$ , estatisticamente calculadas para toda a área de estudo (Tabela 4.6). As anomalias (Fig. 4.10) foram confrontadas com os jazimentos de ouro primário conhecidos.

Anomalias de  $K_d$  e de F ocorrem associadas à unidade Granito São Pedro, tanto na folha Rio São João da Barra quanto na folha Alta Floresta.

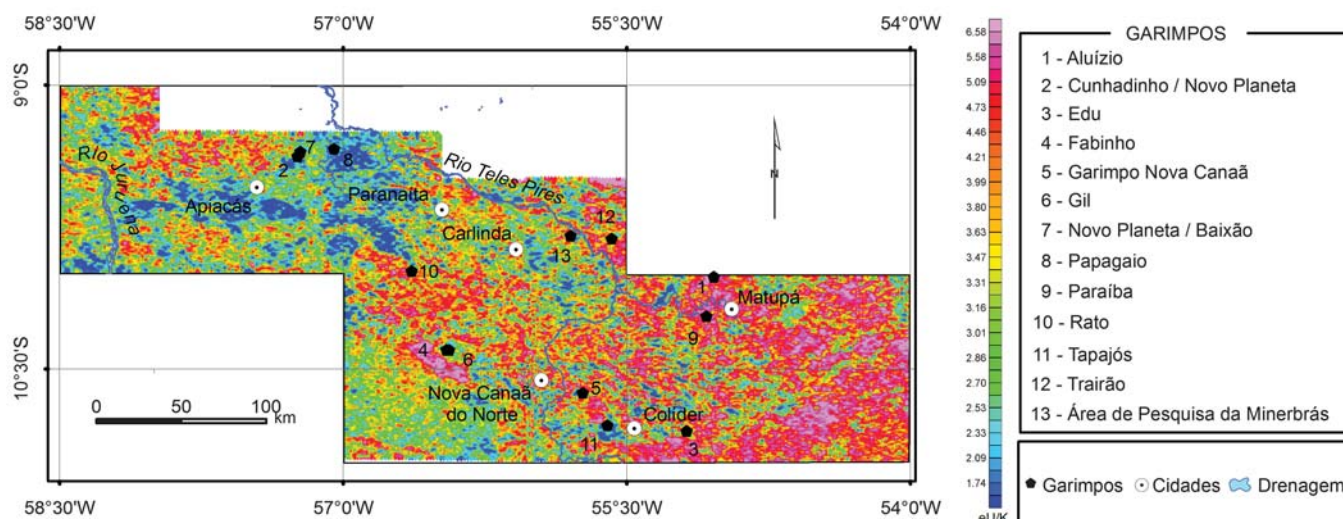


Figura 4.4 – Mapa da razão urânio/potássio (eU/K).

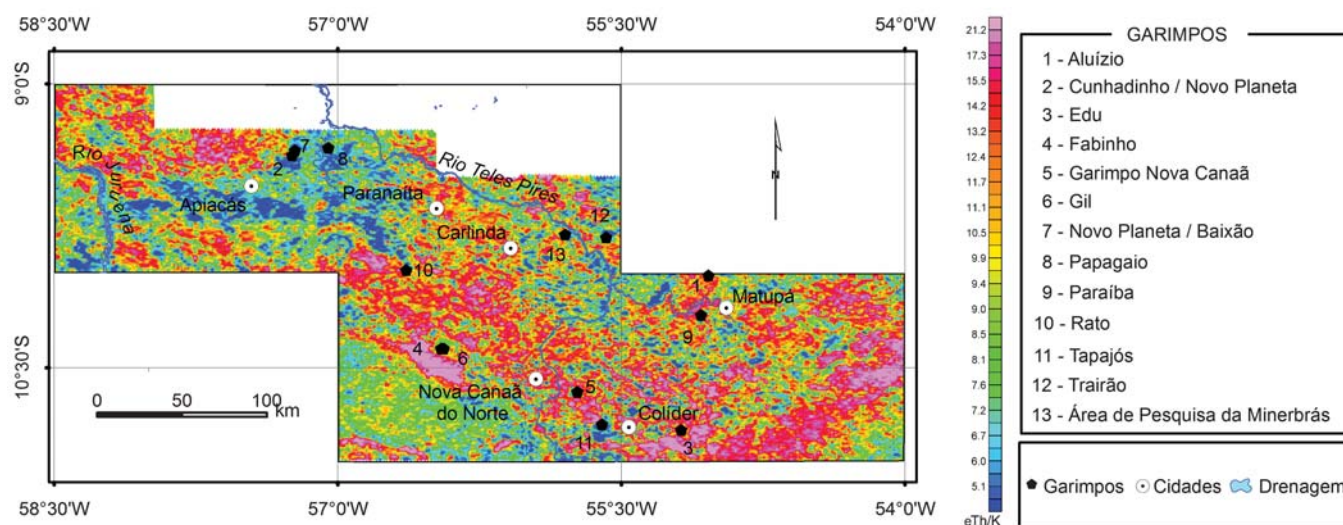


Figura 4.5 – Mapa da razão tório/potássio (eTh/K).

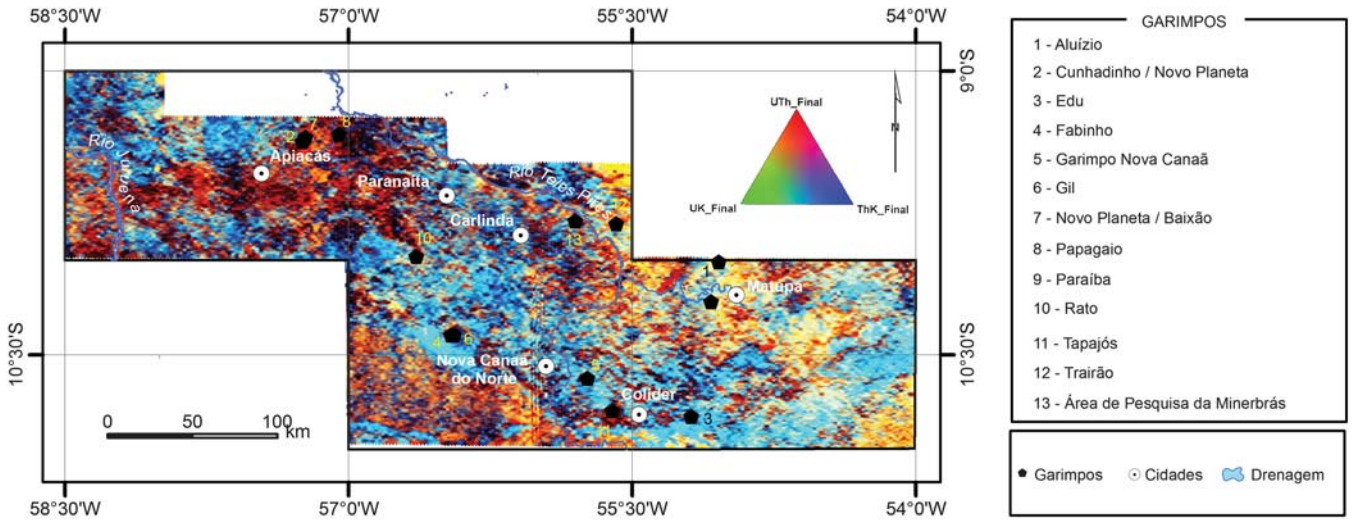


Figura 4.6 – Mapa ternário das razões  $R(eU/eTh)$ - $G(eU/K)$ - $B(eTh/K)$ .

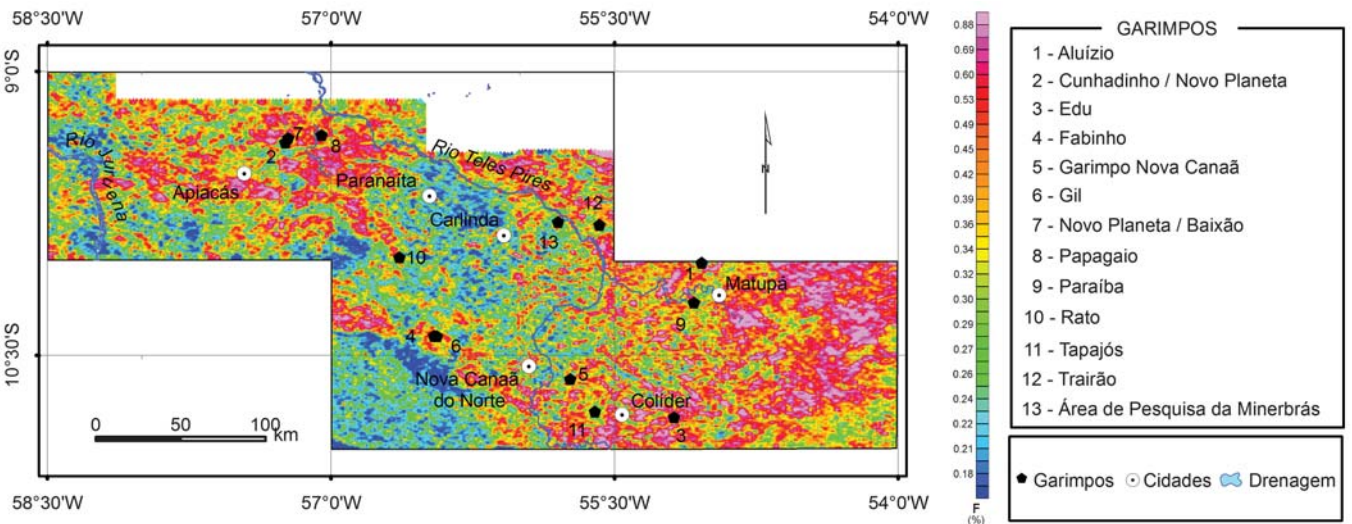


Figura 4.7 – Mapa do Parâmetro  $F = K * eU/eTh$ .

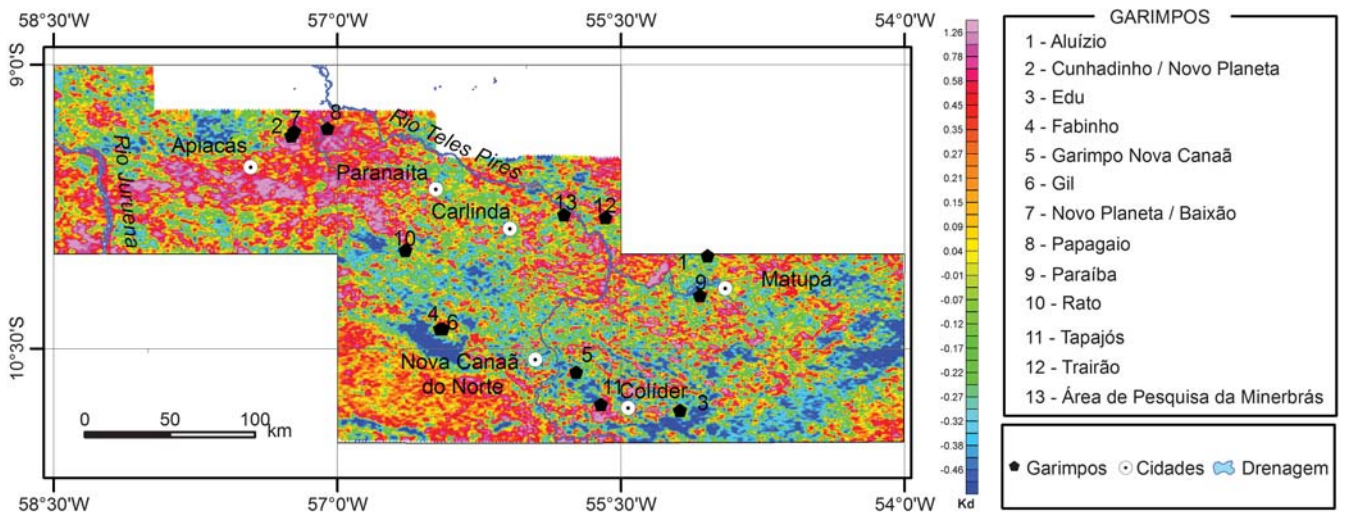


Figura 4.8 – Mapa do potássio anômalo ( $K_d$ ).

Essa unidade, no entanto, não gerou anomalias de  $U_d$ . Anomalias de  $K_d$  e de  $U_d$  foram observadas nas áreas de influência dos garimpos de Tião Fera, Baixa Água Azul, Cunhadinho, Novo Planeta e Bai-

xão, todos encaixados na Suíte Intrusiva Paranaíta (folha Rio São João da Barra).

Os garimpos Crentes e Álvaro Tavares (Folha de Alta Floresta) estão contíguos a anomalias

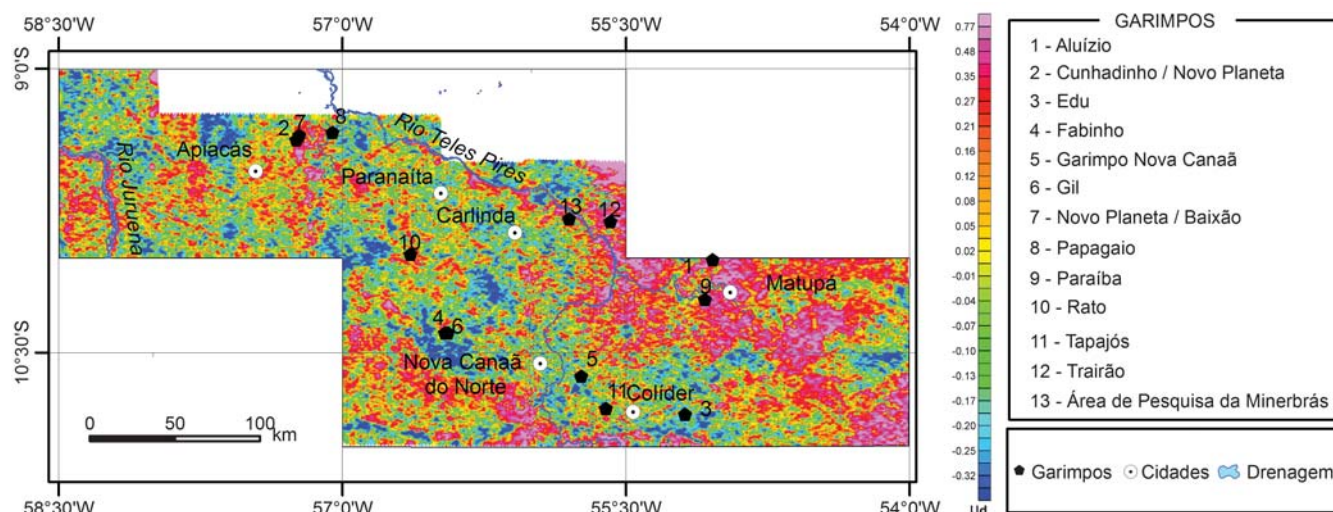


Figura 4.9 – Mapa do urânio anômalo ( $U_d$ ).

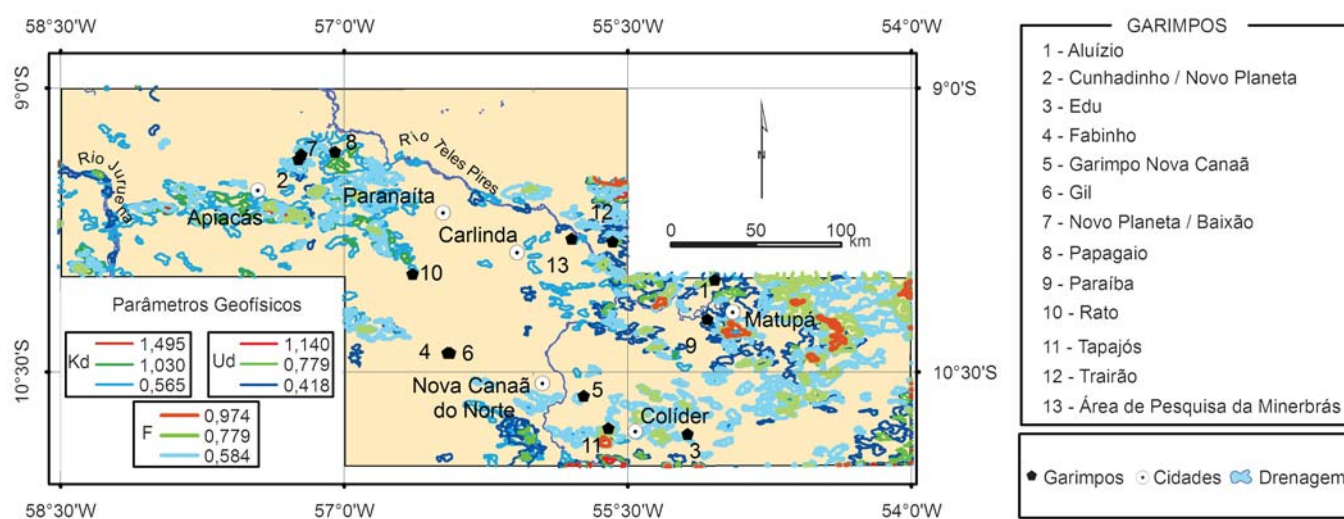


Figura 4.10 – Anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ .

Tabela 4.6 – Anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$  da área de estudo ( $x$  = média;  $s$  = desvio padrão).

Parâmetros gamaespectrométricos	Anomalias
F	1ª ordem ( $x+3s$ ) - 0,974
F	2ª ordem ( $x+2s$ ) - 0,779
F	3ª ordem ( $x+1s$ ) - 0,584
$K_d$	1ª ordem ( $x+3s$ ) - 1,495
$K_d$	2ª ordem ( $x+2s$ ) - 1,030
$K_d$	3ª ordem ( $x+1s$ ) - 0,565
$U_d$	1ª ordem ( $x+3s$ ) - 1,140
$U_d$	2ª ordem ( $x+2s$ ) - 0,779
$U_d$	3ª ordem ( $x+1s$ ) - 0,418

de  $K_d$  de 1ª ordem. Ainda nessa Folha, anomalias de  $K_d$  também ocorrem nos garimpos de Pé de Fora e Serrinha de Alta Floresta, apesar de não se observar uma correlação da forma da zona anômala com o traçado da falha que controla esses dois garimpos (ambos associados à Suíte Intrusiva Paranaíta). A presença de anomalias gamaespectrométricas pouco expressivas nos garimpos anteriormente citados, reflete o confinamento da alteração hidrotermal à zona de falha. No garimpo do Trairão são observadas anomalias dos três parâmetros ( $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ ), provavelmente relacionadas à alteração sericitica do monzogranito hospedeiro

(unidade Granito Nhandu). Anomalias de primeira e segunda ordem, similares às observadas no Trairão, foram também encontradas no contexto do granito Nhandu (margem esquerda do rio Teles Pires, a sul do garimpo Trairão), caracterizando um alvo potencial para ouro. Na porção sul da Folha de Alta Floresta, anomalias de primeira ordem de  $K_d$  foram destacadas nas imediações do garimpo Rato, associada a rochas da Suíte Paranaíta. Ainda nesta folha, anomalias de F de primeira e segunda ordem foram observadas em um corpo granítico aflorante, da Suíte Teles Pires, as quais contribuíram na delimitação do mesmo. Não foram observadas anomalias de  $K_d$  nos garimpos Grotá Rica, Buriti, Trincheira Bloco C, Arara e Valdomiro, todos inseridos no contexto da Folha de Alta Floresta.

Na Folha Ilha 24 de Maio, anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem associam-se ao garimpo do Tapajós, encaixado em rochas da Suíte Intrusiva Nova Canaã. Anomalias de 1ª e 2ª ordem são também observadas nas proximidades da Suíte Nova Canaã, porção noroeste desta folha. Nos garimpos do Gil e do Fabinho não foram identificadas zonas anômalas compatíveis com a mineralogia de alteração hidrotermal descrita nos mesmos.

Na Folha Vila Guarita foram observadas anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem de F relacionadas aos garimpos Serrinha do Matupá e Teto, além de anomalias de 2ª e 3ª ordem de F em rochas da Suíte Intrusiva Matupá (fácies 1). Anomalias de ordens similares do parâmetro F estão também circunscritas ao Granito Nhandu, na margem direita do rio Peixoto de Azevedo, constituindo um alvo para futuros trabalhos prospectivos. De uma maneira geral, a Folha Vila Guarita é a que apresenta maior número de anomalias de 2ª e 3ª ordem de F e  $K_d$ .

Em todas as folhas, as anomalias de  $U_d$  coincidem com as drenagens. Isto pode estar relacionada a diversos fatores. Uma das alternativas possíveis é a lixiviação de granitos e conseqüente precipitação nas aluviões em condições redutoras, pois a região é caracterizada por alto índice pluviométrico.

Com o intuito de complementar e detalhar a interpretação gamaespectrométrica regional, realizada por Parro (1998), foram gerados mapas de composição ternária R(F)-G( $K_d$ )-B( $U_d$ ), conforme ilustrado na Figura 4.11. As áreas em branco, com altos valores dos três parâmetros, e amarelas, com elevados índices de F e  $K_d$ , mostram forte coincidência com áreas onde estão localizados garimpos de ouro primário.

Uma relação dos garimpos de ouro primário com anomalias dos parâmetros F,  $K_d$  e  $U_d$ , de 1ª, 2ª e 3ª ordens consta da Tabela 4.7.

Foram também produzidos mapas da compo-

sição ternária R(F)-G( $K_d$ )-B( $U_d$ ) da unidade Granito Nhandu, das suítes intrusivas Matupá, Flor da Serra, Paranaíta, Colíder, Nova Canaã e do Grupo São Marcelo Cabeça (Fig. 4.12), principais unidades hospedeiras das mineralizações de ouro primário, conhecidas da área de estudo. Estes subconjuntos foram gerados com o objetivo de se restringir os valores mínimos e máximos dos parâmetros em questão, de forma a se obter as variações dentro de cada uma dessas unidades. Nas ilustrações geradas, observa-se a superposição dos contornos dos valores superiores à média, mais dois desvios padrão ( $x + 2s$ ), dos parâmetros F (vermelho),  $K_d$  (verde) e  $U_d$  (azul). Tais áreas de superposição são, em geral, o reflexo de zonas de alteração hidrotermal, ricas em potássio (paragêneses potássicas e/ou filicas), as quais além de produzirem concentrações anômalas de urânio, podem, circunstancialmente, estarem sinalizando com a presença de mineralizações auríferas.

Os mapas das figuras 4.13 a 4.19 representam as anomalias gamaespectrométricas das suítes intrusivas acima citadas, em correspondência com as ocorrências de ouro primário. As tabelas 4.8 a 4.14, por sua vez, trazem os parâmetros estatísticos das mencionadas unidades.

No contexto da unidade Granito Nhandu há coincidência entre as áreas com valores anômalos de F,  $K_d$  e/ou  $U_d$  e o garimpo do Trairão (Fig. 4.13). Outras três áreas anômalas, nas margens esquerda e direita do rio Teles Pires e a NW do garimpo do Trairão, coincidiram com garimpos secundários de ouro. Doze novas áreas anômalas potenciais foram também destacadas, mas não apresentaram associação com garimpos conhecidos. A Tabela 4.8 mostra os dados estatísticos calculados para a unidade Granito Nhandu.

O processamento dos dados gamaespectrométricos da Suíte Intrusiva Matupá (Fig. 4.14) revelou a existência de anomalias, as quais coincidem com os garimpos de Serrinha (parte central da figura), Aluízio, MJBA1 e MJBA2 (porção norte da figura). Um número significativo de anomalias, sem associação direta com garimpos conhecidos, foi revelado. As anomalias se associam preferencialmente às fácies 2 e 4 da Suíte Matupá. Dados estatísticos desta suíte constam da Tabela 4.9.

*Tabela 4.8 – Parâmetros estatísticos do Granito Nhandu.*

Parâmetros	F	$K_d$	$U_d$
x	0,44	0,14	0,14
s	0,19	0,51	0,29
x + 1s	0,63	0,65	0,43
<b>x + 2s</b>	<b>0,82</b>	<b>1,16</b>	<b>0,72</b>
x + 3s	1,01	1,67	1,01

Tabela 4.7 - Correlação das anomalias de 1ª, 2ª e 3ª ordem dos parâmetros F, K<sub>d</sub> e U<sub>d</sub> com garimpos de ouro primário. Legenda: S = presença do valor anômalo associado ao garimpo; N = ausência de valor anômalo associado ao garimpo.

Garimpos	Parâmetro F			Potássio Anômalo (K <sub>d</sub> )			Urânio Anômalo (U <sub>d</sub> )		
	1a ordem	2a ordem	3a ordem	1a ordem	2a ordem	3a ordem	1a ordem	2a ordem	3a ordem
Trairão	N	N	S	N	S	S	N	S	S
Serrinha	S	S	S	N	N	S	N	N	N
Novo Planeta / Baixão	N	N	S	N	S	S	N	N	S
Crentes	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Tião Fera / Baixão Água Azul	N	N	S	N	S	S	N	N	N
Clareira Novo Astro	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Tapajós	S	S	S	S	S	S	N	N	N
Edu	N	N	S	N	N	N	N	N	N
Paraíba	N	N	N	N	N	N	N	N	S
Teto	N	N	S	N	N	N	N	N	S
Fabinho	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Gil	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Buriti/Grotarica	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Valdomiro	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Arara	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Serrinha (Alta Floresta)	N	N	N	N	N	S	N	N	N
Álvaro Tavares	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Pé de Fora	N	N	N	N	N	S	N	N	N
Rato	N	N	N	N	N	S	N	N	N
Armando/Grota Cuamba	N	N	N	N	N	N	N	N	S
Mineiro	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Trincheira Bloco C	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cunhadinho / Novo Planeta	N	N	S	N	S	S	N	N	S
Cabeça / Novo Astro	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Papagaio	N	N	S	N	N	N	N	N	N
Área de Pesquisa da Minerbrás	N	N	N	N	N	S	N	N	N

Tabela 4.9 – Parâmetros estatísticos da Suíte Matupá.

Parâmetros	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
x	0,55	0,10	0,25
s	0,23	0,41	0,30
x + 1s	0,78	0,51	0,55
<b>x + 2s</b>	<b>0,96</b>	<b>0,92</b>	<b>0,85</b>
x + 3s	1,24	1,33	1,15

Tabela 4.12 – Parâmetros estatísticos da Suíte Colider.

Parâmetros	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
x	0,44	-0,04	0,02
s	0,18	0,40	0,24
x + 1s	0,62	0,36	0,26
<b>x + 2s</b>	<b>0,80</b>	<b>0,76</b>	<b>0,50</b>
x + 3s	0,98	1,16	0,74

Tabela 4.10 – Parâmetros estatísticos da Suíte Flor da Serra.

Parâmetros	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
x	0,42	-0,08	0,29
s	0,12	0,25	0,31
x + 1s	0,54	0,17	0,60
<b>x + 2s</b>	<b>0,66</b>	<b>0,42</b>	<b>0,91</b>
x + 3s	0,78	0,67	1,22

Tabela 4.13 – Parâmetros estatísticos do Grupo São Marcelo Cabeça.

	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
X	0,41	0,06	3,94
S	0,14	0,33	0,76
x + 1s	0,55	0,39	4,70
<b>x + 2s</b>	<b>0,69</b>	<b>0,72</b>	<b>5,46</b>
x + 3s	0,83	1,05	6,22

Tabela 4.11 – Parâmetros estatísticos da Suíte Paranaíta.

Parâmetros	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
x	0,34	0,15	-0,03
s	0,14	0,42	0,20
x + 1s	0,48	0,57	0,17
<b>x + 2s</b>	<b>0,62</b>	<b>0,99</b>	<b>0,37</b>
x + 3s	0,76	1,41	0,57

Tabela 4.14 – Parâmetros estatísticos da Suíte Nova Canaã.

Parâmetros	F	K <sub>d</sub>	U <sub>d</sub>
X	0,42	-0,013	-0,061
S	0,21	0,48	0,20
x + 1s	0,63	0,47	0,14
<b>x + 2s</b>	<b>0,84</b>	<b>0,95</b>	<b>0,34</b>
x + 3s	1,05	1,43	0,54

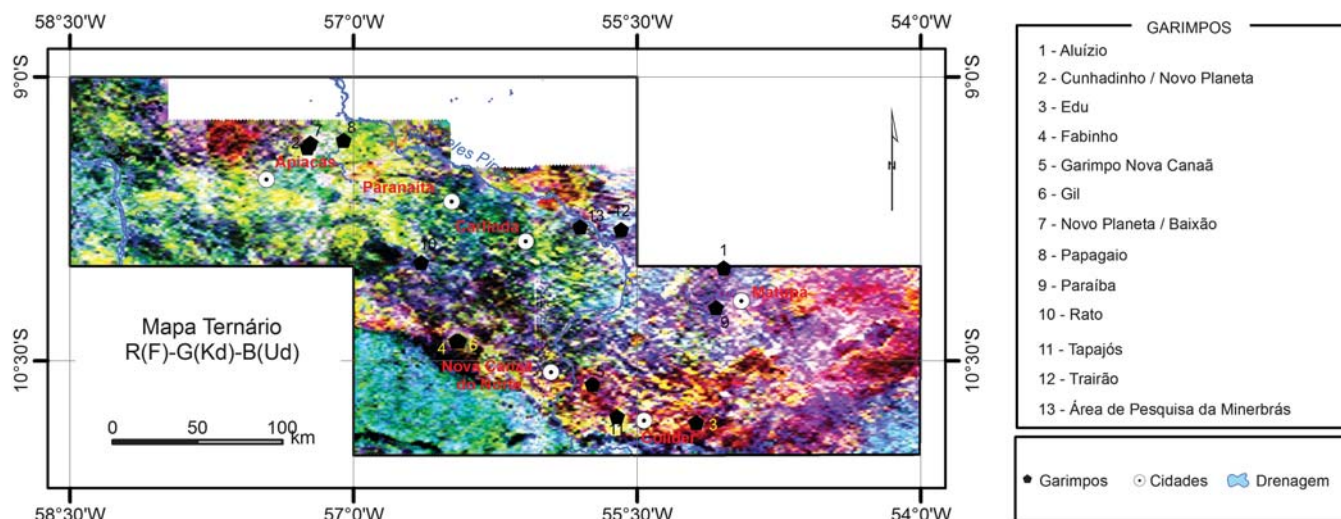


Figura 4.11 - Mapa dos parâmetros ternários  $R(F)$ - $G(K_d)$ - $B(U_d)$ . Em branco destacam-se áreas com elevados valores dos três parâmetros e em amarelo áreas com altos índices de  $F$  e  $K_d$ .

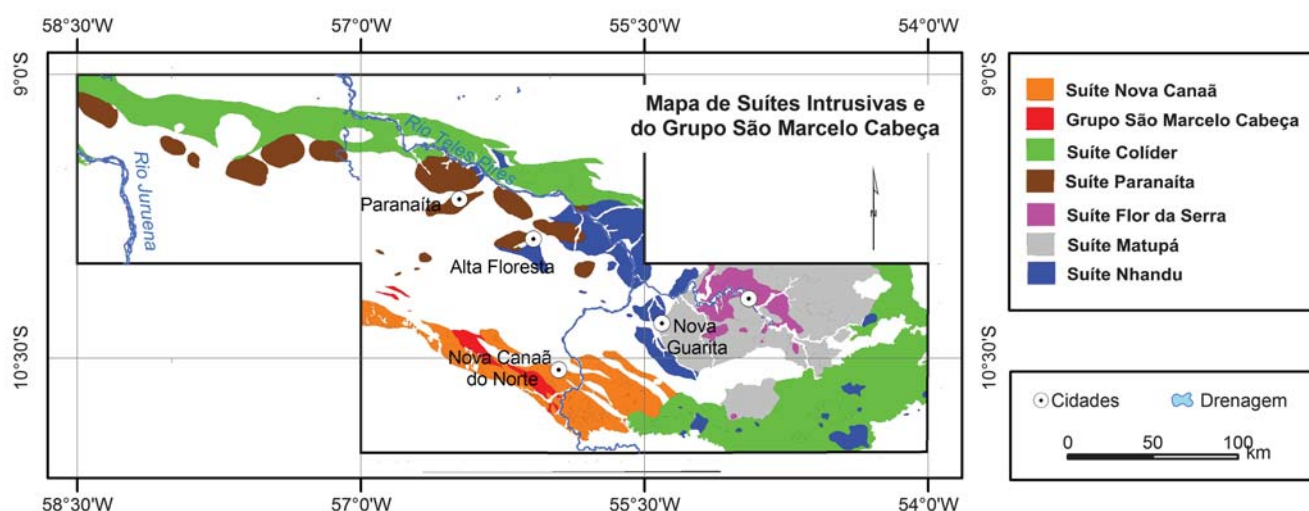


Figura 4.12. Unidades litoestratigráficas para as quais foram formados subconjuntos para os parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ .

O processamento realizado para o subconjunto Suíte Intrusiva Flor da Serra (Fig. 4.15) demonstrou um ajuste perfeito das áreas anômalas de  $F$  e  $K_d$  com o garimpo Filão do Paraíba. Outras seis áreas anômalas coincidem com garimpos secundários de ouro e 15 novas áreas são indicadas para estudos posteriores. A Tabela 4.10 mostra os dados estatísticos da Suíte Flor da Serra.

Para o subconjunto relativo à Suíte Intrusiva Paranaíta, o processamento destacou áreas anômalas de  $F$ ,  $K_d$  e/ou  $U_d$  coincidentes (ou nas imediações) com os garimpos Tião Fera/Baixão, Água Azul, Cunhadinho/Novo Planeta, Valdomiro, Buriti/Grota, Rica, Trincheira Bloco C e Pé de Fora (Fig. 4.16). Quatro outras áreas potenciais, associadas a esta suíte, foram indicadas. A Tabela 4.11 mostra os dados estatísticos da Suíte Paranaíta.

Para o subconjunto Suíte Colíder (Fig. 4.17), foram assinaladas áreas anômalas circunscritas aos garimpos Baixão/Novo Planeta, Papagaio e imediação dos garimpos Crentes, Álvaro Tavares e Tapajós. Duas outras áreas anômalas, localizadas na porção leste da Folha Vila Guarita, coincidiram com garimpos secundários de ouro. Quinze novas áreas potenciais foram indicadas. A Tabela 4.12 mostra os dados estatísticos da Suíte Colíder.

Os resultados obtidos para o Grupo São Marcelo Cabeça não mostraram correspondência das áreas anômalas de  $F$ ,  $K_d$  e/ou  $U_d$  com garimpos conhecidos. Entretanto, seis zonas anômalas foram delineadas (Fig. 4.18), possivelmente representando contexto geológico de alteração hidrotermal distinto do encontrado nos Garimpos de Gil/Fabinho. A Tabela 4.13 mostra os dados estatísticos.

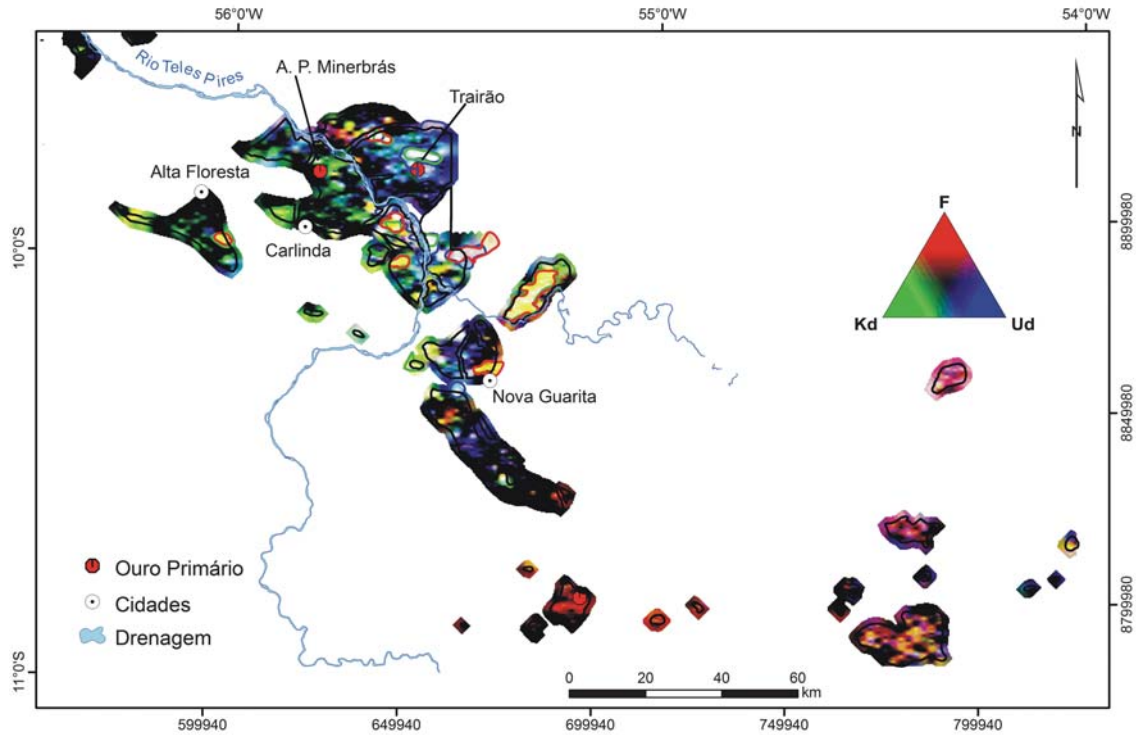


Figura 4.13 – Mapa da composição ternária  $R(F)-G(K_d)-B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) do Granito Nhandu ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

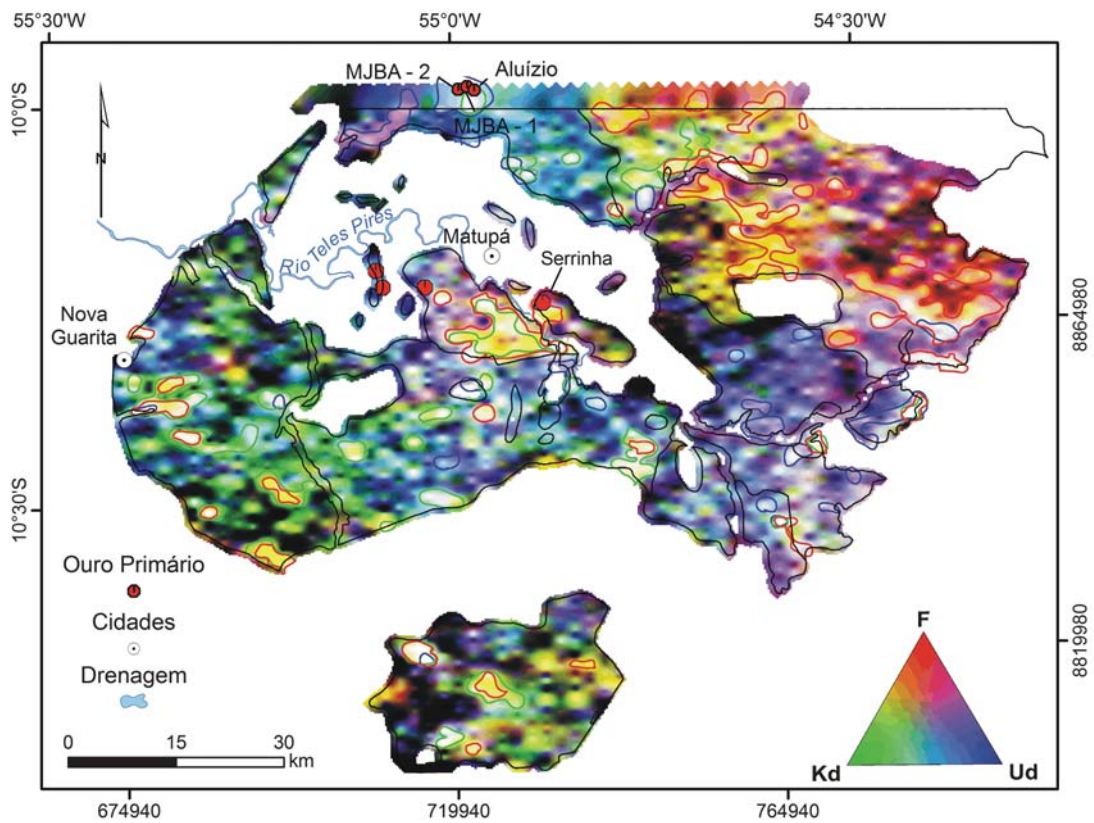


Figura 4.14 – Mapa ternário  $R(F)-G(K_d)-B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) da Suíte Matupá ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).



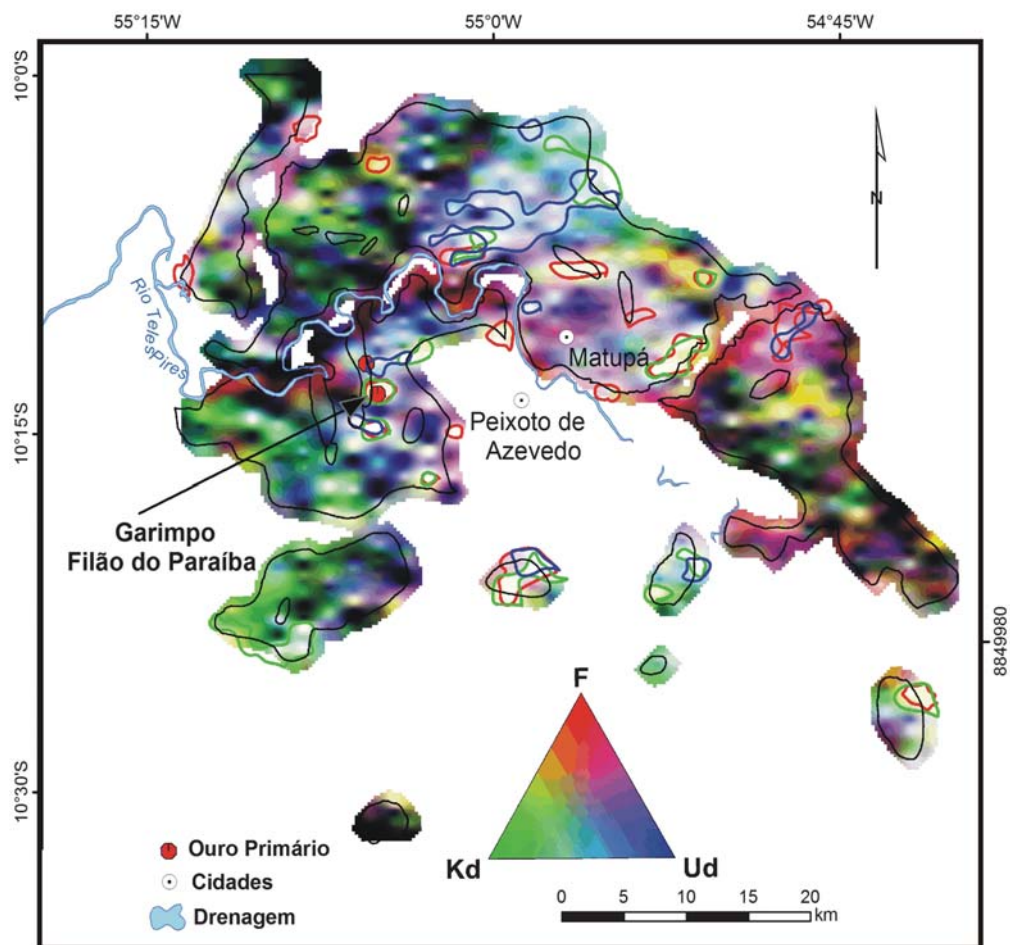


Figura 4.15 - Mapa ternário  $R(F)-G(K_d)-B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) da Suíte Flor da Serra ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

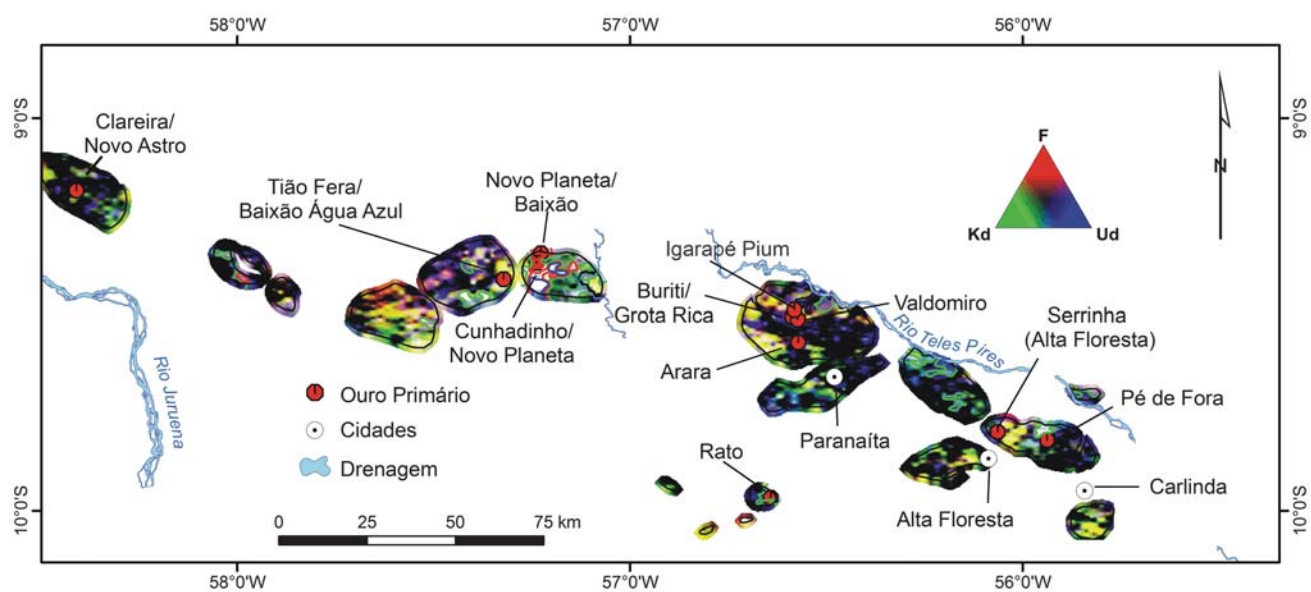


Figura 4.16 - Mapa ternário  $R(F)-G(K_d)-B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) da Suíte Paranaíta ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

cos da Suíte São Marcelo Cabeça.

Para a Suíte Nova Canaã, o processamento indicou áreas anômalas dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e/ou  $U_d$  delimitadas nas imediações dos garimpos Tapajós e Nova Canaã. Outras vinte áreas anômalas potenciais foram indicadas, mas sem associação com garimpos de ouro conhecidos (Fig. 4.19). A Tabela 4.14 mostra os dados estatísticos da Suíte

Nova Canaã.

#### 4.2.2 - Magnetometria

Com a finalidade de definir o arcabouço estrutural magnético da área foram aplicados vários métodos de realce de anomalias magnéticas, os quais foram sugeridos principalmente por Fedi &

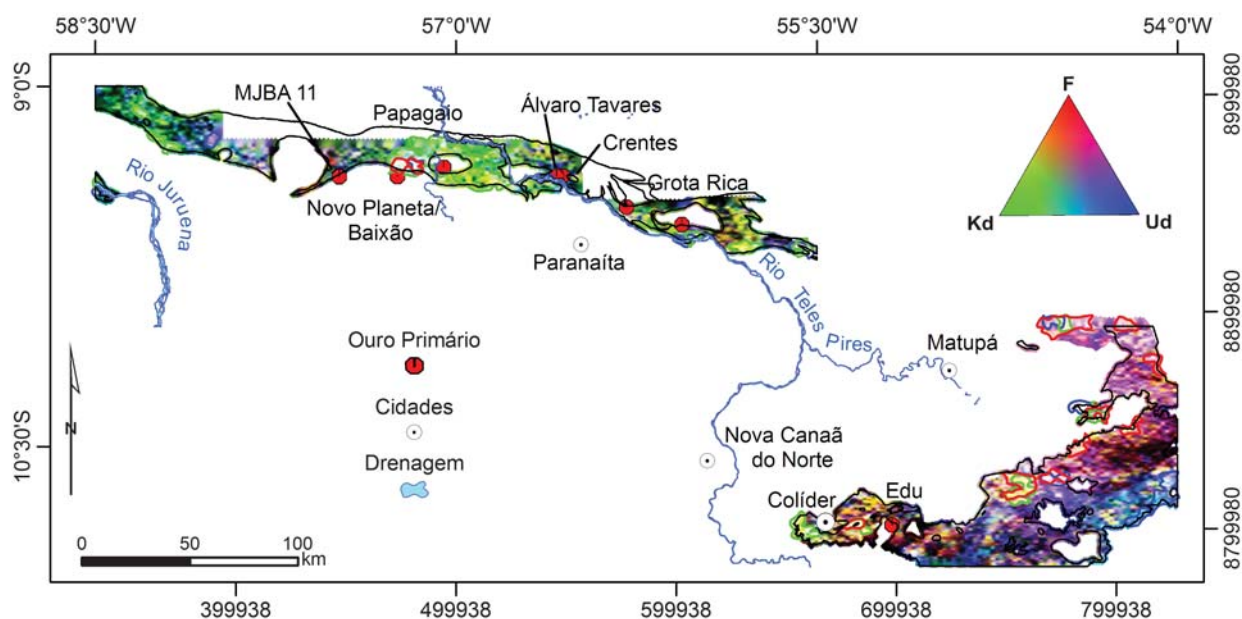


Figura 4.17 – Mapa ternário  $R(F)$ - $G(K_d)$ - $B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) da Suíte Colíder ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

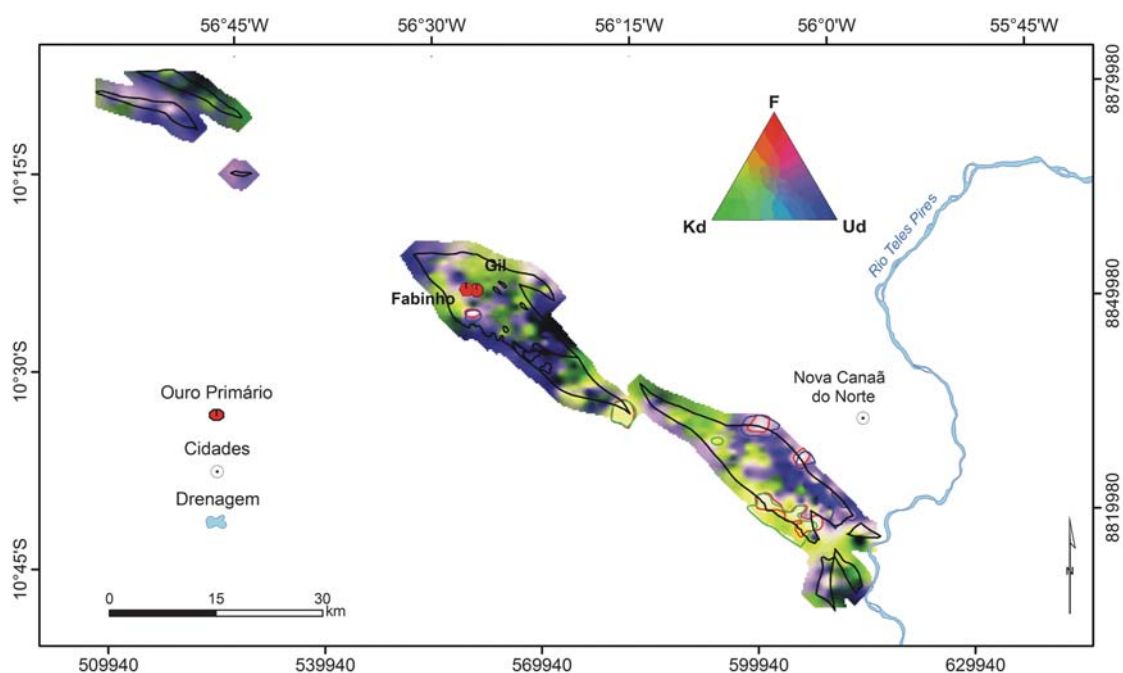


Figura 4.18 – Mapa ternário  $R(F)$ - $G(K_d)$ - $B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) do Grupo São Marcelo Cabeça ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

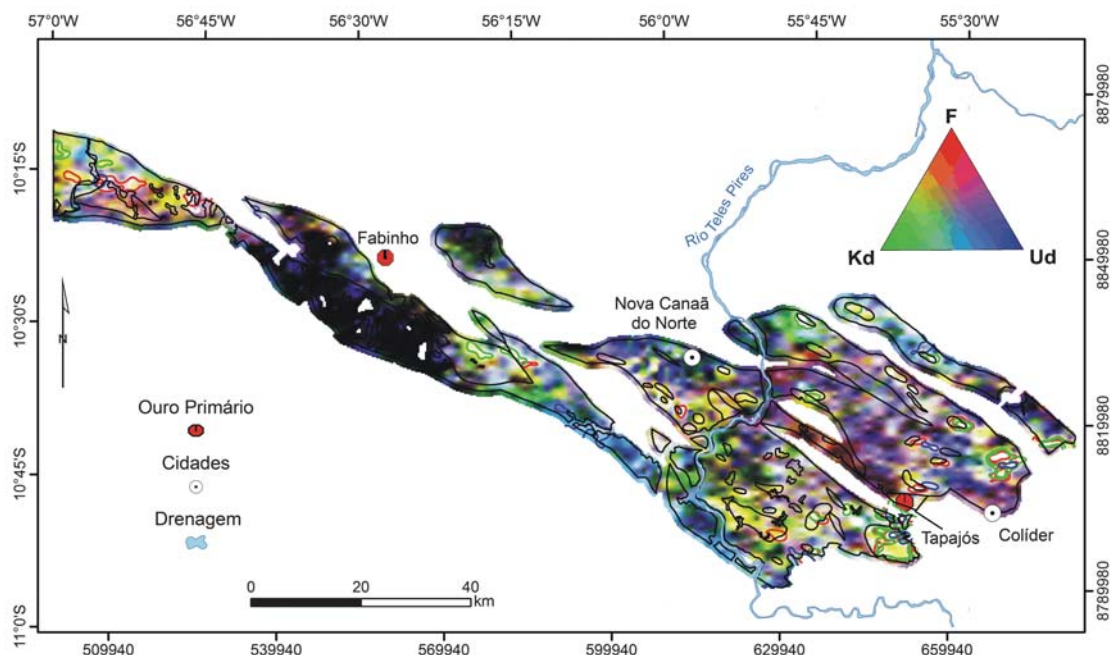


Figura 4.19 – Mapa ternário  $R(F)-G(K_d)-B(U_d)$  e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x+2s$ ) da Suíte Nova Canaã ( $F$  = vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

Florio (2001), Verduzco *et al.* (2004) e Debeglia *et al.* (2006), com modificações introduzidas por Ferreira (2006). Os métodos aplicados foram os seguintes:

- 1) Integral Vertical (INTG) – *e.g.* Silva (1996);
- 2) Gradiente Vertical ( $dT/dz$ ) – Evjen (1936);
- 3) Gradientes Horizontais ( $dT/dx$ ;  $dT/dy$ ) – Cordell & Grauch (1985);
- 4) Gradiente Horizontal Total (THDR), onde  $THDR = [(dT/dx)^2 + (dT/dy)^2]^{1/2}$  (Cordell & Grauch 1985);
- 5) Sinal Analítico Simples (AS), onde  $AS = [(dT/dx)^2 + (dT/dy)^2 + (dT/dz)^2]^{1/2}$  (Nabighian, 1972, 1974 e 1984; Roest *et al.* 1992);
- 6) Fase do Sinal Analítico (TDR), onde  $TDR = (dT/dz)/[(dT/dx)^2 + (dT/dy)^2]^{1/2}$  (Miller & Singh, 1994 a,b);
- 7) Fase do Sinal Analítico de Segunda Ordem (STDR), onde  $STDR = (dTDR/dz)/[(dTDR/dx)^2 + (dTDR/dy)^2]^{1/2}$  (Ferreira, 2006);
- 8) Gradiente Horizontal Total da Fase do Sinal Analítico (THDR\_TDR), onde  $THDR\_TDR = [(dTDR/dx)^2 + (dTDR/dy)^2]^{1/2}$  (Verduzco *et al.*, 2004);
- 9) Fase do Sinal Analítico do Gradiente Horizontal Total (TDR\_THDR), onde  $TDR\_THDR = (dTHDR/dz)/[(dTHDR/dx)^2 + (dTHDR/dy)^2]^{1/2}$  (Ferreira, 2006).

Os nove procedimentos indicados acima foram testados no *grid* original e continuados para 1000, 2000 e 5000 m. A comparação entre eles, para um mesmo tema de processamento, mostrou

que os melhores produtos para a interpretação magnética-estrutural qualitativa foram os seguintes mapas magnéticos (Figs. 4.20 a 4.30): (i) residual; (ii) residual, indicando as anomalias dipolares e as ocorrências de ouro primário; (iii) continuado a 1000 m; (iv) continuado a 2000 m; (v) sinal analítico (1000m); (vi) sinal analítico (2000m); (vii) primeira derivada vertical (2000); (viii) sinal analítico da primeira derivada vertical (2000m); (ix) fase do sinal analítico (1000m); (x) fase do sinal analítico (2000m); e (xi) fase do sinal analítico (5000m).

A Figura 4.31 mostra o mapa das principais estruturas magnéticas, baseado nos mapas anteriores e na interpretação de Parro (1998).

Com o objetivo de visualizar estruturas com raízes profundas, foram gerados mapas magnéticos transformados a partir da continuação para 5000 metros. A interpretação magnética destes temas resultou no mapa de estruturas profundas apresentado na Figura 4.32.

Na interpretação aeromagnetométrica de assinaturas dipolares, cerca de 50 feições foram selecionadas (Fig. 4.31 e Tabela 4.15). As anomalias dipolares refletem corpos tridimensionais (tipo *pipe*) e podem representar intrusões de rochas básicas/ultrabásicas ou alcalinas. Dos dipolos selecionados, apenas dois associaram-se a garimpos conhecidos de ouro primário: Trairão e Tapajós. Portanto, de uma maneira geral, a relação das anomalias dipolares com as ocorrências de ouro, não parece constituir uma feição marcante

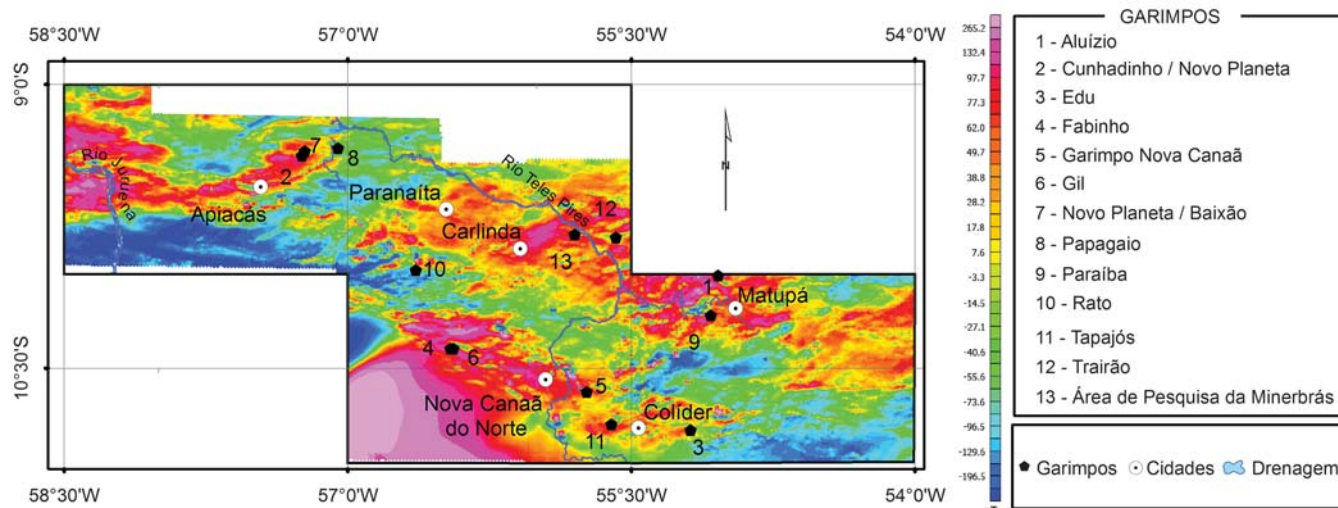


Figura 4.20 – Mapa magnético residual.

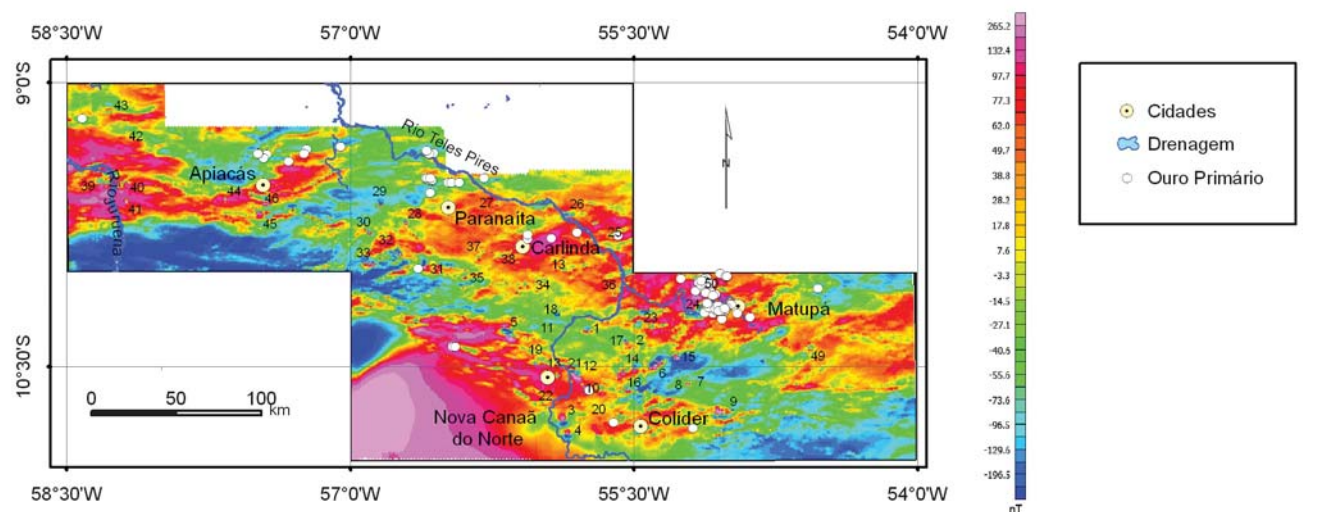


Figura 4.21 – Mapa magnético residual, indicando as principais anomalias dipolares (numeradas) e as ocorrências de ouro primário (pontos brancos).

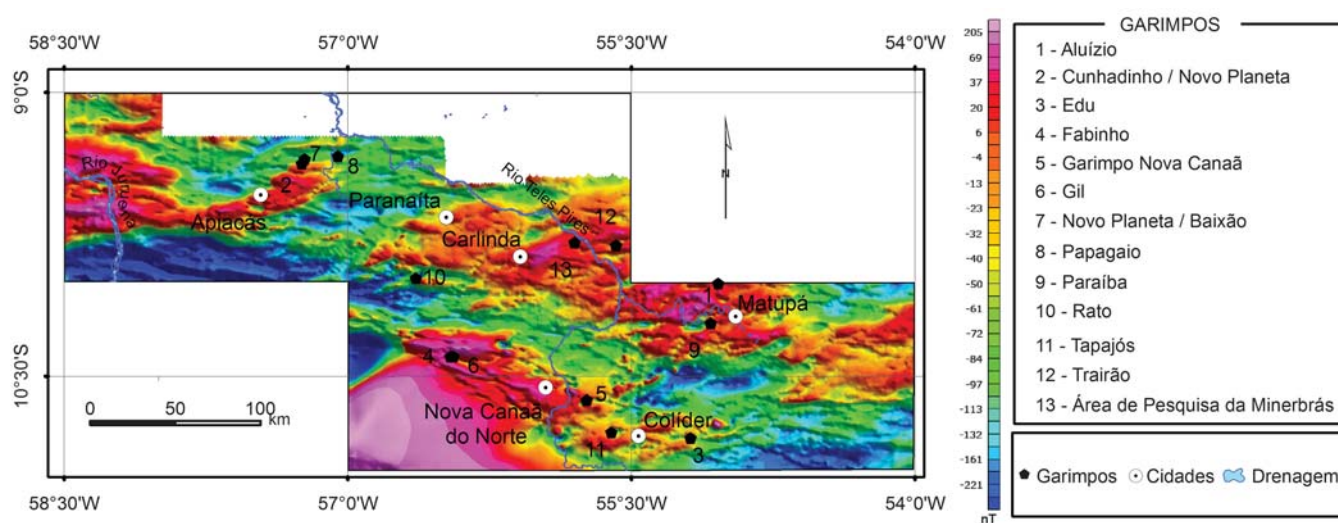


Figura 4.22 – Mapa magnético residual, continuado a 1000 m.

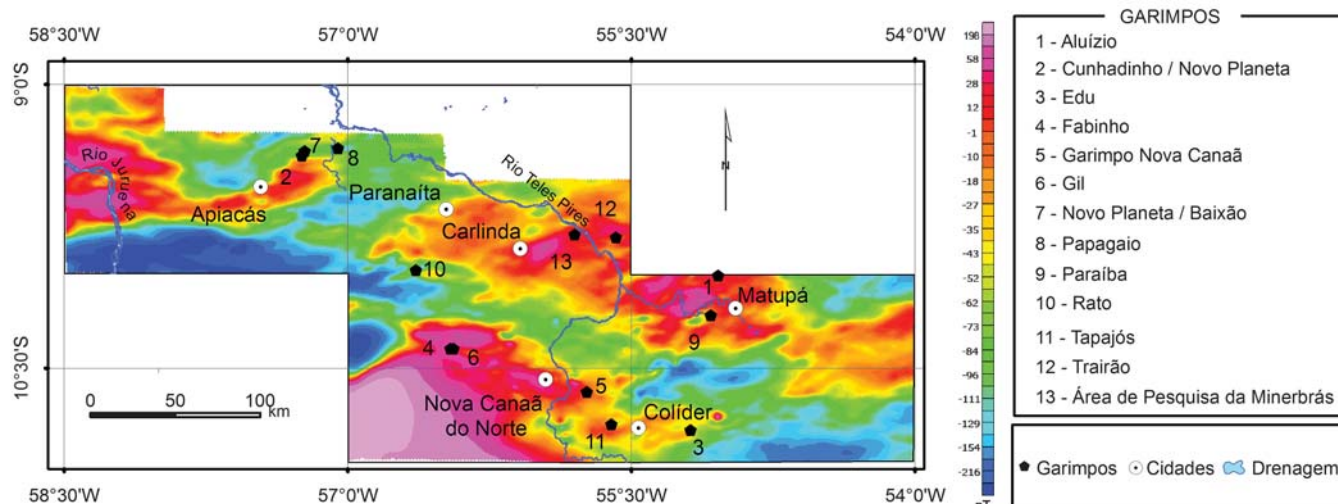


Figura 4.23 – Mapa magnético residual, continuado a 2000 m.

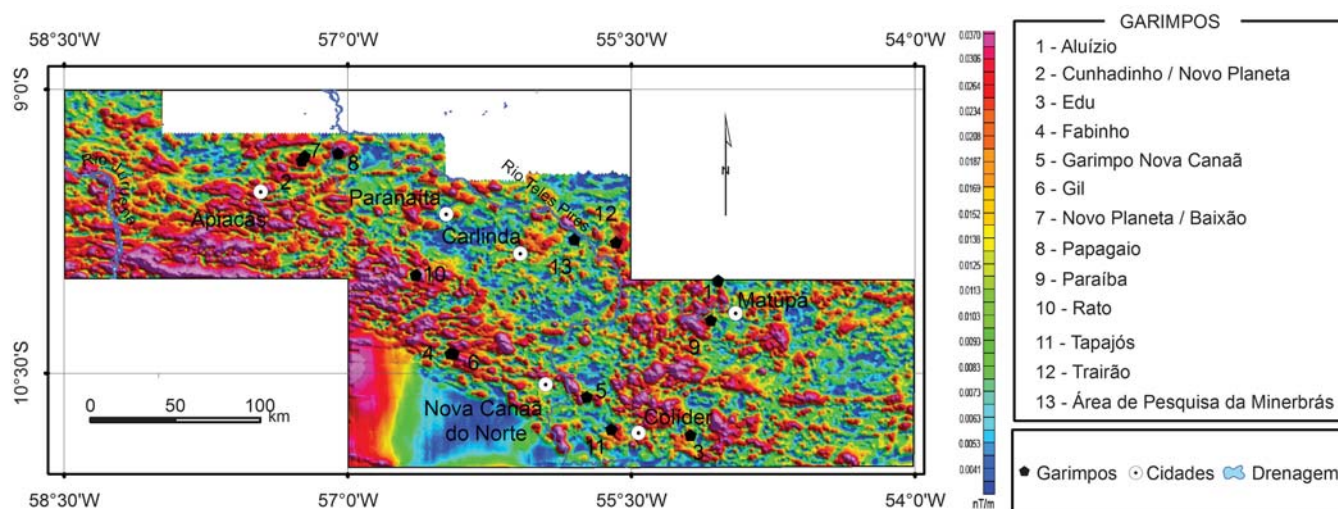


Figura 4.24 – Mapa do sinal analítico do campo magnético (1000 m).

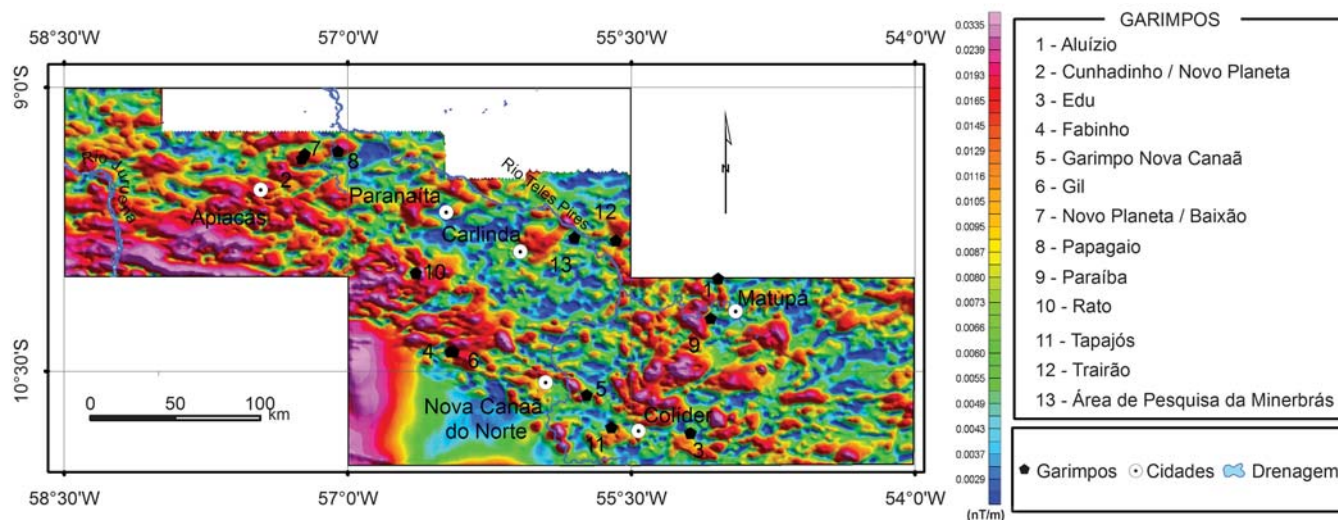


Figura 4.25 – Mapa do sinal analítico do campo magnético (2000 m).

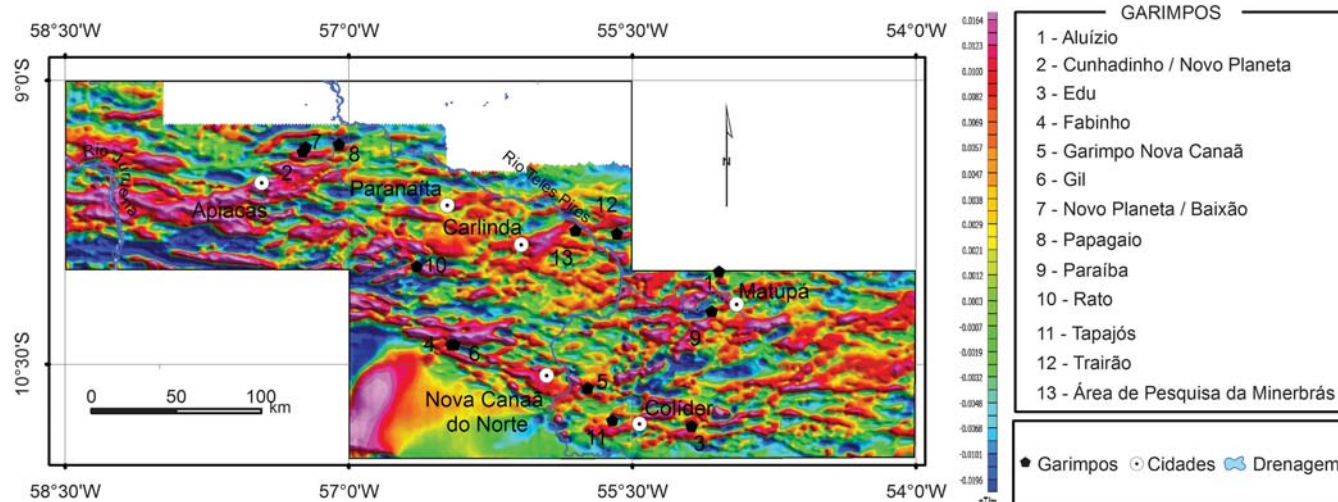


Figura 4.26 – Mapa da primeira derivada vertical do campo magnético (2000 m).

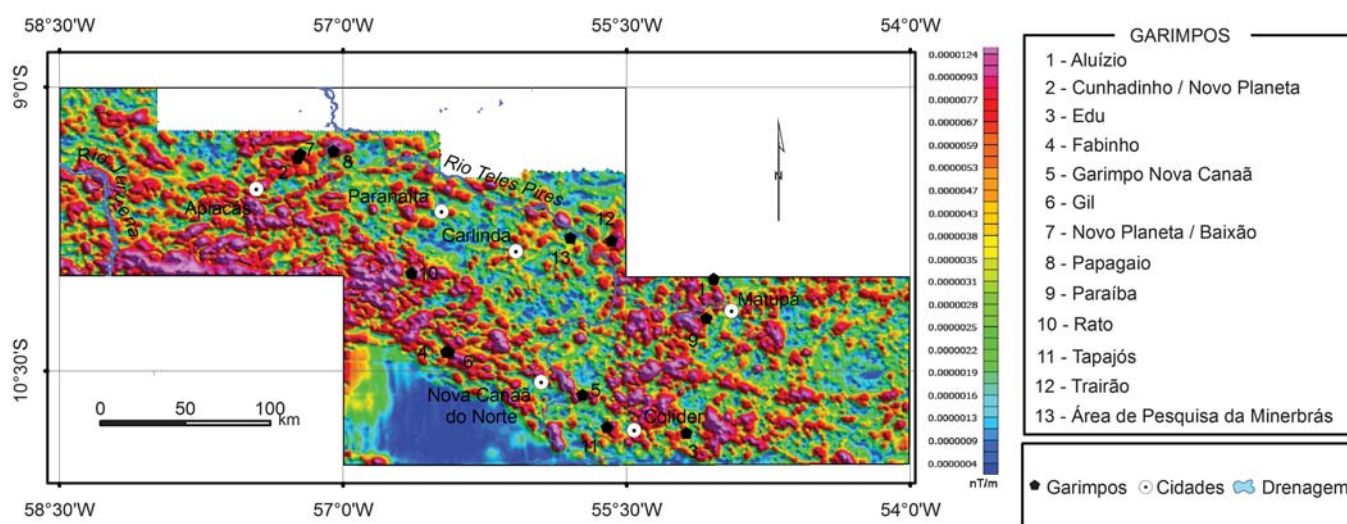


Figura 4.27 – Mapa do sinal analítico da primeira derivada vertical (2000 m).

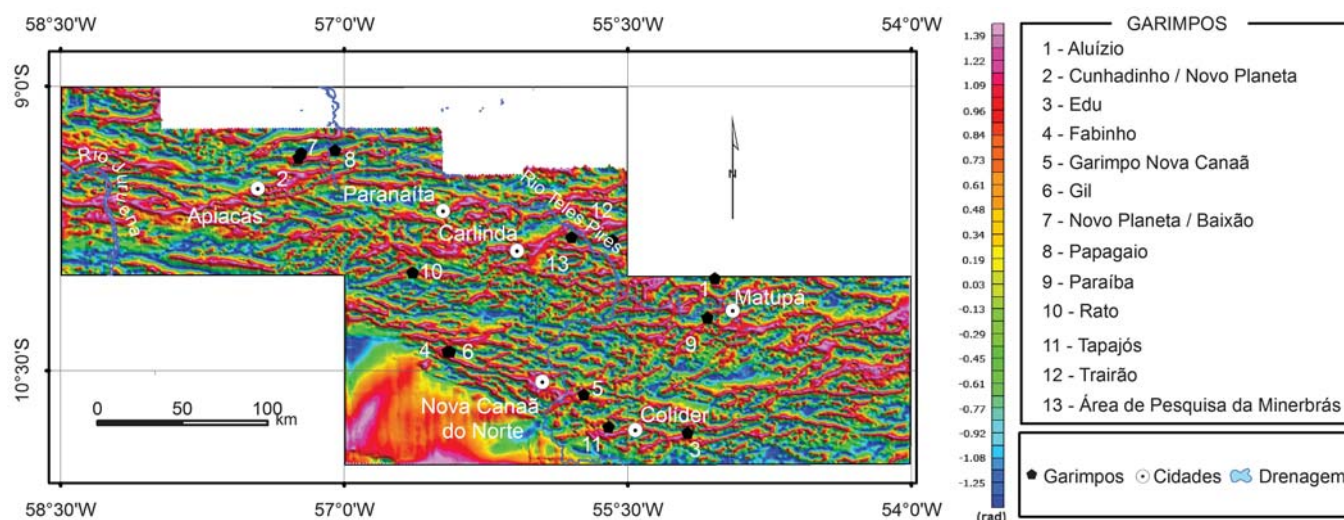


Figura 4.28 – Mapa da fase do sinal analítico (1000 m).

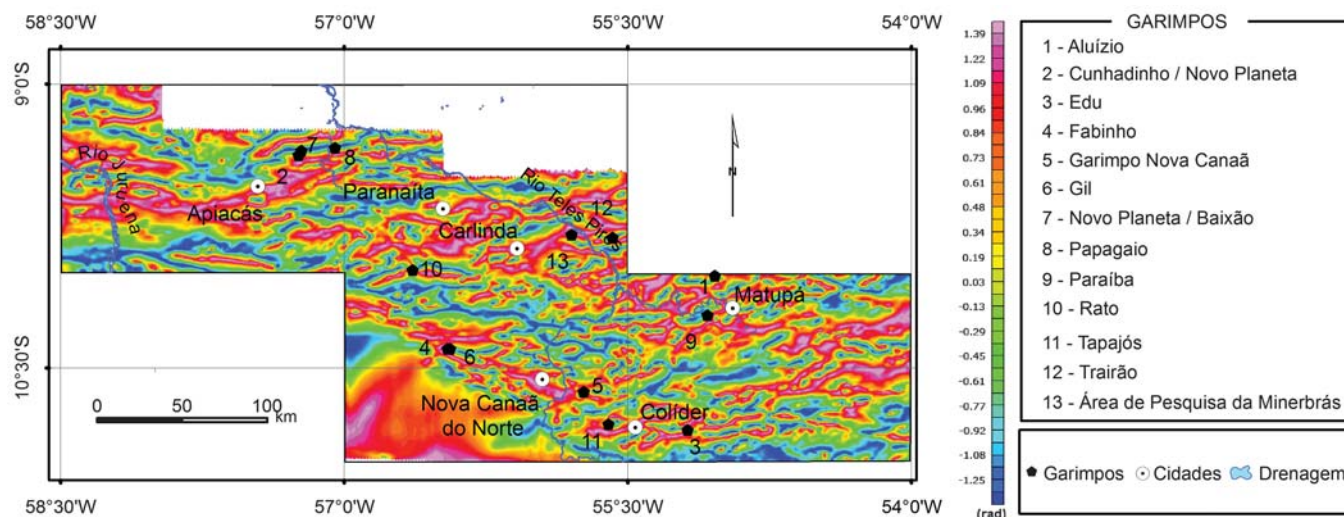


Figura 4.29 – Mapa da fase do sinal analítico (2000 m).

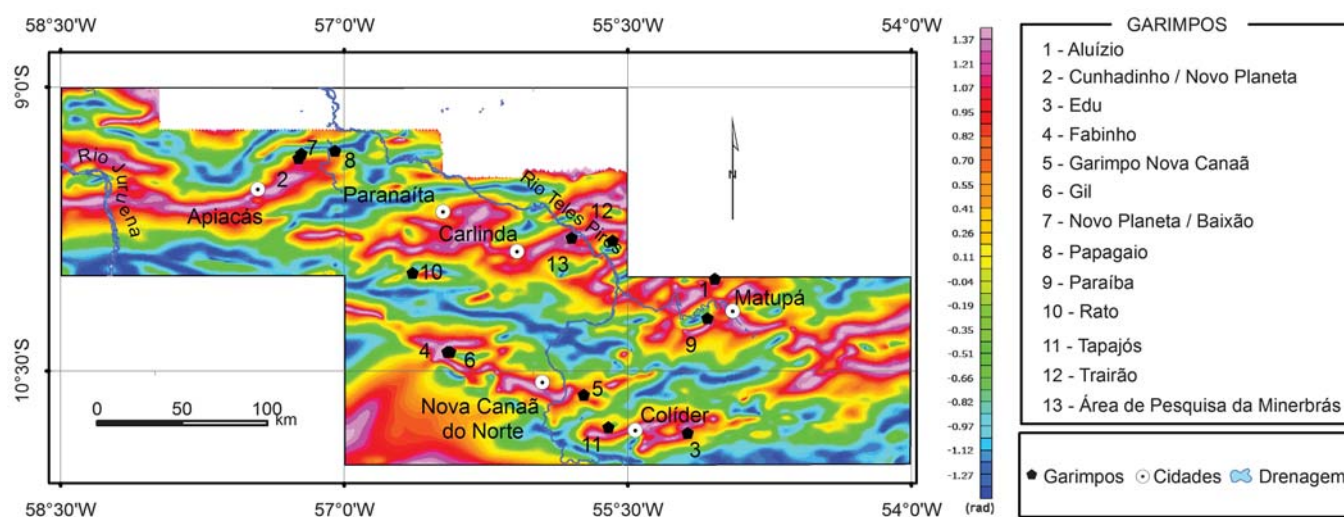


Figura 4.30 – Mapa da fase do sinal analítico (5000 m).

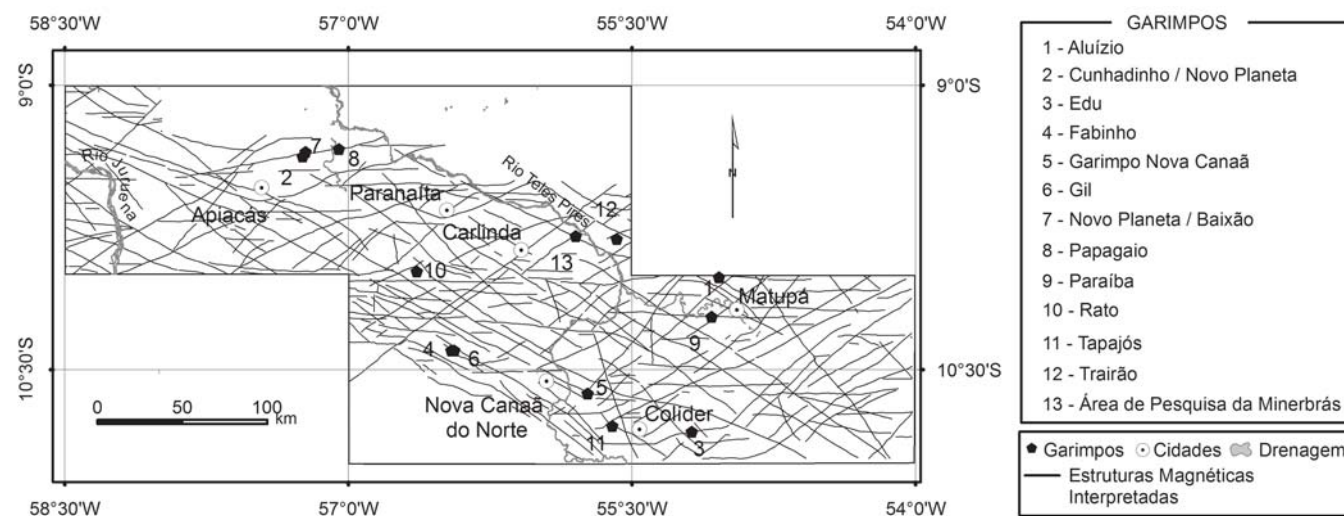


Figura 4.31 – Mapa de interpretação magnética qualitativa (baseado em Parro 1998). Linha cheia estrutura definida; linha tracejada estrutura inferida.

Tabela 4.15 – Relações das anomalias dipolares com as unidades geológicas definidas em Souza et al. (2005) e garimpos de ouro.

Dipolos	Descrição
1	Associado com as unidades Vitória (Complexo Nova Monte Verde de Souza et al. 2005)/São Romão.
2 e 17	Ocorre na borda do Granito Nhandu, porção onde não há registro de garimpo de ouro.
3 e 4	Proeminentes de polarização invertida relacionados à Suíte Nova Canaã.
5 e 35	Regiões com exposições de rochas da Suíte Vitória.
6	Associado à porção central do Granito Nhandu. A sul/sudeste do dipolo, distando cerca de 4 km, ocorrem rochas das Intrusivas Máficas Guadalupe
9	2,5 km ao sul do centro da anomalia ocorrem rochas da Suíte Flor da Serra (contato entre as suítes Flor da Serra e Matupá).
10 e 20	Associado à fácies 4 da Suíte Nova Canaã (D10) e contato da Fácies 3 desta suíte com o Granito São Pedro (D20).
11	Associado ao Complexo Bacaerí-Magno.
12	De assinatura pouco significativa.
13	Associado à fácies 4 da Suíte Nova Canaã, próximo ao contato entre a Suíte Nova Canaã e o Granito São Pedro.
14	No centro do dipolo ocorrem rochas da unidade Intrusivas Máficas Guadalupe.
7, 8 e 15	Pouco significativos.
16	Centro do dipolo em rochas da Suíte Nova Canaã, próxima ao contato com o Granito São Pedro.
18	Associado ao Granito São Pedro.
19	Centro do dipolo no Granito São Romão.
21	No contato entre o Granito São Pedro e a Suíte Intrusiva Nova Canaã.
23	Provavelmente reflete rochas básicas da Suíte Paranaíta (Intrusivas Básicas Guadalupe de Souza et al. 2005).
24	Grande dipolo na Suíte Intrusiva Flor da Serra. Pode, possivelmente, constituir zona de conduto desta unidade.
25	Rochas do Granito Nhandu (borda). A leste ocorre outro dipolo menos expressivo e alinhado com o garimpo do <b>Trairão</b> .
26	Circunscreve um corpo da Suíte Paranaíta.
27	O centro do dipolo situa-se na borda de um corpo da unidade Suíte Paranaíta.
28 e 29	ituam-se no contexto da unidade Granito São Pedro.
30, 31, 32 e 35	Formam um <i>trend</i> NW-SE.
30 e 45	<i>Trend</i> dos dipolos marcam unidade mapeada como Suíte Vitória.
31 e 32	Associados à falha de contato entre o Granito São Pedro e o Complexo Bacaerí-Mogno.
33	Associado a rochas máficas do Complexo Bacaerí – Mogno. Dista cerca de 9 km do extremo oeste de um dos corpos da unidade Suíte Vitória.
34	O centro da anomalia está na unidade Granito São Pedro, mas dista cerca de 3 km da Suíte Vitória (Complexo Nova Monte Verde de Souza et al. 2005).
36	Centro do corpo da unidade Granito Nhandu, próximo à confluência de drenagens.
37	O centro do dipolo localiza-se entre as unidades Granito São Pedro e Suíte Juruena.
38	Associado a rochas básicas da Suíte Paranaíta (unidade Intrusivas Básicas Guadalupe de Souza et al. 2005).
39, 40, 41 e 44	Associados à rochas da Suíte Vitória.
42	O centro do dipolo fica no contexto das vulcânicas Colíder. É interessante destacar que segue o <i>trend</i> da unidade Intrusivas Básicas Guadalupe.
43	Profundo, demonstrado pelo afastamento do centro dos dipolos. Em superfície, corresponde a rochas da unidade Suíte Colíder. O dipolo encontra-se também 5 km a sudoeste de rochas básicas da Suíte Paranaíta (unidade Intrusivas Básicas Guadalupe de Souza et al. 2005).
45 e 46	Associados à unidade Granito São Pedro.
49	Dipolo no centro de um corpo da fácies 3 da Suíte Matupá.
50	Grande dipolo na Suíte Intrusiva Flor da Serra. Pode ser o conduto ou foco de extravasamento do corpo plutônico.
Garimpo do Tapajós	Dipolos invertidos, pouco expressivos, associados a rochas da Suíte Nova Canaã.



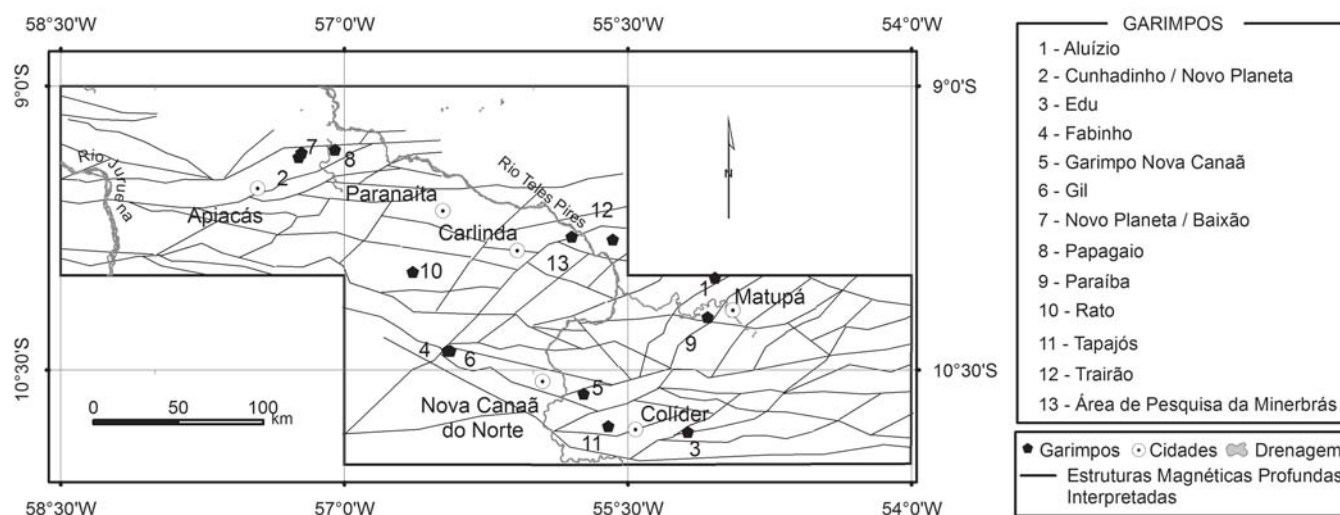


Figura 4.32 – Estruturas magnéticas profundas interpretadas com base em mapas magnéticos, transformados a partir da continuação para 5000 metros.

na área do Projeto Juruena-Teles Pires.

#### 4.2.3 - Integração gamaespectrométrica-magnética

Visando identificar eventuais controles estruturais das ocorrências de ouro primário e das anomalias gamaespectrométricas indicadas nos mapas ternários das Figuras 4.13 a 4.19, foram confrontados os temas de estruturas magnéticas interpretadas (Fig. 4.31) com os mapas de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ), das suites Flor da Serra, Colider, Matupá, Nhandu, Nova Canaã, Paranaíta e do Grupo São Marcelo Cabeça (Figs. 4.33 a 4.39). Os valores das médias, mais dois desvios padrão de  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ , assinalados nas últimas figuras, são os mesmos das Tabelas 4.6 a 4.12. Na maior parte dos casos, verifica-se uma nítida associação entre as zonas anômalas e estruturas magnéticas, a exemplo do que se observa nos garimpos de Serrinha, Pé de Fora, Paraíba, Cunhadinho/Novo Planeta e Novo Planeta/Baixão.

#### 4.3 - Conclusões

Os principais domínios e subdomínios gamaespectrométricos e magnetométricos definidos, e que foram acima descritos e comentados, bem como o arcabouço estrutural-magnético da área de estudo, embora ainda carentes de um melhor

ajuste às informações geológicas disponíveis, apresentam-se como ferramentas de fundamental importância para delimitação de áreas favoráveis à presença de mineralizações auríferas. A caracterização das estruturas magnéticas coincide, em grande parte, com as interpretações de Parro (1998), tendo sido complementada com a proposição de um mapa de estruturas profundas. O detalhamento gamaespectrométrico realizado para as diferentes unidades litoestratigráficas, com base em mapas ternários e de anomalias gamaespectrométricas de segunda ordem ( $x + 2s$ ), dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ , representativos da alteração hidrotermal potássica/fílica, em associação com a integração gamaespectrométrica-magnética, realçou a associação intrínseca entre as alterações hidrotermais e algumas estruturas da área. Paralelamente, estes mapas integrados revelaram a existência de relações espaciais de grande parte das ocorrências de ouro primário com zonas de interseção das assinaturas gamaespectrométricas específicas e estruturas profundas (interpretadas) e rasas. O reconhecimento dessas associações em áreas sem ocorrências de ouro conhecidas, permitiu que fossem apontadas novas áreas de favorabilidade (possíveis alvos exploratórios). Futuros trabalhos geológicos e geofísicos de campo nesses alvos poderão consolidar os métodos aplicados como ferramentas importantes de exploração mineral para ouro na área estudada.

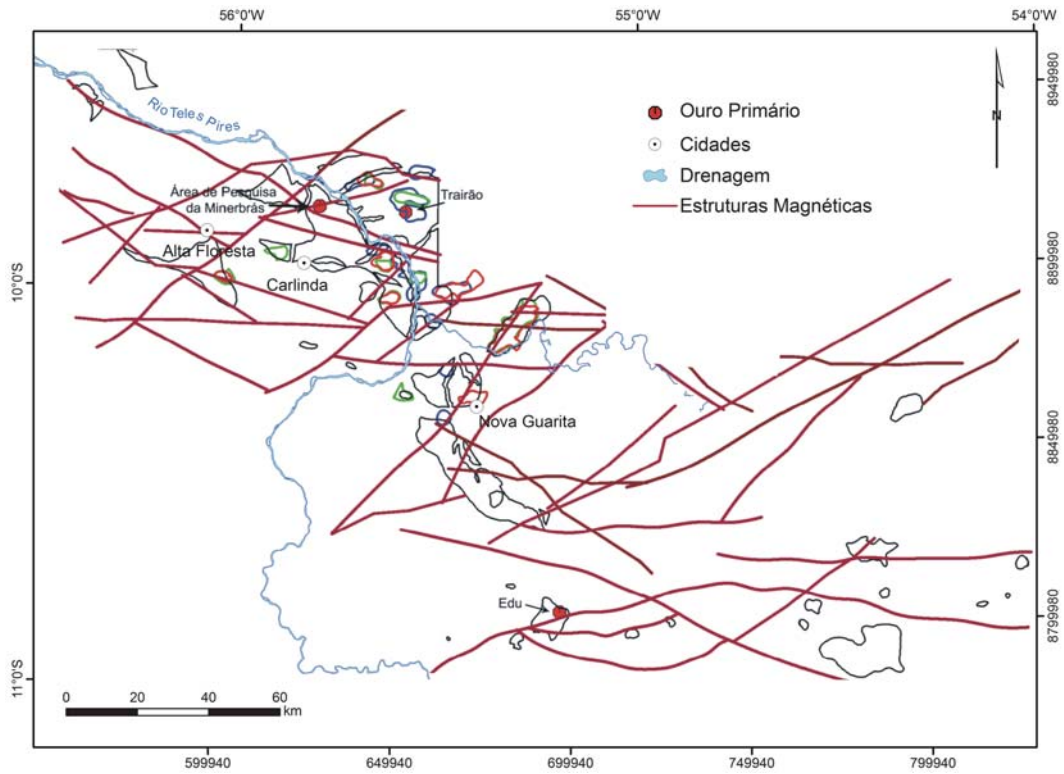


Figura 4.33 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Nhandu ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

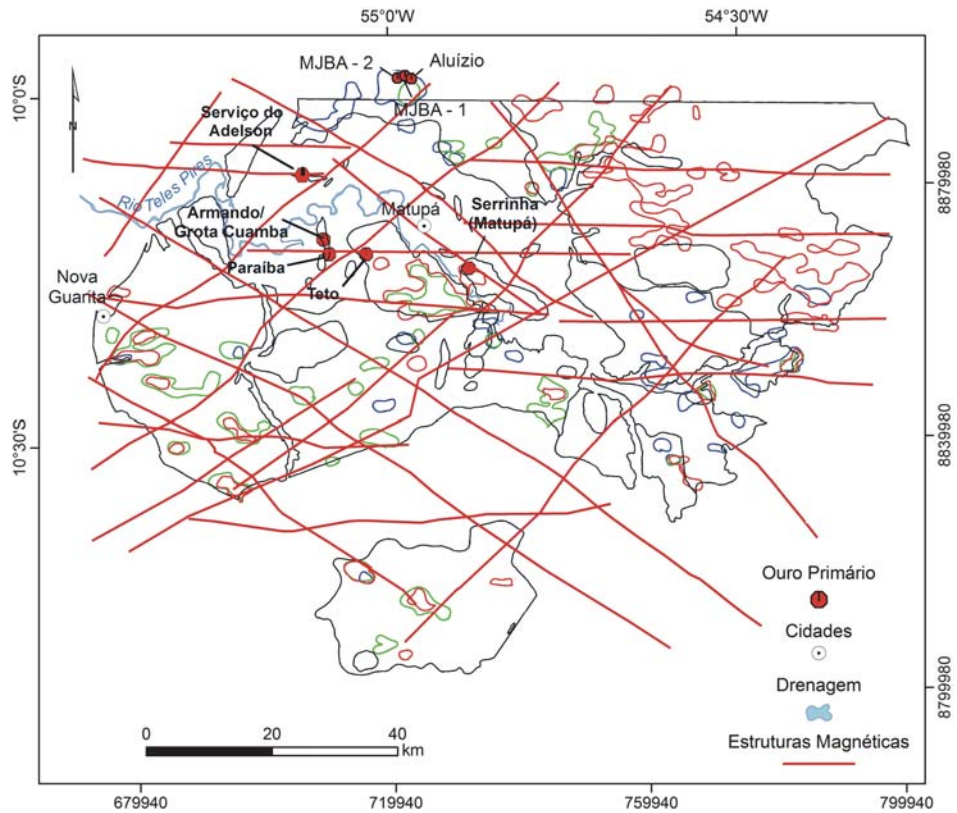


Figura 4.34 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Matupá ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

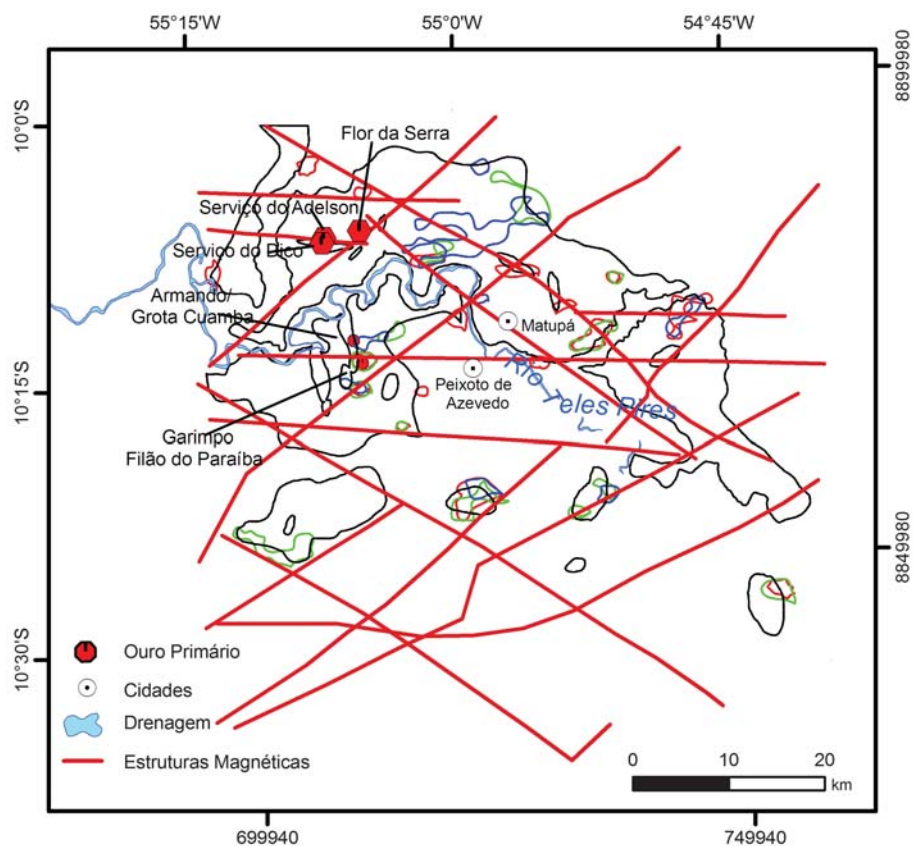


Figura 4.35 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Flor da Serra ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

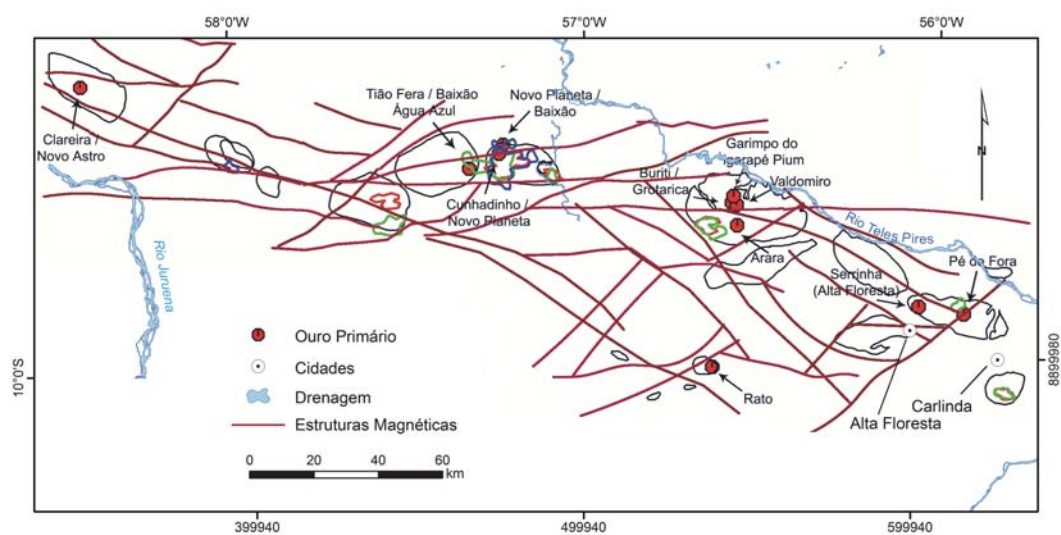


Figura 4.36 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Paranaíta ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

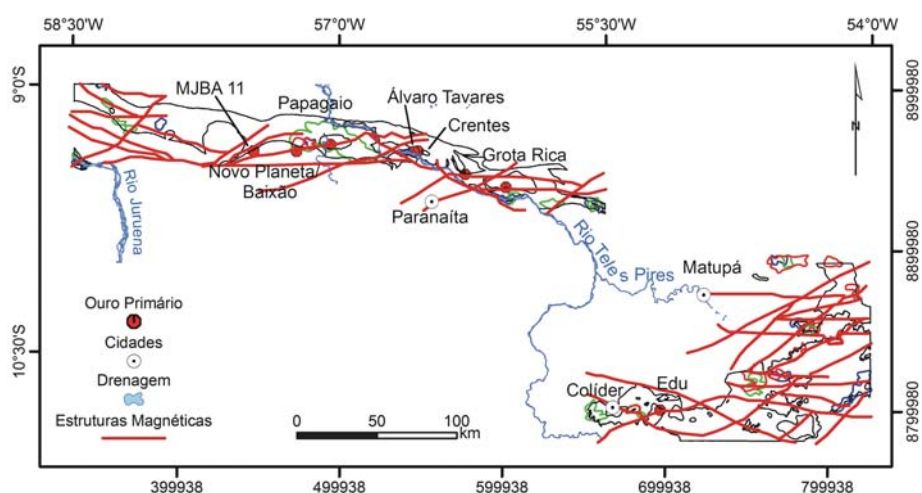


Figura 4.37 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Colider ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

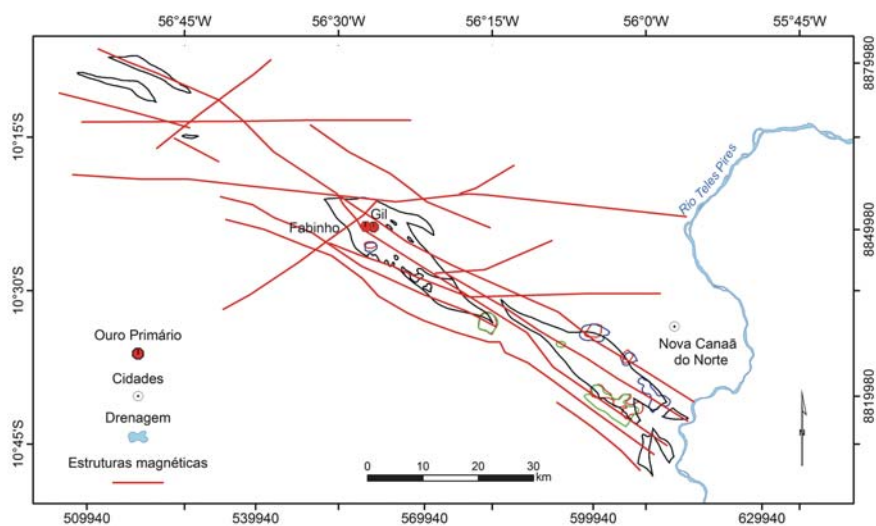


Figura 4.38 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) do Grupo São Marcelo Cabeça ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

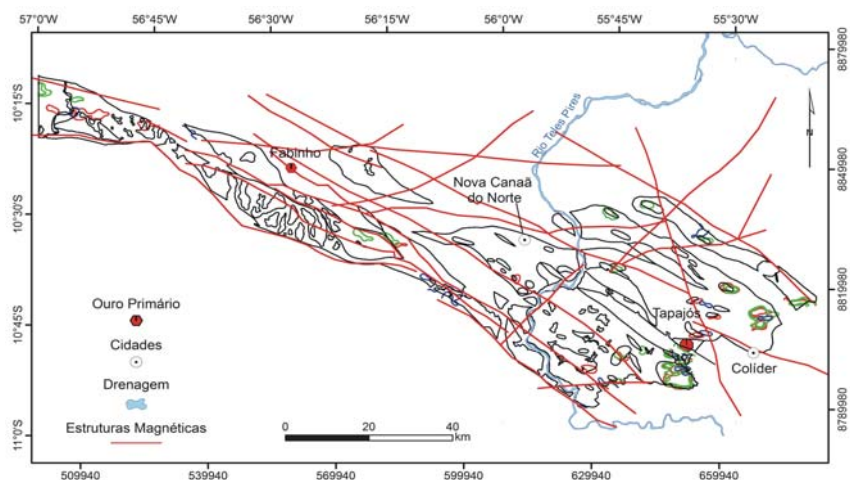


Figura 4.39 – Mapa de estruturas magnéticas e de anomalias gamaespectrométricas ( $x + 2s$ ) da Suíte Nova Canaã ( $F$ =vermelho;  $K_d$  = verde;  $U_d$  = azul).

## 5 – Recursos Minerais

Maria da Glória da Silva  
Maise Bastos Abram  
Márcia Abrahão de Moura

### 5.1 - Evolução do Conhecimento sobre as Mineralizações Auríferas da Área

A descoberta de mineralizações auríferas na região de Alta Floresta aconteceu em 1978, próximo a Peixoto de Azevedo, durante a abertura da rodovia Cuiabá-Santarém (Barros, 1994). Na ocasião, dezenas de garimpeiros acorreram à região, onde deram início à lavra em aluviões principalmente das drenagens de segunda e terceira ordens. Somente em 1983 houve a descoberta e início da exploração de um depósito primário da região, o garimpo de Serrinha (Barros, 1994). Desde então, outros jazimentos primários foram descobertos e garimpados. Dados não oficiais apontam que de 1980 a 1998 foram extraídas cerca de 125 t de ouro em garimpos, a maior parte proveniente da região de Peixoto de Azevedo.

O declínio da atividade garimpeira na região teve início a partir de 1985, em decorrência de uma maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais, da diminuição do valor do ouro no mercado e da exaustão da maior parte dos depósitos aluvionares, mais rasos e de teores mais elevados (Parro, 1998; Santos, 2001; Souza *et al.*, 2005). A maior parte dos jazimentos auríferos, de natureza secundária, encontra-se há algum tempo inativa, devido principalmente ao esgotamento das reservas. Atualmente, ainda existem garimpos em atividade, a maior parte deles precariamente desenvolvidos em jazimentos primários.

Os primeiros trabalhos que tiveram como objetivo o entendimento da gênese e dos controles dos depósitos auríferos primários da Província Juruena-Teles Pires foram desenvolvidos por Abreu Filho *et al.* (1992) e Barros (1994), na região de Peixoto de Azevedo. Nestes trabalhos, os autores citados decreveram os aspectos geológicos e estruturais dos principais depósitos auríferos primários existentes na região.

Barros (1994) agrupou os depósitos em três classes principais, em função do tipo e condicionamento estrutural dos veios: (i) Tipo I - vinculados a estruturas geradas a partir de zonas de cisalhamento dúcteis que afetavam o denominado Complexo Xingu, ou seqüência pré-Uatumã; (ii) Tipo II - filoneanos associados ao *emplacement* de pe-

quenas intrusões, de distribuição restrita, e a estruturas dúcteis-rúpteis; e (iii) Tipo III - disseminado ou em *stockworks*, alojados em um sistema de fraturas, relacionadas a granitóides hidrotermalizados (a exemplo do Matupá), com as mineralizações alojadas em zonas de descontinuidade estrutural ou mesmo no cruzamento de estruturas geradas em regime predominantemente rúptil.

Em 1997, foi executado o primeiro cadastro dos jazimentos auríferos, secundários e primários, da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, através do Programa Nacional de Pesquisa de Ouro - PNPO (Albuquerque, 1997; Araújo Neto, 1997; dentre outros). Este cadastro teve como base várias fontes: Projeto Apiacás - Caiabis (Lima *et al.* 1975); Projeto Ouro e Gemas de Mato Grosso (Abreu Filho *et al.*, 1992); Reconhecimento Geológico do Limite Pará - Mato Grosso - Projeto São Manuel (Souza *et al.*, 1979); Garimpos do Brasil (Martins *et al.*, 1982); Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais (Cuadros Justo, 1985), além de dados extraídos de relatórios de pesquisa do DNPM, disponíveis até 1995.

A localização das principais áreas mineralizadas a ouro com atividade garimpeira (ativa e inativa), distribuídas desde Peixoto de Azevedo até noroeste de Apiacás, foi assinalada em imagens orbitais LANDSAT TM 5 (Valente, 2001). No Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), essas áreas foram agrupadas em onze pólos principais (Fig. 5.1): (1) Juruena-Novo Astro; (2) Apiacás-Novo Planeta; (3) Paranaíta; (4) Trairão; (5) Alta Floresta; (6) Peixoto de Azevedo; (7) Vila União do Norte; (8) Figueira Branca; (9) Canaã; (10) Cabeças e (11) Mogno-Rato. De acordo com os dados do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), os garimpos se distribuem nos domínios das Suítes Paranaíta, Nhandu, Colíder, Matupá e Flor da Serra e do Grupo São Marcelo-Cabeça.

Outro trabalho de destaque na região da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, voltado para o entendimento da geologia, da tectônica da área e do controle das mineralizações auríferas primárias, foi realizado por Parro (1998). Trata-se da dissertação de mestrado do autor, na qual foram processados os dados geofísicos do Levantamento Aerogeofísico Juruena-Teles Pires (GEOMAG,

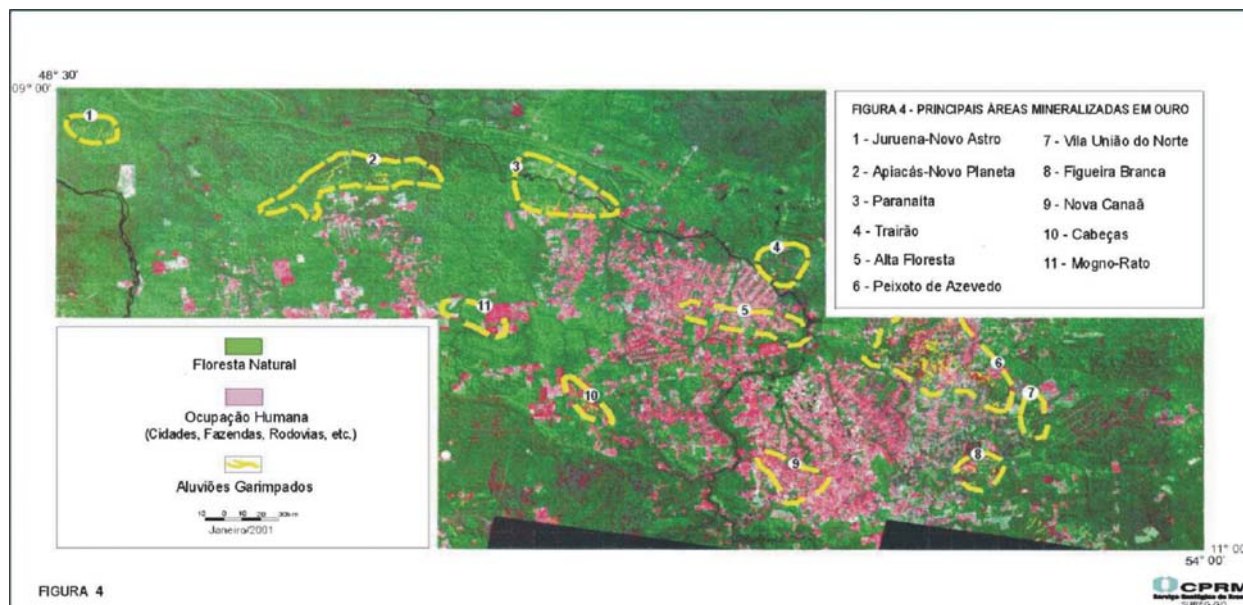


Figura 5.1 - Principais pólos com áreas mineralizadas em ouro, segundo Souza et al. (2005).

1996) e gerados mapas aeromagnetométricos (campo magnético anômalo, *terrain slope*, primeira e segunda derivadas, sinal analítico e gradiente horizontal E-W) e aerogamaespectrométricos (U, Th, K e Contagem Total). Como resultado desse processamento, verificou-se que as ocorrências auríferas primárias encontram-se controladas por um conjunto de estruturas, cujas direções preferenciais, de acordo com o Modelo Riedel, encontram-se listadas na Tabela 5.1. Segundo o autor, as estruturas deste sistema estão relacionadas a um evento deformacional  $E_{n1}$ , o qual precede um segundo evento deformacional  $E_{n+1}$ , caracterizado por um conjunto de estruturas dispostas na direção N35°-45°E, que corta as demais. Parro (1998) concluiu também que as ocorrências primárias de ouro concentram-se na borda da região cratônica, nas porções nordeste e leste do alto estrutural Juruena-Teles Pires, conforme ressaltado pelos dados magnetométricos. A concentração das mineralizações apontada por Parro (1998) está ilustrada na Figura 5.2.

A JICA (*Japan International Cooperation Agency – Metal Mining Agency of Japan*), entre 1998 a 2001, desenvolveu, em parceria com o governo brasileiro, um projeto de exploração mineral em blocos selecionados da região da Província

Tabela 5.1 - Direções preferenciais reconhecidas na área por Parro (1998), de acordo com o Modelo Riedel.

R	R'	Y-D	P	X	T
N75W	N15W	E-W	N75E	N15E	N35 W

Aurífera Juruena-Teles Pires, para compreender a tipologia de alguns garimpos e descobrir novos depósitos. O Projeto foi dividido em três fases e oito blocos foram selecionados para estudo: A, B, C, D, E, F e G. Nas áreas selecionadas foi realizada prospecção geoquímica de solo, abertura de trincheiras, sondagem, análise petrográfica de rochas e minério e análise química do minério com pré-concentração por *Fire Assay*. Também foram realizados estudos de inclusões fluidas, datação de rochas pelo método U-Pb em zircão e de minério pelo método Pb-Pb em pirita.

Os primeiros resultados da Fase I do Projeto (JICA/MMAJ, 2000), revelaram o potencial para a presença de depósitos de Au nos blocos B (com os garimpos de Jacaré, Satélite e Paulão) e C (com os garimpos de Anta e Waldemar). Os dados revelaram ainda potencial para depósitos de Au-Cu nos blocos F (Serrinha do Garantã e Aluizio) e G (garimpos de Janete, Pezão e Edmar), mais intensamente estudados nas fases posteriores.

Nos Blocos B, C e F foram caracterizadas zonas de cisalhamento, dispostas predominantemente na direção WNW-ESSE e NW-SE, preenchidas por veios de quartzo auríferos (JICA/MMAJ, 2000, 2001). A prospecção geoquímica de solo nestes blocos revelou anomalias de Au, dispostas ao longo destas zonas de cisalhamento (JICA/MMAJ, 2000, 2001). No Bloco B foram descritas alterações hidrotermais caracterizadas por silicificação, potassificação, epidotização e cloritização, tendo sido descrita a presença de ouro em várias partes da zona de cisalhamento, com a presença de pirita disseminada (JICA/MMAJ, 2000,2001). No

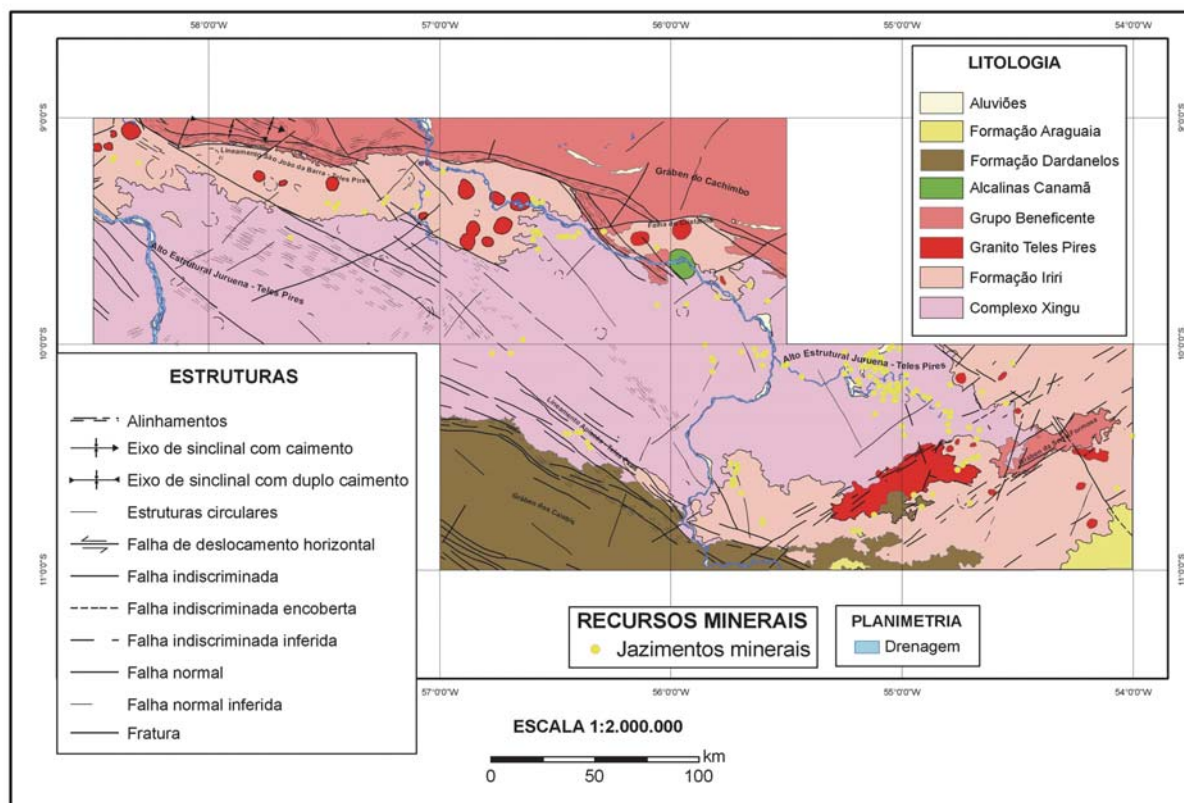


Figura 5.2 - Localização dos jazimentos minerais em relação ao Alto Estrutural Juruena-Teles Pires (Silva et al., 1980).

Bloco C foram identificados dois tipos de mineralizações auríferas: (i) um de alto teor, relacionado a veios de quartzo com largura de 30 cm, encaixados numa zona de cisalhamento rúptil-dúctil; e (ii) outro de baixo teor, tipo *stockwork*, detectado através de furos de sondagem, associado a rochas da Suíte Paranaíta. No bloco G, as mineralizações associadas a um biotita monzogranito, datado em  $1848 \pm 17\text{Ma}$  pelo método U-Pb (JICA/MMAJ, 2000), foram caracterizadas como do tipo pórfiro. Este biotita monzogranito parece corresponder à continuidade, ao norte da Folha Vila Guarita, do Granito Nhandu ou da Suíte Intrusiva Juruena (Souza et al., 2005). Neste Bloco, o Au e o Cu apresentaram áreas anômalas concordantes na prospecção geoquímica de solo, dispostas também preferencialmente ao longo da direção dos cisalhamentos. No bloco F, as mineralizações mostram-se controladas por zonas de cisalhamento WNW-ESSE, na porção central e centro norte da área, e NW-SE, na porção sudoeste, associadas a rochas da Suíte Intrusiva Matupá, de idade  $1894 \pm 5,9\text{ Ma}$  (Moura, 1998).

Os estudos geocronológicos realizados pela JICA/MMAJ (2000,2001) revelaram os seguintes resultados: (i) no Bloco C, uma idade de  $1786 \pm 17\text{ Ma}$  (método U-Pb em zircão) foi obtida para as

vulcânicas riolíticas, possivelmente relacionadas à Suíte Colíder, e outra idade de 1800 Ma (método U-Pb) foi determinada para as rochas graníticas, correlacionadas em mapa à Suíte Intrusiva Paranaíta (segundo a cartografia geológica do Projeto Alta Floresta, Souza et al., 2005); (ii) no Bloco B, foi obtida uma idade de  $1819 \pm 6\text{ Ma}$  (método U-Pb em zircão) para as rochas graníticas, também associadas à Suíte Intrusiva Paranaíta, conforme geologia definida em Souza et al. (2005); (iii) no Bloco G, obteve-se a idade de  $1848 \pm 17\text{Ma}$  (U-Pb em zircão) para as rochas graníticas encaixantes, em uma área não mapeada pelo Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005); e (iv) no Bloco F, uma idade de  $1894 \pm 5,9\text{ Ma}$  foi determinada para a encaixante da mineralização, representada por um biotita monzogranito, correspondente à continuidade ao norte da Folha Vila Guarita, da Fácies 4 da Suíte Intrusiva Matupá (Souza et al., 2005).

Apesar da caracterização local das unidades geológicas, os estudos geocronológicos, realizados pela JICA/MMAJ (2000,2001), não abordaram estudos litogeoquímicos na definição dos litotipos. Tal fato consiste num fator de limitação para a correlação das idades obtidas com as unidades geológicas, mapeadas pelo Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005), e para o entendimento da

relação entre o processo mineralizante definido e a unidade litotectônica.

Dentre os diferentes trabalhos realizados pela JICA/MMAJ (2000, 2001), há estudos de inclusões fluidas dos veios mineralizados, cujos resultados resumidos constam da Tabela 5.2. Ressalta-se que os estudos de inclusões fluidas não descrevem detalhes sobre aspectos petrográficos e de composição das inclusões. Logo, pouco se pode argumentar sobre os resultados alcançados, principalmente na definição temporal das inclusões analisadas, como primárias ou secundárias, no entendimento dos valores de temperatura e salinidade obtidos e na definição do tipo de fluido existente. Entretanto, verificou-se que as temperaturas e salinidades, descritas pela JICA/MMAJ (2000,2001), são concordantes, em grande parte, com os valores obtidos no estudo realizado no presente projeto, como será discutido mais adiante.

Ainda no âmbito dos trabalhos realizados pela JICA/MMAJ (2000,2001) foi realizada uma datação Pb-Pb, em pirita disseminada de um veio de quartzo do Bloco C, que corta rochas da Suíte Intrusiva Paranaíta, e em pirita disseminada de um biotita monzogranito alterado (silicificado e epidotizado) do Bloco G. O granitóide do Bloco G encontra-se fora da área mapeada por Souza *et al.* (2005), no Projeto Alta Floresta, e trata-se, provavelmente, de extensão do Granito Nhandu. Os resultados obtidos revelaram as idades 1,76 Ga e 1,56 Ga, respectivamente. Segundo os autores, os resultados apontam para uma fonte juvenil para o Pb das piritas analisadas, com as razões isotópicas definindo uma curva de um único estágio de crescimento, similar à de depósitos de ambiente de arco de ilha. Os autores sugerem ainda uma fonte magmática para o Pb das piritas, tendo em vista que uma das idades (1,76 Ga) tem valor próximo ao da maior parte das idades encontradas para os granitos encaixantes.

Além do relatado, poucos foram os trabalhos na Província Aurífera Juruena-Teles Pires que tiveram foco no entendimento dos processos geradores dos veios mineralizados e seus controles. Dentre estes se destacam os de Moura (1998), Moura & Botelho (1998; 2002) e Moura *et al.* (2006) no garimpo de Serrinha e de Biondi (2005) e Biondi

*et al.* (2006) no depósito do Pombo.

Moura (1998), Moura & Botelho (1998), Moura *et al.* (2006) concluem que o garimpo de Serrinha é de origem magmato-hidrotermal, relacionado a fluidos tardios da evolução do granito Matupá, com características muito similares às de depósitos de ouro do tipo pórfiro. Moura *et al.* (2006) reconheceu 3 estágios principais de alteração hidrotermal (i) um estágio inicial de autometassomatismo incipiente, caracterizado pela substituição de ortoclásio magmático, por microclina, plagioclásio An<sub>20</sub>-An<sub>40</sub> por albita + muscovita + clorita + epidoto, e biotita magmática, por muscovita + clorita + epidoto ± magnetita ± titanita ± ilmenita; (ii) um segundo estágio, de natureza pervasiva, caracterizado por extensivo desenvolvimento de microclina, além de alteração sódica (albita), desenvolvimento de cloritas ricas em Mn; (iii) um terceiro estágio, caracterizado pelo desenvolvimento da paragênese quartzo + sericita + clorita + pirita (alteração sericítica ou filica). Os autores supracitados descrevem ainda um último estágio hidrotermal, restrito a fraturas preenchidas por calcita, com quartzo, sericita, clorita e/ou pirita em proporções variáveis, além de uma zona estéril, com o desenvolvimento de epidoto, albita, carbonato, clorita e titanita, caracterizando uma zona propilítica, observada apenas em testemunhos de sondagem. O ouro está disseminado nas zonas mais alteradas, relacionado a clorita rica em manganês, a silicatos potássicos e à alteração filica (Moura *et al.*, 2006). Os autores reconheceram dois estágios mineralizantes: (i) um estágio inicial, caracterizado por ouro empobrecido em prata, incluso na pirita (razão Au/Ag com valores entre 7 e 15), associado com pirrotita, cubanita e galena e; (ii) um estágio posterior, contemporâneo à alteração filica, onde o ouro ocorre tanto incluso na pirita como livre, em grãos isolados, ou ainda preenchendo fraturas, associado com tetradymita, galena, tsumoíta (BiTe), hessita (Ag<sub>2</sub>Te) e aikinita (PbCuBiS<sub>3</sub>). No primeiro estágio, as inclusões fluidas em quartzo, relacionado à zona clorítica, indicaram fluidos de composição salina (45 -57 % em peso de NaCl equiv.) e de alta temperatura (375°C e 480°C), com δ<sup>18</sup>O e δD de 8,2 e -37 per mil, respectivamente. Estes fluidos foram interpreta-

Tabela 5.2 – Resumo dos resultados do estudo das inclusões fluidas de veios mineralizados (JICA/MMAJ, 2000, 2001).

BLOCOS	Variação da Th (°C)	Th (°C) média	Salinidade NaCl. Equiv.	Salinidade média NaCl. Equiv.
Bloco B	177 a 382	251	2,9 a 9,0	6,75
Bloco C	150 a 386	266	11,9 a >19	15,6
Bloco F	129 a 332	208	1,2 a 13,2	7,7
Bloco G	175 a 355	245	1,9 a 9,9	5,37



dos como exsolvidos do líquido granítico. No segundo caso, utilizando o geotermômetro da clorita e dados de inclusões fluidas, as condições de pressão e temperatura calculadas foram da ordem de 1,5 a 2,4 kbars e 293°C a 365°C, respectivamente. Neste segundo estágio os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta\text{D}$  determinados foram de 1,7 a 4,7 e de -20 a -15 per mil, respectivamente. A conjunção destes dados levou os autores a interpretarem este segundo estágio como relacionado a fluidos relacionados à intrusão granítica e misturados com água meteórica.

Biondi *et al.* (2006) realizaram estudos litológicos e mineraloquímicos no depósito de Au-Cu (Bi) do Pombo, localizado próximo à cidade de Terra Nova do Norte. Segundo estes autores, o depósito do Pombo está associado a um biotita hornblenda granito do tipo I, calcio-alcálico a alcálico, metaluminoso a peraluminoso, formado em ambiente de arco magmático, em estágio pós-colisional. O granito não foi datado mas, possivelmente, corresponde a rochas da Suíte Matupá. O granito está intrudido por dioritos, microdioritos, riódacitos e rochas básicas, que apresentam o mesmo tipo de alteração hidrotermal regional. O depósito contém mineralizações em veios e disseminada, composta por quartzo e muscovita com pirita e sulfetos de cobre, com teores médios de Au entre 7,3 e 10,3 g/ton e 0,4% de Cu. Na região do depósito os autores descrevem grande quantidade de veios, com direção predominante N45° -55°E, com espessuras variando de alguns centímetros a poucos metros e comprimentos que alcançam mais de um quilômetro, marcando o contato oeste da intrusão. Aqueles autores reconheceram uma fase inicial sódica de alteração hidrotermal, seguida por alterações potássica, propilítica e fílica. A última fase hidrotermal, relacionada a falhas e fraturas, foi a responsável pela maior parte da mineralização em ouro e cobre. A principal fase sulfetada, associada ao minério, é pirita, seguida pela calcopirita, com digenita/calcosita e covelita secundárias. Galena e esfalerita também foram observadas, sob a forma, predominantemente, de microinclusões na pirita. Junto aos sulfetos foram descritos sulfossais de Cu, Bi e Ag. Em seção geológica esquemática apresentada pelos autores supracitados, foi destacada a presença de adularia. Com base no comportamento litogeoquímico das rochas, em especial no padrão definido pelas rochas hidrotermalmente alteradas, em diagramas multielementares condrito normalizados, os autores concluíram que o fluido mineralizador tinha uma assinatura geoquímica semelhante à do granito hospedeiro. O comportamento litogeoquímico observado por Biondi *et al.* (2006) nas rochas hos-

pedeiras do garimpo do Pombo foi também encontrado nas rochas hospedeiras dos garimpos estudados no presente trabalho. Como discutido neste capítulo, as rochas hidrotermalmente alteradas mostram-se sistematicamente depletadas em ETR em relação às rochas frescas, ou menos afetadas por alteração hidrotermal. Entretanto, o padrão de distribuição dos elementos é mantido, sinalizando com um fluido de composição familiar ao granitóide.

Durante o Projeto PROMIN-Alta Floresta, a maior parte dos garimpos primários de ouro foi visitada e, com base em observações de campo e estudos petrográficos, Delgado *et al.* (2001) e Lacerda Filho *et al.* (2001) propuseram para os mesmos, uma evolução em três regimes distintos de deformação: rúptil, rúptil-dúctil e dúctil, conforme já sugerido em Barros (1994), para a região de Peixoto de Azevedo. Com base no regime de deformação ao qual estão relacionados e na morfologia dos veios, os jazimentos foram então agrupados por Delgado *et al.* (2001) como: (i) Tipo I - ouro em veios de quartzo dobrados e boudinados situados no domínio dúctil; (ii) Tipo II - ouro em veios de quartzo em zonas de cisalhamento confinadas e (iii) Tipo III - ouro em depósitos extensionais tipo *stockworks* e brechas situados no domínio rúptil.

Em síntese do conhecimento sobre as mineralizações auríferas das regiões do Tapajós e de Alta Floresta, Santos *et al.* (2001) concluíram, com base nas observações de campo, estudos litogeoquímicos e geocronológicos, somados aos poucos dados de inclusões fluidas e de estudo da alteração hidrotermal, pela existência de duas tipologias de mineralizações auríferas em ambas as áreas: (1) os depósitos relacionados diretamente a intrusões graníticas (*intrusion related deposits*) e (2) os depósitos relacionados ao metamorfismo e deformação que afetaram a área (*orogenic type deposits*).

Associando o relatório de Delgado *et al.* (2001) com o de Santos *et al.* (2001), é possível interpretar os depósitos do Tipo 1 (mineralizações auríferas associadas à *stockworks*, brechas hidrotermais e veios extensionais de quartzo, situados em regime rúptil) como pertencentes à tipologia *intrusion related* e os depósitos do Tipo 3 (veios de quartzo auríferos, dobrados e boudinados, situados em regime dúctil) como do tipo *orogenic gold*. Entretanto, as feições descritas por Delgado *et al.* (2001) nos depósitos do Tipo 2 (veios de quartzo auríferos, controlados por falhas, situados em regime rúptil-dúctil), não permitem, com os dados disponíveis, classificá-los tanto como depósitos relacionados a intrusões quanto do tipo

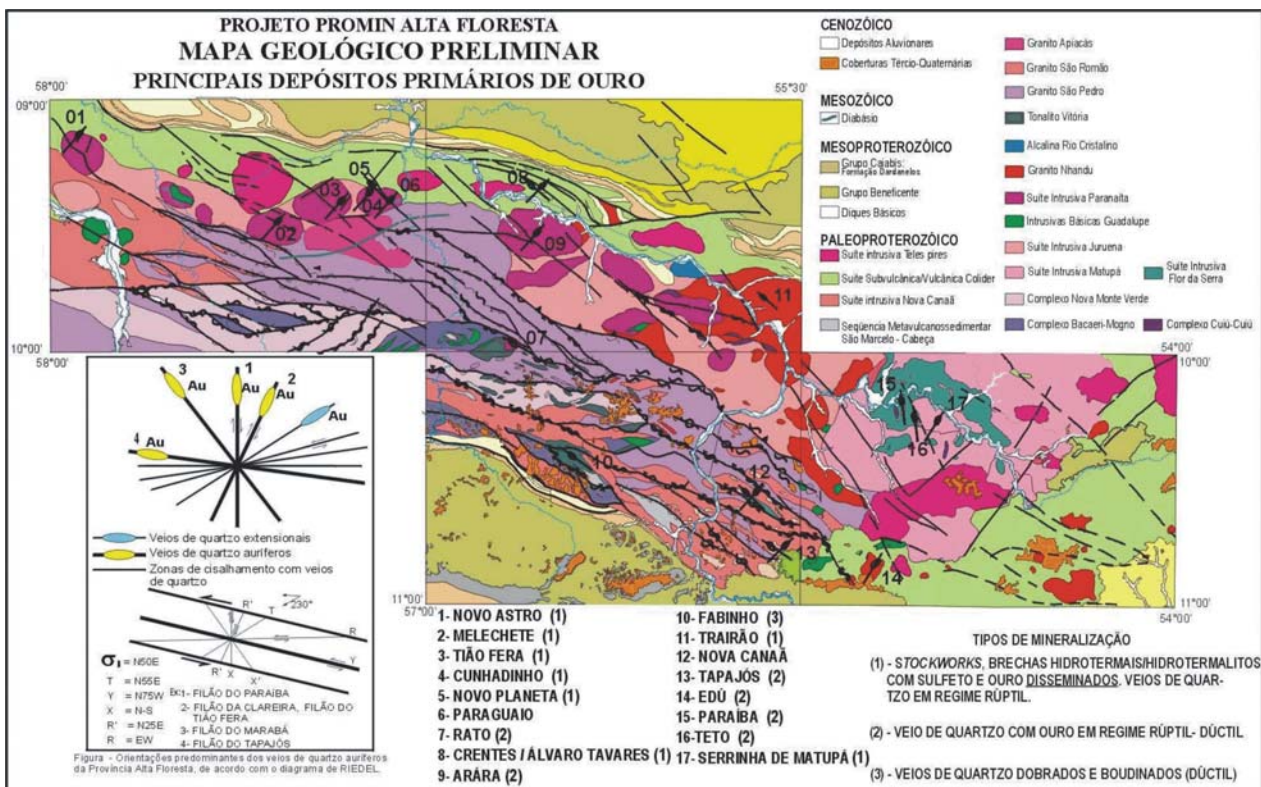
orogénico.

Souza *et al.* (2005) registraram 122 jazimentos secundários de ouro e 48 jazimentos primários. Dentre os jazimentos primários, 34 foram agrupados nos três tipos acima descritos. Neste trabalho foram compilados dados de 84 jazimentos de ouro primário. Nas Tabelas 5.4a, b e c são apresentadas as características dos 38 principais jazimentos de ouro primário, agrupados segundo os tipos definidos por Souza *et al.* (2005). Como depósitos do Tipo I, ou seja, ouro em veios de quartzo dobrados e boudinados, foram descritos apenas os Garimpos de Gil/Fabinho, cuja geração foi atribuída a um estágio pré a sin-deformação. Na categoria de depósitos do Tipo II, formados em um estágio sin a tardi-deformação, os autores do Projeto Alta Floresta enquadraram 18 garimpos, ou seja, cerca de 70% das mineralizações primárias presentes na área mapeada. Dentre estes, destacam-se os garimpos Paulinho, Armando/Grota Cuamba, Paraíba, Teto, Tapajós, Nova Canaã, Edu, Pé de Fora, Rato e o Bloco C da JICA/MMAJ. Souza *et al.* (2005) descrevem as estruturas que abrigam os depósitos do Tipo II, como

zonas de cisalhamento estreitas, nucleadas em zonas de falhas inicialmente rúpteis, cuja ductilidade resultou de reações metamórficas-metassomáticas entre os fluidos hidrotermais e as rochas encaixantes. Ainda segundo Souza *et al.* (2005), as fraturas de cisalhamento que abrigam os veios auríferos, foram geradas em função de esforços compressivos orientados N55°E, que deram origem a fraturas extensionais (T) e a fraturas de cisalhamento (R, R', Y e X), conforme o Modelo Riedel da figura 5.3 e tabela 5.3. As mineralizações auríferas foram descritas nas direções das fraturas de cisalhamento, tendo os autores destacado a ausência de mineralizações auríferas segundo as estruturas extensionais (T – N55°E). Este sistema Riedel, configurado a partir de estruturas mapeadas em campo, apresenta algumas divergências em relação ao proposto por Parro (1998),

Tabela 5.3 - Direções preferenciais, de acordo com o Modelo Riedel, descritas na área por Souza *et al.* (2005).

R	R'	Y	P	X	T
E-W	N25E	N75W	NW	NS	N55E



baseado em estruturas resultantes da interpretação dos dados geofísicos. Os depósitos do Tipo III, desenvolvidos em ambiente extensional, caracterizados pela presença de uma rede de veios multidirecionais, brechas hidrotermais e *stockworks*, de natureza predominantemente magmato-hidrotermal, estão representados na área do Projeto por 14 garimpos, destacando-se os de Serrinha (na Suíte Intrusiva Matupá), Trairão (no Granito Nhandu), Cunhadinho/Novo Planeta, Tião Fera/Novo Satélite, Paraguaio/Novo Planeta e Cabeça/Novo Astro (todos na Suíte Paranaíta) e Crentes e Álvaro Tavares (nas vulcânicas Colíder). A este grupo foi acrescentado o Garimpo do Mineiro, o qual está associado a um granitóide hidrotermalizado da unidade Cuiú-Cuiú, cortado por um filão principal de direção N-S, com uma rede de veios do tipo *stockwork* (Moreton & Martins, 2005).

As Tabelas 5.4a, b e c reúnem e atualizam as principais características dos jazimentos primários descritos na literatura sobre a área.

Os trabalhos do âmbito do projeto PROMIN-Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005) representam, indiscutivelmente, um enorme avanço no conhecimento sobre a geologia e sobre a distribuição e morfologia das mineralizações auríferas dessa área. Entretanto, muito pouco foi acrescentado no que diz respeito aos processos que deram origem às mineralizações auríferas e seus principais controles e guias prospectivos. Além disso, pouco se tem discutido a respeito da possibilidade da presença de outras mineralizações, associadas ou não ao ouro, a exemplo do cobre.

Visando gerar um conhecimento mais aprofundado sobre a gênese e os controles das mineralizações auríferas da província aurífera Juruena-Teles Pires, foram realizados, nesse projeto, trabalhos de cunho especificamente metalogenético, em áreas-alvo selecionadas. O critério de seleção dos alvos levou em consideração critérios geológicos, tais como a tipologia dos veios e as rochas encaixantes, e critérios relacionados à infra-estrutura de trabalho, tais como facilidade de acesso, qualidade de exposição dos veios e facilidade de amostragem. Desta forma foram selecionados e estudados os garimpos de Gil/Fabinho, Paraíba, Tapajós, Edu, Pé de Fora e Trairão, cuja localização pode ser vista no mapa da figura 5.4 e suas principais características descritas nas Tabelas 5.4a, b e c. Trabalhos menos aprofundados também foram executados no garimpo do Papagaio e na área de pesquisa da Minerbrás.

Os trabalhos de enfoque metalogenético envolveram: coleta de dados de campo; amostragem dos veios e das rochas encaixantes; petrografia e estudo de inclusões fluidas dos veios; pe-

trografia, litogeoquímica e datação (U-Pb e Sm-Nd) das encaixantes; datação Ar-Ar dos halos de alteração hidrotermal das zonas mineralizadas; definição petrográfica das paragêneses de alteração hidrotermal; análises espectrorradiométricas das zonas de alteração hidrotermal e posterior processamento das bibliotecas espectrais em imagens ASTER; geoprocessamento dos dados aerogeofísicos (aerogamespectrometria e aeromagnetometria); estudos de isótopos estáveis de silicatos e sulfetos das zonas mineralizadas, dentre outros.

## 5.2 - Descrição das Áreas-Alvo Selecionadas

### 5.2.1 - Filão do Paraíba

Localizado no distrito aurífero de Peixoto de Azevedo (Fig. 5.5), cerca de 12 km a oeste-noroeste da cidade homônima, o Filão da Paraíba constitui um dos mais importantes depósitos de ouro da província aurífera Juruena-Teles Pires. Este depósito foi descoberto na década de 70, tendo evoluído a partir de atividade garimpeira, com concessão de lavra garimpeira outorgada pelo DNPM em 1990, em nome da Cooperativa Mista dos Garimpeiros Produtores de Ouro do Vale do Rio Peixoto Azevedo – COOPERXOTO. A lavra garimpeira ainda encontra-se em atividade, sendo o minério extraído de forma organizada e mecanizada. O minério foi explotado inicialmente a céu aberto (Fig. 5.6), até uma profundidade de cerca de 30 m (Siqueira, 1997), estando a cava a céu aberto, atualmente, abandonada e submersa (Fig. 5.7). Em seguida, a lavra foi desenvolvida através de uma galeria, com acesso através de um *shaft* (Fig. 5.8), com pelo menos 100 m de profundidade. No momento, o depósito conta com pelo menos 290 m de galeria, aberta no sentido sul.

O Filão do Paraíba foi descrito por Abreu Filho *et al.* (1992) como um corpo filoniano, com pelo menos três veios sinuosos, com formas lenticulares e ramificadas, que intersectam zonas silicificadas. A zona mineralizada principal está representada por um veio de quartzo de aproximadamente 1500 m de comprimento e espessura variável, de até 1,5 m. Segundo Abreu Filho (1992), este corpo filoniano foi explorado em toda a sua extensão, até uma profundidade média de 10 m. O avanço da lavra e estudos geofísicos terrestres revelaram que, em profundidade, a mineralização tomou a forma de três *ore shoots*. Em um dos *ore shoots*, que foi objeto de garimpagem até uma profundidade de 50 m, os autores supracitados notaram que o minério sulfetado e bandado estava condicionado à encaixante básica, milonítica,

propilitizada. O veio é bandado, com leitos de 1 a 3 cm, sendo esse bandamento resultante, possivelmente, de fases múltiplas de abertura e preenchimento (Abreu Filho *et al.*, 1992).

Abreu Filho *et al.* (1992) e Barros (1994)

descreveram, nas imediações do corpo filoniano, gnaisses granodioríticos com bandas anfíbolíticas orientadas segundo N60°-65°W, com espessura máxima da ordem de 25 m. Segundo aqueles autores, estas rochas possuem apófises e/ou intru-

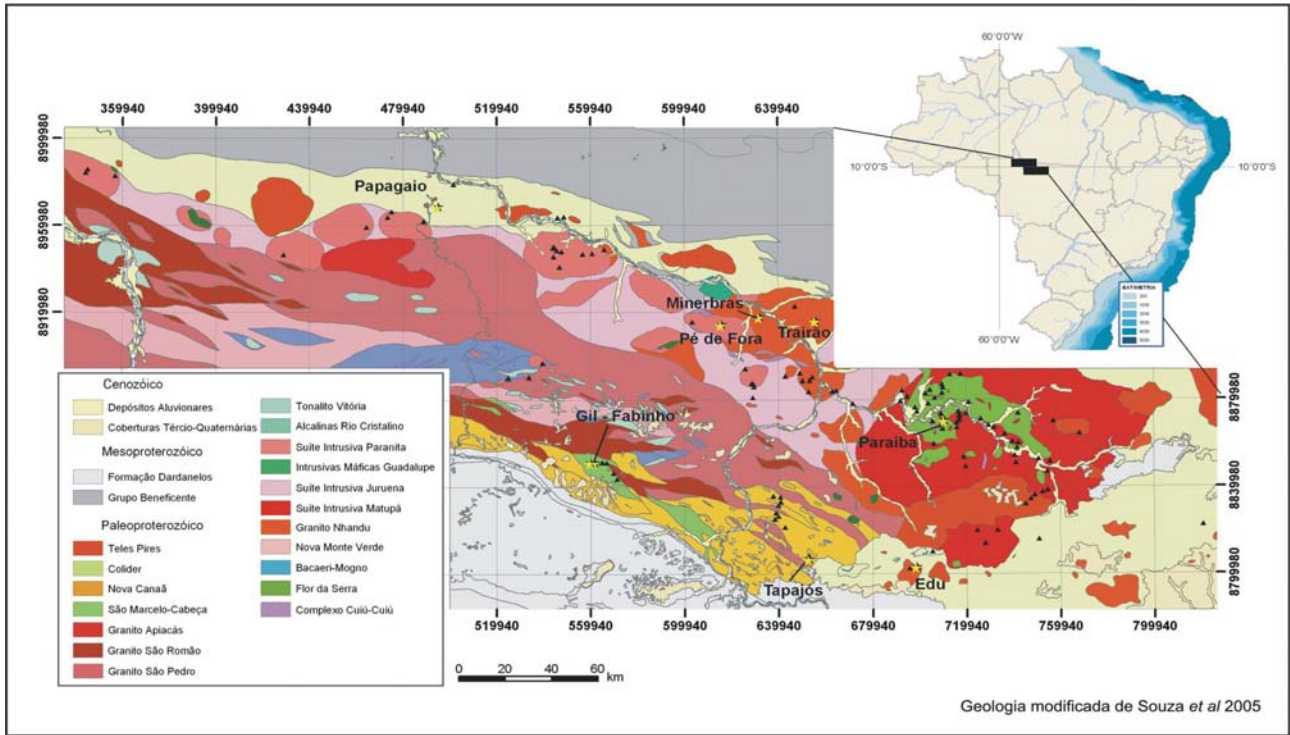


Figura 5.4 - Mapa geológico simplificado da Província Juruena-Teles Pires, com a localização dos garimpos estudados neste projeto.

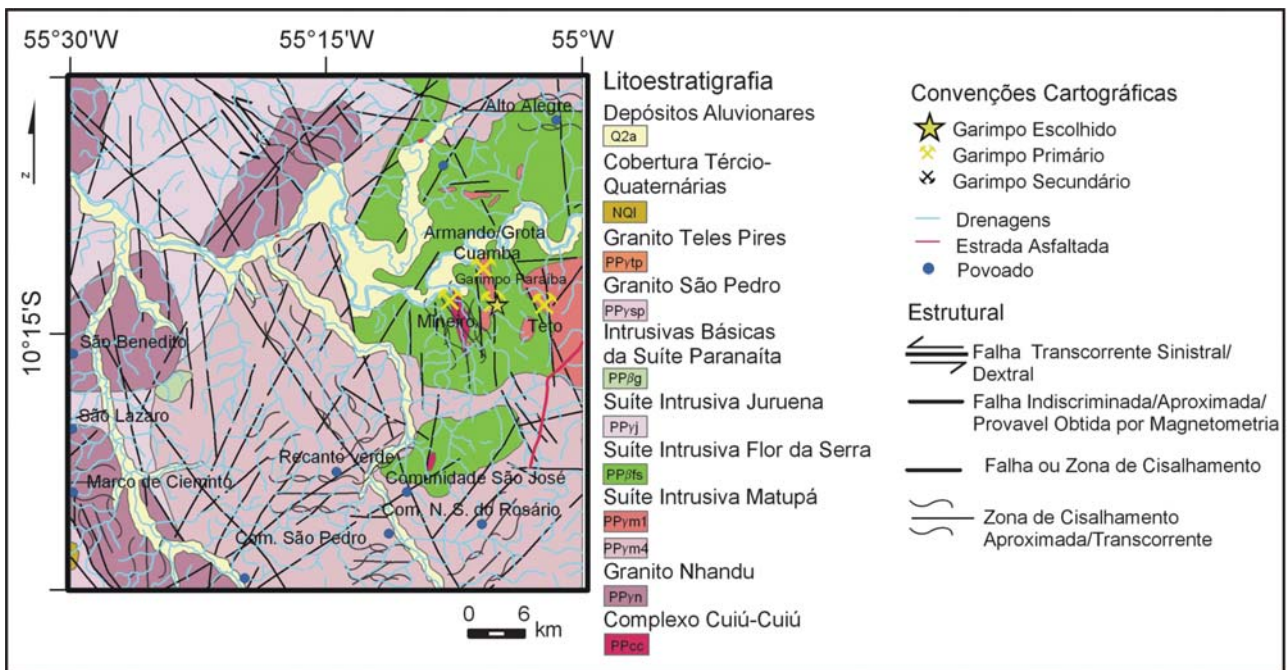


Figura 5.5. Localização do Garimpo Filão do Paraíba.

Tabela 5.4a – Jazimentos primários de ouro, tectono-controlados (tipo orogenic gold), encaixados em estruturas dúcteis e rúptil-dúcteis (informações compiladas de Souza et al. 2005 e atualizadas neste trabalho).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	JAZIMENTO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZAÇÃO	MINERAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
559576	8850779	Garimpo de Fabinho	Xistos miloníticos, grafitosos ou carbonosos, metavulcânica, microgranito	Grupo São Marcelo Cabeça	Deformação dúctil - dobras isoclinais. Bandamento (Sn) dobrado Sn+1: N50°- 60°W/80°NE Lb= 60° N120° e 60°N01	Silicificação, sericitização, biotitização, turmalinização, sulfetação e ferro-cloritização	Au em veio de quartzo	Ouro, arsenopirita, calcopirita, pirita	Maciça, venular	Salinidade quase nula e T(h) 300 a 360°C	Reserva total 1100 kg de Au	Depósito tectono-controlado do tipo orogenic gold
561186	8850724	Garimpo de Gil	Xistos miloníticos, grafitosos ou carbonosos, metavulcânica, microgranito	Grupo São Marcelo Cabeça	Veios de quartzo dobrados e boudinados Ag 0,8 ppm, As=910 ppm e Au= 10ppm	Silicificação, sericitização, biotitização, turmalinização, sulfetação e ferro-cloritização	Au em veio de quartzo	Ouro, arsenopirita, calcopirita, pirita	Maciça, venular			Depósito tectono-controlado do tipo orogenic gold

Tabela 5.4b – Jazimentos primários de ouro, tectono-controlados (informações compiladas de Souza et al. 2005, JICA/MMAJ 2000; JICA/MMAJ 2001; Biondi et al. 2006, atualizadas neste trabalho).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	TOPÔNIMO DO RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZAÇÃO	MINERAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
652520	8806302	Garimpo de Tapajós	Granito hidrotermalizado, protomilonítico a milonítico	Suíte Nova Canaã	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil, transcorrente N80°W; brechas; veios extensionais N50°E/50°SE	(a) K-feldspatização + hematitização (± sericitização); (b) sericitização + silicificação + sulfetação (± propilitização); (c) silicificação + sulfetação (± hematitização); ± K-feldspatização; (d) propilitização	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, malaquita	Disseminada	Salinidade entre 0,2 a 22,6 % NaCl equiv.; T(h) 299 a 368°C	Produção de cerca de 500 kg de Au	Tectono-controlada, relacionada a intrusão
698327	8802691	Depósito do Edu	Monzogranito hidrotermalizado protomilonítico a milonítico	Granito Nhandu	Zona de cisalhamento dúctil-rúptil, transcorrente, destral N25°E/80°NE.	Sericita+quartzo+clorita Veios de quartzo+carbonato +sulfetos (pirita, calcopirita, esfalerita, galena)+clorita. Veios tardios de carbonato e adularia	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, esfalerita, galena	Disseminada	Salinidade entre 13 e 17% NaCl equiv.; T(h) 229 a 326°C	Teor de 20g/t no veio e 8g/t no filonito	Tectono-controlada, relacionada a intrusão
710261	8869792	Filão do Paraíba	Monzogranito hidrotermalizado protomilonítico a milonítico; anfíbolo bandado	Suíte Matupá e Suíte Flor da Serra	Zona de cisalhamento dúctil-rúptil, transcorrente, destral. Filão NS/55° a 85°E/Sn-N35°W; Sc-N15°E.	Alterações propilíticas e filicas, silicificação e sulfetação. Veios de quartzo+carbonato +sulfetos (pirita, calcopirita, covelita, esfalerita)+ clorita. Veios tardios de carbonato	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, calcocita, bornita, esfalerita, bismutinita	Disseminada	Salinidade entre 1 e 25% em NaCl equiv.; T(h) 200 a 340°C	Reserva medida= 5056 Kg; Reserva indicada=3160 Kg; Reserva inferida=3794Kg . Teor médio de 28,17g/t	Tectono-controlada, relacionada a intrusão
715769	8869507	Garimpo do Teto	Milonito de hornblenda biotita diorito	Suíte Flor da Serra	Zona dúctil/rúptil Filão N/S	Veio de quartzo, intercalado com sulfetos (pirita, calcopirita, galena, bornita)	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, calcocita, galena, bornita			Au 230 ppm e Ag 130 ppm	Tectono-controlada

sões de álcali-granito porfirítico (Fig. 5.9). O conjunto é afetado por uma zona de cisalhamento, de direção geral N05°W, subvertical, e é intrudido por diques de microgranito e de diabásio. Os diques de diabásio e apófises graníticas são descritos por Barros (1994) como tardios em relação à deformação cisalhante. Veios pegmatíticos, subparalelos a fraturas N80°E/subverticais, interpretados

como concomitantes com as injeções graníticas também foram descritos por Barros (1994). Os veios são estreitos (1 a 5 cm), róseos e constituídos por K-feldspato, pirita, biotita e raro carbonato, molibdenita e bornita (Barros, 1994). Destaca-se a escassez de afloramentos no entorno da mineralização devido ao espesso manto de intemperismo, com cerca de 15 m de espessura, cuja colo-

Tabela 5.4b – Jazimentos primários de ouro tectono-controlados (continuação).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	TOPONÍMIA DO RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZAÇÃO	MINEIRAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
545636	8948470	Garimpo de Buriti / Grotarica	Hornblenda biotita monzogranito pórfiro e filonito	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil, nucleada com superfície milonítica Sm=N40°W/SV	Sericita e sulfetos	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita				Tectono-controlada
547694	8947868	Garimpo do Valdomiro	Hornblenda biotita monzogranito pórfiro e filonito	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil Sm=N40°W/45°NE	Sericita, clorita, epidoto, magnetita e sulfetos	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita			Teor variando entre 2 e 100 g/m <sup>3</sup>	Tectono-controlada
546764	8940795	Garimpo de Arara	Monzogranito hidrotermalizado	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil, transcorrente sinistral N70°W/75°NE entrecortada por outra N40°E/Subvertical	Sericita+clorita+epidoto	Au em veio de quartzo	Ouro e sulfeto			No monzogranito hidrotermalizado teor de 0,148 ppm e no veio de quartzo teores de 19,93 a 34,93 ppm	Tectono-controlada
616990	8914006	Garimpo Pé de Fora	Monzogranito /bi-granito pórfiro hidrotermalizado e filonito	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil confinada - N80°W/SV	Quartzo+sericita+epidoto+muscovita+magnetita	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita		Salinidade entre 3 e 22% NaCl equiv.; T(h) 210 a 380°C		Tectono-controlada, relacionada a intrusão
539472	8896789	Depósito do Rato	Biotita granito pórfiro hidrotermalizado	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil N60°E/70°NW	Sericita+clorita+epidoto+magnetita+sulfetos	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, bornita, magnetita, pirrotita, esfalerita	Disseminada		Teor de 11 g/t até 221 g/t	Tectono-controlada

Tabela 5.4b – Jazimentos primários de ouro tectono-controlados (continuação).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	TOPONÍMIA DO RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZAÇÃO	MINEIRAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
709278	8873532	Garimpo Armando / Grota Cuamba	Granito hidrotermalizado	Suíte Matupá	Falha N60°W	Quartzo, óxidos de ferro, clorita e sericita	Au em veio de quartzo	Ouro e sulfeto			Teor de 0,030 ppm de Au na rocha hidrotermalizada	Tectono-controlada
543878	8949554	Trincheira (Bloco C)	Monzogranito	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil, de direção NNW	Quartzo, sericita, K-feldspato, sericita, epidoto, caolinita e carbonato	Au em vênulas de quartzo no granito saprolitizado	Ouro, pirita, calcopirita, covellita, esfalerita, galena, bismutinina	Disseminada	Salinidade entre 11,9% e 19,0% de NaCl equiv.; T(h) 292° C a 313°C		Tectono-controlada
709711	8883182	Garimpo Flor da Serra	Gabro fino/ Granitóide	Suíte Flor da Serra	Fratras N70°- 80°W e N10°W. Zona de cisalhamento rúptil-dúctil confinada E-W	Quartzo, clorita, epidoto, K-feldspato e sericita	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita e malaquita				Tectono-controlada
494397	8967980	Garimpo Papagaio	Saprólito de metavulcânica dacítica a andesítica	Suíte Colíder	Veio de quartzo, N25°E/subvertical SE, e rede de vênulas milimétricas de quartzo	Quartzo, sulfetos, saussuritização e illita	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, hematita	Rede de vênulas		3,2 a 171 g/t nos veios e 4,1 a 6,7 g/t nas encaixantes hidrotermalizadas	Tectono-controlada
451689	8963259	Garimpo Jacaré	Hornblenda biotita granito	Suíte Paranaíta	Zonas de cisalhamento WNW-ESE	Epidoto, clorita, sericita, K-feldspato e quartzo	Au em veio de quartzo	Ouro	Venular	Salinidade entre 7 e 9%NaCl equiv; T(h) 218 a 232°C	Teores médios de 70 g/t a 6 g/t e máximos de 379 g/t de Au	Tectono-controlada
450045	8961015	MJBA-8 (área de Pesquisa da JICA)	Granito porfirítico róseo	Suíte Paranaíta	Zonas de cisalhamento subverticais	Silicificação, K-feldspatização, sericitização, dolomitização do granito.	Au em veio de quartzo	Ouro	Venular		Valores médios entre 0,21 g/t e 0,73g/t de Au	Tectono-controlada

Tabela 5.4b – Jazimentos primários de ouro tectono-controlados (continuação).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	TOPONÍMIA DO MIA DO RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTÉRMICAS	MINERALIZAÇÃO	MINEIRAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
446716	8963990	MJBA-11 (área de Pesquisa da JICA)	Granito alterado/diques básicos	Suíte Paranaíta	Zonas de cisalhamento WNW-ESE e NW-SE	Silicificação, K-feldspatização, albitização, biotitização, cloritização, sulfetação e rutilo.		Ouro				Tectono-controlada
446717	8963590	MJBA-13 (área de Pesquisa da JICA)	Biotita granito alterado/diques básicos	Suíte Paranaíta	Zonas de cisalhamento WNW-ESE e NW-SE	Frac a média silicificação. Epidotização, alteração potássica, clorítica e albitica Veios de quartzo		Ouro			Teores médios de 2,71g/t de Au	Tectono-controlada
547545	8948248	C11201850	Diques básicos/granito/granito brechado	Suíte Paranaíta	Zonas de cisalhamento WNW-ESE e NW-SE			Ouro				Tectono-controlada
718150	8891194	Garimpo Serrinha do Guaraniã	Hornblenda biotita granito pórfiro	Suíte Matupá?	Zona de cisalhamento de direção NW-SE/subvertical	Clorita, epidoto, forte silicificação e alteração sericitica Veio de quartzo	Au em veio de quartzo	Ouro			Teores médios de 2,51g/t de Au	Tectono-controlada
638324	8825302	Garimpo Nova Canaã	Granito hidrotermalizado	Suíte Nova Canaã	Zona de cisalhamento transcorrente N60°W	Sericita, clorita, quartzo, veios de quartzo + carbonato + epidoto + óxidos de ferro + sulfetos	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita	Disseminada			Tectono-controlada
603126	8916304	Garimpo Serrinha (Alta Floresta)	Hornblenda-biotita-quartzo monzonito e filonito	Suíte Paranaíta	Zona de cisalhamento rúptil-dúctil, transcorrente, N50°W/SW, cortada por outra com atitude N70°E/60°SE	Quartzo+sericita+magnetita+carbonato + sulfeto	Au em veio de quartzo	Ouro, pirita				Tectono-controlada

Tabela 5.4b – Jazimentos primários de ouro tectono-controlados (continuação).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	TOPONÍMIA DO MIA DO RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTÉRMICAS	MINERALIZAÇÃO	MINEIRAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA	
722358	8896854	Garimpo Aluízio	Biotita granito, riolito e diques básicos	Suíte Matupá?	Zona de cisalhamento de direção N80°W	Sericita, clorita e epidoto Forte silicificação Veios de quartzo rico em sulfetos	Au em veio de quartzo sulfetado	Ouro, calcopirita, hematita, calcocita e covelita	Venular		Salinidade entre 2,6 e 7,9%NaCl equiv; T(h) 216 a 226°C	Teores de 0,43% de Cu e 0,32 g/t de Au	Tectono-controlada
735000	8821000	Depósito do Pombo	Biotita hornblenda granito	Suíte Matupá	Zona de falha com veios na direção N45°E/85°NW	Alterações sódica, potássica, propilitica e sericitica	Au em veio de quartzo e stockwork	Ouro, calcopirita, covelita, digenita, calcosita, pirita, calcostibnita, emplectita e wittichenita	Venular e disseminada		Teores médios entre 7,3 e 10,3 g/t de Au e 0,4% de Cobre	Tectono-controlada, relacionada a intrusão	

ração vermelho intenso sugere a presença de rocha básica (Barros, 1994).

No Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), o Filão da Paraíba é descrito como um veio de quartzo, de direção geral N05°W e mergulho de 65-70° para leste, posicionado entre rochas metabásicas, atribuídas à Suíte Intrusiva Flor da Serra, e rochas monzograníticas, miloníticas, hidrotermalizadas, atribuídas à fácies 1 da Suíte Intrusiva Matupá (Fig. 5.5).

Os veios bandados e sulfetados, posicionados N05°W, que constituem a mineralização principal do filão do Paraíba (Fig. 5.10), encaixam-se, concordantemente, em zonas de cisalhamento des-trais, antitéticas, com expressiva foliação milonítica (Barros, 1994). Esta direção de cisalhamento está inserida no contexto da deformação regional, no modelo de Riedel proposto para a área por Souza *et al.* (2005), configurando como fratura de cisalhamento do tipo X (Fig. 5.11), aproximadamente

Tabela 5.4c - Jazimentos primários de ouro, relacionados a intrusões graníticas, em stockworks, brechas hidrotermais e veios extensionais de em domínio rúptil (informações compiladas de Souza et al. 2005, JICA/MMAJ 2000, JICA/MMAJ 2001, Moura et al. 2006, atualizadas neste trabalho).

COORD. UTM E COORD. UTM N	JAZIMENT O MINERAL	ROCHA HOSPE-DEIRA	UNIDADE GEOLÓ-GICA ENCAI-XANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZA-ÇÃO	MINERAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔ-MICOS	TIPOLO-GIA
655510 8915484	Depósito do Trairão	Monzo-granito hidro-termaliza-do	Granito Nhandu	Fraturas extensionais (padrão stockwork)	Sericitização, silicificação, sulfetação (pirita). Presença de magnetita.	Au em veios de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, digenita, esfalerita	Multi-venulação de quartzo (padrão stockwork)	Salinidade entre 0,8 e 26,2 % NaCl equiv.; T(h) 176 a 353°C	Teores médios variam de 0,5 a 1,7 g/t	Minério em stockwork, relacionado a intrusão granítica
731897 8867304	Depósito de Serrinha	Monzo-granito hidro-termaliza-do	Suite Matupá	Fraturas extensionais (padrão stockwork)	Alteração sódica, potássica, Mn-clorita, filica e carbonática; silicificação e sulfetação	Au em veios de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, galena, bornita e esfalerita.	Dissemina-da e em stockwork	Salinidade elevada, > 45% de NaCl equi.; T(h)>420°C	1 a 70g/t de Au e 1 a 13 g/t de Ag	Minério em stockwork, relacionado a intrusão granítica
475000 8966362	Garimpo de Novo Planeta / Baixão Marabá	Biotita-epidoto granito/Quartzo feldspato granito	Suite Paranaíta	Sistema de fraturas N40°W e N75°W	Sericita+quartzo+epidoto. Sulfetos (pirita, calcopirita, covelita) disseminados e incrustações de magnetita.	Au em veios de quartzo	Ouro, pirita, calcopirita, magnetita, rutilo, covelita e limonita			Teor máximo de 11,7 g/t de Au	Minério em stockwork. (relacionado a intrusão granítica?)
548692 8963948	Garimpo dos Crentes	Vulcâni-cas e subvul-cânicas, saproli-tizadas.	Suite Colíder	Fraturas extensionais (padrão stockwork)	Quartzo+epidoto+sulfetos+ óxidos de ferro.	Au em veios de quartzo	Ouro e sulfetos	Dissemi-nada e em stockwork			Minério em stockwork. (relacionado a intrusão granítica?)

Tabela 5.4c - (continuação).

COORD. UTM E COORD. UTM N	JAZIMENT O MINERAL	ROCHA HOSPE-DEIRA	UNIDADE GEOLÓ-GICA ENCAI-XANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS	MINERALIZA-ÇÃO	MINERAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLU-SÕES FLUI-DAS	DADOS ECONÔ-MICOS	TIPOLOGIA
464297 8959250	Garimpo de Tião Fera / Baixão Água Azul	Granito saproli-tizado	Suite Paranaíta	Falha N35°E/40°NW	Quartzo+sulfetos (pirita, calcopirita, covelita), magnetita, rutilo e limonita laminada	Au em veio de quartzo e em stockwork	Ouro, pirita, calcopirita, magnetita	Dissemi-nada e em stockwork		800g de Au garimpados (informação obtida de garimpeiros por Santos 2001). Teor médio de 30 g/t	Minério em stockwork (re-lacionado a intrusão grani-tica?)
344323 8984153	Garimpo Clareira / Novo Astro	Granito epidoti-zado	Suite Paranaíta	Veios de direção N20°E e venulações milimétricas em padrão stockwork	Epidotização, sericitização, carbonatação, sulfetação (pirita, calcopirita, calcocita, galena, tetraedrita, esfalerita e bornita).	Au em veio de quartzo e em stockwork	Ouro, pirita, calcopirita, covelita, galena, tetraedrita, esfalerita,	Dissemi-nada e em stockwork			Minério em stockwork (re-lacionado a intrusão grani-tica?)
545990 8963634	Garimpo Álvaro Tavares	Microgra-nito pórfiro hidro-termalizado	Suite Colíder	Fratura extensional N60°E/80°SE	Quartzo+sericita+clorita+ argilominerais+magnetita+sulfetos	Au em vênulas de quartzo em rocha vulcânica	Ouro, pirita, calcopirita, calcocita, covelita				Minério em stockwork (re-lacionado a intrusão grani-tica?)
705686 8870038	Garimpo Mineiro	Granitói-de hidro-termalizado	Complexo Cuiú-Cuiú/Suite Matupá?	Venulação em stockwork; zona de cisalhamento transcorrente	Sericita, clorita e quartzo	Au em veio de quartzo e em stockwork	Ouro			Teor estimado de 500g/m3	Minério em stockwork (re-lacionado a intrusão grani-tica?)
473321 8963692	Garimpo Cunhadinho / Novo Planeta	Biotita-quartzo monzo-nito hidro-termalizado	Suite Paranaíta	Fraturas de cisalhamento N60W e extensional N30E	Epidotização, sericitização, K-feldspatização e sulfetação	Au disseminado e em stockwork	Ouro, pirita, calcopirita	Dissemina-da na rocha, em associação com pirita			Minério em stockwork(re-lacionado a intrusão grani-tica?)

N-S, com cinemática dextral. Segundo Santos (2000), brechas tectônicas são freqüentes no contato do veio com o granitóide, além da presença de falhas transversais, sinistrais e dextrais que deslocam todo o conjunto, bem como venulações secundárias também ricas em sulfetos. Segundo Barros (1994), o veio principal trunca localmente a foliação milonítica, englobando fatias das encai-

xantes, sugerindo que a fase mineralizada é tardia em relação ao evento cisalhante dúctil. Fraturas tardias, de direção geral N80°W/65°NE e preenchidas com pirita, carbonato, calcopirita e biotita cortam os veios pegmatíticos e os milonitos (Barros, 1994). As direções preferenciais obtidas pelos métodos geofísicos na área do filão do Parafiba, segundo Parro (1998), estão descritas na Ta-



Tabela 5.4c - (continuação).

COORD. UTM E	COORD. UTM N	JAZIMEN TO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	UNIDADE GEOLÓGICA ENCAIXANTE	ESTRUTURA	ALTERAÇÕES HIDROTÉRMICAS	MINERALIZAÇÃO	MINERAIS DE MINÉRIO	TEXTURA	INCLUSÕES FLUIDAS	DADOS ECONÔMICOS	TIPOLOGIA
631674	8917270	Área de Pesquisa da Minerbrás	Monzogranito hidrotermalizado e saprolitizado	Granito Nhandu	Fraturas extensionais, padrão <i>stockwork</i>	Sericitização pervasiva	Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro, pirita, magnetita(?)	Disseminada e <i>stockwork</i>		Teor estimado de 50 a 52g/t de Au	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)
721933	8897102	MJBA-1 (área de Pesquisa da JICA)	Granito hidrotermalizado / Diabásio associado	Suite Matupá ?	Zona de cisalhamento de direção NW-SE/subvertical	Silicificação (veios de quartzo)	Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro, malaquita, hematita, rutilo		Salinidade da ordem de 9% NaCl equiv.; T(h) de 220°C	Teores de 3,34 g/t de Au e 1,41% de Cu	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)
721568	8897166	MJBA-2 (área de Pesquisa da JICA)	Granito rosa hidrotermalizado	Suite Matupá ?	Zona de cisalhamento N80°W	Silicificação, microclinização, albitização, cloritização e carbonatização	Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro			Teores entre 0,61 e 0,87 g/t de Au	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)
680997	8904089	Garimpo Zanete	Biotita granito pórfirítico	Granito Nhandu?	Zonas de cisalhamento WNW-ESSE e NW-SE		Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro, hematita e goethita		Salinidade da ordem de 7,5% NaCl equiv.; T(h) de 235°C	Teores entre 28,73g/t de Au e 45,0 g/t de Au em veio de quartzo	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)
682480	8908230	Garimpo Peção	Biotita granito gnaissificado, alterado	Granito Nhandu?	Zonas de cisalhamento WNW-ESSE e NW-SE	Epidoto, clorita e disseminação de pirita	Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro		Salinidade da ordem de 2,9 a 9,5% NaCl equiv.; T(h) de 226 a 259°C	Teor de 35,7 g/t de Au e 0,86% de Cu no veio de quartzo	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)
695358	8900635	Garimpo Edmar	Biotita granito gnaissificado, alterado	Granito Nhandu?	Zonas de cisalhamento WNW-ESSE e NW-SE	Epidoto, clorita, quartzo e sericita. Venulações de quartzo com disseminações de pirita	Au em veio/vênula de quartzo ( <i>stockwork</i> )	Ouro		Salinidade da ordem de 1,9% NaCl equiv.; T(h) de 258°C	Teores entre 0,01g/t e 60,45 g/t de Au no granito alterado	Minério em <i>stockwork</i> (relacionado a intrusão granítica?)



Figura 5.6 - Aspecto geral da cava do Filão da Paraíba em 1992. Fonte: Abreu Filho et al. (1992).



Figura 5.7 - Aspecto geral da cava do Filão da Paraíba, em 2006.

Figura 5.5. Observa-se que estruturas do tipo T e Y são descritas na área do Filão do Paraíba, tendo as mesmas sido reconhecidas por intermédio de assinaturas gamaespectrométricas, estando as estruturas do tipo T também refletidas na assinatura magnetométrica.

A análise estrutural de temas aeromagnetométricos revelou a presença, nesta região, de uma estrutura magnetométrica não aflorante, a qual



Figura 5.8 - Entrada do shaft de acesso à galeria.



Figura 5.10 - Detalhe da principal zona mineralizada com veio de quartzo bandado e sulfetado.

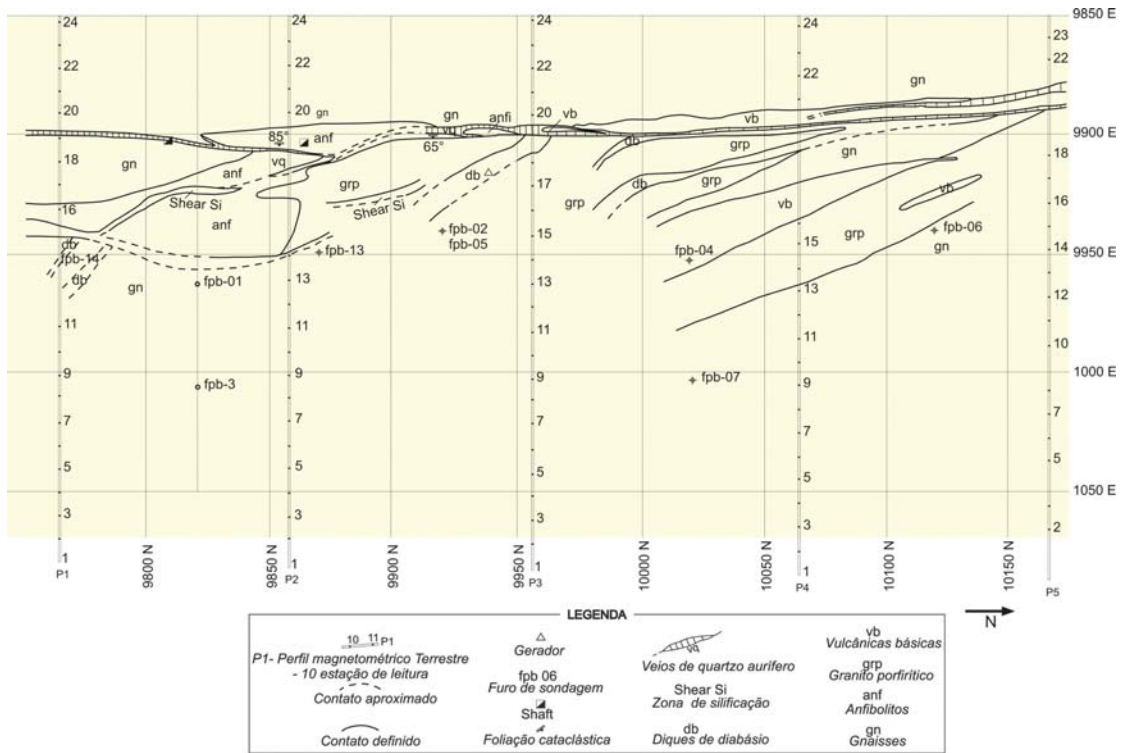


Figura 5.9 – Esboço geológico do Filão do Paraíba (Abreu Filho et al., 1992).

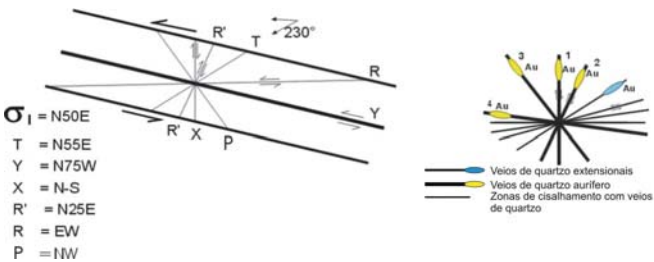


Figura 5.11 - Modelo Riedel, com as orientações predominantes do domínio dúctil-rúptil, apresentando ainda os veios de quartzo auríferos, associados a este domínio. Fonte: Souza et al. (2005).

possui direção aproximadamente E-W (Parro, 1998; Ferreira, 2007). Esta direção tende a ser concordante com as fraturas tardias de direção N80°W/65° NE, descritas em Barros (1994). É interessante ressaltar que, na intersecção das estruturas que representam a direção preferencial de milonitização do Paraíba (N05W), com estruturas extraídas da interpretação dos dados magnetométricos, observam-se zonas anômalas para os parâmetros de alteração hidrotermal, obtidos no processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Tais anomalias decorrem de valores elevados do

Fator F, de  $K_d$  e do ternário F- $K_d$ - $U_d$  e de razões baixas Th/K (Figs. 5.12 a 5.15), parâmetros estes descritos no Capítulo 4 deste relatório. Tal fato também é observado em um garimpo de importância secundária, situado ao sul do Filão do Paraíba (Figs. 5.16 a 5.19).

Os milonitos encaixantes da zona do minério consistem em clorita-sericita xistos (milonitos básicos) e sericita-quartzo-xistos (milonitos ácidos), com foliação milonítica marcante, subparalela à direção de cisalhamento e uma foliação C bem desenvolvida, com atitude N60°W/65°NE, similar à direção do bandamento gnáissico (Abreu Filho *et al.*, 1992).

No presente trabalho foram amostradas as encaixantes imediatas do Filão Paraíba. Os estudos petrográficos revelaram a presença de rochas muito alteradas hidrotermalmente, cujos protólitos são leuco-quartzo-monzonito, biotita-quartzo-diorito, anfíbolito e diabásio. Cerca de 4 km a leste do Filão do Paraíba, zona mais afastada do foco da mineralização, observa-se que a rocha diabásica não mostra evidências de deformação e metamorfismo, exibe textura subofítica, com titan-augita, labradorita e cerca de 2% de opacos intersticiais (pirita e óxidos de Fe e Ti), com leve alteração hidrotermal para tremolita e clorita. Algumas das estruturas bandadas constituem diferentes graus de milonitização, recristalização e hidrotermalização. Os sulfetos apesar de disseminados na maior parte das rochas, estão mais concentrados nas zonas mais ricas em quartzo. Microvênulas de quartzo + epidoto + sulfetos e quartzo + clorita + biotita verde + sulfetos se dispõem na foliação milonítica. Por outro lado, microvênulas de calcita, epidoto+calcita e quartzo, são transversais à foliação milonítica. Nas amostras coletadas na zona proximal ao minério, as alterações hidrotermais que se destacam são a propilitização e sericitização/muscovitização. Além dessas alterações hidrotermais, também ocorre a potássica (microclinização) incipiente a moderada nos granitóides (leuco quartzo monzonito e biotita quartzo diorito), cedo ou anterior à deformação milonítica. Na zona mineralizada os sulfetos são mais

comuns nos veios mais deformados e fraturados, indicando que a sulfetação é tardia em relação à silicificação (venulação de quartzo). Dados petrográficos mostram forte associação entre clorita, biotita e sulfetos. A calcita, por sua vez, parece ser mais tardia, considerando que preenche microfaturas na rocha e nos sulfetos.

Os minerais opacos da zona mineralizada são pirita, calcopirita, magnetita, bismutinita, ± bismuto, ± pirrotita, ± esfalerita, ± molibdenita, ± galena, ± tetrahedrita, ± calcocita, ± bornita, ± covelita e ouro. Observou-se a presença de um mineral, incluso na pirita e associado à calcopirita, o qual não foi passível de ser identificado sob microscópio. Avaliação qualitativa do mesmo por microsonda eletrônica revelou a presença de S, Fe, Ag, Cu e Te. Considerando que em todas as variedades de calcocita o Cu pode ser substituído por Ag, Fe ou Mn e o S por Se e Te (Ramdhor, 1969), então o mineral desconhecido pode tratar-se de uma variedade desta.

O sulfeto predominante na zona mineralizada é a pirita (Fig. 5.16), a qual ocorre tanto disseminada nas rochas encaixantes, quanto associada aos veios de quartzo que cortam a rocha básica hidrotermalmente alterada (Fig. 5.17). A pirita ocorre com grãos euhedrais, por vezes englobando a calcopirita e por vezes sendo envolvida pela calcopirita ou tendo suas fraturas preenchidas por esse mineral (Figs. 5.18 e 5.19). Isso aponta para diferentes gerações de pirita. Normalmente está fraturada, com fraturas preenchidas por calcopirita (Fig. 5.18). A magnetita concentra-se preferencialmente em bandas, formando mosaicos com agregados de cristais predominantemente euhédricos, incluindo apenas a pirita. A magnetita apresenta-se parcialmente englobada pela pirita e calcopirita, indicando ter sido gerada no início do processo de sulfetação. A calcopirita é normalmente anédrica e constitui uma fase tardia à pirita e magnetita, pois preenche fraturas nestes dois minerais ou ocorre na borda da pirita. A calcocita, bornita e covelita ocorrem preferencialmente substituindo a calcopirita, bordejando-a. Provavelmente constituem re-equilíbrios tardi-

Tabela 5.5 – Direções preferenciais obtidas por aerogamaespectrometria e aeromagnetometria descritas no Filão do Paraíba, segundo interpretação de Parro (1998).

Nome do garimpo	Atitude do Veio mineralizado	Estruturação magnética	Estruturação no canal de potássio	Amplitude magnética média (nT)	Amplitude média do canal de potássio (cps)
Paraíba	N5W/SV N5W/80NE N7W/SV	N40E e E-W	N55E e N40W	-44,9 a -17,8	12 a 20

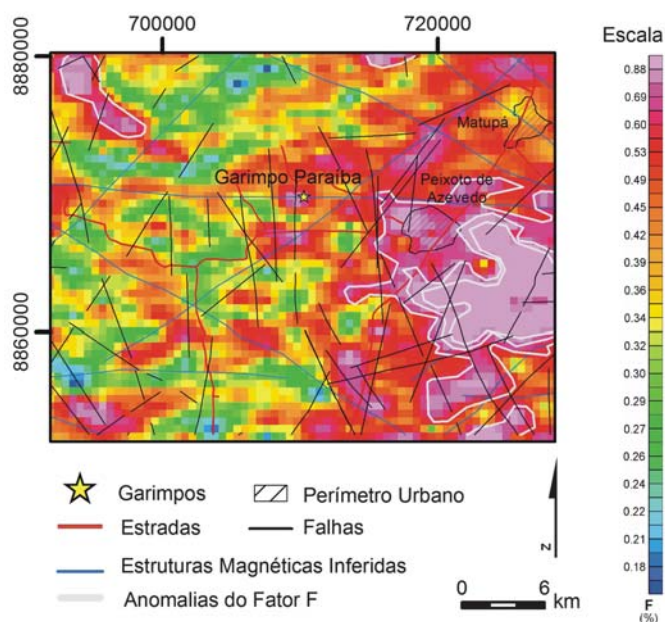


Figura 5.12 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas da região de Peixoto de Azevedo, confrontadas com o Fator F obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar F elevado (cor rosa) na intersecção das estruturas magnetométricas com zona de milonitos N-05W).

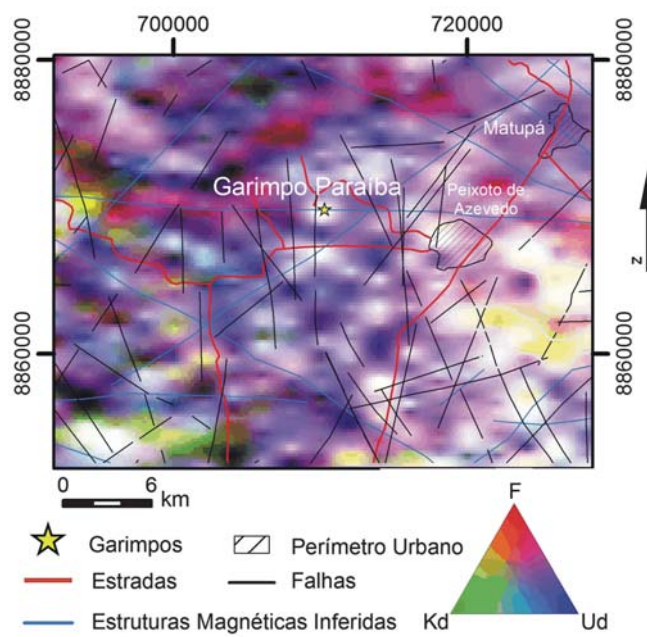


Figura 5.14 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas, na região de Peixoto de Azevedo, confrontadas com o ternário obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar região do ternário com cor branca (valores elevados de F,  $K_d$  e  $U_d$ ), na intersecção das estruturas magnetométricas com a zona milonítica N05°W.

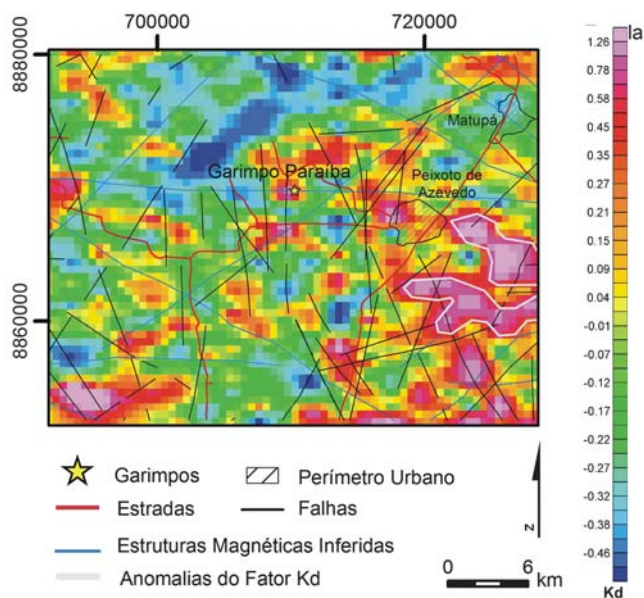


Figura 5.13 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas na região de Peixoto de Azevedo, confrontadas com o  $K_d$  obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores elevados de  $K_d$  (cor rosa) na intersecção das estruturas magnetométricas com zona milonítica N05°W).

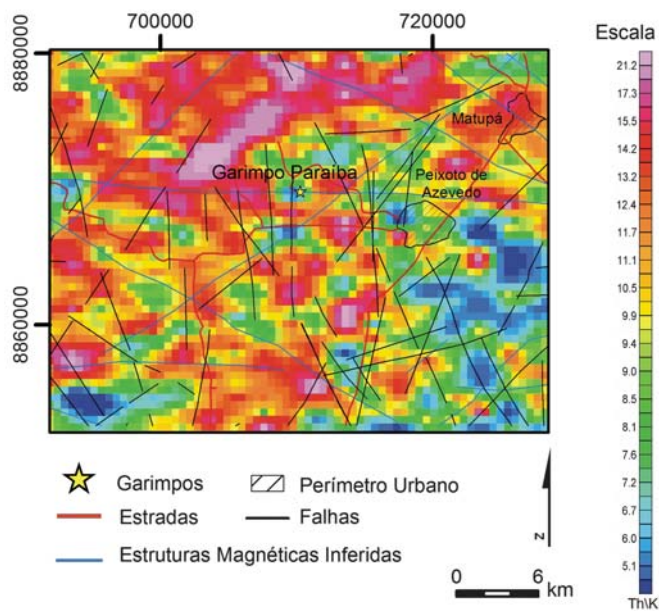


Figura 5.15 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas na região de Peixoto de Azevedo, confrontadas com a razão  $Th/K$ , obtida pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores baixos da razão  $Th/K$  (cor azul), na intersecção das estruturas magnetométricas com zona milonítica N05°W.



Figuras 5.16 - Veio de quartzo com predomínio de pirita.



Figura 5.17 - Detalhe do veio quartzo sulfetado cortando a rocha básica milonitizada e hidrotermalizada. Observar os sulfetos no contato e entre o veio e rocha.

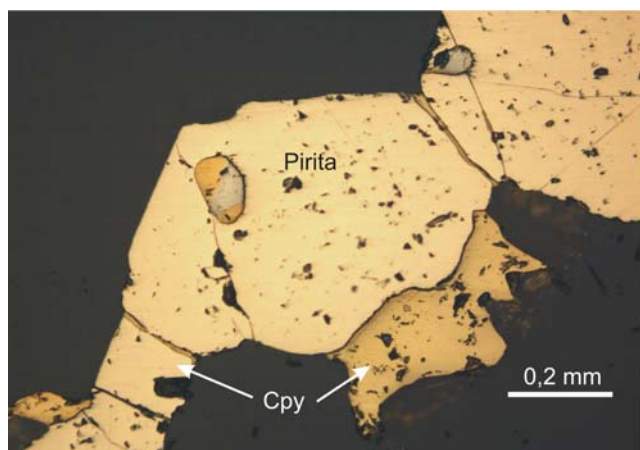


Figura 5.18 - Fotomicrografia de pirita (Py) envolvida e com fraturas preenchidas por calcopirita (Cpy). A pirita inclui calcopirita em associação com um mineral cinza contendo S, Fe, Ag, Cu e Te. 20x. Luz Refletida (LR).

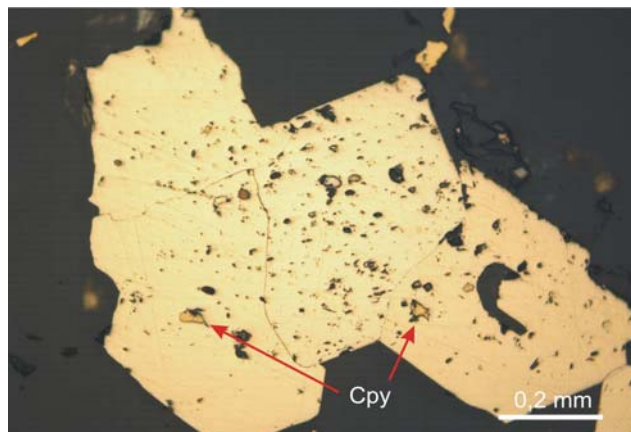


Figura 5.19 - Fotomicrografia de calcopirita (Cpy) englobada por pirita (Py). 20X. LR.

os em temperaturas mais baixas. Segundo Barros (1994), o ouro ocorre na forma de gotículas subarredondadas, amarelo forte, ocorrendo como inclusão, principalmente na pirita e subordinadamente na calcopirita, com tamanhos da ordem de 70 a 120  $\mu\text{m}$ .

Segundo Barros (1994), os sulfetos, no Filão do Paraíba, associam-se ao minério milonítico, ao veio principal, ao veio pegmatítico e às fraturas tardias, evidenciando várias fases de deposição dos mesmos. O referido autor interpreta esta feição como resultante de prolongado período de circulação de fluidos, atestado também pela presença de expressivos halos de alteração hidrotermal.

O estudo litogeoquímico realizado em amostras de rochas básicas, encaixantes do Filão do Paraíba revelou uma forte similaridade dessas rochas com o diabásio da Suíte Intrusiva Flor da Serra. Observou-se, no entanto que, nas amostras onde a alteração hidrotermal foi mais intensa (mais proximais à zona do minério), ocorre um enriquecimento em ferro, acompanhado de empobrecimento em magnésio e aumento do CaO. O aumento em ferro pode ser atribuído a sulfetação e magnetitização observados e o aumento em CaO, por sua vez, parece ser decorrente do processo de carbonatação. Chama também atenção o empobrecimento em sílica e em elementos terras-raras, nas amostras mais intensamente hidrotermalizadas.

Esse comportamento das encaixantes, deformadas e hidrotermalizadas, parece refletir o resultado da interação com um fluido cuja composição tenha favorecido a lixiviação das mesmas. A passagem desse fluido resultou na geração de uma mineralogia de alteração hidrotermal, com o predomínio das paragêneses clorita + epidoto + tremolita ou a mistura clorita + epidoto + sericita.

Estudos espectrorradiométricos, realizados

em amostras hidrotermalmente alteradas do Filão do Paraíba, geraram picos de absorção com comprimentos de onda de 2.2073 e 2.3331 (Figs. 5.20a e b), que definem misturas com predominância de muscovita/sericita, em amostras coletadas na galeria subterrânea (zona do minério, amostras MA-20G, MA-20I e MA-20H), e uma predominância de clorita + epidoto + tremolita ou ainda uma mistura de clorita + epidoto + sericita, para as amostras coletadas na superfície (MA-20A, MA-20D e MA-20C). O espectro obtido mostrou-se concordante com o estudo petrográfico das paragêneses de alteração hidrotermal, possibilitando seu uso no mapeamento espectral descrito no Capítulo 7.

Para o estudo das inclusões fluidas dos veios de quartzo mineralizados foram coletadas amostras no interior do *shaft* principal do Filão do Paraíba. Os dados petrográficos e microtermométricos obtidos permitiram distinguir os seguintes tipos de inclusões fluidas:

**Tipo 1** – Compreende inclusões fluidas monofásicas ( $L_{CO_2}$ ) e bifásicas ( $L_{CO_2} + V_{CO_2}$ ) carbônicas, raras, arredondadas, predominantemente menores que 7  $\mu m$ , interpretadas como primárias. A temperatura de fusão da fase carbônica ( $T_{fCO_2}$ ) ocorre entre -57,9° e 56,6°C (Tabela 5.6), o que permitiu modelar o fluido pelo sistema  $CO_2 (\pm CH_4 \pm N_2)$ . A homogeneização total ocorre para a fase líquida, entre 12° e 31,1°C, com predomínio de temperaturas acima de 30 °C.

**Tipo 2** – Compreende inclusões fluidas aquo-carbônicas trifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2} + V_{CO_2}$ ), predominantes (Fig. 5.21), e bifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2}$ ), com formas variadas, tamanhos de 7 a 20 $\mu m$  e Vg em geral entre 20 e 40%, interpretadas como primárias (Fig. 5.22). As temperaturas de fusão de  $CO_2$  variam de -58,1°C e -56,6°C, com moda entre -56,9°C e -56,6°C (Fig. 5.23a), o que indica predomínio de  $CO_2$  no sistema não-aquoso, com presença subordinada de  $CH_4$ ,  $N_2$  ou  $H_2S$  (Tabela 5.6). As temperaturas de fusão do clatrato são variáveis (-11 a 7,6 °C), porém há concentração de

valores entre 0 e 6°C (Fig. 5.23b), o que resulta em salinidade entre 4,6 e 25% em peso de NaCl equiv. A homogeneização do  $CO_2$  ocorre tanto para a fase líquida quanto para a fase vapor, predominantemente entre 27 e 31,1°C (Fig. 5.23c). Algumas inclusões apresentam homogeneização crítica, o que implica densidade crítica (0,468 g/cm<sup>3</sup>) e homogeneização próxima ao ponto crítico do  $CO_2$  puro (31,1 °C), conforme observado durante a etapa de microtermometria. A homogeneização total ocorreu de 230 a 350°C, com concentração de valores entre 270 e 320°C (Fig. 5.23d; Tabela 5.6). Entretanto, a maioria das inclusões fluidas do tipo 2 decrepitou durante o aquecimento e a temperatura de decipitação foi interpretada como temperatura mínima de aprisionamento do fluido. A densidade total obtida a partir da salinidade e da temperatura de homogeneização varia de 0,82 a 1,04 g/cm<sup>3</sup>, com moda em 0,91 g/cm<sup>3</sup>.

**Tipo 3** – Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ) com Vg entre 5 e 20%, claras e raras, irregulares a arredondadas, com 8 a 10 $\mu m$  de diâmetro, interpretadas como primárias. A primeira fusão ( $T_e$ ) ocorre em temperaturas inferiores a -45°C, o que permite modelar o fluido pelo sistema  $H_2O-NaCl-CaCl_2$  (Tabela 5.6). A fusão do gelo dá-se de -2,6° a -0,6°C, o que implica salinidades estimadas de 1 a 4% em peso de NaCl equiv. A homogeneização total ocorre entre 200 e 340 °C e os valores calculados de densidade situam-se entre 0,64 e 0,88 g/cm<sup>3</sup> (Fig. 5.24).

**Tipo 4** - Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas (Tipo 4a) ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), com Vg entre 2 e 30%, às vezes contendo sólido interpretado como aprisionado, e inclusões trifásicas (Tipo 4b) ( $L_{H_2O} + V_{H_2O} + S$ ), com Vg < 5 e Vs = 5 a 10 (Fig. 5.25). As inclusões fluidas do tipo 4 possuem 6 a 18 $\mu m$ , formas irregulares e são interpretadas como secundárias (Tabela 5.6). As inclusões fluidas do tipo 4b possuem sólido cúbico, interpretado como halita. É comum as inclusões do tipo 4b apresentarem feições de estrangulamento. A temperatura

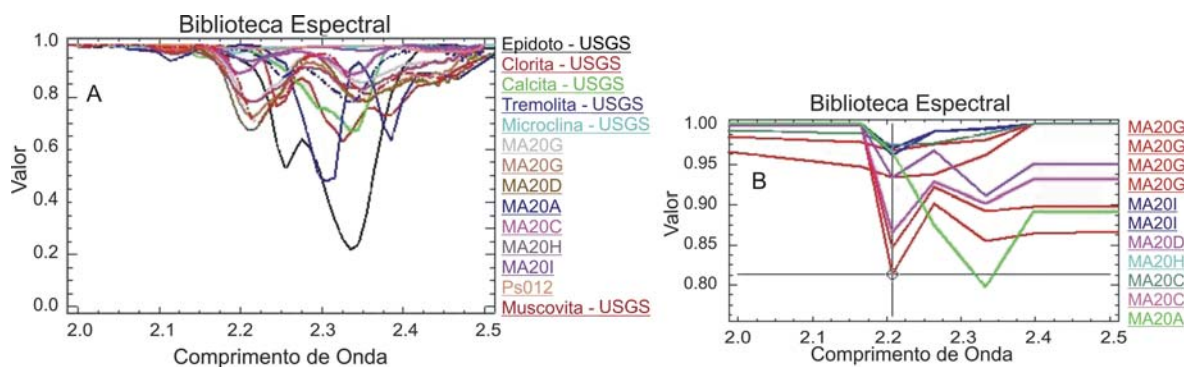


Figura 5.20 - Espectro das amostras da zona do Filão do Paraíba: (a) Espectro total e (b) Espectro re-amostrado para imagem Aster.

Tabela 5.6 - Dados petrográficos e microtermométricos de inclusões fluidas do Filão do Paraíba.

Tipo	Características petrográficas	Principais dados microtermométricos	Sistema
Tipo 1 (L+V)	Arredondadas, monofásicas e bifásicas, primárias, escuras, 5 a 7 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -57,9 a -56,6°C Th (L) = 30,1 a 31,1°C	CO <sub>2</sub> $\pm$ N <sub>2</sub> $\pm$ CH <sub>4</sub>
Tipo 2 (L1+L2+V)	Irregulares, bifásicas e trifásicas, primárias, escuras, 7 a 20 $\mu\text{m}$	TfCO <sub>2</sub> = -58,1 a -56,6 °C; Te(aq.) < -42°C Tfclat = -12 a 7,6 °C; Th (L/C/V) = -9,1 a 31,1°C (moda = 28°C); TH (L) = 230 a 350°C (moda = 270 a 320°C)	H <sub>2</sub> O-NaCl-CaCl <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ( $\pm$ N <sub>2</sub> $\pm$ CH <sub>4</sub> )
Tipo 3 (L+V)	Arredondadas, bifásicas, primárias, 8 a 10 $\mu\text{m}$ .	Te = -52,0 a -44,2°C; Tfg = -2,6° a -0,6°C; TH (L) = 200 a 340°C (moda = 260°C)	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>
Tipo 4a (L+V)	Irregulares, secundárias, 6 a 15 $\mu\text{m}$ .	Te = -53,4 a -42,0°C; Tfg = -26,0 a -9,2°C; TH (L) = 103 a 207°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>
Tipo 4b (L+V + S)	Irregulares. Estrangulamento freqüente. Secundárias. 8 a 18 $\mu\text{m}$ .	Te = -53,5 a -43,5°C; Tfg = -27,2 a -18,3°C; Td = 72 a 117°C; TH (L) = 153 a 200°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>

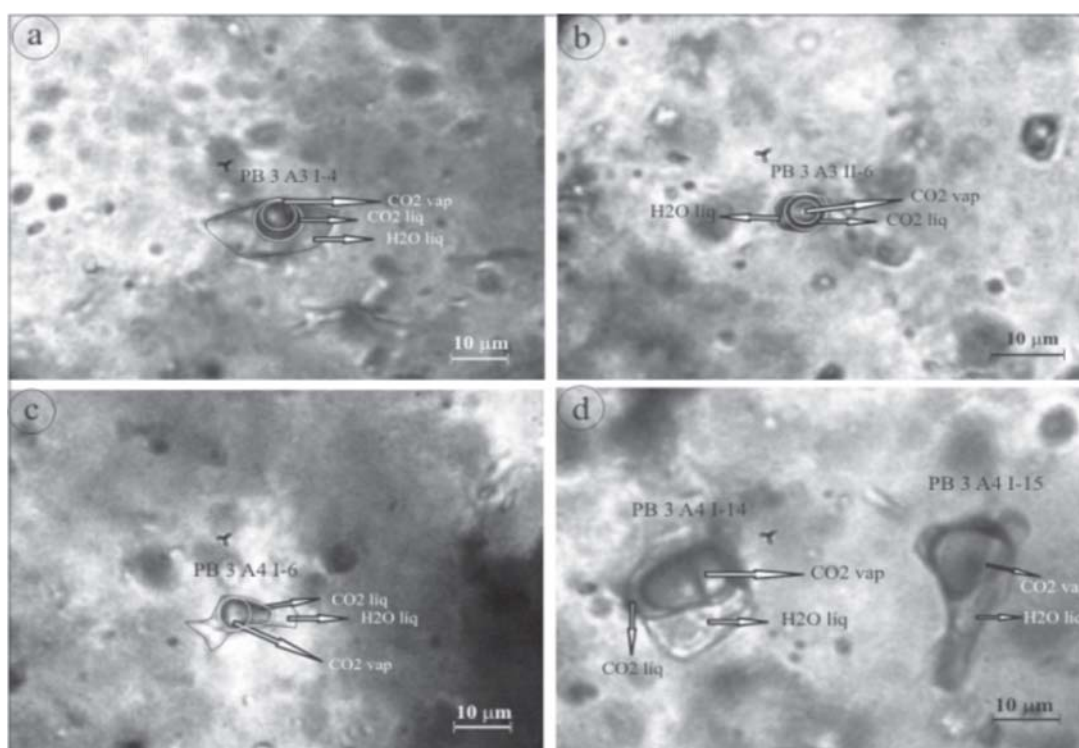


Figura 5.21 – Inclusões fluidas aquocarbônicas (tipo 2) do Filão do Paraíba, com diferentes proporções de fase vapor.

do ponto eutético nas inclusões do tipo 4 varia de -53 a -42°C, o que permite estimar o sistema como sendo H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub>. A temperatura de fusão da hidrohalita (Tf<sub>hidr</sub>) varia de -31,1 a -24,8°C (Fig. 5.24c).

A fusão do gelo das inclusões fluidas do tipo 4a ocorre entre -26 e -9,2°C (Tabela 5.6), com predomínio de temperaturas mais negativas.

As temperaturas de homogeneização total variam de 103 a 207 °C, com predomínio de valores entre 130 e 160 °C (Fig. 5.24d). Os valores de NaCl / (NaCl + CaCl<sub>2</sub>) situam-se entre 0,38 e 0,7, obtidos com base na Tf<sub>hidr</sub> o que resulta em salinidade estimada de 13 a 24% em peso de (NaCl+CaCl<sub>2</sub>), com base nos dados experimentais de Oakes *et al.* (1990).

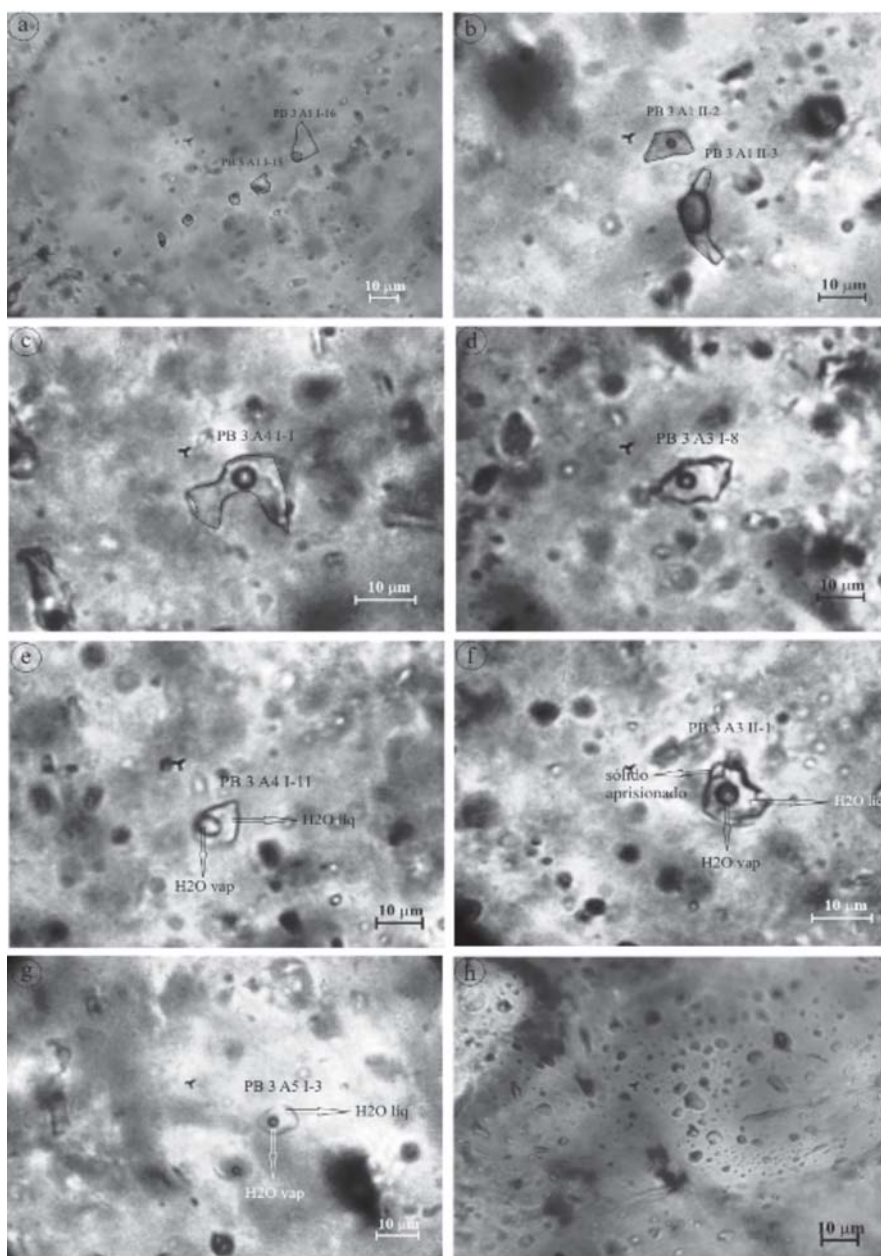


Figura 5.22 – Inclusões fluidas do Filão do Paraíba: (a) trilha de inclusões do tipo 4a; (b) inclusão PBA111-2 do tipo 4a e PBA111-3 do tipo 2; (c) inclusão do tipo 4a; (d) inclusão do tipo 4a; (e) inclusão primária do tipo 3; (f) inclusão do tipo 4a com sólido aprisionado; (g) inclusão do tipo 4a; (h) inclusões monofásicas tardias.

Durante o aquecimento das inclusões fluidas do tipo 4b, houve primeiramente a dissolução do sólido (72 a 117 °C), seguida do desaparecimento da bolha de vapor (153 a 200 °C). As salinidades, estimadas com base na temperatura de dissolução da halita, utilizando-se a fórmula de Sterner *et al.* (1988), variam de 27,4 a 28,2% em peso de NaCl equiv.. Os valores calculados de densidade variam de 1,01 a 1,16 g/cm<sup>3</sup>.

No Filão do Paraíba, os fluidos são predominantemente aquocarbônicos, modelados pelo sistema H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> (± N<sub>2</sub> ± CH<sub>4</sub>), com sali-

nidade entre 5 e 25% em peso de NaCl equiv. e temperaturas de homogeneização total entre 200 e 350 °C. Fluidos aquosos quentes (200 a 340 °C) com salinidade baixa (< 5 % NaCl equiv.) também estão presentes e são provavelmente contemporâneos aos fluidos aquocarbônicos, mas têm ocorrência restrita. Fluidos aquosos mais salinos (13 a 28% em peso de NaCl equiv.), modelados pelo sistema H<sub>2</sub>O - NaCl - CaCl<sub>2</sub>, com temperatura de homogeneização total mais baixa (< 200 °C), tardios, são abundantes e contemporâneos a inclusões saturadas, comumente com feições de es-



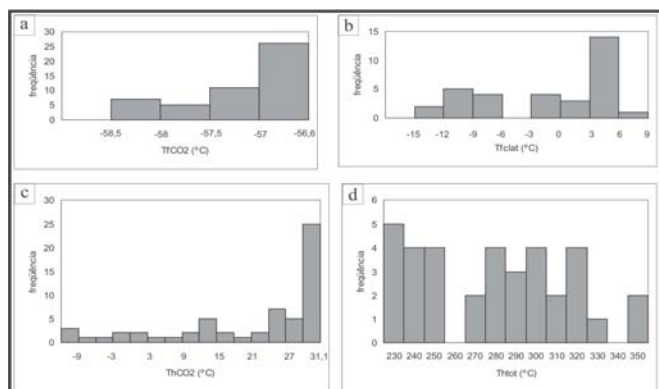


Figura 5.23 – Diagrama de freqüência das temperaturas de: (a) fusão de CO<sub>2</sub>; (b) fusão do clatrato; (c) homogeneização da fase carbônica e (d) homogeneização total das inclusões fluidas aquocarbônicas primárias (tipo 2) do Filão do Paraíba.

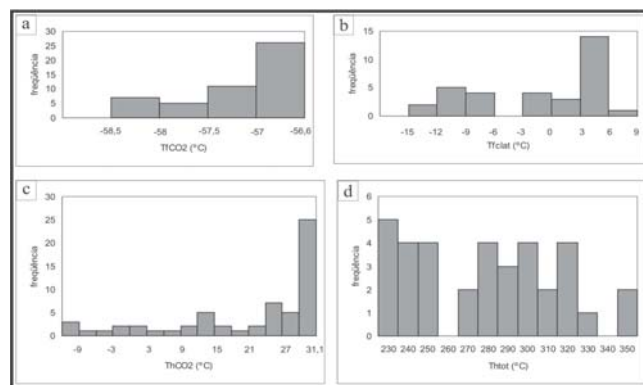


Figura 5.24 – Distribuição das temperaturas: (a) de eutético; (b) de fusão do gelo; (c) de fusão da hidrohálita e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquosas do Filão do Paraíba.

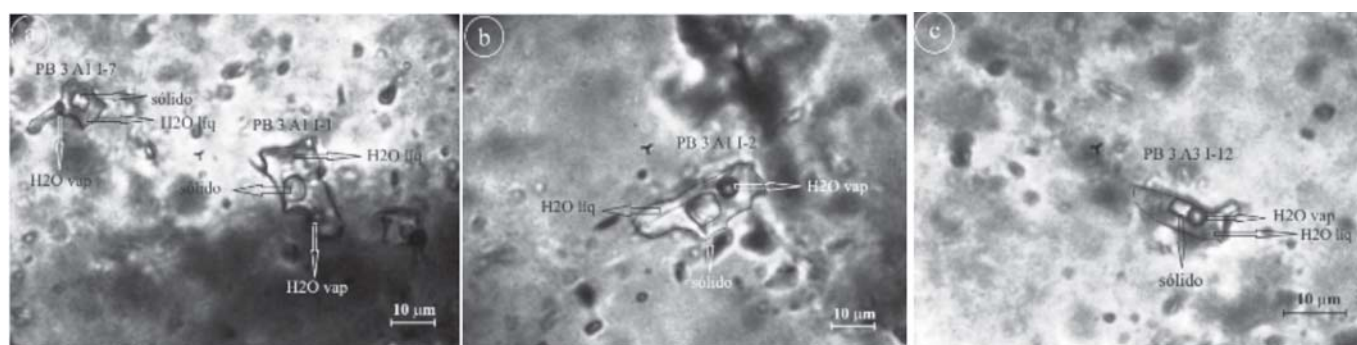


Figura 5.25 – Inclusões fluidas do tipo 4b do Filão do Paraíba: (a) em trilha; (b) estranguladas; (c) com sólido cúbico incolor, interpretado como halita.

trangulamento, que ocorrem alinhadas ao longo de trilhas. Os fluidos ricos em CaCl<sub>2</sub> podem ter derivado da alteração cálcica das rochas encaixantes dos veios mineralizados, expressa na abundância de epidoto nas rochas hidrotermalizadas do depósito. Os fluidos tardios, de baixa temperatura, possivelmente sofreram influência de água meteórica (Fig. 5.26).

Considerando os dados geológicos e petroológicos levantados no Filão do Paraíba e, assumindo-se os fluidos de mais alta temperatura e de salinidade variável, como geradores do minério, conclui-se que o minério teve origem a partir de fluidos geneticamente vinculados a granitos de ambiente de arco magmático.

Entretanto, algumas características apresentadas pelos fluidos, ainda que subordinadas, são similares às de fluidos relacionados a depósitos hospedados em veios de zonas de colisão continental (depósitos do tipo orogênico), nos quais os fluidos são predominantemente aquocarbônicos de baixa salinidade (<5% em peso de NaCl equiv.), com proporção variável de outros voláteis na fase

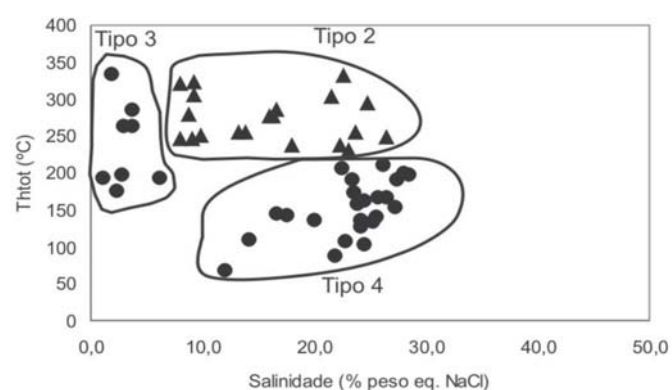


Figura 5.26 - Diagrama de salinidade versus temperatura de homogeneização total dos diferentes tipos de inclusões fluidas do Filão do Paraíba.

carbônica, predominantemente N<sub>2</sub> ou CH. Tal fato pode ser interpretado tanto como decorrente de uma mistura de fluidos, quanto como decorrente da superposição de processos metamórfico-hidrotermais no depósito, como discutido no item Discussões e Conclusões desse Capítulo.

Análises de microsonda eletrônica do ouro do Filão do Paraíba foram obtidas por Leite *et al.* (1997), cujos resultados encontram-se na Tabela 5.7. Segundo os autores as razões Au/Ag obtidas variam entre 4,9 e 6,67, tendo sido interpretadas como sugestivas de depósitos mesotermiais.

Amostras da encaixante imediata do minério foram analisadas para Au e revelaram teores muito baixos (Tabela 5.8), revelando que a mineralização ficou circunscrita aos veios de quartzo e seus contatos imediatos com as encaixantes.

Souza *et al.* (2005) informa no relatório final de pesquisa, processo DNPM nº 866374/90, que o teor médio no Filão do Paraíba é de 18,17g/t de Au, com reserva medida de 5.056 kg de Au, indi-

gia e Mineração Ltda. e possui uma frente de lavra a céu aberto inativa, expondo um corte de aproximadamente 35 m de comprimento e 3 m de altura (Fig. 5.28).

Nas proximidades desse garimpo, e no mesmo contexto geológico, encontra-se uma área de pesquisa da Minerbrás, que será sumariamente descrita ao fim desse sub-item.

Do ponto de vista geológico, o garimpo do Trairão está associado a rochas hidrotermalizadas, pertencentes à unidade Granito Nhandu, conforme definido em Souza *et al.* (2005). Na proximidade do garimpo, as rochas frescas ou menos hidrotermalizadas do granitóide encaixante são caracterizadas como biotita monzonitos, biotita mon-

Tabela 5.7 - Dados de microsonda eletrônica para o minério de Au do Filão do Paraíba (Leite *et al.* 1997).

Amostra	As	Au	S	Ag	Te	Sb	Bi	Total	Au/Ag
FP01	0.00	83.69	0.02	16.60	0.00	0.00	0.00	100.32	5.04
FP02	0.05	84.06	0.03	16.71	0.02	0.01	0.00	100.90	5.03
FP03	0.01	85.27	0.03	13.62	0.00	0.00	0.00	98.94	6.26
FP04	0.00	86.86	0.00	14.13	0.00	0.00	0.01	101.20	6.14
FP05	0.00	88.35	0.04	13.24	0.00	0.05	0.03	101.70	6.67
FP07	0.00	83.45	0.00	17.00	0.00	0.00	0.01	100.48	4.90

Tabela 5.8 – Determinação de Au, Pt e Pd por Fire Assay/ICP-ES-ICP-MS em amostra das encaixantes da zona mineralizada.

Amostra	Au (ppb)	Pt (ppb)	Pd (ppb)
MA-020C – Milonito de granitóide/rocha básica hidrotermalizada	7	<3	3
MA-020D – Protomilonito de leuco quartzo monzonito	2	<3	2
MA-020F – Protomilonito de biotita quartzo diorito	<2	3	7

cada de 3.160 kg e inferida 3.794 kg, o que totaliza cerca de 12.012 kg de Au, com produção de 53,95 kg de Au/mês.

### 5.2.2 - Garimpo do Trairão

Localiza-se na parte nordeste da Folha Alta Floresta (SC.21-X-C), próximo à Faz. São Paulo, região do alto curso do Rio Trairão, afluente do Rio Teles Pires (Fig. 5.27). O acesso ao mesmo é feito a partir da cidade de Carlinda, tomando-se uma estrada não pavimentada em direção à Balsa D4 e, atravessando-se o Rio Teles Pires, em direção à Faz. São Paulo. A área deste garimpo foi alvo de pesquisa por parte da Cia. Vale do Rio Doce (processo 866.425/02, detentora do Alvará no. 4.234/2004), a qual a colocou em disponibilidade. Atualmente, a área está habilitada à GEOMIN – Geolo-

zogramitos finos granofíricos a microporfíricos e biotita-hornblenda monzogranitos. São rochas predominantemente isotrópicas, magnéticas, com fraca foliação de fluxo magmático. Possuem cor cinza-rosada, textura granular a equigranular e composto por ortoclásio parcialmente microclinizado, plagioclásio, quartzo e biotita. Por vezes ocorre hornblenda em até 5%. Os minerais acessórios são magnetita, titanita, apatita, zircão e alanita. A unidade Granito Nhandu exibe algumas feições, tais como porções do granitóide deslocadas por apófises, além de rochas máficas e bolsões máficos, parcialmente dissolvidos pelo magma granítico, as quais foram interpretadas por Souza *et al.* (2005) como decorrentes de discreta mistura de magmas (Figs. 5.29a e b).

As rochas mais intensamente afetadas pela alteração hidrotermal são esverdeadas (Fig. 5.30), na maioria das vezes capeadas por uma zona de alteração intempérica, que imprime à rocha uma coloração amarelo avermelhado. Feições inequívocas da atividade hidrotermal superimposta a essas rochas ocorrem na forma de uma rede de veios de quartzo multi-direcionais, preenchendo fraturas extensionais (Fig. 5.31), definindo um padrão tipo *stockwork*, ou também sob a forma de brechas hidrotermais (Figs. 5.32). Os veios possuem espessuras variáveis, de até 20 cm, com grãos de quartzo euédricos dispostos perpendicu-

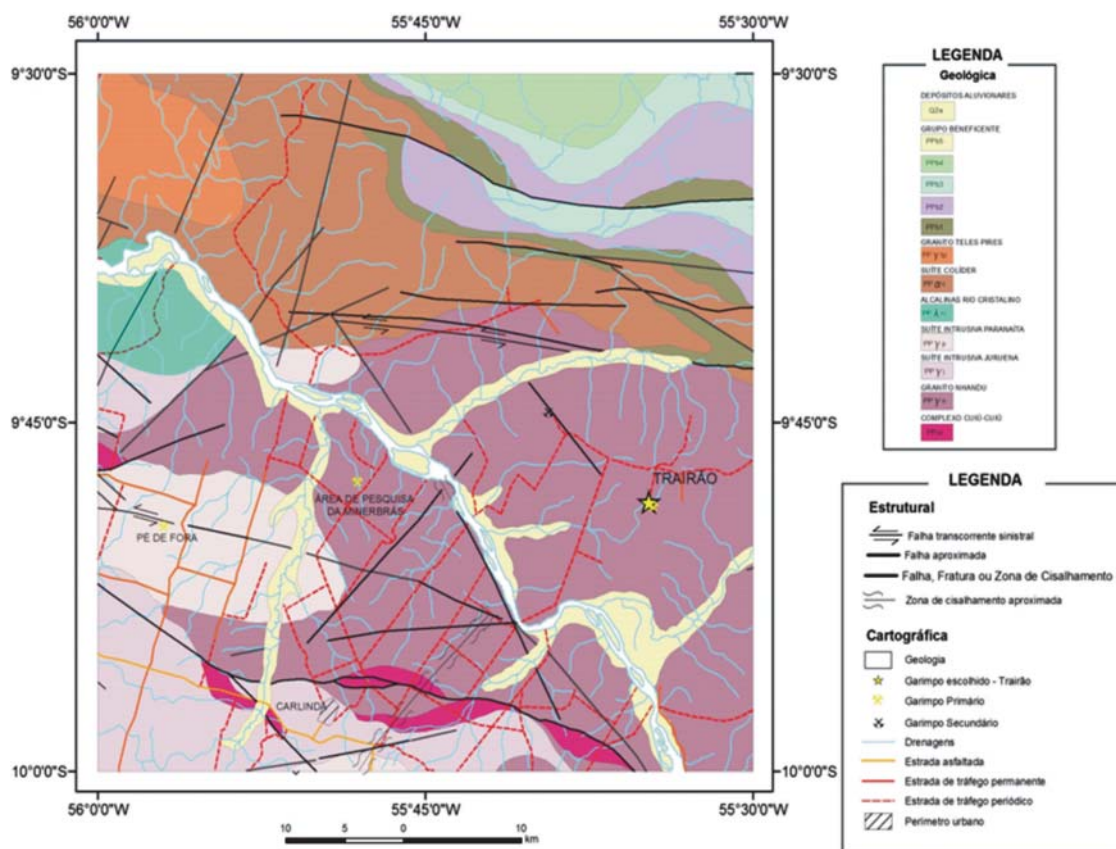


Figura 5.27 – Localização do garimpo de Trairão e da área de pesquisa de ouro da Minerbrás, em mapa geológico compilado e modificado de Souza et al. (2005).



Figura 5.28 – Veios de quartzo mineralizados de frente de lavra do garimpo do Trairão.

larmente à parede dos veios, caracterizando uma textura em pente, diagnóstica do caráter extensional das fraturas. Santos (2001) descreve a presença, no cruzamento das fraturas, de drusas e geodos de quartzo, com cristais de até 2 cm. Localmente, Santos (2001) descreve blocos de veio de quartzo englobando lentes centimétricas da rocha encaixante, feição interpretada pelo mesmo autor como decorrente de preenchimento múltiplo de fraturas pelas soluções hidrotermais. Aparentemente os veios de quartzo mais leitosos são mais tardios.

Embora os trabalhos de cartografia geológica não tenham registrado estruturas de direção NE-SW, a análise de alguns temas do levantamento aeromagnetométrico, tais como Fase do Sinal Analítico do Gradiente Horizontal Total do Campo Magnético Continuado para 2000 m, Fase do Sinal Analítico do Campo Continuado para 2000 metros, Gradiente Horizontal Total para o Campo Magnético Continuado para 1000 m, dentre outros, apontam para a existência de uma estruturação NE-SW na área do Trairão, a qual mostra-se, por vezes, truncada por uma estrutura de direção NW. A estruturação NW-SE, por sua vez, coincide com

uma estrutura mapeada no âmbito do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), a qual abriga um veio de quartzo leitoso, de natureza extensional, subvertical. Este veio, situado cerca de 4 km a sul do garimpo do Trairão, é descrito por Santos (2001)

como da ordem de 200 m de comprimento e 30 m de espessura. Vale ressaltar a existência de um garimpo, com mineralização secundária de ouro, ao longo desta estrutura e que, no Trairão, alguns veios de quartzo dispõem-se preferencialmente



Figura 5.29 - (a) Bolsões ricos em biotita no monzogranito da unidade Granito Nhandu; (b) Biotita monzogranito cortado por apófise rica em biotita que desloca fragmento do granito.

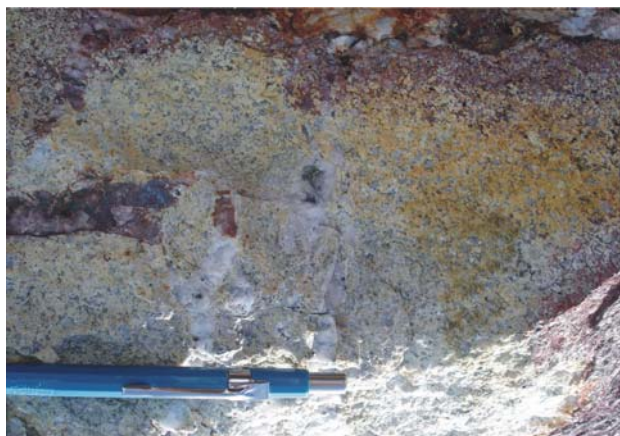


Figura 5.30 - Monzogranito do Granito Nhandu com capa de alteração intempérica vermelha amarelada (porção superior). O restante do afloramento é esverdeado por alteração hidrotermal fílica.

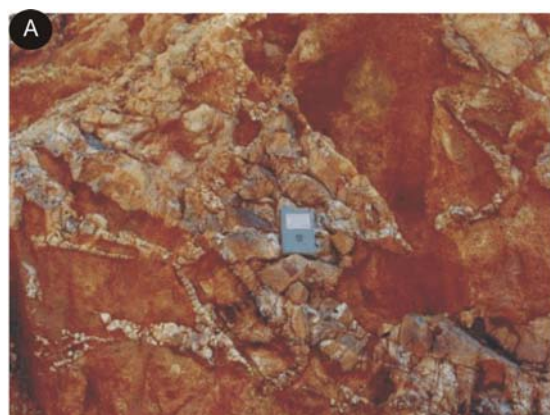


Figura 5.31 - Granito Nhandu. (a) Padrão em stockwork em monzogranito do Granito Nhandu no Garimpo do Trairão (Fonte: Souza *et al.*, 2005); (b) Veio de quartzo sulfetado com fantasmas de pirita oxidada, que corta o monzogranito hidrotermalmente alterado.



Figura 5.32 - Brecha hidrotermal com fragmento de monzogranito do Granito Nhandu hidrotermalmente alterado englobado por veios de quartzo.

com atitude N45°W/57°SW. Ao longo desta estruturação destacam-se, nos mapas aerogamaespectrométricos, feições diagnósticas de alteração hidrotermal, representadas por altos valores dos parâmetros F,  $K_d$  e  $FK_dU_d$  e baixa razão Th/K (Figs. 5.33 a 5.36).

A estruturação N65°E foi também observada por Parro (1998), em seu trabalho de interpretação estrutural da área, com base em dados geofísicos de aerogamaespectrometria e aeromagnetometria. Este autor também destaca a existência de estruturas de direção E-W (Tabela 5.9). Aparentemente, a direção E-W é muito restrita e, na análise dos mapas magnetométricos, observa-se que estas parecem inflexionar a estruturação N65°E. No presente trabalho, observou-se que essas estruturas são bem marcadas por baixos valores da razão Th/K.

As rochas da área do garimpo estão intensamente hidrotermalizadas. A alteração é do tipo filica, caracterizada por uma pervasiva e intensa sericitização/muscovitização (composição fengítica), sem qualquer modificação da textura original da rocha. As palhetas mais desenvolvidas de muscovita, observadas microscopicamente, representam antigos cristais de biotita descorados. Por vezes a muscovita exibe impregnações ricas em Ti, como determinado por microsonda eletrônica, observando-se a presença de rutilo. O processo hidrotermal modificou o feldspato e a biotita primários da rocha, transformando-os em sericita/muscovita. A rocha alterada exibe cerca de 50% de quartzo e 45% de muscovita/sericita, sulfetos disseminados e traços de carbonato e epidoto. Destacam-se, em algumas porções da rocha alterada, cristais de pirita disseminados na massa sericítica. A silicificação é marcada por intensa venulação de quartzo com finas inclusões de pirita, e aumento da presença de quartzo na rocha, na proximidade dos veios.

Foram coletadas amostras das rochas alteradas para realização de medidas espectrorradiométricas. O espectro da muscovita/sericita ocorreu na maioria das amostras do garimpo do Trairão (MA10A, MA10B, CC67E, CC67J) e caracteriza alteração filica (Fig. 5.37). Em apenas uma das amostras foi registrada a presença da mistura muscovita/sericita e epidoto (MA10C). A amostra intemperizada diagnosticou a presença de jarosita, associada à muscovita/sericita (CC-67J intemperizada). A jarosita é um sulfato de ferro e potássio hidratado e constitui um mineral secundário de cor alaranjado, normalmente encontrado como crostas ou revestimentos sobre os minérios ferruginosos na zona de oxidação (pirita). Provavelmente constitui o mineral responsável pela cor vermelho

Tabela 5.9 - Direções estruturais preferenciais, obtidas através da interpretação dos levantamentos aerogamaespectrométrico e aeromagnetométrico (Parro, 1998), do garimpo do Trairão.

Amplitude Magnética Média (nT)	Amplitude Média do Canal de Potássio (cps)	Estruturação Magnética	Estruturação no Canal de Potássio
12,7 a 48,7	11 a 14	N65E/E-W	-

alaranjado nas amostras intemperizadas.

A presença da pirita disseminada caracteriza a zona de sulfetação, a qual é restrita às proximidades dos veios, conforme observado por Cruz (2002). A pirita está presente em todas as amostras de rocha coletadas, em percentuais baixos, da ordem de 1 a 2%. Observa-se também, mais raramente, cristais de pirita associados aos veios de quartzo. Trata-se de uma pirita hipidiomórfica, (Fig. 5.38) e encontra-se, por vezes, disposta em cristais alinhados paralelamente ao veio de quartzo. Ao microscópio, em luz refletida, observa-se a presença de cristais de esfalerita e calcopirita, inclusos na pirita (Fig. 5.39). Por vezes, aparecem também pequenos cristais de digenita inclusos na pirita. A esfalerita também ocorre disseminada na rocha, possuindo *blebs* de calcopirita inclusos, caracterizando uma textura *disease* (Fig. 5.40). A esfalerita está sendo parcialmente substituída, nas bordas, por um mineral de cor azulada, contendo Cu (26%), S(6%) e Zn (1%). Observou-se ainda, nas seções polidas, calcopirita engolfada porovelita (Fig. 5.41), em relação de substituição (alteração supergênica?).

O cálculo dos percentuais moleculares de FeS na esfalerita, mostram que a esfalerita livre possui valores entre 0,56 e 2,56, e que na esfalerita inclusa na pirita, os valores variam entre 4,55 e 8,28. Segundo Eilu (1994), estes valores apontam para fluidos com estado de oxidação intermediário a alto (Tabela 5.10).

Estudos litogeoquímicos, comparando amostras não mineralizadas (dados deste projeto e de Souza *et al.* 2005), com amostras mineralizadas do garimpo do Trairão, revelam que as rochas hidrotermalizadas apresentam um significativo empobrecimento dos elementos terras-raras (Fig. 5.42a). Foi detectado que o empobrecimento (lixiviação?) atingiu também os elementos de alto campo de força e LILE, a exceção parcial do Rb, Th e Sr (Fig. 5.42b). Apesar da "lixiviação" dos elementos, promovida pelo processo de alteração hidrotermal, o padrão de ETR das rochas hidrotermalizadas manteve-se paralelo ao das rochas não hidrotermalizadas, sinalizando com um fluido de composição similar. Comportamento similar já ha-

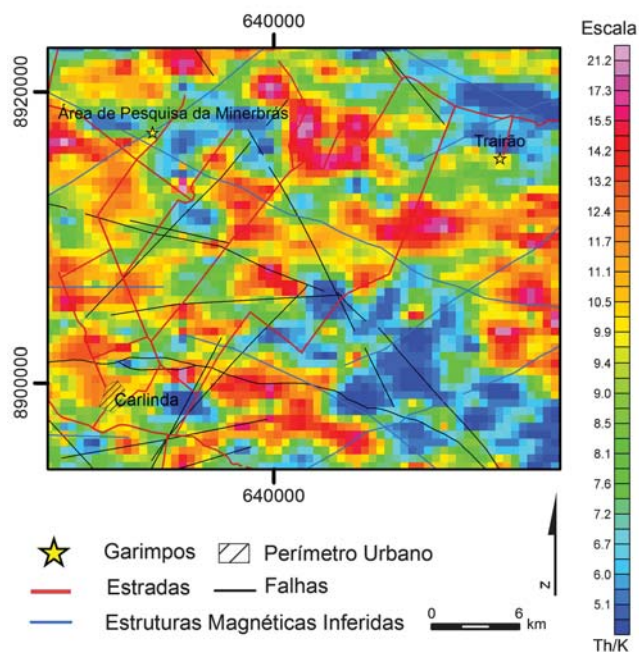


Figura 5.33 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas da região a norte de Carlinda, confrontadas com a razão Th/K obtida por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores baixos da razão Th/K (azul) ao longo das estruturas magnetométricas da região dos garimpos do Trairão e da Minerbrás.

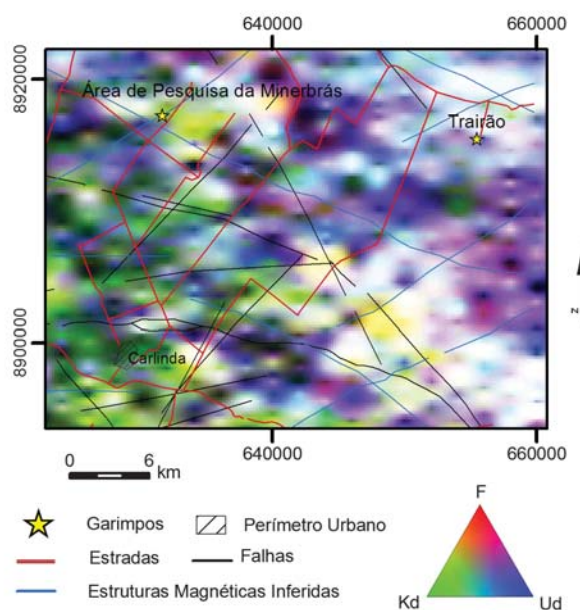


Figura 5.35 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas a norte de Carlinda, confrontadas com ternário em RGB dos parâmetros F,  $K_d$  e  $U_d$  obtidos por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar áreas em branco (valores elevados dos três fatores) e amarelo (valores elevados de F e  $K_d$ ) ao longo das estruturas magnetométricas na região dos garimpos do Trairão e da Minerbrás.

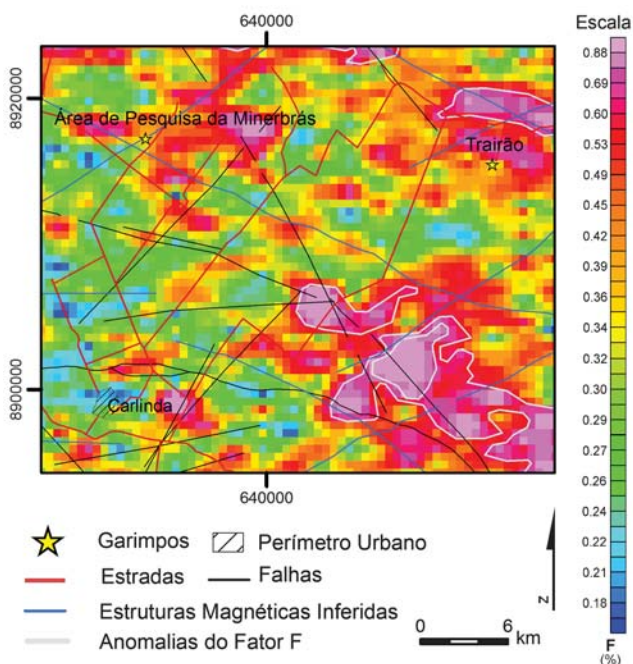


Figura 5.34 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas da região a norte de Carlinda, confrontadas com o parâmetro F obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores elevados do Fator F (cor rosa) ao longo das estruturas magnetométricas da região dos garimpos do Trairão e da Minerbrás.

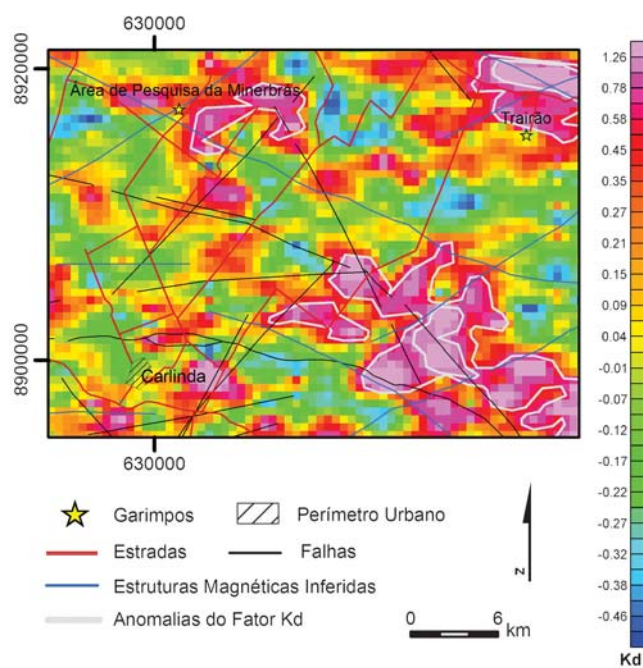


Figura 5.36 - Estruturas magnetométricas e estruturas mapeadas da região a norte de Carlinda, confrontadas com o parâmetro  $K_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores elevados de  $K_d$  (cor rosa) ao longo das estruturas magnetométricas na região dos garimpos do Trairão e da Minerbrás.

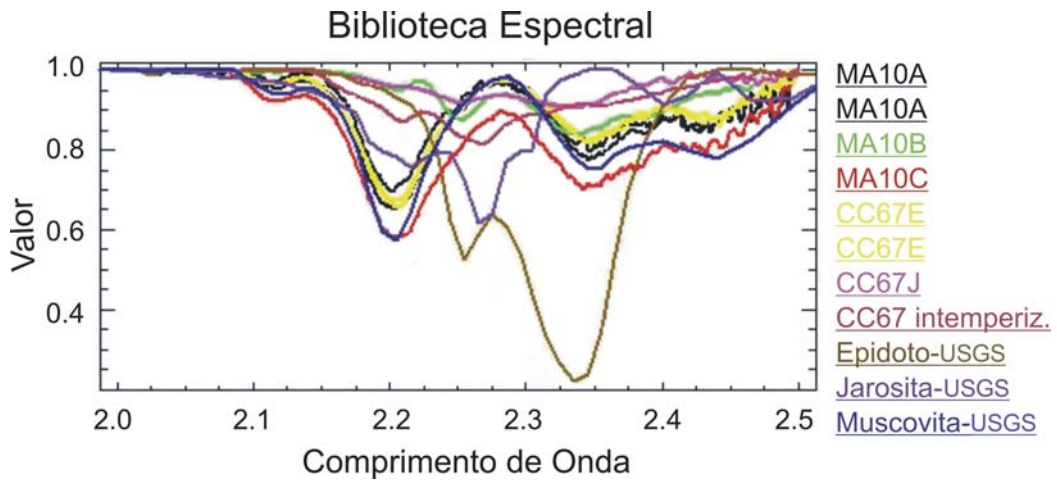


Figura 5.37 – Espectro das amostras hidrotermalmente alteradas do garimpo do Trairão. Os espectros da muscovita, epidoto e jarosita, do USGS, foram colocados conjuntamente para comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

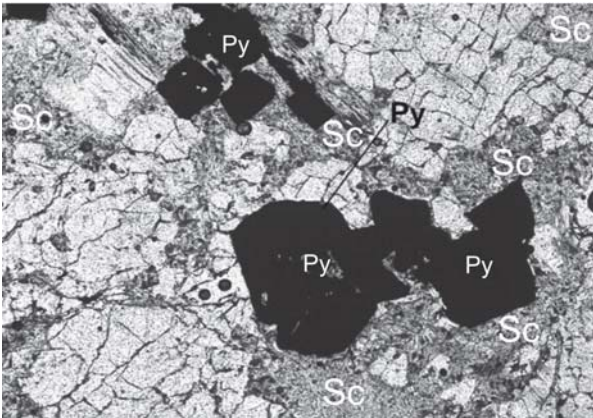


Figura 5.38 - Cubos de pirita (Py) em meio à massa sericítica (Sc), 4x, LP.

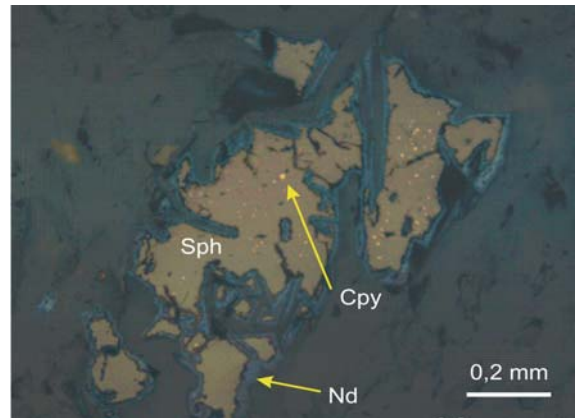


Figura 5.40 - Esfalerita (Sph) disseminada no granito com alteração hidrotermal, com textura em disease e inclusões de calcopirita (Cpy). O mineral das bordas da esfalerita (Nd) não foi identificado e contém S, Cu e Zn. 20x, LR.

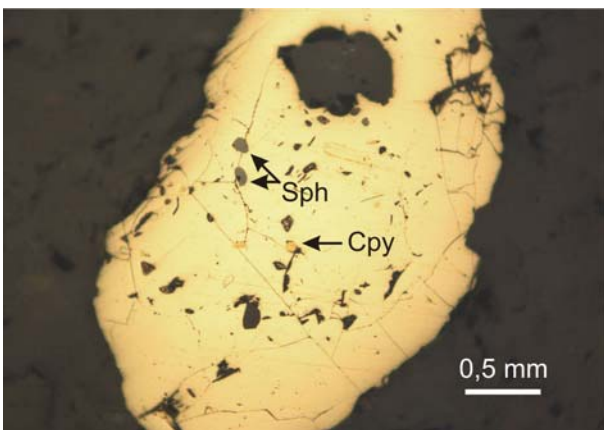


Figura 5.39 - Pirita subédrica, fraturada, com inclusões de calcopirita (Cpy) e esfalerita (Sph) em fraturas. 20x, LR.

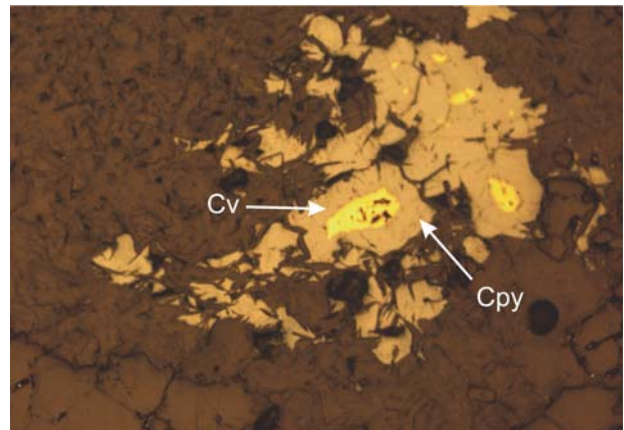


Figura 5.41 - Covelita (Cv) engolfando (substituindo) a calcopirita (Cpy). 10x, LR.

Tabela – 5.10 - Parâmetros que indicam o estado de oxidação de mineralizações epitermais, segundo Eilu (1994).

SISTEMA	MUITO BAIXO	BAIXO	INTERMEDIÁRIO		ALTO		MUITO ALTO
	lollingita (lol)+ pirrotita(po)+S <sub>2</sub> = arsenopirita (asp)	lol+S <sub>2</sub> =asp+As	po+S <sub>2</sub> =pirita (py) +magnetita (mgt)+S <sub>2</sub> =hematita (hem)+py		tennantita (ten))+S <sub>2</sub> =enargita (enar) calcopirita (cpy)+py+S <sub>2</sub> =bornita (bor)		digenita (dig)+S <sub>2</sub> = covellita (cov)
Fe-S	1 pirrotita (po)	2 pirrotita	3 pirrotita	4 pirita	5 pirita	6 pirita	7 pirita
As-S	As	As	As	As	realgar ou ouro pigmento	ouro pigmento, AsS amorfo	AsS amorfo
Fe-As-S	lol+po lol	lol, asp	asp	asp py+asp, py+As			
Cu-s	calcocita (cct)	cct	cct dig	dig	dig	dig + py	cov
Cu-Fe-S	cpy + po	cpy + po	cpy+po	cpy + py	cpy + py	bor +py, dig + py	dig + py
Cu-Fe-As-S	lol+bor, lol + cpy	asp+cpy, lol+cpy, asp+ten	asp+cpy, asp+ten	asp+ten, asp+py	enar	enar	enar
Cu-Fe-As-S-O	mgt +bor,mgt+cpy	mgt+bor, mgt+cpy	mgt+bor, mgt+cpy	mgt+bor, mgt+cpy mgt+py	mgt+cpy, hem +py	hem+py	hem+py
OUTROS	Bi, Ag, Hg, Sb, Sb+po galena(gal)+hem	Bi, Ag, Hg, Sb, Sb+po gal+hem	Bi, Ag, Hg, Sb, bismutinita (bis) stibnita (stb), gal+hem argentita (arg), berthierita (bert)	bis arg bert  cinábrio (cin) stb, gal+hem, stb+py	bis, arg, cin, stb, gal+hem anglesita (ang) +py, famatinita (fam)	bis, arg, cin, stb, stb+py anglesita +py, fam	bis, arg, cin, stb, gal+hem anglesita +py, fam
% mol de FeS na esfalerita coexistente com Fe sulfeto	>40	40-35	35-20	20.5	5-0.1	0.1-0.01	<0.01

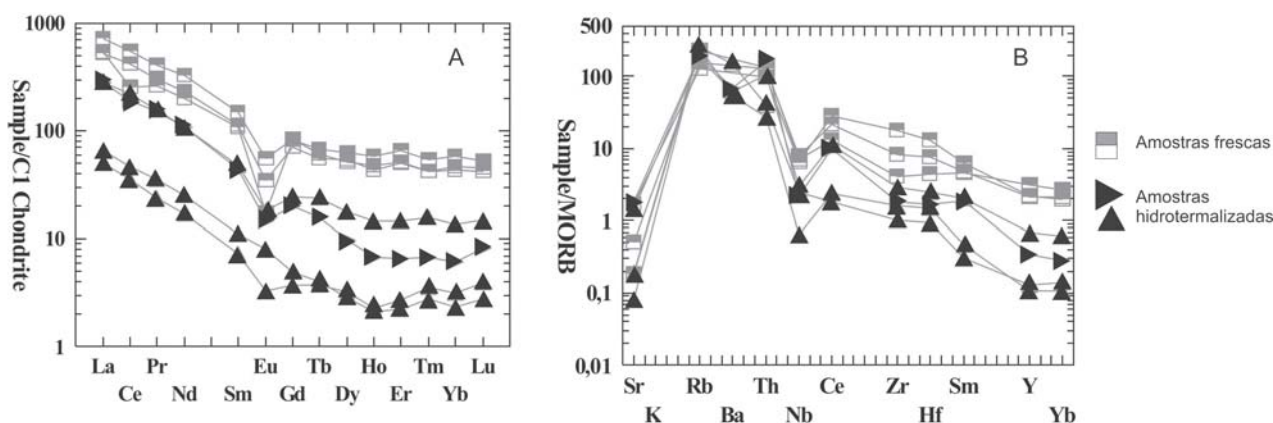


Figura 5.42 - (A) Diagrama Rocha/Condrito da unidade Granito Nhandu que compara o padrão de amostras frescas e hidrotermalizadas; (B) Diagrama multi-elementar, MORB-normalizado, da unidade Granito Nhandu que mostra o empobrecimento das amostras hidrotermalizadas em relação às frescas.

via sido também observado nas rochas hidrotermalizadas encaixantes do Filão do Paraíba.

Para definir a natureza do fluido que originou à mineralização do garimpo do Trairão foram realizados estudos de inclusões fluidas em amostras de veios. A petrografia dos veios revelou cristais de quartzo subédricos, localmente com extinção ondulante, em associação com massas de sericita e pirita. Os estudos permitiram dividir as inclusões fluidas do garimpo Trairão nas seguintes populações (Tabela 5.11):

**Tipo 1** – Compreende inclusões fluidas aquo-carbônicas trifásicas (L<sub>H2O</sub>+L<sub>CO2</sub>+V<sub>CO2</sub>) e bifásicas (L<sub>H2O</sub>+L<sub>CO2</sub>) em temperatura ambiente (Fig. 5.43c), com formas variadas, tamanhos de 5 a 15 µm, Vg

de 10 a 90 %, com predomínio de valores entre 30 e 40%, interpretadas como primárias. As temperaturas de fusão de CO<sub>2</sub> variam de -58,5 °C a -56,6 °C, com concentração de valores próximos de -56,6 °C (Tabela 5.11; Fig. 5.44a), o que sugere contribuição restrita de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>S na fase não-aquosa dessas inclusões. Quando observada, a primeira fusão da fase aquosa ocorre entre -52,3 e -47,8°C, interpretada como indicativa da presença de CaCl<sub>2</sub> no sistema. A temperatura de fusão da hidrohalita ocorre entre -31,2 e -24,8°C. As temperaturas de fusão do clatrato estão entre -13,2 e 9,6 °C (Fig. 5.44b), com moda em 8,4 °C, o que implica salinidades entre 0,8 e 26,2% em peso de NaCl equiv., com moda em 3,2%



Tabela 5.11 – Resumo dos dados de inclusões fluidas do Depósito do Trairão.

Tipo	Características petrográficas	Principais dados microtermométricos	Sistema
Tipo 1c	Irregulares, primárias. 5 – 15 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -58,5 a -56,6°C; Tfclat = -13,2 a 9,6°C; Th (L/V) = -9,4 a 30,9°C; TH (L) = 176 a 301°C	H <sub>2</sub> O - CO <sub>2</sub> - NaCl - CaCl <sub>2</sub> - ( $\pm\text{N}_2 \pm \text{CH}_4$ )
Tipo 2 - bifásicas	Arredondadas e irregulares, bifásicas, primárias. 7 – 18 $\mu\text{m}$ .	Te = -53,0 a -49,3°C; Tfg = -12,2 a -1,1°C; TH (L) = 248 a 353°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>
Tipo 3a	Irregulares, bifásicas, secundárias, com feições de estrangulamento. 5 – 18 $\mu\text{m}$ .	Te = -53,6 a -44,5°C; Tfg = -15,8 a -0,2°C; TH (L) = 101 a 222°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>
Tipo 3b	Irregulares, trifásicas a multifásicas, secundárias, com feições de estrangulamento. 7 – 12 $\mu\text{m}$ .	Te = -52,7 a -42,6°C; Tfg = -24,7 a -22,7°C; TH (L) = 87 a 114°C; Td = 118 a 246°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>

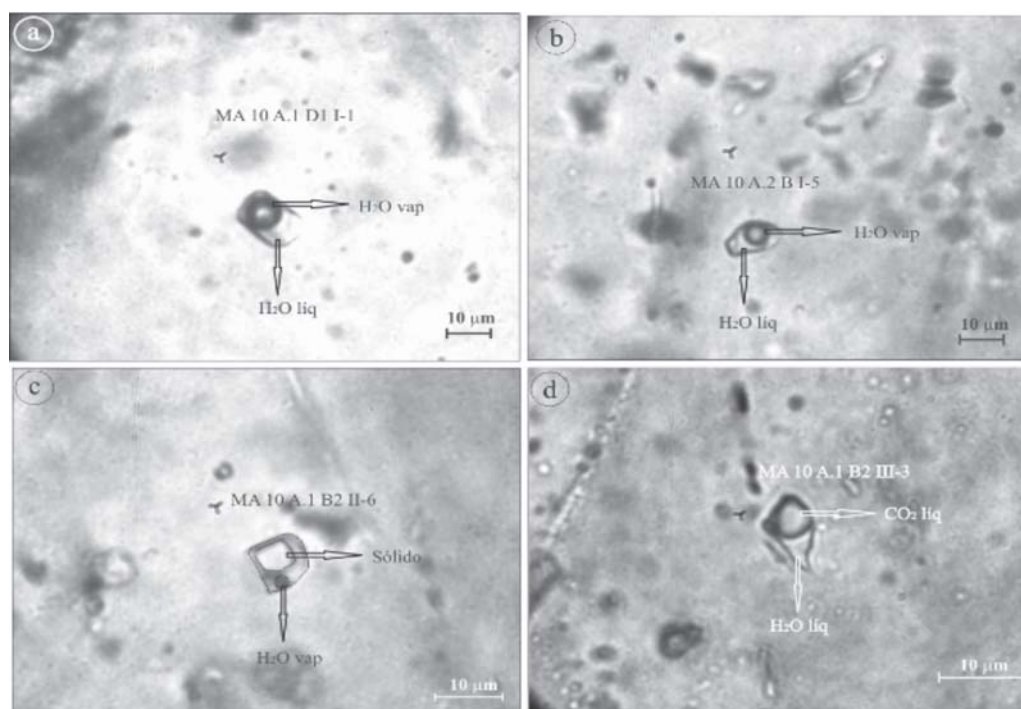


Figura 5.43 – Inclusões fluidas do garimpo Trairão: (a) inclusão MA10A.1D1I-1 do tipo 2; (b) inclusão MA10A.2BI-5 do tipo 2; (c) inclusão MA10A.1B2II-6 do tipo 3a e (d) inclusão MA10A.1B2III-3 do tipo 1.

em peso de NaCl equiv. A homogeneização do CO<sub>2</sub> ocorre predominantemente para a fase líquida e raramente para a fase vapor, entre -9,4 e 30,9 °C, com moda em 28 °C (Fig. 5.44c). A maioria das inclusões do tipo 1 decrepitou antes da homogeneização. As temperaturas de homogeneização total e de decrepitação variam de 176 a 301 °C, mas predominam com moda em 270 °C (Fig. 5.44d). As densidades resultantes estão entre 0,72 e 0,96 g/cm<sup>3</sup>, com moda em 0,91 g/cm<sup>3</sup>.

**Tipo 2** – Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas ( $L_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$ ), arredondadas e irregula-

res, de 7 a 18  $\mu\text{m}$ , com Vg alto (20 a 70 %), com características petrográficas de inclusões primárias (Figs. 5.43a e b). A temperatura de eutético varia de -53 a -49,3°C, intervalo indicativo da presença de CaCl<sub>2</sub> no sistema (Fig. 5.45a). A temperatura de fusão da hidrohálita situa-se entre -26 e -21 °C. As temperaturas de fusão do gelo estão entre -12,2 e -1,1 °C, com moda em -5,1 °C, que, convertidas em salinidade, fornecem valores entre 1,9 e 16,1% em peso de NaCl equiv., com moda em 8% em peso de NaCl equiv.. A homogeneização total ocorre entre 248 e 353 °C (Tabela 5.11;

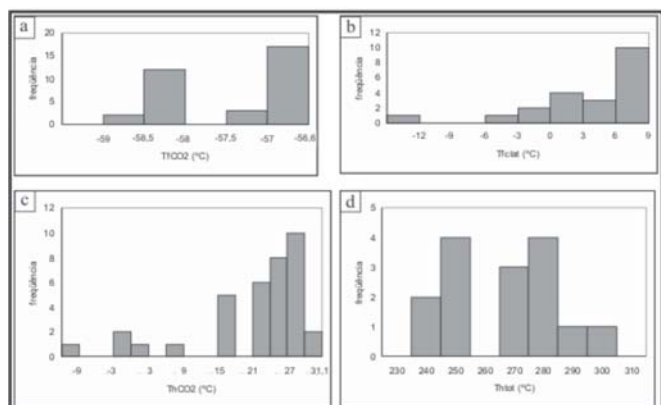


Figura 5.44 – Distribuição das temperaturas: (a) de fusão de CO<sub>2</sub>; (b) de fusão do clatrato; (c) de homogeneização de CO<sub>2</sub> e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquocarbônicas do garimpo Trairão.

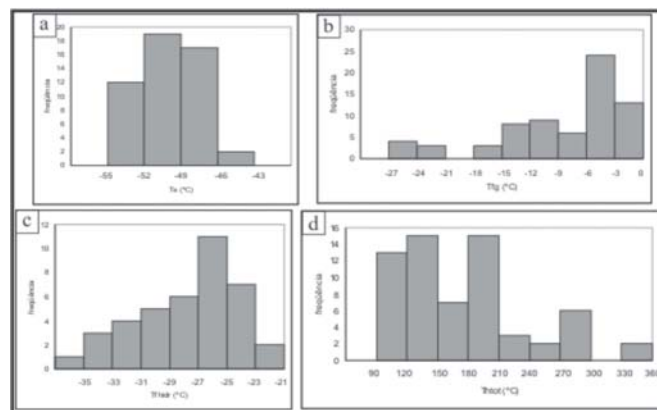


Figura 5.45 – Distribuição das temperaturas: (a) de eutético; (b) de fusão do gelo; (c) de fusão da hidrohalita e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquosas do garimpo Trairão.

Figura 5.45d). As densidades calculadas estão entre 0,64 e 0,84 g/cm<sup>3</sup>. Os dados permitiram modelar o fluido pelo sistema H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub>.

**Tipo 3a** – Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas (L<sub>H<sub>2</sub>O</sub>+V<sub>H<sub>2</sub>O</sub>), com Vg de 2 a 10%, comumente alinhadas e com feições de estrangulamento, interpretadas como secundárias. Sólidos birrefringentes com características de cristais capturados são comuns (Fig. 5.43c). As temperaturas do eutético variam de -52,7 a -45,8 °C e as temperaturas de fusão da hidrohalita, de -35,1 a -22 °C, com moda entre -27 e -25°C. A temperatura de fusão do gelo é muito variável, mas concentra-se entre -4 e -0,2°C (Fig. 5.45), resultando em salinidade entre 6,5 e 0,4% em peso de NaCl equiv.. A temperatura de homogeneização total varia de 101 a 222 °C (Tabela 5.11; Fig. 5.45d). As densidades calculadas têm valores entre 0,85 e 1,05 g/cm<sup>3</sup>. Os fluidos foram modelados pelo sistema H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub>.

**Tipo 3b** – Inclusões trifásicas (L<sub>H<sub>2</sub>O</sub>+V<sub>H<sub>2</sub>O</sub>+S) e multifásicas (L<sub>H<sub>2</sub>O</sub>+V<sub>H<sub>2</sub>O</sub>+SSS) em temperatura ambiente, que ocorrem comumente em paragênese com as inclusões do tipo 3a, interpretadas como secundárias (Tabela 5.11; Fig. 5.46). Dois tipos de sólidos foram identificados: sólido cúbico, incolor, interpretado como halita, e sólido arredondado escuro, de composição desconhecida. Algumas tentativas de determinação de sua composição foram feitas com espectrometria Raman, porém sem sucesso. As temperaturas de eutético e fusão de hidrohalita são semelhantes às das inclusões do tipo 3a. A fusão do gelo ocorre entre -24,7 e -22,7 °C. A dissolução da halita se dá após o desaparecimento da bolha de gás, em temperaturas que variam de 118 a 246 °C. Essas temperaturas foram utilizadas para o cálculo da salinida-

de, que apresenta valores de 28,5 a 34,4 % em peso de NaCl equiv.. As densidades estão entre 1,08 e 1,23 g/cm<sup>3</sup>.

Os dados mostram que os fluidos, provavelmente primários e responsáveis pela mineralização, são aquocarbônicos (H<sub>2</sub>O - NaCl - CaCl<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> ± N<sub>2</sub>) e aquosos (H<sub>2</sub>O - NaCl ± CaCl<sub>2</sub>), com salinidade entre 0 e 20% em peso de NaCl equiv. e temperatura de homogeneização entre 250 e 350 °C (Fig. 5.47). Esses dados são coerentes com contribuição magmática para a composição do fluido mineralizador.

Os fluidos tardios, provavelmente sem relação com a mineralização de mais alta temperatura, pertencem ao sistema H<sub>2</sub>O - NaCl ± CaCl<sub>2</sub> e, freqüentemente, estão aprisionados em fraturas dos cristais de quartzo da rocha mineralizada. As inclusões fluidas com sólido de saturação, de baixa temperatura de homogeneização (tipo 3b), são interpretadas como secundárias e da mesma associação das inclusões fluidas do tipo 3a, como demonstram o estudo petrográfico e os dados de microtermometria (Fig. 5.47). As diferenças petrográficas provavelmente decorrem de estrangulamento de inclusões bifásicas H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub>.

Os dados sugerem que os fluidos mineralizadores continham importante contribuição magmática. Esses resultados são coerentes com outros estudos das ocorrências de ouro da região, que mostram que as mineralizações estão associadas à evolução de granitos de arco magmático.

No tocante à atividade garimpeira na área, a mesma tem uma evolução irregular, intermitente, sujeita às variações do preço do ouro no mercado. De acordo com informação verbal de garimpeiros, em épocas ativas a produção estimada alcança 10g de Au/dia. Segundo a mesma fonte

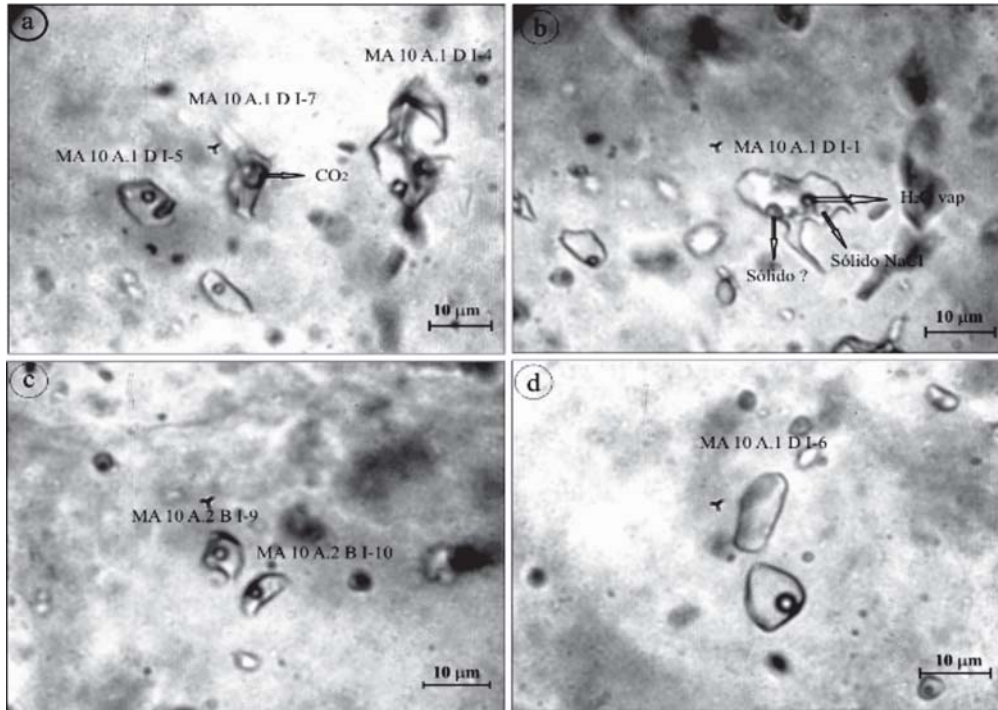


Figura 5.46 – Inclusões fluidas do garimpo Trairão: (a) inclusões MA10A.1DI-5 do tipo 3b, MA10A.1DI-7 do tipo 1 e MA10A.1DI-4 do tipo 3b; (b) inclusão MA10A.1DI-1 do tipo 3b; (c) inclusões MA10A.2BI-9 e MA10A.2BI-10 do tipo 3a e (d) inclusão MA10A.1DI-6 do tipo 3a, exibindo uma feição típica de estrangulamento.

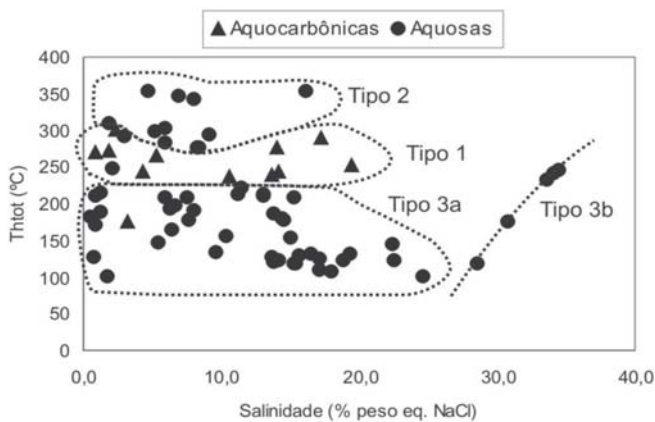


Figura 5.47 – Diagrama de salinidade versus temperatura de homogeneização total dos diferentes tipos de inclusões fluidas do Depósito Trairão.

quando a área esteve em máxima atividade, os teores encontrados variavam em torno de 15g/t (Santos, 2001). Em 1996, a *Ambrex Mining Corporation* realizou levantamentos geoquímicos e magnetométricos na área, além de furos de sondagem. A Cia Vale do Rio Doce realizou amostragem de solo no entorno da área do Trairão, numa malha de 629 pontos e, mesmo tendo obtido valores de até 34 ppm de Au em aproximadamente 96% das amostras analisadas, descartou o alvo (DNPM, Relatório de Pesquisa; Processo 866.425/02; Al-

vará 4.234/2004). Atualmente, uma empresa canadense de exploração mineral (*Linear Gold Corp.*) desenvolveu na área um programa detalhado de amostragem geoquímica de rocha e solo, além de mapeamento de detalhe das zonas mineralizadas. De acordo com o relatório da empresa sobre a área (<http://www.lineargoldcorp.com>), em breve deverá ser realizado um programa de sondagem.

Durante os trabalhos de campo, observou-se uma situação similar à do garimpo do Trairão, na área de pesquisa da Minerbrás, igualmente situada no contexto da unidade Granito Nhandu (Fig. 5.27). A área apresenta uma zona de alteração supergênica, com cerca de 9 m de espessura, desenvolvida a partir da rocha granítica hidrotermalmente alterada, brechada e cortada por veios de quartzo (Fig. 5.48). Apesar do avançado processo de saprolitização, ainda é possível se observar que o processo de alteração hidrotermal imprimiu à rocha uma cor esverdeada (Fig. 5.49a), tendo em vista o desenvolvimento pervasivo de sericita. O processo hidrotermal deu origem também a sulfetos e a uma trama de veios de quartzo (Fig. 5.49b). O estudo petrográfico de bolsões menos afetados pela saprolitização, revela um biotita granito como protólito.

Medidas espectrorradiométricas realizadas na área da Minerbrás apontaram, à exemplo do resultado no Trairão, a predominância de alteração fili-



Figura 5.48 – Rocha granítica hidrotermalizada e saprolitizada, cortada por veio de quartzo, na área de pesquisa da Minerbrás, situada à oeste do garimpo do Trairão.

ca, com desenvolvimento de sericita (Fig. 5.50).

Para obter uma idéia a respeito dos teores de ouro na área do Trairão e da Minerbrás, foram coletadas e analisadas três amostras para ouro, platina e paládio. Duas são do garimpo do Trairão e uma da área de pesquisa da Minerbrás (MA011C). No garimpo do Trairão, as amostras foram coletadas no biotita monzogranito fortemente hidrotermalizado, com agregados irregulares de quartzo e cubos de pirita em meio à massa sericitica. Na área de pesquisa da Minerbrás, a amostra foi de saprólito de brecha hidrotermal de granito. O resultado obtido, nos dois casos, apontou para valores não muito elevados em Au (Tabela 5.12). Segundo informação verbal, os teores e reservas de ouro na área da Minerbrás são ainda imprecisos, mas foram admitidos teores da ordem de 50 a 52 g/t no saprolito.

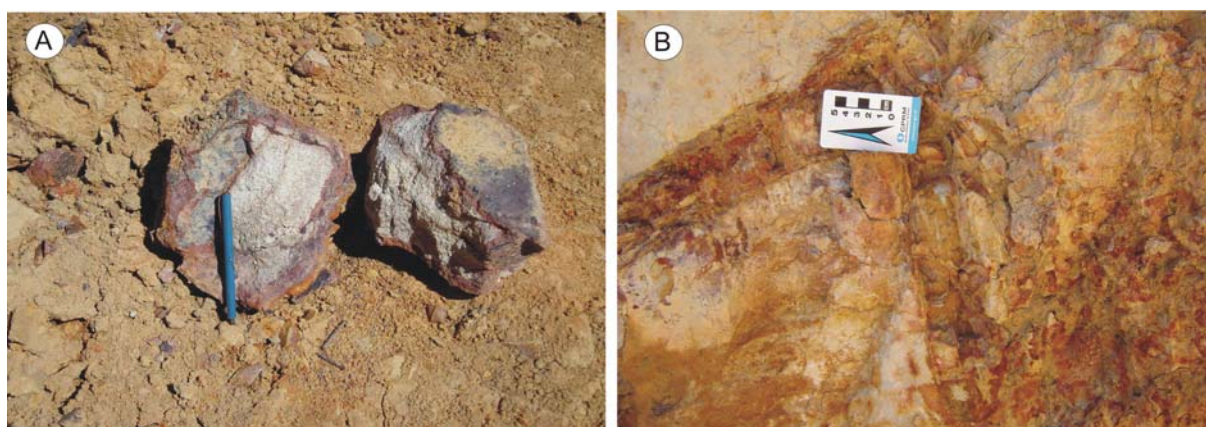


Figura 5.49 - (A) Rocha granítica esverdeada e alterada hidrotermalmente, com desenvolvimento de sericita; (B) Veios de quartzo multidirecionais em granito hidrotermalizado e saprolitizado da área de pesquisa da Minerbrás.

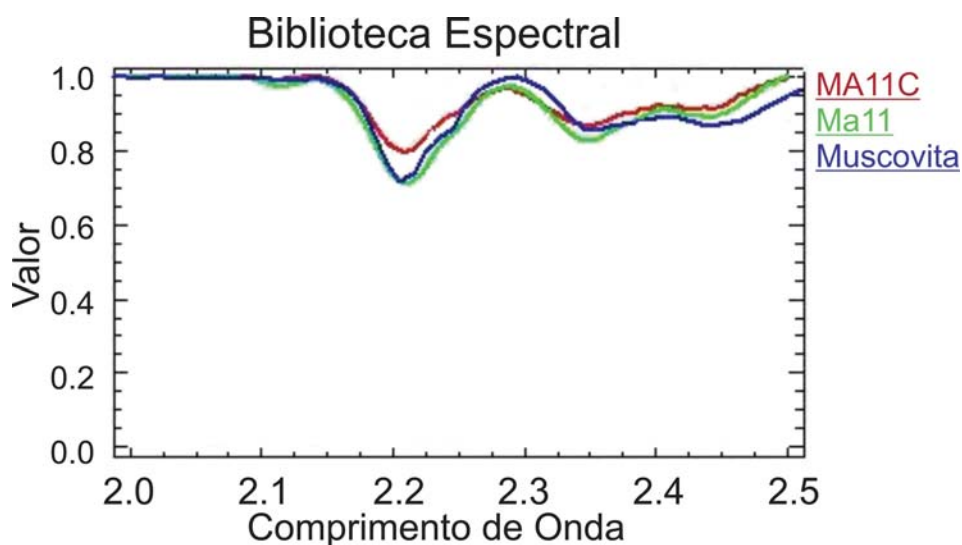


Figura 5.50 – Espectro das amostras coletadas na área de pesquisa da Minerbrás. O espectro da muscovita do USGS é colocado conjuntamente para efeito de comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

Tabela 5.12 – Determinação por Fire Assay/ICP-MS, dos teores de Au, Pt e Pd em amostras do granito hidrotermalizado encaixante do garimpo do Trairão.

Amostra	Au (ppb)	Pt (ppb)	Pd (ppb)
MA-10C (Trairão)	94	10	3
MA-10C (Trairão)	117	<3	2
MA-11B (Minerbrás - solo)	19	<3	7

### 5.2.3 - Garimpo Pé de Fora

Localizado a aproximadamente 16 km, a nordeste da cidade de Alta Floresta, nos arredores do Sítio Boa Esperança, este garimpo se insere em zona de cisalhamento sinistral que corta rochas da Suíte Intrusiva Paranaíta (Fig. 5.51), conforme definido por Souza *et al.* (2005). Neste mesmo contexto encontra-se também o garimpo de Serrinha de Alta Floresta.

No entorno do garimpo, a Suíte Intrusiva Paranaíta é caracterizada por um biotita granito isotrópico, que forma matacões arredondados, de coloração cinza, granulação média a grossa (Fig. 5.52). A rocha é equigranular a porfirítica, com fenocristais de ortoclásio de até 1 cm de comprimento, muito magnética e freqüentes enclaves dioríticos (Fig. 5.53). O K-feldspato dos granitos da suíte é ortoclásio, biotita é varietal, mas podem também ocorrer hornblenda em proporções menores. O plagioclásio apresenta zoneamento ígneo e está saussuritizado (Fig. 5.54). Observa-se uma reação de borda para albita, nos plagioclásios saussuritizados, quando estes estão inclusos no ortoclásio. A biotita é castanha, está parcialmente cloritizada (Fig. 5.55) e associada a epidoto, titanita e óxidos de Fe e Ti. Nos interstícios ocorrem placas irregulares de quartzo mais tardias.

Neste garimpo, Souza *et al.* (2005) descrevem a mineralização como veios de quartzo leitoso, lenticulares, com espessuras milimétricas a centimétricas e estrutura laminada. Em torno dos veios, os autores descrevem um envelope hidrotermal sobre granitóide da Suíte Paranaíta e formado por quartzo, sericita, clorita, epidoto, óxidos de ferro e pirita.

Do ponto de vista do controle estrutural, os veios preenchem fraturas de cisalhamento ao longo de uma falha transcorrente sinistral de direção N80°W, subvertical. Segundo Santos (2001), os veios teriam se formado em zonas transtrativas da falha (*dilational jogs*).

O processamento dos levantamentos aerogeofísicos efetuados na área do Projeto Juruena-Teles Pires, revelou a presença de uma forte anomalia magnética, orientada N50°E, nos mapas de

Fase do Sinal Analítico do Campo Magnético Contínuo para 1000 m e para 2000 m (Fig. 5.56). A orientação observada nos mapas magnetométricos não é descrita em campo, entretanto, no garimpo Serrinha de Alta Floresta, contíguo ao garimpo Pé de Fora, é descrita uma orientação N70°E cortando a estruturação N80°W a N50°W da fratura de cisalhamento sinistral.

Os parâmetros geofísicos que definem as zonas de alteração hidrotermal, revelaram altos valores de  $F$ ,  $K_d$ , ternário  $FK_dU_d$  e baixa razão Th/K, indicando uma boa resposta gamaespectrométrica para a área do garimpo Pé de Fora (Figs. 5.56 a 5.60).

A cava principal do garimpo Pé de Fora possui cerca de 25m de largura por 100m de comprimento e 3m de profundidade, dispendo-se na direção N80°W. O ouro de veio de quartzo leitoso ocorre livre e incluso na pirita (Fig. 5.61) e no quartzo (Fig. 5.62). Pirita, que é o sulfeto predominante, exibe inclusões de calcopirita e encontra-se parcialmente limonitizada devido ao processos intempéricos. Para o ouro, analisado por microsonda eletrônica, foi determinada a razão Au/Ag de 10,78.

A exemplo do observado em outros garimpos, também aqui a alteração hidrotermal é predominantemente filica, com a geração de sericita/muscovita nas proximidades dos veios de quartzo (Fig. 5.63). O estudo espectrorradiométrico de amostras hidrotermalmente alteradas confirma essa observação, como mostra a Figura 5.64.

Estudos de inclusões fluidas em veios de quartzo do garimpo Pé-de-Fora revelam que estas ocorrem em grãos de quartzo pouco fraturado, sem feições de estiramento ou recristalização, em associação com sericita e pirita. As seguintes populações de inclusões fluidas foram definidas, após os estudos petrográfico e microtermométrico (Tabela 5.13):

**Tipo 1** – Inclusões fluidas bifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2}$ ) e trifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2} + V_{CO_2}$ ) aquocarbônicas, com formas variadas, tamanhos de 6 a 15  $\mu m$  e Vg variado, mas predominantemente entre 10 e 40 (Fig. 5.65). A fusão de  $CO_2$  varia de -59,9 °C a -57,0 °C (Tabela 5.13; Figura 5.66a), o que pode representar a participação de  $CH_4$ ,  $N_2$  ou  $H_2S$  na fase não-aquosa. A fusão do clatrato ocorreu entre -6,7 e 8,5 °C, com moda entre 0° e 3°C, o que implica salinidades entre 3 e 22% em peso de NaCl equiv., com concentração de valores entre 10 e 16% em peso de NaCl equiv. (Fig. 5.66b). A homogeneização do  $CO_2$  ocorre somente para a fase líquida, entre 12,7 e 30,8 °C (Fig. 5.66c). A temperatura de homogeneização total varia de 210 a 344 °C (Fig. 5.66d). Algumas inclusões fluidas

decrepitarão e, a temperatura de decrepitação foi considerada como sendo a temperatura mínima de homogeneização. A primeira fusão da fase aquosa ocorre entre -53,3 e -48,8°C e a temperatura de fusão da hidrohalita, entre -28,3 e 24,8°C. Os dados de microtermometria permitem modelar o fluido pelo sistema  $H_2O - CO_2 - NaCl - CaCl_2 (\pm N_2 \pm CH_4)$ , com densidade entre 0,76 e 0,96 g/cm<sup>3</sup>.

**Tipo 2** - Inclusões fluidas aquosas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), arredondadas ou irregulares, com tamanho de 4 a 10 µm, Vg muito alto (40 a 90%),

escuras, raras, com características petrográficas de inclusões primárias. A temperatura do eutético varia de -49,7 a 48,8°C (Fig. 5.67a), o que permitiu modelar o fluido pelo sistema  $H_2O - NaCl - CaCl_2$

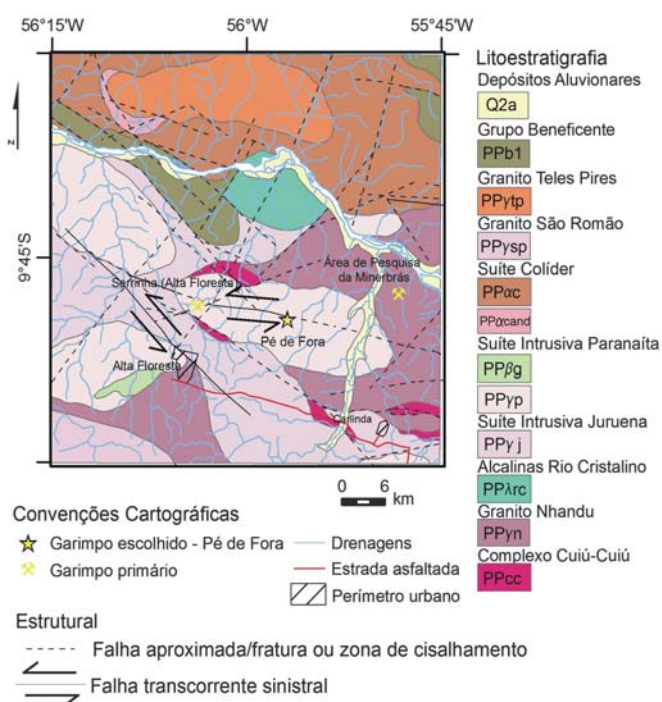


Figura 5.51 – Localização dos garimpos Pé de Fora e Serrinha de Alta Floresta, em mapa geológico compilado e modificado de Souza et al. (2005).



Figura 5.52 - Biotita granito isotrópico, médio a grosso da Suíte Paranaíta encaixante da mineralização aurífera no garimpo Pé de Fora.



Figura 5.53 - Enclave diorítico no biotita granito da Suíte Paranaíta.

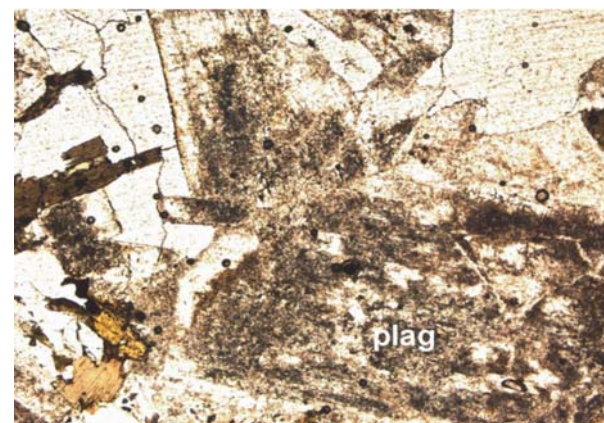


Figura 5.54 - Fotomicrografia de plagioclásio (plag) parcialmente saussuritizado e com zoneamento ígneo (plag-plagioclásio). 10x, LP.

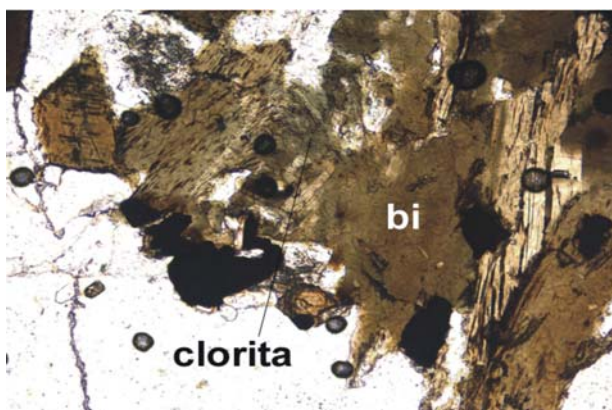


Figura 5.55 - Granito com biotita (bi) parcialmente cloritizada e associada a óxidos de Fe e Ti. 10x, LP.

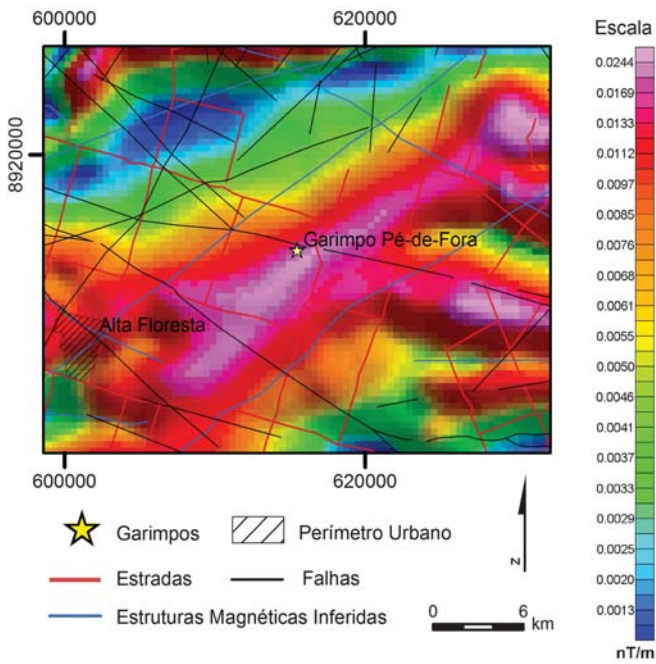


Figura 5.56 – Mapas de Fase do Sinal Analítico do Campo Magnético Continuo para 1000 m e 2000 m. Observar a direção N50°E (interpretada), cortando direção N80°W (mapeada).

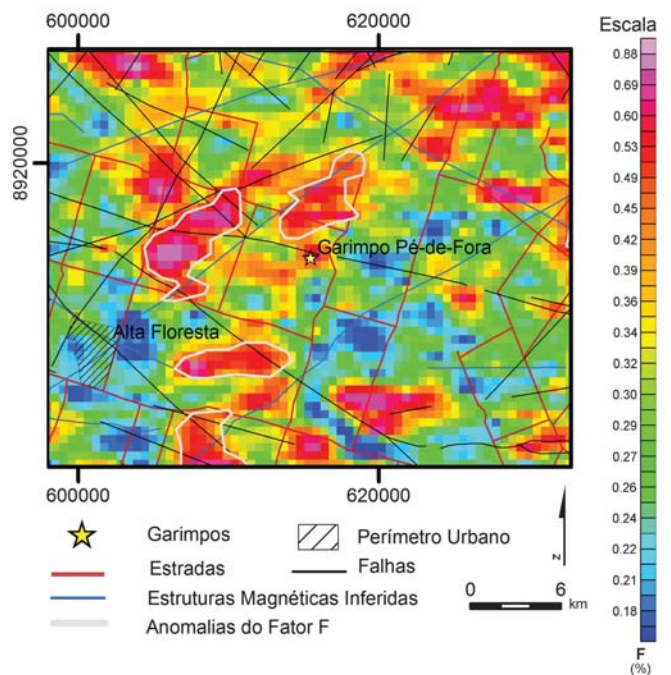


Figura 5.58 - Fator F obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar valores elevados de F elevado na área do garimpo Pé de Fora (cor rosa na intersecção das estruturas magnetométricas com a zona milonítica N05°W).

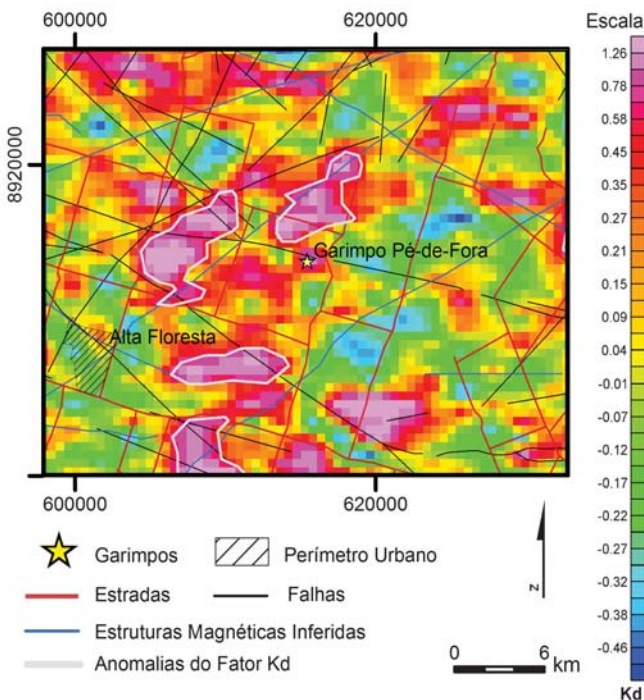


Figura 5.57 – Parâmetro  $K_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar valores elevados de  $K_d$  no garimpo Pé de Fora (cor rosa, na intersecção das estruturas magnetométricas com a zona milonítica N05°W).

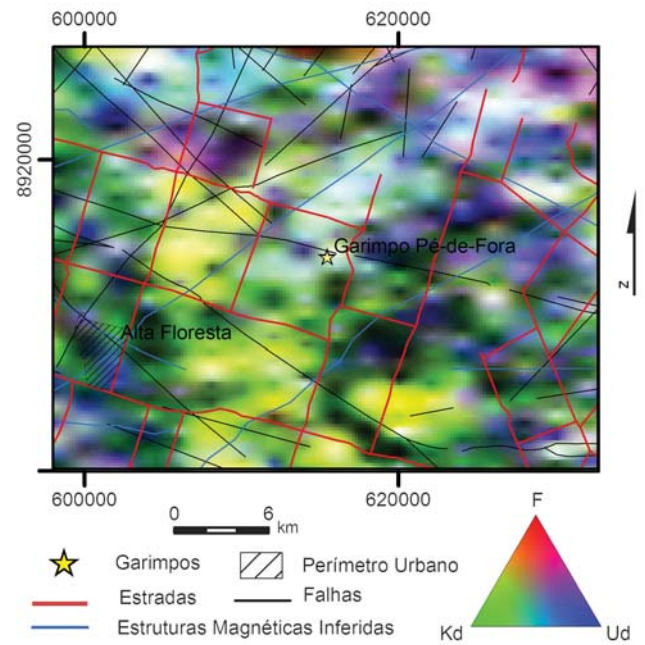


Figura 5.59 - Ternário  $FK_dU_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar valores elevados de  $FK_dU_d$  (coloração branca), na área do garimpo Pé de Fora.

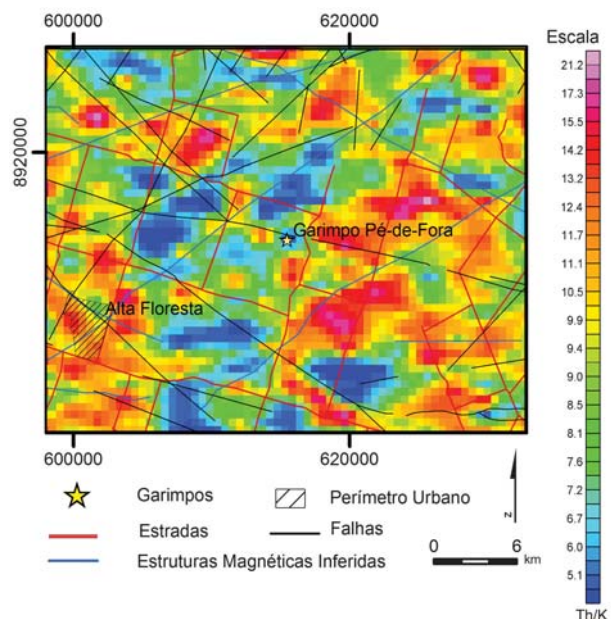


Figura 5.60 - Razão Th/K obtida por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar a baixa razão Th/K na área do garimpo Pé de Fora (coloração azul, na intersecção das estruturas magnetométricas com zona a de cisalhamento milonítica N80°W).

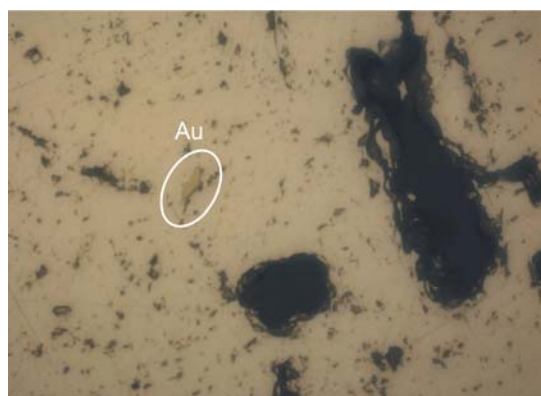


Figura 5.61 - Fotomicrografia de ouro incluído na pirita, 50x, LR.



Figura 5.62 - Fotomicrografia de ouro livre no veio de quartzo. 20x, LR.



Figura 5.63 - Fragmento da escavação da zona mineralizada que mostra o contato do veio de quartzo com granito da Suíte Intrusiva Paranaíta com alteração para sericita/muscovita que conferem a cor esverdeada.

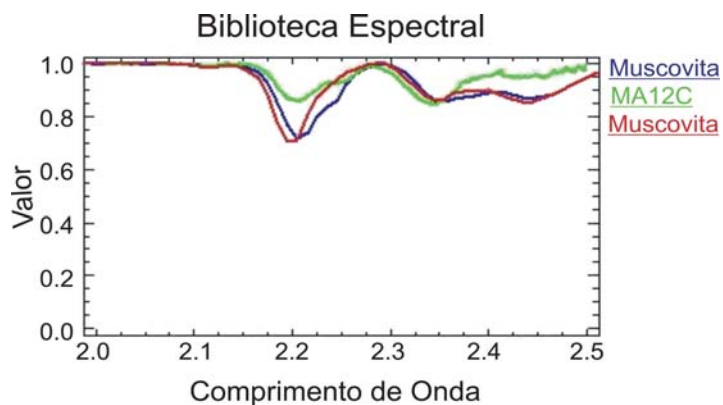


Figura 5.64 – Espectro obtido em amostras hidrotermalizadas coletadas no garimpo Pé de Fora. O espectro da muscovita, do USGS, foi colocado para efeito de comparação. Em ambos os casos houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.



Tabela 5.13 – Dados petrográficos e microtermométricos de inclusões fluidas do garimpo Pé-de-Fora.

Tipo	Características petrográficas	Principais dados microtermométricos	Sistema
Tipo 1	Arredondadas e irregulares, primárias. 6 – 15 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -59,9 a -57,0°C; Tfclat = -5,7 a 8,5°C; Th (L) = 12,7 a 30,8°C; TH (L) = 210 a 344°C	H <sub>2</sub> O - CO <sub>2</sub> - NaCl - CaCl <sub>2</sub> ( $\pm$ N <sub>2</sub> $\pm$ CH <sub>4</sub> )
Tipo 2	Arredondadas e irregulares, primárias. 4 – 10 $\mu\text{m}$ .	Te = -49,7 a -48,8°C; Tfg = -14,0 a -11,5°C; TH (V) = 360 a 382°C	H <sub>2</sub> O - NaCl-CaCl <sub>2</sub>
Tipo 3	Irregulares, secundárias 5 – 10 $\mu\text{m}$ .	Te = -51,8 a -50,4°C; Tfg = -5,2 a -0,2°C; TH (L) = 163 a 188°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>

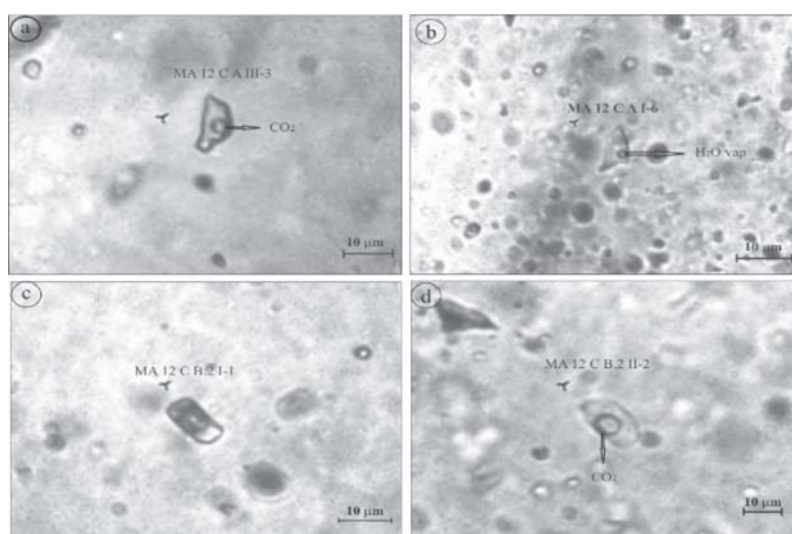


Figura 5.65 – Inclusões fluidas do garimpo Pé-de-Fora: (a) inclusão do tipo 1 (MA12CAIII-3); (b) inclusão do tipo 3 (MA12CAI-6); (c) inclusão do tipo 1 (MA12CB.2I-1); (d) inclusão do tipo 1 (MA12CB.2II-2).

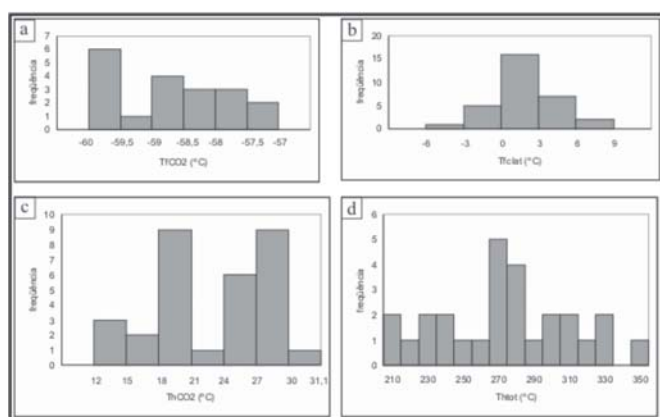


Figura 5.66 – Distribuição das temperaturas: (a) de fusão de CO<sub>2</sub>; (b) de fusão do clatrato; (c) de homogeneização de CO<sub>2</sub> e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquocarbônicas do garimpo Pé-de-Fora.

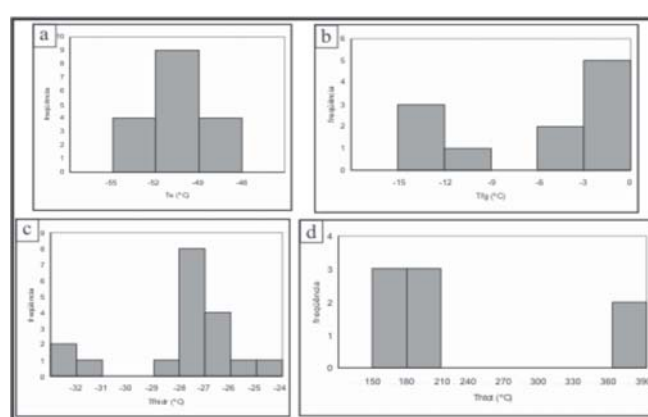


Figura 5.67 – Distribuição das temperaturas: (a) de eutético; (b) de fusão do gelo; (c) de fusão da hidrohilita e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquosas (tipos 2 e 3) do garimpo Pé-de-Fora.

(Tabela 5.13). A temperatura de fusão da hidrohalita varia de -32,1 a -26,1°C e a fusão do gelo ocorreu entre -14 e -11,5 °C (Fig. 5.67), o que resulta em salinidades de 15 a 18 % em peso de NaCl equiv. A temperatura de homogeneização, raramente observada devido ao elevado Vg, situa-se entre 360 e 380 °C (Fig. 5.67d). As densidades obtidas estão em torno de 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

**Tipo 3** – Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas (L<sub>H2O</sub>+V<sub>H2O</sub>) e monofásicas (L<sub>H2O</sub>), com formas irregulares, tamanhos de 5 a 10 μm, Vg baixo (< 10%), que ocorrem ao longo de fraturas ou em pequenas aglomerações, de distribuição restrita. Estas inclusões foram interpretadas como inclusões secundárias (Fig. 5.65b). A temperatura do eutético varia de -51,8 a -50,4°C e a de fusão da hidrohalita, entre -32,1 e -26,1°C (Tabela 5.13; Fig. 5.67). A temperatura de fusão do gelo varia de -5,2 a -0,2°C (Fig. 5.67b), resultando em salinidade entre 0,4 e 8,1% em peso de NaCl equiv. A homogeneização total ocorre entre 163 e 188 °C (Fig. 5.67d). As densidades calculadas são de 0,89 a 0,94 g/cm<sup>3</sup>.

Os resultados obtidos revelam que, no garimpo Pé-de-Fora, os fluidos mineralizadores são predominantemente aquocarbônicos, com salinidade entre 3 e 22% em peso de NaCl equiv., com moda entre 10 e 16% em peso de NaCl equiv., aprisionados em temperaturas pelo menos entre 200 e 350 °C (Fig. 5.68). Fluidos aquosos, quentes, ricos em vapor e com salinidades intermediárias ocorrem em porções isoladas dos grãos de quartzo, juntamente com as inclusões aquocarbônicas. Os fluidos aquosos, pouco salinos, com temperaturas de homogeneização em torno de 160 °C e 180°C, são tardios. Os dados são coerentes com um fluido hidrotermal de alta temperatura, provavelmente com contribuição magmática, que

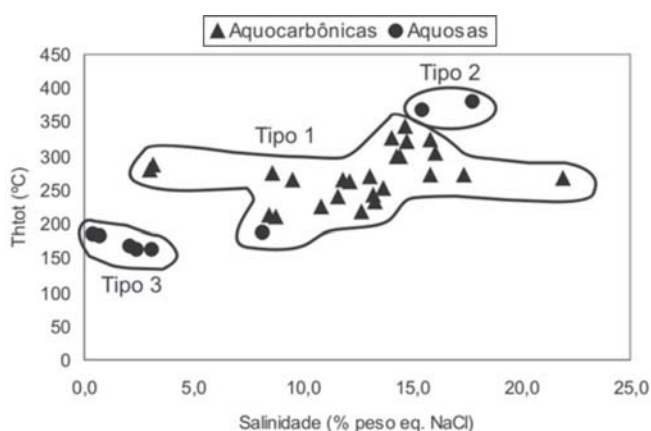


Figura 5.68 – Diagrama de salinidade versus temperatura de homogeneização total dos diferentes tipos de inclusões fluidas do garimpo Pé-de-Fora.

se misturou com fluidos meteóricos.

Os dados de inclusões fluidas somados aos geológicos e petrológicos da mineralização permitem sugerir que os fluidos mineralizadores no garimpo Pé-de-Fora possuíam características que se assemelham às de depósitos em veios geneticamente relacionados a granitos de arco vulcânico.

### 5.2.4. Garimpo do Edu

O Garimpo do Edu localiza-se na porção sul da Folha Vila Guarita (SC.21-Z-B), sudoeste da cidade de Peixoto de Azevedo e 2 km a noroeste da Vila de Nova Santa Helena, inserido em rochas tectonizadas da unidade Granito Nhandu (Fig. 5.69). A mineralização encontra-se associada a veios de quartzo subverticais, encaixados no interior de uma zona de cisalhamento estreita, transcorrente, rúptil-dúctil, de cinemática dextral, orientada N30°-25° E/80° -70° NW.

As observações de Delgado *et al.* (2001), na cava a céu aberto do garimpo, resultaram no relato de uma deformação progressiva, que aumenta da periferia para o centro da zona mineralizada, com o seguinte perfil litoestrutural de WNW para ESE:

- Granito isotrópico, hidrotermalmente alterado na capa do veio;
- Zona milonítica (quartzo-sericítica, ou quartzo-filonítica) com 30 cm de largura;

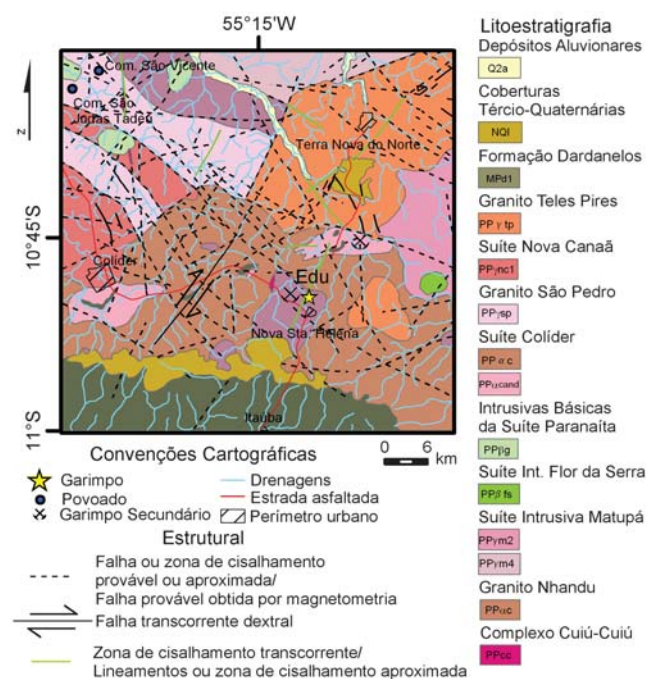


Figura 5.69 - Mapa geológico (modificado de Souza *et al.*, 2005), mostrando a área de ocorrência do Garimpo de Edu, no contexto da unidade Granito Nhandu.

- Zona ultramilonítica (argilosa, filonítica) com 50cm;
- Zona milonítica (quartzo-sericítica, ou quartzo-filonítica) com 30 cm;
- Zona sulfetada (quartzo-carbonato-sulfetos-óxido de ferro) com 50 cm;
- Granito protomilonítico, hidrotermalmente alterado na lapa do veio.

O garimpo desenvolveu-se num sistema de lavra subterrânea, tendo sido construídos três *shafts*, com profundidades de cerca de 40 metros, e galerias alinhadas ao longo da direção da zona de cisalhamento (Santos, 2000). O principal veio explotado tinha aproximadamente 300 m de comprimento, orientado N30°E-N25°E, ou seja, compatível com a direção R' do modelo Riedel proposto para área por Souza *et al.* (2005).

Na periferia da zona de cisalhamento, a unidade Granito Nhandu está representada por granitóides a biotita, cuja composição é predominantemente monzogranítica, com textura granular grossa a porfirítica e microporfirítica, por vezes apresentando textura anti-rapakivi. Estas rochas são constituídas por K-feldspato peritítico, plagioclásio, quartzo e biotita parcialmente cloritizada. Os acessórios são titanita, zircão, apatita, magnetita, alanita e fluorita.

Embora na área do garimpo do Edu as atitudes medidas sejam todas relacionadas ao cisalhamento transcorrente, de direção geral N30°-25°E, a análise dos temas magnetométricos revelou a presença de um lineamento magnetométrico, com direção aproximadamente E-W. O geoprocessamento desses dados mostra que, na intersecção entre as estruturas interpretadas a partir da magnetometria, e as estruturas miloníticas medidas em campo, observa-se um aumento do parâmetro  $K_d$  (potássio anômalo) de alteração hidrotermal, uma elevação dos valores de F e de  $K_d$ , no diagrama ternário em RGB (coloração amarelada) e uma baixa razão Th/K (Figs. 5.70 a 5.73).

Nas zonas proximais ao minério e que mantiveram-se mais preservadas da deformação, a unidade Granito Nhandu tem uma composição monzogranítica, granulação grossa ou porfirítica reliquiar, aspecto isotrópico, com cristais tabulares de ortoclásio peritítico de até 1 cm de comprimento, parcial a totalmente hidrotermalizado e saprolitizado. Esses  *pods*  de rocha "preservada" mostram-se muito fraturados, com microvenulações de quartzo e de epidoto, por vezes evoluindo para zonas de aspecto brechóide (Fig. 5.74). Na área do filão, a rocha tem uma composição quartzo-feldspática, rica em sulfetos, cortada por vênulas preenchidas por epidoto.

Na zona milonítica, o biotita granito apre-

senta textura porfiroclástica, com cristais estirados e com bordas microgranuladas de ortoclásio, por vezes microclinizado, intensa sericitização do plagioclásio e quartzo intersticial. Vênulas de quartzo, com sulfetos associados (em geral já oxidados) preenchem os planos de foliação milonítica da rocha. Essas venulações de quartzo estão tectonizadas, com segregações de micas brancas ao longo da foliação milonítica, representando vestígios da rocha encaixante, assimiladas pelo veio de quartzo, sugerindo deformação recorrente, concomitante com a geração dos veios. A biotita, quando ocorre, está cloritizada ou transformada em muscovita, com liberação de óxidos de Fe e Ti. Os sulfetos ocorrem associados às venulações mais espessas de quartzo. Foram observados cristais hipidiomórficos a idiomórficos de adularia (Fig. 5.75) associados preferencialmente às zonas mais ricas em quartzo. O idiomorfismo dos grãos e sua relação com a foliação milonítica apontam para uma geração tardia da adularia em relação à deformação. Em porções da rocha onde a brechação foi mais intensa ocorrem vênulas de carbonato e quartzo.

Cruz (2002), no Projeto Alta Floresta, realizou estudos da alteração hidrotermal em alguns garimpos. A petrografia da alteração hidrotermal do garimpo do Edu, realizada no presente trabalho, alcançou resultados muito similares aos de Cruz (2002), à exceção do processo de K-feldspatização, o qual não foi enfatizado pelo referido autor. Nesse garimpo, observou-se o aumento da intensidade da alteração hidrotermal nas zonas mais intensamente afetadas pela deformação, acompanhada de uma variação lateral das paragéneses de transformação hidrotermal desenvolvidas. Dessa forma, nas zonas mais proximais do eixo da deformação, observou-se o desenvolvimento exacerbado de sulfetos, caracterizando uma zona de sulfetação, com gradação, na direção da periferia do sistema para zonas mais ricas em sílica (zona de silicificação), sericita (zona de sericitização), hematita (zona de hematitização) e uma zona rica em epidoto e subordinadamente clorita (zona propilítica). Abaixo segue uma descrição sumária de cada uma das zonas observadas. Foi ainda observada uma K-feldspatização pervasiva, a qual imprime ao granitóide uma cor avermelhada e é mais intensa nas zonas mais deformadas. Essa alteração se revela pelo crescimento de microclina nas bordas de porfiroclastos do K-feldspato original da rocha (ortoclásio) e também pela presença desse mineral nos interstícios da matriz quartzo-feldspática (Fig. 5.76). Os estudos petrográficos revelam também que essa microclinização é anterior à epidotização/propilitização.

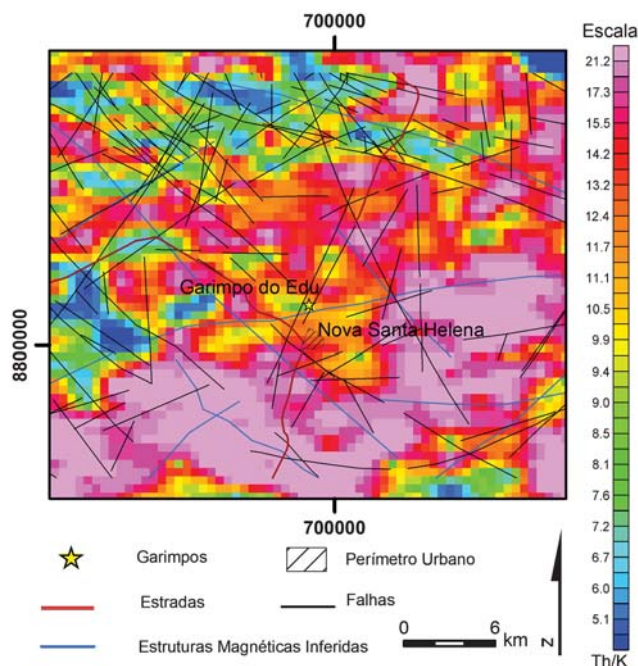


Figura 5.70 – Razão Th/K obtida pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos, no garimpo do Edu e áreas circunvizinhas. Observar a baixa razão Th/K (cor azul na intersecção das estruturas magnetométricas (interpretadas), com zona de cisalhamento N30°-25°E).

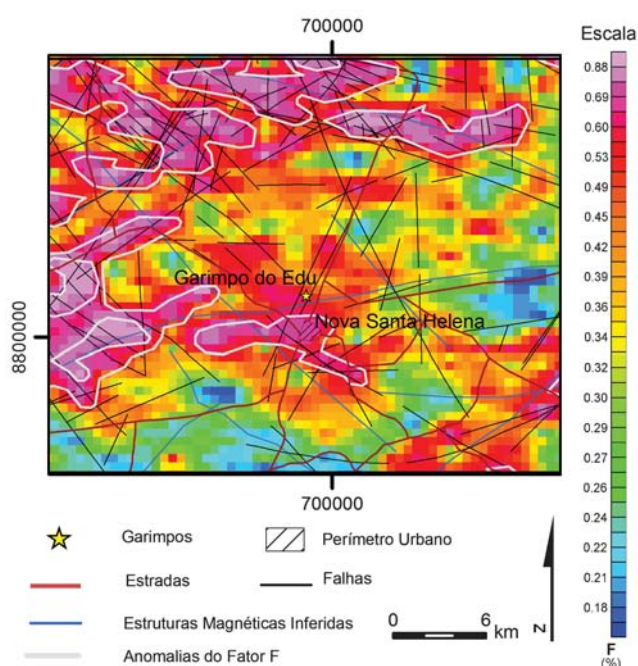


Figura 5.72 – Mapa do Fator F obtido pelo geoprocessamento dos dados aerogamaespectrométricos na área de influência do garimpo do Edu. Observar os valores elevados de F nas zonas de intersecção das estruturas magnetométricas (interpretadas) com milonitos N30°-25°E.

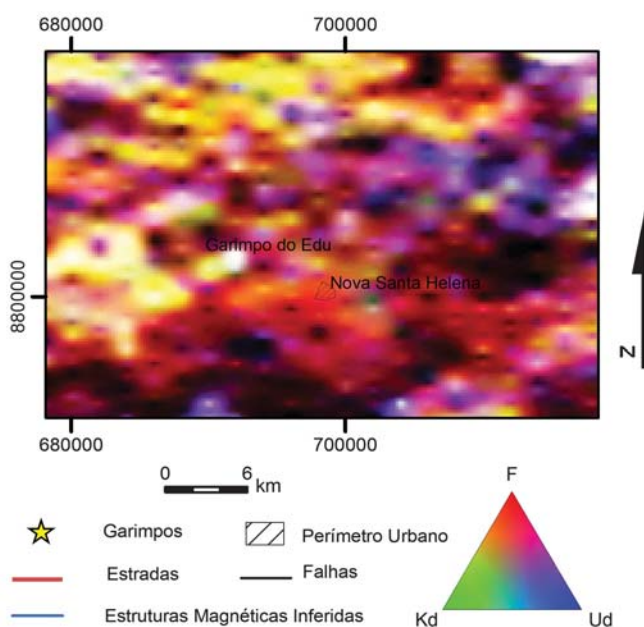


Figura 5.71 – Mapa de distribuição dos valores do ternário  $FK_d U_d$ , em RGB obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar as áreas com valores elevados de F e  $K_d$  (cor amarelada) na área de influência do garimpo do Edu.

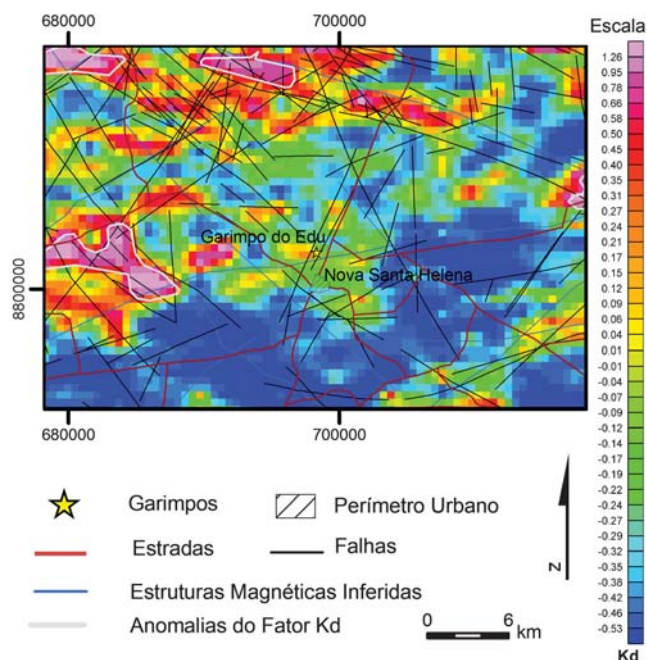


Figura 5.73 – Parâmetro  $K_d$  obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de  $K_d$  na área de influência do garimpo do Edu. Observar cor rosa na intersecção das estruturas magnetométricas (interpretadas) e as estruturas miloníticas (N30°-25°E).



Figura 5.74 - Biotita granito fraturado, fortemente hidrotermalizado, com venulações finas de quartzo e epidoto, num padrão do tipo stocwork, e saprolitizado.

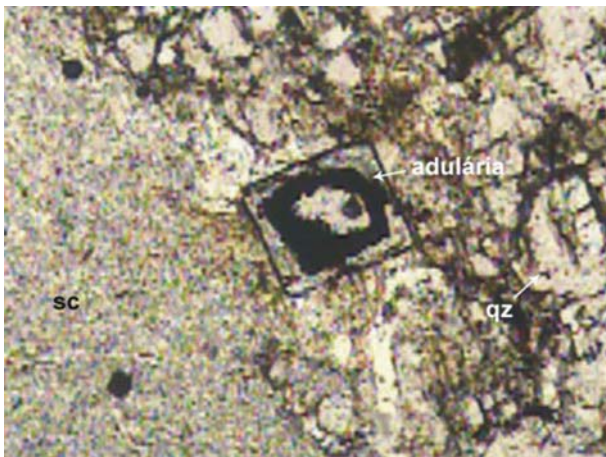


Figura 5.75 – Fotomicrografia de cristal idiomorfo de adulária (ao centro) associado à zona de alteração mais rica em quartzo (qz) e sericita (sc). 5x, LP.

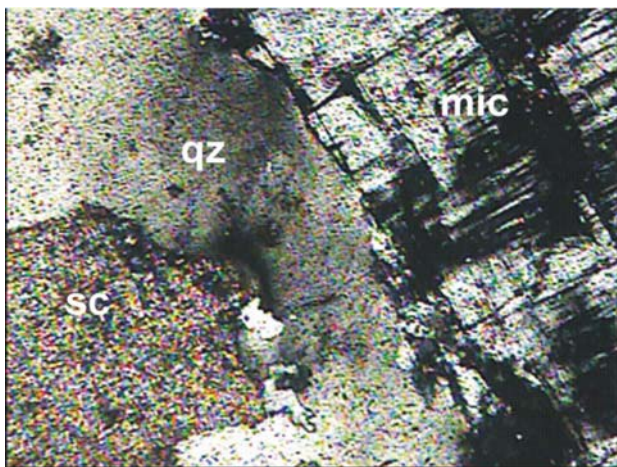


Figura 5.76 - Fotomicrografia de ortoclásio com bordas de microclina (mic), plagioclásio intensamente sericitizado (sc) e quartzo intersticial (qz), de aporte, em protomilonito de monzogranito. 5x, NX.

**Zona de Propilitização** – é a alteração dominante nas rochas que formam o envelope mais externo da zona do minério. A feição mais marcante dessa zona é a coloração esverdeada impressa nas rochas, devido à transformação de parte da mineralogia primária em epidoto e clorita, sem modificação da textura original. O epidoto também ocorre em vênulas, junto com carbonato, sericita, quartzo e rara fluorita. Nestas venulações também ocorre um mineral com características similares à adulária (Fig. 5.75). Na zona propilitica também há leucoxênio.

**Zona de Hematitização** – a feição mais marcante dessa zona é a coloração avermelhada que imprime à rocha. Em lâmina, observa-se a presença constante de albita, sugerindo que a hematitização tenha sido acompanhada por alteração sódica. Palhetas de clorita associam-se a este material. Nas amostras estudadas verificou-se a existência de limonita em microfraturas dos feldspatos, provavelmente relacionado a esta zona. Enquanto as rochas propilitizadas são estéreis, a zona da hematita já contém teores baixos de ouro.

**Zona de Sericitização** – esse processo de alteração hidrotermal se traduz na transformação parcial a total dos feldspatos (Fig. 5.77) e na geração de palhetas de sericita nas bordas das venulações de quartzo. A essa zona associa-se um minério de baixo teor.

**Zona de Silicificação** – ocorre nas zonas de deformação mais intensa das rochas hospedeiras, nas quais se observa o desenvolvimento de foliação milonítica. A silicificação se caracteriza pela abundância de venulações de quartzo ao longo da foliação (Fig. 5.78), microvenulações e intersticial aos demais silicatos. Os teores na zona de silicificação são em geral elevados.



Figura 5.77 – Fotomicrografia de plagioclásio quase totalmente substituído por sericita (sc) em protomilonito do granitóide do garimpo do Edu (NX, 5x).



Figura 5.78 - Zona de cisalhamento com injeções de quartzo na foliação milonítica. A cor marron deve-se à oxidação dos sulfetos.

**Zona de Sulfetação** – caracteriza-se pela presença de sulfetos disseminados e formando uma rede de veios de espessura milimétrica, preenchendo a foliação milonítica da rocha hospedeira. Predomina a pirita e a calcopirita é subordinada. A pirita ocorre em cristais euhédricos a subhédricos, e a calcopirita ocorre em grãos mais finos, dispersos na ganga silicática, inclusos ou atachados à pirita e em fraturas (Fig. 5.79).

Santos (2000) descreve a presença, na parede oeste-noroeste da escavação, de um dique de metadiabásio, muito fraturado, sem evidências de mineralização, posicionado entre o filão e o granitóide grosseiro. Neste projeto verificou-se que o metadiabásio foi intensamente afetado pela alteração hidrotermal, apresentando uma paragênese propilítica, com plagioclásio saussuritizado, anfibólio tipo tremolita actinolita, epidoto, com

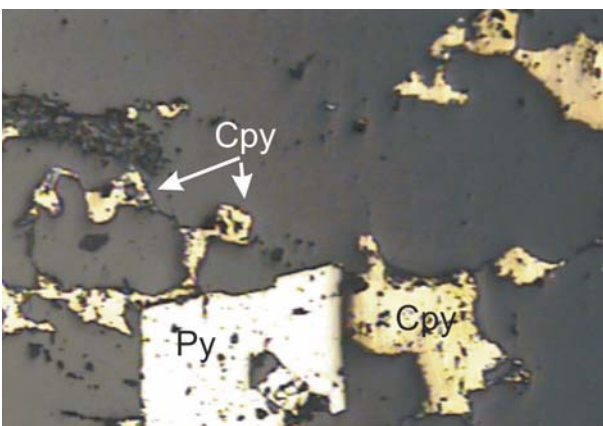


Figura 5.79 - Fotomicrografia de pirita cúbica e calcopirita anédrica e em fraturas (Luz Refletida, 10x).

calcita impregnando os interstícios da trama silicática, e finas vênulas de quartzo cortando a rocha em várias direções.

Com o objetivo de rastrear o padrão da alteração hidrotermal mais intensamente associada à zona mineralizada, foi utilizada uma combinação de sensoriamento remoto (imagens Aster) e espectrorradiometria. Para tanto, foram realizadas medidas espectrorradiométricas em algumas amostras coletadas no garimpo, tendo sido obtidos padrões espectrais relativos às associações paragenéticas sericita/muscovita (MA17I, MA17A, MA17C e MA17), epidoto (MA17H e MA17E) ou uma mistura de sericita + epidoto (MA17G), em proporções variadas, conforme ilustrado nas figuras 5.80 a 5.82, respectivamente.

Os estudos litogeoquímicos realizados em amostras hidrotermalmente alteradas e em amostras da encaixante (unidade Granito Nhandu), pouco afetada pelos processos hidrotermais, demonstraram que os fluidos promoveram uma lixiviação dos elementos terras raras (com excessão do európio), e dos elementos traços em geral (LILE e HSFE), conforme ilustrado na figura 5.83. Os elementos terras raras de amostras hidrotermalizadas e não hidrotermalizadas da unidade Granito Nhandu, foram também normalizados em relação a uma amostra cuja petrografia não revelou a presença de paragêneses de alteração hidrotermal. O resultado (Fig. 5.84) corrobora as observações anteriores, com as amostras hidrotermalizadas empobrecidas em ETR, exceto em Európio.

O ouro encontra-se em veios de quartzo com sulfetos, encaixados nas zonas deformadas e hidrotermalizadas. Na rocha hospedeira, hidrotermalizada e microfraturada, com venulações e microvenulações de sulfeto e quartzo, encontra-se o minério de baixo teor. Nas zonas mais intensamente deformadas, ricas em injeções de quartzo (de diferentes gerações) e ricas em sulfetos, encontra-se o minério de mais alto teor. De acordo com Santos (2000), o ouro está associado à pirita, com teores variando entre 15 e 20g/t.

Com o objetivo de obter uma assinatura do fluido gerador dos veios mineralizados, foram realizados estudos de inclusões fluidas em duas amostras coletadas no garimpo do Edu: a amostra MA 17F, que corresponde a um veio de quartzo com pirita disseminada, associada a disseminações de calcopirita e pirrotita; e a amostra MA 17G, que constitui um granito hidrotermalizado, com quartzo, plagioclásio alterado e microclínio, em iguais proporções, e raras lamelas de clorita.

Na amostra MA 17G, os grãos de quartzo são euhédricos a subhédricos, recristalizados, com raras inclusões fluidas. As inclusões observadas

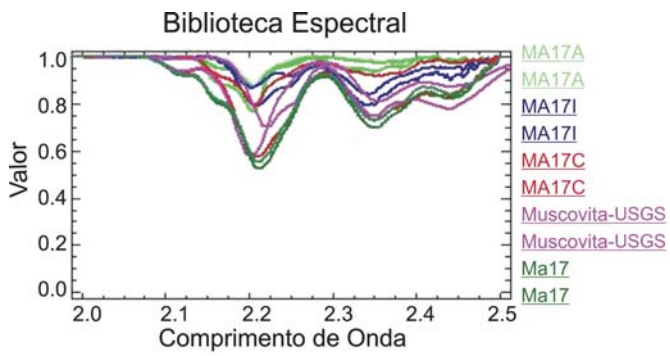


Figura 5.80 – Espectro das amostras coletadas no garimpo do Edu, com predomínio da associação sericita-muscovita. O espectro da muscovita do USGS foi colocado conjuntamente, para fins de comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

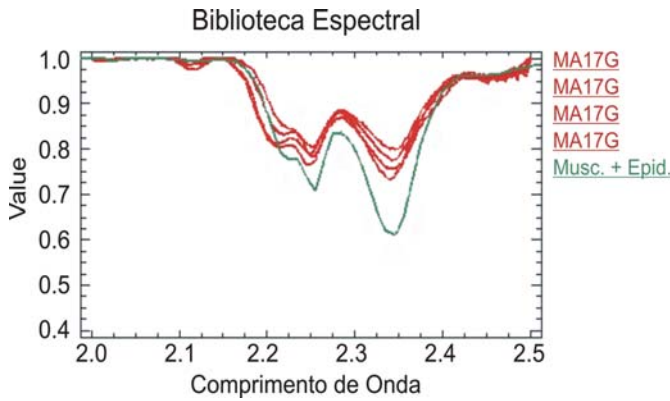


Figura 5.81 – Espectro das amostras coletadas no garimpo do Edu, com predomínio da associação muscovita-epidoto. O espectro da muscovita do USGS foi colocado conjuntamente, para fins de comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

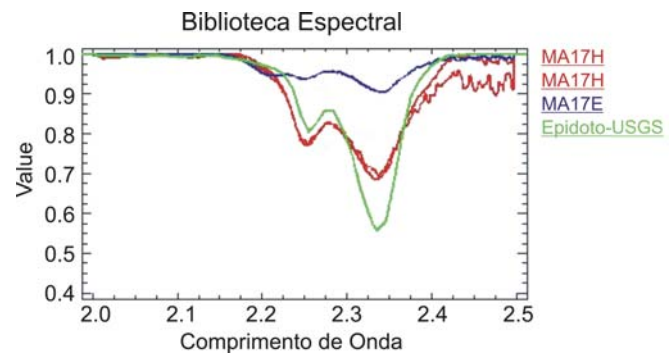


Figura 5.82 – Espectro das amostras coletadas no garimpo do Edu, com predomínio de epidoto. O espectro da muscovita do USGS foi colocado conjuntamente, para fins de comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

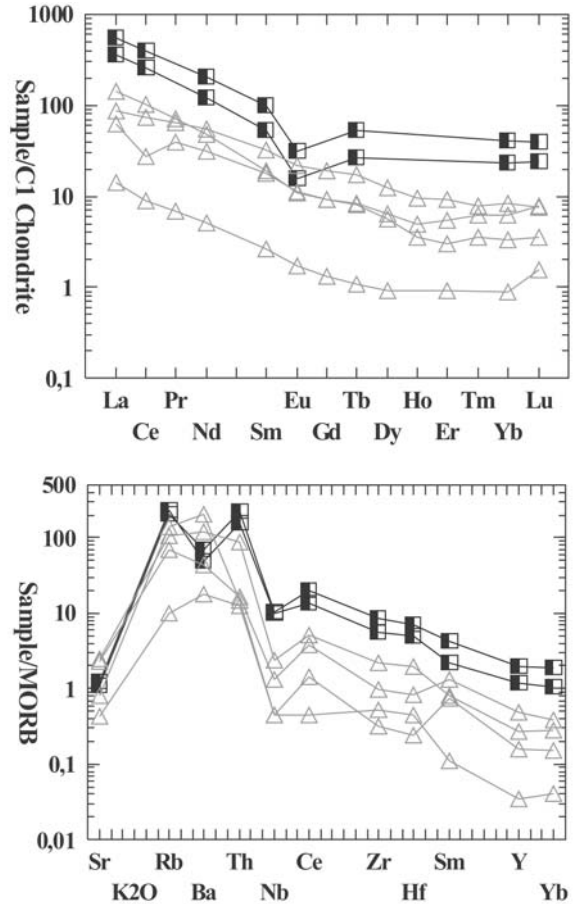


Figura 5.83 - (a) Diagrama rocha/condrito e (b) diagrama multi-elementar, MORB normalizado de amostras da unidade Granito Nhandu. Quadrados = amostras não mineralizadas; triângulos = amostras hidrotermalmente alteradas e mineralizadas.

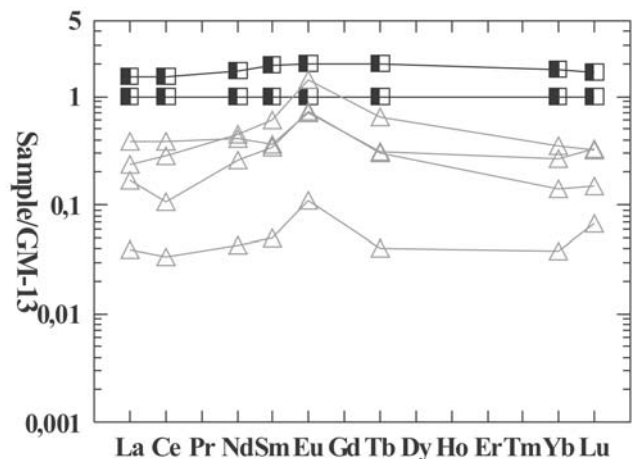


Figura 5.84 - Diagrama de ETR de amostras da unidade Granito Nhandu normalizadas a uma amostra da unidade não afetada por alteração hidrotermal (amostra GM-13). Quadrados = amostras não mineralizadas; triângulos = amostras hidrotermalmente alteradas e mineralizadas.

são bifásicas aquocarbônicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2}$ ), menores que 5  $\mu\text{m}$ , com Vg alto ( $> 30\%$ ), interpretadas como primárias, e bifásicas aquosas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), com formas irregulares, Vg menor que 10% e tamanho inferior a 8  $\mu\text{m}$ , distribuídas em trilhas tardias. A pequena quantidade e o tamanho reduzido das inclusões resultaram no descarte desta amostra na etapa de microtermometria.

Dessa forma, o estudo de inclusões fluidas no garimpo do Edu ficou restrito à amostra MA 17F, na qual as análises foram realizadas em grãos de quartzo subédricos, com extinção ondulante. Foram reconhecidas as seguintes populações de inclusões fluidas:

**Tipo 1** – Compreende inclusões carbônicas, raras, alongadas, monofásicas em temperatura ambiente, escuras, com tamanhos de 5 a 10  $\mu\text{m}$ . A

temperatura de fusão da fase carbônica varia de  $-65,3^\circ$  a  $-62,0^\circ\text{C}$ . A homogeneização total ocorre para a fase líquida, de  $26,2^\circ$  a  $29,3^\circ\text{C}$  (Tabela 5.14). Os dados obtidos permitem modelar o fluido pelo sistema  $\text{CO}_2 \pm \text{N}_2 \pm \text{CH}_4$ .

**Tipo 2** – Compreende inclusões fluidas aquocarbônicas, bifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2}$ ) e trifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2} + V_{CO_2}$ ) em temperatura ambiente, com formas variadas, tamanhos que variam de 6 a 10  $\mu\text{m}$  e Vg entre 5 e 80%, com predomínio de Vg = 40% (Fig. 5.85), petrograficamente interpretadas como primárias (Tabela 5.14). As temperaturas de fusão de  $\text{CO}_2$  variam de  $-63,4^\circ\text{C}$  a  $-62,0^\circ\text{C}$  (Fig. 5.86a) e indicam contribuição mais expressiva de  $\text{N}_2$  ou  $\text{CH}_4$  na fase carbônica que a registrada nos demais depósitos estudados. O espectro Raman (Fig. 87) de uma inclusão do tipo 2 revelou a possível

Tabela 5.14 – Dados petrográficos e microtermométricos das inclusões fluidas do garimpo do Edu.

Tipo	Características petrográficas	Principais dados microtermométricos	Sistema
Tipo 1	Alongadas, primárias. 5 - 10 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -65,3 a -62,0°C Th (L) = 26,2 a 29,3°C	CO <sub>2</sub> ± N <sub>2</sub> ± CH <sub>4</sub>
Tipo 2	Irregulares, primárias. 6 - 10 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -63,4 a -62,0°C; Tflat = -1,4 a 2,1°C; Th (L) = 10,6 a 30,1°C; TH (L) = 229 a 326°C	H <sub>2</sub> O - CO <sub>2</sub> - NaCl - CaCl <sub>2</sub> (±N <sub>2</sub> ± CH <sub>4</sub> )
Tipo 3	Irregulares, secundárias. 6 - 18 $\mu\text{m}$ .	Te = -52,7 a -49,9°C; Tfg = -10,2 a -0,6°C; TH (L) = 115 a 237°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>

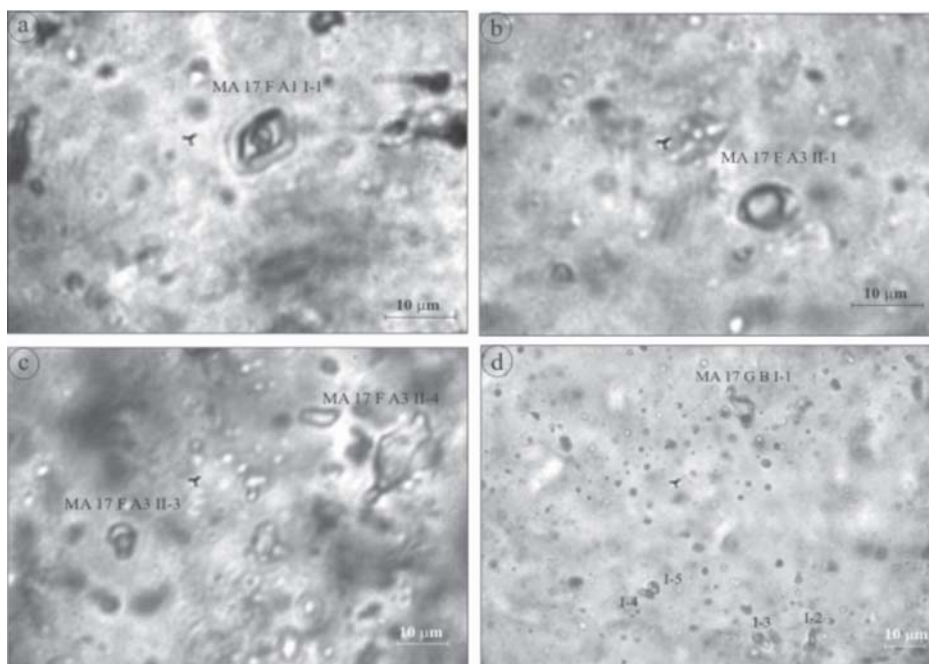


Figura 5.85 – Inclusões fluidas do garimpo do Edu. (a e b) inclusões do tipo 2; (c) inclusões do tipo 2 (MA17FA3II-3) e do tipo 3 (MA17FA3II-4); (d) distribuição das inclusões do tipo 3.



presença de  $N_2$  na fase carbônica, mas os dados não são conclusivos em relação à presença de  $CH_4$ . A temperatura de primeira fusão da fase aquosa situa-se entre  $-52^\circ$  e  $-48,7^\circ C$ , o que sugere a presença de  $CaCl_2$  no sistema. A temperatura de fusão do clatrato varia de  $-1,4$  e  $2,1^\circ C$  (Fig. 5.86b), o que resulta em salinidade de 13 a 17 % em peso de NaCl equiv. A homogeneização do  $CO_2$  ocorre para a fase líquida entre  $10,6$  e  $30,1^\circ C$  (Fig. 5.86c). As temperaturas de homogeneização total variam de  $229$  a  $326^\circ C$  (Fig. 5.88d). As densidades são bastante homogêneas e possuem próximo de  $0,89 g/cm^3$ . Duas inclusões fluidas que ocorrem isoladas possuem temperatura de fusão do clatrato anômalo ( $-21,1$  e  $-18,0^\circ C$ ) e temperatura de homogeneização da fase não-aquosa de  $-9,4^\circ C$  e  $-0,7^\circ C$  (Fig. 5.86b e c), muito distante das mesmas temperaturas medidas nas demais inclusões aquocarbônicas. Não foi possível medir a temperatura de homogeneização total. As temperaturas de decrepitação são de  $264$

$^\circ C$  e  $293^\circ C$  e as densidades são  $1,01 g/cm^3$  e  $0,97 g/cm^3$ , respectivamente.

**Tipo 3** - Compreende inclusões fluidas aquosas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), claras, com formas variadas e Vg de 5 a 20%, com características petrográficas de inclusões secundárias. Localmente contém sólido birrefringente, interpretado como aprisionado com base nas características petrográficas. A temperatura de primeira fusão ocorre entre  $-52,7$  e  $-49,9^\circ C$  (Tabela 5.14; Fig. 5.88a). A fusão da hidrohalita dá-se entre  $-35,6$  e  $-24,8^\circ C$  e a fusão do gelo ocorre entre  $-10,2$  a  $-0,6^\circ C$  (Fig. 5.88b e c), o que resulta em salinidades de 1,1 a 14,1% em peso de NaCl equiv. A homogeneização total ocorre entre  $115$  e  $237^\circ C$  (Fig. 5.88d) As densidades situam-se no intervalo de  $0,91$  a  $1,02 g/cm^3$ . Os dados dessas inclusões fluidas revelam que os fluidos primários no garimpo do Edu foram carbônicos e aquocarbônicos. As temperaturas de fusão do  $CO_2$  são as mais baixas dentre os depósitos estudados, e representam uma possível con-

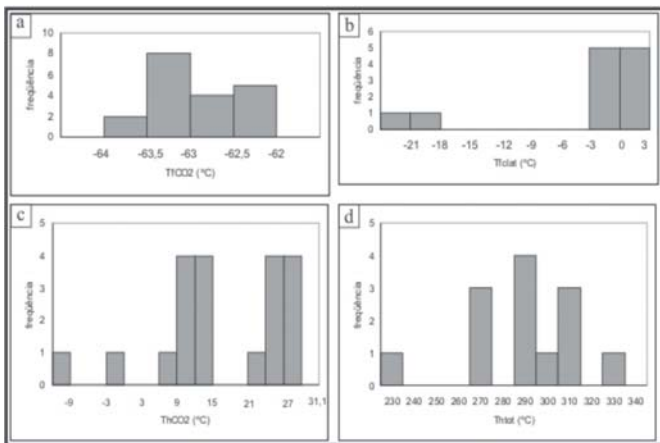


Figura 5.86 – Distribuição das temperaturas: (a) de fusão de  $CO_2$ ; (b) de fusão do clatrato; (c) de homogeneização de  $CO_2$  e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquocarbônicas do garimpo do Edu.

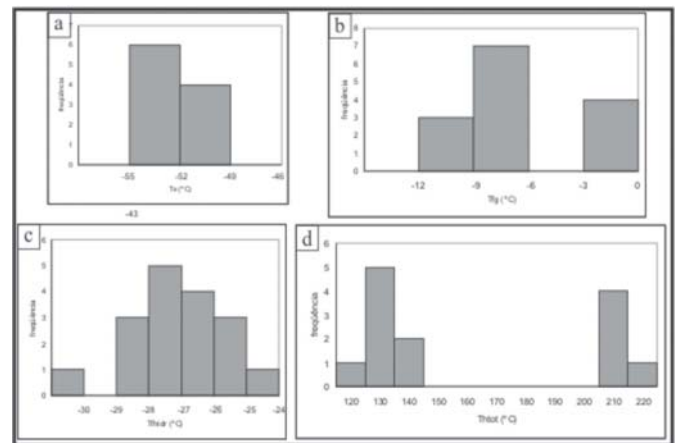


Figura 5.88 – Distribuição das temperaturas: (a) de eutético; (b) de fusão do gelo; (c) de fusão da hidrohalita e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquosas (tipo 3) do garimpo do Edu.

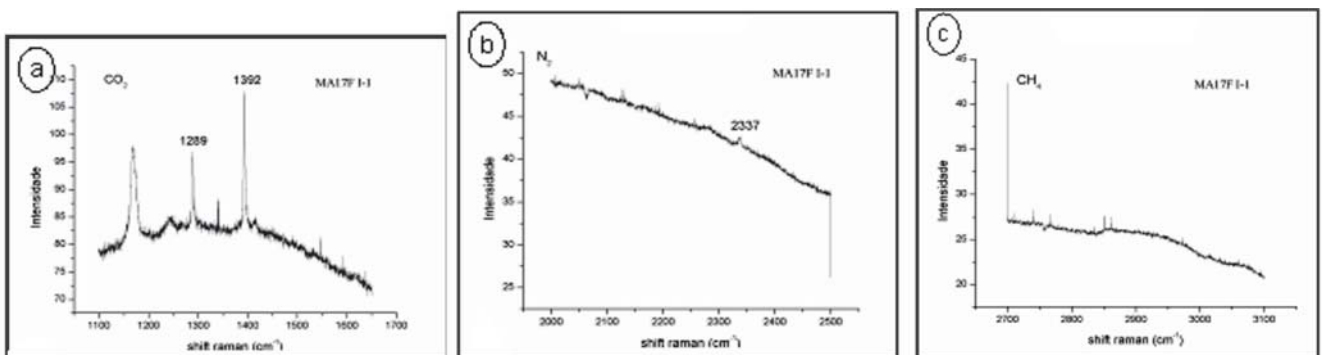


Figura 5.87 - Espectros Raman de fase carbônica de inclusão fluida aquocarbônica do garimpo Edu, com  $TfCO_2 = -62,8^\circ C$ . (a) Espectro de  $CO_2$ ; (b) Espectro de  $N_2$  e (c) Espectro de  $CH_4$ .

tribuição de  $N_2$  na fase não-aquosa. Os fluidos de mais alta temperatura de homogeneização são os do sistema  $H_2O - CO_2 - NaCl - CaCl_2 (\pm N_2 \pm CH_4)$  (Fig. 5.88).

A salinidade (Fig. 5.89), em geral de 13 a 17 % em peso de NaCl equiv., e a presença de  $CaCl_2$  no sistema sugerem contribuição magmática na composição do fluido mineralizador. Fluidos do sistema  $H_2O-NaCl-CaCl_2$ , com salinidades moderadas a baixas e homogeneização entre 200 e 250 °C, são provavelmente tardios, sem influência na mineralização.

Os dados de inclusões fluidas, juntamente com os dados geológicos e petrológicos da mineralização, são coerentes com fluidos mineralizadores semelhantes aos de depósitos hospedados em veios geneticamente relacionados a magmatismo granítico.

### 5.2.5. Garimpo Tapajós

Este garimpo localiza-se cerca de 20 km a sudeste da Cidade de Nova Canaã e 17 km a leste da cidade de Colíder, porção sudeste da Folha Ilha 24 de maio (SC-21-Z-A). A atividade garimpeira está inativa e a trincheira abandonada, com aproximadamente 200 m de comprimento, 4 m de largura e aproximadamente 10 m de profundidade.

Do ponto de vista da geologia regional, as encaixantes do garimpo são rochas da fácies quatro, da Suíte Nova Canaã (Fig. 5.90), conforme designação proposta pelo Projeto PROMIN-Alta Floresta. De acordo com Souza *et al.* (2005), a fácies quatro da Suíte Nova Canaã consiste em rochas de natureza subvulcânica, que formam *sills* e diques, de composição micromonzogranítica e granofírica, comumente magnéticos, com óxidos e sulfetos disseminados. Segundo os autores supracitados, os micromonzogranitos são cinza, subfoliados e constituídos por K-feldspato, plagioclásio, quartzo, biotita e cristais submilimétricos de granada idiomórfica a xenomórfica, isolada ou em cordões orientados. Os granófiros são rosa a cinza-claros, textura inequigranular fina a grossa, porfiriticos, constituídos de quartzo em intercrescimento gráafico com K-feldspato pertítico. Nos granófiros foram observados enclaves de composição diorítica, que ocorrem como faixas métricas a centimétricas, de espessura variável, e com estruturas e feições internas de deformação dúctil (Souza *et al.*, 2005.).

No contexto da Suíte Nova Canaã, as mineralizações auríferas do garimpo Tapajós estão alojadas em veios de quartzo tectono-controlados, encaixados em zona de cisalhamento de direção geral E-W (Fig. 5.91). A rocha hospedeira foi in-

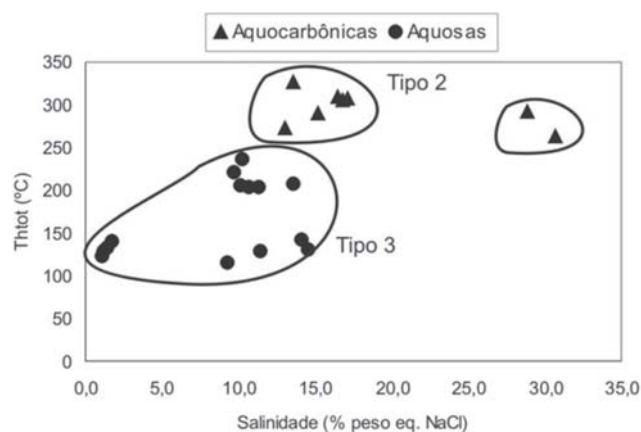


Figura 5.89 – Diagrama de salinidade versus temperatura de homogeneização total dos diferentes tipos de inclusões fluidas do garimpo do Edu.

tensamente afetada pelos fluidos hidrotermais, com o desenvolvimento de uma alteração hidrotermal predominantemente potássica, que resultou na K-feldspatização dos cristais de plagioclásio e imprimiu à rocha uma coloração vermelho tijolo. A essa potassificação associa-se uma hematitização discreta, revelada pela disseminação de finos grãos de hematita. Em decorrência desse processo, a rocha adquire uma composição sienogranítica, com uma textura isotrópica, de granulação média a grossa (Fig. 5.92), com o K-feldspato perfazendo cerca de 60% do volume da rocha, quartzo de coloração predominantemente azul, perfazendo cerca de 30%, plagioclásio (cerca de 5%) e biotita (cerca de 2%). Observa-se, comumente, a cloritização da biotita.

Santos *et al.* (2000), descrevem três sistemas de veios (Fig. 5.91):

(i) veios centimétricos a decimétricos que, em conjunto, constituem um filão de aproximadamente 4 m de largura máxima. Este filão tem aproximadamente 100 m de extensão e está associado à zona de cisalhamento principal, de direção E-W, geometria sigmoidal e movimentação transcorrente;

(ii) veios de quartzo associados a uma zona de cisalhamento de direção N80°W/subvertical, com movimento sinistral, a qual é truncada pela zona de cisalhamento E-W;

(iii) veios de quartzo extensionais, em *échelon*, tipo *tension gashes*, de direção N50°E/50° SE, espacialmente confinados à zona de cisalhamento N80W/subvertical.

A principal feição estrutural da área é uma zona de deformação dúctil-rúptil de direção E-W com dobras assimétricas apertadas nos domínios mais dúcteis (Cruz, 2002).

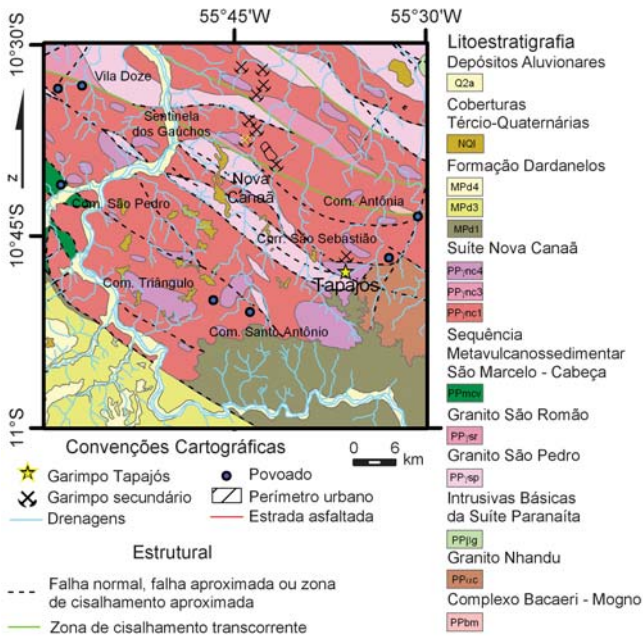


Figura 5.90 – Localização do garimpo Tapajós, no mapa geológico compilado e modificado de Souza et al. (2005).

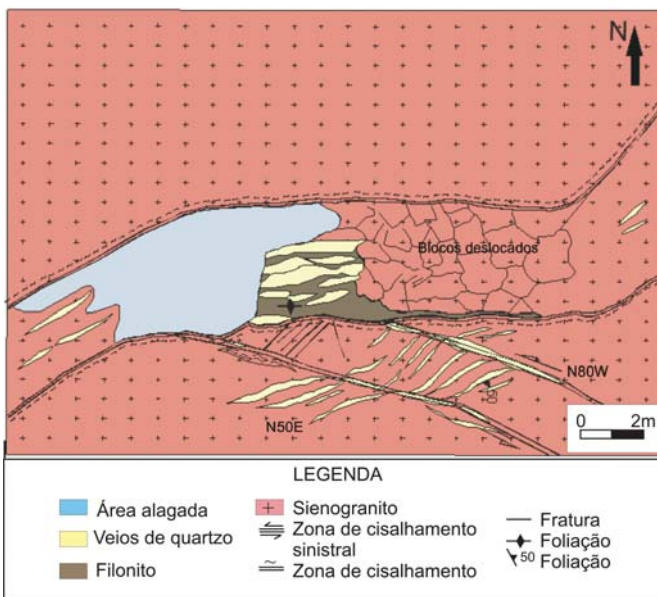


Figura 5.91 - Esboço geológico esquemático, do garimpo Tapajós, mostrando o controle estrutural dos veios de quartzo mineralizados. Fonte: Santos (1999a).

Ao longo da zona de cisalhamento a rocha granítica encontra-se milonitizada e fortemente hidrotermalizada (Fig. 5.93a), com grumos oclares de quartzo de 2 a 4 mm de comprimento, em meio a uma matriz microgranulada de quartzo poligonal muito fino com (cerca de 40%) e abundante muscovita (cerca de 60%). A deformação, associada à alteração hidrotermal, transforma a rocha em



Figura 5.92 – Sienogranito isotrópico, grosso, cuja coloração vermelho tijolo deve-se ao processo de K-feldspatização, associado à hematitização.

um filonito, o qual é invadido por veios boudinados de quartzo. Os veios contêm de 3 a 5% de sulfetos, com predomínio de pirita, seguida de calcopirita, esfalerita e covelita, subordinada, formando manchas irregulares e filetes intersticiais. Ao microscópio, diagnosticou-se ainda a presença de biotita, clorita e disseminações de óxido de ferro (hematita).

Os veios de quartzo da zona de cisalhamento E-W são leitosos, com largura da ordem de 20 cm na zona central da faixa cisalhada e mais finos (da ordem de 10 cm) nas zonas laterais (Fig. 5.93b). Trata-se de veios de formato tabular, com intercalações de faixas centimétricas de rocha milonitizada e hidrotermalmente alterada, com predomínio de sericita (Fig. 5.94a) e, secundariamente, com a associação clorita + epidoto. Nos planos da foliação milonítica observa-se a presença de malaquita (Fig. 5.94b).

Níveis milimétricos a centimétricos ricos em biotita, orientados E-W, ocorrem na transição entre a zona mineralizada e a rocha encaixante. Vênulas de sulfeto e de quartzo + biotita, sem orientação preferencial, cortam o granito feldspatizado. Localmente ocorrem bolsões ricos em sulfeto, em zonas onde o granito está esverdeado por sericitização. Também ocorrem brechas com veios de quartzo (Fig. 95a).

A lavra garimpeira foi desenvolvida no trecho E-W da zona de cisalhamento, num trecho de maior facilidade de extração dos veios, uma vez que a encaixante encontra-se intensamente foliada e hidrotermalmente alterada (Fig. 5.95b).

Embora na zona do garimpo Tapajós a deformação dúctil-rúptil tenha uma direção E-W, regionalmente esta estrutura tem um *trend* geral NW, conforme pode ser observado no mapa geológico (Fig. 5.90). Esta estruturação NW foi detectada

por Parro (1998), em seu trabalho de interpretação das estruturas magnéticas da área. No presente trabalho, o processamento dos dados aeromagnetométricos conduziu também ao reconhecimento da estruturação NW regional. O processamento dos dados aerogamaespectométricos, por sua vez, revelam que o garimpo Tapajós está in-

serido em uma zona na qual os valores de  $F$ ,  $K_d$  e do Ternário  $FK_dU_d$  são anômalos e a razão  $Th/K$  é baixa, conforme ilustrado nas figura 5.96 a 5.99, respectivamente.

A observação macroscópica e microscópica das rochas hidrotermalizadas do garimpo Tapajós permitiram a identificação de diferentes paragê-

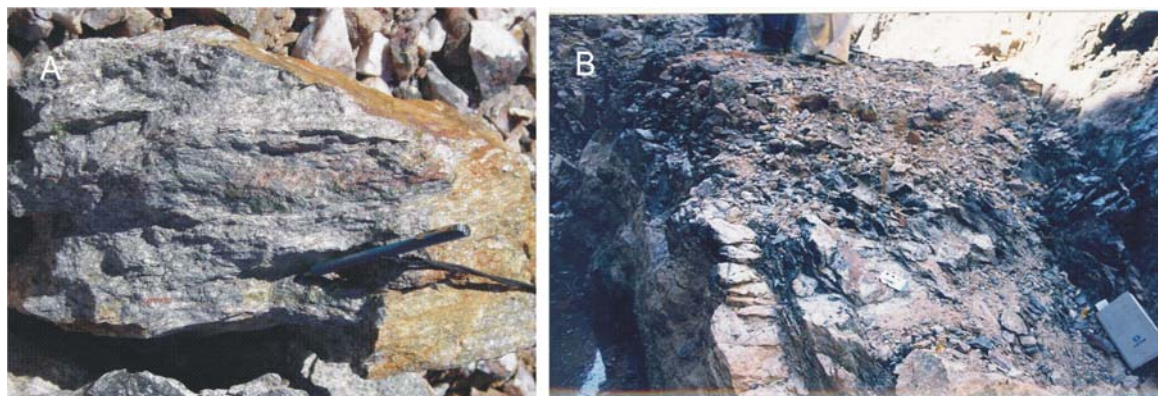


Figura 5.93 - (a) Rocha granítica milonitizada e sericitizada (alteração filica); (b) Veios de quartzo em filonito rico com sericita/muscovita e pouca clorita.



Figura 5.94 - (a) Filonito rico em sericita; (b) Rocha granítica milonitizada, sericitizada e com malaquita (verde) na foliação.

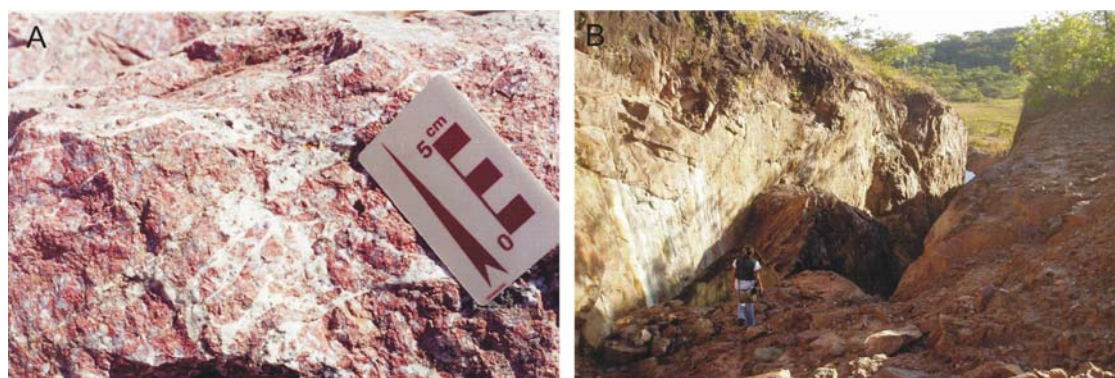


Figura 5.95 - (a) Veios de quartzo sem controle estrutural que imprime aspecto brechóide à rocha granítica; (b) Vista da cava onde se desenvolveu a lavra garimpeira ao longo da zona de cisalhamento E-W.

neses de alteração hidrotermal, a saber: (a) K-feldspatização + hematitização ( $\pm$  sericitização); (b) sericitização + silicificação + sulfetação ( $\pm$  propilitização); (c) silicificação + sulfetação ( $\pm$  hematitização  $\pm$  K-feldspatização); (d) propilitização. Exceto a K-feldspatização, todos os demais

tipos de alteração foram também reconhecidos e descritos por Cruz (2002). Para o autor, o K-feldspato hidrotermal estaria restrito aos veios de quartzo. No presente trabalho, no entanto, as observações de campo e texturais apontaram a K-feldspatização como a alteração hidrotermal mais pervasiva e precoce, seguida da hematitização.

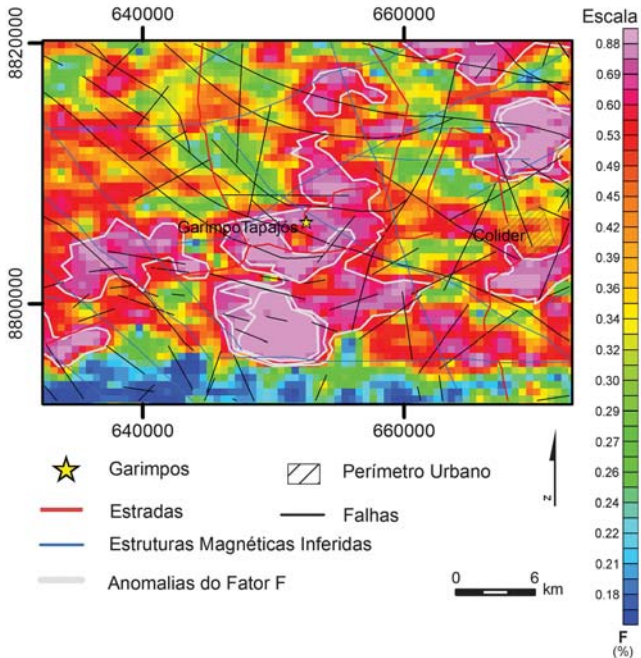


Figura 5.96 - Fator F obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores anômalos de F na área do garimpo Tapajós (cor rosa).

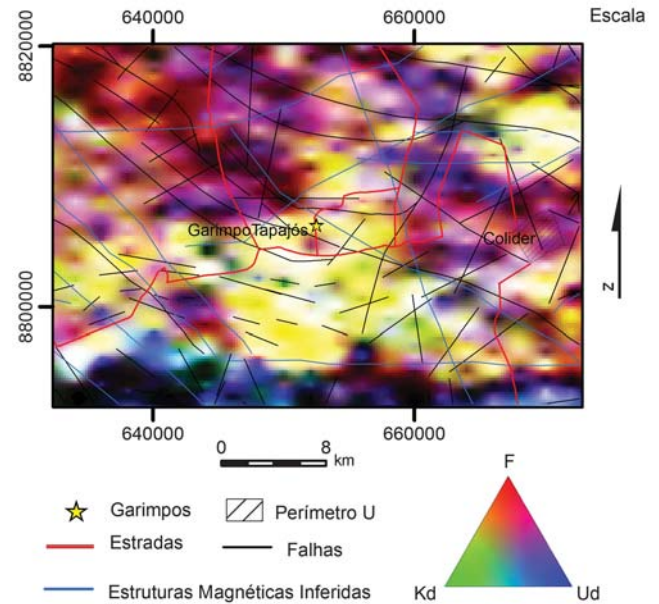


Figura 5.98 – Ternário  $FK_dU_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de  $FK_dU_d$  (em cores branca e amarela) na área do garimpo Tapajós.

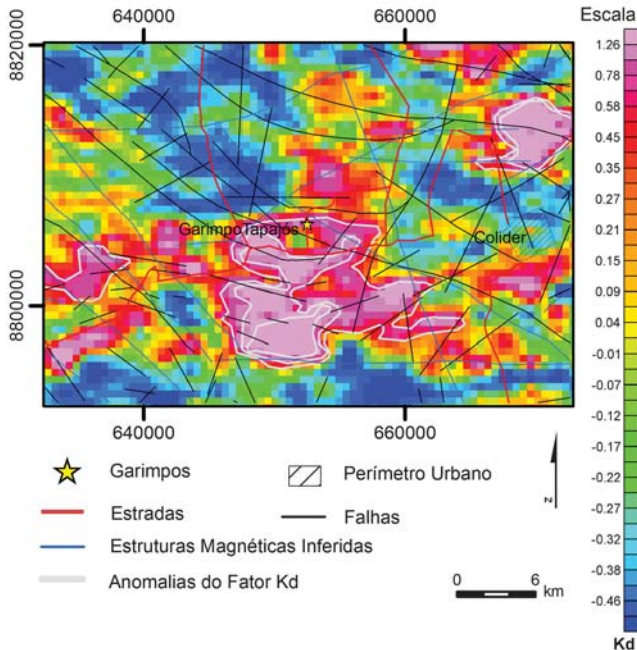


Figura 5.97 – Parâmetro  $K_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Valores anômalos na área do garimpo Tapajós em rosa.

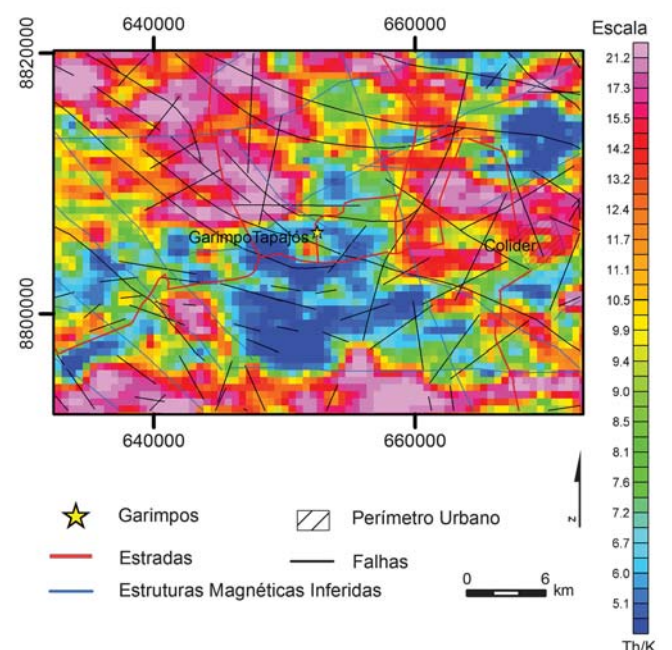


Figura 5.99 – Razão Th/K obtida por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Baixa razão Th/K na área do garimpo Tapajós em azul.

(a) *K-feldspatização + hematitização* ( $\pm$  *sericitização*): a K-feldspatização é pervasiva e imprime à rocha uma coloração avermelhada. Trata-se, sem dúvida, da alteração hidrotermal mais precoce sofrida pela rocha, sendo caracterizada pela substituição do plagioclásio pelo K-feldspato (Fig. 5.100). Em geral, o K-feldspato gerado apresenta um aspecto turvo (Fig. 5.101a), decorrente da presença de hematita muito fina. Esta alteração não modifica a textura original da rocha, sendo ainda possível observar palhetas esverdeadas de biotita, levemente cloritizadas, associadas a manchas de epidoto, titanita e óxidos de Fe e Ti. A hematitização está preferencialmente associada a uma rede de microfissuras que corta a rocha em várias direções. A sericitização ocorre superimposta à paragênese K-feldspato + hematita, desenvolvendo-se nas bordas e nas fraturas dos cristais de K-feldspato e de plagioclásio (Fig. 5.101b), sendo mais intensa quanto mais afetada pela deformação milonítica for a rocha.

(b) *Sericitização + silicificação + sulfetação* ( $\pm$  *propilitização*): essa paragênese de alteração predomina nas zonas mineralizadas. A sericita decorre da transformação dos feldspatos e também da transformação da biotita, nas rochas mais intensamente milonitizadas e hidrotermalizadas. A silicificação se manifesta na forma de quartzo em veios e intersticial (Fig. 5.102a). Alguns veios de quartzo possuem características extensionais, com os cristais paralelos à parede dos veios (Fig. 5.102b). As relações texturais apontam que a silicificação e sulfetação são posteriores à sericitização (Fig. 5.103a e b). Nas zonas ricas em sericita ocorrem filonetes de epidoto e clorita, revelando alteração propilitica sin- a tardi- deformação milonítica. Cruz (2002) descreveu a presença de raro cristal de fluorita associado aos sulfetos. Pirita, calcopirita e esfalerita são também tardios em relação à sericitização e à silicificação, pois preenchem microfraturas. A presença de sulfetos nas amostras mineralizadas varia de 3 a 5%. As observações microscópicas dos sulfetos revelam que a pirita é a fase mais precoce, seguida pela calcopirita que preenche microfraturas e envolve a pirita (Fig. 5.103b e 5.104a). A esfalerita ocorre por vezes intercrescida com a calcopirita e comumente apresenta textura *disease*, com *blebs* de calcopirita inclusos (Fig. 5.104b). Cruz (2002) observou ainda a presença de covelita na associação sulfetada, em microfraturas na calcopirita.

(c) *Silicificação + sulfetação* ( $\pm$  *hematitização*;  $\pm$  *K-feldspatização*): paragêneses relacionadas aos processos de silicificação e sulfetação foram localmente observadas, superimpostas às rochas K-feldspatizadas e hematitizadas. Chama-

se a atenção para a presença de bolsões ricos em sulfeto na rocha granítica. Petrograficamente, estas zonas são caracterizadas por rochas com textura cataclástica, filonítica, invadida por veios e bolsões de quartzo, estirados, boudinados, internamente constituídos de cristais bem desenvolvidos, com formas cristalinas prismáticas, cortando finíssimo mosaico esmigalhado de quartzo e poucos feldspatos sericitizados, com muscovita orientada em permeio. Nestas rochas os sulfetos, de aporte, invadem os interstícios dos veios de quartzo.

(d) *Propilitização*: uma paragênese propilitica ocorre muito localmente, caracterizada pela presença de níveis milimétricos a centimétricos de biotita, epidoto e carbonato, alinhados segundo a foliação E-W, presentes na transição entre a zona mineralizada e a rocha encaixante estéril. A biotita é castanho esverdeada (com provável razão  $Fe_2O_3/FeO$  elevada), o epidoto ocorre como aglomerados e o carbonato (calcita) é intersticial.

Visando obter a assinatura espectral da paragênese de alteração, diretamente relacionada à zona do minério no garimpo Tapajós, e também obter uma idéia geral da distribuição das paragêneses de alteração hidrotermal na área de influência do garimpo, foram realizadas medidas espectrorradiométricas. O resultado obtido revelou que tanto a K-feldspatização quanto a hematitização não são muito visíveis. Entretanto, o método mostrou-se muito eficiente em reconhecer as zonas onde a sericitização foi a alteração predominante. As amostras analisadas (16G, 16F, 16C e 16A) foram coletadas diretamente na zona do minério e resultaram no espectro ilustrado na Figura 5.105a. Uma amostra com a paragênese epidoto + clorita resultou no espectro da Figura 5.105b.

O estudo litogeoquímico comparativo entre amostras fortemente afetadas pela alteração hidrotermal e amostras pouco (ou não) hidrotermalizadas, revelou um comportamento muito similar ao observado em outros garimpos da região. Mais uma vez, as amostras hidrotermalizadas apresentam uma forte depleção em ETR em relação à amostra sem alteração hidrotermal, mantendo, no entanto, o padrão de distribuição no diagrama rocha/condrito (Fig. 5.106). Tal comportamento sinaliza com um fluido hidrotermal de composição similar à da rocha granítica. Quando as amostras hidrotermalizadas são normalizadas por uma amostra sem alteração, observa-se aumento em  $K_2O$  no biotita xisto e diminuição relativa em  $K_2O$  para as amostras com maiores valores de ouro. Exceto Ba e Sr, a maioria das amostras hidrotermalizadas mostraram perda de elementos LILE e de alto campo de força, no processo hidrotermal.

De acordo com Santos (2000), já foram pro-

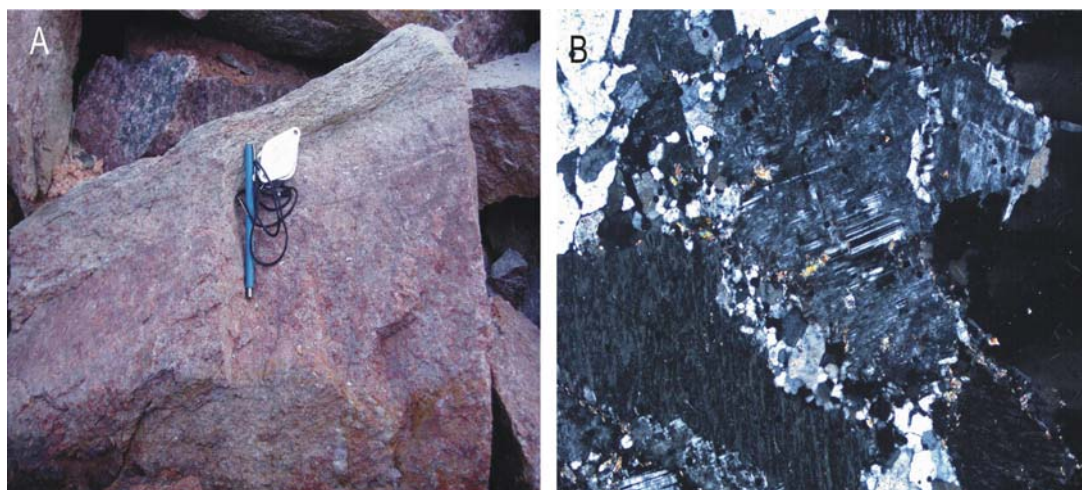


Figura 5.100 – (a) Sienogranito milonitizado e modificado por feldspatização e hematitização Na zona deformada observa-se foliação com intensa sericitização; (b) Fotomicrografia de feldspatização do plagioclásio (NX, 5x).

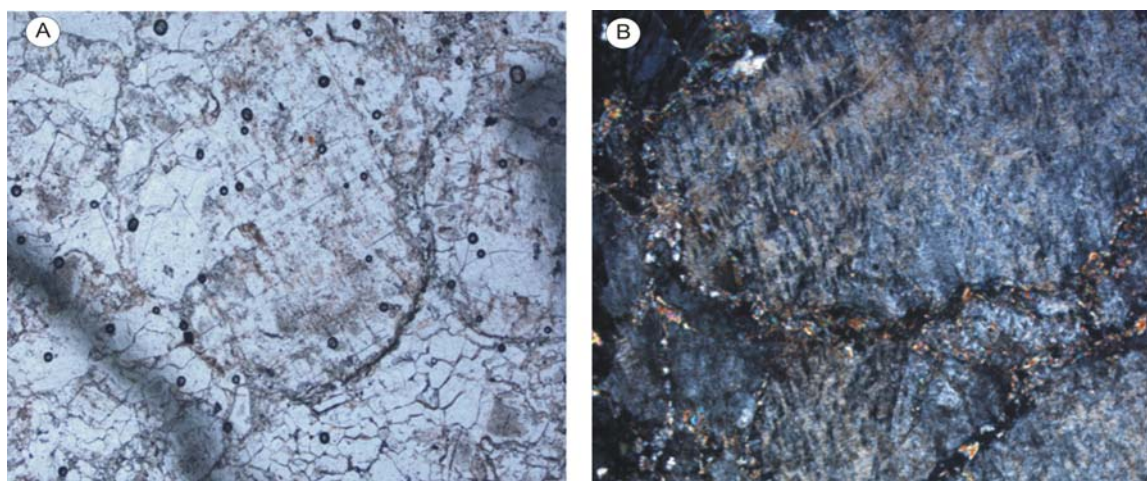


Figura 5.101 – (a) Fotomicrografia do aspecto turvo do K-feldspato por impregnação de hematita pulverulenta (LP, 4x); (b) Fotomicrografia da sericitização parcial de K-feldspato (NX, 4x).

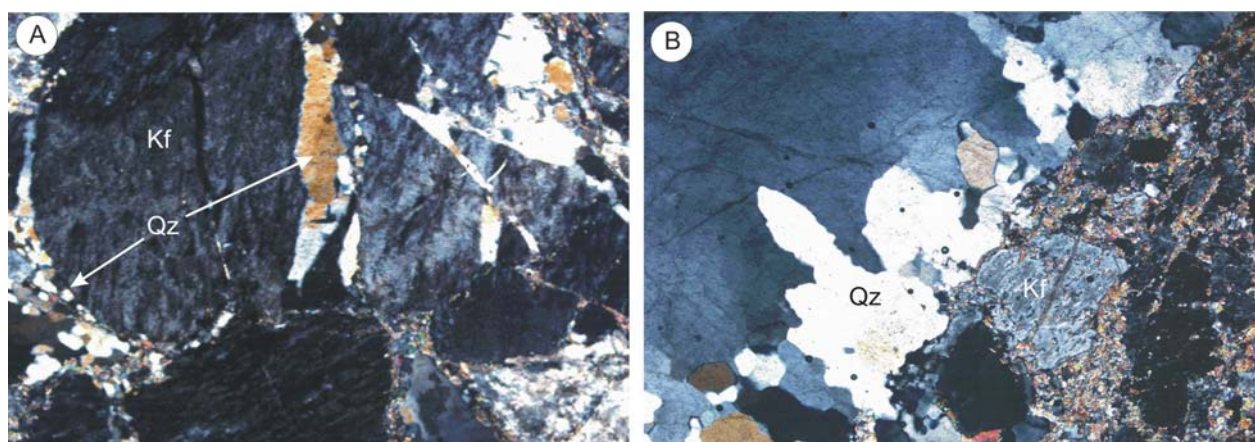


Figura 5.102 - (a) Fotomicrografia de vênulas milimétricas de quartzo (Qz) em fraturas no K-feldspato (Kf) e quartzo intersticial (NX, 4x); (b) Fotomicrografia de quartzo perpendicularmente à parede do veio. Observar a sericitização dos feldspatos (NX, 4x).

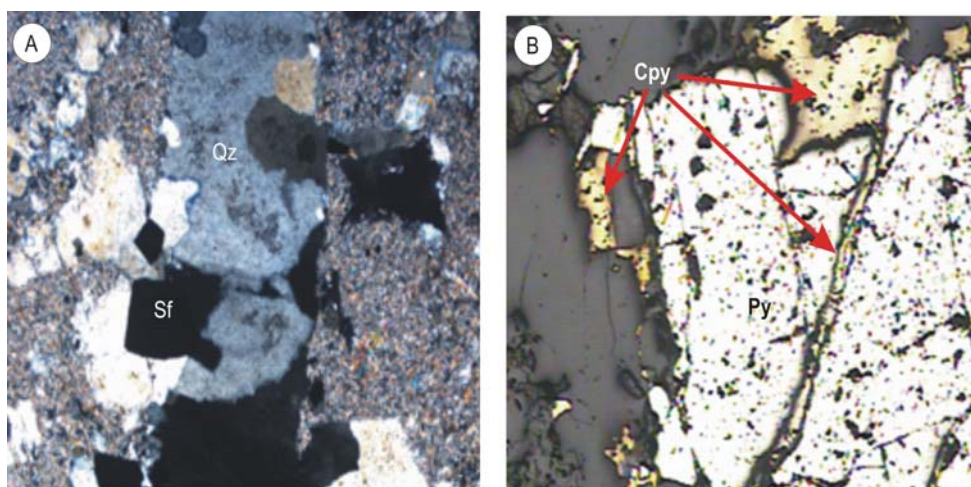


Figura 5.103 - (a) Fotomicrografia de rocha sericitizada e cortada por veio de quartzo (Qz) + sulfetos (Sf) tardios (NX, 4x); (b) Fotomicrografia de cristal subhedral de pirita (Py) com calcopirita (Cpy) nas bordas e em em fraturas (LR, 10x).

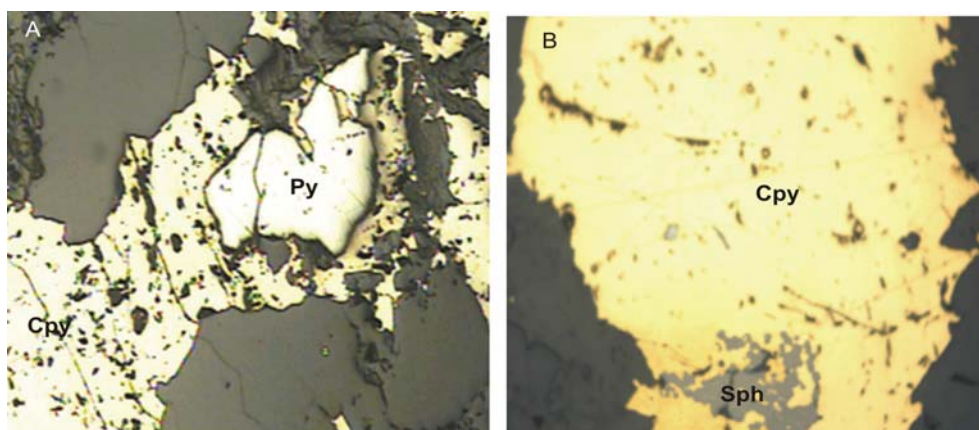


Figura 5.104 - (a) Fotomicrografia de calcopirita (Cpy) anédrica envolvendo pirita(Py) subédrica (LR, 10x); (b) Fotomicrografia de calcopirita intercrescida com esfalerita (Sph). Observar a textura doença da esfalerita (LR, 20x).

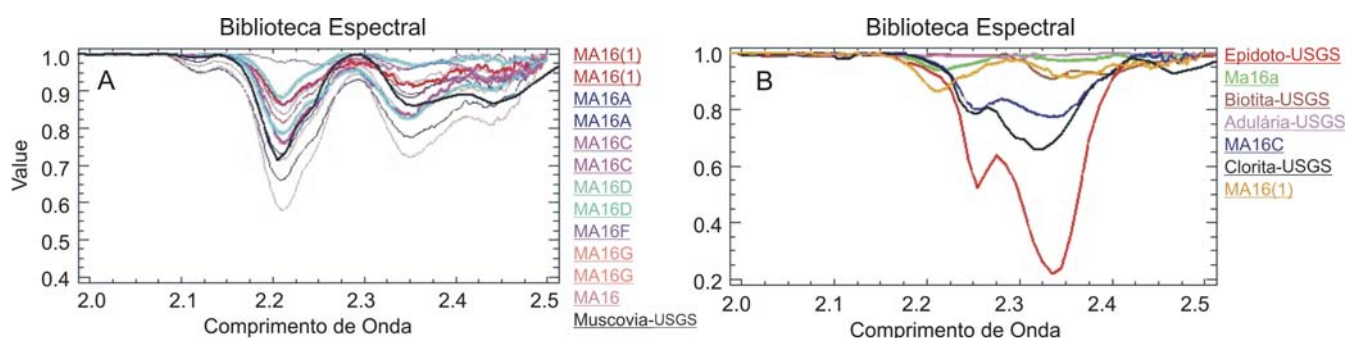


Figura 5.105 (A) - Espectro de amostras sericitizadas e mineralizadas do garimpo Tapajós. Espectro da muscovita do USGS foi colocado para comparação. (B) Espectro obtido em amostras com alteração epidoto + clorita de garimpo Tapajós. Espectros do epidoto, clorita, biotita e adularia do USGS foram colocados para comparação. Em ambos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.



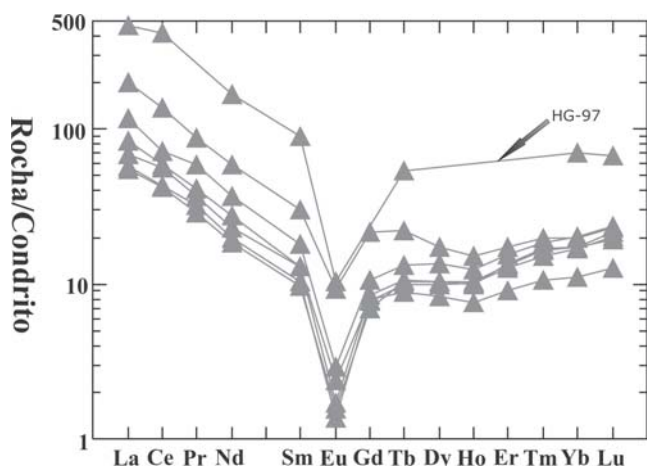


Figura 5.106 - Diagrama rocha/condrito das amostras hidrotermalizadas do garimpo Tapajós em comparação com a amostra HG-97, única amostra fresca obtida das fácies 4 da Suíte Nova Canaã.

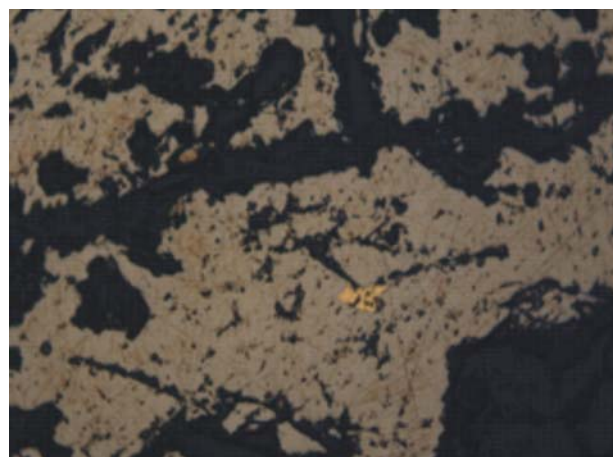


Figura 5.107 - Fotomicrografia de ouro incluído em pirita. LR, 20 x e 10x.

duzidas, no garimpo Tapajós, mais de 500 kg de ouro, dos quais cerca de 70 kg foram obtidos em filão.

O ouro ocorre incluído na pirita (Fig. 5.107) e só foi observado em uma amostra da zona de sericitização + silicificação + sulfetação ( $\pm$  propilitização).

Para determinar a natureza do fluido que deu origem aos veios auríferos do garimpo Tapajós, foram realizados estudos de inclusões fluidas. Para tanto foram coletadas algumas amostras na cava principal do garimpo e, dentre estas, foram selecionadas as amostras 16F e 16G para os referidos estudos. A amostra 16F é de veio de quartzo que invade a rocha hospedeira milonitizada e fortemente hidrotermalizada. A rocha hospedeira do veio tem estrutura bandada e possui vênulas e bolsões boudinados, estirados, orientados, de quartzo. O quartzo é poligonal, fino, associado à sericita, com abundante muscovita orientada em permeio. Associadas a algumas venulações de quartzo, foram verificadas impregnações tardias de opacos (sulfetos dourados), como sub-vênulas bordejadas por clorita. Sulfetos finos, em cristais cúbicos (pirita) ocorrem também disseminados nesta amostra. A amostra 16G, também utilizada no estudo de inclusões fluidas, constitui também rocha quartzo-feldspática muito afetada pela deformação milonítica, invadida por vênulas de quartzo sulfetado, ao longo da foliação. Encontra-se também invadida por veios e bolsões estirados, boudinados, de quartzo, internamente constituídos de cristais bem desenvolvidos, com formas cristalinas prismáticas, cortando finíssimo mosaico esmigalhado de quartzo e feldspatos sericitizados, com muscovita orientada em permeio. Opacos (sulfetos dourados),

de aporte, invadem os interstícios dos veios de quartzo. Ocorrem ainda outros opacos, na forma de poeira de óxidos de Fe e Ti, associados às micas da rocha encaixante das venulações de quartzo. Fissuras irregulares cortam a rocha e estão impregnadas de óxidos de limonita.

A petrografia de inclusões fluidas revelou que estas ocorrem predominantemente no interior de grãos de quartzo euhédricos, tendo sido interpretadas como primárias. Raras inclusões fluidas apresentaram feições petrográficas indicativas de serem inclusões secundárias.

As seguintes populações de inclusões fluidas foram definidas com base nos dados petrográficos e microtermométricos:

**Tipo 1** – Inclusões fluidas aquocarbônicas bifásicas ( $L_{H_2O} + L_{CO_2}$ ), arredondadas, com dimensões de 7 a 12  $\mu\text{m}$ , Vg alto (30 a 80%), raras, interpretadas como primárias (Fig. 5.108a). A temperatura de fusão do  $CO_2$  varia de  $-61,1$  a  $-57,7^\circ\text{C}$ , o que sugere a presença de gases além de  $CO_2$  no sistema não aquoso (Tabela 5.15; Fig. 5.109a). A única medida de temperatura de primeira fusão do sistema aquoso obtida foi de  $-48,6^\circ\text{C}$ . A fusão da hidrohalita ocorre entre  $-35,5^\circ$  e  $-30,3^\circ\text{C}$ . A temperatura de fusão de clatrato situa-se entre  $-11,6$  e  $5,1^\circ\text{C}$  (Fig. 5.109a), resultando em salinidade estimada de 8,8 a 22,6% em peso de NaCl equiv. A homogeneização do  $CO_2$  ocorre para o líquido e para a fase vapor, entre  $-3,7$  e  $17,7^\circ\text{C}$  (Fig. 5.109c). A temperatura de homogeneização total varia de 299 a  $314^\circ\text{C}$  (Tabela 5.15; Figura 5.109d). A densidade calculada varia de 0,90 a 0,99  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Os dados obtidos permitiram estimar o sistema como sendo  $H_2O - CO_2 - NaCl - CaCl_2 (\pm N_2 \pm CH_4)$ .

Tabela 5.15 – Dados petrográficos e microtermométricos das inclusões fluidas do garimpo Tapajós.

Tipo	Características petrográficas	Principais dados microtermométricos	Sistema
Tipo 1	Arredondadas, primárias. 7 – 12 $\mu\text{m}$ .	TfCO <sub>2</sub> = -61,1 a -57,7°C; Tfclat = -11,6 a 5,1°C; Th (L) = -3,7 a 17,7°C; TH (L) = 299 a 314°C	H <sub>2</sub> O - CO <sub>2</sub> - NaCl - CaCl <sub>2</sub> ( $\pm\text{N}_2 \pm\text{CH}_4$ )
Tipo 2	Irregulares, primárias. 5 – 15 $\mu\text{m}$ .	Te = -52,0 a -50,1°C; Tfg = -2,5 a -0,1°C; TH (L) = 325 a 368°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>
Tipo 3	Arredondadas e irregulares, secundárias. 3 – 10 $\mu\text{m}$ .	Te = -52,8 a -48,1°C; Tfg = -18,1 a -0,4°C (moda = -2,5°C); TH (L) = 95 a 231°C	H <sub>2</sub> O - NaCl - CaCl <sub>2</sub>

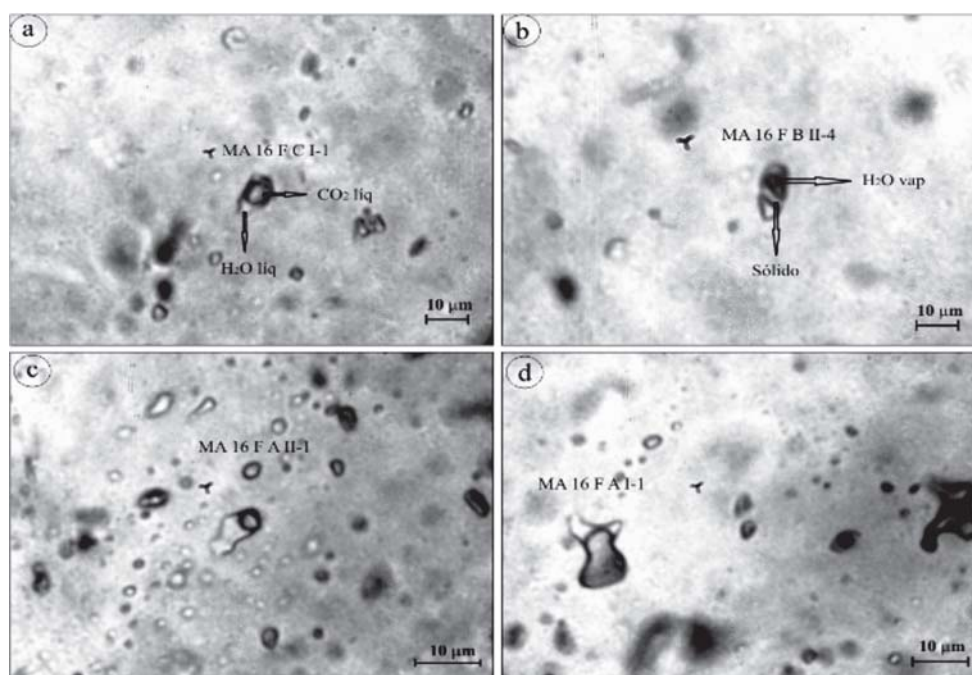


Figura 5.108 – Inclusões fluidas do garimpo Tapajós: (a) Inclusão do tipo 1 (MA16FCI-1); (b) inclusão do tipo 2 (MA16FBII-4); (c) inclusões fluidas do tipo 3 (MA16FAII-1); (d) inclusão do tipo 3 (MA16FAI-1), com feições de estrangulamento.

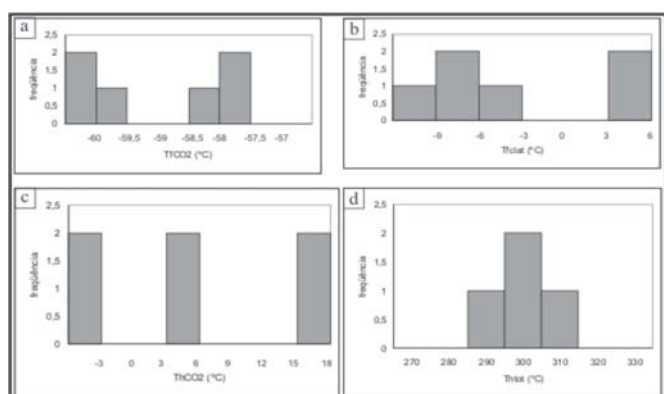


Figura 5.109 – Distribuição das temperaturas: (a) de fusão de CO<sub>2</sub>; (b) de fusão do clatrato; (c) de homogeneização de CO<sub>2</sub> e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas aquocarbônicas do garimpo Tapajós.

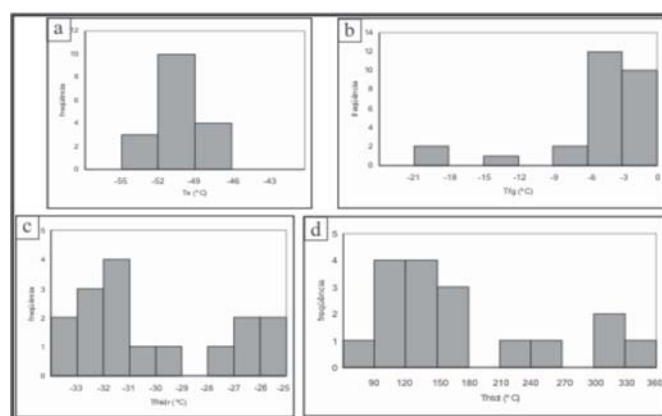


Figura 5.110 – Distribuição das temperaturas: (a) de eutético; (b) de fusão do gelo; (c) de fusão da hidrohalita e (d) de homogeneização total das inclusões fluidas dos tipos 2 e 3 do garimpo Tapajós.

**Tipo 2** – Inclusões fluidas aquosas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), arredondadas e irregulares, com tamanho variando de 3 a 10  $\mu\text{m}$ , Vg baixo (5 a 10 %), claras e raras. As temperaturas do ponto eutético situam-se entre  $-52$  e  $-50,1^\circ\text{C}$ , o que indica a presença de  $\text{CaCl}_2$  no sistema. A fusão do gelo ocorre entre  $-2,5$  e  $-0,1^\circ\text{C}$  (Tabela 5.15; Fig. 5.110), resultando em salinidades entre 0,2 e 4,2% em peso de NaCl equiv. A homogeneização total situa-se entre  $325$  e  $368^\circ\text{C}$ . A densidade calculada varia de 0,5 a 0,7  $\text{g/cm}^3$ . O fluido foi modelado pelo sistema  $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} - \text{CaCl}_2$ .

**Tipo 3** – Inclusões fluidas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ) aquosas, com Vg geralmente de 5 a 20%, escuras ( $V_{H_2O}$ ), de formas diversas e evidências de estrangulamento (Fig. 5.108). Estas inclusões ocorrem em trilhas que cortam os grãos de quartzo e em planos, o que permitiu interpretá-las como inclusões secundárias. Comumente contêm sólido birrefringente, interpretado como calcita aprisionada. As temperaturas do ponto eutético situam-se entre  $-52,8$  e  $-48,1^\circ\text{C}$ . A fusão da hidrohalita ocorre entre  $-32,7$  e  $26,1^\circ\text{C}$  e a fusão do gelo dá-se entre  $-18,1$  e  $-0,4^\circ\text{C}$  (Tabela 5.15; Fig. 5.110), resultando em salinidades entre 0,6 e 21% em peso de NaCl equiv.. As temperaturas de homogeneização total variam de 95 a  $231^\circ\text{C}$ , com moda entre 95 e  $180^\circ\text{C}$  (Fig. 5.110d). As densidades se concentram em  $0,97 \text{ g/cm}^3$ . O fluido foi modelado pelo sistema  $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} - \text{CaCl}_2$ .

Os fluidos aquocarbônicos, com salinidade entre 8,8 a 22,6% em peso de NaCl equiv., com temperatura mínima de aprisionamento de  $300^\circ\text{C}$  (Fig. 5.111), e os fluidos pertencentes ao sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ , foram provavelmente os fluidos mineralizadores. Fluidos aquosos, com salinidade variada e temperaturas de homogeneização abaixo de  $200^\circ\text{C}$  são tardios. Os dados sobre as inclusões primárias são coerentes com um fluido mineralizante de alta temperatura, de provável origem magmática, que se misturou com fluido meteórico.

As características extraídas dos dados de inclusões fluidas, principalmente as elevadas salinidades e as temperaturas de homogeneização dos fluidos primários, juntamente com os dados geológicos e petrológicos da mineralização, permitem sugerir que os fluidos que deram origem às mineralizações auríferas do garimpo Tapajós sejam geneticamente relacionados ao magmatismo granítico.

### 5.2.6 - Garimpos do Gil e do Fabinho

Os Garimpos do Gil e do Fabinho estão localizados na porção central da Folha Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A), próximos aos povoados de Ou-

rolândia e do Cabeça (Distrito Pista do Cabeça), distando cerca de 97 km, na direção sudoeste, da cidade de Alta Floresta (Fig. 5.112). Em ambos os garimpos, a lavra teve início em 1990, estando no momento desativada em decorrência de disputa de posse por parte dos proprietários. Antes da paralisação, a lavra era subterrânea, em galerias de acesso por *shafts*.

De acordo com os estudos anteriores nos garimpos de Gil/Fabinho (Souza *et al.*, 2005), a mineralização de ouro está hospedada em veios de quartzo dobrados e boudinados, encaixados em xistos miloníticos hidrotermalizados. Os protólitos

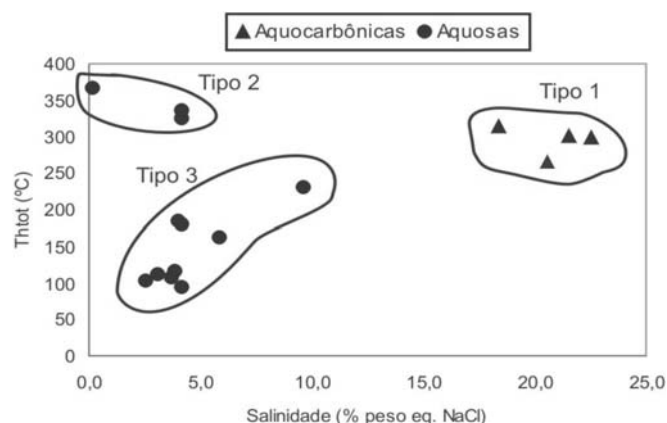


Figura 5.111 – Diagrama de salinidade versus temperatura de homogeneização total dos diferentes tipos de inclusões fluidas do garimpo Tapajós.

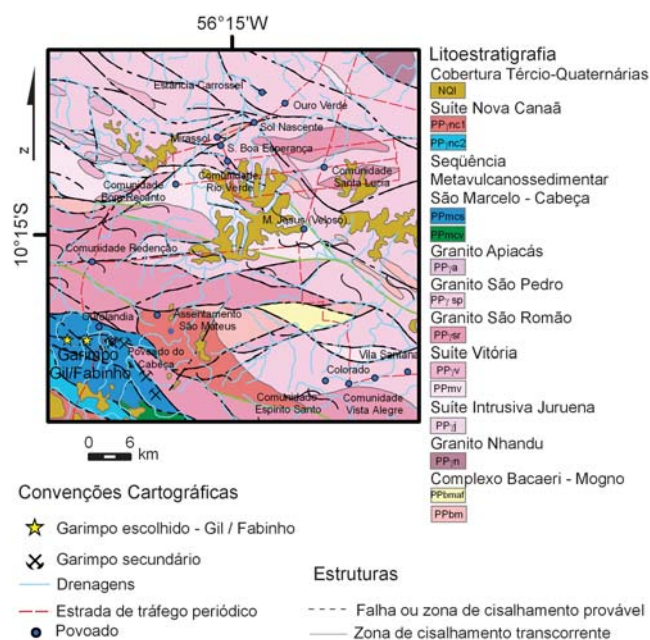


Figura 5.112 - Localização dos garimpos de Gil e do Fabinho, no mapa geológico compilado e modificado de Souza *et al.* (2005).

dos xistos miloníticos são rochas metavulcânicas e subvulcânicas ácidas e rochas metassedimentares (grauvacas e pelitos grafitosos), pertencentes ao Grupo São Marcelo-Cabeça, definido, pelos autores supracitados, como uma sequência metavulcanossedimentar, gerada em ambiente de *back-arc*. No presente trabalho, essa ambiência geotectônica atribuída ao Grupo São Marcelo é questionada (vide Capítulo 3), considerando a ausência de litotipos característicos de um ambiente dessa natureza. De acordo com Souza *et al.* (2005), estão presentes nessa unidade, metapelitos finos, metarenitos, metassiltitos e níveis de grafita xistos, interdigitados com metavulcânicas ácidas a intermediárias. O conjunto, ainda segundo os autores citados, encontra-se intrudido por granitos epizonais e eventuais corpos quartzo dioríticos, está metamorfisado na fácies xisto verde e foi afetado por uma deformação dúctil, de cinemática sinistral.

As observações de campo realizadas no presente trabalho apontam para o predomínio de rochas encaixantes de cor cinza, lustrosas, friáveis, de granulometria fina a muito fina, intensamente foliadas (foliação subvertical), com bandamento milonítico e presença de material carbonoso (grafita?). Estas rochas foram genericamente caracterizadas como filonitos. Para Delgado *et al.* (2001) os protólitos das rochas miloníticas dos garimpos

de Gil e Fabinho seriam riolitos pórfiros, grauvacas e pelitos grafitosos. Santos *et al.* (2001) relatam a existência de dioritos a quartzo dioritos nas proximidades dos garimpos em questão, as quais poderiam ser os possíveis protólitos dos milonitos.

Os estudos petrográficos realizados em alguns milonitos das encaixantes de ambos os garimpos permitiram reconhecer texturas vulcânicas preservadas. Estas amostras foram submetidas a análises litogeoquímicas e os resultados apontaram assinatura cálcio-alcalina (Figs. 5.113a a d). Assim, as informações de campo, petrográficas e litogeoquímicas permitem supor que as encaixantes dos garimpos de Gil e Fabinho sejam rochas vulcânicas e/ou subvulcânicas ácidas e intermediárias, de ambiente de arco vulcânico, as quais foram tectonicamente intercaladas com rochas sedimentares (pelito-carbonosas?).

Os filonitos estão estruturados em dobras isoclinais assimétricas, reclinadas, com eixos mostrando caimento variando entre 45-75°/N70-90°. Segundo Santos (2001), ocorrem zonas com maior taxa de deformação nas quais estão presentes minidobras subsidiárias, transpostas por foliação anastomosada de atitude N60°W/75°NE.

Injetados paralelamente aos planos de foliação ao longo de charneira de dobras, são observados inúmeros veios de quartzo, com espessura variável desde milimétrica a métrica, em geral des-

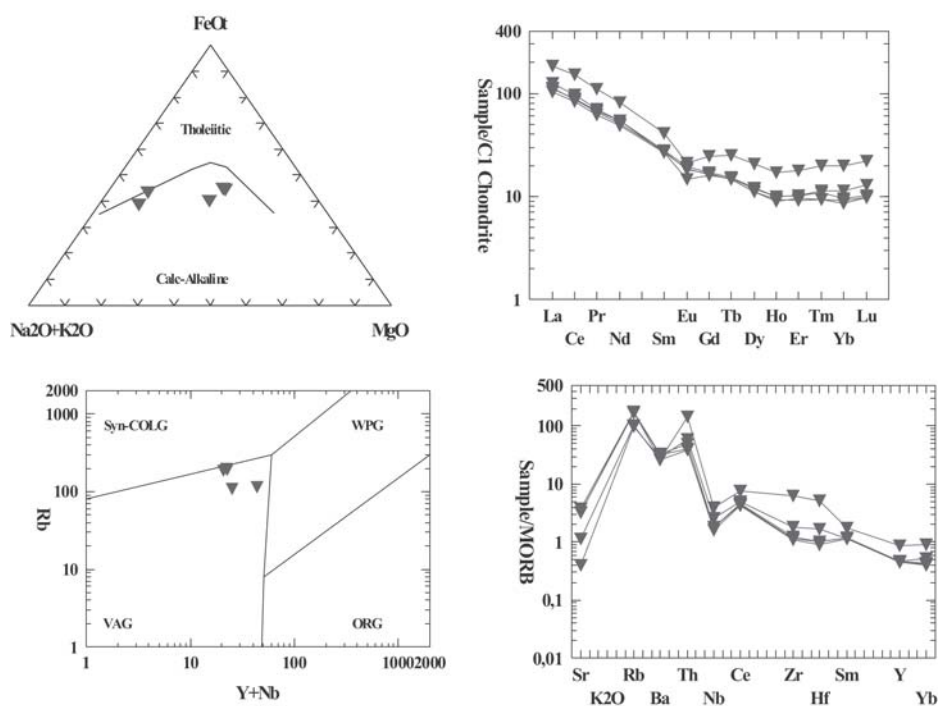


Figura 5.113 – Encaixantes vulcânicas e subvulcânicas milonitizadas dos garimpos de Gil e Fabinho, nos diagrama (a) AFM, (b) Rocha/Condrito, (c) Rb versus (Y+Nb) de Pearce *et al.* (1984) e (d) multielementar, normalizado em relação a MORB.

contínuos devido à boudinagem. Segundo Santos (2001), o filão principal do Fabinho tem cerca de 80 cm a 1 metro.

A análise dos temas geofísicos, processados a partir dos dados aerogamespectrométricos, revela que na área dos garimpos existe uma tendência a valores elevados do fator  $F$  e  $K_d$  e baixa razão  $Th/K$  (Figs. 5.114 a 5.117). No diagrama ternário de  $FK_dU_d$  houve uma tendência para tons esbranquiçados e amarelados, também ressaltando uma resposta gamaespectrométrica compatível com áreas de alteração hidrotermal (Fig. 5.117). A interpretação do tema magnetométrico (Fig. 5.118), revelou a presença de estruturas NW-SE, compatível com a direção mapeada em Souza *et al.* (2005) para a foliação milonítica  $N60^\circ W$ .

As lavras do Gil e a do Fabinho distam cerca de 1000 m e, de acordo com Santos (2001), ambas acompanham o controle estrutural da mineralização, de maneira diferenciada. A lavra do Gil se desenvolveu por dois *shafts*, um com 20 m e outro com 180 m de profundidade, abertos segundo o caimento do eixo das dobras  $45^\circ/N90$ . A lavra do Fabinho, por sua vez, desenvolveu-se por um *shaft* vertical de 40 m de profundidade, e uma galeria no sentido  $N60^\circ W$ , ao longo do plano axial das dobras. Segundo Santos (2001), no garimpo do Gil, a lavra perseguiu as zonas de charneiras de dobras, nas quais os veios de quartzo são menos estirados e espessos, enquanto que no garimpo de Fabinho, a lavra foi efetuada no plano axial das dobras, onde ocorrem zonas com maior taxa de deformação e veios de quartzo lenticularizados. Segundo Frasca & Borges (2005), o filão principal no Fabinho é descontínuo e estruturado em *boudins*.

A espessura dos veios de quartzo é variável, desde milimétrica a métrica. Segundo Santos (2001), o filão principal do Fabinho tem espessura variável entre de 80 cm a 1 m. Dados coletados no DNPM, Processo n. 866.353/02 - Alvará nº 4.687/2003, indicaram uma espessura de cerca de 1,20 m para a zona mineralizada.

Em afloramento as encaixantes dos veios mineralizados são filonitos (Figs. 5.119 e 5.120). Os estudos petrográficos durante este projeto revelaram rochas com textura milonítica, com abundantes injeções de vênulas e microvênulas de quartzo, desde muito finas até milimétricas, com foliação marcada por palhetas de biotita e muscovita (Fig. 5.121), em meio a feldspatos cominuídos e sericitizados. Os aspectos mineralógicos e texturais apontam para um protólito vulcânico, de composição intermediária a ácida. Cristais muito finos de turmalina verde, de natureza hidrotermal, ocorrem disseminados e, por vezes formando del-

gados cordões orientados paralelamente à foliação milonítica da rocha (Fig. 5.122). Segundo Frasca & Borges (2005) a análise de concentrados de bateia revelou a presença de uma extensa zona anômala de 15 a 40% de turmalina, em drenagens próximas a esse garimpo. Os sulfetos, que são basicamente, pirita e pirrotita, além de arsenopirita e calcopirita subordinadas, perfazem de 1 a 8% do volume da rocha milonítica. Ocorrem em filetes que acompanham as vênulas de quartzo e ainda em finos cristais disseminados, seguindo a foliação (Fig. 5.123). A calcopirita é tardia e ocorre bordejando a pirita e a pirrotita. A arsenopirita é euhédrica, ocorrendo tanto inclusa na pirita e pirrotita quanto livre, no veio de quartzo (Fig. 5.124). Halos de cloritização (Fe-clorita) e de sericitização são observados associados aos sulfetos, na proximidade dos veios de quartzo.

Poeira, manchas e filetes de óxidos de ferro secundários e, possivelmente, de material carbonoso, ocorrem associados às micas e também disseminados nas venulações de quartzo. Nota-se ainda a presença de finos grãos de epidoto e titanita. As micas brancas (muscovita/sericita) são claramente tardias em relação à biotita.

Nesse ambiente também ocorre rocha metabásica milonitizada com bandas de biotita orientada, associada à tremolita fibrorradial e finos cristais de epidoto, em meio a feldspatos cominuídos pela milonitização. A rocha está injetada por vênulas de quartzo. Observa-se também a presença de quartzo associado a albita radial e a cristais de berilo.

Não foi realizado um estudo sistemático das alterações hidrotermais nos garimpos de Gil e Fabinho. Entretanto, no universo das amostras estudadas, foram observadas as seguintes alterações hidrotermais, em ordem decrescente de ocorrência: silicificação, sericitização, biotitização, turmalinização, sulfetação e ferro-cloritização. Eventualmente, observa-se albitização e tremolitização associada à rocha metabásica, além de uma fraca epidotização. Em campo, observa-se, nitidamente, diferentes intensidades de silicificação da rocha encaixante. A biotitização e a muscovitização/sericitização são intensas e pervasivas, ocorrendo em fases progressivas do processo milonítico, sin-cinemáticas, sendo as micas brancas mais tardias em relação à geração da biotita. A turmalinização também é sin-cinemática, estando os cristais de turmalina dispostos de forma orientada na matriz. A sulfetação e a cloritização estão intimamente relacionadas, estando ambas associadas ao processo de silicificação da rocha.

As medidas espectrorradiométricas realizadas em amostras destes garimpos (MA006A,

MA006C e MA006F), quando comparadas com os espectros do USGS (ENVI *Spectral Library*), apontam diferentes graus de mistura entre muscovita e biotita (Fig. 5.125).

Segundo Ribeiro *et al.* (2001), a paragênese

sulfetada, com a qual a mineralização está relacionada, exibe valores altos de As (580 ppm) e baixos de Ag (1,7 ppm), Bi (3,9 ppm), Cu (11 ppm), Pb (10-33 ppm) e Zn (56-185 ppm), quando comparados com os outros depósitos da Província Ju-

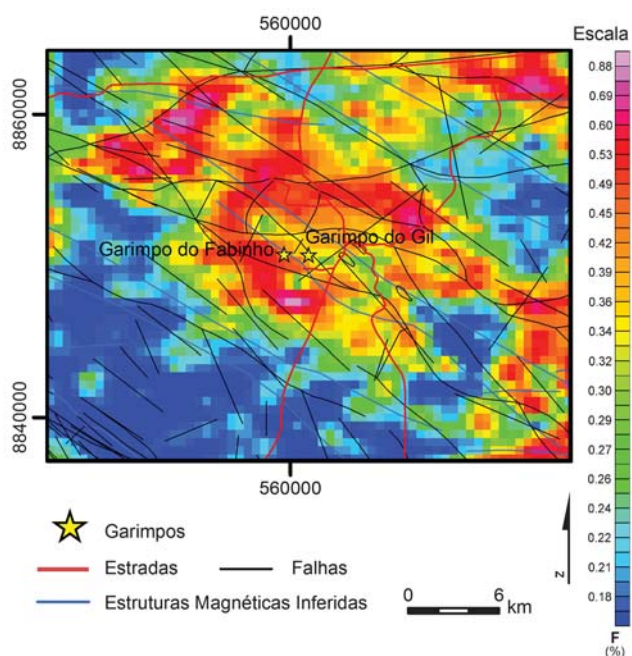


Figura 5.114 – Parâmetro F obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de F (cor rosa) no entorno dos garimpos de Gil e Fabinho.

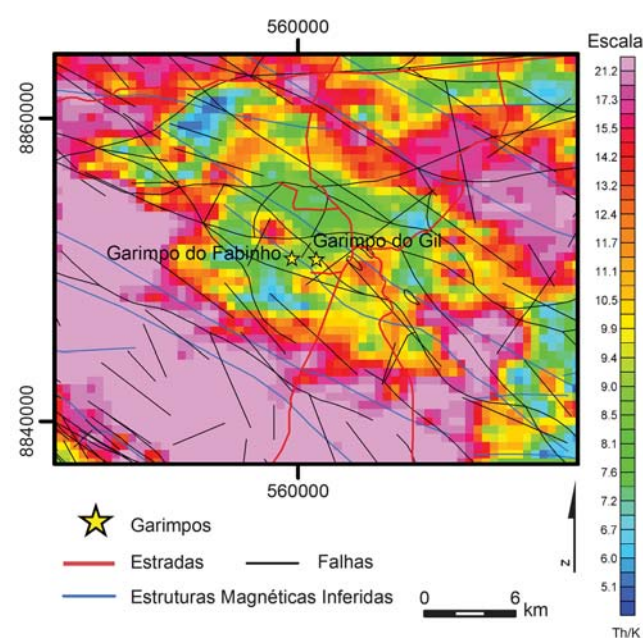


Figura 5.116 – Razão Th/K obtida pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores baixos da razão Th/K (verde a azulada) no entorno dos garimpos de Gil e Fabinho.

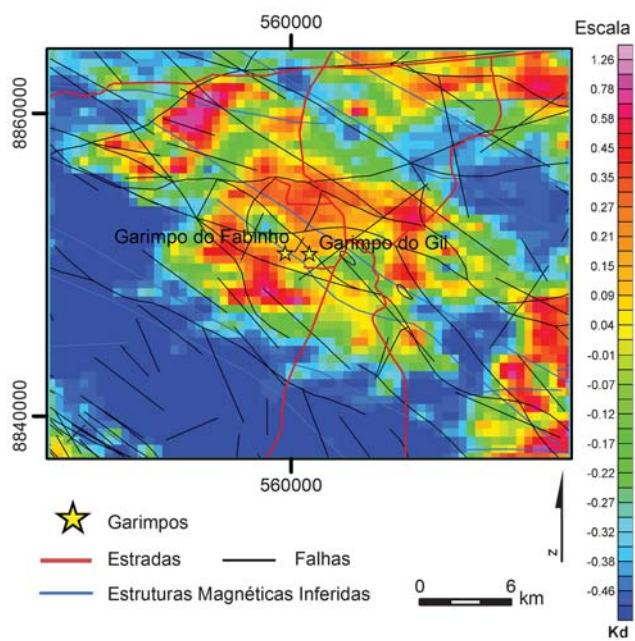


Figura 5.115 – Parâmetro  $K_d$  obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de  $K_d$  (vermelho a rosa) no entorno dos garimpos de Gil e Fabinho.

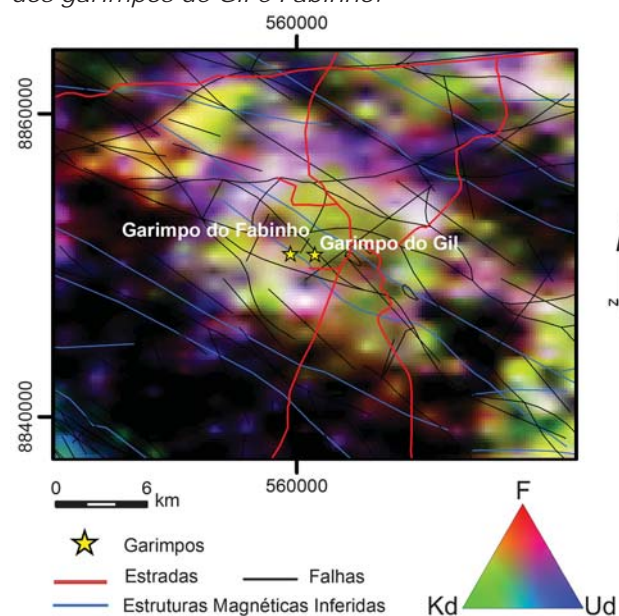


Figura 5.117 – Ternário  $FK_dU_d$  obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados desses parâmetros (coloração esbranquiçada e amarelada) na área do entorno dos garimpos de Gil e Fabinho.

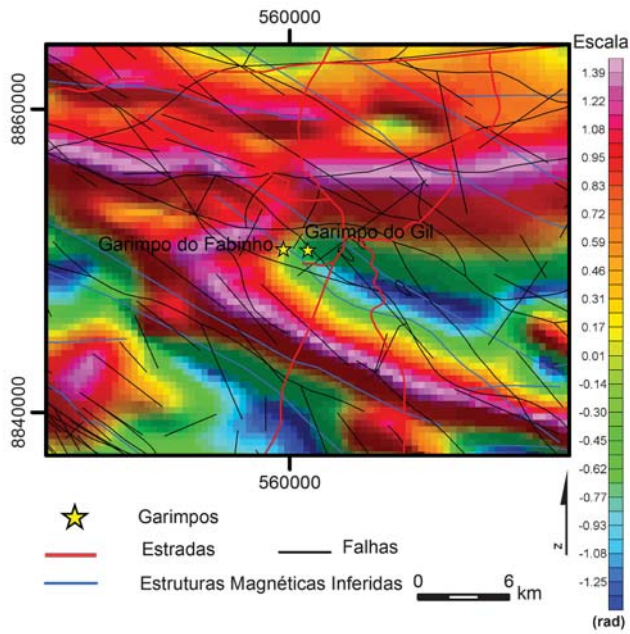


Figura 5.118 - Gradiente horizontal total do campo contínuo para 1000 m.

ruena-Teles Pires.

Segundo dados do DNPM (Processo 866.353/02 - Alvará nº 4.687/2003, cancelado), o teor de Au no veio, determinado por *Fire Assay-ICP* (Laboratório da GEOSOL), varia de 4,5 ppm a 850 ppm, e no halo de alteração hidrotermal varia de 2 ppm a 18 ppm. O teor de recuperação da lava varia de 8,5 g/ton a 22,3 g/ton. A reserva do depósito filoniano é de 105.718 ton de minério, com teor de 7,9 g/ton, perfazendo uma reserva de 835,17 kg de Au. A reserva na zona de alteração hidrotermal é de 48.840 ton de minério, com teor de 2,5 g/ton, o que implica num total de 122 kg de ouro. A reserva do rejeito de beneficiamento do veio primário é de 15.956 ton, com teor de 4,5g/ton, ou seja, um total de 69,4 kg de ouro. A reserva no rejeito da aluvião é de 56.000 ton de minério, com teor de 1,5g/ton, constituindo um total de 84 kg de ouro. A reserva total seria de 1.100 kg de ouro (Processo 866.353/02 - Alvará nº 4.687/2003, DNPM). Segundo Santos (2001), a produção de Au chegou a atingir 800g de Au por



Figura 5.119 - (a) Filonito de rocha vulcânica ácida/intermediária silicificada com vênula de quartzo em dobra apertada; (b) Veio de quartzo ( cor clara) concordante com a foliação milonítica de rocha metavulcânica.



Figura 5.120 - (a) Afloramento de filonito intemperizado; (b) Entrada do shaft do garimpo do Fabinho (Foto extraída de Souza et al., 2005).

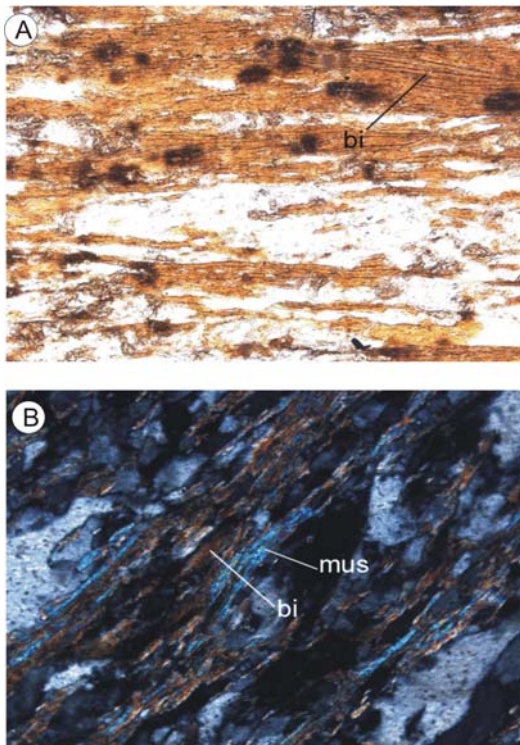


Figura 5.121 - (a) Fotomicrografia de foliação marcada por biotita (bi) orientada. LP, 10x; (b) Fotomicrografia de muscovita (mus) e biotita (bi) marcando a foliação milonítica, NX, 10x.

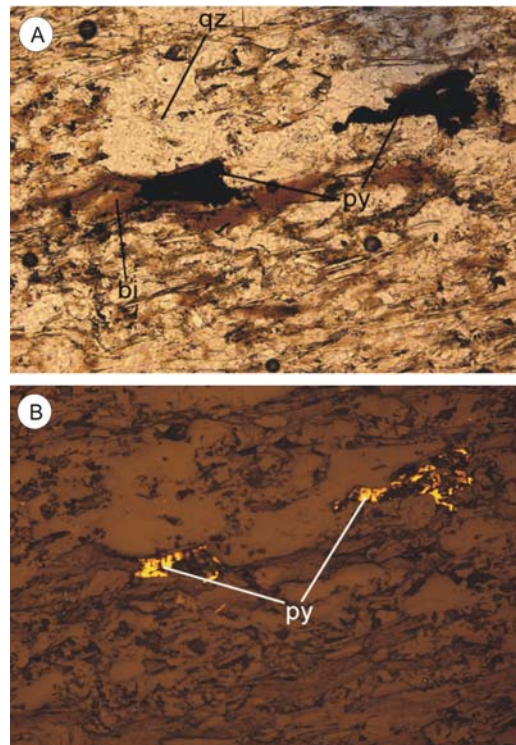


Figura 5.123 - (a) Fotomicrografia de pirita (py) associada à biotita (bi) e a injeções de quartzo (qz) (LP, 10X); (b) Fotomicrografia de pirita hidrotermal (py) associada à muscovita e à biotita (Luz refletida, 10x).

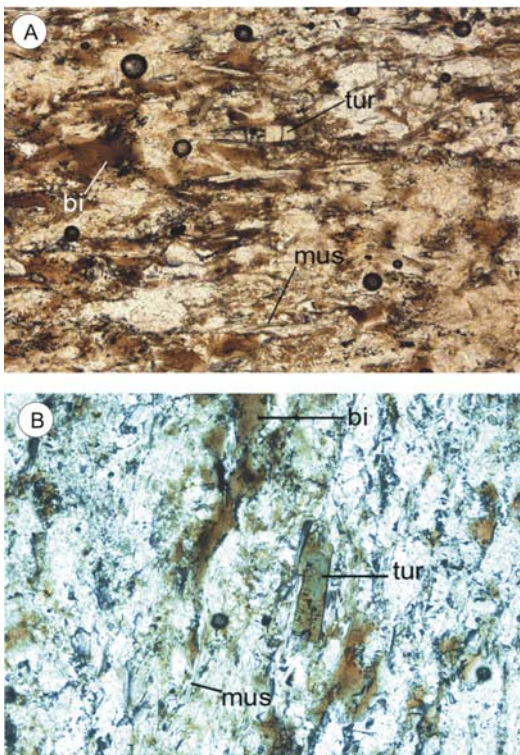


Figura 5.122 - (a) Fotomicrografia de cristais de turmalina (tur) hidrotermal paralelos à biotita (bi) e muscovita (mus) e segundo a foliação da rocha. LP, 10X.

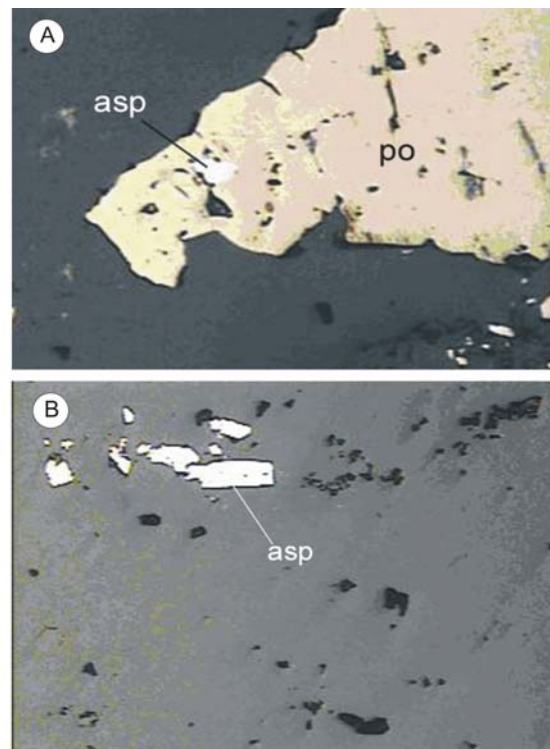


Figura 5.124 - (a) Fotomicrografia da arsenopirita (asp) inclusa na pirrotita (po); (b) Fotomicrografia da arsenopirita euhédrica (asp) livre em veio de quartzo.



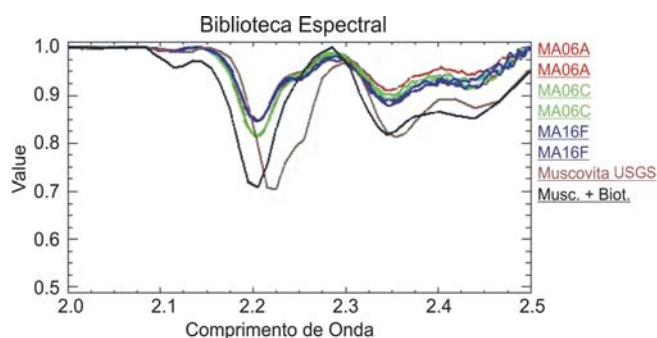


Figura 5.125 - Espectro das amostras coletadas nos garimpos do Gil e do Fabinho. O espectro da muscovita do USGS está colocado conjuntamente com espectro de mistura muscovita (60%) + biotita (40%), para efeito de comparação. Em todos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

semana no filão principal do Fabinho e em amontoados de quartzo cinzento retirado das escavações, nos quais ocorre ouro livre e alteração de sulfetos, em *boxwork*.

Para definir a natureza do fluido mineralizante nesse garimpo, que possui características morfo-tectônicas muito distintas dos demais garimpos da região, foram coletadas amostras para estudos de inclusões fluidas. Dentre as amostras coletadas selecionou-se um veio de quartzo, injetado na amostra MA06G, a qual consiste num filonito cinza, constituído por quartzo (52%), biotita (44%), muscovita (2%) e traços de monazita, pirita e arsenopirita. Os estudos revelaram, nesse veio, inclusões fluidas bifásicas ( $L_{H_2O} + V_{H_2O}$ ), com dimensões entre 7 e 22  $\mu\text{m}$  e volume de vapor variável. Tais inclusões formam agrupamentos de inclusões fluidas irregulares, incolores, isoladas e estiradas ao longo de trilhas (Fig. 5.126), o que torna difícil a distinção entre inclusões fluidas primárias e secundárias, com base na estudo petrográfico. Feições de estrangulamento são observadas, resultando em inclusões fluidas monofásicas líquidas ( $L_{H_2O}$ ) e vapor ( $V_{H_2O}$ ).

A temperatura do ponto eutético ( $< -40^\circ\text{C}$ ), raramente observada, permitiu modelar o fluido pelo sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ . A temperatura de fusão do gelo ( $T_{fg}$ ) varia de  $-3,6^\circ$  a  $0^\circ\text{C}$ , com moda entre  $-0,5^\circ$  e  $0^\circ\text{C}$  (Fig. 5.127a), resultando em salinidade de 0 a 6 % em peso de NaCl equiv., calculada utilizando-se a equação de Bodnar (1993). A homogeneização total ocorreu predominantemente para a fase líquida, com temperatura de homogeneização total (TH) de  $88^\circ\text{C}$  a  $358^\circ\text{C}$ , com moda entre  $300$  e  $360^\circ\text{C}$  (Fig. 5.127b). As inclusões fluidas com feições de estrangulamento decrepitarão a temperaturas acima de  $300^\circ\text{C}$ . Os valores calculados de densidade situam-se entre

$0,54$  e  $0,90 \text{ g/cm}^3$ .

Os dados acima descritos, obtidos no estudo de um veio oriundo do garimpo do Fabinho, indicam um fluido composicionalmente homogêneo, aquoso, pertencente ao sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ , com salinidade quase nula. Os baixos valores de salinidade são coerentes com ausência de contribuição magmática na composição do fluido aprisionado nos veios de quartzo estudados. Os valores variáveis de temperatura de homogeneização total podem ser decorrentes de mistura de fluidos de diferentes temperaturas, como fluidos metamórficos profundos com fluidos meteóricos.

### 5.2.7 - Garimpo de Papagaio

Este garimpo está localizado no limite nordeste da folha Rio São João da Barra (SC.21-V-D), distante cerca de 44 km, a nordeste, da cidade de Apicás (Fig. 5.128). Do ponto de vista geológico, o garimpo desenvolve-se dentro do contexto das rochas vulcânicas da Suíte Colíder. A interpretação das imagens Landsat, em fusão com o SRTM, juntamente com a interpretação dos dados magnetométricos, permitiram a individualização de uma importante zona de falha, com direção geral  $N77^\circ\text{E}$ , passando pelas proximidades do garimpo (Fig. 5.129). A hospedeira da mineralização é uma rocha vulcânica porfirítica, intermediária a ácida, de composição andesítica/dacítica. Macroscopicamente o andesito/dacito pórfiro apresenta coloração cinza, com fenocristais de plagioclásio e matriz com plagioclásio, quartzo, biotita e agregados de magnetita. Localmente contém sulfeto disseminado (amostra MA03). Ao microscópio exibe textura traquítica, vestígios de zoneamento ígneo do plagioclásio e de textura perlítica. Vênulas de quartzo e epidoto cortam a rocha em várias direções.

Os estudos petrográficos de alteração hidrotermal da mineralização foram dificultados devido ao elevado estágio de saprolitização da rocha hospedeira na zona do minério. Foi coletada uma amostra, situada a cerca de 50 m da zona mineralizada, na qual foi possível confeccionar seções delgadas para estudo petrográfico. A petrografia dessa amostra revelou intensa saussuritização do plagioclásio (Fig. 5.130), acompanhado de epidotização, além de apresentar poeira de opacos disseminados na matriz (hematita?).

Os dados de aerogamaespectrometria, processados para definição de temas com parâmetros hidrotermais, demonstraram para a região do garimpo de Papagaio valores anômalos para o parâmetro  $K_q$ , valor elevado do parâmetro F e baixa razão  $eTh/K$  (Figs. 5.131 a 5.133, respectivamente).

te). A aerogamaespectrometria ressalta também o desenho de uma assinatura marcada por elevados valores para os parâmetros  $F-K_d-U_d$ , no Mapa Ternário em RGB (região esbranquiçada). Este mapa evidencia um alinhamento NW-SE truncado por ali-

nhamento NE-SW, nas proximidades do garimpo (Fig. 5.134). Tal feição também pode ser observada nos mapas das figuras 5.131 a 5.133.

Foram visitadas duas frentes de lavra garimpeira, uma pertencente ao garimpeiro denomi-

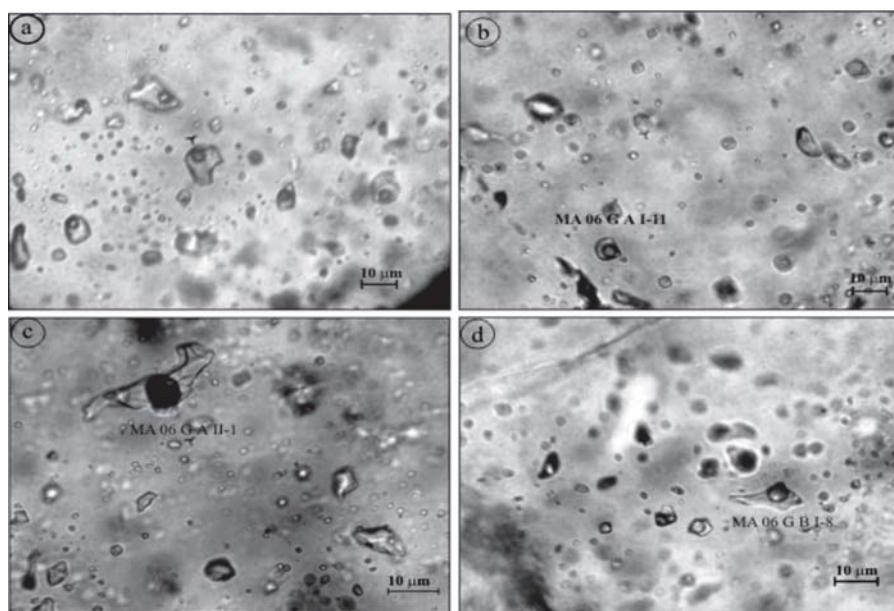


Figura 5.126 – Inclusões fluidas aprisionadas em quartzo do garimpo do Fabinho: (a) aspecto geral das inclusões aquosas bifásicas; (b) inclusão MA06GAI-11 e inclusões monofásicas; (c) inclusão MA06GAI-1 com feições de estrangulamento; (d) inclusão MA06GBI-8, bifásica, com Tfg de  $-0,2\text{ °C}$ .

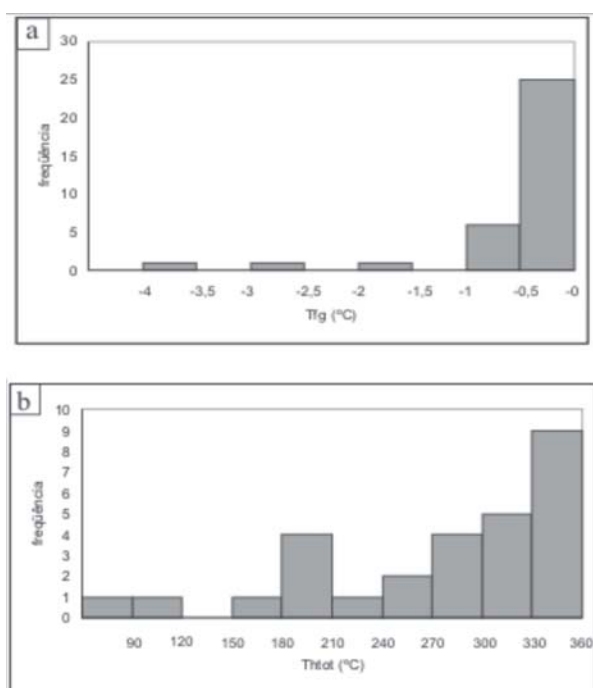


Figura 5.127 – Distribuição das temperaturas: (a) de fusão do gelo e (b) de homogeneização total das inclusões fluidas do garimpo do Fabinho.

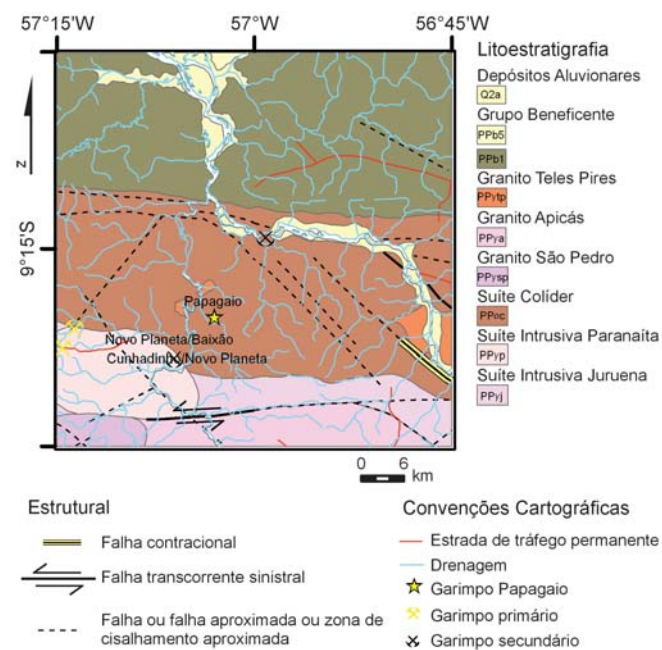


Figura 5.128 – Localização do garimpo de Papagaio no mapa geológico modificado do Projeto Alta Floresta (Souza et al. 2005).

nado de Grande (Fig. 5.135) e outra do garimpeiro Antônio José Alves da Silva (Fig. 5.136). As duas frentes, de direção aproximadamente N05° E, foram desenvolvidas no mesmo filão, o qual possui cerca de 300 m de comprimento, disposto predominantemente na direção N25° E/subvertical SE, e profundidade desconhecida (5.137). Esta direção do filão principal parece constituir uma inflexão localizada da estrutura regional N77°E. A espessura do filão varia de 5 a 40 cm. A espessura diminui à medida que o filão fica mais profundo e, aparentemente, há também uma mudança de di-

reção como aumento da profundidade. De acordo com informação verbal dos garimpeiros, o filão torna-se mais enriquecido em ouro à medida que se aprofunda. A mineralização é multi-venular e exi-

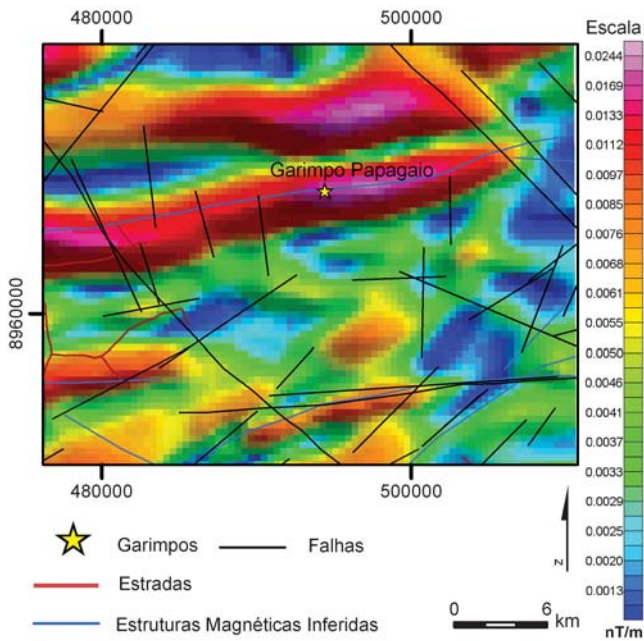


Figura 5.129 – Mapa da Fase da Magnitude do Gradiente Horizontal Total do Campo Magnético Continuada para 2000 metros. Mapa obtido pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar estrutura magnética com direção NE-SW.

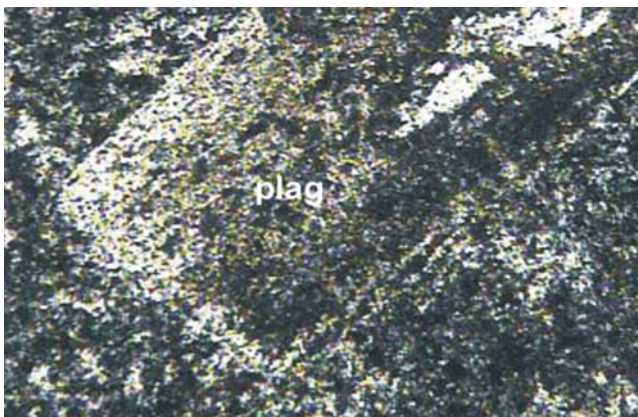


Figura 5.130 - Fotomicrografia de fenocristal idiomórfico de plagioclásio (plag) saussuritizado de andesito/dacito pórfiro. (a) LP, 5x.

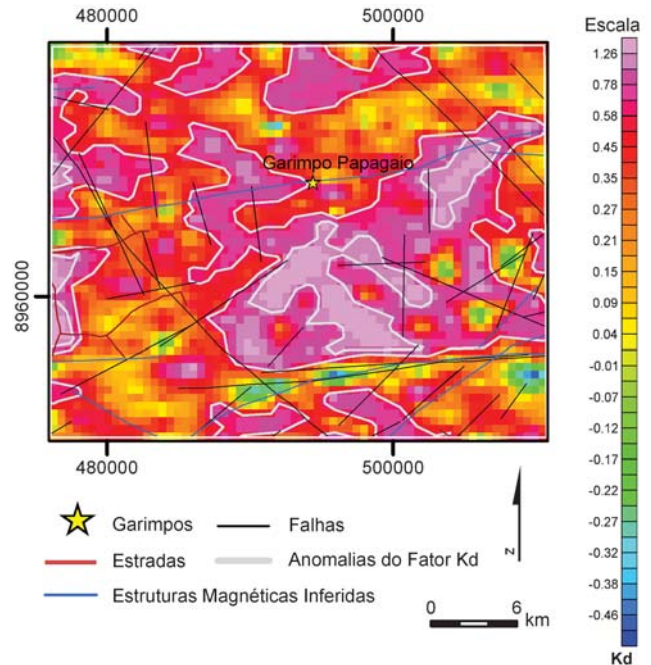


Figura 5.131 – Parâmetro  $K_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de  $K_d$  (rosa) no entorno do garimpo de Papagaio.

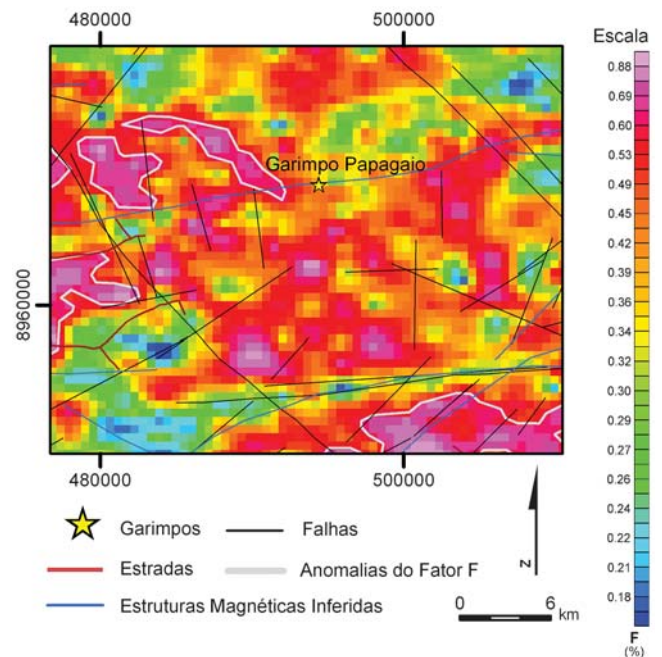


Figura 5.132 – Parâmetro  $F$ , obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar os valores elevados de  $F$ , no entorno do garimpo de Papagaio.

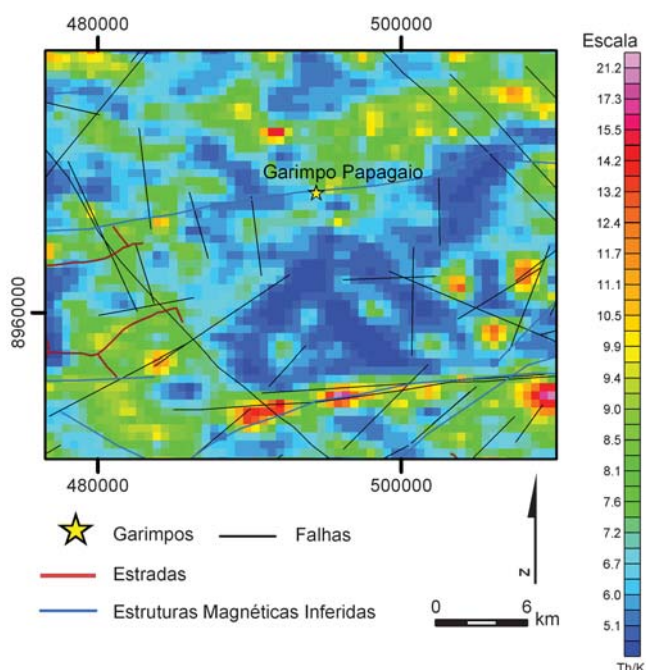


Figura 5.133 – Razão Th/K obtida por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Notar os baixos valores dessa razão, no entorno do garimpo de Papagaio.

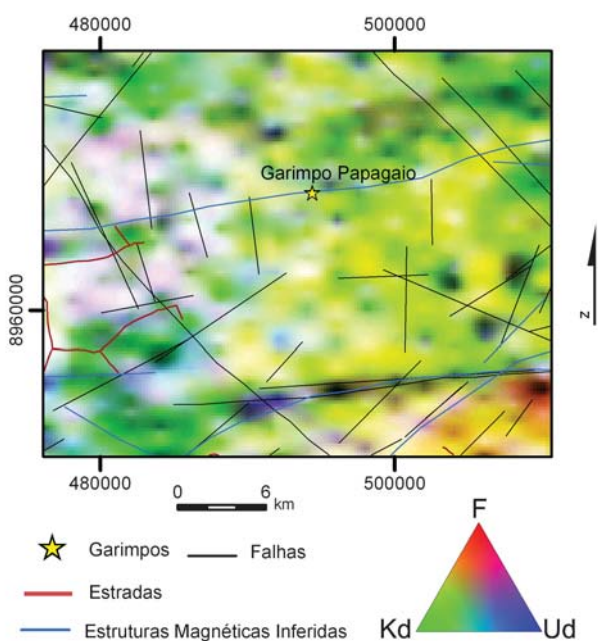


Figura 5.134 – Ternário  $FK_dU_d$  obtido por processamento dos dados aerogamaespectrométricos. Observar que no entorno do garimpo de Papagaio, os valores da combinação ternária são elevados (colorações esbranquiçadas e amareladas).

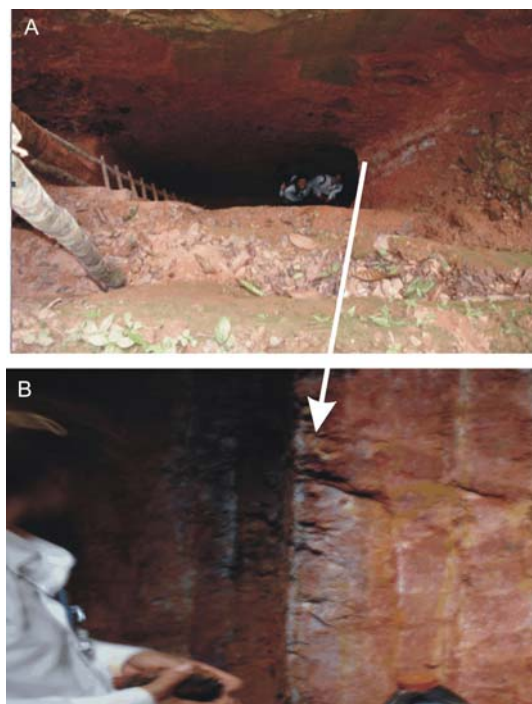


Figura 5.135 – (a) Frente de lavra de Grande (garimpo do Papagaio) onde se observa o filão mineralizado na cava com cerca de 10 m de profundidade; (b) Detalhe do filão principal na zona mais profunda do minério (Cava do Grande).

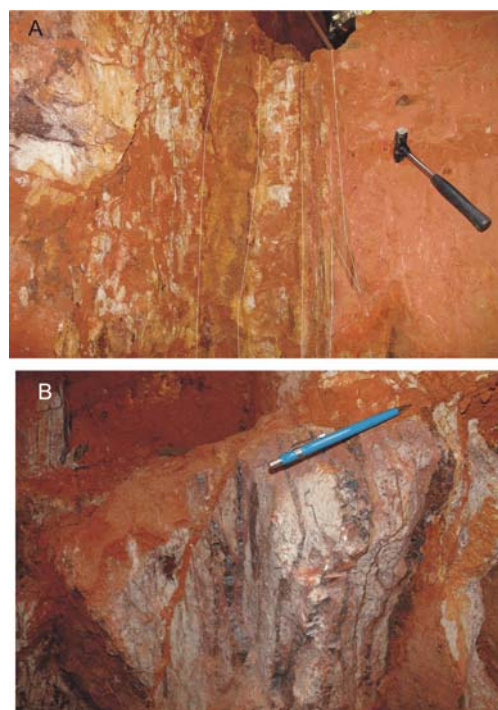


Figura 5.136 - Detalhes do filão mineralizado, na frente lavra de João Alves (a) Parede da rocha vulcânica alterada (onde está o martelo) e uma zona rica em veios de quartzo (filão principal) e rocha hidrotermalizada; (b) Detalhe da mineralização multi-venulada, com sulfetos oxidados.

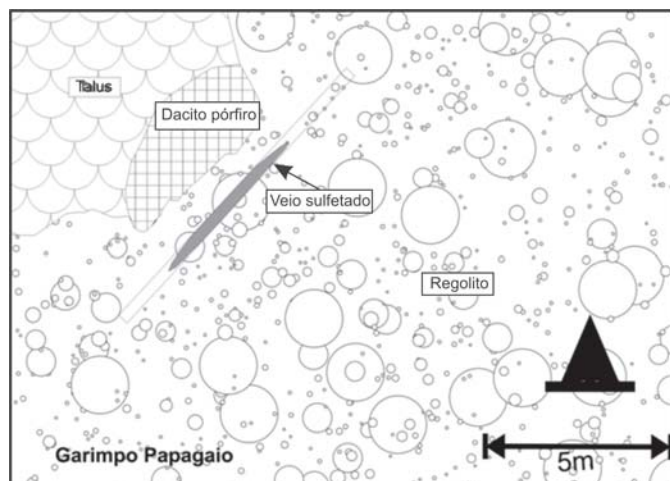


Figura 5.137 - Esboço geológico da orientação N25°E do filão mineralizado.

be, nas paredes laterais, indicações da geração de diferentes mineralogias de alteração hidrotermal (Fig. 5.136a). Os veios de quartzo são descontínuos, devido à deformação, e ocupam a porção central da zona mineralizada (Fig. 5.136a). Em escala centimétrica, a partir do filão principal, as paredes passam de um material argiloso avermelhado, na porção mais proximal, para um material de coloração escura (sulfetos oxidados) e, por último, para um material mais esverdeado, na porção mais distal.

Foram feitas medidas espectrorradiométricas na rocha hospedeira alterada, através de amostras coletadas há cerca de 50 m da zona mineralizada, e na parte central do veio. Em parte das amostras da porção central do veio, o espectro que melhor se ajustou foi o da illita 1M, com cristalinidade relativamente baixa (Fig. 5.138). Outras amostras da encaixante alterada, também oriundas da porção central da zona mineralizada, revelaram a presença de goethita, pela comparação de espectros utilizando-se o *Spectral Analyst* (Fig. 5.139). A amostra MA003H, representa a rocha hospedeira hidrotermalizada, na zona mais distal da mineralização. Esta amostra forneceu um espectro de difícil ajuste, considerando-se fases minerais isoladas. Foram testadas duas misturas de minerais para ver com a qual o espectro melhor se ajustava: (i) a mistura 1, com clorita (10%) + muscovita (15) + illita (60%) + epidoto (5%); e (ii) a mistura 2, com illita (60%) + clorita (30%) + muscovita (10%). Como se pode ver no diagrama da figura 5.140, a mistura 2 foi a que melhor se ajustou.

Segundo informação verbal dos garimpeiros que atuam nessa área, os teores, na zona do filão, variam de 20 a 50g/t de Au, tendo sido já

extraídos cerca de 20 kg de ouro. O material saprolítico é armazenado em pilhas, depois moído, e no processo da extração do ouro, o mercúrio inorgânico no estado líquido é então agregado numa fase de concentração e amalgamação, resultando o ouro “amalgamado”, “prateado”. Este produto é então “queimado” pelo garimpeiro, a céu aberto, para a obtenção do ouro (Fig. 5.141). No âmbito da presente pesquisa, foram enviadas algumas amostras desse garimpo para análises dos teores de ouro, por *Fire Assay*/ICP-MS. A disposição das amostras coletadas, em relação ao veio, pode ser visualizada no croqui da Figura 5.142. Os resultados (Tabela 5.16) mostram que os teores mais elevados (9 a 10 ppm) foram obtidos nos veios de quartzo sulfetados, limonitizados, da porção central do filão.

Tabela 5.16 – Teores de Au, Pt e Pd de amostras do garimpo de Papagaio. Método: pré-concentração por Fire Assay e análise por ICP-MS.

Amostra	Tipo	Au (ppb)	Pt (ppb)	Pd (ppb)
MA-003A	Andesito/Dacito pórfiro (rocha hospedeira imediatamente adjacente ao filão mineralizado - parede da lapa)	11	<3	4
MA-003B	Veio quartzo mineralizado, com sulfeto limonitizado (parte central do filão)	10.023	4	4
MA003D	Amostra de canal em saprólito de rocha vulcânica alterada (parede da capa)	4.981	6	2
MA-003E	Amostra de saprólito de andesito/dacito pórfiro alterado (parede da capa)	27	<3	4
MA-003G	Veio sulfetado alterado (limonitização?)	9.504	6	4
MA-003J	Andesito/Dacito pórfiro alterado, na parede da capa, imediatamente ao lado do veio principal, na cava de 10 m de profundidade.	119	3	2

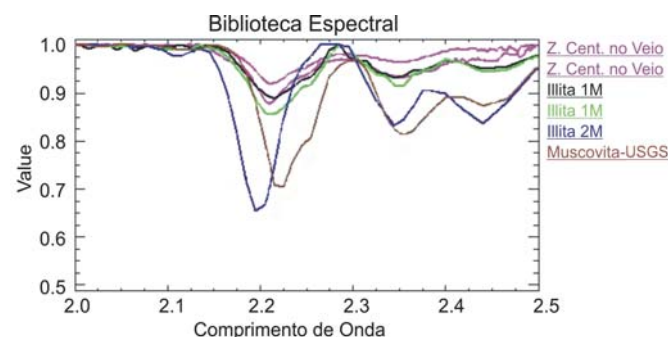


Figura 5.138 - Espectro das amostras coletadas no garimpo de Papagaio. Espectro da muscovita, Illita 1M e Illita 2M do USGS foram colocados conjuntamente, para efeito de comparação. Em todos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

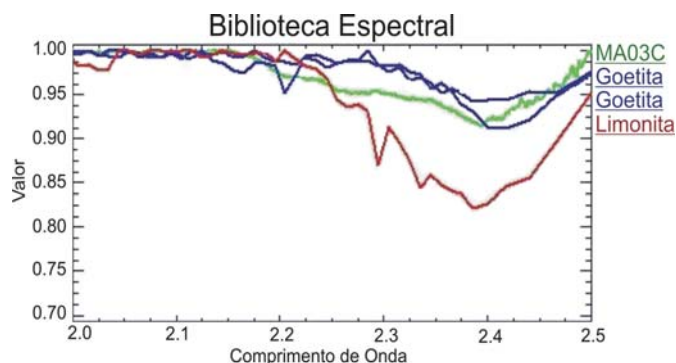


Figura 5.139 - Espectro das amostras do garimpo de Papagaio. Os espectros da goethita e da limonita foram colocados conjuntamente, para efeito de comparação. Em todos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

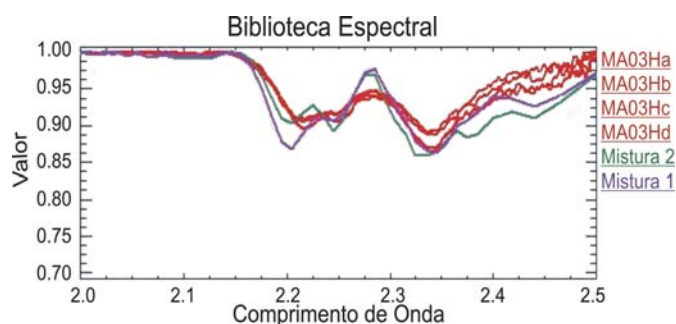


Figura 5.140 - Espectro das amostras do garimpo de Papagaio. Espectro da mistura 1 - clorita (10%) + muscovita (15%) + illita 1M (60%) + epidoto (5%) e da mistura 2 - muscovita (10%) + clorita (30%) + illita 1M (60%), obtidos a partir da biblioteca espectral da USGS. Em todos os casos, houve remoção do contínuo dos espectros apresentados.

### 5.3. Química mineral

#### 5.3.1. Biotita

A biotita é um importante mineral ferromagnésiano que ocorre em diferentes tipos de rochas, tanto ígneas quanto metamórficas. Em rochas magmáticas, a sua composição pode ser diagnóstica de tipos de magmas gerados a partir de diferentes fontes e com histórias petrogenéticas distintas (Nachit, 1986; Abdel-Rahman, 1994). Em rochas graníticas, a composição da biotita reflete tanto a natureza como as condições físico-químicas do magma a partir do qual se cristalizou.

Tendo em vista que a biotita ocorre associada a uma variada gama de minérios (magmáticos, metamórficos e relacionados a fluidos), seu quimismo pode fornecer informações complementares ao entendimento da gênese do minério. Os teores de elementos halógenos (B, F, Cl...) da bio-



Figura 5.141 - (a) Pilha de saprólito da zona mineralizada; (b) Ouro recuperado do saprólito.

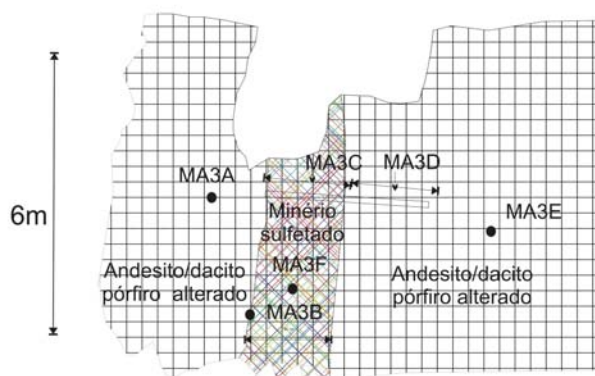
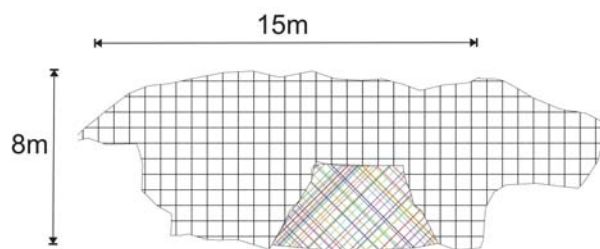


Figura 5.142 - Croqui com a localização das amostras coletadas para análise de minério.

tita, por exemplo, podem revelar a composição e a natureza do fluido que afetou a rocha e que foi, ao mesmo tempo, responsável pela mineralização.

No presente trabalho, foram selecionadas

amostras ricas em biotita, oriundas de diferentes garimpos (amostras MA-06B, MA-6D, MA-12A, MA-16(1), MA-17I, MA-20E, MA-20G, MA-20H e MA-20J), com o objetivo de estudar a química mineral das mesmas e observar a correlação entre sua gênese e a tipologia dos granitos encaixantes (Fig. 5.143).

As amostras MA-06B e MA-6D são oriundas do Grupo S. Marcelo Cabeça, encaixantes do garimpo de Fabinho e compreendem um milonito fino, constituído predominantemente por quartzo e biotita castanha, com traços de muscovita e pirita. Na amostra MA-6B predomina a biotita (55%) em detrimento do quartzo (40%), enquanto na amos-

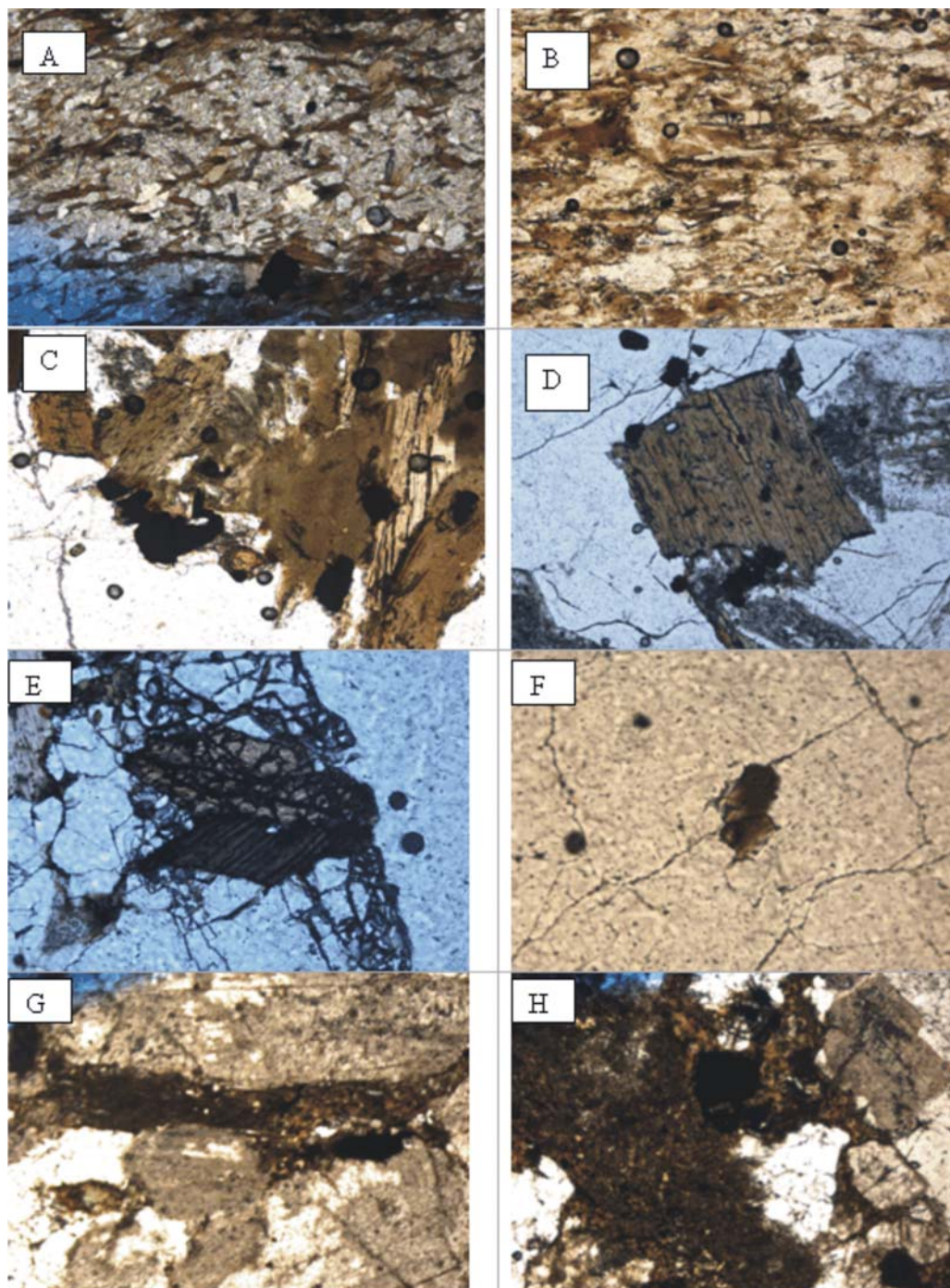


Figura 5.143 – Fotomicrografias de biotita das amostras coletadas para estudos de química mineral: (a) MA-6B, LP, 10x; (b) MA-6D, LP, 10x; (c), LP, 10x; (d) MA-12A, LP, 4x; (e) MA-16(1), LP, 10x; (f) MA-16(1), LP, 10x; (g) MA-17I, LP, 4x; e (h) MA-17I, LP, 4x.

tra MA-6D o quartzo é predominante (70%). Turmalina verde claro ocorre como traços na amostra MA-6D. As características petrográficas conduzem a interpretações dúbias a respeito do protólito, o qual pode ter sido tanto uma vulcânica félsica/intermediária quanto um sedimento psamítico/pelítico.

A amostra MA-12A é um biotita monzogranito, equigranular a porfiritico, médio a grosso, da suíte Paranaíta, aflorante na região do garimpo Pé-de-Fora. A biotita é verde a verde claro e altera comumente para clorita e epidoto. Nessa rocha foram ainda observados titanita, apatita, allanita, zircão e magnetita como acessórios.

A amostra MA-16(1) é de um biotita granito alterado, mapeado como pertencente à unidade Suíte Nova Canaã, equigranular, médio a grosso. A biotita tem coloração marrom e altera comumente para clorita e epidoto. Os minerais acessórios são titanita, zircão, apatita e magnetita.

A amostra MA-17I foi coletada no garimpo do Edu e trata-se de um biotita granito muito alterado, com textura granítica preservada, pertencente à unidade Granito Nhandu. A biotita está comumente alterada para clorita, muscovita e epidoto.

As amostras MA-20E, MA-20G, MA-20H e MA-20J são do minério do Filão do Paraíba, o qual se encontra encaixado em rochas das unidades Matupá e Flor da Serra.

Quando plotadas no diagrama Mg/(Mg+Fe) versus Al<sup>IV</sup> (Fig. 5.144), os diferentes tipos de biotita analisados dispersam-se entre os pólos de composição da annita e da flogopita, com valores de Al<sup>IV</sup> inferiores a 2.5. De acordo com Deer *et al.* (1992), maioria das biotitas naturais situa-se entre os pólos citados.

No garimpo de Fabinho foram analisadas duas amostras de biotitas. Os resultados revelaram que uma (MA6D) é rica em Fe, plotando próxima ao pólo da annita, enquanto a outra (MA6B) apresenta uma composição intermediária entre annita e flogopita (Fig. 5.144).

Biotitas coletadas no monzogranito da Suíte Paranaíta (MA12, encaixante do garimpo Pé-de-Fora), na Suíte Nova Canaã (MA16(1)) e na unidade Granito Nhandu (MA17I, encaixante do garimpo do Edu), possuem razão Mg/(Mg+Fe) da ordem de 0.5, plotando numa posição intermediária entre a annita e a flogopita (Fig. 5.144).

Biotita de diferentes amostras de minério do Filão do Paraíba (amostras MA20 E, G, H e J) possuem composição próxima à de flogopita (Fig. 5.144).

No diagrama ternário (FeO+MnO) X MgO X 10.TiO<sub>2</sub> (Fig. 5.145), a variação química dos dife-

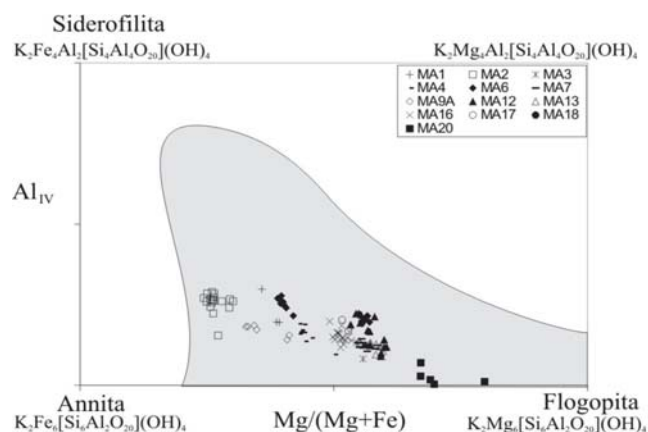


Figura 5.144 - Diagrama Mg/(Mg+Fe) versus Al<sup>IV</sup> mostrando a composição das biotitas presentes em diferentes litotipos associados às mineralizações auríferas da Província Juruena-Teles Pires. A área hachurada, definida por Deer *et al.* (1992), representa o campo de plote da maioria das biotitas naturais. Símbolos: (+) Granito Apiacás; (-) Suíte Paranaíta; (□) Granito São Pedro; (x) Suíte Colider - Garimpo Papagaio; (◆) Grupo São Marcelo Cabeça - Garimpo de Gil/Fabinho; (—) Suíte São Romão; (◇) Granito Nhandu - Garimpo do Trairão; (▲) Suíte Paranaíta - Garimpo Pé de Fora; (△) Suíte Juruena; (X) Suíte Nova Canaã - Garimpo de Tapajós; (o) Granito Nhandu - Garimpo do Edu; (●) Granito Teles Pires; (■) Suítes Matupá/Flor da Serra-Filão do Paraíba.

rentes tipos de biotita analisados fica evidente, especialmente quanto à razão (FeO+MnO)/MgO da biotita do Filão do Paraíba. A biotita da amostra MA6D, do garimpo de Fabinho, possui moderada variação do teor de TiO<sub>2</sub> e relação constante entre (FeO+MnO)/MgO, enquanto a da amostra MA12A (garimpo Pé de Fora), possui pronunciada variação de TiO<sub>2</sub> e relação (FeO+MnO)/MgO praticamente constante (Tabela 5.17; Fig. 5.145). As biotitas da Suíte Nova Canaã (MA16(1)) e da amostra MA6B (garimpo Fabinho) possuem composição homogênea.

Considerando a delimitação de campos feita por Nachit (1986), a composição das biotitas do Filão do Paraíba aponta para uma formação por processos secundários, enquanto as demais situam-se no campo de biotitas primárias, re-equilibradas (Fig. 5.145).

Visando observar a variação composicional de biotitas de diferentes garimpos, e com o objetivo de verificar se há relação entre a composição das biotitas estudadas e tipos de magmatismo, as amostras analisadas foram posicionadas no diagrama Mg versus Al Total, de Nachit (1986), utilizado para discriminar biotitas de diferentes séries magmáticas (Fig. 5.146). Observa-se uma disper-



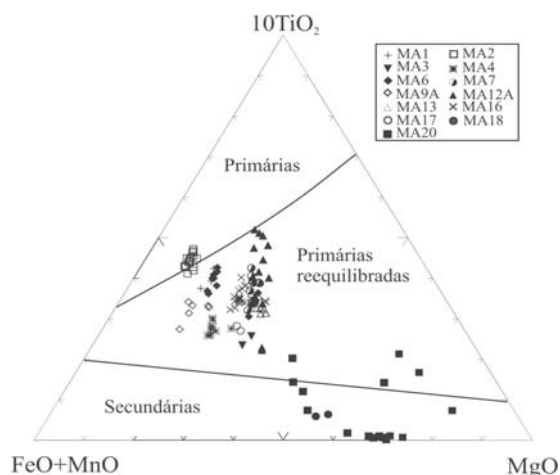


Figura 5.145 - Diagrama proposto por Nachit (1986) para biotitas de diferentes tipos de rochas. (A) campo de biotitas primárias; (B) domínio de biotitas primárias reequilibradas; (C) domínio das biotitas secundárias. Legenda dos pontos como na figura 5.144.

são de praticamente todos os tipos de biotita analisados, o que é coerente com o comportamento da biotita estudada no diagrama da Figura 5.145.

Tendo em vista a grande dispersão dos dados das biotitas do Filão do Paraíba (amostras MA20) e o fato de terem características químicas de biotita secundária, não é possível estabelecer relação entre essas biotitas e tipos de magma.

As amostras dos dois tipos de biotita do garimpo Fabinho (MA6B e MA6D) situam-se no campo de biotitas de famílias aluminopotássicas. As amostras coletadas na Suíte Paranaíta (MA12A) se dispersam entre os campos de famílias magmáticas cálcio-alcalinas e subalcalinas, enquanto que as biotitas da Suíte Nova Canaã (MA16(1)) e da Suíte Paranaíta (garimpo do Edu, MA17I), concentram-se no campo de rochas cálcio-alcalinas. Para fins de comparação com os tipos de biotita analisados no presente trabalho, o campo de plote da biotita do maciço granítico Matupá (MT) e seus fácies hidrotermalizadas (Moura, 1998) foi representado na Figura 5.146. Observa-se que as biotitas das Suítes Nova Canaã e Paranaíta têm um comportamento similar ao da biotita do granito Matupá.

Abdel-Rahman (1994) demonstrou que a composição da biotita depende da natureza do magma a partir do qual ela se cristalizou. O autor observou que os valores médios de FeO(t), MgO e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (percentual em peso) em biotitas são de 30.6, 4.4 e 11.2%, respectivamente, em suítes alcalinas; 22.1, 6.3 e 18.9%, em suítes peraluminosas e de 19.7, 11.2 e 14.9%, em suítes cálcio-alcalinas. Segundo o autor, a razão FeO(t)/MgO de bi-

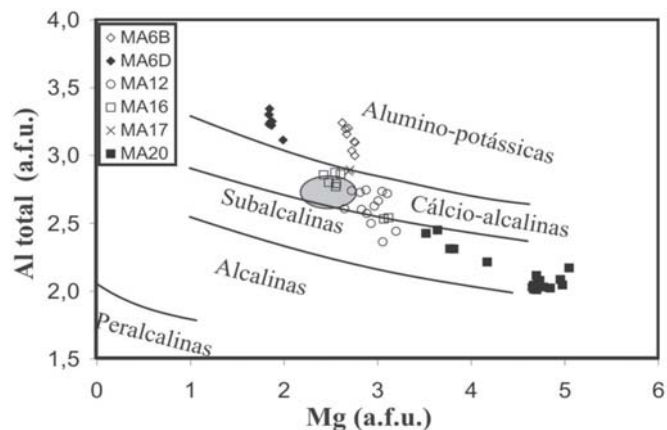


Figura 5.146 - Posição dos cristais de biotita analisados no diagrama de Nachit (1986) para distinguir diferentes famílias magmáticas com base na relação Mg versus Al. Para fins de comparação foi desenhado o campo da biotita do Granito Matupá (MT) e de suas fácies hidrotermalizadas (campo hachurado).

otitas aumenta (duplica) de suítes cálcio-alcalinas (1,76), em relação a suítes peraluminosas (3,48) e, aumenta mais ainda, em relação a suítes alcalinas (7,04).

No diagrama FeO(t) x MgO x Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fig. 5.147) os diferentes tipos de biotita analisados apresentam comportamento similar ao apresentado no diagrama da Figura 5.146, ou seja: (i) expressiva dispersão de dados da biotita do Filão Paraíba; (ii) os dois tipos de biotita do garimpo Fabinho, com características químicas semelhantes às de suítes peraluminosas; e (iii) biotita das Suítes Paranaíta e Nova Canaã e da zona do minério do garimpo Edu, homogênea e de composição de biotitas de suítes orogênicas cálcio-alcalinas, semelhante à da biotita do Granito Matupá e de suas fácies hidrotermalizadas (Fig. 5.147).

Os dados obtidos permitem distinguir três grupos de biotita:

1) biotita com teores elevados e variados de MgO, pobre em FeO, TiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, do Filão do Paraíba, com características químicas de biotita secundária, ou metamórfica, provavelmente sem relação genética com magmatismo;

2) biotita com teores elevados de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e conteúdos baixos a moderados de MgO, de modo geral, homogênea, do garimpo de Fabinho, com características químicas de suítes aluminosas, quando posicionada em diagramas que distinguem famílias magmáticas;

3) biotita composicionalmente homogênea dos garimpos Pé-de-Fora, Edu e da Suíte Nova Canaã, com teores moderados de MgO, FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub>, relativamente às demais, com caracterís-

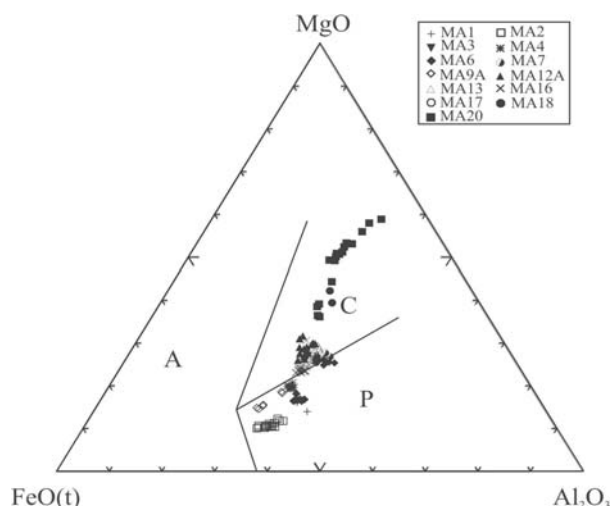


Figura 5.147 - Biotita de diferentes tipos de rocha do Projeto Juruena-Teles Pires no diagrama FeO(T) - MgO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de Abdel-Rahman (1994). (A) biotita de suítes alcalinas anorogênicas; (P) biotita de suítes peraluminosas, incluindo suítes do tipo S(P); (C) biotita de suítes orogênicas cálcio-alcalinas.

ticas químicas de biotita de suítes cálcio-alcalinas, semelhantes à biotita do Granito Matupá e suas fácies hidrotermalizadas que hospedam a mineralização de ouro do Depósito Serrinha (MT).

### 5.3.2 - Clorita

A clorita foi analisada nas amostras MA06E, MA16F, MA16G, MA17G e MA20H, coletadas respectivamente nos garimpos Fabinho, Tapajós (MA16F e G), Edu e Filão do Paraíba.

A figura 5.148 mostra a variação composicional da clorita analisada, com base na substituição entre magnésio e ferro. A clorita das amostras MA6E (Fabinho), MA16F e MA16G (Tapajós), foram classificadas como chamosita, enquanto nas amostras MA17G (Edu) e MA20H (Filão do Paraíba), a clorita possui composição de clinocloro.

#### 5.3.2.1 - Geotermômetro da clorita

A clorita é um mineral não-estequeométrico, com uma grande variação composicional, encontrado em uma grande variedade de rochas e de ambientes geológicos. Conseqüentemente, a clorita tem o potencial de registrar importantes informações acerca das condições físico-químicas em que foi formada, tornando-se um geotermômetro em potencial.

Segundo De Caritat *et al.* (1993) e Cathelineau (1988), o aumento da profundidade de soterramento da rocha, do seu grau metamórfico ou da alteração hidrotermal, têm o efeito de diminuir

os teores de Si<sup>IV</sup>, Al<sup>VI</sup> e [ ]<sup>VI</sup> e aumentar Al<sup>IV</sup>, (Fe + Mg) e S<sup>VI</sup> na estrutura da clorita.

Cathelineau & Nieva (1985) e Cathelineau (1988) obtiveram uma correlação positiva entre Al<sup>IV</sup> e T de cloritas do sistema hidrotermal Los Azufres (México), o que os possibilitou propor a utilização do Al<sup>IV</sup> da clorita como geotermômetro, de acordo com a seguinte equação:

$$T (^{\circ}\text{C}) = - 61,92 + 321,98\text{Al}^{\text{IV}} \text{ (Equação 1)}$$

Cathelineau (1988) sugeriu que a equação (1) pode ser usada como geotermômetro de aplicação geral em ambientes diagenéticos, hidrotermais e metamórficos. A aplicação do geotermômetro da clorita em diferentes ambientes tem-se mostrado satisfatória, apesar de existirem críticas e propostas de modificações da Equação 1. Não obstante, existe consenso de que o método de Cathelineau (1988) pode ser aplicado com cautela, como um termômetro semi-quantitativo, e somente em combinação com outros métodos.

O geotermômetro de Cathelineau (1988) foi aplicado nas cloritas do Projeto Juruena-Teles Pires como mais uma ferramenta para distinguir os diferentes tipos de clorita observados e para estimar a temperatura de formação das rochas hidrotermais. Os resultados obtidos encontram-se resumidos abaixo:

- Garimpo do Fabinho: 340 – 411°C;
- Garimpo do Tapajós: 290 – 370°C;
- Garimpo do Edu: 260 – 320°C;
- Filão do Paraíba: 290 – 340°C.

Em geral as temperaturas calculadas pelo método mostraram-se compatíveis com as temperaturas obtidas pelo estudo das inclusões fluidas, anteriormente discutido, validando, dessa forma, o uso desse geotermômetro na área.

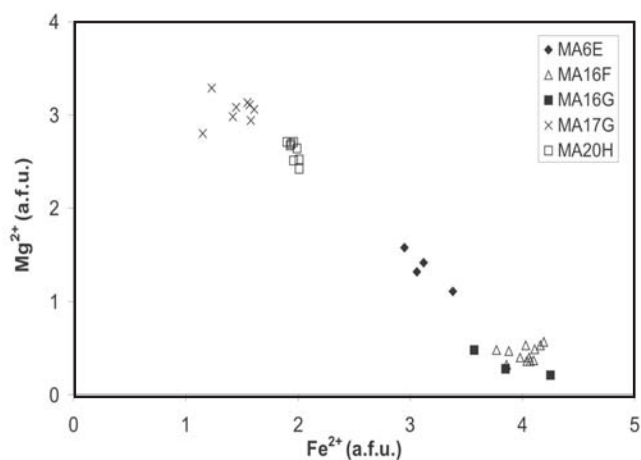


Figura 5.148 – Razão Mg<sup>2+</sup> versus Fe<sup>2+</sup> de clorita de diferentes garimpos do Projeto Juruena-Teles Pires. MA6E (garimpo de Fabinho), MA16F e 16G (garimpo Tapajós), MA17G (garimpo do Edu) e MA20H (Filão do Paraíba).

### 5.3.3 - Pirita

A pirita de todas as amostras estudadas possui composição homogênea, sendo classificada como pirita pura. Os valores de ouro existentes nas análises devem ser desconsiderados, pois decorrem de interferências entre elementos durante a calibração do equipamento.

### 5.3.4 - Calcopirita

A calcopirita de todas as amostras estudadas possui composição de calcopirita pura. Os valores de ouro existentes nas análises devem ser desconsiderados, pois decorrem de interferências entre elementos durante a calibração do equipamento.

### 5.3.5 - Ouro

O ouro livre foi identificado nas amostras MA12C (garimpo Pé de Fora) e MA20J (Filão do Paraíba), e incluso na calcopirita (Filão do Paraíba) ou na pirita limonitizada (garimpo Pé de Fora). Com o objetivo de caracterizar quimicamente o ouro e na tentativa de distinguir gerações distintas de Au, com base na sua química, procedeu-se à análise do mineral na Microsonda Eletrônica CAMECA SX50 do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, operando com 15 KV e 15 nA. Os padrões utilizados são os comercialmente fornecidos pela CAMECA. Tendo em vista o tamanho diminuto das partículas de ouro do Filão do Paraíba, inclusas nos sulfetos, não foi possível obter um resultado analítico satisfatório, uma vez que houve interferência dos elementos do hospedeiro. Os resultados obtidos, embora de baixa exatidão, indicam percentuais equivalentes de Au e Ag, apontando para uma composição do tipo *electrum*. O grão de ouro analisado no garimpo Pé de Fora possui aproximadamente 8% de Ag. Com base na definição de Boyle (1979), que estabelece o termo *electrum* quando a quantidade de Ag no ouro nativo excede 20%, o grão analisado corresponde a ouro *sensu strictu*.

### 5.3.6 - Esfalerita

A esfalerita ocorre como inclusões em pirita ou com exsoluções de calcopirita, originando a textura *chalcopyrite disease*, que, segundo Eldridge *et al.* (1988) e Vaughan & Craig (1997), pode ser produzida pela reação de esfalerita contendo Fe com fluidos clorados contendo Cu.

A análise da esfalerita do garimpo do Tapajós (MA16) apresentou teores de até 3% de Cu, o

que se deve provavelmente ao intercrescimento com calcopirita. Os conteúdos de Fe decorrem provavelmente de interferência de pirita ou calcopirita na análise.

### 5.3.7 - Arsenopirita

A arsenopirita das amostras analisadas (garimpo Fabinho) possui composição de arsenopirita pura. Os valores de ouro existentes nas análises devem ser desconsiderados, pois decorrem de interferências entre elementos durante a calibração do equipamento.

A concentração atômica de Fe nas amostras analisadas varia de 33,1 a 33,6% (Anexo III), intervalo considerado dentro da variação de composição da arsenopirita estequiométrica, que deve conter  $33,3 \pm 0,5$  % atômica de Fe (Kretschmar & Scott, 1976).

Considerando que os cristais de arsenopirita estão em equilíbrio com pirita e pirrotita, os valores de concentração atômica de As (30,7 a 32,2%) permitem estimar a temperatura de cristalização do mineral entre aproximadamente 340 e 450°C. Os valores mais próximos do mínimo são considerados mais coerentes com a paragênese mineral (metamorfismo em fácies xisto verde).

## 5.4 - Discussões e Conclusões

O conjunto dos dados obtidos em trabalhos anteriores, a exemplo de Moura (1998), JICA/MMAJ (2001), Lacerda Filho (2001), Ribeiro *et al.* (2001), Delgado *et al.* (2001), Santos (2001), Cruz (2002), Souza *et al.* (2005), dentre outros, somados aos novos dados adquiridos no âmbito do presente trabalho, conduziram a um melhor entendimento dos processos que atuaram na gênese dos depósitos primários de ouro da província aurífera Juruena-Teles Pires e de seus controles (metalotectos).

A história genética desses depósitos mostrou-se intrinsecamente relacionada à evolução do terreno, cuja compreensão é de fundamental importância em qualquer trabalho de avaliação da potencialidade metalogenética da área.

Assim, os resultados obtidos a partir da releitura dos dados pré-existentes e dos novos dados, não deixam dúvidas quanto à existência de um evento mineralizante inicial, relacionado aos fluidos tardios da evolução dos granitóides paleoproterozóicos cálcio-alcalinos, do tipo I, de ambiente de arco vulcânico, à exemplo das unidades Cuiú-Cuiú e Matupá (geradas no contexto do arco magmático Cuiú-Cuiú) e Paranaíta, Colíder, Nhandu, e Nova Canaã (geradas no contexto do arco magmático Juruena). Um evento posterior foi tam-

bém reconhecido na área, relacionado a processos metamórfico-deformacionais que afetaram o orógeno, dando origem a mineralizações tectono-controladas, geradas por fluidos metamórfico-derivados, a exemplo do que se observa nos garimpos de Gil e de Fabinho.

No tocante aos depósitos relacionados aos granitóides dos arcos Juruena e Cuiú-Cuiú, estes apresentam feições que permitem classificá-los, do ponto de vista tipológico, como *intrusion-related*, adotando, em grande parte, a proposta de classificação de Thompson *et al.* (1999) e Thompson & Newberry (2000). Dentre estas feições destacam-se:

(i) - diferentes estilos de mineralizações com venulações em *stockwork* e brechas nos depósitos alojados em intrusões, e veios extensionais tanto nos depósitos dentro quanto na periferia dos plutões;

(ii) - existência de mineralizações em veios de quartzo em fraturas extensionais, em rochas vulcânicas ácidas/intermediárias;

(iii) - presença de halos de alteração hidrotermal nas zonas mineralizadas, com o desenvolvimento de potassificação (K-feldspato) precoce, seguida de sericitização penetrativa;

(iv) - presença de zonas de sulfetação;

(v) - inclusões fluidas aquo-carbônicas com salinidades desde baixa até moderada a alta de NaCl-equiv. e temperaturas de homogeneização predominante de mesozona e, mais raramente, mais baixas, da epizona, em sua maioria interpretadas como decorrentes de mistura dos fluidos magmato-hidrotermais com meteóricos;

(vi) - presença de cristais euédricos de adularia em rochas encaixantes do garimpo do Edu, sinalizando locais veios epitermais;

(vii) - razões  $\delta^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  obtidas em pirita, variando entre 2.17 e 3.01, compatíveis com os va-

lores de sulfetos magmatos-derivados;

(viii) - razões  $\delta^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  de +10 a +15 obtidas nos veios de quartzo mineralizados, compatíveis com reservatórios de composição granítica.

Datações Ar-Ar foram realizadas em alguns halos hidrotermais desses depósitos, com o objetivo de posicionar o evento mineralizante no contexto evolutivo da área. Dentre os resultados obtidos, destaca-se o do garimpo do Trairão, no qual o método revelou a idade média de  $1.786 \pm 14$  Ma (Fig. 5.149). Esse resultado, quando comparado com a idade de cristalização ( $1.889 \pm 17$  Ma, U-Pb LA) obtida para a unidade hospedeira da mineralização (Granito Nhandu), revela uma diferença de cerca de 100 Ma. Embora tal diferença possa ter várias interpretações, é mais provável que aponte para uma história complexa de resfriamento e exumação do granito gerador dos fluidos hidrotermais.

Quanto aos dois outros depósitos do tipo *intrusion-related* nos quais foram realizadas datações Ar-Ar em muscovita/sericita dos halos de alteração hidrotermal (garimpo do Tapajós e Filão do Paraíba), os resultados revelaram claramente uma história de superimposição de eventos.

Embora ambos estejam hospedados em granitóides paleoproterozóicos e possuam um conjunto de características sinalizadoras de que as mineralizações são magmato-derivadas (fluidos tardios da evolução do magmatismo granítico), as micas analisadas geraram idades-platôs mesoproterozóicas.

No caso do garimpo do Tapajós, hospedado na unidade Suíte Nova Canaã ( $1.743 \pm 4$ , U-Pb zircão), as micas do halo de alteração forneceram idades máximas de  $1392 \pm 7$  Ma (sericita/muscovita) e de  $1.454 \pm 7$  Ma (biotita), com evidências de que a amostra perdeu argônio (Figs. 5.153 a 5.155, respectivamente). De acordo com esses

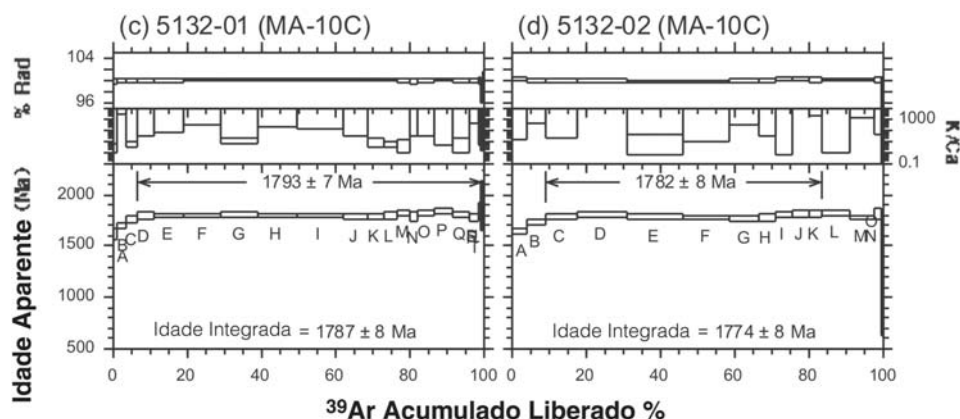


Figura 5.149 – Idades Ar-Ar de muscovita/sericita do halo de alteração hidrotermal associado aos veios do garimpo do Trairão.

dados é possível propor que a área tenha sido parcialmente afetada por um evento tectono-deformacional posterior, no qual ocorreu o rejuvenescimento isotópico, face à perda parcial de argônio. Dessa forma, as micas analisadas seriam

mais velhas que a idade Ar-Ar obtida nas mesmas. Considerando a existência de um evento colisional greenviliano (Ciclo Sunsás), tal como descrito por Scandolara *et al.* (1999) e Santos *et al.* (2000), no entorno do terreno paleoproterozóico que hos-

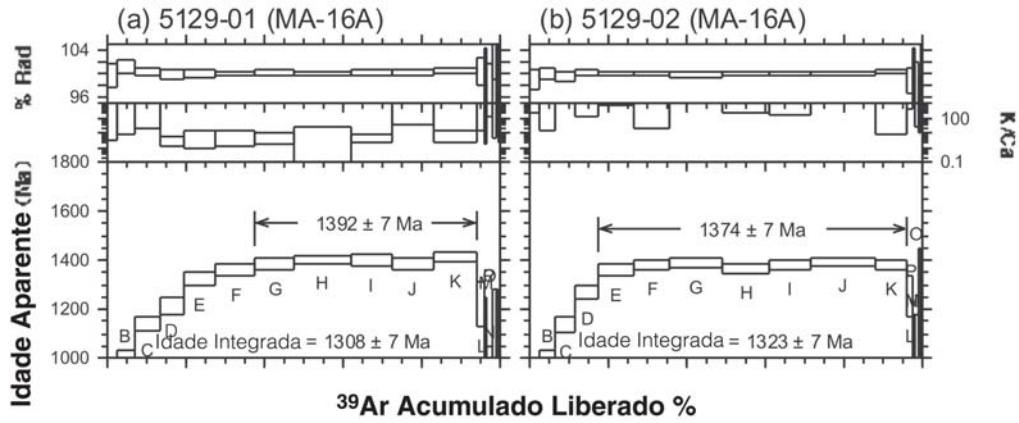


Figura 5.150 – Idades Ar-Ar de muscovita/sericita do halo de alteração hidrotermal associado a veios do garimpo do Tapajós.

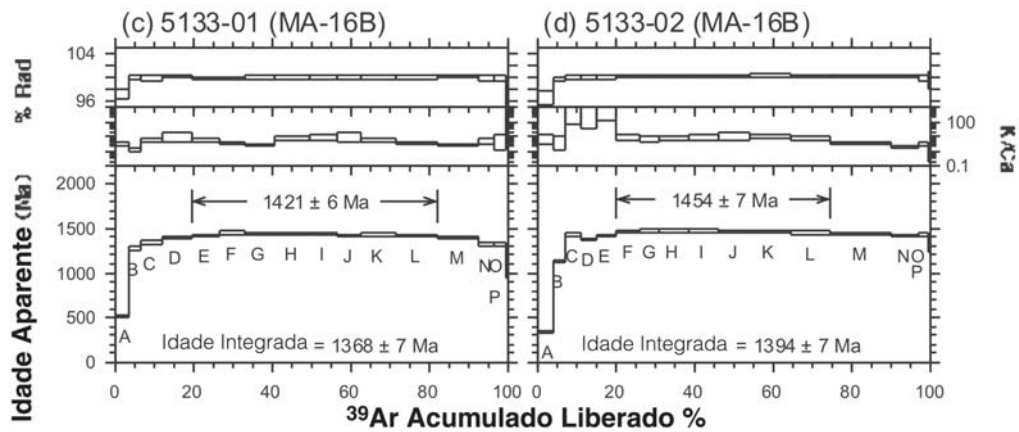


Figura 5.151 – Idades Ar-Ar de biotita do halo de alteração hidrotermal associado aos veios do garimpo do Tapajós.

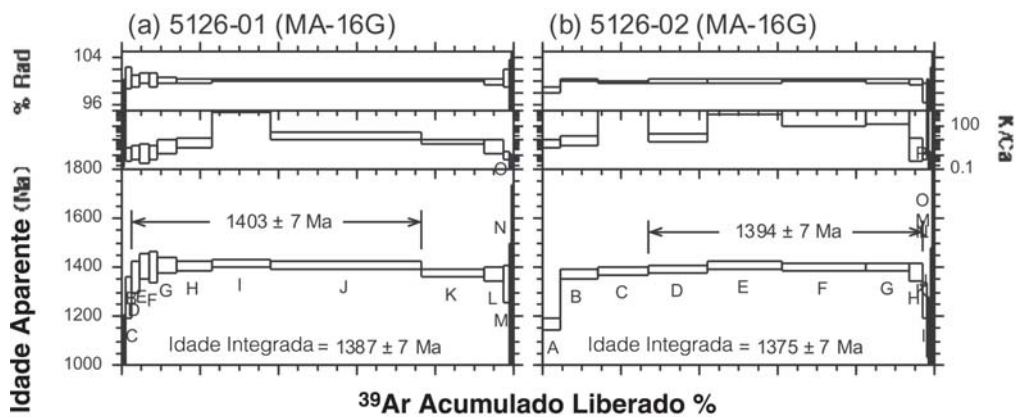


Figura 5.152 – Idades Ar-Ar obtidas em sericitas do halo de alteração hidrotermal em torno dos veios do garimpo do Tapajós.

peda a província aurífera Juruena-Teles Pires, permite-se supor que as idades Ar-Ar obtidas nas micas dos halos de alteração hidrotermal do garimpo do Tapajós, sinalizem com o efeito distal dessa orogenia nos terrenos estudados.

Situação similar se observa no Filão do Paraíba, encaixado entre rochas metabásicas, da Suíte Intrusiva Flor da Serra, e em rochas monzograníticas, miloníticas, hidrotermalizadas, da Suíte Intrusiva Matupá (Fácies 1). A Suíte Flor da Ser-

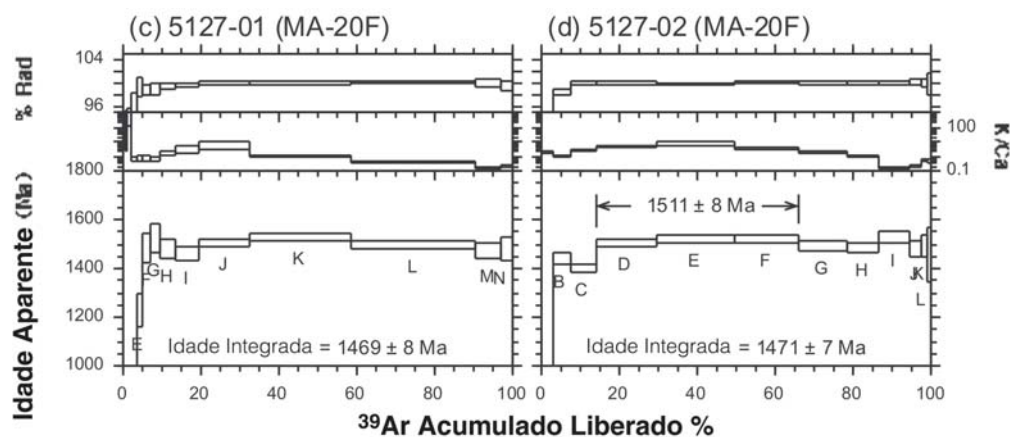


Figura 5.153 – Idades Ar-Ar de biotita do halo de alteração hidrotermal associado aos veios do Filão do Paraíba.

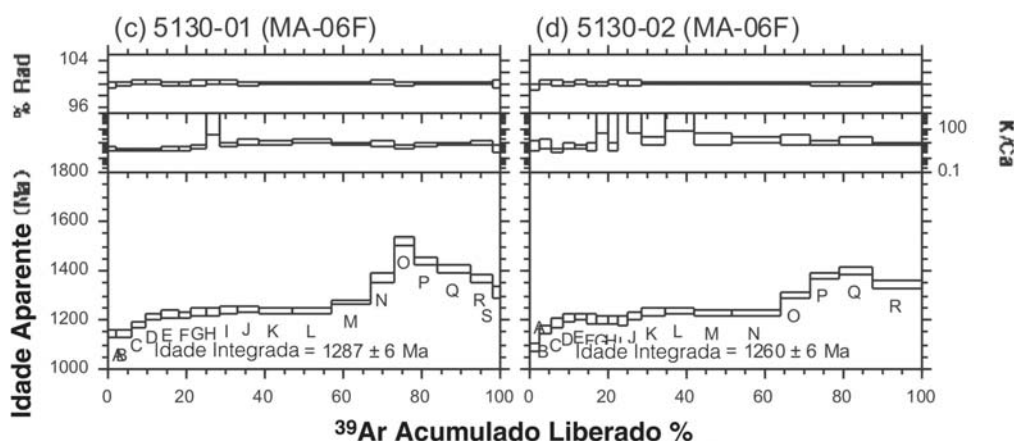


Figura 5.154 – Idades Ar-Ar de sericita da matriz dos filonitos encaixantes dos veios dos garimpos de Gil e de Fabinho.

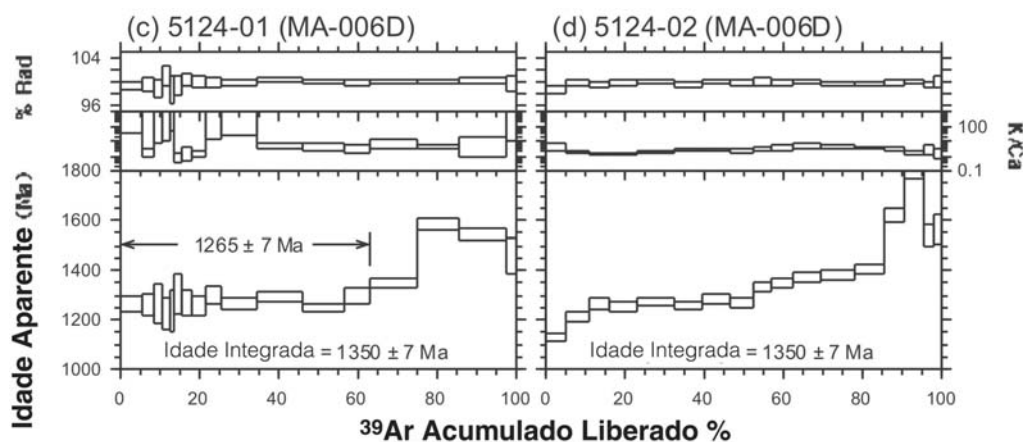


Figura 5.155 – Idades Ar-Ar de sericita da matriz dos filonitos encaixantes dos veios dos garimpos de Gil e de Fabinho.

ra, de acordo com Souza *et al.* (2005), seria correlacionável à Suíte Ingarana, a qual foi datada em  $1879 \pm 3$  Ma., pelo método U-Pb SHRIMP (Santos 2000). A Suíte Matupá, por sua vez, foi datada por Moura (1998), pelo método Pb-Pb em zircão, tendo sido obtida a idade de  $1.872 \pm 12$  Ma. Embora as encaixantes tenham idades paleoproterozóicas e a mineralização do Filão do Paraíba apresente feições inequívocas de ter sido gerada por fluidos magmato-derivados (da Suíte Matupá), a datação Ar-Ar de sericitas/muscovitas do halo de alteração hidrotermal desse garimpo, forneceu uma idade mínima de  $1.511 \pm 8$  Ma (Fig. 5.156). Aqui, mais uma vez, interpreta-se essa idade como um reflexo do rejuvenescimento isotópico da área, face aos efeitos tectonotermiais da orogenia Sunsás.

O exposto evidencia que parte significativa das mineralizações auríferas da província Juruena-Teles Pires foram geradas por fluidos oriundos da evolução do magmatismo granítico, cálcio-alcalino, do tipo I, dos arcos Cuiú-Cuiú e Juruena, tendo sido posteriormente retrabalhadas pelos efeitos tectonotermiais do Ciclo Sunsás.

Além desse modelo de mineralização, estão também presentes na área depósitos auríferos do tipo *orogenic-gold*, seguindo o conceito de Groves *et al.* (1998). Os garimpos de Gil e de Fabinho, hospedados em rochas metavulcanossedimentares do Grupo São Marcelo Cabeça, são exemplos de depósitos dessa natureza na área estudada.

Tais depósitos apresentam-se fortemente controlados pela tectônica, com veios dobrados e não dobrados, boudinados, encaixados em zonas de cisalhamento geradas em regime eminentemente dúctil. O estudo das inclusões fluidas dos veios de quartzo aponta para um fluido composicionalmente homogêneo, aquoso, pertencente ao sistema  $H_2O-NaCl-CaCl_2$ , com salinidade quase nula, com valores variáveis de temperatura de homogeneização total. A baixa salinidade sinaliza com a ausência de contribuição magmática na composição do fluido e os diferentes valores de  $T_H$  podem ser decorrentes da mistura com fluidos meteóricos. O conjunto de dados obtidos permite interpretar o fluido que deu origem aos veios mineralizados dos

garimpos de Gil e do Fabinho como de origem metamórfica, gerados a partir de reações de devolatilização das rochas do orógeno, em resposta ao aumento dos gradientes térmico e bórico impostos pelo metamorfismo. A interação desses fluidos com as rochas encaixantes promoveu reações diversas, com o desenvolvimento de zonas de silicificação, sericitização, biotitização, turmalinização, sulfetação e ferro-cloritização.

Sericitas da matriz de filonitos encaixantes dos veios mineralizados foram submetidas a datação Ar-Ar. Os resultados obtidos (Fig. 5.157) revelam que essas micas se cristalizaram ou resfriaram abaixo da temperatura de bloqueio do Ar, numa idade acima de 1400 Ma., e foram submetidas a um reaquecimento ou recristalização parcial por volta de 1.200-1.300 Ma.

Resultado similar foi obtido em sericitas de outra amostra de filonito da área do entorno dos garimpos de Gil e de Fabinho, na qual se observa que os dois grãos analisados definem um segmento plano (pseudo-plateau) de baixa temperatura, que ascende na direção de degraus de temperatura mais elevada (Fig. 5.158). Este tipo de espectro sugere que a amostra tenha sido cristalizada/resfriada em idade acima de 1600 Ma., e recristalizou por volta de 1.250-1.300 Ma.

Embora os resultados não apontem com clareza a idade de geração dos veios mineralizados, permitem concluir que as encaixantes nos garimpos de Gil e Fabinho foram afetadas pelo ciclo orogenético Sunsás. À essa informação somam-se os demais dados da área, com destaque para o controle tectônico dúctil dos veios, o predomínio de veios dobrados e boudinados (que apontam para uma colocação sin-deformação), e a assinatura metamórfica dos fluidos geradores. Esse conjunto de dados permite propor que tais veios tenham sido gerados durante os eventos da orogenia greenvilliana que afetou a área. De antemão, sugerimos a realização de futuros trabalhos de detalhe nos garimpos em questão, com o intuito de comprovar (ou não) a hipótese levantada, a qual, caso verdadeira, aumenta significativamente o potencial metalogenético da área como um todo.

## 6 – Levantamentos Geoquímicos

Maisa Bastos Abram  
Maria da Glória da Silva

### 6.1 - Revisão de trabalhos anteriores

Dentre os trabalhos de prospecção geoquímica até então executados na Província Aurífera Juruena-Teles Pires, destacam-se os levantamentos, em escala regional, realizados pela CPRM, no âmbito do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), e os levantamentos, em escala de detalhe, realizados pela JICA (2000, 2001).

Os levantamentos geoquímicos de detalhe por amostragem de solo realizados pela JICA (2000, 2001), abrangeram quatro áreas, denominadas de Blocos B e C, associados a rochas da Suíte Paranaíta, e blocos F e G, localizados à norte da Folha Vila Guarita (Fig. 6.1), fora da área do Projeto Alta Floresta. De acordo com a projeção para norte das unidades litoestratigráficas definidas por Souza *et al.* (2005), na Folha Vila Guarita (Projeto Alta Floresta), em combinação com dados geocronológicos obtidos pela JICA (2000, 2001), os blocos F e G estariam possivelmente associados a rochas da Suíte Intrusiva Juruena, do Granito Nhandu e da Suíte Matupá (Fácies 4).

Nos quatro blocos pesquisados pela JICA, a análise multielementar de amostras de solo resultou na delimitação de zonas anômalas em ouro. Nos blocos B e C, onde as mineralizações de ouro ocorrem como veios de quartzo em zonas de cisalhamento, observou-se uma fraca relação entre Au e Cu (JICA, 2000, 2001). Já nos blocos F e G, onde as mineralizações se relacionam a granitos com alteração hidrotermal e ricos em sulfeto, aparentemente sem controle estrutural, foram observadas fortes associações entre Au e Cu (JICA, 2000, 2001). Os autores descrevem as mineralizações do bloco G como similares a jazimentos de ouro do tipo pórfiro. Isto é compatível com a presença de Cu associado e abre a perspectiva da eventual presença de zonas mais ricas em cobre (cobre do tipo pórfiro), em ambiente mais profundo, relativamente à zona mineralizada em ouro.

De 2001 a 2005 foram realizados levantamentos geoquímicos regionais no âmbito do Projeto Alta Floresta (Araújo, 2001; Souza *et al.*, 2005), com a coleta de amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia, em uma área de aproximadamente 72.000 km<sup>2</sup>, englobando as Folhas Alta Floresta, 24 de Maio, Vila Guarita e São João da Barra (Fig. 6.2). O levantamento geoquímico

foi realizado de uma forma sistemática, numa malha de, aproximadamente, 1 amostra para cada 15 km<sup>2</sup>, tendo-se evitado áreas com atividade garimpeira, em função de prováveis contaminações.

Segundo Araújo (2001), foram coletadas 1.224 amostras de sedimento de corrente, as quais foram analisadas, por ICP, tendo sido analisados 24 elementos, e para ouro por ICP, com pré-concentração por Fire Assay (Tabela 6.1). As amostras de concentrado de bateia (1.153 amostras) foram submetidas a análise mineralógica semi-quantitativa. Os resultados analíticos obtidos permitiram a delimitação de algumas áreas anômalas, com destaque para os elementos Au, As, Cu, Pb e Zn.

Segundo Souza *et al.* (2005), os resultados obtidos a partir das análises de sedimentos de corrente revelaram concentrações de Au de 1 a 5102 ppb, com concentração média de 45 ppb, enquanto a quantidade de pintas variou de 1 a 260. A correlação entre os valores mais elevados de ouro, em amostras de sedimento de corrente, mostrou uma correspondência elevada com os dados obtidos na contagem de pintas no concentrado de bateia. Segundo Araújo (2001), os valores mais elevados de pintas de ouro no concentrado encontram-se ao norte da cidade de Paranaíta.

O tratamento dos dados de geoquímica de superfície, no Projeto Alta Floresta, envolveu o cálculo (com base na média aritmética e no desvio padrão aritmético) das zonas anômalas de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem, as quais foram representadas em mapas de distribuição. No presente trabalho, foi dado destaque para os mapas de distribuição das zonas anômalas em Au, As, Cu, Pb, Zn e Fe (Figs. 6.3 e 6.4), compilados a partir do trabalho original de Araújo (2001). As zonas produtoras de ouro da área de estudo encontram-se bem ressaltadas no mapa de distribuição de Au gerado a partir do levantamento geoquímico. Dentre as 22 áreas delimitadas como zonas anômalas para ouro, 12 circunscrevem os principais pólos produtores da região, conforme destacado em Souza *et al.* (2005): 1 -Pólo Juruena-Novo Astro; 2-Pólo Apicás-Novo Planeta; 3-Pólo Paranaíta; 4- Pólo Trairão; 5-Pólo Alta Floresta; 6- Pólo Peixoto de Azevedo; 7-Pólo Vila União do Norte; 8-Pólo Figueira Branca; 9- Pólo Canaã; 10- Pólo Cabeças; 11-Pólo Mogno-Rato e 12-Pólo Nova Santa Helena . As zonas anômalas para ouro descrevem dois principais corre-



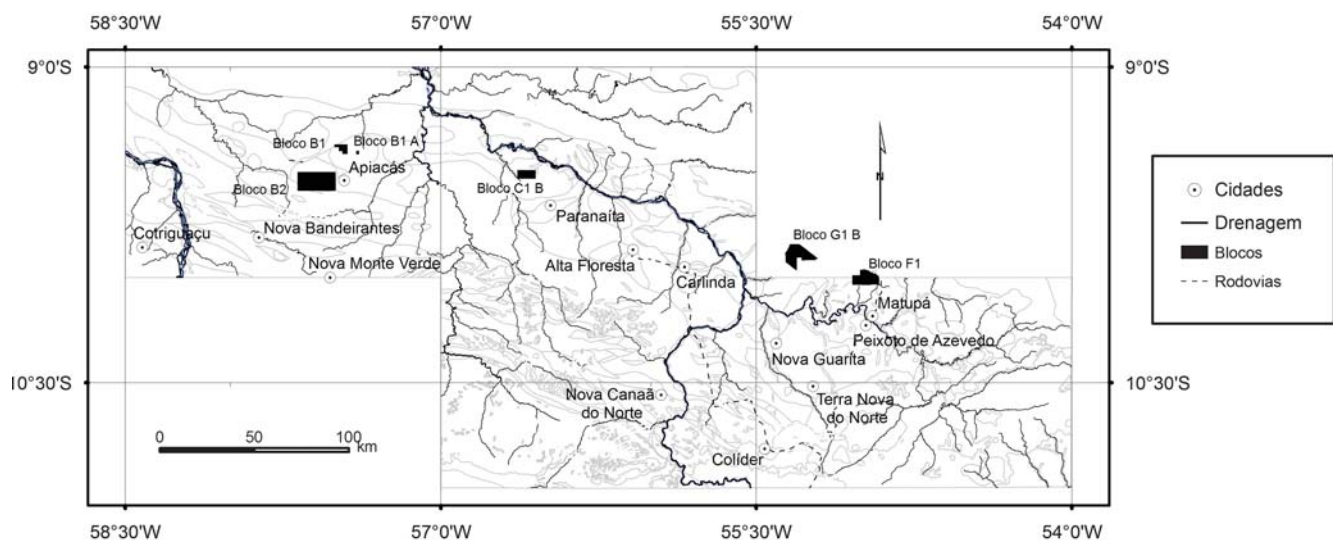


Figura 6.1 - Localização dos Blocos B, C, F e G estudados pela JICA (2000, 2001).

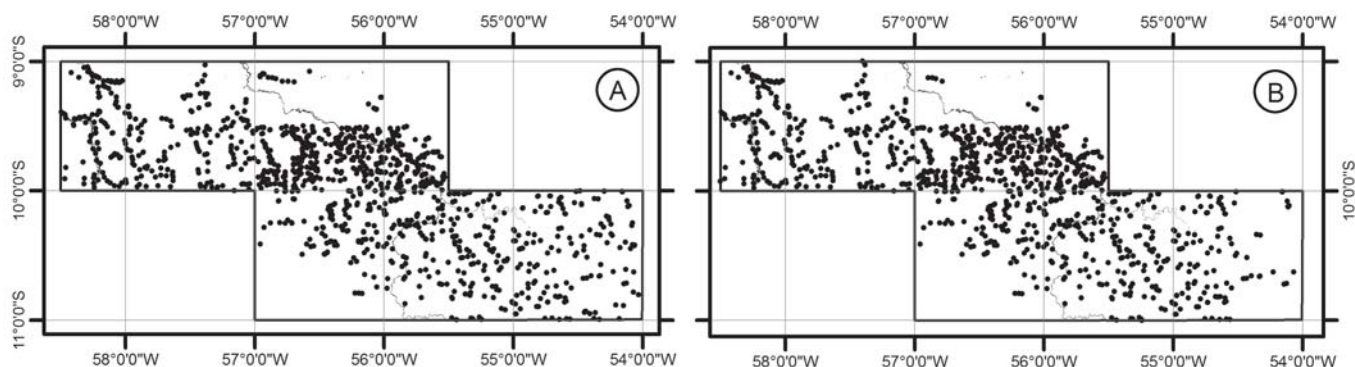


Figura 6.2 – Distribuição das amostras de sedimento de corrente (A) e de concentrado de bateia (B) coletadas pelo Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

Tabela 6.1 – Elementos analisados nas amostras de sedimento de corrente coletadas no Projeto Alta Floresta (Araújo, 2001; Souza et al., 2005).

Elementos	Limite inferior de sensibilidade	Método
Au	5 ppb	Fire Assay + ICP
Cu, Zn, Ni, Co, Mn, Ba, Cr, V, La, Sr, Y, Li, Nb	1 ppm	ICP (digestão em água régia)
Pb, Ga	2 ppm	
As, Sc	5 ppm	
Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti	0,01%	

dores de concentração: um ao norte e outro a sul/leste, ambos contornando o chamado alto estrutural de Alta Floresta (Silva et al., 1980). Apenas no pólo do Cabeça, que contém os garimpos de Gil/Fabinho, foram registradas anomalias de As.

## 6.2 - Modelagem dos dados geoquímicos

Do ponto de vista conceitual, mineralizações de ouro do tipo orogenético (*orogenic gold*), relacionadas a fluidos metamórficos, estão mais fre-

quentemente associadas a As, enquanto mineralizações de ouro relacionadas a fluidos magmático-derivados (*porphyry type*) associam-se com frequência ao Cu. Tomando esse conceito como base, foram feitos alguns ensaios de combinação entre as zonas geoquimicamente anômalas, tal como definidas no Projeto Alta Floresta, e as áreas-alvo estudadas no presente trabalho. Estes ensaios visam subsidiar ao modelamento metalogenético da área (Capítulo 8 deste relatório) e todos os dados geoquímicos utilizados foram extraídos do Projeto

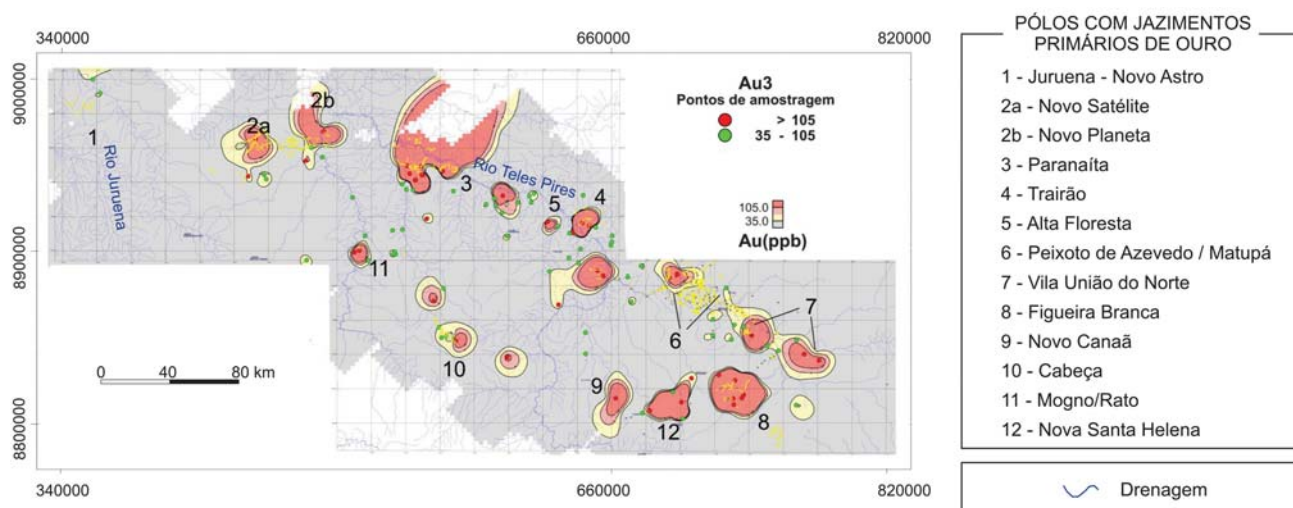


Figura 6.3 - Mapa interpretativo do ouro em sedimentos de corrente e pintas de ouro em concentrados de batéia. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

Alta Floresta (Souza et al., 2005).

Utilizando os conceitos da Lógica Fuzzy, combinou-se as zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem, definidas nos mapas de distribuição de Au, com as zonas anômalas dos mapas de distribuição do As, pelo operador AND (operador que descreve uma intersecção). Tal combinação resultou na geração de um mapa de favorabilidade Au-As (Fig. 6.5), o qual revelou a existência de 4 áreas, onde existe a intersecção entre zonas anômalas de Au e de As, sendo que duas dessas áreas configuram zonas de alta favorabilidade: uma, associada à unidade Granito Nhandu, e outra, associada a uma zona de falha circunscrita a rochas da unidade Granito Teles Pires. A intersecção entre os dois temas selecionou também a área de ocorrência dos garimpos de Gil e de Fabinho, muito embora com um grau de favorabilidade menor.

O mesmo tipo de combinação foi realizada entre as zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem, definidas nos mapas de distribuição do Au, com as zonas anômalas dos mapas de distribuição do Cu, utilizando-se o operador AND. O mapa de favorabilidade Au-Cu gerado (Fig. 6.6) revelou a existência de duas áreas com alta favorabilidade para essa associação. Tais áreas estão associadas a

rochas das unidades Granito Nhandu, Suite Intrusiva Matupá, Suite Intrusiva Paranaíta e Vulcânicas Colíder, ou seja, granitóides porfiríticos e vulcânicas cálcio-alcalinas, gerados em ambiente de arco vulcânico e, conseqüentemente, com elevada potencialidade para a presença tanto de mineralizações de Cu±Au do tipo pórfiro quanto de mineralizações de Au epitermais. Na zona anômala associada a rochas da unidade Vulcânicas Colíder observa-se a presença dos garimpos de ouro de Crentes e Álvaro Tavares, onde foram descritas mineralizações de Au em fraturas extensionais, tipo *stockwork*. A área dos garimpos de Gil e do Fabinho, caracterizados como depósitos estruturalmente controlados, do tipo *orogenic gold*, também foi selecionada pelo tema de favorabilidade para a associação Au-Cu, entretanto com um grau de favorabilidade inferior.

As áreas anômalas das associações Au-Cu e Au-As são, em grande parte, coincidentes. Por outro lado, a associação Au-As ocorre em outras áreas anômalas não definidas pela associação Au-Cu. Em parte das áreas anômalas delineadas por ambas as associações não são conhecidas mineralizações de ouro, mas podem constituir alvos potenciais a serem investigados.

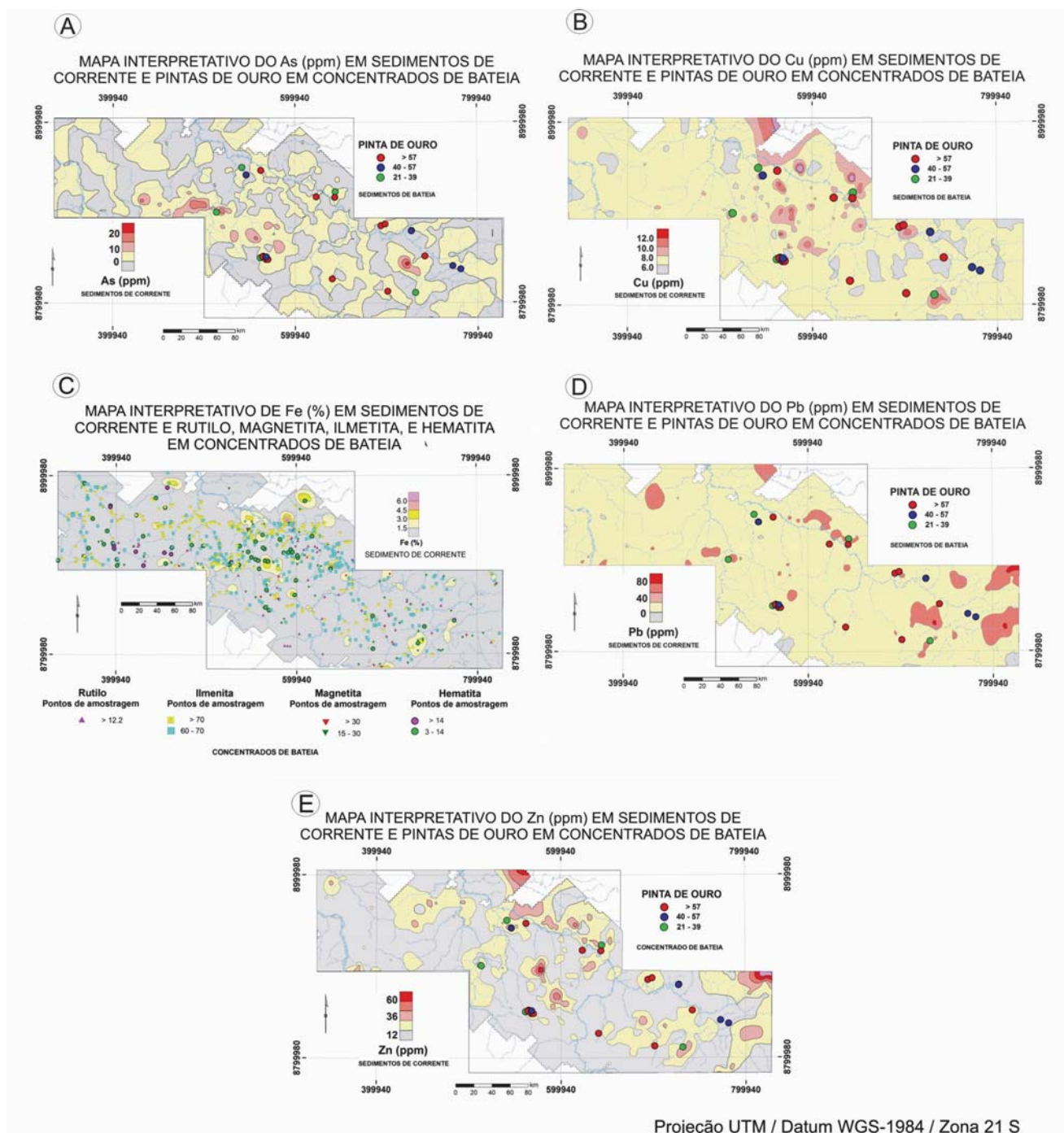


Figura 6.4 – Mapas de distribuição dos valores de As, Cu, Fe, Pb e Zn, com destaque para áreas anômalas. Fonte: Projeto Alta Floresta (Souza et al., 2005).

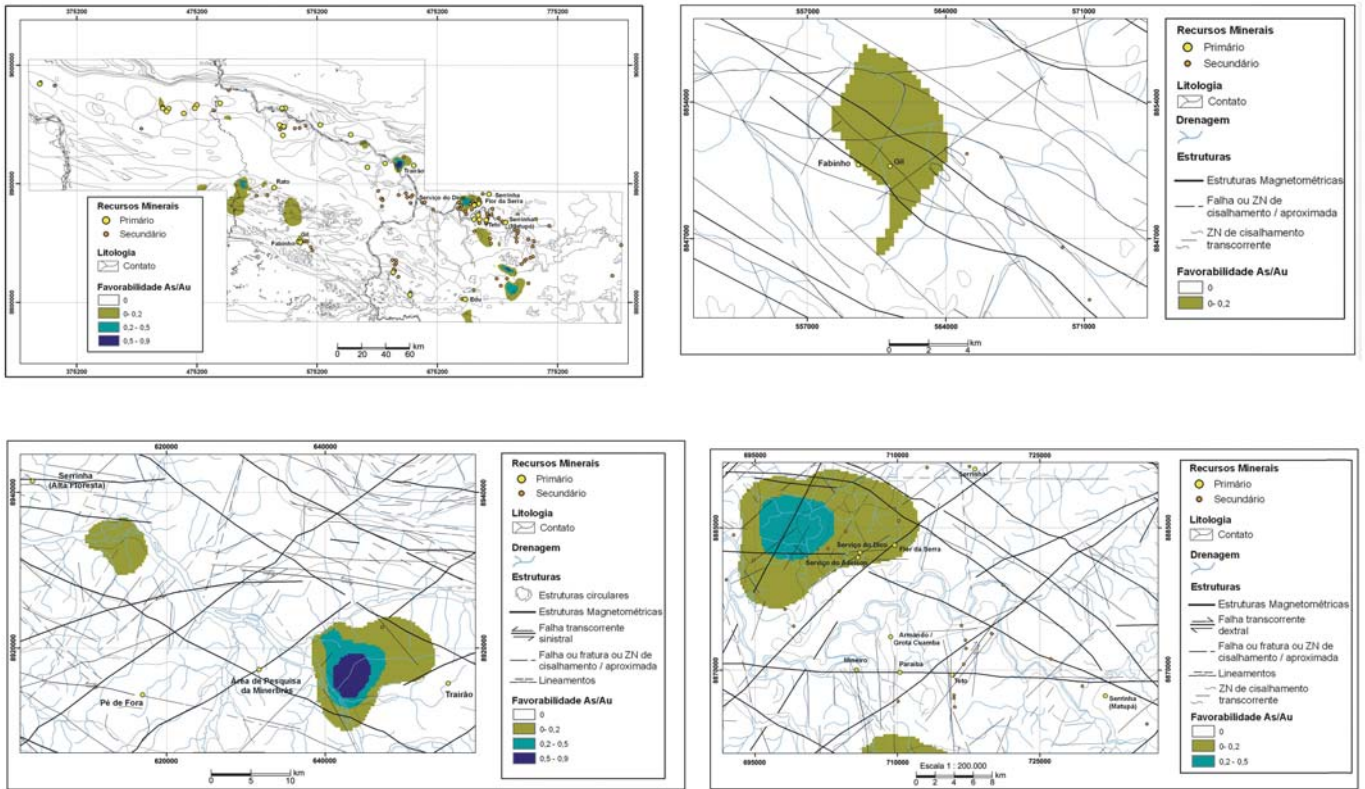


Figura 6.5 – Mapa das zonas de combinação Au-As, para toda a área, com detalhe em regiões específicas.

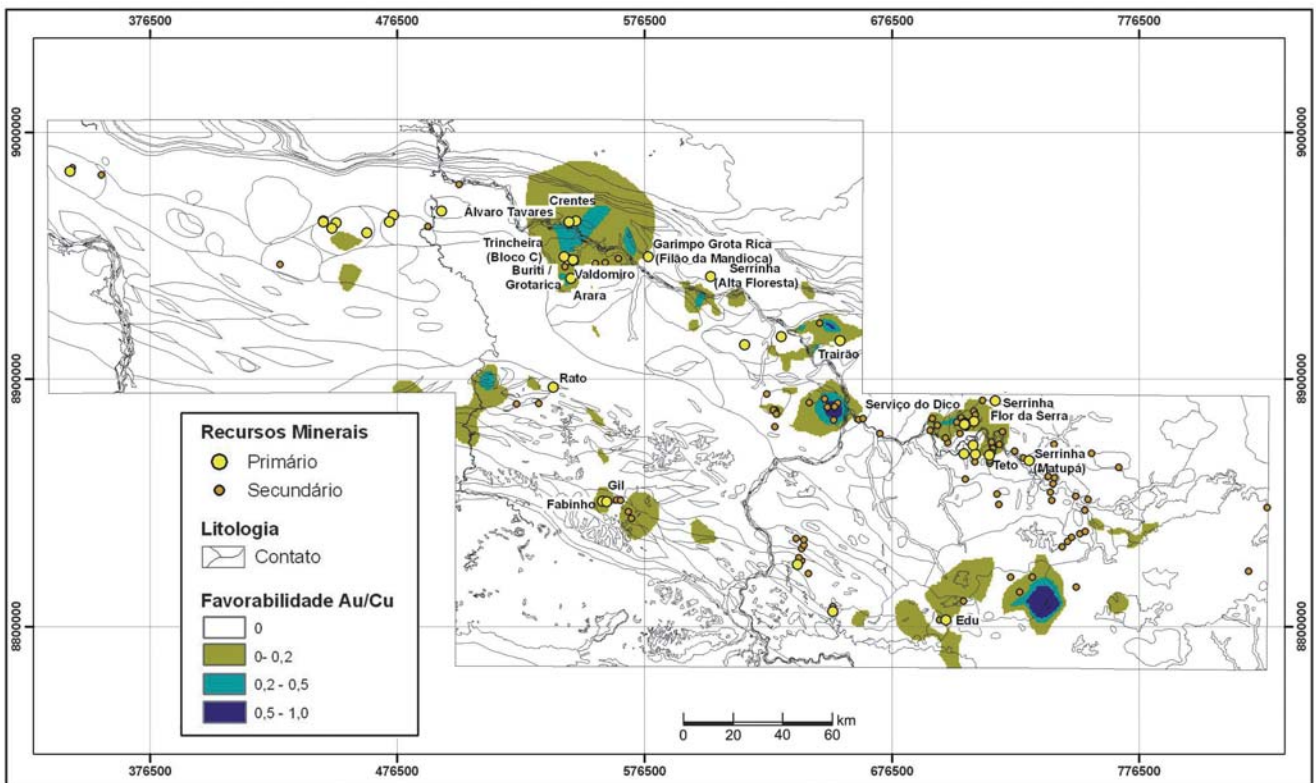


Figura 6.6 – Mapa de distribuição da combinação Au-Cu.

## 7 - Mapeamento Multiespectral das Alterações Hidrotermais

David Brito de Cerqueira  
Maise Bastos Abram

### 7.1. Introdução

Dados multiespectrais e hiperespectrais constituem uma ferramenta útil em diversas áreas de conhecimento da geologia, com destaque para o mapeamento de zonas de alteração hidrotermal associadas com depósitos minerais, a exemplo dos trabalhos de Souza Filho *et al.* (2003), Crósta *et al.* (2003), Ducart *et al.* (2005) e Perrota *et al.* (2005). Na Província Aurífera Juruena-Teles Pires as observações de campo e petrográficas destacaram a íntima e constante relação entre específicas paragêneses de alteração hidrotermal e áreas mineralizadas com ouro, o que justifica a utilização dessa ferramenta.

No presente capítulo serão apresentados os dados de campo e de estudos petrográficos das zonas de alteração hidrotermal observadas em garimpos, os resultados das análises espectrorradiométricas e a descrição das técnicas de mapeamento hiperespectral aplicadas às imagens multiespectrais do sensor Aster (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*). Os resultados obtidos, com o uso desta ferramenta, nas áreas selecionadas, são confrontados com os dados geológicos existentes, permitindo o reconhecimento de áreas com potencialidade para mineralizações de ouro com paragêneses de alteração hidrotermal similares às estudadas e descritas no capítulo 5.

### 7.2. Sensoriamento Remoto Multiespectral

O processamento digital de imagens multiespectrais do sensor ASTER foi feito com emprego do método de Ducart *et al.* (2005) e Crósta (2006), o qual se baseia na espectrometria de reflectância, que mede a componente de energia refletida por um dado material, em contraposição às ener-

gias emitidas e absorvidas.

As ações executadas obedeceram a seguinte seqüência: (a) medidas espectrorradiométricas em laboratório das amostras coletadas em campo; (b) composição de biblioteca espectral; (c) estudo das respostas espectrais obtidas nos garimpos estudados (vide Capítulo 5); (d) conversões e correção atmosférica das imagens ASTER selecionadas; (e) análise espectral da imagem e (f) mapeamento espacial pela técnica SAM (*Spectral Angle Mapping*) e MTMF (*Mixture-Tuned Matched Filtering*). Este procedimento visou mapear as zonas de alteração hidrotermal no entorno dos garimpos, inseridas em cenas de baixa densidade de vegetação e com qualidade razoável para aplicação da análise. A Figura 7.1 e a Tabela 7.1 apresentam as imagens utilizadas.

As imagens listadas na Tabela 7.1 possuem 14 bandas espectrais do visível e do infravermelho termal do espectro eletromagnético. Destas, foram utilizadas as bandas de 4 a 9, que abrangem o espectro de 1,6 a 2,4  $\mu\text{m}$  (SWIR).

A correção atmosférica visou diminuir a absorção e o espalhamento da radiação disponível para o sensor e provocado por partículas e gases da atmosfera (Ducart *et al.* 2005). Sem este procedimento, a comparação entre a reflectância medida no *pixel* e a medida nas amostras em laboratório seriam incompatíveis e impediria a análise espectral. A técnica foi aplicada por meio do aplicativo *Flash*, do *software Envi*.

A biblioteca espectral foi composta a partir de medidas em amostras coletadas durante o projeto e em outras da litoteca do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.* 2005). As medidas espectrais foram realizadas no laboratório de Sensoriamento Remoto do Instituto de Geociências da UNICAMP, cujo equipamento (Fig. 7.2) mapeia o intervalo de 0.35 a 2.5 mm. Foram examinadas 90 amostras e

Tabela 7. 1 – Cenas utilizadas na análise espectral.

Garimpo	Cena Áster
Trairão	AST_L1B_00308292006140711_20070127003000_9882
Tapajós	AST_L1B_00308292006140729_20070127002850_9239
Pé de Fora	AST_L1B_00305032004140734_20070130103933_13325
Filão do Paraíba	AST_L1B_00307282006140725_20070127005252_15199
Edu	AST_L1B_00307282006140734_20070127005252_15201
Gil/Fabinho	AST_L1B_00308302004141310_20070130104033_13729

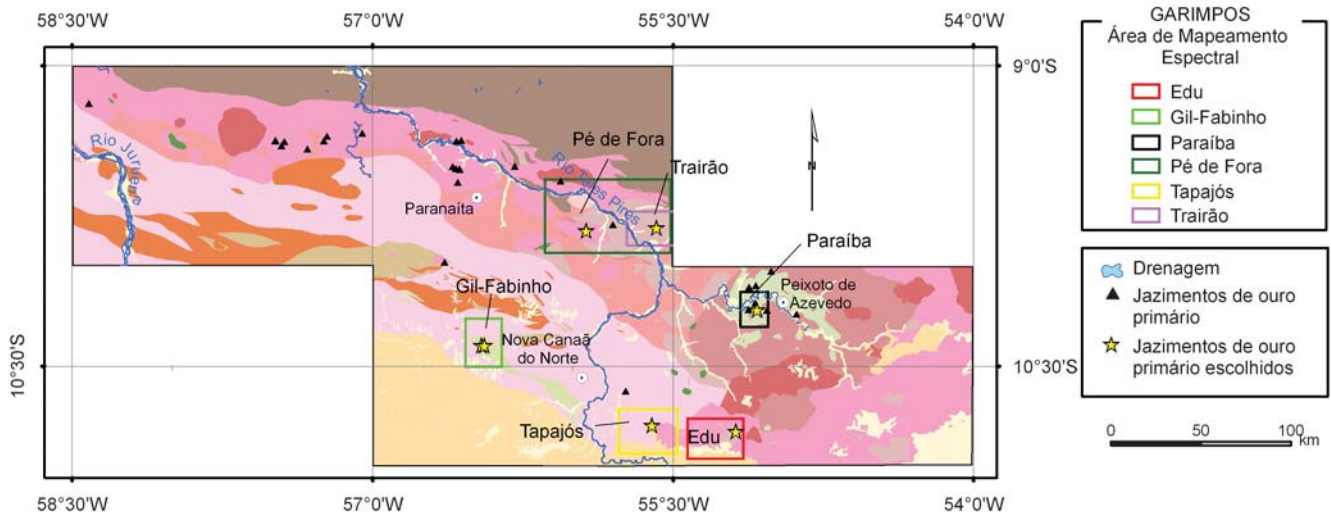


Figura 7.1 – Localização das áreas selecionadas para o mapeamento multiespectral de alterações hidrotermais.



Figura 7.2 - Espectrorradiômetro utilizado para análise das amostras.

gerados 140 espectros. A análise espectral apresentada no capítulo 5 também descreve os garimpos que ocorrem nas cenas analisadas e, naquela análise foram obtidos os espectros de referência de tipos de alteração hidrotermal que ocorrem nos garimpos. Com os espectros de referência buscou-se identificar na imagem, no entorno de cada garimpo, *pixels* de resposta espectral similar, os quais, quando reconhecidos, foram escolhidos como área de treinamento (*endmembers*) e, posteriormente, aplicados na classificação da imagem.

No mapeamento espectral foram utilizadas as técnicas SAM e MTMF. Segundo Crósta (2006), o mapeamento espacial pela SAM envolve a aplicação do algoritmo que mede a similaridade espectral entre um *pixel* e um ou mais espectros de

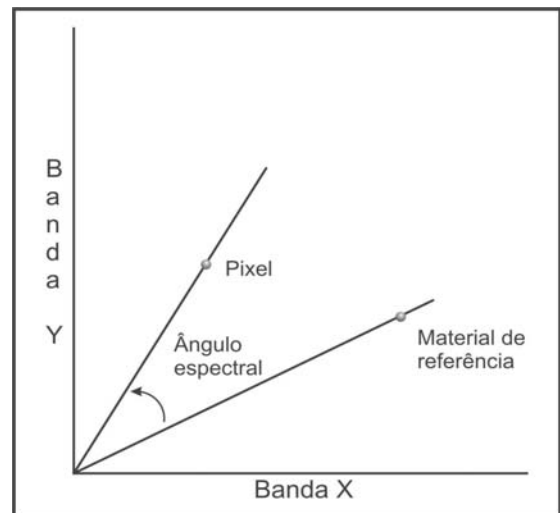


Figura 7.3 – Relação entre o espectro medido de cada pixel, para as bandas existentes, e um dado espectro nas medidas efetuadas com a técnica SAM (Spectral Angle Mapping). Os dois vetores são ligados à origem de uma feição num espaço *n*-dimensional. O ângulo espectral representa a relação entre os dois vetores descritos.

referência, pelo cálculo do ângulo entre ambos (Fig. 7.3). No mapeamento pela MTMF, o algoritmo permite selecionar os *pixels* mais prováveis de pertencer à classe do *endmember* pela maximização da resposta espectral destes, com a supressão da resposta dos demais materiais da cena.

Os resultados serão descritos por garimpo, uma vez que cada um foi mapeado com espectros diferentes. Nas cenas onde há garimpos, o mapeamento espectral resultou em um gradiente, variável de fraco a forte, indicador da maior ou menor favorabilidade de ocorrência de paragêneses de

alteração hidrotermal.

### 7.2.1 Garimpo Filão do Paraíba

Para a análise espectral e classificação da cena ASTER na área do Filão do Paraíba (Fig. 7.4) utilizou-se os espectros das amostras MA20G, MA20I e MA20H, representativas de alteração filíca com predomínio de muscovita/sericita. Também empregou-se os das amostras MA20A, MA20D e MA20C, com paragênese clorita + epidoto + sericita e que define a alteração propilítica. Como *endmembers* foram utilizados os *pixels* mais próximos da cava do garimpo e que possuíam o espectro aproximado aos da biblioteca de referência. A análise foi feita mediante a interpretação visual e teste com o *Spectral Analyst* do *software* Envi 4.2 com emprego dos algoritmos SAM e SFF (*Spectral Feature Fitting*), auxiliado pela técnica de mistura espectral. Os resultados mostraram que o maior escore de classificação resultou da combinação das amostras MA20A, 20C e 20D, a qual foi adicionada à biblioteca e utilizada como *endmember* sob o nome MA20A\_C\_D.

Para evitar confusões entre as prováveis áreas de ocorrência da paragênese de alteração hidrotermal e as de vegetação, água e nuvens, selecionou-se *endmembers* que participaram da classificação, com o auxílio do módulo *Spectral Hourglass Wizard* do Envi. Este mecanismo auxilia no processo pois executa automaticamente as etapas de classificação.

Após a classificação, foi gerado um mapa de abundância. O procedimento foi aplicado à imagem SAM, representante do *endmember* MA20A\_C\_D, mediante ajuste de histograma, com o objetivo de selecionar as áreas com a maior probabilidade de presença do tipo de alteração hidrotermal representada por aquela mistura. Ao final aplicou-se um gradiente de cor para facilitar a análise dos resultados.

O mapeamento da alteração hidrotermal propilítica e filíca no Filão do Paraíba apontou favorabilidade média a forte. As áreas mapeadas são paralelas ao contato entre as suítes Matupá e Flor da Serra (Fig. 7.5), e dispõem-se segundo o *trend* N-S da estrutura e dos veios mapeados por Barros (1994) e Souza *et al.* (2005). As zonas de alteração hidrotermal, ricas em sílica, óxidos de ferro, clorita e sericita do garimpo de Armando/Grota Cuamba, hospedado por uma falha N60°W que corta a Suíte Matupa, também foram reconhecidas no método. Outras áreas com o mesmo padrão de alteração foram delineadas e, em grande parte, se alinham a estruturas NW-SE ou NE-SW. Ao lançar os centróides de áreas requeridas

para lavra garimpeira de ouro observa-se a coincidência com os padrões de alteração hidrotermal mapeados por espectrorradiometria (Fig. 7.6).

### 7.2.2 Garimpo Tapajós

Neste garimpo foram utilizados os espectros das amostras MA16, MA16A a 16F e MA03H, a última representante do espectro obtido em amostras do garimpo de Papagaio, encaixado em rocha vulcânica da Suíte Colíder. Pela classificação espectral, os espectros das amostras MA16F e MA03H são mais significativos na área de estudo.

A amostra MA16F é de intensa sericitização e possui 657 ppm de ouro (657 ppb) e, por isto, representa a zona do garimpo e seu espectro foi utilizado como *endmember*. Embora a amostra MA03H, que representa mistura de illita + clorita + muscovita, não pertença ao garimpo Tapajós, foram detectados vários *pixels* com espectro semelhante ao desta amostra nas adjacências do garimpo e, por isto, o seu espectro foi adicionado à biblioteca de referência do garimpo Tapajós.

Neste garimpo, o método de classificação por MTMF forneceu os melhores resultados. Tanto a alteração sericitica quando a mistura de illita+clorita+muscovita foram mapeados e os resultados constam das figuras 7.7 a 7.9. Algumas associações de alteração hidrotermal com estruturas ou suas intersecções foram mapeadas por espectrorradiometria e estão evidenciadas na Figura 7.9 e são aqui consideradas como áreas potencialmente favoráveis para a mineralizações auríferas e candidatas a futuros detalhamentos.

### 7.2.3 Garimpo do Trairão

No mapeamento espectral do garimpo Trairão utilizou-se as amostras MA10A, MA10B, CC67E e CC67J, portadoras do espectro muscovita/sericita característico de alteração filíca, e a amostra MA10C, com a mistura muscovita/sericita + epidoto. Dentre estas, as amostras MA10A e MA10C melhor representam o padrão espectral da área do garimpo e, em vista disso, foram usadas como *endmember* na classificação espectral. Após a classificação, o melhor resultado foi obtido com a amostra MA10C pelo método SAM, o qual, além de delinear a área do garimpo, possibilitou identificar outras áreas com alteração hidrotermal sugestivas da presença de ouro, algumas delas com garimpos cadastrados (Fig. 7.10).

No quadro de detalhe da figura 7.10 observa-se que o centróide do garimpo situa-se fora da zona de alteração hidrotermal mais intensa, destacada pela área em vermelho. Entretanto, du-

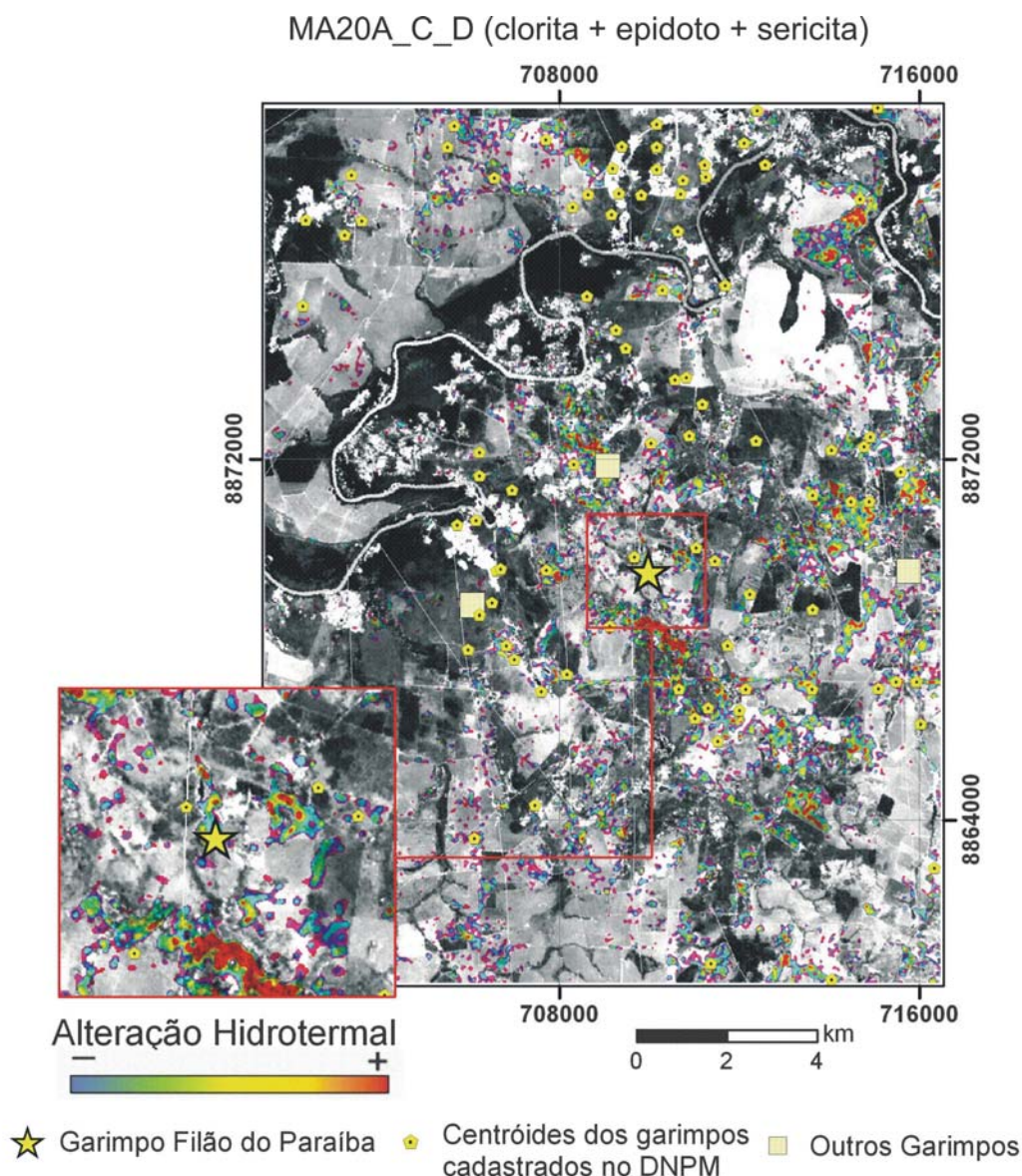


Figura 7.4 - Classificação espectral da cena Aster no entorno do garimpo Filão do Paraíba, região de Peixoto de Azevedo.

rante a visita ao garimpo observou-se que a cava principal do mesmo se situa na área com alteração mais intensa e destacada em vermelho. Nas demais áreas com alteração hidrotermal compatíveis com a presença de ouro e detectadas por mapeamento espectral não há registro de garimpos. A exemplo do garimpo do Trairão, essas áreas situam-se no Granito Nhandu. Considerando a presença de alteração filica neste garimpo, mas sem controle estrutural evidente, quanto em outros com controle, como o Filão do Paraíba, garimpo Pé de Fora e outros, efetuou-se a superposição do mapeamento espectral com dados estruturais das áreas adjacentes ao Trairão (Fig. 7.11). Isto revelou a coincidência entre alteração filica mapeada por espectrorradiometria e uma estrutu-

ra NW-SE na porção NE da área, identificada por mapeamento geológico (Fig. 7.11) e ao longo da qual há o registro de um pequeno garimpo de ouro. O mapeamento espectral também destacou a existência de áreas com assinatura espectral similar à da alteração filica no cruzamento de estruturas interpretadas por aeromagnetometria ou associadas a veios de quartzo (Fig. 7.11). Tais áreas são aqui consideradas como alvos favoráveis à presença de mineralização aurífera.

#### 7.2.4 - Garimpo do Edu

No mapeamento espectral deste garimpo e de áreas vizinhas utilizou-se os espectros de referência das amostras MA17A, MA17C, MA17I e



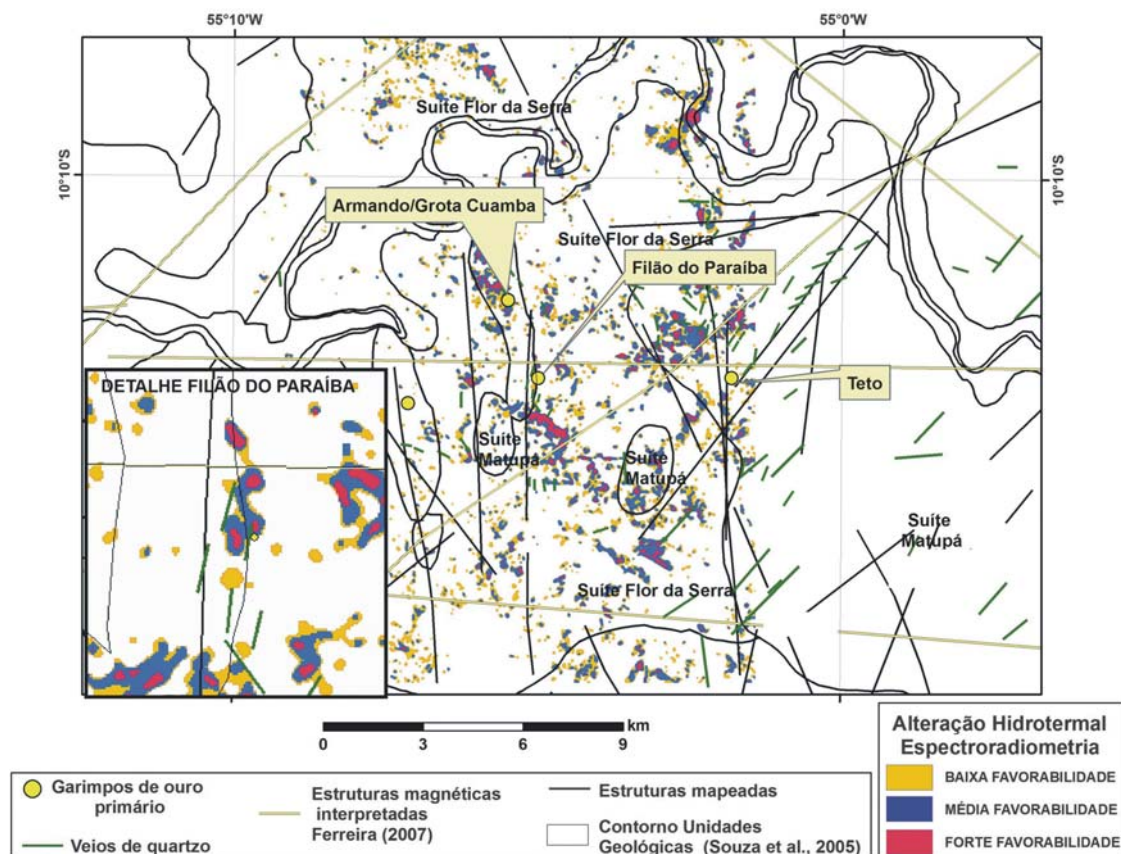


Figura 7.5 - Comparação entre o resultado do mapeamento espectral das alterações filica e propilitica com dados geológicos e estruturais. Modificados de Souza et al. (2005).

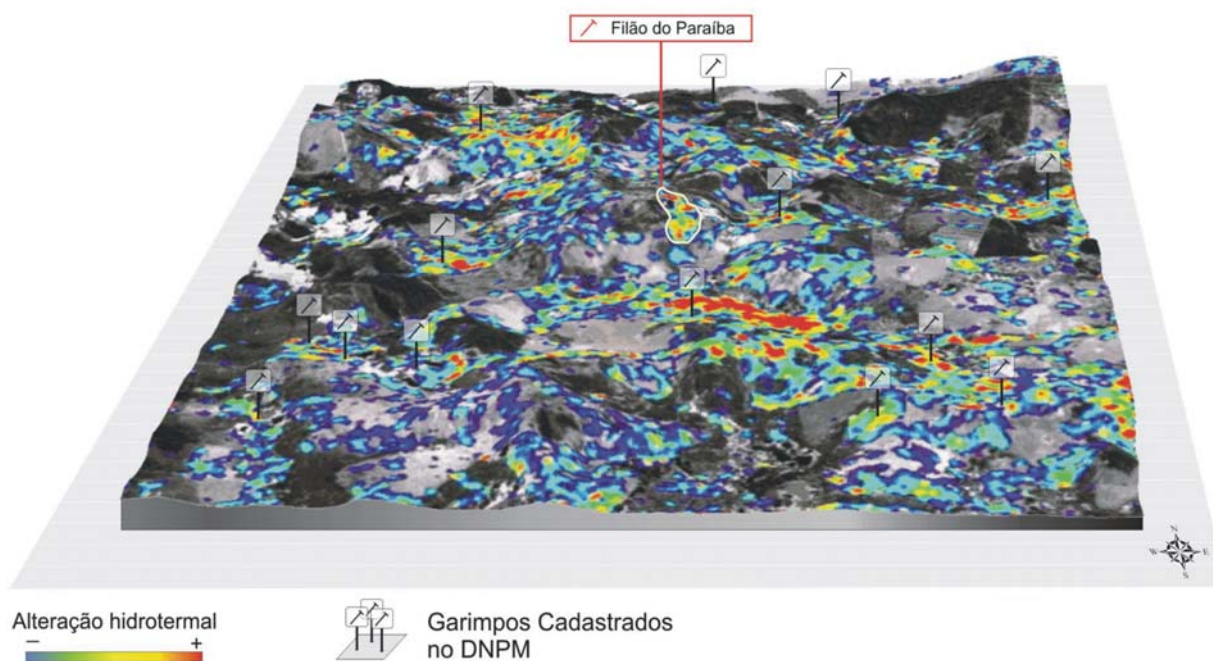


Figura 7.6 - Mapeamento espectral das alterações filica e propilitica sobre o modelo digital de terreno (MDT) gerado a partir de cenas Aster ortorretificadas, superposto com centróides de áreas requeridas para lavra garimpeira de ouro (SIGMINE DNPM, junho de 2007).

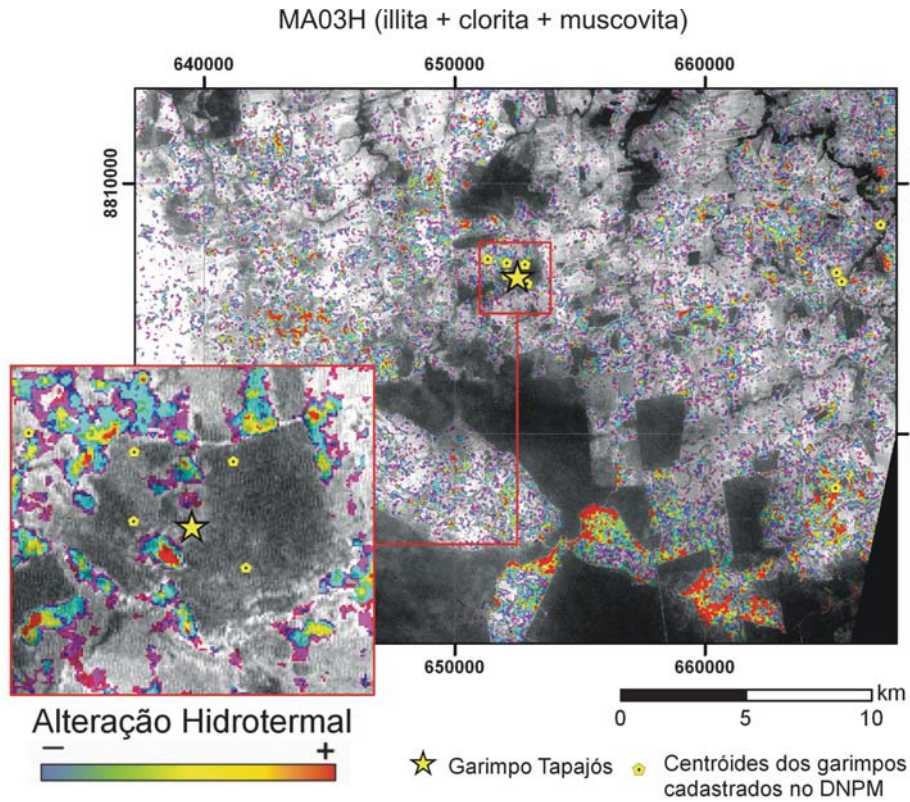


Figura 7.7 - Mapeamento espectral pelo método MTF no entorno do Garimpo Tapajós.

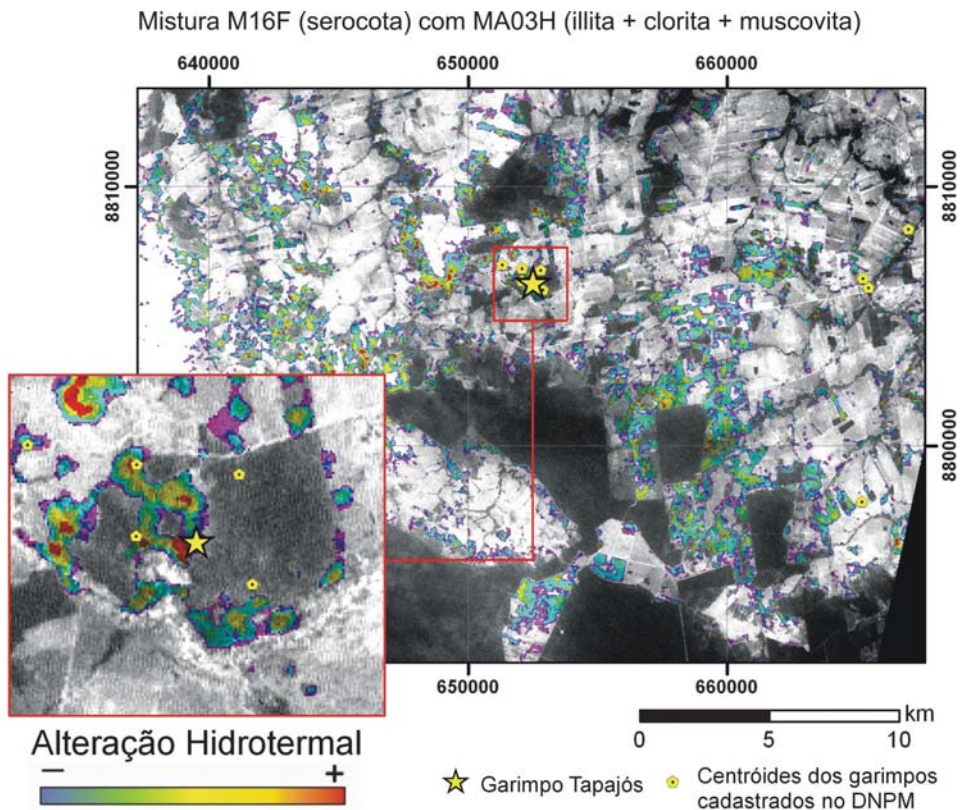


Figura 7.8 - Mapeamento espectral MTF da mistura de illita+clorita+muscovita e da sericitização, no garimpo Tapajós e seu entorno.

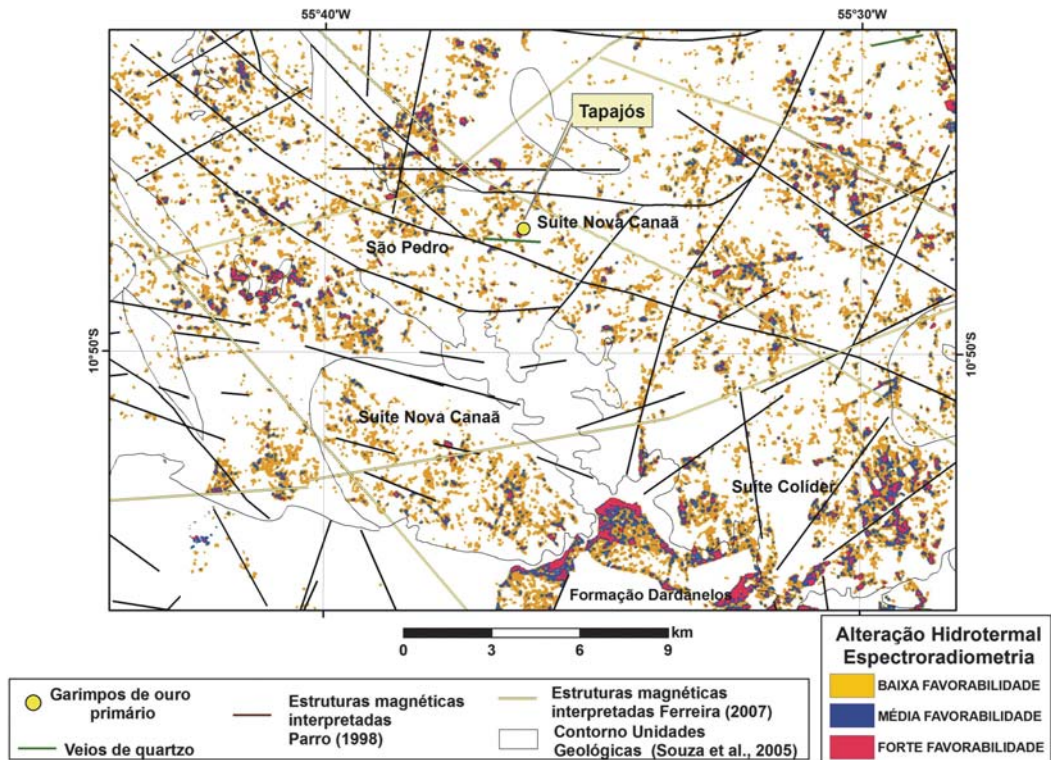


Figura 7.9 - Superposição dos resultados de mapeamento espectral de alterações hidrotermais e dados geológicos e estruturais da região do Garimpo Tapajós. Modificados de Souza et al. (2005).

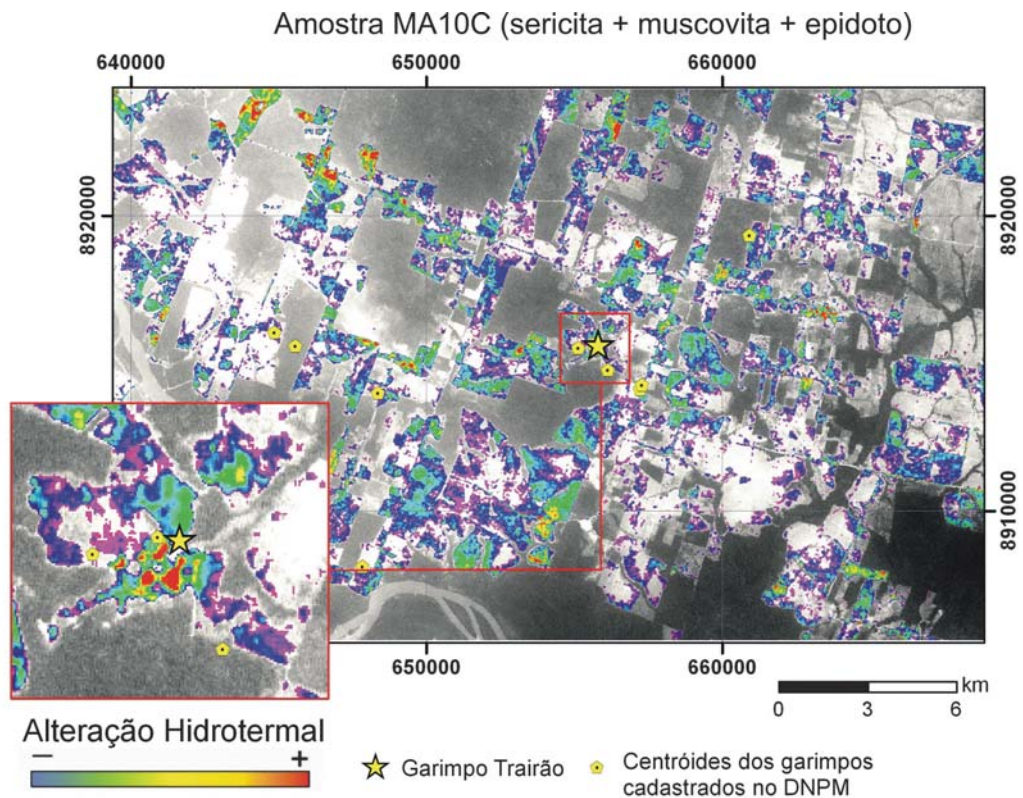


Figura 7.10 - Mapeamento multiespectral MTMF da região do garimpo do Trairão com emprego da mistura sericita/muscovita + epidoto.

MA17, com alteração sericítica, as amostras MA17H e MA17E, com predomínio de epidotização, e a amostra MA17G, onde há a mistura sericita + epidoto. O resultado reflete condições espaciais específicas, pois os filões de quartzo aurífero são subverticais, estão encaixados em zona de cisalhamento com 4 a 5 m de largura e situam-se em área com cobertura vegetal dominada por gramíneas. Esta cobertura restringe significativamente a delimitação da zona de alteração, o que gera a necessidade de testar outros procedimentos de refinamento do mapeamento espectral da alteração. Apesar desta limitação, o resultado de mapeamento espectral da alteração foi satisfatório, pois delinea a área do Garimpo do Edu e de outras com características semelhantes, algumas com garimpos cadastrados no DNPM. A Figura 7.12 mostra que as áreas do entorno do garimpo sem cobertura vegetal possuem alteração por epidotização detectável por mapeamento espectral. Por outro lado, a figura 7.13 mostra que o mapeamento espectral detectou uma área hidrotermalizada e controlada por feições estruturais no limite sul de um dos corpos do Granito Nhandu.

### 7.2.5 Garimpo Pé de Fora

Como descrito no Capítulo 5, o garimpo Pé de Fora desenvolveu-se por quatro escavações, parcialmente alagadas e abandonadas durante os trabalhos de campo. Ademais, a área tem densa cobertura vegetal. Isto dificultou o mapeamento espectral da alteração hidrotermal do garimpo, mas o espectro de uma amostra da zona mineralizada foi utilizado como referência para detectar outras áreas com alteração semelhante. A amostra deste garimpo foi a MA12C, cujo espectro de alteração registra a presença de muscovita/sericita. Além desta, também foram utilizados os espectros das amostras MA02, MA03, MA03A, MA06 e MA12A, coletadas nos garimpos estudados. Outros espectros foram acrescentados, os quais foram obtidos mediante o *Spectral Analyst* do *software* ENVI. Apesar dos vários espectros empregados no mapeamento, o que melhor definiu a área analisada, no Garimpo Pé de Fora, foi o da amostra MA12C (Fig. 7.14 a).

Como mostra a Figura 7.14a, a alteração não foi realçada por mapeamento espectral na área do garimpo Pé de Fora, possivelmente devido às restritas zonas de alteração hidrotermal e às limitações fisiográficas da área, apesar de registrada nos estudos petrográficos de amostras do garimpo. Entretanto, houve realce de áreas com este tipo de alteração em algumas partes no entorno do garimpo.

O emprego da biblioteca de espectros com predomínio de sericita/muscovita no mapeamento espectral de outras áreas da província forneceu resultados satisfatórios. Dentre estas se destacam as com registros de garimpos ou autorização de pesquisa para ouro, tais como (Fig. 7.14b): (i) uma requerida pela Companhia Vale (sub-área A); (ii) garimpo Serrinha de Alta Floresta (sub-área B); (iii) lavras garimpeiras e áreas com autorização de pesquisa junto ao DNPM (sub-área D) e (iv) garimpo Trairão (sub-área E). Em alguns casos há coincidência entre zonas de maior favorabilidade para a presença de alteração hidrotermal e *trends* estruturais (Fig. 7.15).

### 7.2.6 - Garimpos de Gil e Fabinho

Alguns fatores destes garimpos, como a cobertura de nuvens na cena, a origem da amostra analisada por espectrorradiometria e as características espectrais das áreas com exposição do solo, induziram a adotar métodos diferentes dos utilizados nos demais garimpos. Boa parte da cena que abrange a área destes garimpos (Fig. 7.16) continha cobertura de nuvens ou bruma densa. O programa utilizado para a correção atmosférica (*Flaash*) não removeu completamente a bruma, o que dificultou em muito a classificação espectral.

As amostras utilizadas na análise espectrorradiométrica foram coletadas no rejeito do *shaft* e da galeria do garimpo, motivo pelo qual não representam a superfície mapeada por sensoriamento remoto. Os resultados espectrorradiométricos destas amostras registram diferentes graus de mistura de muscovita/sericita e biotita (vide Capítulo 6). Entretanto, análises em amostras de filonito intemperizado do garimpo (Fig. 7.17) registraram uma mistura de epidoto, jarosita e sericita.

Os veios de quartzo auríferos de ambos garimpos (vide Capítulo 6) estão encaixados em milonito-xistos derivados de rochas vulcanossedimentares da unidade São Marcelo Cabeça. Estes xistos são ricos em sericita, clorita, epidoto, pirita, pirrotita, arsenopirita e calcopirita subordinada, resultantes de alteração hidrotermal por fluidos metamórfico-hidrotermais. Contudo, as paragêneses das rochas aflorantes e detectadas na cena ASTER pelo *Spectral Analyst* (epidoto, jarosita, sericita) são incompatíveis com os espectros obtidos nas amostras do desmonte do garimpo, dominados por muscovita/sericita e biotita, e parecem refletir processos supergênicos. A presença da jarosita ( $K_2Fe_6(OH)_{12}(SO_4)_4$ ) supérgena derivada da oxidação de pirita e/ou pirrotita, corrobora a interpretação. Em vista disto, a presença de jarosita nos garimpos de Gil e Fabinho e áreas vizinhas

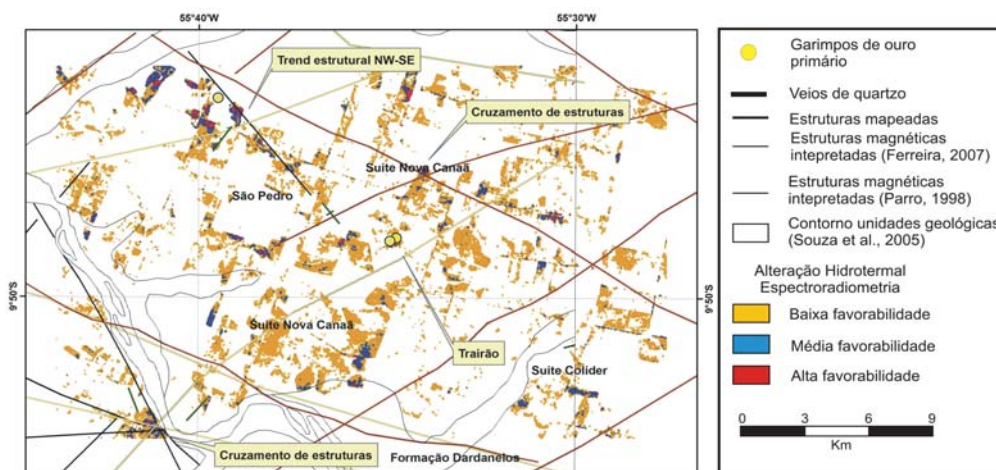


Figura 7.11 – Superposição do resultado do mapeamento espectral da mistura sericita + epidoto e dados geológicos e estruturais da área do garimpo do Trairão, modificados de Souza et al. (2005).

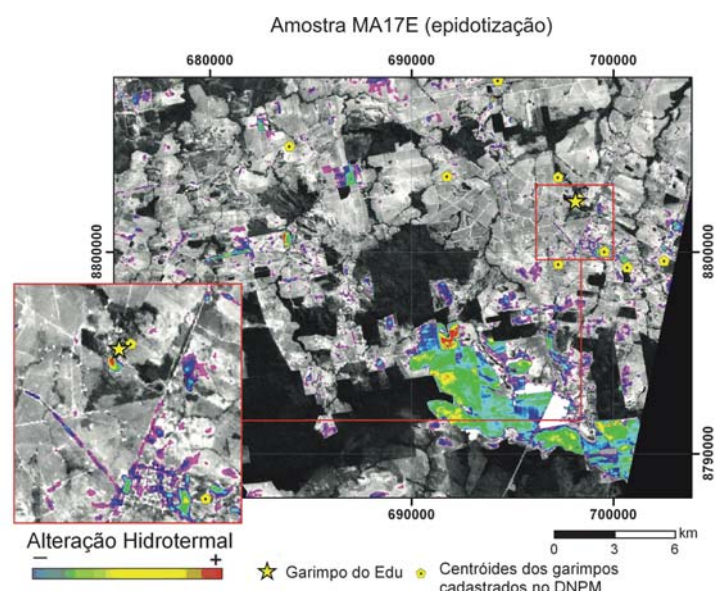


Figura 7.12 – Mapeamento multiespectral de zonas de epidotização na região do Garimpo do Edu.

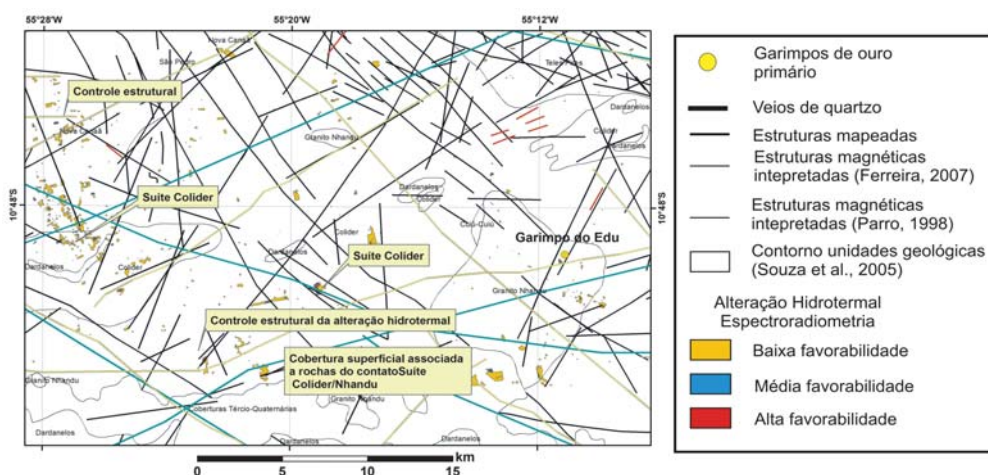


Figura 7.13 – Superposição do resultado do mapeamento espectral da epidotização e dados geológicos e estruturais da região do Garimpo do Edu, modificados de Souza et al. (2005).

é aqui interpretada como sinalizadora da presença de halos de alteração hidrotermal com pirita e/ou pirrotita. Em vista disto, o mapeamento espectral do demais garimpos foi modificado mediante a substituição das áreas de treinamento antes definidas a partir da biblioteca espectral composta por amostras de campo, pela seleção de espectros de referência com base no *Pixel Purity Index* (PPI), que utiliza a informação da geometria convexa para chegar aos *pixels* puros, com separação dos impuros (Boardman *et al.* 1995 in SulSoft 2006). O resultado da operação é uma imagem na qual o valor de cinza de cada *pixel* indica o número de vezes que o mesmo foi marcado como puro. Os espectros dos *pixels* puros são utilizados como *endmembers* e, em seguida, aplicados os algoritmos de classificação SAM e MTF.

Os espectros resultantes do PPI foram analisados para identificar a composição mineral representada por estes espectros. Mediante as ferramentas *Spectral Analyst* e *Spectral Math* do software ENVI foram implementados modelos de mistura espectral para obter a curva espectral que mais se assemelhou com o espectro identificado.

Ao todo foram determinadas oito classes representadas por água, nuvem, vegetação e composições de misturas de minerais mais abundantes na área. Nas classes de minerais buscou-se identificar a que melhor discriminasse a área do garimpo de Fabinho, pois a do garimpo do Gil situa-se em área parcialmente coberta por vegetação. O resultado apontou a mistura de epidoto, sericita e jarosita, em proporções da ordem de 60%, 20% e 20%, respectivamente.

A Figura 7.18 compara o espectro da área do garimpo com o composto pelo modelo de mistura espectral. Com o emprego deste espectro e a imagem resultante da classificação gerou-se o mapa de abundância mediante ajuste de histograma. O mapa (Fig. 7.19) visa ressaltar as áreas de

maior probabilidade de ocorrência de alteração hidrotermal composta por esta mistura. O mapa mostra que a região dos garimpos de Gil e de Fabinho está bem discriminada. O procedimento também permitiu identificar outras áreas com elevada probabilidade de ocorrência dessas alterações, embora não há registro de ocorrência de ouro nas mesmas.

Considerando as dificuldades assinaladas, o método destacou esse tipo de depósito, mas ressalte-se que, em escala regional, a presença de jarosita no espectro de alteração supergênica não é exclusiva desse tipo de depósito. Sulfetos de ferro, notadamente pirita, também ocorrem em halos hidrotermais de depósitos de intrusões (*intrusion related*), os quais também podem se manifestar pela presença de jarosita supergênica. Um exemplo ocorre na porção sul da cena (Fig. 7.20), onde se concentram áreas de favorabilidade para a presença da paragênese clorita + jarosita + epidoto em rochas da Suíte Nova Canaã, caracterizada como de elevado potencial para depósitos de ouro do tipo *intrusion related* (vide Capítulo 6).

### 7.3 - Conclusões

Dentre os resultados obtidos ressalta-se a resposta do mapeamento espectral das áreas-alvo (com mineralizações conhecidas), o qual se revelou uma ferramenta eficiente na delimitação das zonas de alteração hidrotermal dos garimpos estudados. Na área do entorno destes garimpos, englobada pelas cenas trabalhadas, outras áreas potenciais são indicadas, destacando-se a necessidade de trabalhos futuros para detalhamento das possíveis zonas de alteração hidrotermal similares apontadas. A técnica de mapeamento multiespectral, com o uso da biblioteca espectral criada para este projeto, são ferramentas que podem ser utilizadas em outras cenas ASTER de toda a região.

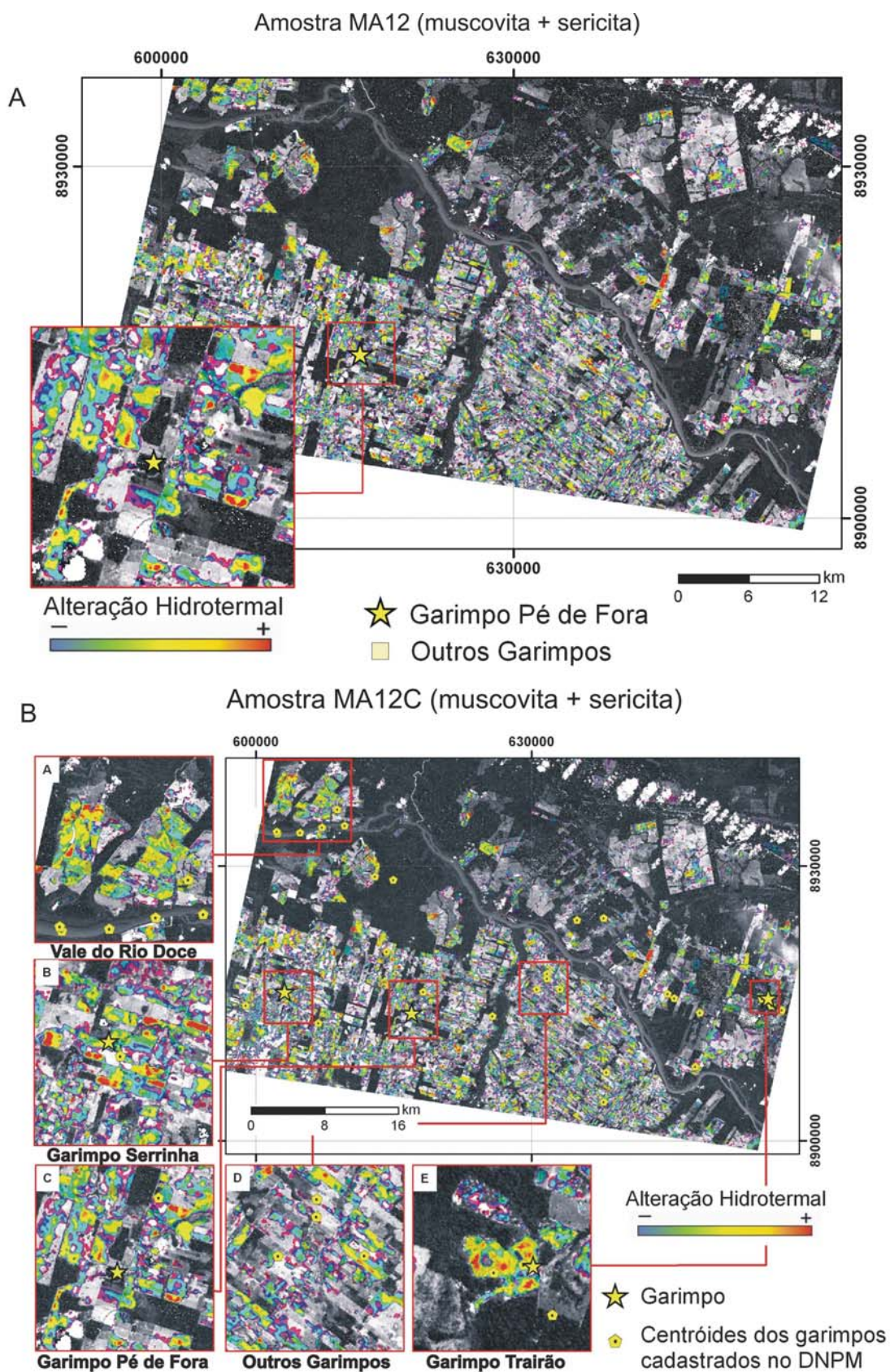


Figura 7.14 – Mapeamento espectral de zonas de alteração hidrotermal ricas em sericita (A) do garimpo de Pé de Fora e (B) de diferentes garimpos e áreas mineralizadas a ouro da província aurífera Juruena-Teles Pires.

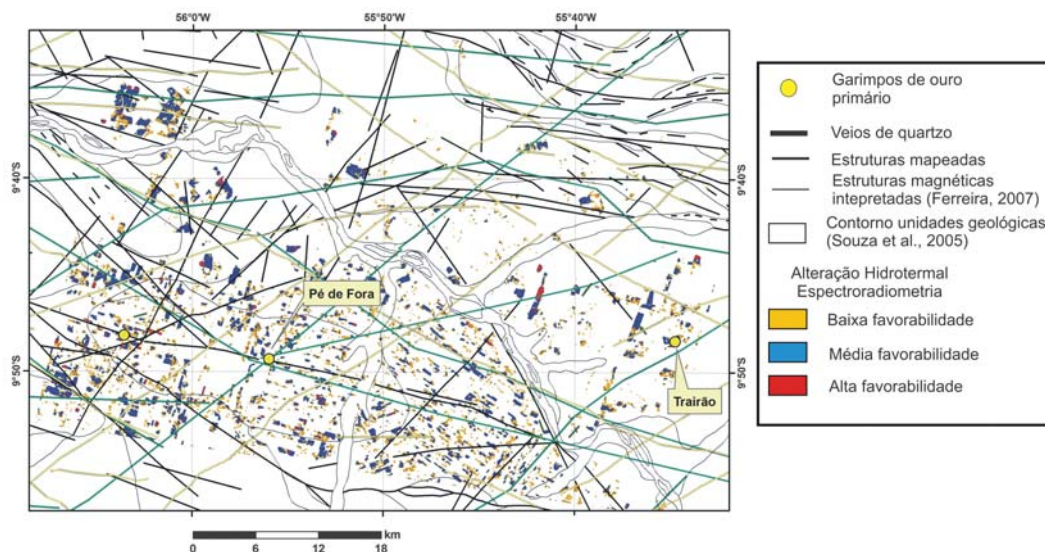


Figura 7.15 – Superposição dos resultados de mapeamento espectral das zonas de alteração hidrotermal ricas em sericita do garimpo de Pé de Fora com dados geológicos e estruturais modificados de Souza et al. (2005).

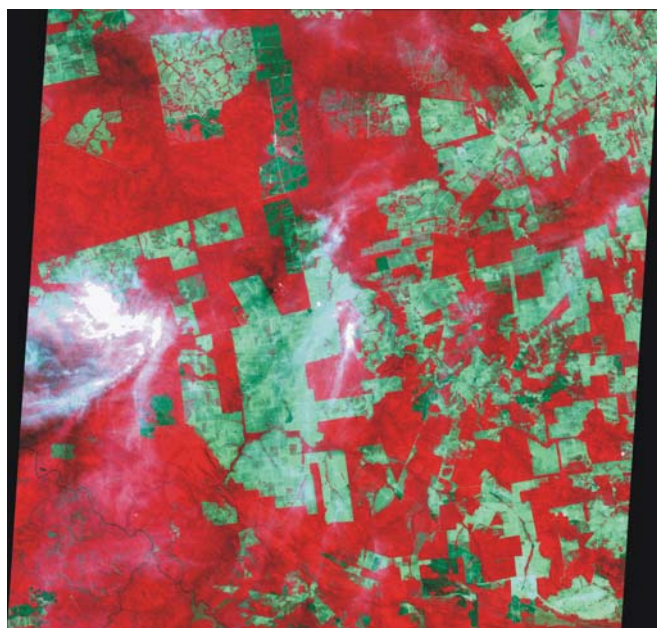


Figura 7.16 - Cena ASTER da área dos garimpos de Gil e Fabinho. Cena AST\_L1B\_00308302004141310\_20070130104033\_13729DEM. Composição: R3G2B1



Figura 7.17 – Filonitos intemperizados da área do garimpo de Gil.

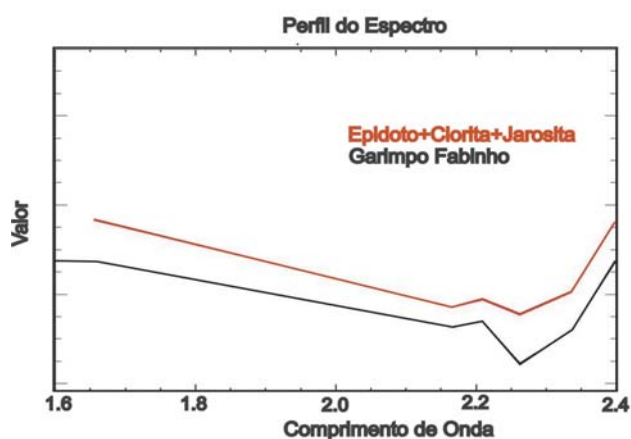


Figura 7.18 – Comparação entre o espectro obtido na área do garimpo e o composto pela mistura espectral epidoto (60%) + clorita (20%) + jarosita (20%).



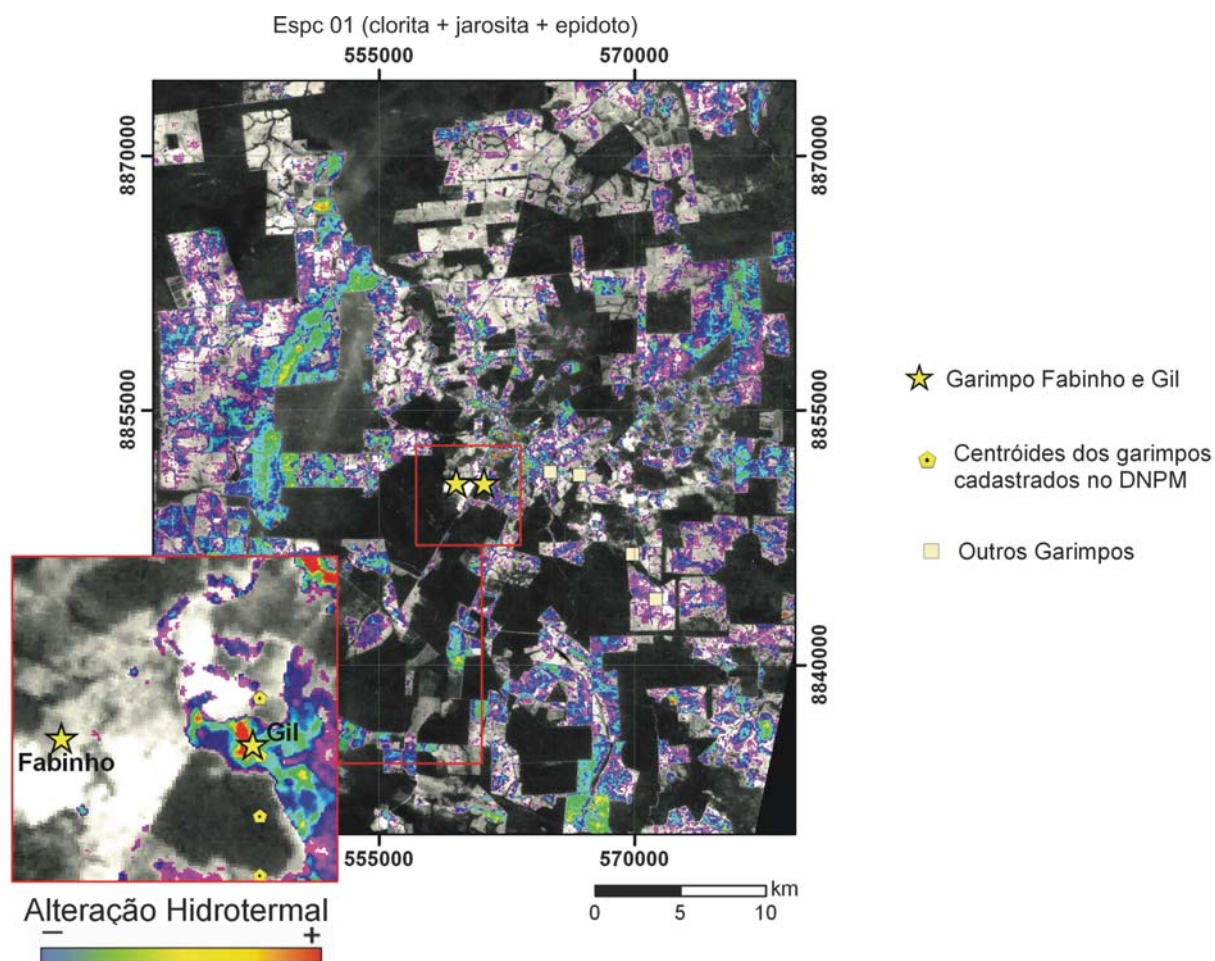


Figura 7.19 – Mapeamento espectral de zonas de alteração hidrotermal representadas pela mistura espectral epidoto (60%) + clorita (20%) + jarosita (20%).

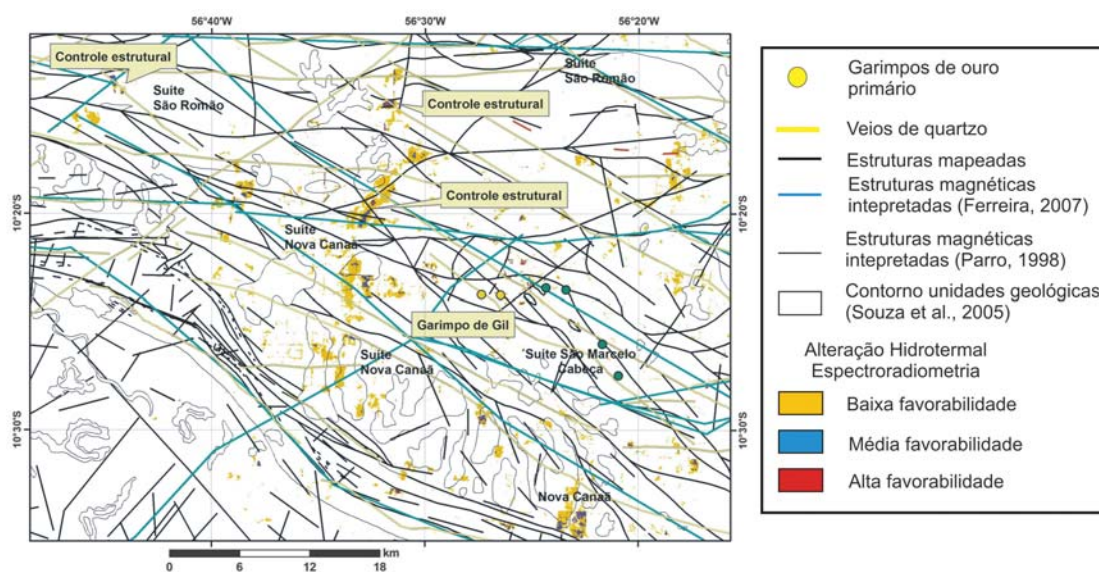


Figura 7.20 – Superposição do resultado do mapeamento espectral da mistura epidoto (60%) + clorita (20%) + jarosita (20%) com os dados geológicos e estruturais modificados de Souza et al. (2005), região dos garimpos de Gil e Fabinho.

## 8 - Análise Espacial de Dados

Maisa Bastos Abram

### 8.1 - Introdução

Um dos objetivos deste projeto foi a avaliação, na escala do mapeamento, do potencial da área para a presença de novos depósitos de ouro. Para tanto, os dados históricos e, dentre outros, de cartografia, imageamento, geofísica e geoquímica foram gerenciados e interpretados com o auxílio das ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que permitiu obter diversas interações e análises sobre o objetivo. Em pesquisa e exploração mineral, o SIG permite a análise integrada de dados e dispõe de várias técnicas computacionais que aliadas ao conhecimento metalogenético permitem identificar áreas de favorabilidade para determinado tipo de mineralização. A aplicação destas técnicas permite obter mapas preditivos desde que fundamentado no conhecimento geológico da área e dos processos envolvidos na gênese de depósitos minerais (Bonham-Carter *et al.*, 1988). No presente trabalho, o processamento dos dados teve como meta o entendimento, a análise, interpretação e a indicação de áreas de favorabilidade para ouro a partir do conhecimento das características geológicas dos garimpos da região e da interpretação dos respectivos modelos metalogenéticos.

O desenvolvimento dos trabalhos envolveu as seguintes etapas: (a) organização e formatação de uma base de dados; (b) geração de mapas de evidência e (c) a aplicação de métodos de análise espacial e de análise quantitativa espacial com emprego de métodos de probabilidade Bayesiana e Lógica *Fuzzy*, em consonância com os modelos metalogenéticos propostos para a área. Dois métodos de modelagem espacial foram empregados com o uso da ferramenta ArcSDM/ArcGIS9.x.: o Peso das Evidências e a Lógica *Fuzzy*. Os resultados são satisfatórios, mas, apesar de indicarem áreas com potencialidade para a presença de novos alvos mineralizados, possuem limitações. Estas resultam da integração de dados de trabalhos e aerolevantamentos de fontes e escalas diversas, a maioria em 1:250.000, e de dados do Projeto Alta Floresta (Souza *et al.* 2005), coletados sem consonância com a sistemática de amostragem e de estruturação necessários para este tipo de estudo.

### 8.2 - Métodos de Análise Espacial Utilizados

Dois métodos de análise espacial são comumente empregados na elaboração de mapas preditivos por técnicas computacionais. Um se baseia nos dados (*data driven*) e outro no conhecimento (*knowledge driven*). No primeiro, os parâmetros dos modelos de depósitos minerais são estimados e calculados a partir de dados tratados por meios estatísticos. Os resultados espaciais modelados são interativamente aprimorados a partir da relação entre os depósitos conhecidos (base de treinamento) e os parâmetros selecionados para o modelo. No segundo método, os parâmetros dos modelos são definidos previamente a partir do conhecimento teórico sobre os processos e modelos metalogenéticos do(s) tipo(s) de depósito(s) mineral(is) estudado(s). Ambos os métodos foram utilizados neste trabalho e, na análise baseada nos dados, empregou-se a técnica do Peso das Evidências e, na análise com base no conhecimento, foi aplicada a Lógica *Fuzzy*.

#### 8.2.1 - Aplicação do método do Peso das Evidências (*data driven*)

A modelagem pelo Peso das Evidências se fundamenta na regra de Bayes, ou método Baeyiano (Bonham-Carter *et al.*, 1988; Bonham-Carter, 1994). De acordo com esta regra, no caso de pesquisa mineral, a combinação da coleção de dados é feita mediante probabilidades calculadas a partir da relação entre as áreas dos mapas de evidência e áreas dos jazimentos minerais conhecidos. A sua aplicação prevê que a unidade de área deve corresponder a uma célula, ou *pixel*, suficientemente pequeno para representar um depósito mineral. Com o método pode-se atribuir pesos a partir de análises estatísticas e, assim, minimizar a subjetividade na sua escolha e das evidências favoráveis.

O método do Peso das Evidências (*Weights of Evidences* – WOFE) é um dos mais sofisticados do universo da modelagem em SIG. Neste método de modelagem a análise e interpretação dos resultados revelam associações espaciais que normalmente se situam além das mais óbvias identificadas por meios tradicionais de análise de dados

e destina-se a elaborar mapas preditivos e definir metalotectos. A base do método consiste em combinar vários padrões binários (mapas de evidências) para prognosticar outro padrão binário. Por exemplo, em pesquisa para ouro, a probabilidade de um determinado tipo de depósito ocorrer em dada área pode ser estimada a partir da combinação de vários padrões binários de evidências geológicas, geoquímicas e geofísicas, reclassificadas dos mapas originais e usadas como indicadores. Um par de ponderadores positivos ( $W+$ ) e negativos ( $W-$ ) será determinado para cada padrão, dependendo da medida de associação espacial entre o padrão e o tipo de mineralização em questão. A combinação dos padrões, considerando seus pesos, resultará em um mapa-resposta de favorabilidade da presença daquele tipo de depósito. Neste caso, ( $W+$ ) e ( $W-$ ) são os pesos da associação espacial e ( $W+$ ) define a presença do padrão anômalo e ( $W-$ ) a sua ausência. Estes parâmetros são determinados a partir do número total de pontos representados pelos jazimentos minerais. Se a relação espacial, por unidade de área, entre o jazimento mineral e o padrão anômalo, for elevada, o valor do peso ( $W+$ ) será elevado. O peso para dados incompletos (*missing data*) é zero. O contraste ( $C$ ) = ( $W+$ )-( $W-$ ) representa o tamanho da associação espacial. Estes parâmetros quantificam o grau de importância das classes dos mapas de evidências e quanto maior a importância do padrão anômalo para definir a mineralização, maior será o valor do contraste ( $C$ ) e melhor será a caracterização estatística dos principais metalotectos definidos a partir dos jazimentos conhecidos.

O método WOFE utiliza dois conceitos principais de probabilidade: a Probabilidade Prévia, ou *a priori*, e a Posterior, ou *posteriori*. A primeira define a chance de se encontrar uma nova ocorrência ou jazimento mineral considerando a área total investigada, sem a adição de novas informações ao modelo e é calculada a partir do número de jazimentos conhecidos e da área total do projeto. A segunda é a probabilidade condicional de ocorrência de um ponto de treinamento determinada pela inserção de uma ou mais informações ao modelo e que possuam relação direta com a mineralização e é calculada após a adição de padrões binários, ou temas de evidência. Em geral, a probabilidade de se encontrar novos jazimentos cresce com a adição de novas informações e com o cálculo dos pesos. Entretanto, para se aceitar o tema-resposta da modelagem, o método assume que os temas de evidência sejam independentes entre si, pois o método bayesiano pressupõe independência entre os eventos (independência con-

dicional).

Na aplicação do método à área do projeto os seguintes procedimentos foram adotados: (1) preparação dos padrões binários ou mapas de evidências; (2) cálculo da medida da associação espacial entre as classes dos mapas de evidências e os depósitos, com conversão em pesos; (3) análise da distribuição dos pesos em cada mapa e seleção dos mapas de evidência a serem combinados; (4) avaliação da independência condicional entre os mapas e ajustes necessários quando esta premissa não fosse atendida, com eliminação ou combinação de mapas de evidências; (5) integração dos mapas de evidências reclassificados e ponderados e produção de um mapa de favorabilidade final.

Durante a análise do mapa de favorabilidade, limitações adicionais às anteriormente mencionadas tiveram que ser impostas aos resultados obtidos com o método do Peso das Evidências. Uma das principais resultou da falta de estudos de detalhe que permitissem reconhecer as tipologias do universo dos jazimentos existentes. Os depósitos auríferos conhecidos na área diferem no aspecto genético (relacionados a intrusões graníticas tanto do tipo pórfiro quanto epitermais, e depósitos do tipo orogenético) e na hierarquia de metalotectos. Outra limitação decorre da presença de unidades plutono-vulcânicas de arco magmático o qual, embora tenha elevado potencial metalogenético para ouro, a sua área de ocorrência está peneplanizada, o que implicou em atribuir a essas unidades baixo peso na análise espacial. Assim, unidades como o Granito Nhandu e a Suíte Colíder não foram favorecidos com pesos altos por ocuparem extensa área (unidade de área elevada) com poucos depósitos conhecidos. Apesar destas limitações e o emprego de uma grande gama de temas de evidência, várias tendências de associação espacial foram testadas. Estas revelaram importantes relações, em particular de controles estruturais, por vezes obscuras nos trabalhos anteriores, o que permitiu considerá-las como válidas.

**Etapa 1 – Preparação dos temas de evidências** - Nessa modelagem os temas de evidência compreenderam os dados modificados de Souza *et al.* (2005), Parro (1998), Ferreira (2007), Barros (1994) e Abreu Filho *et al.* (1992). Os temas incluem dados litoestratigráficos, estruturais, geofísicos e de prospecção geoquímica em sedimentos de corrente. A maioria dos depósitos estudados se relaciona com intrusões graníticas (*intrusion related*) o que implicou na seleção de unidades litoestratigráficas constituídas por granitoides de arco magmático. Também há registro de

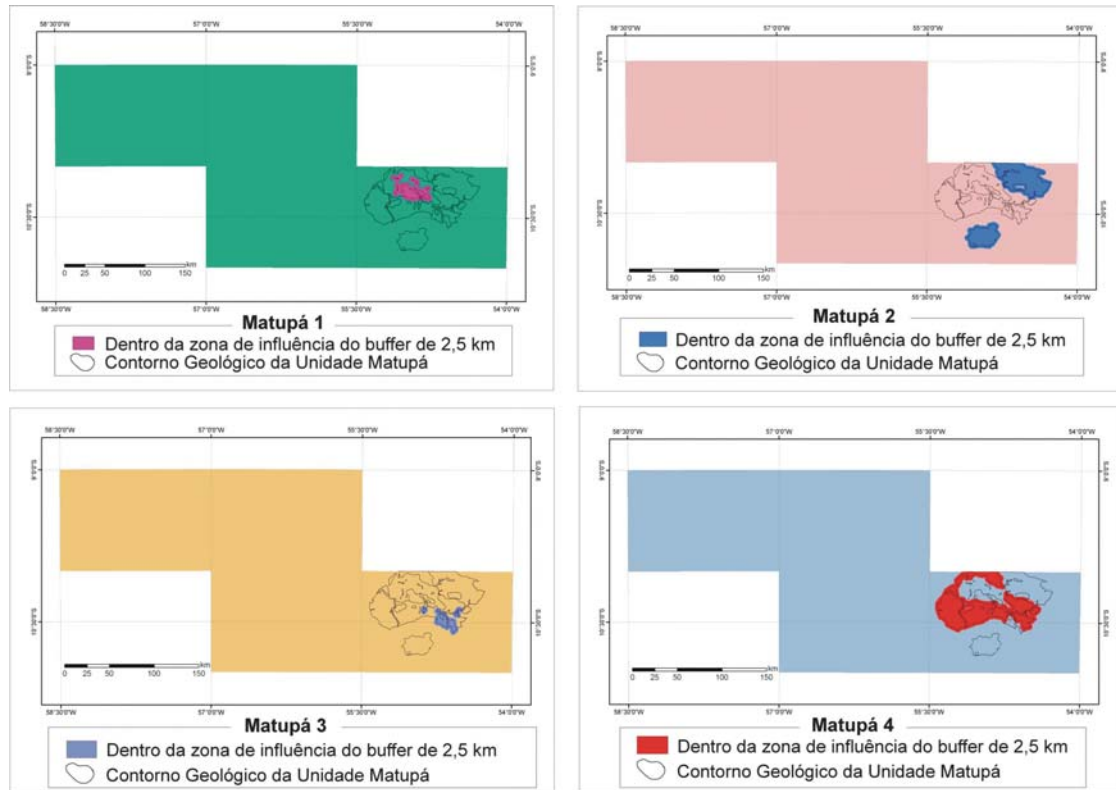


Figura 8.1 – Fácies 1, 2 3 e 4 mapeadas da Suíte Matupá (Souza et al., 2005), com o traçado de buffers, com espaçamento de 2,5 km, no seu entorno.

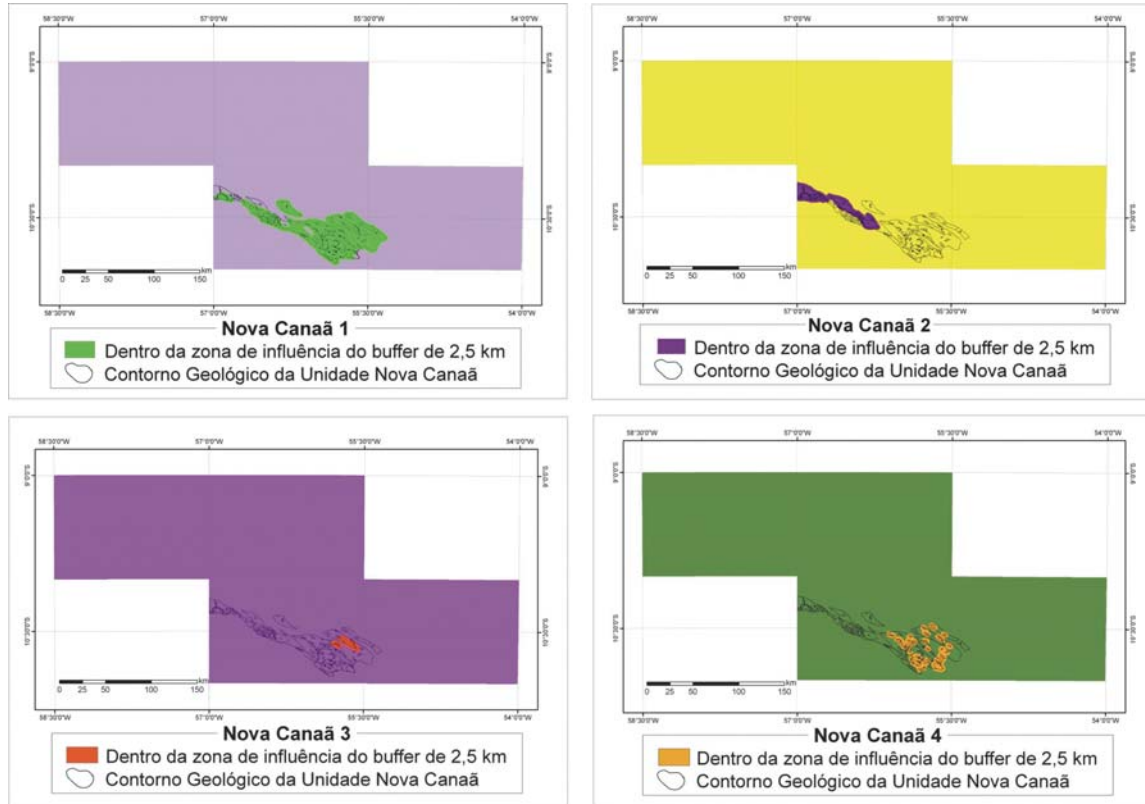


Figura 8.2 - Fácies 1, 2 3 e 4 da Suíte Nova Canaã (Souza et al., 2005), com o traçado de buffers de 2,5 km de espaçamento no seu entorno.

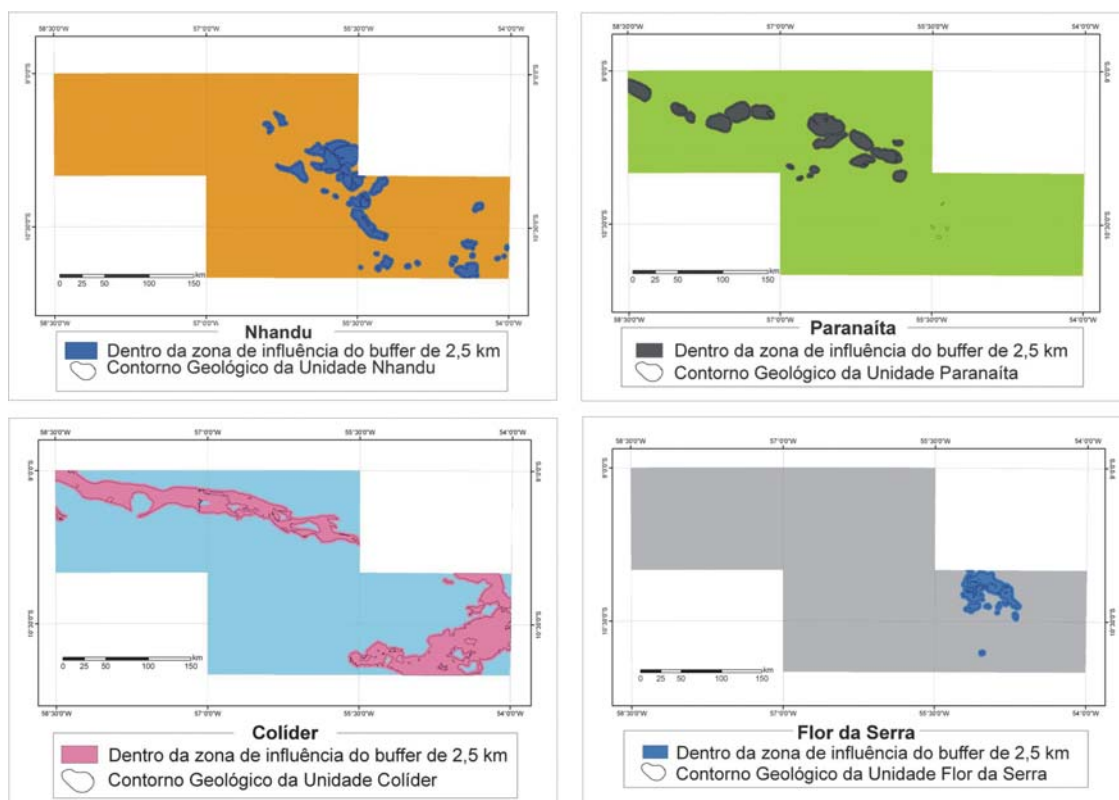


Figura 8.3 - Suítes Colíder, Paranaíta, Flor da Serra e Granito Nhandu, com o traçado de buffers com 2,5 km de espaçamento no seu entorno.

dois garimpos em mineralização de ouro do tipo orogenético (*orogenic gold*) hospedada em rochas metavulcano-sedimentares. Isto implicou em selecionar as seguintes unidades litoestratigráficas na modelagem: suítes Matupá (Fácies 1, 2, 3 e 4), Nova Canaã (Fácies 1, 2, 3 e 4), Paranaíta, Colíder e Flor da Serra, o Granito Nhandu, o Complexo Cuiú-Cuiú e o Grupo São Marcelo-Cabeça, conforme exemplo das figuras 8.1 a 8.3.

Mapas de evidência também foram gerados a partir de famílias de estruturas organizadas de acordo com o modelo de Riedel proposto por Souza *et al.* (2005) de maneira a contemplar as direções  $T = N55E$ ,  $Y = N75W$ ,  $X = N-S$ ,  $R' = N25E$ ,  $R = EW$  e  $P = NW$ . Os seguintes conjuntos foram destacados:  $N15^\circ$  a  $N45^\circ$ ,  $N45^\circ$  a  $N75^\circ$ ,  $N75^\circ$  a  $N105^\circ$ ,  $N105^\circ$  a  $N135^\circ$ ,  $N135^\circ$  a  $N165^\circ$  e  $N165^\circ$  a  $N195^\circ$ . O mesmo procedimento foi aplicado às estruturas magnéticas interpretadas. Ao longo das estruturas mapeadas e magnéticas traçaram-se *buffers*, ou zonas de proximidade, com intervalos de 1 a 2 km e de 2 a 4 km (exemplos das Figs. 8.4 e 8.5) e gerou-se temas com as zonas de intersecção dos *buffers* das direções preferenciais agrupadas (exemplo da Fig. 8.6). Também foram gerados mapas de densidade de estruturas pelo método Kernell, o que resultou em um mapa temático de to-

das as estruturas (exemplo Fig. 8.7) e em mapas temáticos nos quais as estruturas foram separadas segundo direções preferenciais.

Os dados geoquímicos de Au, As, Cu, Pb e Zn em sedimento de corrente foram reclassificados (conforme exemplo das Figs. 8.8 e 8.9) em anomalias de primeira (média + 3s), segunda (média + 2s) e terceira ordem (média + 1s) e geraram mapas de evidência. As associações Au-Cu, Au-As e Au-Cu-Pb-Zn foram implementadas mediante a sua combinação com a Lógica Fuzzy (Fig. 8.9).

O estudo geofísico descrito no Capítulo 4 destacou a relação entre os parâmetros geofísicos indicativos de alteração hidrotermal e os garimpos com mineralização primária de ouro. Foram elaborados mapas de evidência a partir dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$  (Fig. 8.10).

O uso de imagens do RADAMBRASIL, Landsat e ASTER neste trabalho e anteriores (Silva *et al.* 1980) permitiu identificar zonas com estruturas circulares, interpretadas como possíveis caldeiras vulcânicas. Considerando que estas podem constituir ambientes favoráveis para a presença de depósitos de ouro magmato-hidrotermais do tipo pórfiro quanto epitermais, foram traçados *buffers* com 4 km de espaçamento no seu entorno (Fig. 8.11).

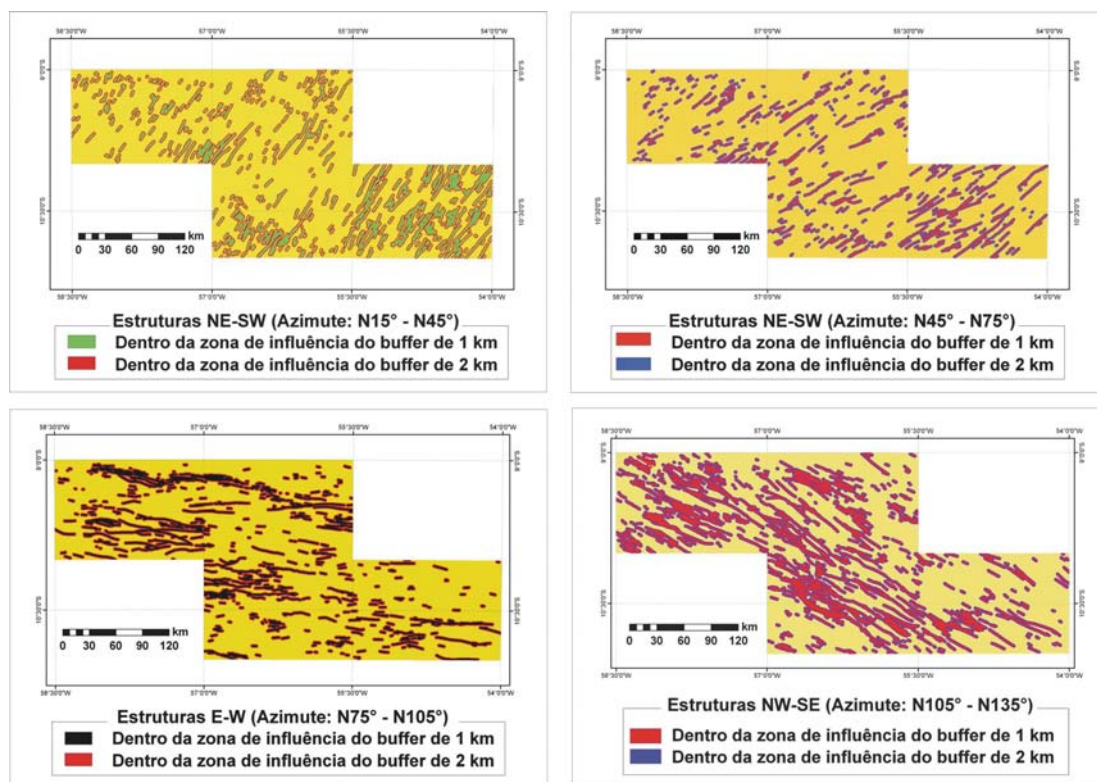


Figura 8.4 – Principais direções preferenciais de estruturas mapeadas, com o traçado de buffers com 2 km de espaçamento máximo no seu entorno.

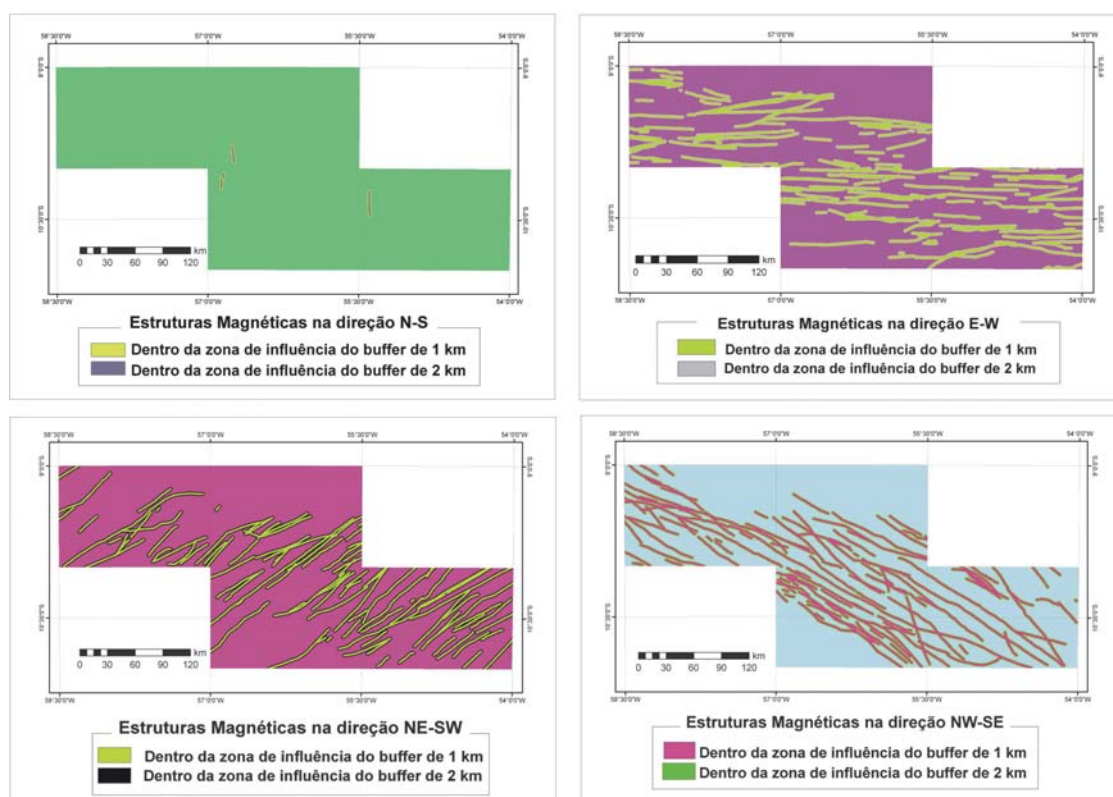


Figura 8.5 – Estruturas magnéticas interpretadas a partir dos dados aeromagnetométricos e distribuídas segundo agrupamentos de direções preferenciais, com traçado de buffers com 2 km de espaçamento máximo no seu entorno.

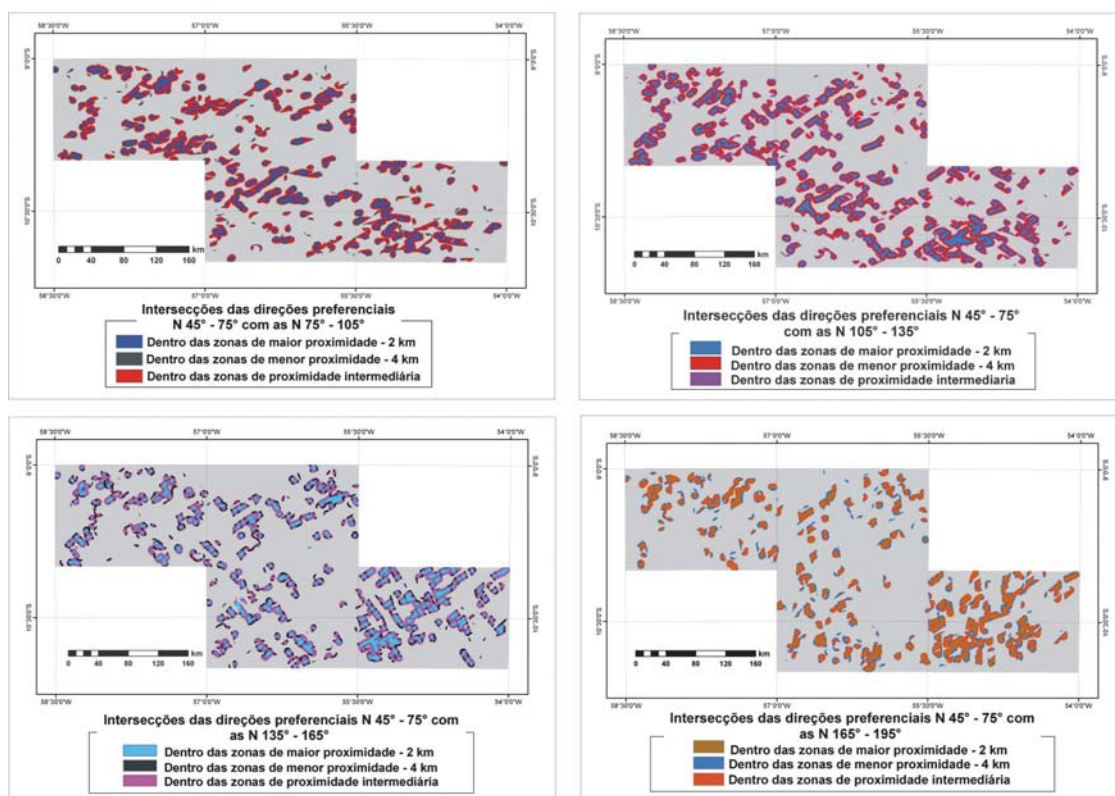


Figura 8.6 – Interseções de buffers de estruturas mapeadas e distribuídas segundo grupos de direções preferenciais.

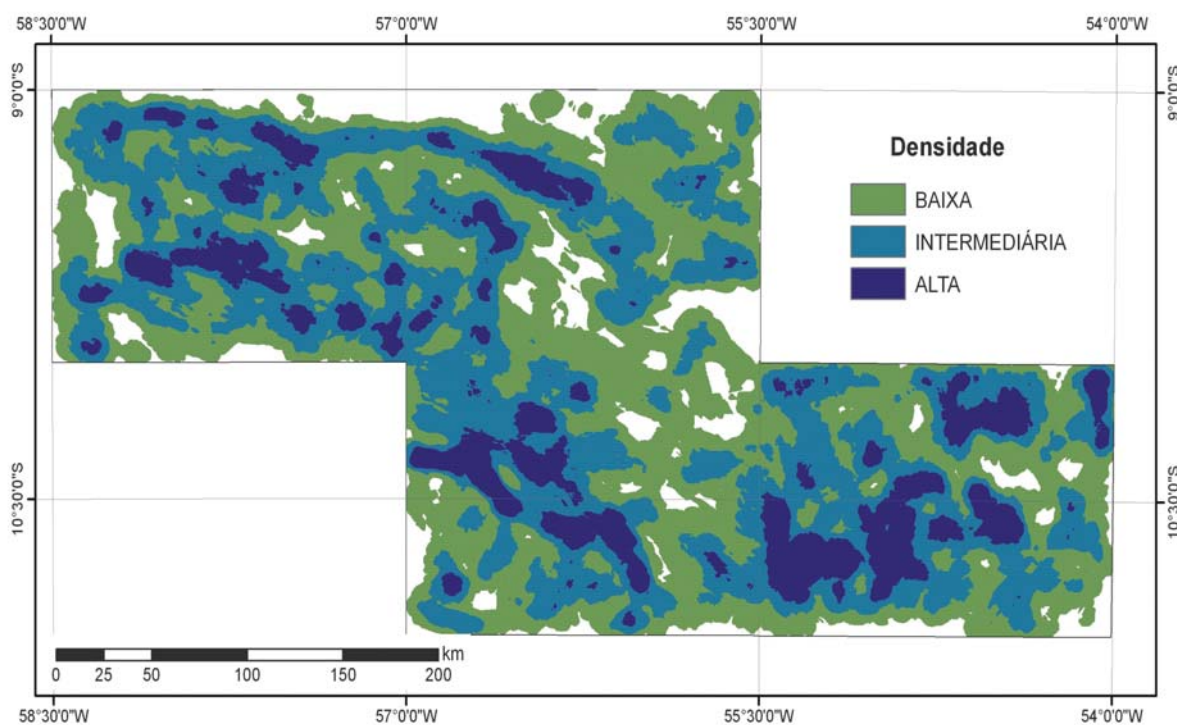


Figura 8.7 – Mapa de densidade de todas as estruturas calculado pelo método Kernell com o Spatial Analyst do ArcGIS 9.1.

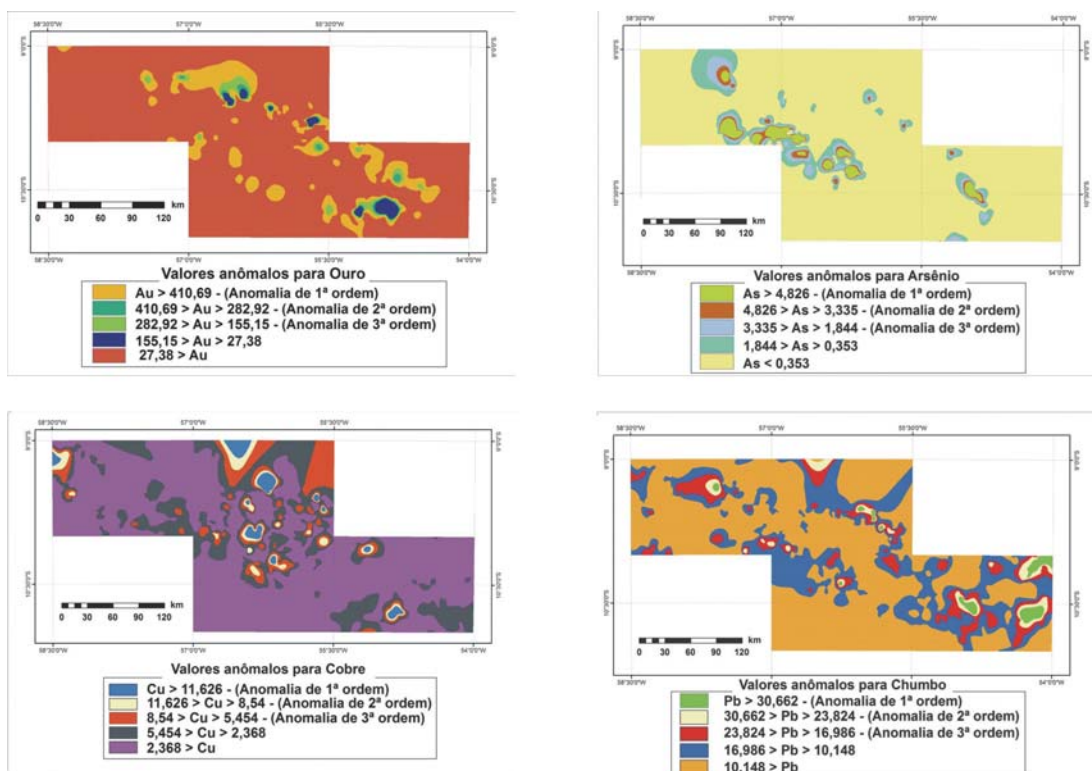


Figura 8.8 – Zonas anômalas em ouro, arsênio, cobre e chumbo obtidas pelo processamento de dados geoquímicos de sedimento de corrente. Fonte dos dados: Projeto PROMIN Alta Floresta, Souza et al. (2005).

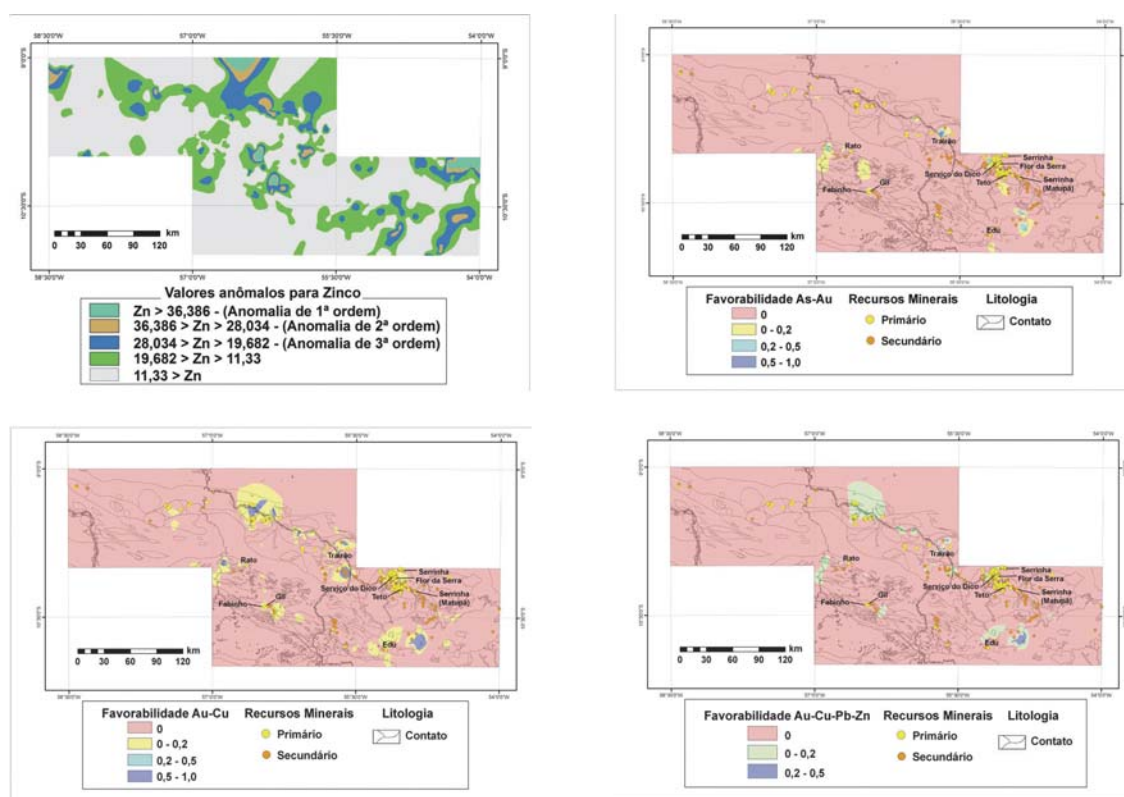


Figura 8.9 - Zonas anômalas em zinco e nas associações Au-Cu, Au-As e Au-Cu-Pb-Zn obtidas por processamento dos dados geoquímicos de sedimento de corrente pela Lógica Fuzzy. Fonte dos dados: Projeto PROMIN Alta Floresta, Souza et al. (2005).



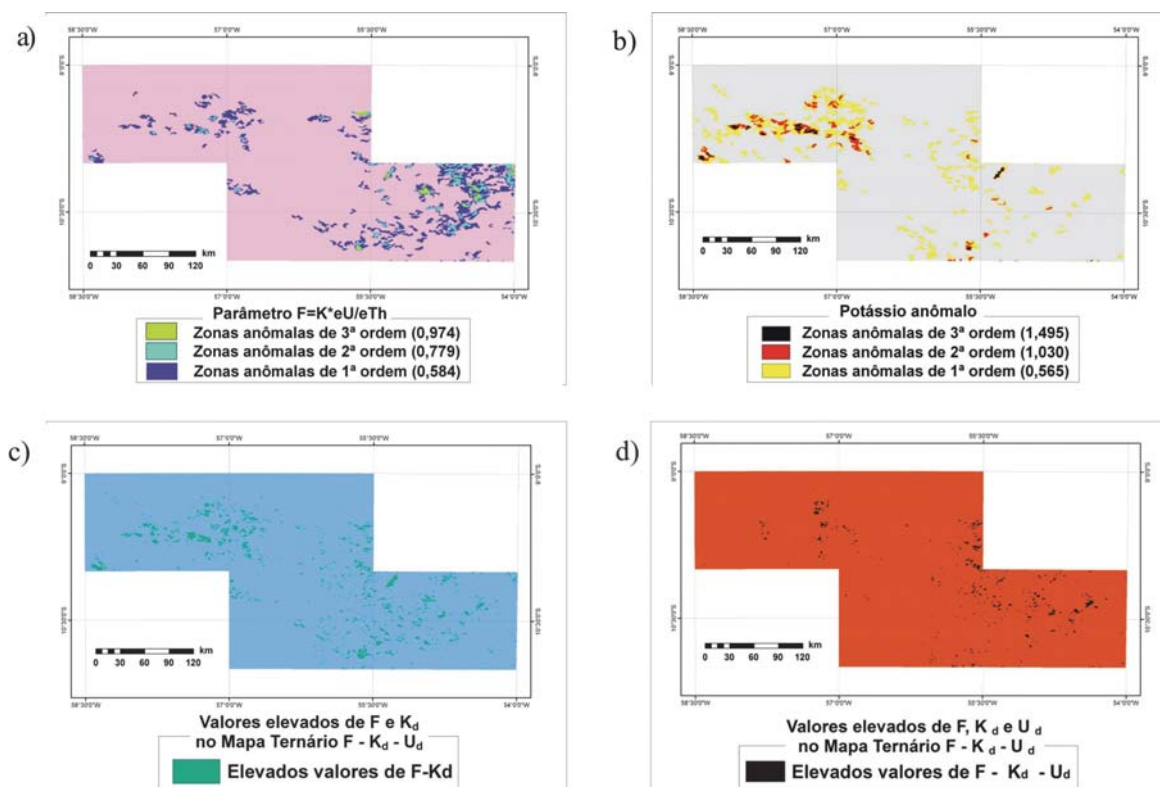


Figura 8.10 – Zonas anômalas dos fatores (a) - F, (b) -  $K_d$  (potássio anômalo), (c) - F e  $K_d$ , (d) - F- $K_d$ - $U_d$ .

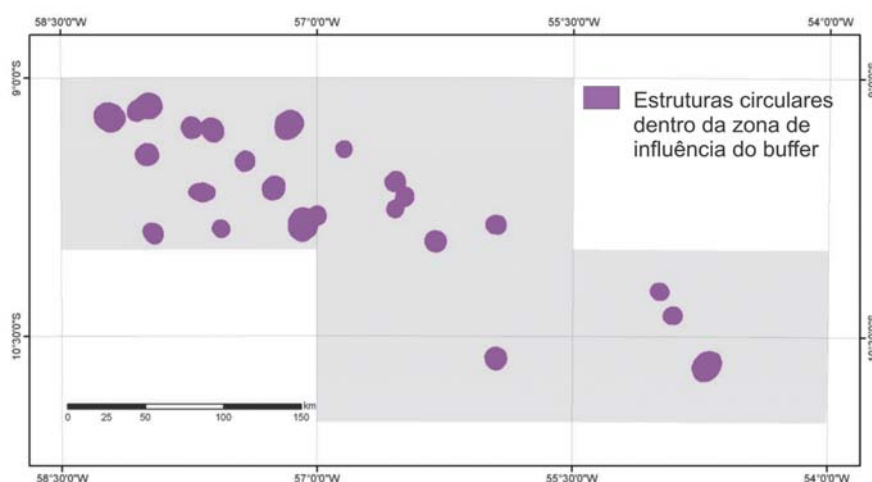


Figura 8.11 – Buffers de 4 km no entorno de estruturas circulares interpretadas a partir de imagem Landsat integrada com SRTM e ASTER e imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL (Silva et al., 1980).

Um dado relevante na construção de mapas de favorabilidade para ouro na área estudada é o da cartografia dos veios de quartzo, comuns na maioria dos depósitos, mas esta é deficiente e apenas constam, em parte, dos trabalhos de Abreu Filho *et al.* (1992), Barros (1994) e Souza *et al.* (2005). A compilação dos dados destes trabalhos permitiu gerar um tema de densidade de veios de quartzo e outro utilizando um *buffer* com 2 km de espaçamento máximo nas ocorrências mapeadas

(Fig. 8.12). Estes temas visaram testar o grau de associação espacial entre depósitos auríferos e os veios de quartzo, com destaque para a sua importância em mapeamentos futuros.

**Etapa 2 - Cálculo da medida da associação espacial entre as classes dos mapas de evidências e os depósitos** - Nesta etapa mediuse o grau de associação espacial entre o padrão binário do mapa de evidência com os jazimentos de ouro primário. As tabelas 8.1 a 8.12 contêm os

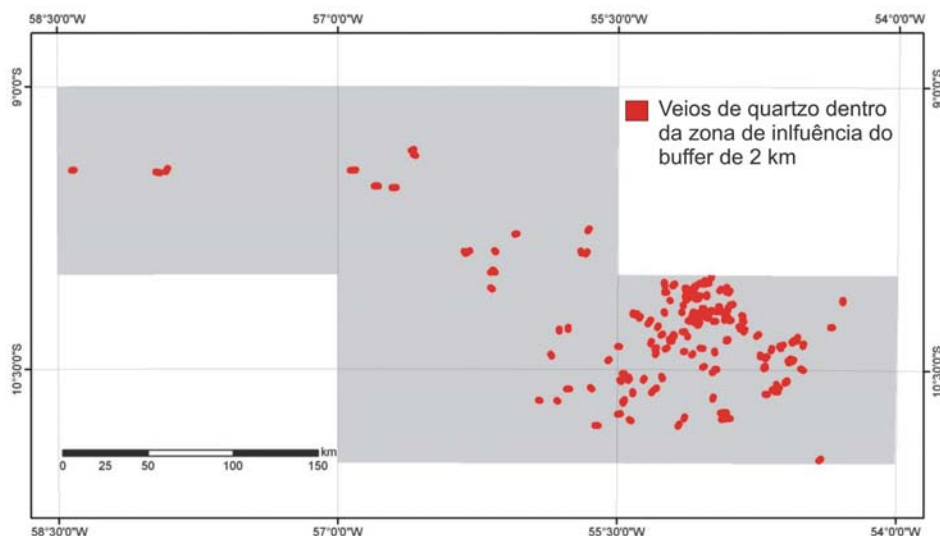


Figura 8.12 – Buffer com 2 km de espaçamento máximo em veios de quartzo compilados a partir de Souza et al. (2005), Barros (1994) e Abreu Filho et al. (1992).

valores de  $W(-)$ ,  $W(+)$ , do contraste e do contraste normalizado de cada feição selecionada nos mapas de evidências. Os valores mais elevados são destacados em negrito.

**Etapas 3 - Análise da distribuição dos pesos em cada mapa e seleção dos principais mapas de evidência** - A Tabela 8.13 reúne os maiores pesos obtidos e ressalta as feições mais importantes a considerar em trabalhos de pesquisa e exploração mineral para ouro na Província Juruena-Teles Pires. Os resultados destacam que as Suítes Matupá, Paranaíta e Nova Canaã possuem elevado potencial para a presença de mineralizações auríferas. A Suíte Intrusiva Flor da Serra, composta de gabros, gabrodioritos e diabásios, não foi destacada como alvo importante em trabalhos anteriores, mas o valor do seu peso das evidências é elevado e há registro de alguns garimpos na unidade. Considerando que estes garimpos possuem controle estrutural, é possível que as rochas máficas hospedeiras, ricas em ferro, tenham atuado como tampão dos fluidos mineralizantes.

Os pesos do Granito Nhandu e da Suíte Colíder não foram elevados, o que provavelmente se deve à extensão da sua área aflorante frente ao reduzido número de jazimentos nas mesmas. Em contraste, o Complexo Cuiú-Cuiú teve peso razoavelmente elevado em virtude de sua área reduzida. Contudo, o detalhamento do Garimpo do Mineiro, espacialmente associado a esta unidade, revela que o mesmo pode estar geneticamente relacionado com pequeno corpo granítico que, em virtude da escala, não consta do mapa geológico do Projeto Alta Floresta.

Por outro lado, o cálculo do peso das evi-

dências a partir de dados de levantamentos geoquímicos de sedimentos de corrente mostrou que os valores mais elevados correspondem às associações Au-Cu e Au-As, comparativamente aos pesos de anomalias de Au, As e Cu isoladas.

A aplicação do método Peso das Evidências revelou também a importância das estruturas na análise de favorabilidade para a presença de mineralizações auríferas. Para tanto foram utilizadas as estruturas interpretadas a partir dos levantamentos aeromagnetométricos, as mapeadas em campo e as identificadas em produtos de sensores remotos, com destaque para as com direções preferenciais E-W, NE-SW e NW-SE. Dois aspectos relevantes foram revelados pelo tratamento desses dados: (i) as direções preferenciais citadas, ressaltadas no mapeamento de estruturas profundas, exibiram forte associação com as mineralizações e (b) as ocorrências/garimpos de ouro são mais frequentes nas intersecções das estruturas, pois os pesos maiores foram obtidos com os temas de intersecção.

Por outro lado, a aplicação do Peso das Evidências resultou em valores elevados aos parâmetros gamespectrométricos  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ , o que corrobora a importância dos mesmos na obtenção de mapas de favorabilidade/prospectividade para ouro na região.

**Etapas 4 e 5 – Escolha dos temas de evidência a combinar, testes de independência condicional e produção de mapas de favorabilidade** – A partir dos resultados de cálculo do peso das evidências nos diversos temas produzidos selecionou-se 17 temas para elaboração do mapa de favorabilidade e testes de independência

Tabela 8.1 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema litoestratigrafia para os jazimentos de ouro primário.

Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Suíte Colíder	Fora da zona de influência	45723,5199	68	0,0523	0,1214	-0,2078	0,2583	0,2600	0,2854	0,9110
	Dentro da zona de influência	13077,4718	9	-0,7190	0,3334	0,1370	0,1163	-0,8560	0,3532	-2,4238
Complexo Cuiú-Cuiú	Fora da zona de influência	58212,8229	75	-0,0914	0,1155	2,2781	0,3560	-2,3695	0,3743	-6,3311
	Dentro da zona de influência	588,1688	2	<b>0,8815</b>	0,7083	-0,0144	0,1112	<b>0,8958</b>	0,7170	1,2495
Suíte Flor da Serra	Fora da zona de influência	57088,9480	37	-0,7791	0,1645	2,9721	0,1495	-3,7513	0,2222	-16,8805
	Dentro da zona de influência	1712,0436	40	<b>2,8288</b>	0,1600	-0,6288	0,1526	<b>3,4575</b>	0,2211	15,6400
Suíte Matupá	Fora da zona de influência da Fácies 1	58166,5829	50	-0,4965	0,1415	3,6596	0,1788	-4,1561	0,2280	-18,2285
	Dentro da zona de influência da Fácies 1	634,4088	27	<b>3,4490</b>	0,1967	-0,3831	0,1337	<b>3,8321</b>	0,2378	16,1132
	Fora da zona de influência da Fácies 2	56697,1728	76	-0,0517	0,1148	0,8593	0,3786	-0,9110	0,3956	-2,3029
	Dentro da zona de influência da Fácies 2	2103,8189	1	-1,0895	1,0002	0,0244	0,1105	-1,1138	1,0063	-1,1068
Suíte Nova Canaã	Fora da zona de influência da Fácies 3	58316,8376	77	-0,0669	0,1140	2,1838	0,4108	-2,2507	0,4263	-5,2791
	Dentro da zona de influência da Fácies 3	484,1541	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Fora da zona de influência da Fácies 4	55624,7487	65	-0,1892	0,1241	1,3943	0,2364	-1,5835	0,2670	-5,9313
	Dentro da zona de influência da Fácies 4	3176,2429	12	<b>0,9870</b>	0,2892	-0,1008	0,1188	<b>1,0877</b>	0,3127	3,4791
Suíte Paranaita	Fora da zona de influência da Fácies 1	55087,6261	75	-0,0362	0,1155	0,4237	0,3539	-0,4598	0,3723	-1,2351
	Dentro da zona de influência da Fácies 1	3713,3655	2	-0,9642	0,7073	0,0409	0,1112	-1,0051	0,7160	-1,4039
	Fora da zona de influência da Fácies 2	57871,2337	77	-0,0592	0,1140	1,5247	0,4096	-1,5839	0,4252	-3,7255
	Dentro da zona de influência da Fácies 2	929,7579	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Granito Nhandu	Fora da zona de influência da Fácies 3	58590,4833	76	-0,0846	0,1148	3,1895	0,3844	-3,2741	0,4012	-8,1614
	Dentro da zona de influência da Fácies 3	210,5084	1	<b>1,2146</b>	1,0024	-0,0085	0,1105	<b>1,2231</b>	1,0085	1,2128
Grupo São Marcelo Cabeça	Fora da zona de influência da Fácies 4	57736,5104	75	-0,0832	0,1155	1,6789	0,3549	-1,7621	0,3732	-4,7212
	Dentro da zona de influência da Fácies 4	1064,4813	2	<b>0,2869</b>	0,7078	-0,0061	0,1112	<b>0,2930</b>	0,7165	0,4090
Suíte Paranaita	Dentro da zona de influência do granito	4456,1398	4	-0,4532	0,5002	0,0295	0,1126	-0,4826	0,5127	-0,9412
	Fora da zona de influência do granito	54344,8518	73	-0,0496	0,1171	0,4645	0,3166	-0,5141	0,3376	-1,5231
Suíte Paranaita	Fora da zona de influência do grupo	57845,7865	75	-0,0851	0,1155	1,7878	0,3550	-1,8729	0,3734	-5,0162
	Dentro da zona de influência do grupo	955,2051	2	0,3952	0,7078	-0,0080	0,1112	<b>0,4032</b>	0,7165	0,5627
Suíte Paranaita	Dentro da zona de influência da suíte	4247,2504	21	<b>1,2572</b>	0,2188	-0,2170	0,1271	<b>1,4742</b>	0,2530	5,8271
	Fora da zona de influência da suíte	54553,7413	56	-0,3189	0,1337	1,5099	0,1931	-1,8288	0,2348	-7,7875

Tabela 8.2 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Intersecção de Estruturas Mapeadas para os jazimentos de ouro primário.

Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Intersecções entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com NE-SW (N45° a N75°)	Fora da zona de proximidade das estruturas	42735,6266	25	-0,2234	0,2001	0,4271	0,2358	-0,6504	0,3093	-2,1032
	Dentro das zonas de menor proximidade com espaçamento de 4 km	3433,2948	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	7772,4687	7	0,2085	0,3781	-0,0359	0,1667	0,2445	0,4133	0,5915
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	4859,6016	5	<b>0,3417</b>	0,4474	-0,0374	0,1623	<b>0,3790</b>	0,4760	0,7963
Intersecções entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com E-W (N75° a N105°)	Fora da zona de proximidade	42790,7200	26	-0,1854	0,1962	0,3733	0,2427	-0,5587	0,3120	-1,7904
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3229,1103	1	-0,8596	1,0002	0,0330	0,1544	-0,8926	1,0120	-0,8820
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	8053,5512	6	0,0186	0,4084	-0,0030	0,1645	0,0215	0,4403	0,0489
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	4727,6101	4	0,1459	0,5002	-0,0138	0,1602	0,1597	0,5252	0,3040
Intersecções entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com WNW-ESE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	38908,6341	23	-0,2129	0,2086	0,3186	0,2237	-0,5316	0,3059	-1,7379
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3478,2700	2	-0,2405	0,7073	0,0134	0,1562	-0,2539	0,7244	-0,3505
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	9847,4508	3	-0,8760	0,5774	0,1110	0,1582	-0,9871	0,5987	-1,6487
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	6566,6367	9	<b>0,6288</b>	0,3336	-0,1165	0,1716	<b>0,7453</b>	0,3751	1,9869
Intersecções entre direções preferenciais: NNE-SSW (15° a 45°) com NNW-SSE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	41709,9991	27	-0,1220	0,1925	0,2472	0,2501	-0,3692	0,3156	-1,1698
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3419,7871	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	8346,5226	6	-0,0172	0,4084	0,0028	0,1645	-0,0200	0,4403	-0,0455
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	5324,6829	4	0,0269	0,5002	-0,0027	0,1602	0,0296	0,5252	0,0563
Intersecções entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	44521,0775	31	-0,0491	0,1797	0,1391	0,2888	-0,1882	0,3401	-0,5532
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3220,2063	1	-0,8568	1,0002	0,0328	0,1544	-0,8897	1,0120	-0,8791
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	7141,6013	2	-0,9603	0,7072	0,0819	0,1562	-1,0423	0,7243	-1,4391
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	3918,1066	3	0,0460	0,5776	-0,0034	0,1582	0,0494	0,5988	0,0825
Intersecções entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com E-W (N75° a N105°)	Fora da zona de proximidade	44338,2929	25	-0,2602	0,2001	0,5323	0,2358	-0,7924	0,3093	-2,5623
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3245,1982	2	-0,1711	0,7073	0,0091	0,1562	-0,1803	0,7244	-0,2489
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	7088,7339	4	-0,2595	0,5001	0,0309	0,1602	-0,2903	0,5252	-0,5528
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	4128,7667	6	<b>0,6874</b>	0,4085	-0,0775	0,1645	<b>0,7649</b>	0,4404	1,7369
Intersecções entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com WNW-ESE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	41611,4482	22	-0,3246	0,2133	0,5136	0,2184	-0,8382	0,3052	-2,7463
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3363,1254	2	-0,2069	0,7073	0,0113	0,1562	-0,2181	0,7244	-0,3011
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	8709,5117	7	0,0945	0,3781	-0,0174	0,1667	0,1118	0,4132	0,2707
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	5116,9064	6	<b>0,4726</b>	0,4085	-0,0593	0,1645	<b>0,5319</b>	0,4403	1,2078
Intersecções entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	44702,3444	25	-0,2684	0,2001	0,5578	0,2359	-0,8261	0,3093	-2,6712
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3198,0475	2	-0,1565	0,7073	0,0083	0,1562	-0,1648	0,7244	-0,2275
	Dentro das zonas de proximidade Intermediária	6908,2259	4	-0,2336	0,5001	0,0274	0,1602	-0,2609	0,5252	-0,4969
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	3992,3739	6	0,7212	0,4086	-0,0800	0,1645	0,8012	0,4404	1,8193

condicional (IC). O método bayesiano do Peso das Evidências pressupõe a independência condicional, ou estatística, entre as variáveis (evidências). Dependência condicional entre duas evidências pode significar que ambas representam o mesmo fenômeno. Atributos redundantes têm o efeito de supervalorizar o cálculo das probabilidades por

superposição de pesos positivos de mesmo significado.

Segundo Bonham-Carter (1994), na prática, a premissa da independência condicional é sempre violada, sobretudo em aplicações geológicas, onde há dependência acentuada entre as variáveis. Portanto, é importante avaliar o grau de vio-

Tabela 8.2 – (continuação).

Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Interseções entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	47183,3683	30	-0,1400	0,1826	0,4257	0,2775	-0,5657	0,3322	-1,7029
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3019,3608	1	-0,7924	1,0002	0,0292	0,1544	-0,8216	1,0120	-0,8118
	Dentro das zonas de proximidade Intermediária	5834,1829	5	0,1588	0,4474	-0,0191	0,1623	0,1780	0,4759	0,3739
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	2764,0796	1	-0,7041	1,0002	0,0246	0,1544	-0,7287	1,0120	-0,7201
Interseções entre direções preferenciais: E-W (N75° a N105°) com WNW-ESE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	36566,2289	24	-0,1082	0,2042	0,1559	0,2295	-0,2640	0,3072	-0,8595
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3627,6141	2	-0,2828	0,7073	0,0161	0,1562	-0,2988	0,7244	-0,4125
	Dentro das zonas de proximidade Intermediária	10303,1223	2	-1,3269	0,7072	0,1451	0,1562	-1,4720	0,7242	-2,0325
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	8304,0263	9	<b>0,3938</b>	0,3335	-0,0827	0,1716	<b>0,4765</b>	0,3751	1,2704
Interseções entre direções preferenciais: E-W (N75°-N105°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	44729,9669	25	-0,2690	0,2001	0,5598	0,2359	-0,8287	0,3093	-2,6797
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3211,4541	1	-0,8540	1,0002	0,0326	0,1544	-0,8867	1,0120	-0,8762
	Dentro das zonas de proximidade Intermediária	7279,6636	4	-0,2861	0,5001	0,0346	0,1602	-0,3206	0,5252	-0,6105
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	3579,9070	7	<b>0,9847</b>	0,3783	-0,1149	0,1667	<b>1,0997</b>	0,4134	2,6598
Interseções entre direções preferenciais: E-W (N75° a N105°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	46665,5714	29	-0,1629	0,1858	0,4563	0,2674	-0,6192	0,3256	-1,9018
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	2907,8081	1	-0,7549	1,0002	0,0272	0,1544	-0,7821	1,0120	-0,7728
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	5978,0126	4	-0,0889	0,5002	0,0096	0,1602	-0,0985	0,5252	-0,1875
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	3249,5996	3	0,2331	0,5776	-0,0155	0,1582	0,2486	0,5989	0,4151
Interseções entre direções preferenciais: WNW-ESE (N105°-N135°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	38899,9324	24	-0,1701	0,2042	0,2669	0,2295	-0,4369	0,3072	-1,4223
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3443,3624	2	-0,2304	0,7073	0,0127	0,1562	-0,2431	0,7244	-0,3356
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	9757,0450	5	-0,3558	0,4473	0,0579	0,1623	-0,4137	0,4759	-0,8693
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	6700,6518	6	0,2026	0,4084	-0,0293	0,1645	0,2319	0,4403	0,5268
Interseções entre direções preferenciais: WNW-ESE (N105°-N135°) com N-S (N165° a 195°)	Fora da zona de proximidade	43841,4911	31	-0,0336	0,1797	0,0926	0,2888	-0,1262	0,3401	-0,3711
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3000,2375	2	-0,0926	0,7073	0,0047	0,1562	-0,0973	0,7244	-0,1343
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	7763,0588	2	-1,0437	0,7072	0,0940	0,1562	-1,1378	0,7243	-1,5710
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	4196,2042	2	-0,4283	0,7073	0,0264	0,1562	-0,4547	0,7243	-0,6278
Interseções entre direções preferenciais: NW-SE (N135°-N165°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	44130,9717	29	-0,1070	0,1858	0,2664	0,2674	-0,3734	0,3256	-1,1469
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	3262,3485	2	-0,1764	0,7073	0,0095	0,1562	-0,1858	0,7244	-0,2565
	Dentro das zonas de proximidade Intermediária	7356,0051	3	-0,5843	0,5775	0,0614	0,1582	-0,6456	0,5987	-1,0783
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	4051,6663	3	0,0124	0,5776	-0,0009	0,1582	0,0133	0,5988	0,0222

lação desta premissa e excluir da modelagem, se for o caso, mapas de evidências que provocam este efeito. Para avaliar o grau de dependência entre as variáveis de um modelamento aplicam-se métodos estatísticos, como razão de IC (observado/previsto), estatística K-S e testes pareados. O método da razão de IC mede, de forma global, o grau de dependência entre as variáveis e seu resultado não deve ser inferior a 0,85, isto é, o número de depósitos previstos (estimados) não deve ser superior em 15% do número de depósitos conhecidos. Os testes pareados e a estatística K-S destinam-se a identificar os termos (evidências) críticos, ou seja, aqueles que provocam a vio-

lação da regra da independência condicional. Tabelas de contingência e o teste Qui quadrado são usados para caracterizar o grau de associação entre os padrões binários presentes.

Neste trabalho o cálculo da independência condicional global foi realizado segundo Bonham-Carter (1994), e o teste da independência condicional de Agterberg & Cheng (2002), com seus limites padrões. No teste da independência condicional, dado pelo número de pontos de treinamento observados (n) dividido pelo número de pontos de treinamento previsto (T), segundo a expressão  $n/T$ , o valor obtido foi de 1,026. De acordo com Bonham-Carter (1994) valores inferiores a 0,85

Tabela 8.3 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Direções Preferenciais de Estruturas Mapeadas de jazimentos de ouro primário.

ESTRUTURAS – BUFFERS EM DIREÇÕES PREFERENCIAIS COM ESPAÇAMENTO MÁXIMO DE 4 km										
Padrão Binário	Critério	Área (km²)	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Direção preferencial NNE-SSW (N15° a N45°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	27090,9241	31	-0,2102	0,1797	0,1502	0,1388	-0,3603	0,2271	-1,5869
	Dentro da zona de influência de 4 km do <i>buffer</i>	14308,1944	17	-0,1725	0,2427	0,0497	0,1232	-0,2222	0,2722	-0,8165
	Dentro da zona de influência de 2 km do <i>buffer</i>	17401,8731	29	0,1663	0,1859	-0,0791	0,1362	0,2453	0,2304	1,0649
Direção preferencial NE-SW (N45° a N75°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	32306,4320	30	-0,4192	0,1827	0,3492	0,1375	-0,7685	0,2286	-3,3612
	Dentro da zona de influência de 4 km do <i>buffer</i>	13272,9041	21	0,1143	0,2184	-0,0359	0,1271	0,1502	0,2527	0,5945
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 2 km	13221,6556	26	<b>0,3321</b>	0,1963	-0,1212	0,1325	<b>0,4533</b>	0,2369	1,9139
Direção preferencial E-W (N75° a N105°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	29025,7191	28	-0,3811	0,1891	0,2694	0,1350	-0,6505	0,2323	-2,8004
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 4 km	13235,8716	18	-0,0373	0,2359	0,0106	0,1241	-0,0479	0,2665	-0,1797
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 2 km	16539,4010	31	<b>0,2840</b>	0,1798	-0,1375	0,1388	<b>0,4216</b>	0,2271	1,8563
Direção preferencial WNW-ESE (entre azimute N105° a N135°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	20445,9728	45	0,4450	0,1492	-0,3544	0,1623	0,7994	0,2205	3,6256
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 4 km	14841,8769	13	-0,4777	0,2775	0,1207	0,1196	-0,5985	0,3022	-1,9806
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 2 km	23513,1419	19	-0,5584	0,2295	0,2511	0,1251	-0,8095	0,2614	-3,0967
Direção preferencial NNW-SSE (N135° a N165°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	29331,2370	28	-0,3916	0,1891	0,2797	0,1350	-0,6713	0,2323	-2,8898
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 4 km	13654,5611	15	-0,2511	0,2583	0,0650	0,1214	-0,3161	0,2854	-1,1074
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 2 km	15815,1935	34	<b>0,4215</b>	0,1717	-0,2140	0,1429	<b>0,6355</b>	0,2234	2,8446
Direção preferencial N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	35339,4523	43	-0,1487	0,1526	0,1891	0,1582	-0,3378	0,2198	-1,5365
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 4 km	12259,2160	13	-0,2863	0,2775	0,0636	0,1196	-0,3499	0,3022	-1,1579
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 2 km	11202,3233	21	<b>0,2842</b>	0,2184	-0,0805	0,1271	<b>0,3647</b>	0,2527	1,4431

Tabela 8.4 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Direções Preferenciais de Estruturas Mapeadas de jazimentos de ouro primário.

ESTRUTURAS – DIREÇÕES PREFERENCIAIS AGRUPADAS – BUFFERS COM ESPAÇAMENTO MÁXIMO DE 1 km										
Padrão Binário	Critério	Área (km²)	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Direção E-W	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	52590,3625	64	-0,1485	0,1251	0,7751	0,2298	-0,9236	0,2616	-3,5305
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	3142,8024	4	-0,1037	0,5003	0,0055	0,1126	-0,1093	0,5128	-0,2130
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	3067,8268	9	<b>0,7330</b>	0,3338	-0,0613	0,1163	<b>0,7943</b>	0,3535	2,2469
Direção N25° E	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	52963,9250	67	-0,1097	0,1222	0,6650	0,2503	-0,7748	0,2786	-2,7810
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	3031,3508	6	<b>0,3388</b>	0,4087	-0,0221	0,1140	<b>0,3609</b>	0,4243	0,8506
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	2805,7158	4	0,0099	0,5004	-0,0005	0,1126	0,0104	0,5129	0,0202
Direção N55° E	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	54792,5299	66	-0,1588	0,1232	1,1031	0,2431	-1,2619	0,2725	-4,6311
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	2091,0700	6	<b>0,7109</b>	0,4088	-0,0389	0,1140	<b>0,7498</b>	0,4244	1,7665
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	1917,3917	5	<b>0,6152</b>	0,4478	-0,0290	0,1133	<b>0,6442</b>	0,4619	1,3947
Direção N75° W	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	48987,2343	71	0,0265	0,1188	-0,1438	0,2889	0,1703	0,3123	0,5451
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	4842,4513	2	-1,2299	0,7073	0,0616	0,1112	-1,2915	0,7159	-1,8039
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	4971,3061	4	-0,5626	0,5002	0,0390	0,1126	-0,6016	0,5127	-1,1734
Direção N-S	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	55208,7405	67	-0,1513	0,1222	1,1522	0,2506	-1,3036	0,2788	-4,6758
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	1956,1443	3	0,0832	0,5778	-0,0030	0,1119	0,0861	0,5885	0,1464
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	1636,1068	7	<b>1,1118</b>	0,3788	-0,0600	0,1148	<b>1,1718</b>	0,3958	2,9607

Tabela 8.5 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Intersecção de Estruturas Magnéticas de jazimentos de ouro primário.

INTERSECÇÃO ENTRE ESTRUTURAS MAGNÉTICAS – BUFFERS COM ESPAÇAMENTO MÁXIMO DE 1 km										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
E-W com NE-SW	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	57465,0984	74	-0,0939	0,1163	1,6601	0,3346	-1,7541	0,3542	-4,9520
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	301,4666	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	613,3337	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	302,1229	3	<b>1,9578</b>	0,5802	-0,0317	0,1119	<b>1,9895</b>	0,5909	3,3667
E-W com N-S	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	58669,7528	77	-0,0749	0,1140	6,5596	0,5774	-6,6346	0,5885	-11,2736
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	2,8274	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	6,5130	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	2,9283	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
EW com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	57281,7243	75	-0,0773	0,1155	1,4006	0,3546	-1,4779	0,3729	-3,9630
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	347,7645	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	706,2830	2	<b>0,6960</b>	0,7081	-0,0123	0,1112	<b>0,7083</b>	0,7168	0,9882
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	346,2498	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NE-SW com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	57571,7867	75	-0,0803	0,1155	1,5337	0,3547	-1,6140	0,3731	-4,3265
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	304,6579	1	<b>0,8446</b>	1,0016	-0,0069	0,1105	<b>0,8516</b>	1,0077	0,8450
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	617,3091	1	0,1384	1,0008	-0,0016	0,1105	0,1400	1,0069	0,1390
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	307,2380	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NE-SW com N-S	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	58790,3676	77	-0,0750	0,1140	6,7440	0,6055	-6,8189	0,6162	-11,0666
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	2,5801	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	5,8179	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	2,2260	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
N-S com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	58775,3927	77	-0,0747	0,1140	5,3577	0,4655	-5,4324	0,4792	-11,3354
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1km	5,9697	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	12,9512	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	6,6780	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabela 8.6 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Direções Preferenciais de Estruturas Magnéticas de jazimentos de ouro primário.

ESTRUTURAS MAGNÉTICAS INTERPRETADAS – DIREÇÕES PREFERENCIAIS – BUFFERS (ESPAÇAMENTO MÁXIMO DE 2 km)										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
E-W	Fora da zona de proximidade de 2 km	51204,3766	29	-0,1585	0,1857	0,6892	0,3164	-0,8477	0,3669	-2,3102
	Dentro da zona de proximidade - até 1 km da falha	3865,3403	8	<b>1,1390</b>	0,3539	-0,1617	0,1797	<b>1,3007</b>	0,3969	3,2770
	Dentro da zona de proximidade da estrutura (2 a 1 km)	3704,4110	2	-0,2063	0,7073	0,0125	0,1645	-0,2187	0,7262	-0,3012
NE-SW	Fora da zona de proximidade de 2 km	51572,0200	34	-0,0062	0,1716	0,0434	0,4474	-0,0497	0,4791	-0,1036
	Dentro da zona de proximidade de 1km	3629,3848	2	-0,1855	0,7073	0,0111	0,1645	-0,1966	0,7262	-0,2707
	Dentro da zona de proximidade da estrutura (2 a 1 km)	3587,9003	3	<b>0,2316</b>	0,5776	-0,0171	0,1667	<b>0,2487</b>	0,6012	0,4136
N-S	Fora da zona de proximidade de 2 km	58695,1557	39	-0,1414	0,1602	4,3611	0,4203	-4,5025	0,4498	-10,0098
	Dentro da zona de proximidade de 1 km	50,4896	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de proximidade da estrutura (2 a 1 km)	55,3463	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NW-SE	Fora da zona de proximidade de 2 km	49564,8296	33	0,0036	0,1741	-0,0194	0,4084	0,0230	0,4440	0,0517
	Dentro da zona de proximidade de 1km	4692,6013	3	-0,0371	0,5775	0,0032	0,1667	-0,0403	0,6011	-0,0670
	Dentro da zona de proximidade da estrutura (2 a 1 km)	4529,0412	3	-0,0015	0,5775	0,0001	0,1667	-0,0017	0,6011	-0,0028

Tabela 8.7 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Estruturas Magnéticas (espaçamento máximo dos buffers de 4 km) dos jazimentos de ouro primário.

ESTRUTURAS MAGNÉTICAS – BUFFERS COM ESPAÇAMENTO MÁXIMO DE 4 km										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
E-W	Fora da zona de influência do buffer	28731,1288	15	-0,9955	0,2583	0,4721	0,1214	-1,4676	0,2854	-5,1428
	Dentro da zona de influência do buffer de 4 km	12657,8716	28	<b>0,4500</b>	0,1892	-0,1693	0,1349	<b>0,6193</b>	0,2324	2,6653
	Dentro da zona de influência do buffer de 2 km	17411,9913	34	<b>0,3251</b>	0,1717	-0,1761	0,1429	<b>0,5012</b>	0,2234	2,2435
NE-SW	Fora da zona de influência do buffer	34039,6226	35	-0,3173	0,1691	0,3178	0,1445	-0,6350	0,2224	-2,8550
	Dentro da zona de influência do buffer de 4 km	10893,7194	17	<b>0,1005</b>	0,2427	-0,0243	0,1232	<b>0,1248</b>	0,2722	0,4585
	Dentro da zona de influência do buffer de 2 km	13867,6496	25	<b>0,2450</b>	0,2002	-0,0895	0,1314	<b>0,3345</b>	0,2394	1,3971
N-S	Fora da zona de influência do buffer	58281,8793	77	-0,0663	0,1140	2,1131	0,4106	-2,1794	0,4262	-5,1139
	Dentro da zona de influência do buffer de 4 km	289,6830	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Dentro da zona de influência do buffer de 2 km	229,4293	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NW-SE	Fora da zona de influência do buffer	28899,0397	34	-0,1824	0,1716	0,1494	0,1430	-0,3318	0,2234	-1,4855
	Dentro da zona de influência do buffer de 4 km	12486,3687	20	0,1266	0,2238	-0,0371	0,1261	0,1637	0,2569	0,6373
	Dentro da zona de influência do buffer de 2 km	17415,5832	23	-0,0667	0,2087	0,0268	0,1292	-0,0935	0,2454	-0,3808

Tabela 8.8 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Densidade de Estruturas Mapeadas dos jazimentos de ouro primário.

DENSIDADE DE ESTRUTURAS – MÉTODO KERNEL DE PROCESSAMENTO – RAIOS DE BUSCA 6 km										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Densidade de estruturas - direção preferencial NE-SW (N15° a N45°)	baixa	55503,6849	36	-0,0237	0,1667	0,3397	0,5776	-0,3634	0,6012	-0,6044
	intermediária	3038,0794	3	<b>0,3970</b>	0,5776	-0,0269	0,1667	<b>0,4239</b>	0,6012	0,7051
	alta	178,8891	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Densidade de estruturas - direção preferencial ENE/WSW (N45° a N75°)		306,5297	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	baixa	41030,7162	23	-0,1736	0,2086	0,3181	0,2501	-0,4917	0,3257	-1,5098
	média	13572,2499	11	0,1954	0,3016	-0,0674	0,1890	0,2628	0,3560	0,7382
Densidade de estruturas - direção preferencial E-W (N75° a N105°)	alta	3891,4958	5	<b>0,6568</b>	0,4475	-0,0684	0,1716	<b>0,7252</b>	0,4793	1,5131
		1486,9145	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	baixa	39578,3552	26	-0,0352	0,1962	0,0744	0,2775	-0,1096	0,3398	-0,3226
Densidade de estruturas - direção preferencial WNW/ESE (N105° a N135°)	média	15691,6507	12	<b>0,1168</b>	0,2888	-0,0478	0,1925	<b>0,1647</b>	0,3471	0,4744
	alta	2044,0205	1	-0,3301	1,0002	0,0103	0,1623	-0,3405	1,0133	-0,3360
		1655,2808	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Densidade de estruturas - direção preferencial NNW/SSE (N135° a N165°)	baixa	40588,9573	28	0,0108	0,1890	-0,0269	0,3016	0,0376	0,3560	0,1058
	média	13001,2314	10	<b>0,1197</b>	0,3163	-0,0382	0,1858	<b>0,1579</b>	0,3669	0,4303
	alta	3555,4716	1	-0,8867	1,0001	0,0383	0,1623	-0,9250	1,0132	-0,9129
Densidade de estruturas - direção preferencial N-S (N165° a N195°)		57,8759	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	baixa	40119,8287	20	-0,2867	0,2237	0,4300	0,2295	-0,7167	0,3205	-2,2363
	média	14399,2579	13	<b>0,3076</b>	0,2775	-0,1243	0,1962	<b>0,4320</b>	0,3398	1,2712
Densidade de estruturas totais	alta	4224,0292	6	<b>0,7613</b>	0,4085	-0,0925	0,1741	<b>0,8538</b>	0,4441	1,9226
		129,8160	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	baixa	42314,3063	29	0,0306	0,1858	-0,0837	0,3163	0,1143	0,3668	0,3116
Densidade de estruturas totais	média	12799,6776	4	-0,7551	0,5001	0,1380	0,1691	-0,8931	0,5279	-1,6919
	alta	3557,1917	6	<b>0,9322</b>	0,4086	-0,1046	0,1741	<b>1,0368</b>	0,4442	2,3344
	Sem estrutura	6150,6285	3	-0,4508	0,5775	0,0415	0,1544	-0,4923	0,5978	-0,8236
Densidade de estruturas totais	baixa	23198,3659	13	-0,3118	0,2774	0,1609	0,1769	-0,4728	0,3290	-1,4369
	média	21756,4266	15	-0,1044	0,2583	0,0566	0,1826	-0,1610	0,3163	-0,5090
	alta	7695,5707	8	<b>0,3065</b>	0,3537	-0,0555	0,1645	<b>0,3620</b>	0,3901	0,9280



Tabela 8.9 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Prospecção Geoquímica em Sedimento de Corrente para os jazimentos de ouro primário.

GEOQUÍMICA – SEDIMENTO DE CORRENTE										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
As	4,826>As>3,335	904,3108	1	-0,2441	1,0006	0,0034	0,1105	-0,2474	1,0066	-0,2458
	As<0,353	50978,4380	60	-0,1820	0,1292	0,7353	0,2088	-0,9172	0,2455	-3,7355
	1,844>As>0,353	3806,3009	11	<b>0,7181</b>	0,3019	-0,0754	0,1179	<b>0,7935</b>	0,3242	2,4478
	As>4,826	1356,9973	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	3,335>As>1,844	1754,9447	5	<b>0,7037</b>	0,4479	-0,0319	0,1133	<b>0,7356</b>	0,4620	1,5923
Au	Au> 410,69	708,2208	7	<b>1,9551</b>	0,3798	-0,0761	0,1148	<b>2,0312</b>	0,3968	5,1187
	410,69>Au>282,92	369,9200	2	<b>1,3467</b>	0,7090	-0,0181	0,1112	<b>1,3648</b>	0,7177	1,9017
	282,92>Au>155,15	1128,8328	4	<b>0,9224</b>	0,5009	-0,0300	0,1126	<b>0,9525</b>	0,5134	1,8553
	Au<27,38	49903,4845	22	-1,1647	0,2132	1,5858	0,1285	-2,7505	0,2490	-11,0480
	155,15 > Au>27,38	6690,5336	42	<b>1,4971</b>	0,1548	-0,5851	0,1562	<b>2,0822</b>	0,2199	9,4675
Cu	5,454>Cu>2,368	13432,2651	35	<b>0,6142</b>	0,1693	-0,2887	0,1444	<b>0,9029</b>	0,2225	4,0581
	8,54> Cu >5,454	4275,1259	8	<b>0,2824</b>	0,3539	-0,0259	0,1155	<b>0,3083</b>	0,3723	0,8283
	Cu<2,368	38533,5538	25	-0,7781	0,2001	0,7082	0,1315	-1,4863	0,2394	-6,2083
	8,54<Cu<11,626	1201,3800	4	<b>0,8604</b>	0,5008	-0,0288	0,1126	<b>0,8892</b>	0,5133	1,7322
	11,626 < Cu	1358,6668	5	<b>0,9603</b>	0,4480	-0,0388	0,1133	<b>0,9991</b>	0,4621	2,1618
Pb	23,824>Pb>16,986	4680,8136	9	<b>0,3095</b>	0,3337	-0,0319	0,1163	<b>0,3414</b>	0,3534	0,9662
	Pb<10,148	36119,8156	43	-0,1705	0,1526	0,2230	0,1583	-0,3936	0,2198	-1,7903
	Pb > 30,662	936,9924	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	16,986>Pb>10,148	15572,6106	25	0,1288	0,2002	-0,0508	0,1314	0,1796	0,2394	0,7503
	30,662 < Pb>23,824	1490,7594	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Zn	Zn > 36,386	756,2820	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	36,386 < Zn>28,034	1082,8963	1	-0,4249	1,0005	0,0065	0,1105	-0,4314	1,0065	-0,4286
	28,034 < Zn>19,682	4969,4342	11	<b>0,4508</b>	0,3018	-0,0540	0,1179	<b>0,5048</b>	0,3241	1,5576
	19,682 < Zn>11,33	15835,0757	27	0,1892	0,1926	-0,0798	0,1337	0,2691	0,2345	1,1475
	Zn<11,33	36157,3034	38	-0,2953	0,1623	0,3427	0,1492	-0,6380	0,2205	-2,8937

indicariam alguma dependência condicional. No teste da independência condicional, dado por  $(T-n)/\text{desvio padrão de } T$  (Agterberg & Cheng, 2002), o valor obtido foi de 29,6%. Se o valor for inferior a 50% significa que os temas são condicionalmente independentes. Em vista disto, considerou-se a ausência de temas com evidências condicionalmente dependentes e o resultado da modelagem válido.

Os temas combinados abaixo listados resultaram no mapa de favorabilidade reclassificado para cinco classes (Fig. 8.13):

- zonas com alta a moderada densidade de veios de quartzo.

- zonas com a presença da Fácies 1 da Suíte Matupá, incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas com a presença da Suíte Flor da Serra, incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas com a presença da Suíte Paranaíta,

incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas com a presença das Fácies 3 e 4 da Suíte Nova Canaã, incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas com a presença da Fácies 4 da Suíte Matupá, incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas com a presença do Complexo Cuiú-Cuiú, incluindo áreas do entorno com proximidade máxima de 2 km.

- zonas de interseção de *buffers* de estruturas magnéticas de direções E-W com *buffers* de estruturas magnéticas NE-SW.

- zonas de interseção de *buffers* de estruturas magnéticas com direções E-W com *buffer* de estruturas magnéticas NW-SE.

- zonas de interseção de *buffers* de estruturas com direções NE-SW com estruturas WNW-ESSE.

- *buffer* de estruturas com direção prefe-

Tabela 8.9 – (continuação).

GEOQUÍMICA EM SEDIMENTO DE CORRENTE – ASSOCIAÇÕES										
Critério	Padrão Binário	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Intersecção de zonas anômalas: Associação Au-Cu	Áreas sem intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem de Au e Cu (sem favorabilidade para a associação Au-Cu).	57391,2281	66	-0,2052	0,1232	2,1557	0,2440	-2,3608	0,2733	-8,6372
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem de Au e Cu (favorabilidade baixa para a associação Au-Cu).	1225,6636	16	<b>2,2359</b>	0,2516	-0,1933	0,1222	<b>2,4292</b>	0,2798	8,6830
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem para Au e Cu (favorabilidade intermediária para a associação Au-Cu).	162,0424	1	<b>1,4803</b>	1,0031	-0,0094	0,1105	<b>1,4896</b>	1,0092	1,4761
	Áreas com intersecção das zonas anômalas de 1ª ordem em Au e para Cu (elevada favorabilidade para a associação Au-Cu)	22,0576	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Intersecção de zonas anômalas: Associação Au-As	Áreas sem intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au e As (sem favorabilidade para a associação Au-As).	57391,2281	66	-0,2052	0,1232	2,1557	0,2440	-2,3608	0,2733	-8,6372
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au e As (favorabilidade baixa para a associação Au-As).	1225,6636	16	<b>2,2359</b>	0,2516	-0,1933	0,1222	<b>2,4292</b>	0,2798	8,6830
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au e As (favorabilidade intermediária para a associação Au-As).	162,0424	1	<b>1,4803</b>	1,0031	-0,0094	0,1105	<b>1,4896</b>	1,0092	1,4761
	Áreas com intersecção das zonas anômalas de 1ª ordem em Au e As (elevada favorabilidade para a associação Au-As)	22,0576	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Intersecção de zonas anômalas: associação Au-Cu-Pb-Zn.	Áreas sem intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au, Cu, Pb, Zn (sem favorabilidade para a associação Au-Cu-Pb-Zn).	56235,8857	54	-0,3857	0,1361	2,0906	0,1868	-2,4763	0,2311	-10,7147
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au-Cu-Pb-Zn (favorabilidade média para a associação Au-Cu-Pb-Zn).	2457,6004	23	<b>1,8995</b>	0,2095	-0,2821	0,1292	<b>2,1816</b>	0,2461	8,8641
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem em Au-Cu-Pb-Zn (favorabilidade alta para a associação Au-Cu-Pb-Zn).	107,5055	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

rencial E-W.

- *buffer* de estruturas com direção preferencial NE-SW (entre azimute 45° - 75°).

- áreas com intersecção de zonas anômalas em Au e Cu de 1ª, 2ª e 3ª ordem em sedimentos de corrente.

- áreas com intersecção de zonas anômalas em Au e As de 1ª, 2ª e 3ª ordem em sedimentos de corrente.

- elevados valores dos parâmetros geofísicos F-K<sub>d</sub>-U<sub>d</sub> indicadores de alteração hidrotermal.

O valor da probabilidade anterior (*a priori*) de encontrar novos jazimentos de ouro na área sem a adição de novos temas de evidência ao modelo foi de 0,02481. Com a inserção desses temas (probabilidade *a posteriori*) o valor aumentou signifi-

cativamente e com isto a chance de localizar novas áreas de favorabilidade (Fig. 8.13).

Ao se comparar os resultados de cálculo do peso das evidências com os metalotectos indicados pelos estudos das áreas-alvo se observa que tanto os metalotectos das mineralizações tectono-controladas (tipo orogenético ou relacionada a intrusão), quanto os das mineralizações relacionadas com intrusões (tipo pórfiro) recebem, indiscriminadamente, pesos elevados. Assim, o resultado de cálculo dos pesos das evidências não hierarquizou os metalotectos por tipo de depósito. Por isto, o mapa de favorabilidade final obtido com este método registra as áreas com potencial para a presença de mineralizações auríferas, mas sem discriminar tipos de depósitos.

Tabela 8.10 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Parâmetros Gamaespectrométricos para os jazimentos de ouro primário.

GEOFÍSICA – PARÂMETROS GAMAESPECTROMÉTRICOS										
Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	Valores elevados dos parâmetros F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	691,4752	2	<b>0,7196</b>	0,7081	-0,0126	0,1112	<b>0,7322</b>	0,7168	1,0214
	Valores baixos dos parâmetros F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	58109,5164	75	-0,0897	0,1155	2,1146	0,3556	-2,2043	0,3739	-5,8950
Fator F	Fora das zonas anômalas do Fator F	53385,9848	68	-0,1049	0,1213	0,6958	0,2586	-0,8007	0,2856	-2,8033
	Zonas anômalas de 3 <sup>o</sup> ordem (0,584) do Fator F	4145,2029	7	0,1776	0,3783	-0,0149	0,1148	0,1924	0,3953	0,4868
	Zonas anômalas de 1 <sup>o</sup> ordem (0,974) do Fator F	216,9489	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Zonas anômalas de 2 <sup>o</sup> ordem (0,779) do Fator F	933,8849	2	<b>0,4154</b>	0,7079	-0,0084	0,1112	<b>0,4238</b>	0,7165	0,5915
F-K <sub>d</sub>	Valores baixos dos parâmetros F e K <sub>d</sub>	56325,6844	72	-0,0993	0,1179	1,1500	0,3022	-1,2493	0,3244	-3,8514
	Valores elevados dos parâmetros F e K <sub>d</sub>	2475,3072	5	<b>0,3591</b>	0,4477	-0,0192	0,1133	<b>0,3783</b>	0,4618	0,8192
Fator K <sub>d</sub>	Fora das zonas anômalas do Fator K <sub>d</sub>	54071,3151	74	-0,0330	0,1163	0,3226	0,3337	-0,3556	0,3534	-1,0063
	Zonas anômalas de 3 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	3588,2648	3	-0,5263	0,5776	0,0263	0,1119	-0,5526	0,5883	-0,9392
	Zonas anômalas de 1 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	194,7340	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Zonas anômalas de 2 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	827,7077	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	Valores baixos de F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	56325,6844	78	-0,0192	0,1133	0,3591	0,4477	-0,3783	0,4618	-0,8192
	Valores elevados de F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	2475,3072	5	<b>0,3591</b>	0,4477	-0,0192	0,1133	<b>0,3783</b>	0,4618	0,8192

Tabela 8.11 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Estruturas Circulares dos jazimentos de ouro primário.

Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Zona de Buffer das estruturas circulares	Dentro da zona de influência do buffer de 4 km	3255,9740	8	<b>0,5553</b>	0,3540	-0,0444	0,1155	<b>0,5998</b>	0,3724	1,6106
	Fora da zona de influência do buffer	55545,0176	69	-0,1279	0,1205	1,1168	0,2678	-1,2447	0,2937	-4,2383

Tabela 8.12 – Resultado do cálculo do Peso das Evidências do tema Densidade de Veios de Quartzo para os jazimentos de ouro primário.

Padrão Binário	Critério	Área (km <sup>2</sup> )	No. Pontos	W+	W+ (Desvio Padrão)	W-	W- (Desvio Padrão)	Contraste	Contraste (Desvio Padrão)	Contraste Normalizado
Densidade de veios de quartzo	Sem veio mapeado	56913,1449	33	-0,1552	0,1741	2,5725	0,4101	-2,7278	0,4455	-6,1230
	Densidade baixa	562,2663	3	<b>2,0694</b>	0,5789	-0,0703	0,1667	<b>2,1397</b>	0,6024	3,5518
	Densidade média	88,3821	3	<b>3,9529</b>	0,5875	-0,0786	0,1667	<b>4,0315</b>	0,6106	6,6019
	Densidade alta	31,4675	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

### 8.2.2 - O método da Lógica Fuzzy (*knowledge driven*) aplicado ao acervo de dados

A lógica *Fuzzy* é definida por Katinsky (1994) como parte da lógica matemática dedicada aos princípios formais do raciocínio, incerto ou aproximado, portanto mais próxima do pensamento hu-

mano e da linguagem natural. Essa lógica é uma extensão da lógica Booleana, que considera os valores como “verdadeiro e falso”, pois assume que os valores se situam entre “completamente verdadeiro” e “completamente falso” (Fig. 8.14) e atribui um grau de verdade, ou de certeza, a alguma proposta ou hipótese.

Tabela 8.13 - Maiores pesos obtidos no modelamento conduzido pelos dados (data driven) e com emprego da técnica do Peso das Evidências.

<b>Tipo de controle</b>	<b>Padrão binário</b>	<b>Peso</b>
<i>Estrutural/Litológico</i>	Zonas com alta a moderada densidade de veios de quartzo	4,0315
<i>Litoestratigráfico</i>	Zonas com a presença da Fácies 1 da Suíte Matupá, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno.	3,8321
	Zonas com a presença da Suíte Flor da Serra, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno.	3,4575
<i>Geoquímico</i>	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem para Au e Cu, em sedimentos de corrente.	2,4292
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem para associação de Au e As, em sedimentos de corrente.	2,4292
	Áreas com intersecção de zonas anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem para associação de Au-Cu-Pb-Zn, em sedimentos de corrente.	2,1816
	Áreas com 155,15>Au>27,38 (ppm), em sedimento de corrente.	2,0822
	Áreas com Au>410,69 (ppm), em sedimento de corrente.	2,0312
<i>Estrutural</i>	Zonas de intersecção entre <i>buffers</i> de estruturas magnéticas de direção E-W, com <i>buffers</i> de estruturas magnéticas NE-SW (área de influência dos <i>buffers</i> de 0,5 km).	1,9895
	Zonas com elevada densidade de estruturas magnéticas, de direções predominantemente N-S (azimute entre N165° a N195°).	1,6204
<i>Litoestratigráfico</i>	Zonas com a presença da Suíte Paranaíta, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno.	1,4742
<i>Geoquímico</i>	Áreas anômalas, com 410,69>Au>282,92 (ppm), em sedimento de corrente.	1,3648
<i>Litoestratigráfico</i>	Zonas com a presença da Fácies 3 da Suíte Nova Canaã, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno	1,2231
<b>Tipo de controle</b>	<b>Padrão binário</b>	<b>Peso</b>
<i>Estrutural</i>	<i>Buffer</i> de estruturas magnéticas com direção preferencial N-S (dentro da zona de proximidade máxima de 0,5 km em relação a estrutura)	1,1718
	Zonas de intersecção entre <i>buffer</i> de estruturas com direção E-W, com o <i>buffer</i> de estruturas NW-SE (área de influência dos <i>buffers</i> de 2 km)	1,0997
<i>Litoestratigráfico</i>	Zonas com a presença da Fácies 4 da Suíte Matupá, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno.	1,0877
<i>Geoquímico</i>	Áreas anômalas com Cu>11,626 ppm, em sedimento de corrente.	0,9991
<i>Estrutural</i>	Zonas com alta densidade de estruturas magnéticas com direção preferencial NW-SE (azimute entre N135° a N165°).	0,9677
	Áreas anômalas com 282,92>Au>155,15 ppm em sedimento de corrente.	0,9525
<i>Geoquímico</i>	Áreas anômalas com 5,454>Cu>2,368 ppm, em sedimento de corrente.	0,9029
	Zonas com a presença do Complexo Cuiú-Cuiú, incluindo áreas com proximidade máxima de 2 km no seu entorno.	0,8958
<i>Geoquímico</i>	Áreas anômalas com 8,54<Cu <11,626 ppm, em sedimento de corrente.	0,8892
<i>Estrutural</i>	<i>Buffer</i> de estruturas magnéticas com direção preferencial E-W (dentro da zona de proximidade máxima de 0,5 km).	0,7943
<i>Geoquímico</i>	Áreas anômalas com 1,844>As>0,353 ppm, em sedimento de corrente.	0,7935
<b>Tipo de controle</b>	<b>Padrão binário</b>	<b>Peso</b>
<i>Estrutural</i>	<i>Buffer</i> de estruturas com direção preferencial NE-SW (entre azimute 45° - 75°). Área de influência dos <i>buffers</i> de 2 km.	0,4533

Dados geológicos podem ter significados e interpretações variados e, por vezes, ambíguos. Em vista disso, a utilização desta lógica em geologia é um método de análise adequado, visto que possibilita representar significados e interpretações em uma escala contínua de valores, que rotula os dados qualitativamente segundo o grau de pertinência dos mesmos aos conjuntos que pertencem. A Figura 8.15 fornece um exemplo de pertinência Fuzzy aplicado às medidas de variação do teor de determinado elemento químico e às quais pode se atribuir pertinência próxima de 1 aos valores mais elevados e anômalos e pertinên-

cia tendendo a zero aos mais baixos e que se afastam do conjunto das anomalias.

Assim, a *fuzzyficação* consiste no processo de atribuir pesos entre 0 e 1 a cada tema de evidência gerado a partir de fatores geológicos e geofísicos diversos que favoreçam a hipótese, de acordo com a maior ou menor probabilidade de correspondência com um modelo. Os temas de evidência são então combinados entre si por intermédio de diversos operadores matemáticos booleanos, como *OR*, *AND*, *SUM*, *PRODUCT* e *GAMMA*. Alguns operadores, como *OR* e *SUM*, podem potencializar valores de peso das áreas, já outros,

Tabela 8.13 - (continuação).

Tipo de controle	Padrão binário	Peso
Estrutural	Zonas com alta densidade de estruturas magnéticas com direção preferencial NW-SE (azimute entre N135° a 165°).	0,7817
	Zonas de intersecção entre <i>buffer</i> de estruturas com direção NE-SW, com <i>buffer</i> de estruturas E-W (área de influência dos <i>buffers</i> de 2 km).	0,7649
	<i>Buffer</i> de estruturas magnéticas com direção preferencial NE-SW (dentro da zona de proximidade máxima de 1 km).	0,7498
	Zonas de intersecção entre <i>buffer</i> de estruturas com direção NNE-SSW, com <i>buffer</i> de estruturas WNW-ESE (área de influência dos <i>buffers</i> de 2 km) .	0,7453
Geoquímico	Áreas anômalas com $3,335 > As > 1$ ppm, em sedimento de corrente.	0,7356
Geofísico	Elevados valores dos parâmetros geofísicos F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> , indicadores de alteração hidrotermal	0,7322
Estrutural	Zonas com alta densidade de estruturas magnéticas com direção preferencial ENE/WSW (entre azimute N45° e N75°)	0,7252
Estrutural	Zonas de intersecção entre <i>buffer</i> de estruturas magnéticas com direção E-W, com <i>buffer</i> de estruturas magnéticas NW-SE (área de influência dos <i>buffers</i> de 1 km)	0,7083
	<i>Buffer</i> de estruturas com direção preferencial N55°E (dentro da zona de proximidade máxima de 1 km).	0,6442
	<i>Buffer</i> de 4 km no entorno de estruturas circulares, incluindo a parte interna das estruturas.	0,5998
	Zonas com alta densidade de estruturas magnéticas com direção preferencial WNW-ESE (azimute entre N105° a N135°).	0,5378
	Zonas de intersecção entre <i>buffer</i> de estruturas com direção NE-SW, com o <i>buffer</i> de estruturas WNW-ESE (área de influência dos <i>buffers</i> de 2 km).	0,5319
	Zonas com alta densidade de estruturas magnéticas com direção preferencial NE-SW (azimute entre N45° a N75°).	0,5192

como *AND* e *PRODUCT*, podem restringi-los e há também operadores de ponderação, como *GAMMA*. Ao final dessas combinações são gerados os Mapas de Favorabilidade.

A Lógica *Fuzzy* foi aplicada ao acervo de dados em duas modelagens com resultados ainda preliminares, pois há restrições aos dados regionais utilizados ainda sob discussão, parte das quais foi anteriormente ressaltada. No tocante aos modelos testados destaque-se que: (i) não há dados de mapeamento sistemático dos veios de quartzo nem registro sistemático da sua presença no terreno; (ii) não há referências sobre a relação entre as diferentes famílias de veios mineralizados e o padrão estrutural da área; (iii) os parâmetros geofísicos que expressam produtos de alteração hidrotermal realçam zonas de enriquecimento em potássio relacionadas a diferentes processos e (iv) os estudos metalogenéticos indicam que a geração das mineralizações auríferas primárias foi policíclica, com formação de depósitos relacionados à evolução de arco magmático e também a processos orogenéticos, com remobilização de zonas anteriormente mineralizadas e geração de novos depósitos.

Apesar das restrições, duas modelagens foram realizadas, com visão otimista à luz dos operadores aplicados na combinação dos temas de evidência e sem muitas restrições às favorabilida-

des existentes. Ambas as modelagens visaram a indicação de áreas com maior favorabilidade para depósitos relacionados a intrusões graníticas, sejam do tipo pórfiro, sejam tectono-controlados, submetidos a retrabalhamento por deformação. A modelagem pela Lógica *Fuzzy* não foi aplicada aos depósitos do tipo *orogenic gold* devido à existência de algumas complexidades capazes de afetar significativamente a confiabilidade dos resultados. Dentre estas destacam-se: (i) a existência de apenas um depósito passível de pertencer a esta categoria; (ii) a inexistência de estudo sistemático das natureza das paragêneses hidrotermais e de sua distribuição espacial e (iii) a escala da cartografia de base (1:250.000) que impossibilita o realce de metalotectos de primeira ordem como estruturas dúctil-rúpteis, *breaks* e *splays* secundários, e de segunda ordem tais como variações composicionais de unidades litoestratigráficas maiores que possam ter atuado como tampões dos fluidos mineralizantes.

Em ambas as modelagens os temas de evidência utilizados foram selecionados a partir dos mesmos gerados na aplicação do modelo Peso das Evidências. O primeiro passo na modelagem consistiu em definir, de forma subjetiva, pesos que, em parte, obedeceram a hierarquia de valores atribuídos no cálculo do WOFÉ. A sua determinação foi realizada pelo processo de *fuzzyficação* do ArcS-

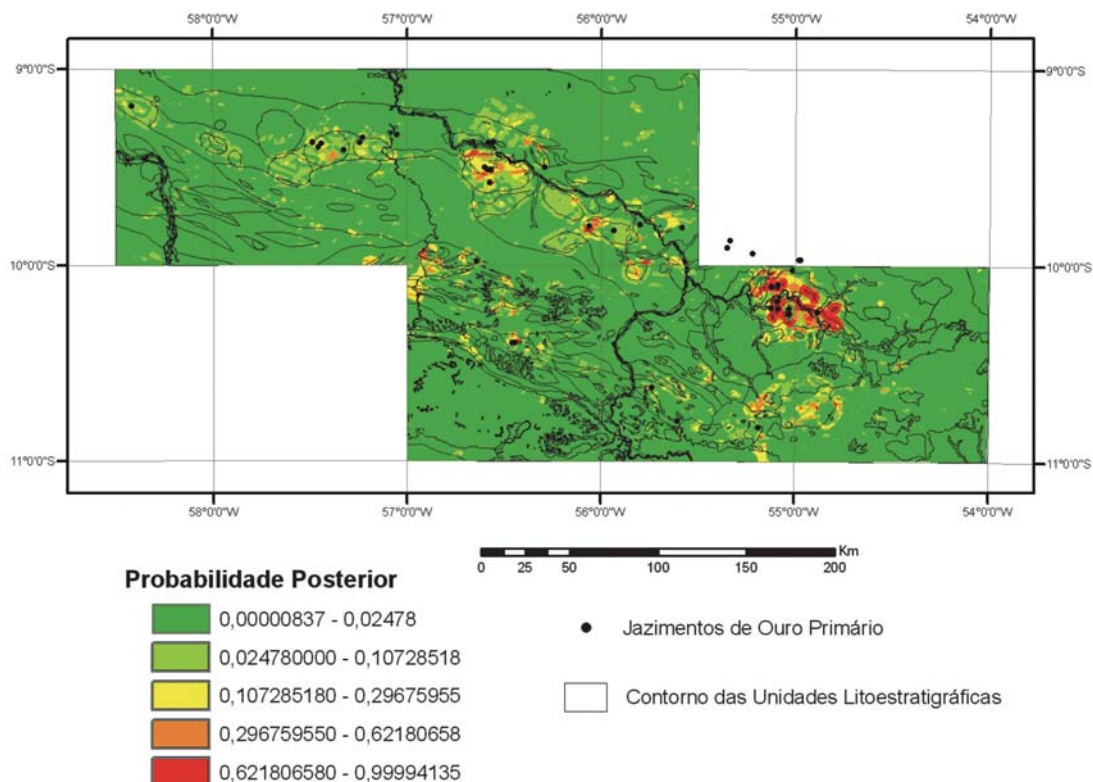


Figura 8.13 – Mapa de favorabilidade para ouro, reclassificado para cinco classes com o emprego do método Peso das Evidências.

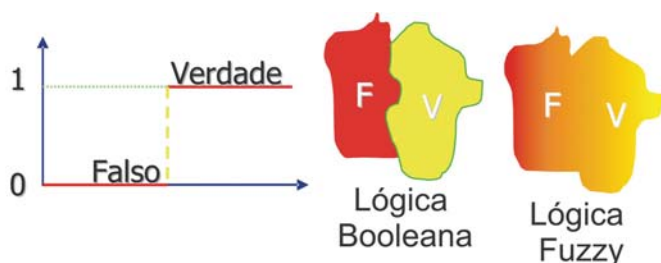


Figura 8.14 – Comparação entre o grau de verdade da lógica Booleana e da lógica Fuzzy. Fonte: Silva (2004).

DM, para o ARcGIS 9.0 (Tabela 8.14). A seguir foram feitas combinações entre os temas mediante um ordenamento lógico e de operadores *booleanos*, conforme os seguintes passos:

**Modelo 1 – Depósitos do tipo pórfiro relacionados a intrusões graníticas**

1 – Geração de um *Fator Litológico* resultante da união, pelo operador OR, de litótipos vulcânicos e subvulcânicos das unidades de arco magmático representadas pelas suítes Colíder, Matupá (Fácies 1 e 4), Nova Canaã (Fácies 4), Paranaíta e o Granito Nhandu.

2 – Geração do *Fator Alteração Hidrotermal* por agrupamento das indicações geofísicas de alteração hidrotermal, destacadas pelo operador OR, representadas pelas zonas com altos valores de

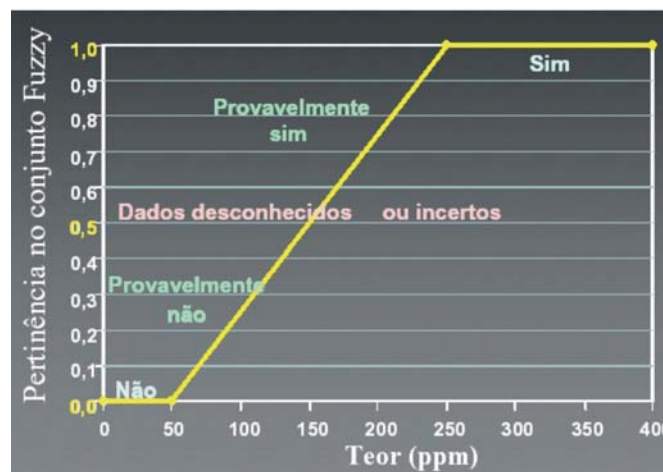


Figura 8.15 – Exemplo de função de pertinência fuzzy de um dado de teor. Fonte: Bonham-Carter (1994), modificado por Franca-Rocha (2001).

F-K<sub>d</sub>-U<sub>d</sub> e zonas com grande freqüência de veios de quartzo.

3- Seleção de zonas com baixa densidade de estruturas e geração do *Fator Estrutural*. Para este modelo assumiu-se que o padrão estrutural (*stockwork* e brechas) observado nos depósitos do tipo pórfiro reflete zonas onde a pressão dos

fluidos hidrotermais foi superior à litostática. A sobrevivência dessas zonas revela que estas resistiram ao metamorfismo e deformação das rochas do arco magmático. Com base nessas premissas desconsiderou-se as zonas fortemente estruturadas, isto é, com forte anisotropia.

4 – Geração do *Fator Geoquímica* pelo agrupamento com o operador OR de zonas anômalas em Au, Cu e Zn.

5 – Os temas produzidos nas etapas 2, 3 e 4 foram combinados com emprego do operador GAMMA (grau de confiança de 0,90) e o resultado combinado com o *Fator Litológico* mediante o operador AND. O resultado final encontra-se na Figura 8.16. Seis jazimentos minerais de Au em padrão *stockwork* foram lançados, cinco dos quais coincidem com zonas de alta favorabilidade.

### **Modelo 2 – Depósitos tectono-controlados, relacionados a intrusões graníticas e/ou do tipo *orogenic*.**

1- Geração de um tema pela união com o operador OR, das intersecções entre estruturas mapeadas e magnéticas dispostas e agrupadas preferencialmente nas direções E-W, NE-SW e NW-SE.

2- Geração de *Fator Litológico* que reúne unidades litoestratigráficas de ambiente de arco com granitóides e vulcânicas com mineralizações de ouro, e *buffers* no seu entorno com espaçamento de 2 km, mediante o operador OR. As unidades envolvidas compreendem as suítes Colíder, Matupá (Fácies 1, 2, 3 e 4), Nova Canaã (Fácies 1, 2, 3 e 4), Paranaíta o Granito Nhandu e o Complexo Cuiú-Cuiú.

3- Geração de tema de prospecção geoquímica em sedimento de corrente, com combinação das zonas anômalas em Au, Cu, Pb e Zn, mediante o operador OR.

4- Combinação de temas com altos valores de  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$  e alta densidade de veios de quartzo pelo operador OR.

5- Os temas resultantes dos itens 1, 3 e 4 foram combinados com emprego do operador OR e geração de novo tema, o qual, por sua vez, foi combinado com o operador AND, com o *Fator Litológico*.

O mapa resultante da modelagem consta da Figura 8.17, onde se observa a existência de grande número de coincidências entre os sítios com depósitos de ouro e as zonas de maior favorabilidade (cor azul) reveladas pelo modelamento.

### **8.3 - Discussão e Conclusões**

Este capítulo objetivou a geração de mapas de favorabilidade para ouro na província aurífera

Juruena-Teles Pires por meio da análise espacial de dados em Sistema de Informações Geográficas. A fonte principal de dados geológicos, geofísicos e geoquímicos foi o acervo do Projeto Promin-Alta Floresta (Souza *et al.*, 2005), complementado com dados de trabalhos realizados por universidades e empresas privadas. Novos dados foram adquiridos durante o presente projeto, notadamente os de cunho metalogenético, tais como, inclusões fluidas, produtos de alteração hidrotermal, datações Ar-Ar, isótopos estáveis, química mineral e bibliotecas espectrais, que contribuirão para o melhor entendimento dos processos geradores das mineralizações e seus metalotectos.

Para a construção dos mapas de favorabilidade, foram utilizadas duas abordagens distintas de análise espacial: uma, guiada pelo conhecimento (*knowledge-driven*), com aplicação da Lógica Fuzzy e outra guiada pelos dados (*data-driven*), com aplicação do método WOFE (Peso das Evidências).

A aplicação do método peso das evidências, resultou na indicação de áreas potenciais coincidentes com garimpos/depósitos de ouro primários importantes da região, tais como Serrinha de Matupá, Filão do Paraíba, Flor da Serra, Serrinha de Alta Floresta, Arara, Valdomiro, Buriti/Grota Rica, Trincheira Bloco C, MJBA11, MJBA13, Gil, Fabinho, Edu, Pombo e Nova Canaã. Estes jazimentos de ouro possuem tipologias tipo *intrusion related*, *orogenic gold* ou ainda desconhecidas do ponto de vista metalogenético, resultado coerente com o conjunto de pontos de treinamento (jazimentos) utilizados na modelagem. Esta correspondência comprova o uso do método para delimitação de outras áreas com favorabilidade para mineralizações auríferas. Sendo assim, áreas potenciais, onde não existem mineralizações conhecidas, foram delimitadas, sendo estas prioritárias para pesquisa de ouro, desconsiderando-se, de uma maneira geral, a pesquisa por tipologia de depósitos. Destacam-se como prioritárias as regiões nos arredores de Peixoto de Azevedo/Matupá, leste e sudeste de Terra Nova do Norte, Nova Santa Helena, leste de Nova Galiléia, Cabeça, norte da Folha Ilha 24 de Maio (1:250.000), sul/sudeste de Carlinda, norte de Alta Floresta, noroeste de Paranaíta e norte de Apiacás.

No método fuzzy, o resultado obtido com o modelo aplicado de mineralizações tipo pórfiro (modelo 1) foi otimista, tendo sido delimitadas extensas áreas com favorabilidade para mineralizações deste tipo. Este método ampliou, em relação ao método peso das evidências, a favorabilidade para mineralizações associadas às unidades Colíder, Paranaíta e Nova Canaã, do arco estateriano, e

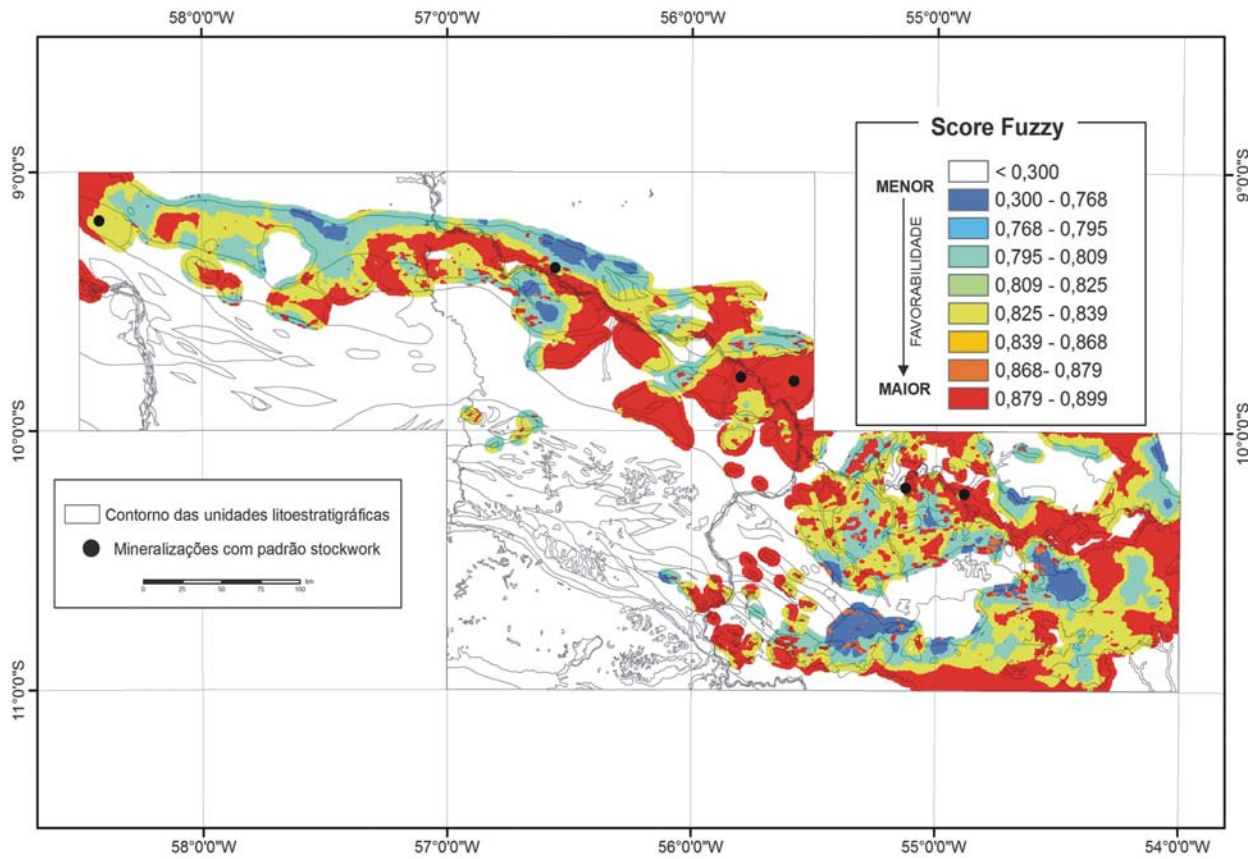


Figura 8.16 – Mapa de Favorabilidade resultante da aplicação da Lógica Fuzzy ao Modelo 1 - mineralizações do tipo pórfiro relacionadas a rochas graníticas.

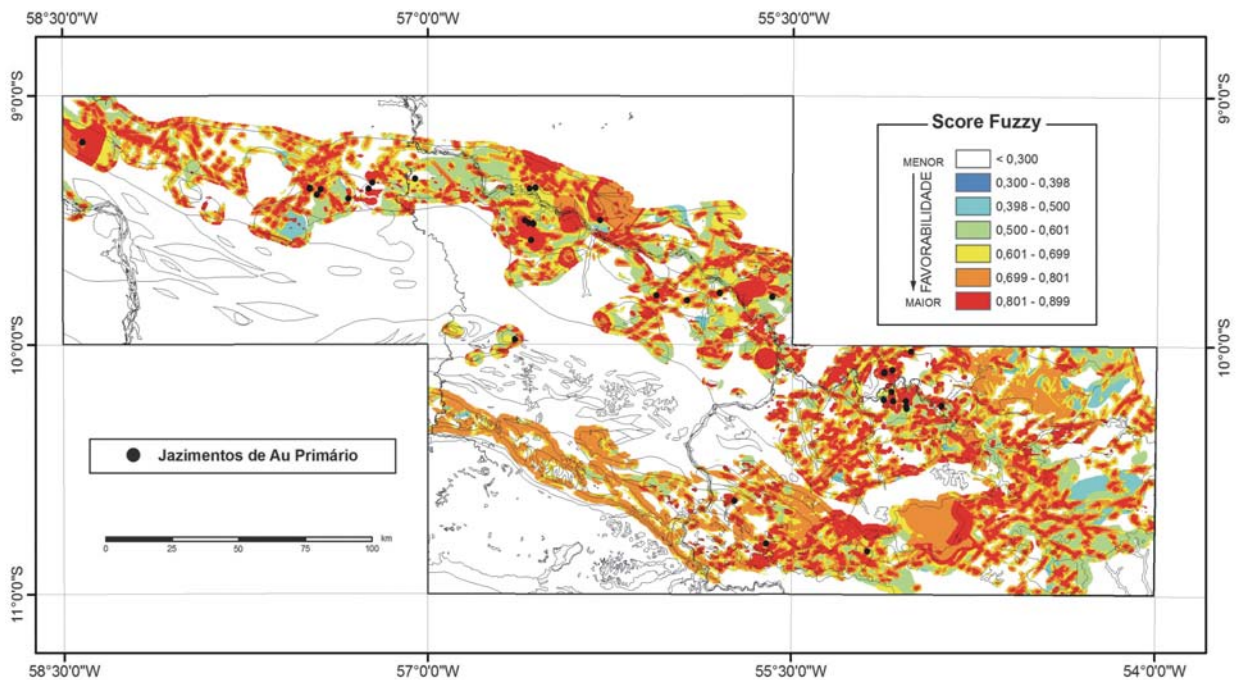


Figura 8.17 - Mapa de Favorabilidade resultante da aplicação da Lógica Fuzzy ao Modelo 2 - mineralizações tectono-controladas relacionadas a intrusões graníticas e/ou do tipo orogénico.



Matupá e Nhandu, do arco orosiriano. As áreas selecionadas como mais favoráveis, por este modelo, apresentaram correspondência com os depósitos com padrão *stockwork* de Serrinha do Matupá, Serrinha do Guarantã e do Trairão, comprovadamente reconhecidos como relacionados a mineralizações tipo pórfiro. Outras mineralizações tipo *stockwork* como área de pesquisa da Minerbrás, garimpos de Papagaio, Álvaro Tavares e Crentes também apresentaram correlação com as áreas de maior favorabilidade. Da mesma forma que no modelo anterior, outras áreas de alta favorabilidade, em regiões onde não existem mineralizações conhecidas são indicadas pela modelagem, devendo ser alvo de pesquisas futuras, destacando-se os arredores de Alta Floresta/Carlinda e Peixoto de Azevedo.

Ainda com o método *fuzzy*, foram selecionadas novas áreas potenciais para mineralizações tectono-controladas (*intrusion related e/ou orogenic gold*), análise espacial definida como modelo 2. De uma maneira geral, as áreas de maior favorabilidade selecionadas coincidiram com garimpos onde a mineralização é reconhecidamente tectono-controlada, a exemplo dos garimpos de Pé de Fora, Serrinha de Alta Floresta, Cubu, Edu, Tapajós, Filão do Paraíba, Trincheira (bloco C), Buriti/Grota Rica, Valdomiro, Arara, C11201850, MJBA-8, MJBA-11, MJBA13, Jacaré, Grota Rica (Filão da Mandioca), Filão do Armando e do Geraldo. Apenas poucos depósitos com mineralizações consideradas como tectono-controladas, como o Pombo, Edu e Gil/Fabinho não apresentaram correspondência com as áreas de maior favorabilidade do modelo 2. Como o maior número de garimpos tectono-controlados foram delimitados com áreas

de alta favorabilidade, obteve-se uma confiança no modelo 2, permitindo indicar novas áreas visando a prospecção de ouro, com destaque para as regiões nos arredores da cidade de Colíder, regiões próximas ao depósito do Pombo, sudeste da localidade de Vila Nova Esperança, noroeste da cidade de Peixoto de Azevedo, região do garimpo de Cubu, noroeste do garimpo de Trairão, noroeste das cidades de Paranaíta e Apicás e extremo noroeste da área do projeto, dentre outras.

Assim, a aplicação de ambos os métodos permitiu identificar áreas de favorabilidade para a presença de mineralizações auríferas. Grande parte das áreas coincidiu com jazimentos conhecidos na área, comprovando a eficácia do método e dando maior confiabilidade para as novas áreas indicadas nas modelagens. Os mapas de favorabilidade obtidos pela análise espacial guiada pelos dados (*data-driven*), com aplicação do método bayesiano, apresentaram um resultado mais restritivo. Apesar de terem fornecido resultados muito interessantes, tiveram como limitação o pequeno número de depósitos estudados. Verifica-se que a aplicação das modelagens com o método *fuzzy*, por ser mais conceitual, forneceu indicações de uma maior quantidade de áreas potenciais em relação ao método peso das evidências.

À medida que avance o detalhamento da cartografia da área, a aquisição de novos dados geofísicos, o adensamento da base de recursos minerais, dentre outros, a análise espacial deverá ser aprimorada e aumento do grau de confiabilidade nos temas de favorabilidade a serem gerados. É importante ressaltar que a abordagem, aqui adotada, constitui uma janela nas possibilidades do universo da análise espacial de dados.

Tabela 8.14 – Fuzzyficação dos temas assumindo-se os modelos de mineralização dos tipos pórfiro e tectono-controlado relacionado a intrusões e/ou orogenic gold.

<b>UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS</b>		
<b>Padrão Binário</b>	<b>Critério</b>	<b>Pesos</b>
Suíte Colíder	Fora da zona de influência da Suíte Colíder	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Colíder	0,9
Complexo Cuiú-Cuiú	Fora da zona de influência do Complexo Cuiú-Cuiú	0,3
	Dentro da zona de influência do Complexo Cuiú-Cuiú	0,7
Suíte Flor da Serra	Fora da zona de influência da Suíte Flor da Serra	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Flor da Serra	0,8
Suíte Matupá	Fora da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 1	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 1	0,9
	Fora da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 2	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 2	0,8
	Fora da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 3	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 3	0,8
	Fora da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 4	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Matupá – Fácies 4	0,9
Suíte Nova Canaã	Fora zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 1	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 1	0,8
	Fora da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 2	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 2	0,8
	Fora da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 3	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 3	0,9
	Fora da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 4	0,3
	Dentro da zona de influência da Suíte Nova Canaã – Fácies 4	0,9
Granito Nhandu	Dentro da zona de influência do Granito Nhandu	0,9
	Fora da zona de influência do Granito Nhandu	0,3
Grupo São Marcelo Cabeça	Fora da zona de influência do Grupo São Marcelo Cabeça	0,3
	Dentro da zona de influência do Grupo São Marcelo Cabeça	0,5
Suíte Paranaíta	Dentro da zona de influência da Suíte Paranaíta	0,9
	Fora da zona de influência da Suíte Paranaíta	0,3
<b>PARÂMETROS GEOFÍSICOS - AEROGAMAESPECTROMETRIA</b>		
F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	Elevados valores dos parâmetros F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	0,9
	Baixos valores dos parâmetros F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub>	0,2
Fator F	Fora das zonas anômalas do Fator F	0,2
	Zonas anômalas de 3 <sup>o</sup> ordem (0,584) de Fator F	0,5
	Zonas anômalas de 1 <sup>o</sup> ordem (0,974) do Fator F	0,8
	Zonas anômalas de 2 <sup>o</sup> ordem (0,779) do Fator F	0,8
F-K <sub>d</sub>	Baixos valores dos parâmetros F e K <sub>d</sub>	0,2
	Elevados valores dos parâmetros F e K <sub>d</sub>	0,9
Fator K <sub>d</sub>	Fora das zonas anômalas do Fator K <sub>d</sub>	0,2
	Zonas anômalas de 3 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	0,4
	Zonas anômalas de 1 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	0,7
	Zonas anômalas de 2 <sup>o</sup> ordem do Fator K <sub>d</sub>	0,5
F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	Baixos valores de F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	0,2
	Elevados valores de F-K <sub>d</sub> -U <sub>d</sub> e F-K <sub>d</sub>	0,9

Tabela 8.14 – (continuação)

GEOQUÍMICA EM SEDIMENTO DE CORRENTE – ZONAS ANÔMALAS		
Padrão Binário	Critério	Pesos
As	4,826>As>3,335	0,7
	As<0,353	0,3
	1,844>As>0,353	0,5
	As>4,826	0,8
	3,335>As>1,844	0,6
Au	Au> 410,69	0,9
	410,69>Au>282,92	0,8
	282,92>Au>155,15	0,7
	Au<27,38	0,2
	155,15 > Au>27,38	0,6
Cu	5,454>Cu>2,368	0,6
	8,54> Cu >5,454	0,7
	Cu<2,368	0,2
	8,54<Cu<11,626	0,8
	11,626 < Cu	0,9
Pb	23,824>Pb>16,986	0,5
	Pb<10,148	0,2
	Pb > 30,662	0,7
	16,986>Pb>10,148	0,4
	30,662 < Pb>23,824	0,6
Zn	Zn > 36,386	0,6
	36,386 < Zn>28,034	0,5
	28,034 < Zn>19,682	0,4
	19,682 < Zn>11,33	0,3
	Zn<11,33	0,2
ZONAS DE INTERSECÇÃO DE ESTRUTURAS		
Intersecção entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com NE-SW (N45° a N75°)	Fora da zona de proximidade das estruturas	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade com espaçamento de 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9
Intersecção entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com E-W (N75° a N105°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com WNW-ESE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9
Intersecção entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com NNW-SSE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: NNE-SSW (N15° a N45°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9

Tabela 8.14 – (continuação)

<b>ZONAS DE INTERSECÇÃO DE ESTRUTURAS</b>		
<b>Padrão Binário</b>	<b>Critério</b>	<b>Pesos</b>
Intersecção entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com WNW-ESE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9
Intersecção entre direções preferenciais: NE-SW (N45° a N75°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecções entre direção preferencial NE-SW (N45° a N75°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: E-W (N75° a N105°) com WNW-ESSE (N105° a N135°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: E-W (N75° a N105°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9
Intersecção entre direções preferenciais: E-W (N75° a N105°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: WNW-ESSE (N105° a N135°) com NW-SE (N135° a N165°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,7
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,8
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,9
Intersecção entre direções preferenciais: WNW-ESSE (N105° a N135°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
Intersecção entre direções preferenciais: NW-SE (N135° a N165°) com N-S (N165° a N195°)	Fora da zona de proximidade	0,2
	Dentro das zonas de menor proximidade – 4 km	0,6
	Dentro das zonas de proximidade intermediária	0,7
	Dentro das zonas de maior proximidade – 2 km	0,8
<b>DENSIDADE DE ESTRUTURAS MAPEADAS</b>		
Densidade de estruturas totais	Sem estruturas	0,9
	Baixa densidade	0,8
	Densidade média	0,3
	Densidade alta	0,2
<b>DENSIDADE DE VEIOS DE QUARTZO</b>		
Densidade de Veios de Quartzo	Sem veio mapeado	0,3
	Baixa densidade	0,7
	Densidade média	0,8
	Densidade alta	0,9

Tabela 8.14 – (continuação)

INTERSECÇÃO ENTRE ESTRUTURAS MAGNÉTICAS		
Padrão Binário	Critério	Pesos
E-W com NE-SW	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,7
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,8
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,9
E-W com N-S	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,6
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,7
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,8
EW com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,7
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,8
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,9
NE-SW com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,7
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,8
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,9
NE-SW com N-S	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,6
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,7
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,8
N-S com NW-SE	Fora da zona de influência do <i>buffer</i>	0,3
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 1 km	0,6
	Dentro da zona de influência intermediária do <i>buffer</i>	0,7
	Dentro da zona de influência do <i>buffer</i> de 0,5 km	0,8

## 9 – Conclusões e Recomendações

*Maria da Glória da Silva  
Maise Bastos Abram*

As informações deste relatório representam importante avanço do conhecimento sobre a geologia e a potencialidade mineral para ouro da porção norte do Estado do Mato Grosso. As ações com enfoque metalogenético realizadas em áreas selecionadas resultaram no melhor entendimento dos principais processos genéticos das mineralizações auríferas, na proposta de modelos de depósitos, no reconhecimento e hierarquização dos principais metalotectos da província.

A execução do projeto se baseou na compilação e reavaliação de todas as informações disponíveis sobre a geologia, prospecção geoquímica, geofísica, litoquímica, geocronologia e sobre as mineralizações de ouro conhecidas na área sob a forma de garimpos e ocorrências. Aos existentes foram acrescentados novos dados de, dentre outros, datações U-Pb, Sm-Nd e Ar-Ar, determinações litoquímicas, resultados de estudo de inclusões fluidas, análises de isótopos estáveis e de estudos mineraloquímicos e espectrorradiométricos, de sete áreas-alvo selecionadas para aprofundar os estudos metalogenéticos. O conjunto de informações subsidiou a análise espacial e geração de mapas de favorabilidade para mineralizações auríferas. O acervo representa o estágio atual do conhecimento geológico e metalogenético sobre a província, na escala 1:250.000 e se encontra em formato analógico e digital, estruturado em Sistema de Informações Geográficas.

Os dados litoquímicos e geocronológicos permitiram melhor estabelecer a posição estratigráfica de algumas unidades e compreender os ambientes geotectônicos de sua formação. Segundo a nova ordenação estratigráfica proposta neste trabalho, o Granito Nhandu ( $1889 \pm 17$  Ma e  $1879 \pm 5,5$  Ma), hospedeiro de mineralização aurífera do tipo pórfiro, é mais antigo do que a Suíte Matupá e foi gerado em estágio tardio de evolução de arco magmático orosiriano. A idade U-Pb de  $1784 \pm 32$  Ma de zircão do Granito Apiacás e a presença de cristais herdados de  $1871 \pm 21$  Ma indicam que o mesmo se originou por fusão parcial de rochas do orógeno. Por outro lado, a posição estratigráfica da Suíte Intrusiva Flor da Serra, de assinatura toleítica intraplaca, é ainda incerta, embora Souza *et al.* (2005) a tenham interpretado como intrusiva na Suíte Intrusiva Matupá. A ocorrência

de atividade magmática toleítica intraplaca em ambiente de arco tem sido descrita e interpretada por alguns autores, a exemplo de Kay & Mahlburg (1993) e Lustrino (2005), como decorrente de delaminação crustal. Os resultados de aerogravimetria sugerem que a área de ocorrência da Suíte Flor da Serra coincide com crosta adelgada e manto soerguido o que sinaliza que a colocação da suíte pode ter ocorrido por delaminação. Esta interpretação, no entanto, carece de dados adicionais de campo, litoquímicos e geocronológicos da suíte e encaixantes imediatas.

A unidade Granito São Romão ( $1.770 \pm 9$  Ma U-Pb SHRIMP) é cronocorrelata e possui características litoquímicas muito semelhantes à unidade Granito São Pedro ( $1.784 \pm 17$  Ma SHRIMP), sinalizando com a possibilidade de constituírem uma única unidade litoestratigráfica.

O adensamento do padrão estrutural da área permitiu destacar estruturas de 2ª e 3ª ordem, compatíveis com o sistema de fraturas Riedel, como proposto por Souza *et al.* (2005), que se revelaram de importância na modelagem de depósitos auríferos.

O processamento e interpretação de dados aerogeofísicos permitiu a geração de 20 temas gamaespectrométricos e 43 aeromagnetométricos, que representam um incremento de 12 e 40 novos temas, respectivamente.

O tratamento dos dados gamaespectrométricos, em especial a geração de mapas de parâmetros geofísicos indicadores de processos de alteração hidrotermal (R(F)-G(K<sub>d</sub>)-B(U<sub>d</sub>)), mostrou que a maior intensidade de alteração hidrotermal se concentra nas áreas de ocorrência das suítes Matupá, Flor da Serra, Nova Canaã, Paranaíta, Colíder, Granito Nhandu e São Marcelo Cabeça, principais hospedeiras das mineralizações de ouro. A integração dos dados gamaespectrométricos e magnéticos destacaram que parte das áreas anômalas possuem controle estrutural e estas coincidem e extrapolam com algumas ocorrências de ouro primário conhecidas e, desta forma, permite apontar novos alvos exploratórios.

As estruturas magnéticas mapeadas coincidem, em grande parte, com os resultados obtidos por Parro (1998). A obtenção de mapa do campo magnético continuado para 5 km resultou na iden-

tificação das estruturas profundas da área, cujo padrão preferencial é E-W, linear e contínuo. Este padrão está truncado por estruturas rúpteis secundárias NE-SW, com alguma inflexão para NNW-ESE e NW-SE. Observa-se que as estruturas NE-SW são, aparentemente, mais jovens, pois seccionam as demais, como já havia sido sugerido por Parro (1998). As de direção E-W são aqui interpretadas como reflexo de deformação da protocrosta da área, de provável idade arqueana, mas da qual não há, até o momento, evidências de exposição. Entretanto, dados litogeoquímicos e isotópicos de rochas das diferentes unidades da área registram que o arco magmático que as originou foi edificado sob a influência daquela protocrosta.

O reconhecimento da existência dessas estruturas profundas é importante tanto para o entendimento do condicionamento E-W de parte das mineralizações auríferas, quanto na proposição dos limites de diferentes blocos crustais. A zona de ocorrência de estruturas profundas se superpõe à zona limítrofe de ocorrência de rochas com alto contraste de densidade. Nessa zona de superposição encontram-se, predominantemente, rochas de alto grau de metamorfismo. Tal superposição foi considerada como sinalizadora de uma possível zona limítrofe de blocos tectônicos.

No que diz respeito às áreas mineralizadas a ouro, foi feito um histórico do conhecimento e uma atualização dos dados existentes na base de dados de recursos minerais do GEOBANK. Para cada uma das áreas-alvo selecionadas (Filão do Paraíba, do Trairão/Minerbrás, Edu, Tapajós, Pé de Fora, Gil/Fabinho e Papagaio) foram descritas e interpretadas feições tais como: definição das encaixantes imediatas, forma(s) da mineralização, principais controles, paragêneses e zonalidade da alteração hidrotermal, valores isotópicos (estáveis e radiogênicos), dados de inclusões fluidas, de assinatura geofísica e dados espectrorradiométricos.

Nos garimpos de Gil/Fabinho, Tapajós, Edu e Paraíba, foram ainda realizados estudos geotermométricos, com base em dados de química mineral. Nos demais garimpos, este estudo não foi executado, tendo em vista a ausência de uma mineralogia susceptível a estudos geotermométricos. Dados geocronológicos, pelo método Ar-Ar em micas foram obtidos nos depósitos do Trairão, Filão do Paraíba, Tapajós e Gil/Fabinho e também em muscovita das zonas de deformação da unidade Granito Apiacás. Exceto no garimpo do Papagaio, em todos os demais depósitos estudados foram realizados estudos de inclusões fluidas dos veios. Os resultados revelaram a natureza e a(s) fonte(s)

do fluido gerador dos veios e, conseqüentemente do minério.

No depósito de Trairão, com veios em *stockwork*, as inclusões fluidas primárias revelaram amplo espectro de salinidade resultante da mistura de fluidos salinos magmáticos com meteóricos, não salinos. A idade Ar-Ar de muscovita hidrotermal situa-se no intervalo de tempo do resfriamento do granito. Os valores de  $\delta^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  da pirita do minério são compatíveis com enxofre magmático. Estas características indicam que a mineralização deste garimpo é do tipo pórfiro (*intrusion related*).

No depósito de Edu os estudos petrográficos evidenciaram a existência de zonalidade da alteração hidrotermal, resultante de sulfetação, silicificação, sericitização, hematitização e propilitização, precedidas de feldspatização. As inclusões fluidas revelam fluidos primários carbônicos e aquocarbônicos, com salinidade entre 13 a 17 % em peso de NaCl equiv., e presença de  $\text{CaCl}_2$ , apontando para expressiva contribuição magmática na composição do fluido mineralizador. A presença de adularia em veios de quartzo tardios revela a participação de fluidos epitermais de baixa sulfetação na evolução desse depósito.

No garimpo do Tapajós as encaixantes são rochas subvulcânicas da Suíte Nova Canaã e o minério ocorre como veios de quartzo em zona de cisalhamento com direção E-W. A alteração hidrotermal predominante é a potassificação, com subordinada hematitização, sericitização, silicificação, sulfetação e propilitização. Inclusões fluidas apontam fluidos mineralizantes aquocarbônicos com salinidade entre 8,8 e 22,6% em peso de NaCl equiv., temperatura mínima de aprisionamento de 300°C, e fluidos do sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ . Também ocorrem fluidos aquosos tardios de salinidade variada e temperatura de homogeneização inferior a 200°C. Os dados de inclusões primárias são coerentes com fluido de alta temperatura, de provável derivação magmática, com mistura de fluidos meteóricos, o que sugere que este depósito é do tipo *intrusion related*.

No depósito de Pé de Fora a mineralização ocorre como veios lenticulares de quartzo em milonitos de falha transcorrente sinistral N80°W, subvertical que corta rochas da Suíte Paranaíta. Os veios estão envelopados por halo de alteração hidrotermal com quartzo, sericita, clorita, epidoto, óxidos de ferro e pirita. Inclusões fluidas e dados petrológicos e de isótopos de enxofre de pirita apontam fluidos mineralizantes derivados de intrusão granítica e, portanto, o depósito é do tipo *intrusion-related*.

O minério do Filão do Paraíba consiste em

veios de quartzo alojados em milonitos N05°W que cortam as rochas das suítes Flor da Serra e Matupá. A alteração que acompanha os veios é potássica precoce, seguida de alteração propilítica e sericitica. Inclusões fluidas revelaram uma história complexa de evolução dos fluidos, com predomínio de aquocarbônicos do sistema  $H_2O-NaCl-CaCl_2-CO_2$  ( $\pm N_2 \pm CH_4$ ), com salinidade entre 5 e 25% em peso de NaCl equiv. e temperaturas de homogeneização total entre 200 e 350 °C, o que permite classificar o depósito como do tipo *intrusion related*.

As características dos depósitos de Gil e de Fabinho diferem dos demais por não estarem hospedados em granitos e sim em filonitos derivados da deformação de rochas vulcânicas félsicas e sedimentares. A alteração hidrotermal que os acompanha compreende, em ordem decrescente de frequência, a silicificação, sericitização, biotitização, turmalinização, sulfetação e a ferro-cloritização. As inclusões fluidas do garimpo do Fabinho revelam fluido homogêneo aquoso e do sistema  $H_2O-NaCl-CaCl_2$ . A salinidade quase nula aponta para a ausência de contribuição magmática e a variável temperatura de homogeneização uma mistura de fluidos de derivação metamórfica e meteórica e dados geotermométricos de arsenopirita e clorita revelam temperaturas entre 340 e 450°C, mais elevada do que as dos demais garimpos. Isto permite classificar esses depósitos como do tipo *orogenic gold*, formado sob condições mesozonais.

O avançado intemperismo do depósito do Papagaio e encaixantes dificultou o seu detalhamento de campo e laboratório. Contudo, este se assemelha aos depósitos em *stockwork* de Crenates e Álvaro Tavares no tocante às encaixantes imediatas, compostas de rochas vulcânicas da Suíte Colíder e nos dados espectrorradiométricos que revelaram a presença de illita de cristalinidade intermediária a alta. Segundo Camprubi & Albinson (2006) a illita de alteração pode ser considerada como um indicativo da natureza epitermal, de baixa sulfetação.

Sob o aspecto litoquímico, rochas com alteração hidrotermal de todos os garimpos estudados estão empobrecidas em ETR e grande parte dos LIL e HSFE, comparativamente às sem alteração, o que pode ser interpretado como produto de lixiviação dos ETR pelo fluido hidrotermal. Uma vez que os padrões rocha/condrito dos hidrotermalitos mantêm-se paralelos aos padrões rocha/condrito das rochas não hidrotermalizadas, está sendo aqui admitida uma relação de cogeneticidade entre o fluido lixiviador e as rochas. Esta conclusão tem suporte nos resultados obtidos no estudo de inclusões fluidas, que revelou fluidos de

derivação magmática, granítica, para a maioria absoluta dos garimpos estudados, com exceção de Gil/Fabinho.

A determinação da assinatura espectral da alteração hidrotermal no entorno dos garimpos estudados e o modelamento da sua distribuição em área permitiu identificar a ocorrência de alvos com alterações semelhantes e, portanto, potencialmente favoráveis à presença de mineralização. Em vista disto, recomenda-se a investigação destas áreas adicionais e o emprego da biblioteca espectral no mapeamento de outras cenas ASTER da área como um todo.

Os resultados aqui obtidos indicam que a formação da Província Juruena-Teles Pires encerra uma história metalogenética complexa e multifásica. Até o presente, os processos reconhecidos como formadores de depósitos compreendem os relacionados a fluidos magmáticos (*intrusion related*), com maior ou menor participação de fluidos meteóricos, derivados de granitos relacionados à evolução dos arcos Cuiú-Cuiú e Juruena, de idades orosiriana e estateriana, respectivamente. As idades Ar-Ar dos halos de alteração hidrotermal desses depósitos indicam que estes foram afetados pela orogênese Sunsás (1,30 a 1,0 Ga). Idade semelhante obteve-se em micas dos garimpos de Gil e de Fabinho, mas é incerto se esta representa a idade da mineralização ou do seu rejuvenescimento isotópico. Rejuvenescimento isotópico dos terrenos paleoproterozóicos da província durante o ciclo orogênico Sunsás foi detectado não apenas nos halos de alteração hidrotermal dos depósitos estudados quanto também em muscovita (Ar-Ar de  $1330 \pm 6$  Ma) de protomilonito do Granito Apiacás ( $1784 \pm 32$  Ma).

A análise espacial dos dados da literatura somados aos obtidos durante este projeto e o seu modelamento digital conduzido pelos dados (*data driven*) com emprego do Peso das Evidências, ressaltaram importantes feições e guias exploratórios para ouro na província. Os resultados obtidos por meio do cálculo do Peso das Evidências, entretanto, demonstraram uma mistura da hierarquia de metalotectos entre diferentes tipologias de mineralizações. Contudo, a par da mistura da hierarquia de metalotectos, os seguintes guias se destacam: (i) presença de veios de quartzo; (ii) potencialidade das unidades Matupá, Paranaíta, Nova Canaã, Suíte Intrusiva Flor da Serra; (iii) sedimentos ativos de corrente, anômalos nos pares Au-Cu e Au-As, em detrimento de anomalias isoladas de Au, As ou Cu; (iv) presença de estruturas magnéticas, mapeadas ou registradas em produtos de sensores remotos e orientadas segundo E-W, NE-SW e NW-SE; (v) intersecções de estru-



turas; e (vi) valores elevados de radiometria dos parâmetros  $F$ ,  $K_d$  e  $U_d$ . Os pesos obtidos para as unidades Granito Nhandu e Suíte Colíder não foram elevados devido à extensa área aflorante e reduzido número de depósitos conhecidos.

A partir das feições diagnósticas dos garimpos estudados, os modelamentos realizados com a análise espacial pela Lógica *Fuzzy* resultou em mapas de favorabilidade apenas para depósitos de Au do tipo *intrusion related*, pois a sua aplicação nos do tipo *orogenic gold* foi prejudicada por fatores que incidem sobre a sua confiabilidade, tais como a existência de apenas dois depósitos dessa categoria conhecidos (garimpos de Gil e de Fabinho), a inexistência de estudos sistemáticos sobre as paragêneses hidrotermais e sua distribuição espacial e a escala inadequada de cartografia (1:250.000) que impede o realce de metalotectos de primeira e segunda ordem. Os mapas de favorabilidade obtidos com o Peso das Evidências e a Lógica *Fuzzy* e o mapeamento espectral não só destacaram as áreas com concentração de depósitos conhecidos, quanto abriram perspectivas para áreas adicionais, o que demonstra a

aplicabilidade de ambos na prospecção de ouro na Província Aurífera Juruena-Teles Pires.

Em trabalhos futuros é necessário detalhar os depósitos de garimpos não abordados neste relatório detalhados, no tocante aos seus controles e características mineralógicas e texturais, complementados com dados litogeoquímicos, isotópicos e de inclusões fluidas. Elaboração de um projeto que vise a datação, pelo método U-Pb, de unidades cuja idade absoluta não foi ainda obtida, tais como o Complexo Bacaeri-Mogno e as suítes Intrusiva Flor da Serra e São Marcelo Cabeça, bem como da Suíte Nova Canaã, de idade dúbia.

A par das diversas limitações, os novos dados e resultados deste projeto incrementam o estado do conhecimento sobre a Província Aurífera Juruena-Teles Pires, em particular por conter o detalhamento de vários depósitos, discriminar sua tipologia, abordar a metalogenia da região mediante métodos alternativos de avaliação e manipulação de dados, indicar novas áreas potencialmente favoráveis para depósitos auríferos adicionais e, assim, contribuir com o desenvolvimento do setor mineral do Estado de Mato Grosso.

## 10 - Referências Bibliográficas

- ABDEL-RAHMAN, A.M. Nature of biotite from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magma. *Journal of Petrology*, v. 35, p. 525-541, 1994.
- ABREU FILHO, W.; BARROS, A.J.P.; BARRETO FILHO, J.A. **Projeto Ouro Gemas. Relatório Anual da Área Piloto da Reserva Garimpeira de Peixoto de Azevedo**. Cuiabá: DNPM, CPRM, 1992. 31 p. Relatório Anual. Inédito.
- AGTERBERG, F.P.; CHENG, Q. Conditional Independence Test for Weights-of-Evidence Modeling. *Natural Resource Research*, v. 11, n. 4, p. 249-255, Dec. 2002.
- ALBUQUERQUE, M.C. **Área MT-02- Alta Floresta - Mato Grosso**: escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 1997. (Série Mapas Temáticos do Ouro, 70). Programa Nacional de Prospecção de Ouro.
- ALBUQUERQUE, M.C. **Área MT-07-Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso**: escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. (Série Mapas Temáticos do Ouro, 70). Programa Nacional de Prospecção de Ouro.
- ALMEIDA, F.F.M. **Tectonic map of South América, 1:5.000.000 - Explanatory note**. Brasília: DNPM, 1978. 23 p. Trabalho elaborado em parceria com CGMW e UNESCO.
- AMARAL, G. **Geologia Pré-Cambriana da região amazônica**. 1974. 212 f. Tese (Livre Docência)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.
- ARAÚJO, E.S. **Projeto PROMIN - Alta Floresta**: relatório integrado de geoquímica. Folhas Alta Floresta (SC.21-X-C), Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A), Vila Guarita (SC.21-Z-B) e Rio São João da Barra (SC.21-V-D). Goiânia: CPRM, 2001. Relatório Interno.
- ARAÚJO NETO, H. **Área MT-01 - Mato Grosso**: escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 1997. Programa Nacional de Prospecção de Ouro.
- BARROS, A.J.P. **Contribuição à Geologia e Controle das Mineralizações Auríferas da Região de Peixoto de Azevedo**. 1994. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- BARROS, A.J.P.; LAET, S.M.; RESENDE, W.M. de. Províncias auríferas do norte do Estado de Mato Grosso. In.: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6., 1999, Manaus. **Boletim de Resumos ...** Manaus: SBG, 1999.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.O. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. In: WRIGHT, H. E.; FREY, D. G. (Ed.). **International Studies on the Quaternary**. Geol. Soc. Am. Spec. Papers 84, p. 433-451, 1965.
- BIONDI, J.C. *et al.* Geologia e Petrologia da Mina de Ouro Schramm (Gaspar - SC). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 287-298, 2001.
- BIONDI, J.C. **Geologia e Mineralogia do Depósito de Au-Cu (Bi) Pombo (Terra Nova do Norte - MT)**. 2005. 279 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BIONDI, J.C. *et al.* Mineralogia e química do minério de Au-Cu (Bi) do Depósito Pombo (Terra Nova do Norte - MT). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 603-622, 2006.
- BODNAR, R.J. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H<sub>2</sub>O-NaCl solutions. **Geoch. Cosmoch. Acta**, v. 57, p. 683-684, 1993.
- BONHAM- CARTER, G.F.; AGTERBERG, F.P.; WRIHT, D.F. Integration of Geological Datasets for Gold Exploration in Nova Scotia. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 54, n. 11, p. 1585-1592, 1988.
- BONHAM-CARTER, G.F. **Geographic Information System for Geoscientists: modelling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1994. 398 p. (Computer Methods in the Geosciences, 13).
- BOTELHO, N. F. **Considerações sobre a Petrografia e a Geoquímica de Rochas Graníticas do Promin Alta Floresta**. Brasília: Instituto de Geociências/UNB, 2001. 15p. Relatório interno.
- BOYLE, R.W. The geochemistry of gold and its deposits. **Geological Survey of Canada**, Bull. 280, 1979. 584 p.
- BRIGGS, I.C. Machine contouring using minimum curvature. **Geophysics**, v. 39, n. 1, p. 39-48, Feb. 1974.
- CATHELINÉAU, M. Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. **Clay Minerals**, v. 23, p. 471-485, Dec. 1988.
- CATHELINÉAU, M.; NIEVA, D. A chlorite solid-solution geothermometer. The Los Azufres (Mexico) geothermal system. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 91, p. 235-244, 1985.
- CARVALHO, M.T.N. **Integração de dados geológicos, geofísicos e geoquímicos aplicados à prospecção de ouro nos greenstone belts de Pilar de Goiás e Guarinos, GO**. 1999. 229 f. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- CORDANI, U.G.; BRITO, N.B.B. de. The geologic evolution of South America during the Archaean and Early Proterozoic. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 1-3, p. 78-88, 1982.
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W. Determinações Geocronológicas no Estado do Rio de Janeiro: uma síntese. In: SEMINÁRIO DE GEOLOGIA, 5., 1979, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1980. p. 29-44.
- CORDELL, L.; GRAUCH V.J.S. Mapping basement magnetization. Mecanismos de resfriamento, estruturação e processos pós-magmáticos em basaltos da Bacia do Paraná zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico. In: HINZE, W.J. (Ed.). **The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps**. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists, 1985. p. 181-197.
- COSTA, J.B.S.; HASUI, Y. Evolução geológica da Amazônia. In: COSTA, M. L. da; ANGÉLICA, R. S. **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: SBG-NO, 1997. p. 15-90.
- COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Aerogeofísico Jurúena - Teles Pires: Fase I**, (dados gamaespectrométricos e magnéticos digitais). Rio de Janeiro, 1991.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Aerogeofísico Jurúena - Teles Pires: Fase II**, (dados gamaespectrométricos e magnéticos digitais). Rio de Janeiro, 1996.
- CRÓSTA, A.P. *et al.* Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 21, p. 4233-4240, 2003.
- CRUZ, E.L.C.C. **Projeto Província Mineral Alta Floresta**: relatório sobre o estudo da alteração hidrotermal em alguns depósitos de ouro da Província Mineral Alta Floresta. Rio de Janeiro: CPRM, 2002. 21 p. Relatório Interno.
- CUADROS J.; LORENZO J.E. **Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais**: folha SC.21-Z-B, Vila Guarita. Goiânia: DNPM, 1985. Convênio DNPM/CPRM.
- DE CARITAT, P.; HUTCHEON, I.; WALSHE, J.L. Chlorite geothermometry: a review. **Clays and Clay Minerals**, v. 41, n. 2, p. 219-239, Apr. 1993.
- DEBEGLIA, N. *et al.* Semi-automated structural analysis of high resolution magnetic and gamma-ray spectrometry airborne surveys. **Journal of Applied Geophysics**, v. 58, n. 1, p. 13-28, 2006.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. **The Rock Forming Mineral**. Londres: Longman, 1992. 696p.

- DELGADO, I.M. *et al.* Projeto Província Mineral Alta Floresta: contribuição ao conhecimento das mineralizações de ouro da Província Mineral de Alta Floresta, Mato Grosso. Salvador: CPRM, 2001. Relatório de Viagem.
- DICKSON B.L.; SCOTT, K.M. Interpretation of aerial gamma-ray surveys adding the geochemical factors. *Journal of Australian Geology & Geophysics*, v. 17, n. 2, p. 187-200, 1997.
- DUCART, D.F. *et al.* Mapeamento de alteração hidrotermal no distrito Los Menucos, Argentina, por meio de imagens multiespectrais ASTER. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005. p. 4057-4064.
- EILU, P. Hydrothermal alteration in volcano-sedimentary rocks in the Central Lapland greenstone belt, Finland. *Geol. Survey Finland Bull.*, v. 374, p. 145, 1994.
- ELDRIDGE, C.S. *et al.* Hydrothermal inoculation and incubation of the chalcopyrite disease in sphalerite. *Econ. Geol.*, v. 83, p. 972-989, 1988.
- EMBRAPA. Mapa de solos do Estado do Mato Grosso. 2006. Disponível em: <<http://www.qmdmt.cnpm.embrapa.br/715.htm>>. Acesso em: 25 out. 2007.
- EVJEN H.M. The place of the vertical gradient in gravitational interpretations. *Geophysics*, Tulsa, v. 1, p. 127-136, 1936.
- FEDI, M.; FLORIO, G. Detection of potential fields source boundaries by enhanced horizontal derivative method. *Geophysical Prospecting*, Oxford, v. 49, p. 40-58, 2001.
- FERREIRA, F.J.F. Relatório Temático de Geofísica. Salvador: CPRM, 2007. Relatório Interno.
- FERREIRA, F.J.F.; SILVA, F.V.; DA FORLIN, M. Identificação gamaespectrométrica de áreas de alteração hidrotermal na região de Peixoto de Azevedo-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, 1998.
- FERREIRA, F.J.F. Métodos de realce de fontes magnéticas aplicados à cartografia geológica-estrutural. 2006. Inédito, em elaboração.
- FONTES, A.S.; ALVARES, D.; MEDEIROS, Y.D.P. Bacia experimental do Rio do Cedro: implantação e primeiros resultados. 2004.
- FORNAZARI NETO, L.; FERREIRA, F.J.F. Gamaespectrometria integrada a dados exploratórios multifonte em ambiente SIG aplicada à prospecção de ouro na Folha Botuverá, SC. *Revista Brasileira Geociências*, São Paulo, v. 33, n. 2, p.197-208, 2003. Suplemento.
- FRANCA-ROCHA, W.J.S. Modelagem Metalogenética na Bacia de Irecê (Ba) através de Sistema de Informações Geográficas (SIG). 2001. 350 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.
- FRASCA, A. A. S.; BORGES, F. R. Projeto Província Mineral De Alta Floresta (Promin Alta Floresta): Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio, SC.21-Z-A. Brasília: CPRM, 2005. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- GNOJEK, I.; PRICHYSTAL, A.A. New Zinc Mineralization Detected by Airborne Gamma-ray Spectrometry in Northern Moravia (Czechoslovakia). *Geoexploration*, v. 23, p. 491-502, 1985.
- GROVES, D.I. *et al.* Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, v. 13, p. 7-27, 1998.
- HASUI, Y.; HARALYI, N.L.; SCHOBENHAUS, C. Elementos geofísicos e geológicos da região Amazônica: subsídios para o modelo geotectônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONAS, 2., 1984, Manaus. *Anais...* Manaus: SBG, 1984. p. 129-147.
- IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1992. 87 p. II. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- IBGE. Mapa de unidades de relevo do Brasil. 2006. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\\_murais/relevo\\_2006.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/relevo_2006.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2007.
- IBGE. Mapa de vegetação do Brasil. 2006. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\\_murais/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/)>. Acesso em: 18 abr. 2007.
- 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.
- ISSLER, R.S.; LIMA, M.I.C. Esboço geológico-tectônico do Cráton do Guaporé. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 7, n. 3, p.177-211, 1977.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (SP). Relatório Técnico n. 80 401-205: atualização do relatório de situação dos recursos hídricos 1995 da Bacia do Sorocaba e médio Tietê (relatório zero) como subsídio à elaboração do plano de bacia. [São Paulo], 2005. 3 v.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Report on the mineral exploration in the Alta Floresta area, Federative Republic of Brazil: phase III. [Tokyo], 2001. 307 p. JICA. Metal Mining Agency of Japan – MMAJ.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Report on the mineral exploration in the Alta Floresta area, Federative Republic of Brazil: final report. [Tokyo], 2000. 137 p. JICA. Metal Mining Agency of Japan – MMAJ.
- JULIANI, C.; BETTENCOURT, J.S.; MONTEIRO, L.V.S. Ash-Flow Caldera And Porphyry-Related Paleoproterozoic Gold and Base Metal Mineralizations in the Tapajós Gold Province: Potentialities and Exploration Guidelines. I Simp. Bras. Metalogenia, Anais, p, 2005.
- JULIANI, C. *et al.* Paleoproterozoic volcanic-hosted quartz-alunite epithermal deposits in the Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. *Chemical Geology*, v. 215, p. 95-125, 2005.
- JULIANI, C. *et al.* The Au-Granite Batalha system–Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brasil: hydrothermal alteration and regional implications. *Precambrian Res.*, v. 119, p. 225–256, 2002.
- JULIANI, C.; SILVA, R.H.C.; BETTENCOURT, J.S.O sistema low-sulfidation do Tapajós e seu possível relacionamento à um sistema pórfiro de metais de base (Cu-Mo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. *Anais...* Araxá: SBG, 2004.
- KATINSKY, M.H. Fuzzy set modeling in Geographic Information Systems: Unpublished Master's Thesis. 1994. Tese (M.Sc.) - Department of Geography, University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, 1994.
- KAY, R.W.; KAY, S. Mahlburg. Delamination and delamination magmatism. *Tectonophysics*, v. 219, p. 177-189, 1993.
- KLEIN, E.L. *et al.* Geologia e Recursos Minerais da Província Tapajós: Estados do Pará e do Amazonas, escala 1:500.000. Belém: CPRM, 2000. 106 p. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.
- KLEIN, E.L. *et al.* Hydrothermal fluid evolution and structural control of the Guarim gold mineralization, Tapajós Province, Amazonian Craton, Brazil. *Min. Dep.*, v. 36, p. 149-164, 2001.
- KRETSCHMAR, U.; SCOTT, S.D. Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As and their application. *Canad. Mineral.*, v. 14, p. 364-386, 1976.
- LACERDA FILHO J.V. *et al.* (Org.). Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso: texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do Estado de Mato Grosso, escala 1:1.000.000. Cuiabá: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- LACERDA FILHO, J.V. *et al.* Geocronologia U-Pb e Sm-Nd da região de Alta Floresta, norte de Mato Grosso. In: WORKSHOP ON GEOLOGY OF THE SW AMAZONIAN CRATON: state-of-the-art, 2001, São Paulo. *Extended Abstracts*. Ed. por J.S. Bettencourt, W. Teixeira, I.I.G. Pacca, M.C. Geraldés and I.

- Sparrenberger. São Paulo: Institute of Geosciences-University of São Paulo, 2001. 186 p.
- LACERDA FILHO, J.V.L. *et al.* Geologia e evolução tectônica da região norte do Mato Grosso. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Resumos Expandidos...** Belém: SBG – Núcleo Norte, 2001. 1 CD-ROM. Projeto Promin-Alta Floresta.
- LACERDA FILHO, J.V.L. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. 2 ed. Goiânia: CPRM, 2000. 1 CD-ROM, Escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos-PLGB.
- LEITE, J.A.; HORTMANN, L.A.; SIQUEIRA, A.J. As razões Au/Ag dos depósitos de Au da Mina São Vicente e Filão do Paraíba: Implicações Genéticas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 6., 1997, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá: SBG-Núcleos Centro-Oeste e Brasília, 1997. p. 35-36.
- LIMA, P.F.C. *et al.* **Projeto Apiacás-Caiabis: reconhecimento geológico**. Goiânia: DNP/CPRM, 1975. 4v. Inédito.
- LISTRINO, M. How the delamination and detachment of lower crust can influence basaltic magmatism. **Earth Science Reviews**, v. 72, 2005. p. 21-38.
- MADRUCCI, V. **Avaliação dos produtos integrados TM-Landsat, RadarSAT e Gamaespectrométricos na caracterização tectônica e mapeamento geológico de área mineralizada em ouro na região de Alta Floresta**. 189 p. 2000. Tese (Doutorado)-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 2000.
- MADRUCCI, V. *et al.* Estudo estrutural através da interpretação de imagens TM-Landsat 5 e sua associação com mineralizações auríferas em Alta Floresta, Mato Grosso. In: KLEIN, E. L. *et al.* (Ed.) **Contribuição à geologia da Amazônia**. Belém: SBG, 2002, p. 215.
- MADRUCCI, V.; VENEZIAN, P.; PARADELLA, W.R. Caracterização Geológica e Estrutural Através da Interpretação do Produto Integrado TM-Landsat 5 e Dados Aerogamaespectrométricos, Região de Alta Floresta – MT. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 21, n. 3, 2004.
- MARTINS, R.C; PASTANA, J.M.N. **Projeto estudo dos garimpos brasileiros; área Tapajós**: relatório semestral. Belém: CPRM, 1982. V.1.
- MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/divulga/Físico/Geomorfologia/textos>>. Acesso em: 25 out. 2007.
- MILLER, H.G.; SINGH, V. Potential field tilt – a new concept for location of potential field sources. **Journal of Applied Geophysics**, v.32, p. 213-217, 1994.
- MILLER, H.G.; SINGH, V. Semiquantitative techniques for the identification and removal of directional trends in potential field data. **Journal of Applied Geophysics**, v. 32, p. 199-211, 1994.
- MORETON, L.C.; MARTINS, E.G. Peixoto de Azevedo Gold District Geology, Mato Grosso State, Amazon Craton, Brasil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Abstract Volume...** Rio de Janeiro : CPRM, 2000. 1 CD-ROM.
- MORETON, L.C.; MARTINS E.G. **Geologia dos recursos minerais da Folha Vila Guarita, Folha SC. 21-Z-B. MT**. Brasília: CPRM, 2005.
- MOURA, M.A.; BOTELHO, N.F.; ROSSI, P. Geology, lithogeochemistry and age of the Matupá granitic massif in the Serrinha gold deposit, State of Mato Grosso, central Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2., 1997, Salvador. **Extended Abstract and Program...** Salvador: SGM, 1997, p. 442-446.
- MOURA, M.A. *et al.* Granite-Related Paleoproterozoic, Southern Amazonia, Brazil: Hydrothermal Alteration, Fluid Inclusion and Stable Isotope Constraints on Genesis and Evolution. **Economic Geology**, v. 101, p. 585-605, 2006.
- MOURA, M.A. **O Maciço Granítico Matupá e o Depósito de Ouro Serrinha (MT): Petrologia, Alteração Hidrotermal e Metalogenia**. 1989. 238 f. Tese (Doutorado)-Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- MOURA, M.A.; BOTELHO, N.F.A. Mineralização do tipo Au pórfiro de Serrinha - Matupá, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 116.
- MOURA, M.A.; BOTELHO, N.F. Petrologia do magmatismo associado à mineralização do tipo ouro pórfiro na Província aurífera Juruena - Teles Pires (MT): **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, p. 377-386. 2002.
- MOURA, M.A. *et al.* Granite-related Paleoproterozoic Serrinha gold deposit, Southern Amazonia, Brazil: Hydrothermal alteration, fluid inclusion and stable isotopic constraints on genesis and evolution. **Economic Geology**, v. 101, p.585-604, 2006.
- NABIGHIAN, M.N. Additional comments on the analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section. **Geophysics**, v.39, p. 85-92, 1974.
- NABIGHIAN, M.N. The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: its properties and use for automated anomaly interpretation. **Geophysics**, v.37, p. 507-517, 1972.
- NABIGHIAN, M.N. Toward a three-dimensional automatic interpretation of potential field data via generalized Hilbert transforms: fundamental relations. **Geophysics**, v.49, p. 780-786. 1984.
- Nachit, H. **Contribution à l'étude analytique et expérimentale des biotites des granitoïdes. Applications typologiques**. 1986. 238 f. Tese (Doutorado)- Université de Bretagne Occidentale, Brest, 1986.
- NEDER, R.D. *et al.* The expedito massive sulphide deposit, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 2, p. 222-225, 2000.
- OAKES, C.S.; BODNAR, R.J; SIMONSON, J.M. The system NaCl-CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O: I. The ice liquidus at 1 atm total pressure. **Geoch. Cosmoch Acta**, v.54, p.603-610, 1990.
- OLIVEIRA, C.C. de *et al.* **Projeto Ouro GO/TO/MT: relatório de atividades-1996**. Goiânia: CPRM, 1997. 4 f.
- OLIVEIRA, C.C. de; ALBUQUERQUE, M.C. **Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA): Geologia e Recursos Minerais da Folha Alta Floresta - SC. 21-Z-X-C**. Brasília: CPRM, 2003. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.
- OLIVEIRA, R.G. de; ESCOBAR, I.P. **Projeto Alta Floresta. Interpretação dos dados gravimétricos**. Goiânia: CPRM, 2002. Relatório Interno.
- OSTROVSKY E.A. Antagonism of radioactive elements in wallrock alteration fields and its use in aerogramma spectrometric prospecting. **International Geology Review**, v. 17, p. 461-468, 1975.
- PARRO, P.S. **Magnetometria e gamaespectrometria aerotransportadas na interpretação geológico-estrutural da região dos rios Juruena e Teles Pires**. 1998. 63 p. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- PAIYOLLA, B.L. *et al.* **Novas idades U-Pb em zircões de gnaisses e granitoides da região de Ariquemes, Estado de Rondônia: Implicações para a evolução geológica da borda sudoeste de Cráton Amazônico**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG.19998. p 39.
- PATERSON, GRANT & WATSON. **Brazil Airborne Radiometric Mapping Project - Barmap. Technical Report and Survey Atlas**. Toronto, Ontário, 1997. CPRM - Serviço Geológico do Brasil.
- PEACOCK, M.A. Classification of igneous rock series. **J. Geol. Chicago**, n. 39, p. 54-67, 1931.
- PEARCE, J.A. *et al.* Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. **J. Petrology**,

- v.25, p. 956-983,1984. Part.4
- PEYVE, A. V.; GLUBNNYE R. V. **Falhas profundas nos domínios geossinclinais**. [S.l.: s.n.], [19—]. Tradução de: Geossynklynalnykh Oblastiyakh, 1945. Artigo em russo das Comunicações da Academia de Ciências da URSS. (Série Geologia, n. 5).
- PERROTTA, M.M.; SOUZA FILHO, C.R.; LEITE, C.A. Mapeamento espectral de intrusões pegmatíticas relacionadas a mineralizações de lítio, gemas e minerais industriais na região do Vale do Jequitinhonha (MG) a partir de imagens ASTER. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 1855-1862.
- PESSOA, M.R. *et al.* **Projeto Jamanxim**. Relatório Final. Manaus: DNPM 1977. v.8. Convênio DNPM e CPRM.
- PIMENTEL, M.M. **Resultados geocronológicos do Projeto Promin Alta Floresta**. Brasília: UnB, 2001. Relatório Interno.
- PINHO, M.A.S.B. *et al.* U-Pb and Sm-Nd evidence for 1.76-1.77 Ga magmatism in the Moriru region, Mato Grosso, Brazil: implications for province boundaries in the SW Amazon Craton. **Precambrian Research**, v. 126, n. 1, p. 1-25, 2003.
- PIRES, A.C.B. Identificação geofísica de áreas de alteração hidrotermal, Crixás-Guarinos, Goiás. **Revista Brasileira Geociência**, São Paulo; v. 25, n. 1, p. 61-68, mar. 1995.
- PITCHER, W.S. Granite type and tectonic environment. **Moutain: Building Process; Academic Press, 1982. p. 19-40.**
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil**. 2006.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Tabelas de ranking do IDH-M. In: **Atlas do Desenvolvimento Humano**. c2004. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/index.php>. Acesso em: 18 abr. 2007.
- QUADROS, T.F.P. **Integração de dados em ambiente SIG para mapeamento de favorabilidade mineral de ouro na Ilha Cristalina de Riviera (Uruguai)**. 2000. 259 f. Tese (Doutorado)-Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- RAMDHOR, P. **The Ore Minerals And Their Intergrowths**. Oxford: Pergamon Press,1969. p.1174. Inclui Bibliografia. English Translation Of The 3rd Ed. By A Team Organized By Chr. Amsutz. International Series In Earth Sciences,35.
- RENNE P.R. *et al.* Intercalibration of standards, absolute ages and uncertainties in <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating. **Chemical Geology**, v. 145, n 1-2, p.117-152, mar.1998.
- RIBEIRO, P.S.E. *et al.* As mineralizações auríferas da Província Alta Floresta e suas relações com o Arco Magmático Jurueña. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Resumos Expandidos...** Belém: SBG-Núcleo Norte, 2001. 1 CD-ROM.
- RIBEIRO, P.S.E.; VILAS BOAS, P.F. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Rio São João da Barra**: Folha SC.21-V-D. Estados de Mato Grosso e do Pará. Brasília: CPRM, 2005 Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Escala 1:250.000.
- RICKWOOD, P.C. Boundary lines within Petrologic Diagrams which Uses Oxides of Major and Minor Elements. **Elsevier Science Publishers - Lithos**, v. 22, p. 247-263, 1989.
- RIZZOTTO, G.J.; QUADROS, M.L.E.S.; SCANDOLARA, J.E.; SILVA, C.R.; BAHIA, R.B.C. Posicionamento tectono-estratigráfico da sequência metavulcano-sedimentar Roosevelt na região limítrofe dos Estados de RO/MT. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Gramado. **Boletim de Resumos Expandidos...** Gramado: SBG, 1995. p. 310-311.
- ROEST, W.R. *et al.* Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. **Geophysics**, Tulsa, v. 57, n.1, p. 116-125, 1992.
- 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.* Pb-Pb single crystal evaporation isotopic study of the post-tectonic, sub-alkaline, A-type moderna granite (Mapuera Intrusive Granite), State of Roraima, northern Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2, 1997, Salvador, **Extended abstracts and program...** Salvador, Bahia, 1997. p. 273-275.
- SANTOS, J.O.S. *et al.* Reconnaissance U-Pb in zircon, Pb-Pb in sulfides and review of Rb-Sr geochronology in the Tapajós gold province, Pará and Amazonas States of Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 1, 1997, Campos do Jordão. **Extended Abstracts...**Campos do Jordão: SBG, 1997. p 280-282.
- SANTOS, J.O.S. *et al.* A Compartimentação do Cráton Amazonas em Províncias: avanços ocorridos no período 2000-2006. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9., 2006, Belém. **Anais...** Belém: SBG Núcleo Norte, 2006. p. 1 CD-ROM.
- SANTOS, J.O.S., Geotectônica dos escudos das Guianas and Brasil-Central. In: BIZZU, L. A. *et al.* (Eds). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM: Brasília, 2003. p.169-226.
- SANTOS, J.O.S.; REIS NETO, J.M. Algumas idades de rochas graníticas do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982. p. 339-347.
- SANTOS, J.O.S., HARTMANN, L.A., GAUDETTE, H.E., GROVES, D.I., MCNAUGHTON, N.J., FLETCHER, I.R. 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, 4:453-488, 2000.
- SANTOS, R.A. **Controle Estrutural das Mineralizações Auríferas da Província Mineral do Tapajós. Síntese do Estudo de Prospecção**. Salvador:CPRM, 1999. Relatório de Consultoria Interna.
- SANTOS, J.O.S. *et al.* Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta Domains, Tapajós - Parima Orogenic Belt, Amazon Craton, Brazil. **Miner Deposita**, v. 36, p. 278-299, 2001.
- SANTOS, R.A. Caderneta de Campo: **Promin Alta Floresta**. Salvador, 1999. Projeto executado pela CPRM – Serviço geológico do Brasil.
- SANTOS, R.A. **Contribuição à análise estrutural de mineralizações auríferas do Norte de Mato Grosso**. Salvador: CPRM, 2000. Relatório Consultoria Interna. Projeto Promin-Alta Floresta.
- SANTOS, R.A. **Contribuição ao conhecimento geológico regional e estudo de mineralizações auríferas do Norte do Mato Grosso**. Salvador: CPRM, 2001. Relatório Interno.
- SAUNDERS, D.F. *et al.* Test of National Uranium Resource Evaluation gamma-ray spectral data in petroleum reconnaissance. **Geophysics**, v. 52, n. 11, p. 1547-1556, 1987.
- SCANDOLARA, J.E. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo e mapa geológico do Estado. Brasília: CPRM, 1999.
- SCANDOLARA, J.E. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo e mapa geológico do Estado de Rondônia, escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 1999. 1 CD-ROM
- SCANDOLLARA, J.E. *et al.* Revisão geológica do estado de Rondônia e áreas adjacentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Boletim de Resumos Expandidos...** Salvador: SBG, 1996. p.47-50.
- SILVA, A.B. **Notas de aula do Curso de Sistema de Informações Georreferenciadas (EXA-519)**. Feira de Santana: UEFS, 2004. Inédito.
- SILVA, G.H. *et al.* In: BRASIL.Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto Radambrasil. Folha SC.21 Jurueña**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1980. p. 21-116. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).

- Silva, J.B.C. Magnetic interpretation using the vertical integral. **Geophysics**, Tulsa, v. 61, n. 2, p. 387-393, 1996.
- SIQUEIRA, A.J.B. **Geologia da Mina de Ouro Filão do Paraíba, Região de Peixoto de Azevedo, Norte do Mato Grosso**. 1997. 87p. Tese. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- SOUZA, A.M., *et al.* **Reconhecimento Geológico no limite Pará-Mato Grosso. Projeto São Manuel**. Brasília: CPRM, 1979. 27 p. il.
- SOUZA, D.M.G., LOBATO, E. **Glei Pouco Húmido / Gleissolo Háplico**. EMBRAPA, 2006. Agência de Informação. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\_95\_10112005101956.html.> Acesso em: 25 out. 2007.
- SOUZA FILHO, C.R. *et al.* Infrared spectroscopy and ASTER imagery analysis of hydrothermal alteration zones at the Quellaveco porphyry-copper deposit, Southern Peru. In: ASPRS ANNUAL CONFERENCE, 2003, Anchorage, Alaska. **Proceedings...** Anchorage, Alaska: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 2003. v. 1. p. 1-10.
- SOUZA, J.O. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta**: relatório Integrado. Folhas SC.21-V-D, Rio São João da Barra; SC.21-X-C, Alta Floresta; SC.21-Z-A, Ilha 24 de Maio; SC.21-Z-B, Vila Guarita, Estados de Mato Grosso e do Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 2005. 1 CD-ROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB.
- SOUZA, J.O. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta**: Relatório integrado: escala: 1:500.000. Goiânia: CPRM, 2005. 1 CD-ROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB.
- SOUZA, J.O.; ABREU FILHO, W. **Geologia e recursos minerais da folha Tapaiuna**. Escala. 1:250.000. Goiânia: CPRM, 2007. Convênio CPRM / SICME-MT. Projeto NW do Mato Grosso.
- SOUZA, M.A. **Projeto Alta Floresta – Gravimetria**. Relatório de Prospecção Gravimétrica. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2001.
- STERNER, S.M.; HALL, D.L.; BODNAR, R.J. Synthetic fluid inclusions. V. Solubility relations in the NaCl-KCl-H<sub>2</sub>O system under vapor-saturated conditions. **Geoch. Cosmoch. Acta**, v. 52, p.989-1005, 1988.
- TASSINARI, C.C.G.; MACAMBIRA, M.J.B. A evolução tectônica do Cratón Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Anais...** Araxá, SBG-Núcleo Minas Gerais, 2004. 1 CD-ROM.
- TASSINARI, C.C.G. **A evolução geotectônica da Província Rio Negro-Jurueña na região Amazônica**. 1981. 101 p. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.
- TASSINARI, C.C.G. **O mapa geocronológico do Cratón Amazônico no Brasil**: Revisão dos dados isotópicos. 1996. 139 f. Tese. (Livro-Docência)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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.G.C. *et al.* The Amazon Craton. In: CORDANI, U. G. *et al.* (Ed.) **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: 31 st International Geological Congress, 2000, p.41-95.
- TASSINARI, C.G.C. *et al.* Geochronological systematics on basement rocks from the Rio Negro-Jurueña Province Amazonian Craton, and tectonic implications. **Intern. Geology Review**, v. 38, n. 2, p. 1161-175. 1996.
- TEIXEIRA, W. *et al.* A evolução geocronológica dos terrenos granítico-gnáissico-migmatíticos ao sul da Faixa Canastra, sudoeste de Minas Gerais. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 5., 1989, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG-Núcleo de Minas Gerais, 1989. p.243-246. (Boletim 10)
- TEIXEIRA, J.B.T; MISI, A.; SILVA, M.G. Supercontinent evolution and the Proterozoic metallogeny of South America. **Gondwana Research**, v. 11, p.346-361, 2007.
- THOMPSON, J.F.H., NEWBERRY, R.J. Gold deposits related to reduced granitic intrusions. **Reviews in Economic Geology**, v.13, p. 377-400, 2000.
- THOMPSON, J.F.H. *et al.* Intrusion-related gold deposits associated with tungsten-tin provinces. **Mineralium Deposita**, n. 34, p. 323-334, 1999.
- VALENTE, C.R. **Aspectos geológicos e tectônicos da Província Mineral Alta Floresta-Promin**: um estudo a partir da utilização de sensoriamento remoto. Relatório de Fotointerpretação geológica. Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 117 p. il.
- VALENTE, C.R. **Projeto Província Mineral Alta Floresta IHS-TM com dados aerogeofísicos e geoquímicos (Au, Fe, Cr em sedimentos de corrente)**. Goiânia: CPRM, 2001.1. CD ROM.
- VASCONCELOS, P.M. *et al.* <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology at the Instituto de Geociências, USP: instrumentation, analytical procedures, and calibration. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.74, n. 2, 2002.
- VASQUEZ, M.L. Geochronology of granitoids, mafic intrusions and mineralizations of the Tapajós Gold Province – Amazonian Craton – Barzil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: MCT, 2000.1 CD-ROM.
- VASQUEZ, M.L. RICCI, P.S. Freire; KLEIN, E.L. Granitoides pós – colisionais da porção leste da Província Tapajós. In: KLEIN, Evandro Luiz; VASQUEZ, Marcelo Lacerda; ROSA-COSTA, Lúcia Travassos da. (Ed). **Contribuições à geologia da Amazônia**. Belém: SBG-NO, 2002. v. 3
- VERDUZCO, B. *et al.* New insights into magnetic derivatives for structural mapping. **The Leading Edge**, Tulsa, v. 23, n. 2, p. 116-119, 2004.
- VAUGHAN, D.J.; CRAIG, J.R. Sulfide ore mineral stabilities, morphologies e intergrowth textures. In: BARNES, H.L. (Ed.) **Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits**. 3. ed. New York: Holt Rinehart , 1967. p.367-435.
- WHALEN, J.B.; CURRIE, K.L.; CHAPPELL, B.W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 95, n. 4, p.407-419, 1987 – Springer.
- WILKINSON, J.J. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. **Lithos**, v. 55, p. 229-272, 2001.

# ANEXO I - Análises Geocronológicas

**DADOS Sm-Nd do PROJETO JURUENA-TELES PIRES**

<b>Nome Amostra</b>	<b>Sm(ppm)</b>	<b>Nd(ppm)</b>	<b>147Sm/144Nd</b>	<b>143Nd/144Nd</b>	<b>erro (ppm)</b>	<b>Epsilon Nd (0)</b>	<b>Epsilon Nd (t)</b>	<b>T DM</b>	<b>143Nd/144Ndi</b>	<b>t</b>	<b>UNIDADE</b>
SE VIJ-1 33/2	10,43	58,52	0,10771	0,51148	57	-22,57	-2,02	2237	0,51021	1800	Matupá
SE- V V A 3-8	8,26	47,80	0,10452	0,51150	38	-22,27	-0,98	2150	0,51026	1800	Matupá
AF- R -135 A	9,7	49,5	0,1179	0,51164	31	-19,5	-1,3	2225	0,51024	1800	São Marcelo Cabeça
AF- R -148	7,6	41,3	0,1117	0,51159	10	-20,4	-0,7	2155	0,51027	1800	São Marcelo Cabeça
GM- R - 118	3,3	19,2	0,1021	0,51138	24	-24,5	-2,6	2259	0,51017	1800	Colider
GM- R -69 A	7,0	38,4	0,1109	0,51161	13	-20,1	-0,2	2115	0,51030	1800	Colider
MA- 001	3,8	18,9	0,1216	0,51170	39	-18,3	-0,4	2211	0,51022	1850	Apiacás
PS- R - 63	5,4	33,6	0,0967	0,51155	41	-21,2	1,9	1936	0,51040	1800	Apiacas
PS- R - 225	1,1	6,2	0,1053	0,51192	99	-14,1	7,1	1575	0,51067	1800	Apiacas
MA- 009 A	7,6	43,9	0,1051	0,51136	22	-24,9	-2,7	2351	0,51006	1890	Nhandu
CC- R - 297	12,7	79,6	0,0962	0,51136	21	-24,9	-1,7	2174	0,51022	1800	Nhandu
MA- 018	7,3	42,2	0,1040	0,51156	38	-21,0	0,2	2049	0,51034	1780	Teles Pires
GM- R - 10	7,2	39,3	0,1104	0,51162	59	-19,8	0,1	2088	0,51031	1800	Teles Pires
HG - R - 87 A	12,4	70,8	0,1062	0,51166	95	-19,1	1,8	1955	0,51040	1800	Nova Canaã
HG - R - 49	7,9	41,3	0,1162	0,51182	24	-16,0	2,6	1902	0,51044	1800	Nova Canaã
PS- R - 42	11,6	79,1	0,0884	0,51140	34	-24,2	0,8	1995	0,51035	1800	Vitória
AF- 47 C	5,1	19,2	0,1622	0,51232	53	-6,2	1,8	2122	0,51040	1800	Vitória
CC- R - 264	3,5	23,0	0,0915	0,51146	26	-23,0	1,3	1968	0,51037	1800	Juruena
CC- R - 291	5,0	33,8	0,0904	0,51144	19	-23,5	1,1	1976	0,51037	1800	Juruena
AF- R -130 A	6,3	32,6	0,1164	0,51179	8	-16,6	1,9	1959	0,51041	1800	Juruena
CC- R - 156	9,8	56,5	0,1051	0,51168	27	-18,7	2,5	1902	0,51044	1800	Paranaíta
MA- 012 B	4,7	29,8	0,0955	0,51134	19	-25,4	-1,9	2193	0,51020	1810	Paranaíta
AF- R -82 A	7,3	36,0	0,1224	0,51187	33	-14,9	2,2	1942	0,51042	1800	São Pedro
MA- 07	8,7	45,4	0,1155	0,51179	38	-16,6	2,1	1941	0,51042	1800	São Romão



**Tabela 1: Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-01**

Zircões antigos

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)						%		f206
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>		Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	error	Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>	Disc	
Zr-066-B-II-02	4,73328	2,57	0,30069	1,98	0,77	0,11417	1,64	1,21	1695	34	1773	46	1867	31	0,84	9	0,00058
Zr-066-B-II-07	5,96386	1,44	0,34699	0,92	0,64	0,12466	1,10	0,84	1920	18	1971	28	2024	22	0,46	5	0,00000
Zr-066-B-II-11	5,18207	1,46	0,33353	0,69	0,47	0,11269	1,28	0,54	1855	13	1850	27	1843	24	0,48	-1	0,00033
Zr-066-B-II-16	5,09588	2,41	0,32182	1,06	0,44	0,11484	2,17	0,49	1799	19	1835	44	1877	41	0,86	4	0,00709
Zr-066-B-II-16 b	5,09783	1,97	0,31990	1,58	0,80	0,11558	1,17	1,36	1789	28	1836	36	1889	22	1,33	5	0,00048
Zr-066-B-II-20	5,06456	2,76	0,31522	2,36	0,86	0,11653	1,42	1,66	1766	42	1830	50	1904	27	2,40	7	0,00114
Zr-066-B-II-22	4,69315	1,51	0,30007	0,61	0,41	0,11343	1,38	0,44	1692	10	1766	27	1855	26	0,46	9	0,00041
Zr-066-B-II-10	5,18711	4,41	0,32442	2,60	0,59	0,11596	3,57	0,73	1811	47	1851	82	1895	68	1,31	4	0,00447
Zr-066-B-II-13b	5,27155	4,33	0,33540	1,55	0,36	0,11399	4,05	0,38	1864	29	1864	81	1864	75	0,54	0	0,00420
Zr-066-B-II-20 b	4,55440	2,73	0,28130	2,04	0,75	0,11742	1,80	1,13	1598	33	1741	47	1917	35	1,77	17	0,00563
Zr-066-B-II-25	5,29048	2,39	0,33699	1,56	0,65	0,11386	1,81	0,86	1872	29	1867	45	1862	34	0,52	-1	0,00068

Zircões jovens

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)						%		f206
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>		Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	error	Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>	Disc	
Zr-066-B-II-04	4,85409	3,82	0,32125	1,79	0,47	0,10959	3,38	0,53	1796	32	1794	69	1793	61	1,33	0	0,00392
Zr-066-B-II-08	4,57548	12,29	0,29737	0,47	0,04	0,11159	12,28	0,04	1678	8	1745	214	1825	224	0,60	8	0,00579
Zr-066-B-II-09	4,96751	2,37	0,32472	1,97	0,83	0,11095	1,31	1,51	1813	36	1814	43	1815	24	0,09	0	0,00009
Zr-066-B-II-12	5,04775	2,38	0,32714	1,32	0,56	0,11191	1,98	0,67	1824	24	1827	43	1831	36	0,96	0	0,00748
Zr-066-B-II-13	4,48499	2,66	0,29208	0,69	0,26	0,11137	2,58	0,27	1652	11	1728	46	1822	47	0,37	9	0,00518
Zr-066-B-II-17	4,96414	2,34	0,31669	1,28	0,55	0,11368	1,96	0,65	1774	23	1813	42	1859	36	0,35	5	0,01679
Zr-066-B-II-28	4,41452	4,92	0,28957	4,69	0,95	0,11057	1,49	3,15	1639	77	1715	84	1809	27	0,12	9	0,00058
Zr-066-B-II-30	4,90745	1,99	0,31775	1,33	0,67	0,11201	1,48	0,90	1779	24	1804	36	1832	27	0,50	3	0,00043
Zr-066-B-II-07 b	4,83966	2,15	0,31090	0,98	0,45	0,11312	1,92	0,51	1742	17	1792	39	1850	35	0,20	6	0,00119
Zr-066-B-II-01	4,88011	2,45	0,31756	1,31	0,54	0,11146	2,07	0,63	1778	23	1799	44	1823	38	0,51	2	0,00053
Zr-066-B-II-17 b	4,73643	8,60	0,29825	0,46	0,05	0,11518	8,59	0,05	1683	8	1774	153	1883	162	0,38	11	0,00837

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb<sup>204</sup>. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>3. U<sup>235</sup> = 1/137,88\*Utotal

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 2:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-004.

Spot number	Concordia 1					Concordia 2				Age (Ma)					Th <sup>232/238</sup> U	%	Disc	f206
	Pb <sup>207/235</sup> U	±	Pb <sup>206/238</sup> U	±	Rho 1	Pb <sup>207/206</sup> Pb	±	Rho 2	Pb <sup>206/238</sup> U	±	Pb <sup>207/235</sup> U	±	Pb <sup>207/206</sup> Pb error					
Zr-066-C-III-01	4,96755	2,39	0,32479	1,56	0,65	0,11093	1,82	0,86	1813	28	1814	43	1815	33	0,51	0	0,0019	
Zr-066-C-III-03	4,67399	2,55	0,31086	0,39	0,15	0,10905	2,52	0,15	1745	7	1763	45	1784	45	0,85	2	0,0073	
Zr-066-C-III-07	4,98354	2,00	0,33103	1,18	0,59	0,10919	1,61	0,74	1843	22	1817	36	1786	29	0,57	-3	0,0004	
Zr-066-C-III-05	4,67519	2,31	0,31364	1,68	0,73	0,10811	1,59	1,06	1759	30	1763	41	1768	28	0,5	1	0,0006	
Zr-066-C-III-11	4,76238	2,07	0,31452	1,44	0,7	0,10982	1,49	0,97	1763	25	1778	37	1796	27	0,69	2	0,0011	
Zr-066-C-III-13	4,77959	2,04	0,31731	1,28	0,63	0,10925	1,59	0,81	1777	23	1781	36	1787	28	0,76	1	0,0010	
Zr-066-C-III-21	4,69053	2,31	0,31057	1,34	0,58	0,10945	1,88	0,72	1744	23	1766	41	1792	34	0,65	3	0,0021	
Zr-066-C-III-27	4,80331	2,14	0,31815	1,28	0,6	0,1095	1,71	0,75	1781	23	1785	38	1791	31	0,62	1	0,0007	
Zr-066-C-III-04	4,2048	1,84	0,28177	0,94	0,51	0,10823	1,58	0,60	1600	15	1675	31	1770	28	1,42	10	0,0002	
Zr-066-C-III-06	4,75226	2,47	0,30863	1,88	0,76	0,1168	1,60	1,17	1734	33	1777	44	1827	29	0,56	5	0,0004	

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3. U<sup>235</sup> = 1/137,88\*Utotal

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

6. Spots C-III-03 e C-III-04 não foram inclusos no cálculo da idade concordante

**Tabela 3:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-009.

Spot number	Concordia 1					Concordia 2			Age (Ma)						%		f206
	Pb <sup>207/235</sup> U	±	Pb <sup>206/238</sup> U	±	Rho 1	Pb <sup>207/206</sup> Pb	±	Rho 2	Pb <sup>206/238</sup> U	±	Pb <sup>207/235</sup> U	±	Pb <sup>207/206</sup> Pb	±	Th <sup>232/238</sup> U	Disc	
Zr-066-H-VIII-01	5,18924	4,6	0,33063	2,86	0,62	0,11383	3,61	0,79	1841	53	1851	85	1861	67	0,85	-7	0,0149
<b>Zr-066-H-VIII-02</b>	5,69892	1,66	0,36278	0,89	0,54	0,11393	1,4	0,64	1995	18	1931	32	1863	26	1,03	-7	0,0006
Zr-066-H-VIII-03	5,21038	2,14	0,32894	1,41	0,66	0,11488	1,6	0,88	1833	26	1854	40	1878	30	1,14	2	0,0006
<b>Zr-066-H-VIII-04</b>	4,81341	1,85	0,3049	1,05	0,57	0,1145	1,52	0,69	1716	18	1787	33	1872	28	0,95	8	0,0003
Zr-066-H-VIII-06	5,12355	1,64	0,32547	1,14	0,69	0,11417	1,18	0,96	1816	21	1840	30	1867	22	0,94	3	0,0001
Zr-066-H-VIII-07	4,99065	2,64	0,31004	2,24	0,85	0,11674	1,39	1,61	1741	39	1818	48	1907	26	0,5	9	0,0004
Zr-066-H-VIII-08	4,22125	4,48	0,26849	0,49	0,11	0,11403	4,45	0,11	1533	8	1678	75	1865	83	0,57	18	0,0025
<b>Zr-066-H-VIII-09</b>	5,59782	1,56	0,33343	1,35	0,86	0,12176	0,79	1,72	1855	25	1916	30	1982	16	0,79	6	0,0002
Zr-066-H-VIII-13	5,30918	1,8	0,33218	1,31	0,73	0,11592	1,24	1,06	1849	24	1870	34	1894	23	1,01	2	0,0004
Zr-066-H-VIII-15	5,00335	1,79	0,31195	1,32	0,74	0,11633	1,2	1,1	1750	23	1820	33	1901	23	1,31	8	0,0005
Zr-066-H-VIII-18	5,50492	2,53	0,34373	2,07	0,82	0,11615	1,45	1,43	1905	40	1901	48	1898	27	1,03	0	0,0003
Zr-066-H-VIII-19	5,66395	1,83	0,35498	1,18	0,65	0,11572	1,4	0,84	1958	23	1926	35	1891	26	0,59	-4	0,0003
Zr-066-H-VIII-20	3,22118	6,81	0,20394	5,91	0,87	0,11455	3,4	1,74	1196	71	1462	100	1873	64	0,8	36	0,0379
Zr-066-H-VIII-21	5,30229	2,67	0,33487	2,16	0,81	0,11484	1,57	1,38	1862	40	1869	50	1877	29	0,93	1	0,0024
Zr-066-H-VIII-26	5,74138	3,41	0,36822	2,46	0,72	0,11309	2,36	1,04	2021	50	1938	66	1850	44	0,94	-9	0,0003

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3. U<sup>235</sup> = 1/137,88\*Utotal

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 4:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-009-A.

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)						%		f206
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>	Disc	
Zr-066-G-VII-01	5,54198	2,30	0,34540	1,64	0,71	0,11637	1,61	1,02	1913	31	1907	44	1901	31	1,05	-1	0,0006
Zr-066-G-VII-03	4,40068	2,25	0,27827	1,62	0,72	0,11470	1,56	1,04	1583	26	1712	39	1875	29	0,92	16	0,0005
Zr-066-G-VII-05	6,06553	3,09	0,37528	2,40	0,78	0,11722	1,94	1,24	2054	49	1985	61	1914	37	1,01	-7	0,0101
Zr-066-G-VII-07	5,28342	4,66	0,33736	0,40	0,08	0,11358	4,65	0,09	1874	7	1866	87	1858	86	0,46	-1	0,0030
Zr-066-G-VII-08	5,93732	6,04	0,38084	0,35	0,06	0,11307	6,03	0,06	2080	7	1967	119	1849	111	0,78	-12	0,0132
Zr-066-G-VII-12	5,23366	1,86	0,33035	1,27	0,68	0,11490	1,36	0,93	1840	23	1858	35	1878	26	1,44	2	0,0008
Zr-066-G-VII-13	5,33365	1,59	0,33814	1,04	0,66	0,11440	1,20	0,87	1878	20	1874	30	1870	23	0,16	0	0,0014
Zr-066-G-VII-14	5,46508	2,09	0,34145	1,63	0,78	0,11608	1,31	1,24	1894	31	1895	40	1897	25	1,26	0	0,0003
Zr-066-G-VII-16	5,00675	1,95	0,30908	1,19	0,61	0,11748	1,55	0,77	1736	21	1820	35	1918	30	0,81	9	0,0054
Zr-066-G-VII-17	5,10795	4,17	0,31772	3,54	0,85	0,11660	2,19	1,61	1779	63	1837	77	1905	42	0,73	7	0,0000
Zr-066-G-VII-18	5,42288	2,13	0,33927	1,53	0,72	0,11593	1,49	1,03	1883	29	1888	40	1894	28	0,47	1	0,0003
Zr-066-G-VII-19	5,26227	1,85	0,33035	1,40	0,75	0,11553	1,22	1,15	1840	26	1863	35	1888	23	1,00	3	0,0004
Zr-066-G-VII-22	5,46550	2,25	0,34011	1,25	0,56	0,11655	1,87	0,67	1887	24	1895	43	1904	36	1,09	1	0,0003
Zr-066-G-VII-23	5,38092	1,45	0,33786	0,75	0,51	0,11551	1,25	0,60	1876	14	1882	27	1888	24	0,45	1	0,0005
Zr-066-G-VII-25	5,20269	3,28	0,32825	0,32	0,10	0,11495	3,27	0,10	1830	6	1853	61	1879	61	0,87	3	0,0105
Zr-066-G-VII-02	5,29763	8,06	0,32588	3,82	0,47	0,11790	7,09	0,54	1818	69	1868	151	1925	137	0,92	6	0,0029
Zr-066-G-VII-07b	5,91378	2,41	0,36635	1,30	0,54	0,11708	2,02	0,65	2012	26	1963	47	1912	39	0,43	-5	0,0005
Zr-066-G-VII-16b	5,60428	3,44	0,34317	2,09	0,61	0,11844	2,73	0,76	1902	40	1917	66	1933	53	0,60	2	0,0002

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3. U<sup>235</sup> = 1/137,88\*Utotal

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 5:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-012-A.

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)						Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>	Disc	f206
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±			
Zr-066-F-VI-01	4,94166	1,18	0,32421	0,87	0,74	0,11055	0,80	1,09	1810	16	1809	21	1808	14	0,82	0	0,0003
Zr-066-F-VI-02	4,91236	2,01	0,32414	1,59	0,79	0,10991	1,23	1,30	1810	29	1804	36	1798	22	0,86	-1	0,0005
Zr-066-F-VI-03	5,47745	2,13	0,32438	1,24	0,58	0,12247	1,73	0,72	1811	22	1897	40	1993	34	0,73	9	0,0000
Zr-066-F-VI-05	4,81798	1,49	0,31831	0,90	0,61	0,10978	1,19	0,76	1781	16	1788	27	1796	21	0,96	1	0,0003
Zr-066-F-VI-07	4,26421	2,86	0,28157	2,26	0,92	0,10984	1,15	2,27	1599	42	1686	48	1797	21	0,94	11	0,0003
Zr-066-F-VI-08	5,19424	2,00	0,34005	1,39	0,70	0,11078	1,43	0,97	1887	26	1852	37	1812	26	0,90	-4	0,0018
Zr-066-F-VI-09	4,78717	2,13	0,31429	1,66	0,78	0,11047	1,35	1,23	1762	29	1783	38	1807	24	0,92	3	0,0047
Zr-066-F-VI-10	4,85007	2,27	0,31605	2,12	0,93	0,11130	0,81	2,64	1770	38	1794	41	1821	15	0,82	3	0,0000
Zr-066-F-VI-12	4,66486	2,10	0,29556	1,65	0,79	0,11447	1,29	1,28	1669	28	1761	37	1872	24	0,66	11	0,0004
Zr-066-F-VI-13	4,91942	3,85	0,32123	3,72	0,97	0,11107	1,00	3,373	1796	67	1806	70	1817	18	0,84	1	0,0005
Zr-066-F-VI-14	5,00843	3,33	0,32527	3,10	0,93	0,11167	1,22	2,53	1815	56	1821	61	1827	22	0,76	1	0,0006
Zr-066-F-VI-18	4,52828	3,47	0,29847	3,12	0,90	0,11004	1,53	2,03	1684	52	1736	60	1800	28	1,08	6	0,0007
Zr-066-F-VI-19	4,22045	3,76	0,27427	3,66	0,97	0,11160	0,86	4,26	1562	57	1678	63	1826	16	0,93	14	0,0017
Zr-066-F-VI-22	4,77901	2,25	0,31194	1,50	0,67	0,11111	1,68	0,89	1750	26	1781	40	1818	31	1,13	4	0,0001
Zr-066-F-VI-25	5,19447	2,39	0,34305	1,68	0,70	0,10982	1,69	0,99	1901	32	1852	44	1796	30	1,26	-6	0,0005

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3.  $U^{235} = 1/137,88 * U_{total}$

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 6:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-015.

Spot number	Concordia 1					Concordia 2			Age (Ma)						%		f206
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>	Disc	
Zr-066-E-V-01	4,92507	2,26	0,32015	1,20	0,53	0,11157	1,92	0,63	1790	21	1807	41	1825	35	0,95	-16	0,0075
Zr-066-E-V-05	5,28296	2,03	0,34528	1,27	0,62	0,11097	1,59	0,80	1912	24	1866	38	1815	29	0,61	2	0,0025
Zr-066-E-V-06	4,95684	1,74	0,32307	1,05	0,60	0,11128	1,39	0,75	1805	19	1812	32	1820	25	0,96	-1	0,0000
Zr-066-E-V-07	5,19977	2,10	0,33852	1,30	0,62	0,11140	1,65	0,79	1880	24	1853	39	1822	30	1,12	-7	0,0003
Zr-066-E-V-09	4,90566	2,16	0,32047	1,89	0,87	0,11102	1,04	1,81	1792	34	1803	39	1816	19	0,72	8	0,0004
Zr-066-E-V-11	5,49274	2,02	0,36103	0,35	0,17	0,11034	1,99	0,17	1987	7	1899	38	1805	36	0,71	21	0,0126
Zr-066-E-V-16	4,93579	1,87	0,32470	1,29	0,69	0,11025	1,35	0,95	1813	23	1808	34	1804	24	1,00	2	0,0040
Zr-066-E-V-17	5,06034	2,21	0,33346	0,38	0,17	0,11006	2,17	0,17	1855	7	1829	40	1800	39	1,57	4	0,0006
Zr-066-E-V-20	4,71166	0,93	0,30751	0,51	0,55	0,11112	0,78	0,65	1728	9	1769	17	1818	14	0,82	5	0,0003
Zr-066-E-V-23	4,36913	5,29	0,28014	1,45	0,28	0,11311	5,08	0,29	1592	23	1707	90	1850	94	0,59	14	0,0026
Zr-066-E-V-24	4,26173	1,81	0,27935	1,37	0,76	0,11065	1,19	1,15	1588	22	1686	31	1810	22	1,04	12	0,0006
Zr-066-E-V-27	4,31446	2,05	0,28183	1,70	0,83	0,11103	1,15	1,47	1601	27	1696	35	1816	21	0,86	12	0,0008
Zr-066-E-V-29	4,61773	1,38	0,30317	0,88	0,64	0,11047	1,06	0,84	1707	15	1752	24	1807	19	1,04	6	0,0007
Zr-066-E-V-30	4,28723	1,22	0,27815	0,94	0,76	0,11179	0,79	1,19	1582	15	1691	21	1829	14	0,88	13	0,0005

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3.  $U^{235} = 1/137,88 * U_{total}$

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 7:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-016-I.

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)						%	f206	
	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> /U <sup>238</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /U <sup>235</sup>	±	Pb <sup>207</sup> /Pb <sup>206</sup>	±			Th <sup>232</sup> /U <sup>238</sup>
Zr-066-I-IX-02	4,25143	2,39	0,27924	2,19	0,91	0,11042	0,97	2,26	1588	35	1684	40	1806	17	1,12	12	0,0007
Zr-066-I-IX-03	4,68221	2,55	0,30733	1,79	0,70	0,11049	1,82	0,98	1728	31	1764	45	1808	33	1,08	4	0,0012
Zr-066-I-IX-04	4,99015	1,8	0,32752	0,43	0,24	0,11050	1,75	0,25	1826	8	1818	33	1808	32	0,66	-1	0,0064
Zr-066-I-IX-06	4,56221	2,8	0,30401	2,59	0,93	0,10884	1,06	2,45	1711	44	1742	49	1780	19	0,85	4	0,0003
Zr-066-I-IX-07	4,76379	1,94	0,31523	1,65	0,85	0,10960	1,02	1,62	1766	29	1779	35	1793	18	1,11	1	0,0142
Zr-066-I-IX-09	5,74949	3,18	0,38044	0,37	0,12	0,10961	3,15	0,12	2078	8	1939	62	1793	57	0,95	-16	0,0031
Zr-066-I-IX-16	4,70489	1,66	0,31000	1,05	0,63	0,11007	1,29	0,82	1741	18	1768	29	1801	23	0,94	3	0,0049
Zr-066-I-IX-26	4,74470	1,04	0,31441	0,45	0,43	0,10945	0,94	0,48	1762	8	1775	18	1790	17	0,63	2	0,0000
Zr-066-I-IX-30	4,85555	1,68	0,31833	1,20	0,72	0,11063	1,17	1,03	1782	21	1795	30	1810	21	1,25	2	0,0005
Zr-066-I-IX-06b	4,83854	2,66	0,31991	1,85	0,69	0,10970	1,91	0,96	1789	33	1792	48	1794	34	0,81	0	0,0004
Zr-066-I-IX-07b	4,52454	1,93	0,29573	1,13	0,58	0,11096	1,57	0,72	1670	19	1735	34	1815	29	0,70	8	0,0010
Zr-066-I-IX-04b	5,73312	3,02	0,37122	2,06	0,68	0,11201	2,21	0,93	2035	42	1936	58	1832	40	0,59	-1	0,0000
Zr-066-I-IX-15	5,23397	2,48	0,33971	1,26	0,51	0,11174	2,13	0,59	1885	24	1858	46	1828	39	0,66	-3	0,0006

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3.  $U^{235} = 1/137,88 \cdot U_{total}$

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).

**Tabela 8:** Dados de U-Pb em zircão da amostra MA-018

Spot number	Concordia 1								Age (Ma)								
	Pb <sup>207</sup> / <sup>235</sup> U	±	Pb <sup>206</sup> / <sup>238</sup> U	±	Rho 1	Pb <sup>207</sup> / <sup>206</sup> Pb	±	Rho 2	Pb <sup>206</sup> / <sup>238</sup> U	±	Pb <sup>207</sup> / <sup>235</sup> U	±	Pb <sup>207</sup> / <sup>206</sup> Pb	±	Th <sup>232</sup> / <sup>238</sup> U	Disc	f206
Zr-066-D-IV-01	5,60194	3,01	0,37527	0,39	0,13	0,10827	2,99	0,13	2054	8	1916	58	1770	53	0,57	-16	0,0075
Zr-066-D-IV-04	4,58521	3,46	0,30753	2,91	0,84	0,10814	1,87	1,55	1729	50	1747	60	1768	33	0,88	2	0,0025
Zr-066-D-IV-06	4,80617	2,26	0,32012	1,75	0,77	0,10889	1,44	1,21	1790	31	1786	40	1781	26	1,17	-1	0,0000
Zr-066-D-IV-10	5,01613	1,65	0,33516	0,63	0,38	0,10855	1,53	0,41	1863	12	1822	30	1775	27	0,91	-5	0,0003
Zr-066-D-IV-12	4,49671	2,28	0,29974	1,29	0,57	0,10880	1,88	0,69	1690	22	1730	39	1780	33	0,89	5	0,0004
Zr-066-D-IV-13	3,60324	4,06	0,24153	1,88	0,46	0,10820	3,59	0,52	1395	26	1550	63	1769	64	0,58	21	0,0126
Zr-066-D-IV-14	4,65826	2,08	0,30981	1,55	0,75	0,10905	1,38	1,12	1740	27	1760	37	1784	25	0,60	2	0,0040
Zr-066-D-IV-15	4,62982	2,31	0,30571	1,68	0,73	0,10984	1,58	1,06	1720	29	1755	41	1797	28	1,25	4	0,0006
Zr-066-D-IV-22	5,05309	1,99	0,33682	1,04	0,52	0,10881	1,69	0,61	1871	19	1828	36	1780	30	1,09	-5	0,0033
Zr-066-D-IV-23	4,45587	2,72	0,29815	1,84	0,68	0,10839	1,99	0,93	1682	31	1723	47	1773	35	0,71	5	0,0003
Zr-066-D-IV-24	4,54449	2,19	0,30295	1,57	0,72	0,10880	1,53	1,03	1706	27	1739	38	1779	27	1,10	4	0,0001
Zr-066-D-IV-26	4,48644	2,39	0,29839	1,81	0,76	0,10905	1,57	1,15	1683	30	1728	41	1784	28	0,90	6	0,0002
Zr-066-D-IV-25	4,87976	1,84	0,32409	1,10	0,60	0,10920	1,47	0,75	1810	20	1799	33	1786	26	0,93	-1	0,0002
Zr-066-D-IV-29	4,88996	1,78	0,32584	0,78	0,44	0,10884	1,60	0,49	1818	14	1801	32	1780	28	0,97	-2	0,0004

1 Amostras e padrões corrigidos pelo branco de Pb e Hg

2. Razões de Pb<sup>207</sup>/Pb<sup>206</sup> e Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup> corrigidas pelo Pb204. Pb comum assumindo idade de concordância Pb<sup>206</sup>/U<sup>238</sup>-Pb<sup>207</sup>/U<sup>235</sup>

3. U<sup>235</sup> = 1/137,88\*Utotal

4. Padrão GJ-1

5. Erros em 1 sigma, sendo razões isotópicas em % e de idades absolutos (em milhões de anos).



# ANEXO II - Análises Litogeoquímicas

**GRANITO NHANDU**

**AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES**

ELEMENTOS	MA-009	MA-009A	MA-010C	MA-011C	MA-017A	MA-017C	MA-017D	MA-017E	MA-017H
SiO2	69.57	71.19	68,630	54,400	92,360	75,340	71,580	75.12	45,770
Al2O3	13.91	13.76	16,040	17,370	2,790	12,150	14,640	13.19	10,580
Fe2O3	4.01	3.40	4,530	14,720	0,750	3,060	2,050	1.97	10,440
FeO	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
MgO	.76	.66	0,510	0,960	0,210	0,400	0,860	.38	12,810
CaO	2.09	1.85	0,000	0,000	0,130	0,060	0,780	1.00	9,460
Na2O	3.32	3.21	0,100	0,080	0,790	0,120	3,420	4.21	0,920
K2O	4.81	5.47	5,270	6,200	0,450	6,590	5,310	3.68	1,730
TiO2	.50	.36	0,170	0,330	0,040	0,050	0,220	.21	0,860
P2O5	.14	.09	0,080	0,250	0,000	0,020	0,060	.05	0,240
MnO	.07	.06	0,020	0,020	0,010	0,010	0,030	.03	0,220
Cr2O3	.003	.002	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000	<.001	0,141
LOI	.8	.1	4,000	5,600	2,300	2,100	1,000	.1	6,700
<b>TOTAL</b>	<b>99.99</b>	<b>100.15</b>	<b>99,360</b>	<b>99,930</b>	<b>99,830</b>	<b>99,890</b>	<b>99,950</b>	<b>99.94</b>	<b>99,920</b>

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

ELEMENTOS	MA-009	MA-009A	MA-010C	MA-011C	MA-017A	MA-017C	MA-017D	MA-017E	MA-017H
Ni	<5	11	0,000	6,000	0,000	0,000	0,000	<5	353,000
Sc	8	7	3,000	4,000	1,000	0,000	1,000	1	30,000
Ba	1001.6	887.0	2130,900	781,600	256,700	2883,700	1711,400	1352.6	619,100
Be	3	1	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1	2,000
Co	6.3	5.3	2,700	3,100	1,100	3,700	2,000	1.7	50,600
Cs	3.8	3.7	4,200	1,200	0,100	0,900	0,400	.3	2,400
Ga	18.4	19.1	24,200	23,900	2,900	16,300	16,800	13.6	13,700
Hf	8.6	7.0	2,700	4,200	0,700	1,300	5,600	4.8	2,400
Nb	15.1	10.7	8,800	2,300	1,600	1,600	8,600	6.1	4,700
Rb	181.4	201.8	287,100	285,700	11,000	157,500	117,400	65.1	77,400
Sn	2	2	6,000	3,000	0,000	1,000	1,000	1	1,000
Sr	194.9	175.1	23,000	9,900	52,600	99,500	299,500	344.8	276,300
Ta	1.2	.6	0,700	0,000	0,100	0,100	0,800	.6	0,200
Th	23.3	19.8	7,300	5,000	2,300	2,700	16,100	14.4	3,100
U	3.7	2.2	1,200	0,500	0,900	1,400	7,900	5.9	0,500
V	37	27	12,000	40,000	10,000	34,000	24,000	27	218,000
W	.2	.2	7,500	16,400	0,000	2,900	0,400	.2	0,200
Zr	306.7	257.6	90,600	144,200	28,600	47,700	194,300	169.7	86,700
Y	37.3	23.4	4,500	3,700	5,300	1,200	9,300	7.5	16,800
Pr	16.97	14.74	2,290	3,360	3,740	0,660	6,730	7.17	6,080
Tb	1.39	.90	0,140	0,150	0,300	0,040	0,310	.25	0,650

GRANITO NHANDU									
AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)									
ELEMENTOS	MA-009	MA-009A	MA-010C	MA-011C	MA-017A	MA-017C	MA-017D	MA-017E	MA-017H
La	67.8	67.2	11,800	15,700	14,700	3,400	33,500	35.5	20,300
Ce	155.5	134.7	21,500	28,100	17,000	5,400	61,900	69.0	45,800
Nd	60.1	50.7	7,900	11,800	14,400	2,400	22,600	24.2	25,400
Sm	9.9	7.3	1,100	1,700	2,700	0,400	2,900	3.0	4,900
Eu	1.34	1.04	0,190	0,460	0,660	0,100	0,640	.74	1,280
Gd	7.63	5.01	0,770	1,000	1,920	0,270	1,890	1.75	3,950
Dy	60.1	50.7	0,820	0,720	1,450	0,230	1,610	1.26	3,140
Ho	9.9	7.3	0,130	0,120	0,200	0,000	0,280	.21	0,540
Er	1.34	1.04	0,450	0,370	0,500	0,150	0,910	.69	1,520
Tm	7.63	5.01	0,090	0,070	0,090	0,000	0,160	.13	0,200
Yb	3.88	2.32	0,530	0,400	0,560	0,150	1,070	.91	1,420
Lu	.59	.38	0,100	0,070	0,090	0,040	0,200	.16	0,190

GRANITO NHANDU							
ELEMENTOS MAIORES		ELEMENTOS TRAÇOS				ELEMENTOS TERRA-RARAS	
ELEMENTOS	MA-17G	ELEMENTOS	MA-17G	ELEMENTOS	MA-17G	ELEMENTOS	MA-17G
SiO2	72.65	Ni	8	Th	22.4	La	51.4
Al2O3	13.82	Sc	1	U	5.5	Ce	96.4
Fe2O3	2.30	Ba	1463.8	V	24	Nd	31.9
FeO	-	Be	1	W	3.2	Sm	4.6
MgO	1.28	Co	2.2	Zr	211.8	Eu	.78
CaO	.12	Cs	1.0	Y	9.1	Gd	2.59
Na2O	.18	Ga	14.8	Pr	9.88	Dy	1.70
K2O	7.25	Hf	6.1	Tb	.37	Ho	.25
TiO2	.20	Nb	7.8			Er	.80
P2O5	.06	Rb	199.4			Tm	.10
MnO	.03	Sn	<1			Yb	.91
Cr2O3	.001	Sr	121.4			Lu	.13
LOI	1.8	Ta	.5				
TOTAL	99.69						



<b>SUÍTE COLÍDER</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA003H</b>	<b>GM-62</b>	<b>CC-218a</b>	<b>PS-73</b>	<b>PS75</b>	<b>CC229</b>	<b>CC198B</b>	<b>CC205B</b>	<b>CC179A</b>
<b>La</b>	51.2	130,000	97,000	74,000	99,000	70,000	68,000	85,000	71,000
<b>Ce</b>	106.8	220,000	140,000	130,000	180,000	120,000	120,000	130,000	110,000
<b>Nd</b>	48.9	70,000	70,000	65,000	88,000	64,000	60,000	69,000	52,000
<b>Sm</b>	8.7	10,700	10,900	10,800	14,500	10,300	10,300	10,900	7,600
<b>Eu</b>	1.88	1,400	1,600	1,700	2,200	2,300	3,200	2,200	1,200
<b>Gd</b>	7.52	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Dy</b>	7.60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Ho</b>	1.42	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Er</b>	4.50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Yb</b>	4.62	5,000	5,000	6,000	7,000	4,000	5,000	6,000	4,000
<b>Lu</b>	.75	0,800	0,600	0,800	0,900	0,500	0,600	0,700	0,500
<b>Tm</b>	.71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

<b>SUÍTE COLÍDER</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>HG66A</b>	<b>GM17B</b>	<b>GM57E</b>	<b>GM69A</b>	<b>GM78</b>	<b>GM83</b>	<b>GM97</b>	<b>LM116</b>	<b>GM118</b>
<b>SiO2</b>	67,120	55,960	53,700	57,190	64,420	66,740	67,970	71,050	67,660
<b>TiO2</b>	0,480	0,890	0,910	1,000	0,760	0,690	0,620	0,440	0,500
<b>Al2O3</b>	15,820	15,220	17,310	15,870	14,980	15,520	15,150	14,520	15,060
<b>FeO</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe2O3</b>	2,960	8,280	7,730	7,840	4,680	3,340	3,850	2,300	3,700
<b>MnO</b>	0,110	0,240	0,160	0,160	0,110	0,090	0,030	0,050	0,050
<b>MgO</b>	0,600	3,670	3,560	3,230	1,190	0,550	0,370	0,510	1,800
<b>CaO</b>	1,050	4,240	6,810	4,450	1,310	1,730	0,180	0,750	3,010
<b>Na2O</b>	3,980	2,230	3,130	3,990	3,150	4,330	0,160	4,420	3,850
<b>K2O</b>	5,730	3,030	3,240	3,010	5,300	4,390	8,990	5,090	2,950
<b>P2O5</b>	0,130	0,260	0,310	0,350	0,410	0,160	0,110	0,070	0,080
<b>LOI</b>	1,260	4,850	2,210	1,570	2,590	1,040	1,710	0,000	0,000
<b>Total</b>	99,240	98,870	99,070	98,660	98,900	98,580	99,140	99,200	98,660

<b>SUÍTE COLÍDER</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇO (ppm)</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>HG66A</b>	<b>GM17B</b>	<b>GM57E</b>	<b>GM69A</b>	<b>GM78</b>	<b>GM83</b>	<b>GM97</b>	<b>LM116</b>	<b>GM118</b>
<b>Rb</b>	140,000	116,000	115,000	112,000	0,000	155,000	160,000	210,000	132,000
<b>Sr</b>	181,000	480,000	844,000	677,000	0,000	371,000	46,000	137,000	326,000
<b>Ba</b>	910,000	770,000	1700,000	1200,000	1400,000	1900,000	530,000	2340,000	843,000
<b>Y</b>	33,000	20,000	22,000	27,000	0,000	36,000	89,000	31,000	12,000
<b>Ta</b>	1,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,000	1,100	1,300
<b>Zr</b>	866,000	177,000	171,000	201,000	0,000	374,000	945,000	260,000	136,000
<b>Nb</b>	19,000	9,000	9,000	11,000	0,000	19,000	30,000	15,700	12,000
<b>Th</b>	14,000	8,600	6,000	10,000	14,000	13,000	12,000	18,000	16,100
<b>U</b>	2,000	1,000	0,000	1,000	3,000	3,000	2,000	4,800	5,500
<b>Cu</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	9,000
<b>Pb</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,000	30,000
<b>Zn</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	54,000	71,000
<b>Hf</b>	19,000	4,800	4,500	5,600	10,000	9,200	21,000	8,200	4,700
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>HG66A</b>	<b>GM17B</b>	<b>GM57E</b>	<b>GM69A</b>	<b>GM78</b>	<b>GM83</b>	<b>GM97</b>	<b>LM116</b>	<b>GM118</b>
<b>La</b>	110,000	37,000	35,000	43,000	72,000	49,000	100,000	60,300	35,100
<b>Ce</b>	221,000	78,000	71,000	91,000	140,000	110,000	213,000	124,300	68,800
<b>Nd</b>	77,000	38,000	35,000	42,000	60,000	39,000	85,000	52,600	28,500
<b>Sm</b>	10,000	6,200	5,600	7,600	10,000	6,500	13,600	8,400	4,400
<b>Eu</b>	1,400	1,500	1,500	1,700	1,800	1,700	2,100	1,730	0,720
<b>Gd</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,230	3,080
<b>Dy</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,520	2,360
<b>Ho</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,050	0,420
<b>Er</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,390	1,230
<b>Yb</b>	3,000	2,000	2,000	3,000	4,000	3,000	9,000	3,120	1,050
<b>Lu</b>	0,500	0,300	0,300	0,300	0,700	0,500	1,300	0,510	0,130
<b>Tm</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,420	0,180

SUÍTE COLÍDER					
ELEMENTOS MAIORES		ELEMENTOS TRAÇOS		ELEMENTOS TERRARARAS	
ELEMENTOS	GM69A	ELEMENTOS	GM69A	ELEMENTOS	GM69A
SiO2	57,210	Rb	113,000	La	44,000
TiO2	0,990	Sr	795,000	Ce	93,300
Al2O3	16,010	Ba	1248,000	Nd	46,600
FeO	0,000	Y	26,000	Sm	7,500
Fe2O3	8,000	Ta	0,800	Eu	1,900
MnO	0,120	Zr	167,000	Gd	6,190
MgO	3,570	Nb	11,500	Dy	4,720
CaO	4,930	Th	10,700	Ho	0,910
Na2O	4,110	U	2,100	Er	2,790
K2O	3,430	Cu	40,000	Yb	2,540
P2O5	0,370	Pb	0,000	Lu	0,320
LOI	0,000	Zn	75,000	Tm	0,360
<b>Total</b>	<b>98,740</b>	<b>Hf</b>	<b>5,900</b>		

SUÍTE MATUPÁ									
AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES									
ELEMENTOS	MA20D	SEI.4.6	SEI.4.8	SEIIA	SEIC1	SEIC2	SEIID	SEIIIA	SEIVC
SiO2	68.99	73,580	69,770	75,090	69,300	64,400	73,070	71,000	73,660
TiO2	.28	0,190	0,460	0,170	0,300	0,620	0,200	0,360	0,180
Al2O3	15.30	14,200	13,960	13,850	14,270	14,770	14,310	14,360	13,170
FeO	-	0,610	1,850	0,960	1,410	0,000	0,680	1,390	0,670
Fe2O3	2.70	0,870	0,910	0,630	1,160	5,980	0,900	1,300	0,990
MnO	.06	0,030	0,080	0,030	0,040	0,100	0,030	0,060	0,030
MgO	.78	0,600	1,150	0,400	0,900	1,600	0,480	0,890	0,490
CaO	1.08	1,280	1,950	1,120	2,020	2,500	1,630	2,080	0,780
Na2O	2.55	3,150	3,160	3,070	3,080	3,360	3,410	3,620	3,160
K2O	5.62	4,920	5,020	4,130	4,580	4,240	5,150	4,160	5,300
P2O5	.31	0,060	0,150	0,060	0,120	0,210	0,080	0,130	0,050
LOI	1.9	0,690	1,330	0,530	1,630	1,270	0,630	0,770	1,620
<b>Total</b>	<b>99.56</b>	<b>100,180</b>	<b>99,790</b>	<b>100,040</b>	<b>98,810</b>	<b>99,050</b>	<b>100,570</b>	<b>100,120</b>	<b>100,100</b>





<b>SUÍTE MATUPÁ</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA20D</b>	<b>SEI.4.6</b>	<b>SEI.4.8</b>	<b>SEIIA</b>	<b>SEIIC1</b>	<b>SEIIC2</b>	<b>SEIID</b>	<b>SEIIIA</b>	<b>SEIVC</b>
<b>La</b>	13.1	61,960	40,780	48,900	43,870	86,490	44,200	103,800	50,770
<b>Ce</b>	28.9	128,100	89,080	93,700	106,000	203,600	97,160	161,800	122,100
<b>Nd</b>	13.4	52,610	28,080	36,200	43,400	78,670	39,340	61,100	51,450
<b>Sm</b>	2.8	7,677	4,771	7,300	6,311	11,970	5,746	9,500	8,025
<b>Eu</b>	.54	0,772	0,572	0,900	0,861	1,285	0,845	1,200	0,832
<b>Gd</b>	2.46	4,131	1,918	6,000	3,388	6,826	3,217	8,000	5,035
<b>Dy</b>	2.24	3,271	1,465	5,600	2,598	5,310	2,612	6,300	3,981
<b>Ho</b>	.31	0,510	0,258	1,000	0,456	1,005	0,486	1,300	0,776
<b>Er</b>	.91	1,072	0,514	3,000	1,000	2,414	1,128	3,500	1,987
<b>Yb</b>	.62	0,745	0,319	2,900	0,720	1,652	0,941	3,100	1,780
<b>Lu</b>	.03	0,080	0,056	0,500	0,083	0,215	0,123	0,500	0,200
<b>Tm</b>	.08	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000

<b>SUÍTE MATUPÁ</b>						
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>SEVIJ1</b>	<b>SEVIIC2</b>	<b>SEPE1</b>	<b>SEPE4</b>	<b>SEPXI2</b>	<b>SEVVA</b>
<b>SiO2</b>	74,610	72,430	74,090	70,900	69,400	67,350
<b>TiO2</b>	0,350	0,230	0,340	0,490	0,420	0,570
<b>Al2O3</b>	12,740	14,240	13,230	13,920	14,300	15,470
<b>FeO</b>	1,660	1,810	1,610	2,700	1,230	2,190
<b>Fe2O3</b>	0,320	0,200	0,330	0,980	1,800	1,210
<b>MnO</b>	0,070	0,050	0,030	0,060	0,110	0,070
<b>MgO</b>	0,470	0,320	0,570	1,200	1,000	1,540
<b>CaO</b>	1,120	1,260	1,550	2,150	1,440	2,890
<b>Na2O</b>	2,970	3,260	2,730	3,110	3,500	3,650
<b>K2O</b>	4,010	4,390	4,300	3,840	4,760	4,090
<b>P2O5</b>	0,110	0,080	0,100	0,000	0,150	0,170
<b>LOI</b>	0,720	0,820	0,530	1,030	1,650	0,980
<b>Total</b>	99,150	99,090	99,410	100,380	99,760	100,180

**SUÍTE MATUPÁ****AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇO (ppm)**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>SEVIJ1</b>	<b>SEVIC2</b>	<b>SEPE1</b>	<b>SEPE4</b>	<b>SEPX12</b>	<b>SEVVA</b>
<b>Rb</b>	264,000	246,000	184,000	184,000	180,000	148,000
<b>Sr</b>	175,000	205,000	171,000	290,000	235,000	277,000
<b>Ba</b>	478,000	938,000	813,000	870,000	908,000	1302,000
<b>Y</b>	101,000	34,000	23,000	26,000	57,000	36,000
<b>Ta</b>	0,000	0,000	1,300	0,000	0,000	2,100
<b>Zr</b>	231,000	178,000	135,000	279,000	249,000	225,000
<b>Nb</b>	24,000	14,000	15,700	19,000	18,000	19,800
<b>Th</b>	41,000	34,000	23,600	27,000	16,000	13,000
<b>U</b>	0,000	0,000	4,400	0,000	0,000	3,500
<b>Cu</b>	9,000	11,000	8,000	21,000	34,000	18,000
<b>Zn</b>	41,000	46,000	39,000	34,000	51,000	56,000
<b>Hf</b>	0,000	0,000	4,400	0,000	0,000	5,400
<b>Cl</b>	43,000	0,000	64,000	45,000	77,000	50,000
<b>Be</b>	4,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
<b>Cr</b>	13,000	9,000	19,000	30,000	18,000	25,000
<b>Ni</b>	14,000	12,000	0,000	30,000	0,000	13,000
<b>V</b>	25,000	17,000	34,000	49,000	39,000	55,000
<b>As</b>	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Ag</b>	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Se</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Sb</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Te</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Bi</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Mo</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Sn</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>W</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cs</b>	7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Ga</b>	11,000	14,000	10,000	0,000	10,000	10,000
<b>Pr</b>	0,000	0,000	8,900	0,000	0,000	11,900
<b>Tb</b>	0,000	0,000	0,700	0,000	0,000	0,900

<b>SUÍTE MATUPÁ</b>						
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>SEVIJ1</b>	<b>SEVIIC2</b>	<b>SEPE1</b>	<b>SEPE4</b>	<b>SEPXI2</b>	<b>SEVVA</b>
<b>La</b>	93,810	50,350	35,700	0,000	80,150	47,300
<b>Ce</b>	179,000	110,400	79,800	0,000	131,100	104,900
<b>Nd</b>	71,160	41,380	31,600	0,000	82,450	42,200
<b>Sm</b>	14,800	5,684	5,600	0,000	14,400	7,100
<b>Eu</b>	1,295	0,723	0,600	0,000	1,662	0,900
<b>Gd</b>	9,568	3,304	5,200	0,000	9,674	6,900
<b>Dy</b>	8,416	2,560	3,700	0,000	7,570	4,900
<b>Ho</b>	1,621	0,504	0,600	0,000	1,448	0,800
<b>Er</b>	4,057	1,311	1,800	0,000	3,568	2,500
<b>Yb</b>	2,718	0,988	1,500	0,000	2,202	2,100
<b>Lu</b>	0,296	0,140	0,200	0,000	0,261	0,300
<b>Tm</b>	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,300

<b>SUÍTE PARANAÍTA</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA004</b>	<b>MA012A</b>	<b>MA012C</b>	<b>MA012B</b>	<b>MA013</b>	<b>PS-R-65</b>	<b>PS-R-67</b>	<b>PS-R-68</b>	<b>CC-R-14</b>
<b>SiO2</b>	68.80	66.46	75.18	68.95	66.52	67,89	64,34	66,34	58,13
<b>TiO2</b>	.40	.32	<.01	.31	.35	0,54	0,79	0,54	0,94
<b>Al2O3</b>	14.41	14.99	.05	15.34	16.32	15,13	14,83	14,89	15,48
<b>FeO</b>	-	-	-	-	-	2,62	4,42	3,20	6,05
<b>Fe2O3</b>	4.46	6.54	15.86	2.91	3.78	0,32	0,55	0,40	0,75
<b>MnO</b>	.08	.12	.01	.09	.07	0,09	0,14	0,10	0,22
<b>MgO</b>	.85	.96	<.01	.93	1.05	0,89	1,16	1,14	2,76
<b>CaO</b>	2.50	2.39	.01	2.44	3.14	2,02	2,80	2,20	4,71
<b>Na2O</b>	3.50	3.89	.01	3.96	4.44	3,84	3,89	3,71	3,48
<b>K2O</b>	4.07	3.73	<.04	4.01	3.41	5,03	4,04	4,57	4,56
<b>P2O5</b>	.13	.13	<.01	.12	.15	0,21	0,24	0,16	0,53
<b>Cr2O3</b>	-	-	-	.002	<.001	-	-	-	-
<b>LOI</b>	.6	.2	8.7	.8	.4	0,40	1,02	0,90	0,58

<b>SUÍTE PARANAÍTA</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇO (ppm)</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA004</b>	<b>MA012A</b>	<b>MA012C</b>	<b>MA012B</b>	<b>MA013</b>	<b>PS-R-65</b>	<b>PS-R-67</b>	<b>PS-R-68</b>	<b>CC-R-14</b>
<b>Rb</b>	129.9	112.7	1.3	109.4	87.5	192	211	223	215
<b>Sr</b>	355.4	815.2	11.8	808.9	1085.7	455	335	326	351
<b>Ba</b>	1300.5	1429.5	44.9	1472.0	1926.2	1200	1900	1300	880
<b>Y</b>	25.6	12.4	.1	39.5	8.5	58	68	80	43
<b>Ta</b>	.6	.5	<.1	.5	.3	1,7	1,9	1,6	0,0
<b>Zr</b>	165.4	152.7	.9	139.1	148.2	531	959	576	315
<b>Nb</b>	8.5	7.5	<.5	7.2	5.2	25,0	13,0	24,0	16,0
<b>Th</b>	11.1	10.3	<.1	8.9	4.5	42	21	33	17
<b>Co</b>	7.4	6.9	40.2	6.4	6.0	7	9	9	21
<b>Sc</b>	7	4	<1	4	4	11	26	13	19
<b>Hf</b>	4.4	4.1	<.5	3.7	3.5	14,0	21,0	14,0	8,8
<b>Cr</b>	-	-	-	-	-	26	26	33	0
<b>Ni</b>	9	25	16	9	5	0	0	0	0
<b>Cs</b>	3.5	2.2	.1	1.9	1.5	2,7	3,7	2,7	6,5
<b>Tb</b>	.68	.41	<.01	1.05	.35	1,0	2,0	2,0	1,0
<b>Be</b>	2	2	<1	1	1	-	-	-	-
<b>Ga</b>	15.1	18.2	<.5	19.0	18.5	-	-	-	-
<b>Sn</b>	1	1	<1	1	1	-	-	-	-
<b>U</b>	2.5	1.3	.1	1.1	.7	-	-	-	-
<b>V</b>	39	30	<5	29	38	-	-	-	-
<b>W</b>	.6	3.2	.5	2.3	.1	-	-	-	-
<b>Pr</b>	7.67	8.10	.05	8.96	6.71	-	-	-	-

SUÍTE PARANAÍTA									
AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)									
ELEMENTOS	MA004	MA012A	MA012C	MA012B	MA013	PS-R-65	PS-R-67	PS-R-68	CC-R-14
La	36.4	37.4	.9	45.2	26.9	140	81	95	87
Ce	67.7	74.2	.7	70.1	55.5	221	200	140	130
Nd	26.8	28.3	<.4	34.5	25.5	90	82	72	69
Sm	4.5	3.9	<.1	5.4	3.7	12	14	11	10
Eu	1.15	.96	<.05	1.48	1.06	1,8	3,0	1,7	2,1
Yb	2.37	1.08	<.05	3.91	.82	5,0	7,0	6,0	4,0
Lu	.37	.17	<.01	.67	.13	0,7	1,0	0,8	0,5
Gd	4.01	2.54	<.05	6.44	2.33	-	-	-	-
Dy	3.80	1.94	<.05	6.25	1.65	-	-	-	-
Ho	.74	.35	<.05	1.20	.27	-	-	-	-
Er	2.21	1.00	<.05	3.94	.84	-	-	-	-
Tm	.34	.17	<.05	.62	.14	-	-	-	-

SUÍTE PARANAÍTA										
AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES										
ELEMENTOS	CC-R-113A	CC-R-113B	CC-R-117A	CC-R-118	CC-R-13	CC-R-108	CC-R-123	CC-R-155	CC-R-02C	
SiO2	56,00	65,80	67,16	63,71	64,42	72,51	68,57	58,86	65,71	
TiO2	0,88	0,57	0,58	0,84	0,60	0,21	0,57	0,88	0,59	
Al2O3	16,80	15,37	14,60	16,53	15,15	14,35	15,22	16,84	15,28	
FeO	6,01	3,26	3,12	3,48	3,82	1,17	2,09	5,78	3,39	
Fe2O3	0,74	0,40	0,39	0,43	0,47	0,14	0,26	0,71	0,42	
MnO	0,27	0,10	0,10	0,14	0,12	0,09	0,11	0,22	0,10	
MgO	3,94	1,45	1,36	1,56	1,90	0,47	0,78	3,03	1,33	
CaO	6,00	3,08	2,62	2,78	3,64	1,65	1,97	4,71	3,38	
Na2O	3,97	3,40	3,12	3,46	3,25	3,47	3,86	4,67	3,68	
K2O	3,20	4,53	4,87	3,73	4,14	4,26	4,79	2,67	4,29	
P2O5	0,46	0,30	0,26	0,12	0,32	0,09	0,23	0,41	0,26	
LOI	1,11	0,54	0,67	1,99	0,76	0,36	0,45	0,50	0,31	

**SUÍTE PARANAÍTA**

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC-R-113A</b>	<b>CC-R-113B</b>	<b>CC-R-117A</b>	<b>CC-R-118</b>	<b>CC-R-13</b>	<b>CC-R-108</b>	<b>CC-R-123</b>	<b>CC-R-155</b>	<b>CC-R-02C</b>
<b>Rb</b>	174	185	200	223	194	185	183	186	140
<b>Sr</b>	471	465	400	481	491	476	372	432	435
<b>Ba</b>	660	1100	890	780	960,0	1200	850	500	1200
<b>Y</b>	23	31	35	40	37,0	34	51	39	34
<b>Ta</b>	1,1	1,4	1,6	3,1	1,2	1,4	2,4	1,2	1,4
<b>Zr</b>	145	315	275	358	303,0	238	342	198	309
<b>Nb</b>	10,0	10,0	16,0	32,0	17,0	27,0	34,0	12,0	17,0
<b>Th</b>	11	18	19	36	23,0	26	32	11	27
<b>Co</b>	23	11	10	17	10,0	0	7	22	11
<b>Sc</b>	18	11	11	17	17,0	4	12	29	16
<b>Hf</b>	4,0	7,9	7,5	10,0	8,6	5,6	8,9	6,2	8,9
<b>Cr</b>	39	24	0	25	25,0	0	0	0	0
<b>Ni</b>	26	0	0	0	10,0	0	0	17	0
<b>Cs</b>	9,0	4,5	5,6	8,0	7,0	1,9	3,8	16,0	1,8
<b>Tb</b>	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0

**AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC-R-113A</b>	<b>CC-R-113B</b>	<b>CC-R-117A</b>	<b>CC-R-118</b>	<b>CC-R-13</b>	<b>CC-R-108</b>	<b>CC-R-123</b>	<b>CC-R-155</b>	<b>CC-R-02C</b>
<b>La</b>	47	69	81	81	62	72	96	73	100
<b>Ce</b>	92	110	130	231	110	120	160	120	160
<b>Nd</b>	51	47	56	75	50	57	81	54	65
<b>Sm</b>	8	7	8	12	8	8	12	8	9
<b>Eu</b>	1,7	1,4	1,4	1,8	1,5	1,5	1,8	1,7	1,7
<b>Yb</b>	3,0	3,0	4,0	7,0	4,0	3,0	6,0	5,0	3,0
<b>Lu</b>	0,5	0,4	0,5	0,8	0,5	0,4	0,7	0,6	0,4

**SUÍTE PARANAÍTA****AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC-R-210</b>	<b>CC-R-145</b>	<b>CC-R-22A</b>	<b>CC-R-22D</b>	<b>JD-R-10</b>	<b>JD-R-11A</b>
<b>SiO2</b>	67,47	69,92	69,42	58,82	66,70	67,76
<b>TiO2</b>	0,65	0,51	0,43	0,84	0,61	0,35
<b>Al2O3</b>	15,57	14,02	15,02	18,60	14,88	15,80
<b>FeO</b>	2,87	2,64	1,62	4,28	3,16	0,23
<b>Fe2O3</b>	0,35	0,33	0,20	0,53	0,39	1,89
<b>MnO</b>	0,11	0,09	0,04	0,09	0,08	0,06
<b>MgO</b>	0,56	0,42	0,42	1,42	0,67	0,59
<b>CaO</b>	1,97	1,69	2,46	6,13	2,19	2,17
<b>Na2O</b>	3,13	3,11	3,69	5,13	4,00	4,94
<b>K2O</b>	4,85	5,17	4,69	1,84	4,49	3,98
<b>P2O5</b>	0,18	0,15	0,34	0,78	0,33	0,18
<b>LOI</b>	1,22	0,40	0,36	0,36	0,54	0,40

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC-R-210</b>	<b>CC-R-145</b>	<b>CC-R-22A</b>	<b>CC-R-22D</b>	<b>JD-R-10</b>	<b>JD-R-11A</b>
<b>Rb</b>	245	189	157	91	247	109
<b>Sr</b>	153	147	325	675	184	318
<b>Ba</b>	1100	1600	1300	1300	890	940
<b>Y</b>	86	59	33	23	264	39
<b>Ta</b>	2,7	1,8	1,6	1,1	6,2	1,1
<b>Zr</b>	580	702	481	1098	479	276
<b>Nb</b>	34,0	21,0	25,0	9,0	57,0	20,0
<b>Th</b>	41	30	25	17	57	10
<b>Co</b>	6	0	0	13	6	0
<b>Sc</b>	17	17	6	8	12	7
<b>Hf</b>	15,0	22,0	12,0	29,0	14,0	8,1
<b>Cr</b>	26	0	0	0	48	0
<b>Ni</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Cs</b>	5,5	5,8	3,4	2,4	1,0	0,6
<b>Tb</b>	3,0	2,0	0,0	0,0	7,0	2,0

**AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS (ppm)**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC-R-210</b>	<b>CC-R-145</b>	<b>CC-R-117A</b>	<b>CC-R-118</b>	<b>CC-R-13</b>	<b>JD-R-11A</b>
<b>La</b>	160	66	90	99	160	55
<b>Ce</b>	266	110	150	150	345	110
<b>Nd</b>	140	59	63	62	140	49
<b>Sm</b>	22	11	8	8	32	11
<b>Eu</b>	2,8	2,5	1,7	2,8	2,0	1,1
<b>Yb</b>	10,0	7,0	2,0	3,0	28,0	3,0
<b>Lu</b>	1,2	1,0	0,3	0,5	3,4	0,3





<b>SUÍTE SÃO PEDRO</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA - RARAS</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA002</b>	<b>HG19</b>	<b>HG115B</b>	<b>HG119</b>	<b>HG137A</b>	<b>AF89</b>	<b>AF110</b>	<b>AF130A</b>	<b>PS24</b>
<b>La</b>	52.2	130,000	120,000	90,000	55,000	119,300	82,300	191,200	100,000
<b>Ce</b>	90.2	219,000	242,000	160,000	100,000	255,500	179,000	413,400	170,000
<b>Nd</b>	58.3	82,000	100,000	61,000	39,000	118,800	80,600	188,800	75,000
<b>Eu</b>	3.29	2,500	3,000	2,200	1,300	2,690	2,490	4,970	3,100
<b>Sm</b>	12.0	11,100	18,800	9,000	6,100	21,200	13,600	32,100	14,000
<b>Gd</b>	12.44	0,000	0,000	0,000	0,000	17,910	10,540	25,680	0,000
<b>Dy</b>	13.75	0,000	0,000	0,000	0,000	20,330	8,750	23,960	0,000
<b>Ho</b>	2.68	0,000	0,000	0,000	0,000	4,890	1,800	5,170	0,000
<b>Er</b>	8.91	0,000	0,000	0,000	0,000	16,130	5,250	15,610	0,000
<b>Yb</b>	10.37	4,000	8,000	3,000	3,000	14,510	5,160	14,140	9,000
<b>Lu</b>	1.65	0,600	1,100	0,500	0,400	2,280	0,730	2,150	1,100
<b>Tm</b>	1.49	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150	0,700	2,030	0,000
<b>Yb</b>	10.37	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>SUÍTE SÃO PEDRO</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>PS28</b>	<b>PS53</b>	<b>PS54</b>	<b>PS55</b>	<b>PS58</b>	<b>PS90</b>	<b>PS107</b>	<b>CC141</b>	<b>CC160</b>
<b>SiO2</b>	73,970	68,480	68,350	66,110	65,260	69,530	73,060	70,980	71,470
<b>TiO2</b>	0,330	0,780	0,470	0,770	0,500	0,710	0,290	0,250	0,310
<b>Al2O3</b>	13,630	14,840	14,420	15,140	15,970	14,810	13,790	14,300	14,140
<b>FeO</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe2O3</b>	0,870	3,620	3,000	3,660	3,790	2,460	1,440	2,200	2,260
<b>MnO</b>	0,110	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,090	0,070	0,070
<b>MgO</b>	0,090	0,850	0,500	0,890	1,260	0,570	0,240	0,320	0,270
<b>CaO</b>	0,450	3,110	1,880	2,270	3,540	1,580	1,200	1,350	1,530
<b>Na2O</b>	4,440	3,300	3,290	3,590	4,060	4,050	4,160	3,350	3,150
<b>K2O</b>	4,670	3,650	6,030	5,630	3,710	4,800	4,380	5,170	5,250
<b>P2O5</b>	0,040	0,310	0,180	0,380	0,210	0,190	0,070	0,070	0,140
<b>LOI</b>	0,310	0,450	0,530	0,180	0,400	0,540	0,490	0,620	0,360



<b>SUÍTE SÃO PEDRO</b>								
<b>ELEMENTOS MAIORES</b>			<b>ELEMENTOS TRAÇOS</b>			<b>ELEMENTOS TERRA-RARAS</b>		
<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC138</b>	<b>CC158</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC138</b>	<b>CC158</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC138</b>	<b>CC158</b>
<b>SiO2</b>	73,130	65,690	<b>K</b>	43416,000	36941,000	<b>La</b>	95,500	184,700
<b>TiO2</b>	0,340	0,920	<b>Rb</b>	405,000	112,000	<b>Ce</b>	213,000	349,600
<b>Al2O3</b>	12,630	14,110	<b>Sr</b>	89,000	255,000	<b>Nd</b>	98,500	160,100
<b>Fe2O3</b>	0,000	6,210	<b>Ba</b>	454,000	2602,000	<b>Eu</b>	18,900	22,000
<b>FeO</b>	2,890	0,000	<b>Y</b>	144,000	74,000	<b>Sm</b>	1,040	7,440
<b>MnO</b>	0,060	0,090	<b>Ta</b>	7,600	2,200	<b>Gd</b>	17,450	16,680
<b>MgO</b>	0,490	0,750	<b>Zr</b>	430,000	2173,000	<b>Dy</b>	22,080	12,860
<b>CaO</b>	1,470	2,900	<b>Nb</b>	50,400	20,000	<b>Ho</b>	3,100	2,740
<b>Na2O</b>	2,680	2,780	<b>Th</b>	67,800	42,500	<b>Er</b>	16,310	8,570
<b>K2O</b>	5,230	4,450	<b>Co</b>	4,000	8,000	<b>Yb</b>	17,300	9,920
<b>P2O5</b>	0,060	0,400	<b>Hf</b>	13,400	51,900	<b>Lu</b>	2,560	1,610
<b>LOI</b>	0,000	0,000	<b>Tb</b>	3,130	2,320	<b>Tm</b>	2,410	1,520
			<b>U</b>	36,600	4,900			
			<b>Cr</b>	0,000	0,000			
			<b>Cu</b>	5,000	22,000			
			<b>Pb</b>	9,000	9,000			
			<b>Zn</b>	84,000	105,000			

<b>SUÍTE ROMÃO</b>						
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>PS023</b>	<b>PS026</b>	<b>PS41</b>	<b>PS158</b>	<b>AF082a</b>	<b>JD017b</b>
<b>SiO2</b>	68,30	73,26	69,81	69,32	70,73	66,00
<b>Al2O3</b>	16,22	13,52	15,15	15,19	12,51	15,54
<b>Fe2O3</b>	1,78	0,94	2,07	2,71	4,33	3,83
<b>FeO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,29	0,08	0,30	0,46	1,03	0,89
<b>CaO</b>	2,04	0,56	0,96	1,32	2,23	3,45
<b>Na2O</b>	4,48	4,16	3,87	4,18	2,56	3,24
<b>K2O</b>	5,04	5,25	5,42	4,96	4,57	4,45
<b>TiO2</b>	0,63	0,38	0,31	0,52	0,66	0,62
<b>P2O5</b>	0,10	0,03	0,07	0,05	0,12	0,18
<b>MnO</b>	0,11	0,14	0,07	0,07	0,06	0,08
<b>LOI</b>	0,36	0,18	0,45	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	99,35	98,50	98,48	98,78	98,80	98,28

<b>SUÍTE ROMÃO</b>						
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>PS023</b>	<b>PS026</b>	<b>PS41</b>	<b>PS158</b>	<b>AF082a</b>	<b>JD017b</b>
<b>K</b>	41839,00	43582,00	44993,00	41174,00	37937,00	36941,00
<b>Rb</b>	195,00	239,00	246,00	175,00	243,00	142,00
<b>Sr</b>	310,00	75,00	212,00	292,00	176,00	472,00
<b>Ba</b>	1500,00	630,00	1600,00	1621,00	723,00	1298,00
<b>Y</b>	103,00	110,00	63,00	55,00	53,00	36,00
<b>Ta</b>	2,70	2,80	1,80	2,00	5,30	1,60
<b>Zr</b>	604,00	338,00	365,00	374,00	457,00	339,00
<b>Nb</b>	25,00	33,00	26,00	18,60	23,90	17,50
<b>Th</b>	29,00	27,00	23,00	18,30	24,80	21,80
<b>Co</b>	0,00	0,00	0,00	5,00	8,00	8,00
<b>U</b>	6,00	6,00	4,00	2,00	9,20	3,20
<b>Cr</b>	26,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Cu</b>	0,00	0,00	0,00	1,00	14,00	6,00
<b>Pb</b>	0,00	0,00	0,00	8,00	11,00	26,00
<b>Zn</b>	0,00	0,00	0,00	50,00	60,00	46,00
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRAS-RARAS (ppm)</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>PS023</b>	<b>PS026</b>	<b>PS41</b>	<b>PS158</b>	<b>AF082a</b>	<b>JD017b</b>
<b>La</b>	160,00	90,00	100,00	91,30	64,50	61,50
<b>Ce</b>	222,00	170,00	130,00	185,00	140,50	118,30
<b>Nd</b>	130,00	94,00	75,00	82,30	61,80	54,80
<b>Sm</b>	22,40	19,70	11,80	13,40	10,50	8,70
<b>Eu</b>	4,10	2,80	2,20	2,75	1,60	2,22
<b>Gd</b>	0,00	0,00	0,00	10,47	9,09	6,92
<b>Dy</b>	0,00	0,00	0,00	9,71	8,93	6,40
<b>Ho</b>	0,00	0,00	0,00	2,02	1,94	1,18
<b>Er</b>	0,00	0,00	0,00	6,04	6,09	3,81
<b>Tm</b>	0,00	0,00	0,00	0,86	0,93	0,53
<b>Yb</b>	0,00	0,00	0,00	0,03	6,36	6,86
<b>Lu</b>	1,30	1,00	0,80	0,91	0,96	0,58

**SUÍTE VITÓRIA****AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC166</b>	<b>PS42</b>	<b>PSR42</b>	<b>CC100</b>	<b>HG25B</b>	<b>HG22C</b>	<b>AF47B</b>	<b>AF91</b>	<b>CC233</b>
<b>SiO2</b>	63,190	60,640	62,280	60,190	63,470	69,100	60,750	57,230	50,540
<b>Al2O3</b>	13,940	17,080	16,720	16,730	17,670	15,410	17,350	16,270	18,560
<b>Fe2O3</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>FeO</b>	7,680	7,010	6,770	7,160	4,370	2,400	5,940	8,500	1,800
<b>MgO</b>	2,750	2,550	2,030	2,480	1,260	0,870	2,990	3,410	0,140
<b>CaO</b>	3,770	4,660	4,660	5,460	4,240	3,010	5,330	6,330	3,420
<b>Na2O</b>	3,190	2,970	3,100	2,890	4,940	4,640	3,440	2,880	8,430
<b>K2O</b>	2,620	2,320	2,070	2,510	1,500	2,290	1,670	2,320	2,890
<b>TiO2</b>	0,760	0,700	0,610	0,900	0,680	0,340	0,600	1,180	1,540
<b>P2O5</b>	0,300	0,090	0,180	0,210	0,220	0,130	0,160	0,470	0,760
<b>MnO</b>	0,230	0,110	0,150	0,140	0,100	0,070	0,070	0,110	9,190
<b>LOI</b>	0,760	0,000	0,680	0,450	0,850	0,440	0,000	0,000	0,730
<b>TOTAL</b>	99,190	98,130	99,250	99,120	99,300	98,700	98,300	98,700	98,000

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC166</b>	<b>PS42</b>	<b>PSR42</b>	<b>CC100</b>	<b>HG25B</b>	<b>HG22C</b>	<b>AF47B</b>	<b>AF91</b>	<b>CC233</b>
<b>Rb</b>	160,000	112,000	103,000	0,000	107,000	116,000	29,000	134,000	33,000
<b>Sr</b>	150,000	340,000	305,000	0,000	620,000	347,000	1016,000	498,000	491,000
<b>Ba</b>	590,000	497,000	560,000	1100,000	460,000	490,000	785,000	484,000	276,000
<b>Y</b>	74,000	49,000	53,000	0,000	45,000	34,000	7,000	66,000	38,000
<b>Zr</b>	664,000	343,000	444,000	0,000	440,000	180,000	110,000	541,000	933,000
<b>Nb</b>	27,000	14,800	8,000	0,000	23,000	21,000	5,500	27,500	17,400
<b>Th</b>	15,000	95,200	120,000	4,200	17,000	19,000	0,700	13,500	5,200
<b>Co</b>	15,000	19,000	17,000	21,000	10,000	5,000	20,000	24,000	36,000
<b>U</b>	3,000	4,100	2,000	0,000	1,000	3,000	0,400	5,510	6,400
<b>Cr</b>	120,000	0,000	82,000	26,000	36,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cu</b>	0,000	56,000	0,000	0,000	0,000	0,000	27,000	40,000	76,000
<b>Pb</b>	0,000	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	27,000	40,000	18,000
<b>Zn</b>	130,000	70,000	0,000	0,000	0,000	0,000	59,000	86,000	50,000

<b>SUÍTE VITÓRIA</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRAS RARAS</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>CC166</b>	<b>PS42</b>	<b>PSR42</b>	<b>CC100</b>	<b>HG25B</b>	<b>HG22C</b>	<b>AF47B</b>	<b>AF91</b>	<b>CC233</b>
<b>La</b>	56,000	252,900	325,000	29,000	110,000	55,000	18,100	58,500	40,700
<b>Ce</b>	99,000	543,400	574,000	52,000	212,000	110,000	33,400	122,300	96,400
<b>Nd</b>	52,000	235,800	260,000	31,000	82,000	36,000	16,400	66,900	55,300
<b>Sm</b>	12,800	33,700	36,300	5,400	12,400	6,000	2,800	12,700	9,900
<b>Eu</b>	2,400	3,260	3,600	1,700	2,500	1,000	1,130	2,550	3,280
<b>Gd</b>	0,000	20,780	0,000	0,000	0,000	0,000	1,780	11,780	8,800
<b>Tb</b>	2,000	2,330	3,000	0,000	1,000	0,000	0,240	1,670	1,140
<b>Dy</b>	0,000	10,940	0,000	0,000	0,000	0,000	1,360	9,920	7,050
<b>Ho</b>	0,000	2,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,260	2,170	1,450
<b>Er</b>	0,000	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,800	6,910	4,630
<b>Yb</b>	9,000	4,230	4,000	2,000	3,000	3,000	0,750	6,390	0,610
<b>Lu</b>	1,300	0,660	0,500	0,300	0,500	0,400	0,110	0,970	4,530

<b>TELES PIRES</b>					
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>					
<b>ELEMENTOS</b>	<b>GM004</b>	<b>GM007</b>	<b>GM010</b>	<b>PV0195</b>	<b>CC0183</b>
<b>SiO2</b>	74,530	71,320	72,890	70,620	75,600
<b>Al2O3</b>	13,710	13,770	13,560	12,930	12,210
<b>Fe2O3</b>	0,600	2,080	1,570	3,620	1,420
<b>FeO</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>MgO</b>	0,080	0,470	0,330	0,600	0,030
<b>CaO</b>	0,370	1,070	0,940	1,610	0,460
<b>Na2O</b>	4,050	4,100	3,940	2,880	3,750
<b>K2O</b>	4,810	4,890	5,030	5,080	4,790
<b>TiO2</b>	0,100	0,450	0,270	0,510	0,080
<b>P2O5</b>	0,020	0,150	0,050	0,200	0,020
<b>MnO</b>	0,050	0,110	0,110	0,050	0,050
<b>LOI</b>	0,620	0,760	0,710	0,000	0,360
<b>TOTAL</b>	98,940	99,170	99,400	98,100	98,770

<b>TELES PIRES</b>					
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS</b>					
<b>ELEMENTOS</b>	<b>GM004</b>	<b>GM007</b>	<b>GM010</b>	<b>PV0195</b>	<b>CC0183</b>
<b>Rb</b>	219,000	231,000	211,000	333,000	398,000
<b>Sr</b>	26,000	147,000	92,000	137,000	21,000
<b>Ba</b>	0,000	620,000	370,000	636,000	78,000
<b>Y</b>	32,000	101,000	69,000	167,000	134,000
<b>Zr</b>	119,000	574,000	451,000	490,000	263,000
<b>Nb</b>	25,000	47,000	43,000	26,000	46,000
<b>Th</b>	28,000	30,000	28,000	74,000	52,800
<b>Co</b>	5,000	5,000	1,400	5,800	5,000
<b>U</b>	3,000	6,000	7,000	19,700	11,000
<b>Cu</b>	0,000	0,000	14,000	8,000	0,000
<b>Pb</b>	0,000	0,000	6,000	46,000	0,000
<b>Zn</b>	100,000	100,000	44,000	320,000	100,000
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRAS RARAS</b>					
<b>ELEMENTOS</b>	<b>GM004</b>	<b>GM007</b>	<b>GM010</b>	<b>PV0195</b>	<b>CC0183</b>
<b>La</b>	18,000	100,000	73,000	238,000	87,000
<b>Ce</b>	49,000	207,000	160,000	295,300	170,000
<b>Nd</b>	19,000	83,000	54,000	158,400	76,000
<b>Sm</b>	4,300	14,100	92,000	22,800	22,800
<b>Eu</b>	0,500	1,300	0,800	1,990	0,500
<b>Gd</b>	0,000	0,000	8,030	21,500	0,000
<b>Dy</b>	1,000	0,000	0,000	20,300	0,000
<b>Er</b>	0,000	0,000	6,610	13,780	0,000
<b>Yb</b>	3,000	10,000	7,000	12,000	14,000
<b>Lu</b>	0,400	1,400	1,000	1,870	1,800
<b>Tm</b>	0,000	0,000	0,970	1,790	0,000

<b>SUÍTE FLOR DA SERRA</b>				
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>				
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA19</b>	<b>MA19A</b>	<b>MA20A</b>	<b>MA20B</b>
<b>SiO2</b>	45.29	45.60	44.49	46.27
<b>Al2O3</b>	16.42	15.88	13.36	14.83
<b>Fe2O3</b>	13.65	14.12	19.14	13.84
<b>MgO</b>	7.39	7.18	6.24	5.82
<b>CaO</b>	9.54	9.52	9.97	8.64
<b>Na2O</b>	2.44	2.50	2.35	2.36
<b>K2O</b>	.97	.89	.89	1.10
<b>TiO2</b>	1.36	1.52	2.01	.84
<b>P2O5</b>	.30	.35	.13	.07
<b>MnO</b>	.18	.19	.30	.35
<b>Cr2O3</b>	.015	.012	.010	.013
<b>LOI</b>	2.2	2.0	.9	5.5
<b>TOTAL</b>	99.77	99.78	99.80	99.65
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS</b>				
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA19</b>	<b>MA19A</b>	<b>MA20A</b>	<b>MA20B</b>
<b>Ni</b>	127	105	82	91
<b>Sc</b>	28	30	51	41
<b>Ba</b>	607.6	592.7	245.6	99.9
<b>Be</b>	1	1	1	2
<b>Co</b>	53.8	53.3	37.6	90.3
<b>Cs</b>	7.9	7.8	1.2	4.1
<b>Ga</b>	17.8	18.3	23.2	19.8
<b>Hf</b>	1.6	2.0	2.4	1.1
<b>Nb</b>	1.8	1.7	4.4	2.2
<b>Rb</b>	67.3	68.2	35.3	114.9
<b>Sn</b>	<1	<1	2	9
<b>Sr</b>	517.9	480.3	314.8	219.4
<b>Ta</b>	<.1	.1	.2	.1
<b>Th</b>	.1	.1	.3	<.1
<b>U</b>	<.1	<.1	.1	.4
<b>V</b>	242	254	457	269
<b>W</b>	<.1	<.1	1.0	19.8
<b>Zr</b>	66.3	74.4	89.8	44.1
<b>Y</b>	21.0	23.5	32.4	20.9
<b>Pr</b>	3.44	3.72	2.19	1.31
<b>Tb</b>	.70	.76	.98	.57



<b>SUÍTE FLOR DA SERRA</b>				
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS</b>				
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA19</b>	<b>MA19A</b>	<b>MA20A</b>	<b>MA20B</b>
<b>La</b>	10.2	11.2	5.7	3.7
<b>Ce</b>	23.9	26.1	13.9	8.7
<b>Nd</b>	15.5	16.3	10.9	6.3
<b>Sm</b>	3.5	4.1	3.5	2.0
<b>Eu</b>	1.37	1.54	1.27	.92
<b>Gd</b>	3.95	4.15	4.57	2.81
<b>Dy</b>	3.94	4.26	5.53	3.42
<b>Ho</b>	.73	.78	1.14	.68
<b>Er</b>	2.11	2.26	3.41	2.08
<b>Yb</b>	1.95	2.11	3.45	2.13
<b>Lu</b>	.28	.30	.50	.31
<b>Tm</b>	.29	.31	.51	.30

<b>SUÍTE NOVA CANAÃ</b>									
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>									
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA16 (1)</b>	<b>MA16a</b>	<b>MA16</b>	<b>MA16A</b>	<b>MA16B</b>	<b>MA16C</b>	<b>MA16F</b>	<b>MA16G</b>	<b>MA16H</b>
<b>SiO2</b>	68.55	76.65	76.31	80.59	37.74	86.31	80.63	81.66	81.01
<b>Al2O3</b>	14.57	11.82	12.07	8.48	17.16	5.56	9.15	8.46	9.70
<b>Fe2O3</b>	3.66	2.20	2.33	4.56	15.96	.94	3.25	3.68	1.07
<b>MgO</b>	.90	.09	.09	.23	12.68	.31	.27	.23	.27
<b>CaO</b>	2.04	.43	.14	<.01	3.80	.12	.04	.02	.08
<b>Na2O</b>	3.53	3.43	2.36	.06	.03	1.42	.05	.05	2.37
<b>K2O</b>	4.91	4.76	6.22	3.04	7.06	2.13	3.96	3.03	3.98
<b>TiO2</b>	.37	.15	.11	.12	1.61	.07	.11	.09	.11
<b>P2O5</b>	.12	<.01	.02	<.01	.34	<.01	<.01	<.01	<.01
<b>MnO</b>	.09	.03	.03	.03	.48	.02	.05	.04	.03
<b>Cr2O3</b>	.002	.001	.001	<.001	.141	.002	.001	<.001	<.001
<b>LOI</b>	1.3	.6	.5	3.0	3.0	3.2	2.4	2.6	1.5
<b>TOTAL</b>	100.04	100.16	100.18	100.11	100.05	100.08	99.91	99.86	100.12

**SUÍTE NOVA CANAÃ**

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA16 (1)</b>	<b>MA16a</b>	<b>MA16</b>	<b>MA16A</b>	<b>MA16B</b>	<b>MA16C</b>	<b>MA16F</b>	<b>MA16G</b>	<b>MA16H</b>
<b>Ni</b>	<5	10	<5	<5	292	<5	5	5	6
<b>Sc</b>	6	2	2	2	35	1	2	1	2
<b>Ba</b>	856.8	100.9	180.4	138.8	144.4	89.5	120.6	84.5	141.0
<b>Be</b>	4	3	3	2	8	1	1	3	3
<b>Co</b>	5.0	.5	1.1	.5	62.1	1.2	.9	.5	.9
<b>Cs</b>	4.3	.4	.7	.7	14.1	.3	1.7	1.2	.6
<b>Ga</b>	17.1	19.5	20.7	21.7	28.3	9.9	24.4	24.6	14.5
<b>Hf</b>	5.6	6.4	5.3	5.4	2.3	3.0	5.6	4.3	5.9
<b>Nb</b>	15.9	30.2	22.9	21.1	41.3	12.2	21.7	20.7	24.1
<b>Rb</b>	182.3	155.5	287.0	203.1	860.9	73.1	300.4	248.6	138.3
<b>Sn</b>	2	3	7	11	4	2	24	21	3
<b>Sr</b>	325.9	39.0	29.4	6.5	414.0	23.6	8.3	3.6	40.4
<b>Ta</b>	1.1	1.7	1.2	1.2	.7	.7	1.2	1.2	1.5
<b>Th</b>	17.2	20.1	23.8	11.8	1.6	11.3	20.6	16.3	22.7
<b>U</b>	2.9	6.9	5.9	4.6	4.7	3.9	4.1	4.0	2.6
<b>V</b>	42	<5	<5	<5	257	5	5	<5	<5
<b>W</b>	.4	.9	1.8	7.0	.4	.7	4.0	4.3	.6
<b>Zr</b>	192.1	147.2	134.3	135.1	90.2	71.7	134.9	106.5	138.3
<b>Y</b>	32.2	31.0	31.8	19.1	64.2	15.8	19.5	22.0	25.9
<b>Pr</b>	11.31	6.93	8.39	3.10	19.10	3.91	3.53	2.72	5.66
<b>Tb</b>	.93	.67	.82	.37	1.71	.33	.40	.39	.50

**AMOSTRA - TERRA-RARAS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA16 (1)</b>	<b>MA16a</b>	<b>MA16</b>	<b>MA16A</b>	<b>MA16B</b>	<b>MA16C</b>	<b>MA16F</b>	<b>MA16G</b>	<b>MA16H</b>
<b>La</b>	44.2	34.5	47.2	13.7	87.4	20.0	16.4	13.1	28.1
<b>Ce</b>	97.1	68.8	84.4	26.7	67.9	36.2	34.3	26.1	43.7
<b>Nd</b>	42.1	22.3	27.3	9.3	65.1	12.8	10.9	8.7	17.1
<b>Sm</b>	6.5	3.6	4.6	1.6	10.6	2.0	2.0	1.5	2.8
<b>Eu</b>	1.04	.17	.54	.08	1.95	.14	.10	.09	.17
<b>Gd</b>	4.98	3.03	4.42	1.60	9.83	1.64	1.75	1.44	2.16
<b>Dy</b>	4.74	4.06	4.40	2.53	8.97	2.09	2.64	2.61	3.41
<b>Ho</b>	.86	.86	.85	.57	1.72	.43	.56	.59	.71
<b>Er</b>	2.83	3.06	2.85	2.11	5.54	1.50	2.23	2.21	2.58
<b>Tm</b>	.45	.53	.50	.39	.85	.27	.43	.42	.47
<b>Yb</b>	2.94	3.92	3.38	2.89	5.33	1.87	2.97	2.96	3.44
<b>Lu</b>	.47	.65	.59	.51	.83	.32	.55	.49	.60

**GRUPO SÃO MARCELO CABEÇA****AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA006B</b>	<b>MA006C</b>	<b>MA006D</b>	<b>MA006E</b>	<b>MA006F</b>	<b>MA006G</b>
<b>SiO2</b>	65.26	63.84	76.31	96.12	76.76	63.88
<b>Al2O3</b>	14.33	13.84	11.32	.98	10.75	14.57
<b>Fe2O3</b>	6.34	7.48	4.41	1.91	4.70	6.80
<b>MgO</b>	3.70	4.19	.87	.06	1.06	4.33
<b>CaO</b>	4.53	4.85	.33	.09	1.24	5.35
<b>Na2O</b>	.72	.39	.55	.24	1.71	.41
<b>K2O</b>	3.03	2.87	3.36	.12	2.50	2.79
<b>TiO2</b>	.49	.49	.39	.04	.63	.49
<b>P2O5</b>	.17	.17	.05	<.01	.07	.17
<b>MnO</b>	.16	.15	.04	.01	.10	.15
<b>Cr2O3</b>	.019	.020	.007	.002	.013	.020
<b>LOI</b>	1.3	1.7	2.4	.3	.3	.9
<b>TOTAL</b>	100.05	100.00	100.04	99.87	99.84	99.87

**AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA006B</b>	<b>MA006C</b>	<b>MA006D</b>	<b>MA006E</b>	<b>MA006F</b>	<b>MA006G</b>
<b>Ni</b>	25	33	29	<5	25	42
<b>Sc</b>	18	18	8	1	8	18
<b>Ba</b>	378.0	454.6	410.6	14.9	376.5	475.9
<b>Be</b>	<1	1	1	<1	1	1
<b>Co</b>	18.1	22.9	10.1	1.1	9.8	20.1
<b>Cs</b>	13.0	13.1	3.7	.3	6.0	12.9
<b>Ga</b>	17.0	16.7	13.3	.9	13.5	17.8
<b>Hf</b>	2.9	2.6	4.8	.9	14.9	2.9
<b>Nb</b>	6.5	5.7	9.1	1.0	14.3	6.6
<b>Rb</b>	197.8	188.5	107.6	6.4	114.1	194.4
<b>Sn</b>	1	1	1	<1	1	2
<b>Sr</b>	390.4	389.8	49.6	22.9	138.6	461.1
<b>Ta</b>	.6	.5	.8	<.1	1.4	.6
<b>Th</b>	7.1	7.4	10.9	1.6	26.6	9.0
<b>U</b>	2.6	2.9	2.9	.4	5.0	2.7
<b>V</b>	120	126	39	<5	61	130
<b>W</b>	2.7	41.7	8.2	.7	3.5	.8
<b>Zr</b>	102.0	98.0	161.8	33.3	557.3	108.7
<b>Y</b>	15.5	15.2	16.1	1.4	29.4	16.1
<b>Pr</b>	6.27	5.91	6.73	.30	10.39	6.43
<b>Tb</b>	.55	.55	.56	.03	.94	.57

<b>GRUPO SÃO MARCELO CABEÇA</b>						
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA - RARAS</b>						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA006B</b>	<b>MA006C</b>	<b>MA006D</b>	<b>MA006E</b>	<b>MA006F</b>	<b>MA006G</b>
<b>La</b>	26.7	24.5	30.0	1.3	43.4	25.9
<b>Ce</b>	53.6	50.6	59.3	2.5	92.4	54.2
<b>Nd</b>	24.0	22.7	25.3	1.2	38.3	25.1
<b>Sm</b>	4.2	4.1	4.1	.2	6.3	4.3
<b>Eu</b>	1.05	1.07	.85	.08	1.23	1.13
<b>Gd</b>	3.42	3.35	3.26	.16	5.04	3.52
<b>Dy</b>	2.84	2.83	3.02	.19	5.27	3.10
<b>Ho</b>	.53	.51	.57	<.05	.96	.56
<b>Er</b>	1.52	1.58	1.70	.16	2.95	1.70
<b>Tm</b>	.24	.24	.29	<.05	.50	.28
<b>Yb</b>	1.47	1.54	1.92	.19	3.35	1.64
<b>Lu</b>	.25	.25	.33	.04	.56	.26

<b>SUÍTE JURUENA</b>			<b>GRANITO APIACÁS</b>		<b>COMP. N. MONTE VERDE</b>		<b>GRANITO SÃO ROMÃO</b>	
<b>AMOSTRA - ELEMENTOS MAIORES</b>								
<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA-005</b>	<b>MA-0015</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA-001</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA008</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>MA007</b>
<b>SiO2</b>	67.93	72.98	<b>SiO2</b>	73.63	<b>SiO2</b>	50.63	<b>SiO2</b>	72.38
<b>Al2O3</b>	15.15	13.31	<b>Al2O3</b>	13.71	<b>Al2O3</b>	16.24	<b>Al2O3</b>	13.91
<b>Fe2O3</b>	4.18	2.96	<b>Fe2O3</b>	2.77	<b>Fe2O3</b>	13.54	<b>Fe2O3</b>	3.07
<b>MgO</b>	.91	.47	<b>MgO</b>	.22	<b>MgO</b>	4.29	<b>MgO</b>	.25
<b>CaO</b>	2.60	1.39	<b>CaO</b>	1.31	<b>CaO</b>	7.44	<b>CaO</b>	2.03
<b>Na2O</b>	3.68	3.91	<b>Na2O</b>	3.48	<b>Na2O</b>	2.43	<b>Na2O</b>	3.82
<b>K2O</b>	4.06	3.88	<b>K2O</b>	4.11	<b>K2O</b>	2.14	<b>K2O</b>	3.59
<b>TiO2</b>	.38	.28	<b>TiO2</b>	.09	<b>TiO2</b>	2.32	<b>TiO2</b>	.33
<b>P2O5</b>	.16	.06	<b>P2O5</b>	.04	<b>P2O5</b>	.48	<b>P2O5</b>	.05
<b>MnO</b>	.08	.07	<b>MnO</b>	.05	<b>MnO</b>	.21	<b>MnO</b>	.06
<b>Cr2O3</b>	.002	.001	<b>Cr2O3</b>	.003	<b>Cr2O3</b>	.010	<b>Cr2O3</b>	.003
<b>LOI</b>	.8	.7	<b>LOI</b>	.6	<b>LOI</b>	.2	<b>LOI</b>	.5
<b>TOTAL</b>	99.93	100.00	<b>TOTAL</b>	100.02	<b>TOTAL</b>	99.93	<b>TOTAL</b>	99.99

SUÍTE JURUENA			GRANITO APIACÁS		COMP. N. MONTE VERDE		GRANITO SÃO ROMÃO	
AMOSTRA - ELEMENTOS TRAÇOS								
ELEMENTOS	MA-005	MA-0015	ELEMENTOS	MA-001	ELEMENTOS	MA008	ELEMENTOS	MA007
Ni	<5	<5	Ni	11	Ni	37	Ni	<5
Sc	6	3	Sc	4	Sc	23	Sc	7
Ba	1411.1	736.8	Ba	1066.4	Ba	609.5	Ba	833.8
Be	2	1	Be	2	Be	1	Be	4
Co	7.1	2.9	Co	1.7	Co	37.5	Co	2.8
Cs	2.5	.4	Cs	1.7	Cs	3.6	Cs	4.0
Ga	17.6	15.2	Ga	14.2	Ga	22.4	Ga	18.2
Hf	5.3	5.1	Hf	2.1	Hf	7.1	Hf	7.8
Nb	10.0	13.9	Nb	9.6	Nb	12.3	Nb	16.1
Rb	117.2	87.6	Rb	135.8	Rb	69.2	Rb	132.9
Sn	1	2	Sn	1	Sn	2	Sn	2
Sr	577.7	247.6	Sr	302.5	Sr	426.7	Sr	170.0
Ta	.6	.9	Ta	1.0	Ta	.7	Ta	1.1
Th	9.5	6.2	Th	9.7	Th	2.4	Th	16.4
U	1.8	1.1	U	1.6	U	1.3	U	3.6
V	42	20	V	12	V	191	V	15
W	.1	.1	W	.4	W	1.4	W	7.7
Zr	206.8	181.2	Zr	69.1	Zr	283.7	Zr	273.1
Y	19.6	232.1	Y	26.5	Y	34.9	Y	38.8
Pr	8.79	22.37	Pr	5.79	Pr	8.28	Pr	12.76
Tb	.69	4.43	Tb	.73	Tb	1.30	Tb	1.28

SUÍTE JURUENA			GRANITO APIACÁS		COMP. N. MONTE VERDE		GRANITO SÃO ROMÃO	
AMOSTRA - ELEMENTOS TERRA-RARAS								
ELEMENTOS	MA-005	MA-0015	ELEMENTOS	MA-001	ELEMENTOS	MA008	ELEMENTOS	MA007
La	34.6	105.9	La	22.7	La	26.9	La	52.9
Ce	77.0	96.2	Ce	48.9	Ce	60.2	Ce	106.3
Nd	32.9	92.3	Nd	20.9	Nd	35.1	Nd	46.4
Sm	5.4	16.5	Sm	4.2	Sm	7.4	Sm	7.6
Eu	1.24	2.67	Eu	.78	Eu	2.14	Eu	1.40
Gd	3.97	24.28	Gd	3.60	Gd	7.25	Gd	6.81
Dy	3.70	26.16	Dy	4.04	Dy	6.60	Dy	6.85
Ho	.63	5.95	Ho	.85	Ho	1.21	Ho	1.29
Er	1.85	18.51	Er	2.75	Er	3.52	Er	4.06
Tm	.30	2.61	Tm	.47	Tm	.53	Tm	.64
Yb	1.97	13.97	Yb	2.91	Yb	3.34	Yb	4.22
Lu	.33	2.02	Lu	.48	Lu	.50	Lu	.64

# ANEXO III - Análises Mineraloquímicas

**MUSCOVITA**

Amostra	Gil/Fabinho									
	MA6D,2,3	MA6D,2,4	MA6D,2,5	MA6D,3,5	MA06E_1_6	MA06E_1_10	MA06E_1_14	MA06E_2_1	MA06E_3_1	MA06E_6_1
SiO <sub>2</sub>	47,12	45,69	46,81	45,41	47,13	45,70	48,19	46,54	46,37	47,47
TiO <sub>2</sub>	0,76	0,69	0,67	0,69	0,67	0,23	0,24	0,22	1,07	0,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,20	35,25	34,37	35,05	33,38	34,73	34,98	34,54	33,71	33,58
FeO(t)	1,76	1,55	1,81	1,69	3,64	4,39	1,75	2,28	1,95	2,45
MgO	1,12	0,84	1,07	0,80	0,69	1,13	0,63	0,81	0,92	1,35
MnO	0,04	0,04	0,03	0,03	0,00	0,09	0,01	0,02	0,00	0,01
CaO	0,02	0,04	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,36	0,00	0,08	0,12	0,27	0,08	0,08	0,22	0,43	0,44
Na <sub>2</sub> O	0,35	0,23	0,19	0,10	0,30	0,40	0,25	0,24	0,29	0,29
K <sub>2</sub> O	11,12	9,36	10,69	10,80	10,30	9,86	10,34	10,57	11,02	10,63
Cl	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
TOTAL	96,85	93,67	95,73	94,71	96,39	96,61	96,47	95,44	95,76	96,64

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Gil/Fabinho									
	MA6D,2,3	MA6D,2,4	MA6D,2,5	MA6D,3,5	MA06E_1_6	MA06E_1_10	MA06E_1_14	MA06E_2_1	MA06E_3_1	MA06E_6_1
Si	6,22	6,15	6,22	6,11	6,27	6,08	6,32	6,22	6,20	6,28
AlIV	1,78	1,85	1,78	1,89	1,73	1,92	1,68	1,78	1,80	1,72
Ti	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02	0,11	0,04
AlVI	3,55	3,74	3,60	3,67	3,51	3,53	3,72	3,66	3,52	3,52
Al	5,32	5,59	5,38	5,56	5,24	5,45	5,40	5,44	5,32	5,24
Fe	0,19	0,18	0,20	0,19	0,41	0,49	0,19	0,26	0,22	0,27
Mg	0,22	0,17	0,21	0,16	0,14	0,22	0,12	0,16	0,18	0,27
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02
Na	0,09	0,06	0,05	0,03	0,08	0,10	0,06	0,06	0,08	0,07
K	1,87	1,61	1,81	1,85	1,75	1,68	1,73	1,80	1,88	1,80
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	14,02	13,82	13,95	13,98	13,96	14,06	13,85	13,97	14,01	13,99
M <sup>2+</sup>	0,42	0,35	0,42	0,36	0,54	0,72	0,32	0,42	0,40	0,54

**MUSCOVITA**

Amostra	Trairão										
	MA10B,1,3	MA10B,1,4	MA10B,1,5	MA10B,1,6	MA10B,3,1	MA10B,3,2	MA10B,3,3	MA10B,3,4	MA10B,3,5	MA10B,2,1	MA10B,2,2
SiO <sub>2</sub>	45,68	44,92	46,67	47,14	45,15	44,68	47,68	46,55	51,30	50,05	49,82
TiO <sub>2</sub>	0,87	0,12	0,02	0,20	0,97	0,79	0,18	0,00	0,08	0,05	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,62	34,28	34,32	33,52	32,71	33,11	33,70	32,45	29,76	34,79	31,49
FeO(t)	4,08	3,63	2,03	2,29	4,32	4,18	3,00	3,75	1,39	1,68	2,21
MgO	0,83	0,65	0,41	0,77	0,73	0,75	0,77	0,82	2,59	0,63	1,93
MnO	0,05	0,03	0,09	0,08	0,04	0,04	0,03	0,04	0,08	0,10	0,09
CaO	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,21	0,25	0,03	0,00	0,05	0,25	0,17	0,21	0,35	0,12
Na <sub>2</sub> O	0,60	0,50	0,23	0,05	0,43	0,26	0,10	0,24	0,06	0,09	0,17
K <sub>2</sub> O	10,56	10,54	9,81	10,47	10,69	10,74	10,43	10,64	10,81	9,65	10,79
Cl	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01
TOTAL	96,28	94,88	93,84	94,56	95,06	94,66	96,17	94,65	96,29	97,43	96,77

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Trairão										
	MA10B,1,3	MA10B,1,4	MA10B,1,5	MA10B,1,6	MA10B,3,1	MA10B,3,2	MA10B,3,3	MA10B,3,4	MA10B,3,5	MA10B,2,1	MA10B,2,2
Si	6,12	6,10	6,30	6,34	6,15	6,11	6,33	6,32	6,74	6,46	6,55
AlIV	1,88	1,90	1,70	1,67	1,85	1,89	1,67	1,68	1,26	1,54	1,45
Ti	0,09	0,01	0,00	0,02	0,10	0,08	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02
AlVI	3,44	3,59	3,76	3,64	3,40	3,45	3,60	3,52	3,35	3,75	3,42
Al	5,31	5,49	5,46	5,31	5,25	5,34	5,27	5,20	4,61	5,29	4,88
Fe	0,46	0,41	0,23	0,26	0,49	0,48	0,33	0,43	0,15	0,18	0,24
Mg	0,17	0,13	0,08	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,51	0,12	0,38
Mn	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Na	0,16	0,13	0,06	0,01	0,11	0,07	0,03	0,06	0,02	0,02	0,04
K	1,81	1,83	1,69	1,80	1,86	1,88	1,77	1,84	1,81	1,59	1,80
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	14,11	14,12	13,84	13,89	14,10	14,11	13,91	14,03	13,86	13,70	13,91
M <sup>2+</sup>	0,63	0,55	0,32	0,42	0,65	0,64	0,49	0,60	0,67	0,31	0,63



**MUSCOVITA**

Amostra	Trairão									
	MA10B,2,3	MA10B_1_6	MA10B_2_2	MA10B_3_4	MA10B_7_1	MA10A_1_4	MA10A_2_5	MA10A_3_1	MA10A_4_2	MA10A_5_1
SiO <sub>2</sub>	48,95	49,07	45,52	47,21	46,69	44,71	47,84	46,90	49,58	45,69
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,27	0,37	0,08	0,38	0,01	0,35	0,05	0,97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,50	30,66	29,69	32,32	33,10	33,74	35,70	32,30	34,36	32,61
FeO(t)	1,77	2,51	5,04	2,12	2,13	3,66	1,94	2,34	1,59	4,30
MgO	0,76	1,93	1,59	1,71	1,45	0,62	0,54	1,50	1,61	0,74
MnO	0,07	0,04	0,08	0,04	0,03	0,05	0,05	0,00	0,03	0,09
CaO	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,01	0,05	0,05	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,01	0,00	0,26	0,03	0,25	0,00	0,25	0,42	0,18	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,18	0,24	0,22	0,18	0,29	0,45	0,04	0,21	0,05	0,39
K <sub>2</sub> O	10,25	11,48	10,79	11,13	10,96	10,48	11,01	10,86	11,11	10,81
Cl	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01
TOTAL	96,51	95,93	93,51	95,11	94,98	94,18	97,38	94,93	98,61	95,60

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Trairão									
	MA10B,2,3	MA10B_1_6	MA10B_2_2	MA10B_3_4	MA10B_7_1	MA10A_1_4	MA10A_2_5	MA10A_3_1	MA10A_4_2	MA10A_5_1
Si	6,40	6,55	6,35	6,34	6,29	6,12	6,25	6,33	6,38	6,18
AlIV	1,60	1,45	1,65	1,66	1,71	1,88	1,75	1,67	1,62	1,82
Ti	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00	0,10
AlVI	3,72	3,37	3,23	3,46	3,54	3,56	3,74	3,47	3,59	3,39
Al	5,32	4,82	4,88	5,12	5,25	5,44	5,50	5,14	5,21	5,20
Fe	0,19	0,28	0,59	0,24	0,24	0,42	0,21	0,26	0,17	0,49
Mg	0,15	0,38	0,33	0,34	0,29	0,13	0,11	0,30	0,31	0,15
Mn	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00
Na	0,05	0,06	0,06	0,05	0,08	0,12	0,01	0,06	0,01	0,10
K	1,71	1,95	1,92	1,91	1,88	1,83	1,84	1,87	1,82	1,87
Cl	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	13,82	14,05	14,17	14,04	14,06	14,10	13,93	14,03	13,93	14,10
M <sup>2+</sup>	0,35	0,67	0,93	0,59	0,54	0,55	0,32	0,57	0,48	0,65

**MUSCOVITA**

Amostra	Trairão		Pé de Fora		Tapajós						
	MA10A_6_1	MA10A_6_3	MA12C_1_2	MA12A,1,5	MA16,1,1	MA16,1,2	MA16,1,3	M,1,4	MA16,2,3	MA16,5,1	MA16,5,2
SiO <sub>2</sub>	47,59	49,21	44,14	45,19	45,27	46,32	47,66	42,05	46,46	46,10	44,95
TiO <sub>2</sub>	1,33	0,14	0,22	0,41	0,33	0,44	0,28	0,25	0,39	1,18	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,64	35,17	27,76	28,53	31,35	29,84	30,31	29,58	31,43	31,30	31,35
FeO(t)	2,22	0,91	5,63	5,20	5,32	5,94	5,70	13,00	5,85	4,99	5,26
MgO	1,10	0,75	2,08	2,14	0,78	1,03	0,99	0,98	0,80	0,44	0,60
MnO	0,10	0,19	0,09	0,13	0,13	0,08	0,06	0,22	0,10	0,29	0,03
CaO	0,00	0,04	0,05	0,13	0,03	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,07	0,29	0,45	0,17	0,00	0,16	0,14	0,01	0,00	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,43	0,05	0,14	0,17	0,00	0,21	0,39	0,21	0,03	0,17	0,14
K <sub>2</sub> O	10,92	9,06	10,60	10,29	10,97	11,17	10,91	8,96	10,99	10,77	11,12
Cl	0,00	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
TOTAL	97,32	95,59	91,05	92,65	94,35	95,02	96,49	95,39	96,08	95,24	93,53

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Trairão		Pé de Fora		Tapajós						
	MA10A_6_1	MA10A_6_3	MA12C_1_2	MA12A,1,5	MA16,1,1	MA16,1,2	MA16,1,3	M,1,4	MA16,2,3	MA16,5,1	MA16,5,2
Si	6,25	6,42	6,37	6,37	6,25	6,37	6,43	5,96	6,30	6,28	6,26
AlIV	1,75	1,58	1,64	1,63	1,75	1,63	1,57	2,04	1,70	1,72	1,74
Ti	0,13	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,12	0,01
AlVI	3,45	3,82	3,08	3,11	3,36	3,21	3,25	2,90	3,32	3,31	3,41
Al	5,20	5,40	4,72	4,74	5,10	4,84	4,82	4,94	5,02	5,03	5,15
Fe	0,24	0,10	0,68	0,61	0,61	0,68	0,64	1,54	0,66	0,57	0,61
Mg	0,22	0,15	0,45	0,45	0,16	0,21	0,20	0,21	0,16	0,09	0,13
Mn	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00
Ca	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Na	0,11	0,01	0,04	0,05	0,00	0,06	0,10	0,06	0,01	0,05	0,04
K	1,83	1,51	1,95	1,85	1,93	1,96	1,88	1,62	1,90	1,87	1,98
Cl	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
cátions	13,99	13,63	14,24	14,17	19,23	19,01	18,94	19,32	19,12	19,07	19,31
M <sup>2+</sup>	0,47	0,27	1,14	1,08	0,79	0,90	0,85	1,77	0,84	0,69	0,74

**MUSCOVITA**

Amostra	Tapajós										
	MA16,5,3	MA16,5,3	MA16,4,1	MA16,4,3	MA16A,1,1	MA16A,1,2	MA16A,1,4	MA16A,2,1	MA16A,3,1	MA16A,3,2	MA16A,3,3
SiO <sub>2</sub>	45,98	45,37	46,40	45,14	43,06	45,85	44,09	44,37	46,80	45,40	43,72
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,27	0,24	0,11	0,16	0,13	0,16	0,18	0,20	0,19	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,59	30,35	30,54	31,08	30,79	31,75	30,19	31,14	31,70	30,68	31,42
FeO(t)	4,93	5,56	5,97	5,43	5,35	5,52	5,06	5,24	5,36	5,56	5,16
MgO	0,69	0,85	0,88	0,78	0,65	0,68	0,76	0,63	0,77	0,79	0,62
MnO	0,07	0,06	0,13	0,05	0,08	0,10	0,15	0,05	0,08	0,10	0,03
CaO	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00	0,01
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,13	0,03	0,00	0,05	0,05
Na <sub>2</sub> O	0,20	0,05	0,30	0,08	0,00	0,18	0,28	0,14	0,47	0,24	0,26
K <sub>2</sub> O	11,19	11,01	11,15	11,30	10,48	10,70	10,21	10,74	10,49	10,83	10,64
Cl	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00
TOTAL	94,78	93,50	95,62	93,99	90,67	94,92	91,12	92,53	95,90	93,83	92,12

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Tapajós										
	MA16,5,3	MA16,5,3	MA16,4,1	MA16,4,3	MA16A,1,1	MA16A,1,2	MA16A,1,4	MA16A,2,1	MA16A,3,1	MA16A,3,2	MA16A,3,3
Si	6,31	6,33	6,34	6,27	6,19	6,28	6,29	6,24	6,29	6,31	6,18
AlIV	1,69	1,68	1,66	1,73	1,81	1,73	1,71	1,76	1,71	1,69	1,82
Ti	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
AlVI	3,41	3,31	3,26	3,36	3,41	3,40	3,37	3,40	3,38	3,33	3,42
Al	5,11	4,99	4,92	5,09	5,22	5,12	5,08	5,16	5,09	5,02	5,24
Fe	0,57	0,65	0,68	0,63	0,64	0,63	0,60	0,62	0,61	0,65	0,61
Mg	0,14	0,18	0,18	0,16	0,14	0,14	0,16	0,13	0,16	0,16	0,13
Mn	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,05	0,01	0,08	0,02	0,00	0,05	0,08	0,04	0,12	0,06	0,07
K	1,96	1,96	1,95	2,00	1,92	1,87	1,86	1,93	1,82	1,92	1,92
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	19,25	19,13	19,11	19,28	14,14	14,11	14,12	14,14	14,12	14,15	14,18
M <sup>2+</sup>	0,72	0,83	0,88	0,80	0,79	0,78	0,79	0,75	0,78	0,82	0,74

**MUSCOVITA**

Amostra	Tapajós									
	MA16A,3,4	MA16A,2,5	MA16F_1_1	MA16F_1_2	MA16F_1_12	MA16F_1_11	MA16F_1_4	MA16F_3_1	MA16F_4_2	MA16G_1_2
SiO <sub>2</sub>	44,36	45,41	47,26	47,93	46,64	47,45	46,43	47,34	46,92	48,15
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,14	0,26	0,10	0,30	0,04	0,42	0,07	0,16	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,63	30,61	30,84	29,88	30,66	29,82	30,38	29,94	29,59	30,97
FeO(t)	5,75	5,48	5,53	5,41	6,08	5,78	5,59	5,42	5,43	4,47
MgO	0,78	0,77	0,80	0,82	0,72	1,00	0,65	0,92	0,96	1,18
MnO	0,11	0,06	0,11	0,07	0,17	0,18	0,10	0,12	0,10	0,03
CaO	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Na <sub>2</sub> O	0,14	0,25	0,27	0,08	0,12	0,24	0,22	0,15	0,20	0,10
K <sub>2</sub> O	10,99	10,89	11,33	10,36	11,10	10,97	10,92	11,16	10,95	11,26
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,03	0,01
TOTAL	92,96	93,69	96,41	94,65	95,83	95,50	94,75	95,11	94,34	96,50

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Tapajós									
	MA16A,3,4	MA16A,2,5	MA16F_1_1	MA16F_1_2	MA16F_1_12	MA16F_1_11	MA16F_1_4	MA16F_3_1	MA16F_4_2	MA16G_1_2
Si	6,24	6,32	6,39	6,54	6,36	6,47	6,38	6,47	6,47	6,45
AlIV	1,76	1,68	1,62	1,46	1,65	1,53	0,04	1,53	1,53	1,55
Ti	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00	4,92	0,01	0,02	0,02
AlVI	3,32	3,34	3,30	3,34	3,28	3,26	0,64	3,29	3,28	3,34
Al	5,08	5,02	4,91	4,80	4,92	4,79	0,13	4,82	4,81	4,89
Fe	0,68	0,64	0,63	0,62	0,69	0,66	0,01	0,62	0,63	0,50
Mg	0,16	0,16	0,16	0,17	0,15	0,20	0,00	0,19	0,20	0,24
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	0,00	0,00	0,01
Na	0,04	0,07	0,07	0,02	0,03	0,06	0,00	0,04	0,05	0,03
K	1,97	1,93	1,95	1,80	1,93	1,91	-0,01	1,95	1,93	1,93
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	-0,01	0,00
cátions	14,21	14,16	14,14	13,96	14,13	14,12		14,11	14,10	14,06
M <sup>2+</sup>	0,85	0,80	0,80	0,79	0,86	0,88		0,82	0,83	0,74

**MUSCOVITA**

Amostra	Tapajós				Edu					
	MA16G_1_5	MA16G_2_2	MA16G_2_7	MA16G_3_1	MA17C_2_1	MA17C_3_1	MA17C_3_2	MA17C_3_3	MA17C_4_1	MA17C_4_2
SiO <sub>2</sub>	47,18	43,54	46,50	46,92	47,13	47,60	47,72	46,72	47,51	47,76
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,18	0,18	0,30	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,37	28,24	31,42	30,71	30,61	29,40	30,84	31,85	30,05	30,78
FeO(t)	4,69	7,62	4,42	4,38	4,64	3,76	3,90	3,82	3,96	3,72
MgO	1,09	1,18	1,18	1,22	1,55	2,09	1,76	1,37	1,77	1,74
MnO	0,05	0,11	0,12	0,08	0,01	0,01	0,05	0,00	0,00	0,04
CaO	0,01	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,03	0,00	0,17	0,13	0,27	0,00	0,07	0,21	0,08	0,08
Na <sub>2</sub> O	0,14	0,22	0,18	0,09	0,22	0,14	0,25	0,02	0,03	0,00
K <sub>2</sub> O	11,02	10,26	11,05	11,13	10,49	10,92	11,16	11,22	11,14	11,11
Cl	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01
TOTAL	95,76	91,29	95,18	94,77	95,07	94,06	96,00	95,39	94,84	95,40

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Tapajós				Edu					
	MA16G_1_5	MA16G_2_2	MA16G_2_7	MA16G_3_1	MA17C_2_1	MA17C_3_1	MA17C_3_2	MA17C_3_3	MA17C_4_1	MA17C_4_2
Si	6,37	6,30	6,33	6,41	6,41	6,52	6,42	6,33	6,47	6,45
AlIV	1,63	1,71	1,67	1,59	1,59	1,49	1,58	1,68	1,54	1,55
Ti	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
AlVI	3,37	3,11	3,37	3,35	3,32	3,26	3,31	3,41	3,28	3,34
Al	4,99	4,81	5,04	4,95	4,91	4,74	4,89	5,08	4,82	4,90
Fe	0,53	0,92	0,50	0,50	0,53	0,43	0,44	0,43	0,45	0,42
Mg	0,22	0,25	0,24	0,25	0,31	0,43	0,35	0,28	0,36	0,35
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Na	0,04	0,06	0,05	0,02	0,06	0,04	0,07	0,01	0,01	0,00
K	1,90	1,89	1,92	1,94	1,82	1,91	1,92	1,94	1,93	1,91
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
cátions	14,08	14,26	14,12	14,09	14,07	14,07	14,10	14,09	14,07	14,05
M <sup>2+</sup>	0,76	1,19	0,76	0,76	0,84	0,86	0,80	0,71	0,81	0,77

**MUSCOVITA**

Amostra	Edu									
	MA17C_5_1	MA17C_5_2	MA17C_6_2	MA17C_6_3	MA17C_7_2	MA17E,2,5	MA17F_1_5	MA17F_3_2	MF17F_4_3	MA17F_2_5
SiO <sub>2</sub>	47,70	47,90	47,05	46,62	47,26	44,31	48,13	44,52	48,68	44,05
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,14	0,24	0,21	0,10	3,67	0,42	0,40	0,35	0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,44	30,64	31,23	31,60	33,13	17,87	30,11	29,58	29,65	30,82
FeO(t)	3,72	4,15	3,41	3,79	2,95	11,76	3,97	2,87	3,23	4,57
MgO	1,55	1,74	1,40	1,35	1,15	6,18	1,92	2,16	2,13	1,40
MnO	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,23	0,01	0,02	0,04	0,02
CaO	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,52	0,00	0,03	0,01	0,06
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,17	0,10	0,22	0,12	0,13	0,00	0,01	0,17	0,10	0,44
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,06	0,08	0,26	0,32	0,00	0,18	0,14	0,00	0,26
K <sub>2</sub> O	11,18	11,15	11,33	11,01	11,22	8,12	11,06	10,53	10,75	10,54
Cl	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,06	0,00
TOTAL	96,03	95,91	95,04	95,01	96,28	92,66	95,84	90,43	95,00	92,47

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Edu									
	MA17C_5_1	MA17C_5_2	MA17C_6_2	MA17C_6_3	MA17C_7_2	MA17E,2,5	MA17F_1_5	MA17F_3_2	MF17F_4_3	MA17F_2_5
Si	6,40	6,45	6,39	6,33	6,30	6,47	6,48	6,34	6,57	6,21
AlIV	1,60	1,55	1,61	1,67	1,70	1,53	1,53	1,66	1,43	1,80
Ti	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,40	0,04	0,04	0,04	0,03
AlVI	3,37	3,31	3,39	3,39	3,51	1,54	3,25	3,30	3,28	3,32
Al	4,97	4,86	5,00	5,06	5,21	3,07	4,77	4,96	4,72	5,12
Fe	0,42	0,47	0,39	0,43	0,33	1,44	0,45	0,34	0,36	0,54
Mg	0,31	0,35	0,28	0,27	0,23	1,35	0,39	0,46	0,43	0,29
Mn	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
Na	0,00	0,02	0,02	0,07	0,08	0,00	0,05	0,04	0,00	0,07
K	1,91	1,91	1,96	1,91	1,91	1,51	1,90	1,91	1,85	1,89
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00
cátions	14,05	14,08	14,08	14,10	14,08	14,35	14,07	14,11	13,96	14,19
M <sup>2+</sup>	0,73	0,82	0,68	0,71	0,56	2,81	0,83	0,80	0,80	0,83

**MUSCOVITA**

Amostra	Edu		Paraíba			
	MA17G_4_2	MA17G_6_1	MA20H_1_3	MA20J_1_1	MA20J_1_2	MA20E_3_3
SiO <sub>2</sub>	48,14	47,88	47,17	47,55	48,15	48,66
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,40	0,32	0,33	0,41	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,54	30,42	30,62	30,11	27,88	26,76
FeO(t)	3,58	3,73	4,08	2,92	2,85	2,99
MgO	1,38	1,69	1,88	2,54	4,09	6,33
MnO	0,04	0,07	0,10	0,09	0,14	0,10
CaO	0,00	0,00	0,01	0,07	0,01	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,22	0,00	0,14	0,04	0,05	0,17
Na <sub>2</sub> O	0,21	0,15	0,24	0,10	0,07	0,00
K <sub>2</sub> O	11,30	11,41	11,16	10,91	11,07	11,27
Cl	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
TOTAL	96,44	95,77	95,74	94,67	94,74	96,49

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	Edu		Paraíba			
	MA17G_4_2	MA17G_6_1	MA20H_1_3	MA20J_1_1	MA20J_1_2	MA20E_3_3
Si	6,43	6,45	6,38	6,45	6,54	6,52
AlIV	1,57	1,55	1,62	1,55	1,46	1,48
Ti	0,00	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02
AlVI	3,40	3,28	3,26	3,26	3,00	2,74
Al	4,97	4,83	4,88	4,81	4,46	4,23
Fe	0,40	0,42	0,46	0,33	0,32	0,34
Mg	0,27	0,34	0,38	0,51	0,83	1,26
Mn	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Na	0,05	0,04	0,06	0,03	0,02	0,00
K	1,93	1,96	1,93	1,89	1,92	1,93
Cl	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	14,07	14,09	14,14	18,88	18,62	18,54
M <sup>2+</sup>	0,68	0,77	0,85	0,86	1,17	1,61

**BIOTITA**

<b>Granito São Pedro</b>												
<b>Amostra</b>	<b>MA2,1,1</b>	<b>MA2,1,2</b>	<b>MA2,1,3</b>	<b>MA2,1,4</b>	<b>MA2,1,5</b>	<b>MA2,3,1</b>	<b>MA2,3,2</b>	<b>MA2,3,3</b>	<b>MA2,3,4</b>	<b>MA2,3,5</b>	<b>MA2,3,6</b>	<b>MA2,5,3</b>
SiO <sub>2</sub>	34,55	33,92	34,38	36,18	34,76	33,82	33,69	33,71	33,64	34,56	34,97	34,57
TiO <sub>2</sub>	2,19	2,68	2,58	2,58	2,49	2,51	2,66	2,43	2,42	2,82	2,49	2,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,00	16,94	16,74	16,10	17,59	16,12	15,53	16,47	15,62	16,19	16,24	16,96
FeO(t)	25,22	24,90	26,25	24,94	24,19	25,81	26,81	26,46	26,62	25,83	25,88	24,07
MgO	5,49	4,97	5,29	5,23	5,69	5,13	4,85	4,97	4,97	5,01	5,17	5,63
MnO	0,70	0,69	0,74	0,69	0,66	0,75	0,87	0,70	0,71	0,74	0,82	0,58
CaO	0,01	0,01	0,03	0,12	0,00	0,01	0,05	0,03	0,02	0,01	0,04	0,06
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,03	0,16	0,00	0,04	0,05	0,22	0,00	0,10	0,00	0,00	0,03
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,21	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	10,04	9,76	9,94	9,12	9,89	9,66	9,75	9,63	9,46	9,80	9,48	9,77
Cl	0,02	0,04	0,04	0,00	0,04	0,03	0,01	0,04	0,02	0,04	0,00	0,04
TOTAL	95,22	93,94	96,30	94,96	95,34	93,90	94,64	94,52	93,71	95,00	95,10	93,96

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

<b>Amostra</b>	<b>MA2,1,1</b>	<b>MA2,1,2</b>	<b>MA2,1,3</b>	<b>MA2,1,4</b>	<b>MA2,1,5</b>	<b>MA2,3,1</b>	<b>MA2,3,2</b>	<b>MA2,3,3</b>	<b>MA2,3,4</b>	<b>MA2,3,5</b>	<b>MA2,3,6</b>	<b>MA2,5,3</b>
Si	5,48	5,45	5,43	5,69	5,47	5,47	5,46	5,43	5,48	5,51	5,55	5,52
Ti	0,26	0,32	0,31	0,31	0,29	0,31	0,32	0,30	0,30	0,34	0,30	0,27
Al	3,18	3,21	3,12	2,98	3,26	3,08	2,97	3,13	3,00	3,04	3,04	3,19
Fe	3,35	3,35	3,47	3,28	3,18	3,49	3,63	3,57	3,63	3,45	3,44	3,21
Mg	1,30	1,19	1,25	1,23	1,33	1,24	1,17	1,19	1,21	1,19	1,22	1,34
Mn	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,11	0,08
Ca	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00
K	2,03	2,00	2,00	1,83	1,98	1,99	2,02	1,98	1,97	1,99	1,92	1,99
Cl	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01
cátions	15,69	15,62	15,73	15,43	15,60	15,68	15,78	15,71	15,72	15,62	15,59	15,61
AlIV	2,52	2,55	2,57	2,31	2,53	2,53	2,54	2,57	2,52	2,49	2,45	2,48
Mg/(Mg+Fe)	0,28	0,26	0,26	0,27	0,30	0,26	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,29



**BIOTITA**

Amostra	Granito São Pedro					Papagaio		Suíte Paranaíta				
	MA2,5,4	MA2,2,1	MA2,2,2	MA2,2,3	MA2,2,4	MA3,1,1	MA3,1,2	MA04,1,1	MA4,1,2	MA4,1,3	MA4,1,4	MA4,1,5
SiO <sub>2</sub>	34,35	33,73	34,32	34,03	34,02	38,23	37,73	36,55	36,63	36,50	36,61	36,82
TiO <sub>2</sub>	2,23	2,69	2,55	2,57	2,45	1,04	0,94	1,31	1,21	1,10	1,19	1,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,87	16,85	16,61	16,59	15,80	15,19	15,72	16,06	16,39	16,58	15,88	16,23
FeO(t)	24,40	25,36	25,58	25,21	26,94	17,20	18,14	21,41	21,31	21,86	21,74	21,53
MgO	5,91	5,00	5,03	5,06	5,22	12,17	12,18	9,26	9,23	9,30	9,50	9,23
MnO	0,64	0,76	0,75	0,82	0,75	0,30	0,36	0,29	0,38	0,41	0,35	0,34
CaO	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04	0,13	0,00	0,04	0,04	0,10	0,04	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
BaO	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,21	0,00	0,00	0,11	0,15	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	9,84	9,90	9,86	9,67	9,77	9,95	9,98	9,98	9,94	9,97	9,93	10,17
Cl	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03
TOTAL	94,39	94,32	94,71	93,98	95,13	94,23	95,30	94,91	95,32	95,98	95,40	95,69

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA2,5,4	MA2,2,1	MA2,2,2	MA2,2,3	MA2,2,4	MA3,1,1	MA3,1,2	MA04,1,1	MA4,1,2	MA4,1,3	MA4,1,4	MA4,1,5
Si	5,48	5,42	5,49	5,48	5,47	5,84	5,74	5,67	5,66	5,62	5,68	5,67
Ti	0,27	0,33	0,31	0,31	0,30	0,12	0,11	0,15	0,14	0,13	0,14	0,16
Al	3,17	3,19	3,13	3,15	2,99	2,73	2,82	2,94	2,98	3,01	2,90	2,95
Fe	3,25	3,41	3,42	3,39	3,62	2,20	2,31	2,78	2,75	2,81	2,82	2,77
Mg	1,40	1,20	1,20	1,21	1,25	2,77	2,76	2,14	2,13	2,13	2,14	2,12
Mn	0,09	0,10	0,10	0,11	0,10	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
K	2,00	2,03	2,01	1,99	2,00	1,94	1,94	1,98	1,96	1,96	1,97	2,00
Cl	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
cátions	15,67	15,67	15,65	15,63	15,75	15,65	15,71	15,70	15,71	15,73	15,71	15,70
AlIV	2,52	2,58	2,51	2,53	2,53	2,16	2,26	2,33	2,34	2,38	2,32	2,33
Mg/(Mg+Fe)	0,30	0,26	0,26	0,26	0,26	0,56	0,54	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43

**BIOTITA**

Amostra	Suíte Paranaíta					Gil/Fabinho						
	MA4,1,6	MA04,2,1	MA04,2,2	MA04,2,3	MA04,2,5	MA6B,1,2	MA6B,1,3	MA6B,1,4	MA6B,2,3	MA6B,2,4	MA6B,3,2	MA6B,3,5
SiO <sub>2</sub>	37,24	36,83	36,12	36,56	38,29	37,00	37,05	37,38	37,65	37,31	37,62	37,02
TiO <sub>2</sub>	1,21	1,14	1,09	1,07	1,16	1,30	1,54	1,52	1,60	1,53	1,54	1,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,84	15,95	16,46	16,24	15,84	18,07	17,47	17,13	18,47	17,87	17,09	17,50
FeO(t)	21,35	20,75	21,04	21,14	19,26	17,36	16,82	17,33	15,85	16,65	17,76	16,78
MgO	9,52	9,72	9,29	9,32	10,83	11,87	12,31	12,16	11,81	11,95	12,41	12,26
MnO	0,39	0,39	0,37	0,41	0,32	0,39	0,44	0,44	0,40	0,40	0,50	0,49
CaO	0,03	0,07	0,00	0,06	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,10	0,06	0,16	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,19
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,07
K <sub>2</sub> O	9,92	9,70	10,10	9,99	9,64	9,50	9,69	9,46	9,60	9,55	9,63	9,60
Cl	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
TOTAL	95,63	94,62	94,75	94,84	95,45	95,50	95,36	95,43	95,44	95,35	96,58	95,43

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA4,1,6	MA04,2,1	MA04,2,2	MA04,2,3	MA04,2,5	MA6B,1,2	MA6B,1,3	MA6B,1,4	MA6B,2,3	MA6B,2,4	MA6B,3,2	MA6B,3,5
Si	5,73	5,71	5,62	5,67	5,81	5,56	5,57	5,62	5,61	5,59	5,60	5,57
Ti	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17
Al	2,87	2,91	3,02	2,97	2,83	3,20	3,10	3,04	3,24	3,16	3,00	3,10
Fe	2,75	2,69	2,74	2,74	2,44	2,18	2,12	2,18	1,98	2,09	2,21	2,11
Mg	2,18	2,25	2,16	2,16	2,45	2,66	2,76	2,72	2,62	2,67	2,76	2,75
Mn	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06
Ca	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Na	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
K	1,95	1,92	2,01	1,98	1,87	1,82	1,86	1,81	1,82	1,83	1,83	1,84
Cl	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
cátions	15,67	15,66	15,76	15,71	15,57	15,61	15,63	15,60	15,51	15,57	15,64	15,64
AlIV	2,27	2,29	2,38	2,33	2,19	2,44	2,43	2,38	2,39	2,41	2,40	2,43
Mg/(Mg+Fe)	0,44	0,46	0,44	0,44	0,50	0,55	0,57	0,56	0,57	0,56	0,55	0,57

**BIOTITA**

Amostra	Gil/Fabinho									Granito São Romão		
	MA6B,3,6	MA6D,1,1	MA6D,1,2	MA6D,1,3	MA6D,1,4	MA6D,2,1	MA6D,2,2	MA6D,2,6	MA6D,3,4	MA7,1,1	MA7,1,2	MA7,1,3
SiO <sub>2</sub>	37,38	34,65	34,96	34,73	35,67	35,24	34,68	35,63	34,78	37,17	37,36	38,21
TiO <sub>2</sub>	1,55	1,69	2,17	2,01	2,08	1,97	1,80	1,85	2,05	1,72	1,79	1,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,25	18,07	17,51	17,38	18,10	18,02	17,52	16,91	17,36	15,79	15,70	16,61
FeO(t)	16,54	21,35	20,93	21,82	20,80	21,15	22,27	21,00	21,30	16,59	14,83	14,95
MgO	12,10	7,88	7,91	7,96	7,98	7,92	7,97	8,54	7,81	11,62	11,80	11,68
MnO	0,54	0,55	0,38	0,45	0,40	0,51	0,51	0,49	0,53	1,22	1,45	0,97
CaO	0,11	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05	0,02	0,02
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,18	0,06	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	9,18	9,56	9,41	9,54	9,52	9,40	8,93	9,40	9,29	9,47	10,21	10,15
Cl	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
TOTAL	95,81	93,81	93,27	93,92	94,55	94,39	93,76	93,95	93,24	93,64	93,17	94,35

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA6B,3,6	MA6D,1,1	MA6D,1,2	MA6D,1,3	MA6D,1,4	MA6D,2,1	MA6D,2,2	MA6D,2,6	MA6D,3,4	MA7,1,1	MA7,1,2	MA7,1,3
Si	5,57	5,45	5,50	5,47	5,52	5,48	5,46	5,57	5,49	5,71	5,75	5,77
Ti	0,17	0,20	0,26	0,24	0,24	0,23	0,21	0,22	0,24	0,20	0,21	0,20
Al	3,20	3,35	3,25	3,22	3,30	3,30	3,25	3,12	3,23	2,86	2,85	2,96
Fe	2,06	2,81	2,76	2,87	2,69	2,75	2,93	2,75	2,81	2,13	1,91	1,89
Mg	2,69	1,85	1,86	1,87	1,84	1,84	1,87	1,99	1,84	2,66	2,71	2,63
Mn	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,16	0,19	0,12
Ca	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00
K	1,75	1,92	1,89	1,92	1,88	1,87	1,79	1,87	1,87	1,86	2,01	1,96
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00
cátions	15,53	15,65	15,56	15,64	15,53	15,59	15,60	15,61	15,60	15,59	15,62	15,53
AlIV	2,43	2,56	2,50	2,53	2,48	2,52	2,54	2,43	2,51	2,29	2,25	2,23
Mg/(Mg+Fe)	0,57	0,40	0,40	0,39	0,41	0,40	0,39	0,42	0,40	0,56	0,59	0,58

**BIOTITA**

Amostra	Granito São Romão							Granito Nhandu				
	MA7,2,1	MA7,2,2	MA7,2,3	MA7,3,1	MA7,BIO	MA7,4,4	MA7,4,6	MA9A,1,2	MA9A,2,1	MA9A,2,2	MA9A,3,1	MA9A,3,3
SiO <sub>2</sub>	37,92	38,26	37,65	37,70	37,33	36,98	37,47	34,78	36,09	35,89	35,03	34,54
TiO <sub>2</sub>	1,99	1,53	1,86	1,47	1,51	2,09	1,88	1,26	1,53	1,51	1,71	1,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,60	15,81	15,33	14,93	15,64	15,51	15,80	14,47	15,32	15,22	14,61	14,64
FeO(t)	16,59	16,34	16,32	17,36	16,14	16,13	16,28	25,78	21,82	21,87	25,50	24,65
MgO	11,39	11,94	11,76	12,28	11,74	10,98	11,51	7,15	8,45	8,60	6,95	7,23
MnO	1,04	1,10	1,24	1,39	1,08	1,13	1,11	0,48	0,48	0,43	0,43	0,36
CaO	0,02	0,11	0,02	0,02	0,07	0,00	0,00	0,07	0,06	0,00	0,02	0,10
SrO	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,16	0,00	0,08	0,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,01
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,10	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06	0,02	0,07	0,10	0,09	0,02
K <sub>2</sub> O	10,10	9,47	9,98	8,91	9,95	10,17	9,88	9,46	9,35	9,82	9,57	9,43
Cl	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03
TOTAL	94,89	94,65	94,36	94,29	93,47	93,08	93,98	93,55	93,22	93,49	93,92	92,48

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA7,2,1	MA7,2,2	MA7,2,3	MA7,3,1	MA7,BIO	MA7,4,4	MA7,4,6	MA9A,1,2	MA9A,2,1	MA9A,2,2	MA9A,3,1	MA9A,3,3
Si	5,76	5,79	5,76	5,77	5,75	5,74	5,74	5,64	5,72	5,69	5,64	5,63
Ti	0,23	0,17	0,21	0,17	75,00	0,24	0,22	0,15	0,18	0,18	0,21	0,18
Al	2,79	2,82	2,76	2,69	2,84	2,84	2,85	2,76	2,86	2,84	2,77	2,81
Fe	2,11	2,07	2,09	2,22	2,08	2,09	2,08	3,49	2,89	2,90	3,43	3,36
Mg	2,58	2,69	2,68	2,80	2,70	2,54	2,63	1,73	2,00	2,03	1,67	1,76
Mn	0,13	0,14	0,16	0,18	0,14	0,15	0,14	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
Ca	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Sr	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,02	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01
K	1,96	1,83	1,95	1,74	1,96	2,01	1,93	1,96	1,89	1,99	1,97	1,96
Cl	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01
cátions	15,60	15,56	15,62	15,60	90,46	15,61	15,60	15,81	15,62	15,72	15,76	15,76
AlIV	2,24	2,21	2,24	2,23	2,25	2,27	2,27	2,37	2,28	2,31	2,36	2,37
Mg/(Mg+Fe)	0,55	0,57	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56	0,33	0,41	0,41	0,33	0,34

**BIOTITA**

Amostra	Granito Nahndu	Pé de Fora									Suíte Paranaíta
	MA9A,1,1	MA12A,1,1	MA12A,1,2	MA12A	MA12A,1,9	MA12A,2,1	MA12A,2,2	MA12A,2,3	MA12A,3,1	MA12A,5,2	MA13,1,1
SiO <sub>2</sub>	35,60	35,39	36,18	37,07	37,31	35,44	35,28	35,54	37,15	38,66	37,48
TiO <sub>2</sub>	1,64	3,17	3,06	2,75	0,85	3,15	2,40	2,01	2,14	1,53	1,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,79	13,92	13,54	12,82	15,03	14,08	14,32	14,66	14,10	14,81	15,87
FeO(t)	24,87	17,44	16,81	16,00	15,76	17,33	16,44	17,26	16,68	16,19	16,27
MgO	7,45	11,17	12,55	13,10	13,24	12,09	12,77	11,94	12,49	13,21	12,16
MnO	0,47	0,74	0,71	0,58	0,75	0,68	0,63	0,77	0,86	0,80	0,46
CaO	0,03	0,00	0,03	0,02	0,17	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	1,04	0,26	0,06	0,06	1,23	1,33	1,07	0,00	0,00	0,09
Na <sub>2</sub> O	0,18	0,00	0,13	0,16	0,00	0,17	0,00	0,00	0,06	0,03	0,03
K <sub>2</sub> O	9,78	9,49	9,40	9,52	9,75	9,32	9,29	9,33	9,83	10,04	9,96
Cl	0,05	0,06	0,04	0,03	0,00	0,03	0,05	0,03	0,02	0,01	0,04
TOTAL	94,85	92,42	92,71	92,13	92,90	93,52	92,55	92,62	93,33	95,27	93,76

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA9A,1,1	MA12A,1,1	MA12A,1,2	MA12A	MA12A,1,9	MA12A,2,1	MA12A,2,2	MA12A,2,3	MA12A,3,1	MA12A,5,2	MA13,1,1
Si	5,66	5,62	5,67	5,80	5,76	5,56	5,58	5,61	5,75	5,82	5,74
Ti	0,20	0,38	0,36	0,32	0,10	0,37	0,29	0,24	0,25	0,17	0,16
Al	2,77	2,61	2,50	2,37	2,74	2,60	2,67	2,73	2,57	2,63	2,87
Fe	3,30	2,32	2,20	2,09	2,04	2,28	2,17	2,28	2,16	2,04	2,09
Mg	1,76	2,65	2,93	3,06	3,05	2,83	3,01	2,81	2,88	2,96	2,78
Mn	0,06	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,06
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,08	0,08	0,07	0,00	0,00	0,01
Na	0,06	0,00	0,04	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01
K	1,98	1,92	1,88	1,90	1,92	1,87	1,87	1,88	1,94	1,93	1,95
Cl	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01
cátions	15,78	15,65	15,68	15,67	15,73	15,72	15,74	15,72	15,69	15,66	15,64
AlIV	2,35	2,38	2,33	2,20	2,24	2,44	2,43	2,39	2,25	2,18	2,26
Mg/(Mg+Fe)	0,35	0,53	0,57	0,59	0,60	0,55	0,58	0,55	0,57	0,59	0,57

**BIOTITA**

Amostra	Suíte Paranaíta							Tapajós				
	MA13,1,2	MA13,1,2	MA13,1,5	MA13,3,1	MA13,3,2	MA13,3,3	MA13,3,4	MA16,1,1	MA16,1,2	MA16,1,3	MA16,1,4	MA16,1,5
SiO <sub>2</sub>	37,41	37,95	37,62	37,24	37,69	38,18	38,31	36,59	37,31	36,81	36,46	36,25
TiO <sub>2</sub>	1,61	1,31	1,33	1,52	1,69	1,43	1,40	1,58	1,65	1,78	1,61	1,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,33	16,15	15,38	15,55	15,63	15,30	15,92	14,91	15,25	15,44	15,31	15,78
FeO(t)	16,43	15,96	15,65	16,97	17,36	16,11	15,95	18,63	18,58	18,79	18,59	18,40
MgO	12,34	12,54	13,05	11,75	11,94	12,64	12,97	10,99	10,99	10,91	10,91	10,58
MnO	0,37	0,36	0,35	0,42	0,54	0,48	0,38	0,69	0,69	0,64	0,63	0,68
CaO	0,01	0,03	0,00	0,01	0,04	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03
SrO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,35	0,05	0,33	0,64	0,99	0,04	0,14	0,13	0,06	0,00	0,01	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	10,33	10,09	10,02	9,74	9,66	9,89	10,00	9,78	10,07	10,24	10,06	9,83
Cl	0,02	0,02	0,07	0,04	0,04	0,05	0,03	0,06	0,07	0,03	0,05	0,05
TOTAL	94,20	94,53	93,79	93,90	95,58	94,15	95,15	93,42	94,68	94,64	93,64	93,03

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA13,1,2	MA13,1,2	MA13,1,5	MA13,3,1	MA13,3,2	MA13,3,3	MA13,3,4	MA16,1,1	MA16,1,2	MA16,1,3	MA16,1,4	MA16,1,5
Si	5,74	5,75	5,76	5,74	5,72	5,81	5,76	5,72	5,77	5,68	5,68	5,67
Ti	0,19	0,15	0,15	0,18	0,19	0,16	0,16	0,19	0,19	0,21	0,19	0,17
Al	2,77	2,88	2,78	2,83	2,80	2,74	2,82	2,75	2,75	2,81	2,81	2,91
Fe	2,11	2,02	2,00	2,19	2,21	2,05	2,01	2,44	2,38	2,42	2,42	2,41
Mg	2,82	2,83	2,98	2,70	2,70	2,87	2,91	2,56	2,51	2,51	2,54	2,47
Mn	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,02	0,00	0,02	0,04	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
K	2,02	1,95	1,96	1,92	1,87	1,92	1,92	1,95	1,97	2,01	2,00	1,96
Cl	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
cátions	15,70	15,65	15,67	15,63	15,62	15,61	15,63	15,70	15,65	15,72	15,72	15,68
AlIV	2,26	2,25	2,24	2,26	2,28	2,19	2,24	2,28	2,24	2,32	2,32	2,33
Mg/(Mg+Fe)	0,57	0,58	0,60	0,55	0,55	0,58	0,59	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51

## BIOTITA

Tapajós											
Amostra	MA16,2,1	MA16,2,2	MA16,2,3	MA16,2,4	MA16,2,5	MA16(1),1,1	MA16(1),1,2	MA16(1),2,1	MA16(1),2,4	MA16(1),2,5	MA16(1),5,1
SiO <sub>2</sub>	36,46	36,74	37,66	36,57	37,06	36,68	36,82	36,60	36,43	37,24	38,22
TiO <sub>2</sub>	1,78	1,83	1,77	1,97	1,53	1,58	1,60	1,64	1,59	1,54	1,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,42	15,90	15,76	15,76	15,61	15,26	15,14	15,57	15,72	15,88	14,25
FeO(t)	17,48	17,53	17,99	18,14	17,69	18,87	18,40	18,71	18,91	18,06	16,50
MgO	10,90	11,12	10,92	10,54	11,41	10,67	11,04	10,43	11,30	11,11	13,80
MnO	0,62	0,71	0,72	0,62	0,63	0,72	0,75	0,78	0,65	0,51	0,56
CaO	0,02	0,08	0,04	0,00	0,05	0,06	0,11	0,03	0,07	0,02	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,11	0,03	0,00	0,78	0,09	0,18	0,55	0,00	0,00	0,00	0,04
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,02	0,13
K <sub>2</sub> O	9,89	10,02	9,85	9,75	9,53	9,54	9,59	9,79	9,24	9,76	9,86
Cl	0,03	0,02	0,06	0,07	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,02	0,07
TOTAL	92,72	93,97	94,92	94,19	93,63	93,61	94,05	93,61	94,14	94,16	95,02

## Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes

Amostra	MA16,2,1	MA16,2,2	MA16,2,3	MA16,2,4	MA16,2,5	MA16(1),1,1	MA16(1),1,2	MA16(1),2,1	MA16(1),2,4	MA16(1),2,5	MA16(1),5,1
Si	5,71	5,67	5,75	5,67	5,72	5,72	5,72	5,70	5,63	5,72	5,79
Ti	0,21	0,21	0,20	0,23	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18
Al	2,84	2,89	2,83	2,88	2,84	2,80	2,77	2,86	2,86	2,88	2,54
Fe	2,29	2,26	2,30	2,35	2,28	2,46	2,39	2,44	2,45	2,32	2,09
Mg	2,54	2,56	2,48	2,44	2,63	2,48	2,55	2,42	2,60	2,54	3,12
Mn	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07
Ca	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,01	0,00	0,00	0,05	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04
K	1,98	1,97	1,92	1,93	1,88	1,90	1,90	1,95	1,82	1,91	1,91
Cl	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02
cátions	15,65	15,66	15,61	15,62	15,61	15,64	15,66	15,65	15,69	15,62	15,72
AlIV	2,30	2,33	2,25	2,33	2,28	2,28	2,28	2,30	2,37	2,28	2,21
Mg/(Mg+Fe)	0,53	0,53	0,52	0,51	0,53	0,50	0,52	0,50	0,52	0,52	0,60

**BIOTITA**

	Tapajós		Edu	Teles Pires		Paraíba				
Amostra	MA16(1),5,2	MA16(1),3,1	MA17I,2,2	MA18,2,2	MA18,2,3	MA20E_2_3	MA20E_2_4	MA-20E_2_9	MA20E_6_2	MA20G_1_3
SiO <sub>2</sub>	38,24	36,93	36,40	41,87	41,41	43,44	43,05	42,93	41,80	42,36
TiO <sub>2</sub>	1,59	1,63	1,13	0,20	0,18	0,22	0,57	0,49	0,79	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,11	15,35	15,72	12,73	13,40	13,11	12,21	12,02	12,29	11,94
FeO(t)	16,32	18,53	18,42	11,11	11,47	3,53	4,60	6,98	5,65	7,65
MgO	13,50	11,11	11,60	17,62	16,40	24,08	23,48	21,79	23,06	22,59
MnO	0,52	0,70	0,31	0,81	0,93	0,21	0,31	0,84	0,30	0,24
CaO	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,00	0,08	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,21	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	10,08	10,01	9,62	9,11	10,00	10,93	10,82	10,47	10,70	10,53
Cl	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
TOTAL	94,47	94,29	93,28	93,55	93,86	95,63	95,26	95,52	94,60	95,51

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA16(1),5,2	MA16(1),3,1	MA17I,2,2	MA18,2,2	MA18,2,3	MA20E_2_3	MA20E_2_4	MA-20E_2_9	MA20E_6_2	MA20G_1_3
Si	5,82	5,70	5,66	6,20	6,16	6,11	6,12	6,15	6,02	6,10
Ti	0,18	0,19	0,13	0,02	0,02	0,02	0,06	0,05	0,09	0,00
Al	2,53	2,79	2,88	2,22	2,35	2,17	2,05	2,03	2,09	2,02
Fe	2,08	2,39	2,40	1,38	1,43	0,42	0,55	0,84	0,68	0,92
Mg	3,07	2,56	2,69	3,89	3,63	5,05	4,98	4,65	4,95	4,85
Mn	0,07	0,09	0,04	0,10	0,12	0,03	0,04	0,10	0,04	0,03
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Na	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
K	1,96	1,97	1,91	1,72	1,90	1,96	1,96	1,91	1,97	1,93
Cl	-0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
cátions	15,70	15,69	15,72	15,54	15,60	15,77	15,81	15,74	15,83	15,85
AlIV	2,18	2,30	2,34	1,80	1,85	1,89	1,88	1,85	1,98	1,91
Mg/(Mg+Fe)	0,60	0,52	0,53	0,74	0,72	0,92	0,90	0,85	0,88	0,84



**BIOTITA**

Paraíba								
Amostra	MA20G_4_3	MA20J_2_4	MA20J_2_11	MA20J_2_14	MA20H_3_6	MA20H_4_4	MA20H_4_7	MA20H_6_1
SiO <sub>2</sub>	42,81	41,61	41,34	41,00	39,78	38,77	39,68	40,56
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,02	0,02	0,01	0,77	0,52	0,42	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,05	11,63	12,42	11,85	13,78	13,76	13,05	13,27
FeO(t)	8,05	8,91	9,87	8,69	13,78	14,07	13,46	13,35
MgO	22,38	21,48	21,79	21,35	15,79	16,15	16,84	17,32
MnO	0,26	0,21	0,29	0,15	0,60	0,62	0,58	0,66
CaO	0,00	0,00	0,02	0,09	0,02	0,00	0,00	0,01
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,05	0,00	0,00	0,08	0,09	0,11	0,03	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,14	0,07	0,00	0,08	0,15	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	10,35	9,95	10,15	9,91	10,29	10,16	10,19	10,20
Cl	0,03	0,07	0,03	0,09	0,12	0,15	0,10	0,13
TOTAL	95,97	94,02	95,99	93,21	95,09	94,47	94,34	95,75

**Fórmula estrutural na base de 22 O equivalentes**

Amostra	MA20G_4_3	MA20J_2_4	MA20J_2_11	MA20J_2_14	MA20H_3_6	MA20H_4_4	MA20H_4_7	MA20H_6_1
Si	6,12	6,11	5,98	6,07	5,94	5,86	5,97	5,99
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06	0,05	0,03
Al	2,03	2,01	2,12	2,07	2,43	2,45	2,31	2,31
Fe	0,96	1,09	1,19	1,08	1,72	1,78	1,69	1,65
Mg	4,77	4,70	4,70	4,71	3,52	3,64	3,77	3,81
Mn	0,03	0,03	0,04	0,02	0,08	0,08	0,07	0,08
Ca	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Na	0,00	0,04	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00
K	1,89	1,86	1,87	1,87	1,96	1,96	1,95	1,92
	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,02	-0,03
cátions	15,80	15,83	15,91	15,82	15,74	15,84	15,80	15,77
AlIV	1,88	1,89	2,02	1,93	2,06	2,14	2,04	2,01
Mg/(Mg+Fe)	0,83	0,81	0,80	0,81	0,67	0,67	0,69	0,70

**Clorita**

Gil / Fabinho					Tapajós												
Amostra	MA6E	MA06E	MA06E	MA06E	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16G
SiO <sub>2</sub>	24,94	23,43	23,72	22,2	23,25	24,03	22,91	23,86	23,62	24,98	24,91	22,98	22,82	22,74	22,66	23,31	24,61
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,11	0,04	0,07	0,06	0,04	0,01	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	-	-	-	0,03	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,19	21,23	21,52	22	19,41	19,32	19,66	19,24	18,8	18,81	18,87	17,61	19,01	19,3	18,32	19,59	20,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	-	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0
FeO	33,32	33,48	31,99	35,56	42,09	41,14	41,45	39,65	41,54	39,02	39,48	42,15	41,77	41,05	42,01	41,38	37,07
MnO	0,28	0,36	-	0,23	0,96	0,9	0,96	0,88	0,97	0,91	0,74	0,77	0,86	0,96	1,02	0,99	1,08
MgO	8,09	8,52	9,62	6,52	2,12	2,29	2,03	2,68	2,32	2,77	1,82	3,21	2,77	3,05	3,02	2,05	2,79
CaO	0,02	0,01	0,35	-	-	0,04	-	0,01	0,01	0,09	0,08	-	0,02	0,01	0,02	0,02	0,08
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	0,04	-	-	0,07	-
K <sub>2</sub> O	0,02	0,05	-	-	0,08	0,05	0,02	0,11	0,01	0,22	0,13	0,01	-	-	0,01	0,22	0,13
Cl	0,02	-	0,01	0,01	0,02	0,02	-	0,04	0,01	0,03	0,04	0,02	0,01	-	-	0,01	-
O=F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O=Cl	0	-	0	0	0	0	-	0,01	0	0,01	0,01	0	0	-	-	0	-
Total	87,92	87,19	87,25	86,59	87,99	87,83	87,04	86,53	87,47	86,88	86,1	86,77	87,3	87,11	87,06	87,67	86,11

Fórmula na base de 14 átomos de Oxigênio

Gil / Fabinho					Tapajós												
Amostra	MA6E	MA06E	MA06E	MA06E	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16F	MA16G
Si <sup>IV</sup>	2,74	2,61	2,61	2,53	2,71	2,78	2,69	2,79	2,76	2,89	2,91	2,73	2,68	2,67	2,68	2,72	2,84
Al <sup>IV</sup>	1,26	1,39	1,39	1,47	1,29	1,22	1,31	1,21	1,24	1,11	1,09	1,27	1,32	1,33	1,32	1,28	1,16
sítio T	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Al <sup>VI</sup>	1,48	1,4	1,41	1,48	1,38	1,42	1,42	1,44	1,35	1,45	1,51	1,2	1,32	1,34	1,24	1,41	1,6
Ti	0	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0
Fe <sup>3+</sup>	0	-	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0
Fe <sup>2+</sup>	3,06	3,12	2,95	3,38	4,1	3,98	4,07	3,88	4,06	3,77	3,86	4,19	4,11	4,03	4,16	4,04	3,57
Mn <sup>2+</sup>	0,03	0,03	-	0,02	0,09	0,09	0,1	0,09	0,1	0,09	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,11
Mg	1,32	1,42	1,58	1,11	0,37	0,4	0,36	0,47	0,4	0,48	0,32	0,57	0,49	0,53	0,53	0,36	0,48
Ca	0	0	0,04	-	-	0	-	0	0	0,01	0,01	-	0	0	0	0	0,01
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,01	-	-	0,02	-
K	0	0,01	-	-	0,01	0,01	0	0,02	0	0,03	0,02	0	-	-	0	0,03	0,02
O site	5,89	5,99	5,98	5,99	5,96	5,9	5,95	5,89	5,96	5,84	5,8	6,04	6,01	6	6,04	5,96	5,79
O	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
OH	8	8	8	8	8	8	8	7,99	8	7,99	7,99	8	8	8	8	8	8
Cl	0	-	0	0	0	0	-	0,01	0	0,01	0,01	0	0	-	-	0	-
T (°C)	343,8	385,6	385,6	411,4	353,4	330,9	359,9	327,7	337,3	295,5	289,0	347,0	363,1	366,3	363,1	350,2	311,6

**Clorita**

Tapajós			Edu								Paraíba								
Amostra	MA16G	MA16G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H
SiO <sub>2</sub>	24,11	21,86	28,58	31,75	29,02	29,4	27,44	28,1	28,13	26,71	26,11	27,7	27,03	27,2	25,43	26,72	27,19	25,84	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,05	0,05	0,83	0,01	0,02	-	0,07	0,12	0,01	0,07	0,03	0,07	0,05	0,04	0,02	0,06	0,02	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,14	19,06	18,94	20,16	19,53	19,88	19,07	20,05	19	18,99	19,69	19,61	18,96	18,67	19,65	18,47	18,26	18,89	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
FeO	39,74	41,74	18,39	13,82	16,43	14,6	18,38	18,4	18	16,04	22,34	22,4	22,04	21,78	22,07	21,86	21,25	22,02	0
MnO	0,75	0,8	0,36	0,18	0,27	0,18	0,33	0,29	0,33	0,34	1,35	1,21	1,34	1,3	1,5	1,28	1,31	1,45	0
MgO	1,62	1,14	20,42	18,85	19,37	21,9	19,6	19,17	20,35	19,06	15,1	16,11	17,11	16,9	15,57	16,97	17,05	16,36	0
CaO	0,03	0,06	0,01	0,09	0,03	0,08	0,02	0,01	0,01	0,03	0,06	-	0,01	0,02	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,18	-	0,06	0,01	-	-	0,03	-	0,13	0,12	-	-	-	0,06	-	-	0,03	0
K <sub>2</sub> O	0,87	0,05	0,05	0,12	0,09	0,1	0,04	0,09	0,09	0,06	0,51	0,12	0,04	0,02	0,16	0,05	0,1	0,08	0
Cl	-	0,08	0,03	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	0,04	0,14	-	0,01	0,01	0,01	0,04	-	0,01	0,03	0
O=F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O=Cl	-	0,02	0,01	0,02	0,01	0	0	0	0,01	0,03	-	0	0	0	0,01	-	0	0,01	0
Total	87,35	85,04	86,84	85,99	84,81	86,18	84,89	86,22	86,08	81,54	85,35	87,19	86,61	85,95	84,61	85,42	85,28	84,78	0

Fórmula na base de 14 átomos de Oxigênio

Tapajós			Edu								Paraíba								
Amostra	MA16G	MA16G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA17G	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H	MA20H
Si <sup>IV</sup>	2,79	2,66	2,92	3,17	3	2,96	2,88	2,89	2,9	2,89	2,81	2,89	2,85	2,88	2,76	2,86	2,9	2,8	0
Al <sup>IV</sup>	1,21	1,34	1,08	0,83	1	1,04	1,12	1,11	1,1	1,11	1,19	1,11	1,15	1,12	1,24	1,14	1,1	1,2	0
sítio T	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Al <sup>VI</sup>	1,55	1,39	1,21	1,53	1,38	1,32	1,23	1,32	1,21	1,31	1,31	1,31	1,21	1,22	1,28	1,19	1,2	1,21	0
Ti	0	0	0	0,06	0	0	-	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0	0
Fe <sup>3+</sup>	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
Fe <sup>2+</sup>	3,85	4,25	1,57	1,15	1,42	1,23	1,61	1,58	1,55	1,45	2,01	1,96	1,94	1,93	2,01	1,96	1,9	1,99	0
Mn <sup>2+</sup>	0,07	0,08	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	0,11	0,12	0,12	0,14	0,12	0,12	0,13	0
Mg	0,28	0,21	3,11	2,8	2,98	3,29	3,06	2,94	3,13	3,08	2,42	2,51	2,69	2,67	2,52	2,71	2,71	2,64	0
Ca	0	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0,01	-	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0
Na	0,02	0,04	-	0,01	0	-	-	0,01	-	0,03	0,03	-	-	-	0,01	-	-	0,01	0
K	0,13	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,02	0,01	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0
O site	5,9	5,99	5,93	5,6	5,82	5,87	5,95	5,9	5,94	5,91	5,98	5,9	5,97	5,95	5,99	5,98	5,95	6	0
O	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
OH	8	7,98	7,99	7,98	7,99	8	8	8	7,99	7,97	8	8	8	8	7,99	8	8	7,99	0
Cl	-	0,02	0,01	0,02	0,01	0	0	0	0,01	0,03	-	0	0	0	0,01	-	0	0,01	0
T (°C)	327,7	369,5	285,8	205,3	260,1	272,9	298,7	295,5	292,3	295,5	321,2	295,5	308,4	298,7	337,3	305,1	292,3	324,5	0

**PIRITA**

Pirita									
Paraíba									
% em peso	MA20E_1_1	MA20E_1_2	MA20E_1_7	MA20E_2_1	MA20E_2_5	MA_20E_6 núcleo	MA20E_2_7_INCL	MA20E_3_2	MA20E_4_1
S	53,54	53,66	53,74	53,98	53,62	54,30	54,36	54,06	53,85
Fe	46,41	46,88	46,51	46,16	46,55	46,92	46,86	46,33	46,93
As	0,08	0,04	0,00	0,14	0,14	0,08	0,49	0,07	0,00
Ag	0,00	0,04	0,00	0,04	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,01	0,06	0,07	0,11	0,02	0,00	0,00	0,07	0,01
Zn	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,00	0,10	0,04	0,00
Co	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Ni	0,07	0,01	0,04	0,01	0,11	0,03	0,08	0,09	0,08
Au	0,14	0,14	0,21	0,10	0,00	0,00	0,10	0,56	0,14
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
Total	100,25	100,83	100,58	100,61	100,63	101,34	102,04	101,39	101,01

Concentração atômica.

S	66,68	66,52	66,72	66,92	66,56	66,79	66,61	66,76	66,59
Fe	33,19	33,37	33,16	32,86	33,18	33,14	32,97	32,85	33,32
As	0,04	0,02	0,00	0,07	0,07	0,04	0,26	0,04	0,00
Ag	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,01	0,04	0,05	0,07	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01
Zn	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	0,06	0,02	0,00
Co	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Ni	0,05	0,01	0,03	0,01	0,07	0,02	0,05	0,06	0,05
Au	0,03	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,11	0,03
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00

**PIRITA**

Pirita									
% em peso	Paraíba						Tapajós		
	MA20E 5 1	MA20G 1 1	MA20G 1 2 BORDA	MA20G 5 2	MA20J 2 2	MA20J 2 8	MA20J 2 12	MA16F 2 4	MA16G 1 1
S	54,04	54,00	54,74	54,25	53,07	53,34	52,19	52,96	53,00
Fe	46,84	46,67	46,75	46,47	44,20	46,82	42,89	46,61	46,35
As	0,00	0,11	0,02	0,01	0,08	0,06	0,04	0,04	0,02
Ag	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,09	0,01	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,12	0,02	0,00	0,02	1,13	0,03	0,11	0,04	0,01
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02
Co	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Ni	0,03	0,00	0,06	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,03
Au	0,60	0,00	0,16	0,21	0,00	0,06	0,47	0,00	0,00
V	0,03	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	101,67	100,86	101,75	101,06	98,57	100,35	95,85	99,73	99,44

Concentração atômica.

S	66,61	66,76	67,03	66,95	67,10	66,43	67,76	66,37	66,54
Fe	33,14	33,13	32,87	32,92	32,08	33,48	31,97	33,54	33,41
As	0,00	0,06	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
Ag	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,07	0,01	0,00	0,01	0,72	0,02	0,07	0,02	0,01
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Co	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Ni	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02
Au	0,12	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00
V	0,03	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**PIRITA**

Pirita									
Trairão									
% em peso	MA10B 1 1	MA10B 1 3	MA10B 1 4	MA10B 3 1	MA10A 1 1	MA10A 1 2	MA10A 2 1	MA10A 2 4	MA10A 3 2
S	52,94	52,94	53,47	53,25	52,98	53,05	52,81	53,19	53,08
Fe	46,73	46,13	46,73	46,75	46,10	46,03	46,21	46,25	46,16
As	0,06	0,00	0,01	0,08	0,05	0,03	0,10	0,04	0,00
Ag	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,02
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,05	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
Co	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,05
Mn	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03
Ni	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01
Au	0,00	0,28	0,05	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
V	0,03	0,00	0,02	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00
Total	99,88	99,44	100,29	100,17	99,20	99,63	99,33	99,54	99,35

Concentração atômica.

S	66,28	66,58	66,56	66,41	66,63	66,62	66,44	66,66	66,65
Fe	33,58	33,31	33,40	33,48	33,29	33,18	33,38	33,28	33,28
As	0,03	0,00	0,00	0,04	0,03	0,01	0,05	0,02	0,00
Ag	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
Co	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,04
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02
Ni	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Au	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
V	0,02	0,00	0,02	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00

**PIRITA**

Pirita									
% em peso	Pé de Fora					Paraíba			Edu
	MA12C_1_1	MA12C_1_3	MA12C_2_2	MA12C_3_2	MA12C_6_1	MA20H_1_1	MA20H_1_1	MA20H_4_1	MA17G_1_1
S	53,09	52,55	53,23	52,05	46,15	52,61	35,73	53,69	53,71
Fe	46,39	45,78	46,63	45,82	45,84	46,90	31,23	45,89	46,48
As	0,00	0,10	0,05	0,05	0,08	0,06	0,10	0,04	0,00
Ag	0,03	0,00	0,07	0,00	0,02	0,03	0,00	0,03	0,06
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,05	0,05	0,00	0,00	0,12	0,00	29,91	0,04	0,02
Zn	0,06	0,00	0,05	0,01	0,07	0,08	0,01	0,10	0,00
Co	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00
Ni	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,02
Au	0,00	0,44	0,46	0,00	0,00	0,23	0,12	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00
Total	99,66	99,06	100,52	97,94	92,30	99,95	97,10	99,91	100,30

Concentração atômica.

S	66,52	66,48	66,40	66,40	63,55	66,04	51,92	66,95	66,77
Fe	33,37	33,25	33,40	33,56	36,24	33,80	26,05	32,85	33,18
As	0,00	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,06	0,02	0,00
Ag	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,03	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	21,93	0,03	0,02
Zn	0,04	0,00	0,03	0,01	0,05	0,05	0,00	0,06	0,00
Co	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
Ni	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Au	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00

**PIRITA**

Pirita										
Edu										
% em peso	MA17G_3_2	MA17G_6_2	MA17C_6_1	MA17C_6_2	MA17C_6_2	MA17C_6_4	MA17C_7_1	MA17F_1_1	MA17F_1_2	MA17F_1_3
S	53,49	53,54	53,50	52,22	52,18	53,05	52,34	52,13	52,87	52,87
Fe	46,65	46,09	45,77	44,93	45,35	45,78	45,19	45,58	45,89	45,45
As	0,00	0,01	0,07	0,04	0,00	0,03	0,05	0,00	0,09	0,09
Ag	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,78
Zn	0,00	0,03	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	0,02
Co	0,00	0,17	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00
Mn	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,00
Au	0,05	0,00	0,44	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,23	0,00
V	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02
Total	100,42	99,89	99,78	97,30	97,65	98,95	97,74	97,77	99,30	99,24

Concentração atômica.

% em peso	MA17G_3_2	MA17G_6_2	MA17C_6_1	MA17C_6_2	MA17C_6_2	MA17C_6_4	MA17C_7_1	MA17F_1_1	MA17F_1_2	MA17F_1_3
S	66,54	66,82	66,98	66,87	66,67	66,83	66,78	66,55	66,58	66,57
Fe	33,31	33,03	32,90	33,04	33,27	33,11	33,10	33,41	33,18	32,86
As	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,05	0,05
Ag	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,50
Zn	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01
Co	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
Au	0,01	0,00	0,09	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01



**PIRITA**

<b>Pirita</b>			
<b>Paraíba</b>			
<b>% em peso</b>	<b>MA20J 8 1</b>	<b>MA20J 8 2</b>	<b>MA20J 8 3</b>
S			
Fe	53,49	53,00	52,62
As	46,39	46,54	46,85
Ag	0,06	0,04	0,00
Mo	0,00	0,00	0,02
Cu	0,00	0,00	0,00
Zn	0,01	0,00	0,00
Co	0,01	0,06	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00
Ni	0,00	0,00	0,00
Au	0,00	0,00	0,01
V	0,00	0,00	0,18
Total	0,02	0,00	0,02
	99,97	99,65	99,70

Concentração atômica.

S	66,72	66,44	66,13
Fe	33,23	33,50	33,81
As	0,03	0,02	0,00
Ag	0,00	0,00	0,01
Mo	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,00
Zn	0,01	0,04	0,01
Co	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00
Ni	0,00	0,00	0,01
Au	0,00	0,00	0,04
V	0,01	0,00	0,01

**CALCOPIRITA**

Calcopirita									
Paraíba									
% em peso	MA20E_1_3	MA20E_1_6	MA20E_2_8	MA20E_2_10	MA20E_4_2	MA20E_7_1	MA20G_1_4	MA20G_3_2	MA16F_1_12
S	34,91	34,79	34,54	34,23	34,86	34,86	34,77	34,75	34,94
Fe	29,38	29,61	29,85	29,17	29,92	29,78	29,45	29,57	29,72
As	0,04	0,09	0,11	0,00	0,04	0,06	0,00	0,05	0,06
Ag	0,07	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	35,18	34,82	34,59	34,30	35,28	35,17	34,88	33,38	34,78
Zn	0,00	0,00	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07
Co	0,00	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03
Mn	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01
Ni	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
Au	0,24	0,00	0,72	0,02	0,06	0,00	0,17	0,00	0,44
V	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,03
Total	99,82	99,37	99,93	97,86	100,17	99,89	99,34	97,92	100,12

Concentração atômica.

S	50,15	50,11	49,80	50,08	49,89	49,99	50,14	50,61	50,10
Fe	24,23	24,49	24,71	24,50	24,58	24,52	24,38	24,73	24,47
As	0,03	0,06	0,07	0,00	0,02	0,04	0,00	0,03	0,04
Ag	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	25,51	25,31	25,17	25,33	25,48	25,45	25,38	24,53	25,16
Zn	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05
Co	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Mn	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Ni	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
Au	0,06	0,00	0,17	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,10
V	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,03



**CALCOPIRITA**

Calcopirita							
Paraíba		Edu			Tapajós	Edu	Paraíba
% em peso	MA20H_4_3	MA17F_1_4	MA17F_2_1	MA17F_2_5	MA16F_3_5	MA17F_4_2	MA20G_6_1
S	34,52	34,29	34,54	34,47	34,13	34,40	34,62
Fe	29,70	28,62	30,04	29,64	29,62	29,34	28,01
As	0,07	0,03	0,02	0,09	0,08	0,01	0,00
Ag	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,23
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	33,82	34,56	33,14	34,56	34,68	34,65	33,17
Zn	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00
Co	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,11	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,06
Ni	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Au	0,20	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Total	98,49	97,55	97,80	98,86	98,54	98,50	96,09

Concentração atômica.

S	50,17	50,28	50,39	49,95	49,69	50,01	51,26
Fe	24,78	24,09	25,16	24,66	24,76	24,49	23,81
As	0,05	0,02	0,01	0,06	0,05	0,01	0,00
Ag	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,10
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	24,81	25,57	24,40	25,27	25,48	25,42	24,78
Zn	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00
Co	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,09	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,05
Ni	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Au	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00

**OUTROS**

% em peso	Ouro			Esfalerita				Trairão	
	Paraíba	Pé de Fora		Tapajós					
	MA20J 2 7	MA12C 5 1	MA12C 5 3	MA16F 2 9	MA16F 2 10	MA16G 2 5	MA16G 3 4	MA10B 1 2	MA10B 2 1
S	20,87	0,09	0,13	32,98	32,88	32,31	32,44	32,80	32,94
Fe	1,32	2,00	2,12	1,29	2,50	2,68	2,77	4,83	2,62
As	0,00	0,00	0,07	0,09	0,11	0,03	0,13	0,00	0,06
Ag	7,45	8,50	8,37	0,03	0,00	0,00	0,06	0,03	0,05
Mo	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	6,92	0,02	0,00	3,00	2,72	2,52	2,79	0,00	0,03
Zn	0,04	0,00	0,00	57,71	61,57	60,28	61,45	60,95	62,84
Co	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00
Mn	0,16	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,46	0,05
Ni	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Au	7,39	91,65	91,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02
Total	44,14	102,31	101,71	95,12	99,80	97,84	99,70	99,11	98,63

Concentração atômica.

S	72,86	0,50	0,69	51,86	49,86	49,92	49,38	49,88	50,39
Fe	2,64	6,12	6,50	1,17	2,17	2,38	2,42	4,21	2,30
As	0,00	0,00	0,16	0,06	0,07	0,02	0,09	0,00	0,04
Ag	7,73	13,49	13,30	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02
Mo	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	12,18	0,04	0,00	2,38	2,08	1,96	2,15	0,00	0,03
Zn	0,08	0,00	0,00	44,51	45,80	45,69	45,89	45,46	47,15
Co	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Mn	0,32	0,08	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,40	0,04
Ni	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Au	4,20	79,68	79,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02

**OUTROS**

Pirrotita				Arsenopirita					
Gil / Fabinho									
% em peso	MA06E_2_6	MA06E_1_1	MA06E_5_2	MA06E_1_7	MA06E_1_8	MA06E_1_9	MA06E_2_3	MA06E_2_4	MA06E_4_1
S	38,71	38,98	38,44	38,10	21,60	21,04	20,60	20,60	21,54
Fe	60,06	59,54	59,05	59,70	34,96	34,57	33,91	34,61	35,49
As	0,14	0,08	0,07	0,04	43,47	44,62	43,58	43,32	43,42
Ag	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,04	0,03	0,05
Zn	0,05	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Co	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,00
Au	0,03	0,00	0,07	0,00	0,53	0,00	0,21	0,57	0,43
V	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00
Total	98,99	98,71	97,69	97,89	100,67	100,35	98,42	99,19	100,97

Concentração atômica.

S	52,83	53,21	53,09	52,62	35,74	35,03	35,03	34,83	35,53
Fe	47,05	46,66	46,82	47,33	33,22	33,05	33,11	33,60	33,62
As	0,08	0,04	0,04	0,02	30,79	31,80	31,71	31,35	30,66
Ag	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,02	0,04
Zn	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Co	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,05	0,02	0,03	0,00
Au	0,01	0,00	0,02	0,00	0,14	0,00	0,06	0,16	0,12
V	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01

**OUTROS**

Arsenopirita Gil/Fabinho			Digenita Trairão		Calcocita		Bornita		Covelita
% em peso	MA06E 4 2 BORDA	MA06E 4 3	MA10B 3 5	MA10B 3 6	MA20H 5 6	MA20H 5 1	MA20H 4 5	MA20H 4 6	MA20H 5 2
S	20,94	20,58	22,78	22,80	20,89	20,80	26,99	25,73	23,89
Fe	34,42	34,54	0,09	0,05	0,85	0,95	12,83	10,62	6,79
As	43,93	44,81	0,06	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,08
Ag	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	76,25	75,53	80,24	80,44	58,01	59,40	68,05
Zn	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	2,47	1,20	0,00
Co	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,13	0,00	0,00	0,08
Ni	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,00	0,07	0,01
Au	0,00	0,00	0,60	0,26	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00
V	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Total	99,39	100,00	99,85	98,74	102,28	102,41	100,35	97,24	98,96

Concentração atômica.

S	35,16	34,53	37,06	37,37	33,67	33,52	41,61	41,18	38,39
Fe	33,19	33,26	0,08	0,05	0,79	0,88	11,36	9,76	6,26
As	31,57	32,17	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,05
Ag	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	62,59	62,47	65,27	65,41	45,13	47,96	55,18
Zn	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	1,87	0,94	0,00
Co	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,12	0,00	0,00	0,08
Ni	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,06	0,01
Au	0,00	0,00	0,16	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
V	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00

**OUTROS**

<b>Covelita</b>	
<b>Paraíba</b>	
<b>% em peso</b>	<b>MA20H_5_4</b>
S	18,16
Fe	2,74
As	0,00
Ag	0,00
Mo	0,00
Cu	68,53
Zn	0,17
Co	0,01
Mn	0,23
Ni	0,00
Au	0,00
V	0,01
Total	89,85

Concentração atômica.

S	33,30
Fe	2,89
As	0,00
Ag	0,00
Mo	0,00
Cu	63,41
Zn	0,15
Co	0,01
Mn	0,24
Ni	0,00
Au	0,00
V	0,01