

PROJETO ESPECIAL MAPAS DE RECURSOS MINERAIS, DE SOLOS E DE  
VEGETAÇÃO PARA A ÁREA DO PROGRAMA GRANDE CARAJÁS  
– SUBPROJETO RECURSOS MINERAIS –

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
SUPERVISÃO GERAL

CARLOS OITÍ BERBERTI  
Diretor da Divisão de Geologia e Mineralogia

CARLOS SCHOBENHAUS  
Chefe da Seção de Cartografia Geológica

SUPERVISÃO REGIONAL

IDMILSON ROBERTO MESQUITA  
Diretor do 5º Distrito – Belém

TAYLOR ARAÚJO COLLYER  
Chefe da SGM

BOLÍVAR GONÇALVES SIQUEIRA  
Diretor do 6º Distrito – Goiânia

ARMANDO SA SILVA NEIVA  
Chefe da SGM

JOSÉ FERREIRA DE SOUZA  
Diretor do 10º Distrito – Fortaleza

FERNANDO ANTONIO DA COSTA ROBERTO  
Chefe da SGM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
COORDENAÇÃO EXECUTORA

VALTER JOSÉ MARQUES  
Superintendente de Recursos Minerais

ODAIR OLIVATTI  
Gerente Executivo

COORDENAÇÃO REGIONAL

SILVIO ROBERTO LOPES RIKER  
Superintendente Regional de Belém

XAFI DA SILVA JORGE JOÃO  
Supervisor de Projetos

JOSÉ CARLOS RODRIGUES DE MELLO  
Superintendente Regional de Goiânia

RICARDO JORGE L. MARANHÃO  
Superintendente Regional de Recife

ÂNGELO TRÉVIA  
Chefe da Residência de Fortaleza

---

FOLHA SA.22-Y-D – ALTAMIRA

COORDENAÇÃO GERAL

*Valter José Marques*  
(SUREMI)

*Emiliano Cornélio de Souza*  
(DIPETO/SUREMI)

COORDENADOR REGIONAL

*Xafi da Silva Jorge João*  
(GEREMI/BE)

EQUIPE EXECUTORA

*Armínio Gonçalves Vale*  
*José Lima da Costa*  
*Vergílio Augusto Radaelli*

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

COORDENAÇÃO NACIONAL E SUPERVISÃO TÉCNICA

Nacional

**Coordenador Nacional** Inácio de Medeiros Delgado  
**Geofísica** Murilo Machado Pinheiro  
**Geologia-Estrutural** Reginaldo Alves dos Santos e Atahualpa Valença Padilha  
**Geoquímica** Eric Santos Araújo  
**Hidrogeologia** Antônio de Souza Leal  
**Litogeoquímica** Emiliano Cornélio de Souza  
**Metalogenia/Geologia Econômica** Ódimo Francisconi  
**Petrologia** Maria Abadia Camargo  
**Sensoriamento Remoto** Sérgio M. S. Guerra

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL  
PROJETO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO/METALOGENÉTICO SISTEMÁTICO

Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Superintendências Regionais de Goiânia, Belém e Recife – Residência de Fortaleza em convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

Coordenação Editorial a cargo da  
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG  
Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

João, Xafi da Silva Jorge, org. et al.

J62

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Altamira – Folha SB.22-Y-D, Estado do Pará. Escala 1:250.000 / Organizado por Xafi da Silva Jorge João, Armínio Gonçalves Vale e Tomaz de Aquino Massoud Lobato – Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

1 CD-Rom

Projeto especial mapas de recursos minerais de solos e de vegetação para a área do Programa Grande Carajás. Subprojeto Recursos Minerais.

Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil Superintendências Regionais de Goiânia, Belém e Recife e Residência de Fortaleza em convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

1. Geologia Econômica – Pará. 2. Econômica Mineral – Pará. 3. Mapeamento Geológico – Pará. 4. Geomorfologia. 5. Metalogenia. I. Vale, Armínio Gonçalves, org. II. Lobato, Tomaz de Aquino Massoud, org. III. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. IV. Título.

CDD 553.098115

# Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

## Folhas em Execução

NA.19-Z	Alto Rio Negro <sup>9</sup>	SC.24-V-A-I	Riacho Queimadas <sup>1</sup>	SE.23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro <sup>1</sup>
NA.20	Boa Vista <sup>8</sup>	SD.22-Z-A	Itapaci <sup>1</sup>	SF.23-Y	Rio de Janeiro SW <sup>8</sup>
SA.22-X-D	Belém <sup>4</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>1</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>1</sup>
SB.22-X-B	Rondon do Pará <sup>4</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>1</sup>	SH.22	Porto Alegre <sup>8</sup>
SC.20	Porto Velho <sup>8</sup>	SE.22-V-A	Guiratinga <sup>1</sup>		
SC.21-Z-A	Ilha 24 de Maio <sup>1</sup>	SE.23-Z-B-IV	Serro <sup>1</sup>		

## Folhas Impressas

	Borda Oeste	SB.24-Z-D-I	Patos <sup>1</sup> (PB)	SD.23-Z-D-IV	Janaúba <sup>3</sup>
	Creporizão (Geoquímica)	SB.24-Z-D-II	Juazeirinho <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas <sup>3</sup>
NA.20-X	Roraima Central <sup>9</sup> (CD-ROM)	SB.24-Z-D-IV	Monteiro <sup>1</sup>	SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup> (CD-ROM)
NA.20-Y	Serra Imeri <sup>1</sup> (CD-ROM)	SB.24-Z-D-V	Sumé <sup>1</sup>	SD.24-V-A-I	Seabra <sup>1</sup>
NA.20-X-C-III	Paredão <sup>1</sup>	SB.25-V-C	Natal <sup>2</sup>	SD.24-V-A-II	Utinga <sup>1</sup>
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani <sup>1</sup>	SB.25-V-C-IV	João Câmara <sup>1</sup>	SD.24-V-A-V	Lençóis <sup>1</sup>
NA.20-Z	Caracarai <sup>9</sup>	SB.25-V-C-V	Limoeiro <sup>1</sup>	SD.24-V-C	Livramento do Brumado
NB.20-Z-B-V	Monte Roraima <sup>1</sup>	SC.20-V-B-V	Porto Velho <sup>1</sup>	SD.24-V-C-II	Mucugê <sup>1</sup>
NB.20-Z-B-VI	Monte Caburai <sup>1</sup>	SC.20-V-C-V	Abunã <sup>1</sup>	SD.24-Y-A	Vitória da Conquista <sup>2</sup>
NB.20-Z-D-II	Rio Quinó <sup>1</sup>	SC.20-V-C-VI	Mutumparaná <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-V	Ibicaraí <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-III	Rio Cotingo <sup>1</sup>	SC.20-V-D-I	Jaciparaná <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-VI	Itabuna <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha <sup>1</sup> (CD-ROM)	SE.21-Y-D	Corumbá <sup>1</sup> (CD-ROM)
NB.20-Z-D-VI	Rio Viruquim <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-VI	Rio Pardo <sup>1</sup> (CD-ROM)	SE.22-V-B	Iporá <sup>2</sup>
NB.21-Y-A-IV	Sem denominação	SC.22-X-A	Redenção <sup>4</sup> (CD-ROM)	SE.22-V-B	Iporá <sup>1</sup> (1999)
NB.21-Y-C-I	Sem denominação	SC.22-X-B	Conc. do Araguaia <sup>4</sup> (CD-ROM)	SE.22-V-B	Iporá <sup>1</sup> (CD-ROM)
SA.20-V	Rio Cuiuni <sup>1</sup>	SC.23-Y-D	Formosa do Rio Preto <sup>1</sup>	SE.22-X-A	São Luís de Montes Belos <sup>2</sup>
SA.23-Z	São Luís NE/SE <sup>8</sup> (CD-ROM)	SC.23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes <sup>1</sup>	SE.22-X-A-II	Sanclerlândia <sup>1</sup> (CD-ROM)
SA.23-Z-C	Itapeturu-Mirim <sup>4</sup>	SC.23-Z-A/Y-B	Curimatá/Corrente	SE.22-X-A-III	Itaberai <sup>1</sup>
SA.22-Y-D	Altamira <sup>4</sup>	SC.23-Z-A/Y-B	Curimatá/Corrente <sup>1</sup> (CD-ROM)	SE.22-X-A-VI	Nazário <sup>1</sup>
SA.23-V-C	Castanhal <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássica <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goianinha <sup>2</sup>
SA.23-V-D	Turiaçu <sup>4</sup>	SC.24-V-A	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goianinha <sup>8</sup> (1999)
SA.23-V/Y	São Luís SW/NW <sup>8</sup>	SC.24-V-A-II	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-X-B-I	Nerópolis <sup>1</sup>
SA.23-X-C	Cururu <sup>4</sup>	SC.24-V-A-III	Santa Filomena <sup>1</sup>	SE.22-X-B-II	Anápolis <sup>1</sup>
SA.23-Y-B	Pinheiro <sup>4</sup>	SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito <sup>1</sup>	SE.22-X-B-IV	Goianinha <sup>1</sup> (CD-ROM)
SA.23-Z-A	São Luís <sup>4</sup>	SC.24-V-A-V	Afrânio	SE.22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões <sup>1</sup>
SA.23-Y-D	Santa Inês <sup>4</sup>	SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo <sup>1</sup>	SE.22-X-B-VI	Caraiíba <sup>1</sup>
SA.24-Y-D-V	Iraucuba <sup>3</sup> (CD-ROM)	SC.24-V-B-IV	Cristália <sup>1</sup>	SE.22-X-D	Morrinhos <sup>2</sup>
SB.20-Z-B-VI	Mutum <sup>1</sup>	SC.24-V-C	Petrolina <sup>1</sup>	SE.23-V-B	São Romão <sup>2</sup>
SB.21-V-D	Vila Mamãe Anã <sup>8</sup> (CD-ROM)	SC.24-V-C-III	Petrolina <sup>1</sup>	SE.23-Z-B	Guanhães <sup>2</sup>
SB.21-X-C	Caracol <sup>8</sup> (CD-ROM)	SC.24-V-D	Uauá <sup>2</sup>	SE.23-Z-C	Belo Horizonte <sup>2</sup>
SB.21-Y-B	Jacareacanga <sup>9</sup> (CD-ROM)	SC.24-V-D-I	Itamotinga <sup>1</sup>	SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.21-Z-A	Vila Riozinho <sup>8</sup> (CD-ROM)	SC.24-X-A	Belém de S. Francisco <sup>1</sup> (CD-ROM)	SE.23-Z-D	Ipatinga <sup>2</sup>
SB.21-Z-C	Rio Novo <sup>9</sup> (CD-ROM)	SC.24-X-C-V	Santa Brígida <sup>1</sup>	SE.23-Z-D-IV	Itabira <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu <sup>4</sup>	SC.24-X-C-VI	Piranhas <sup>1</sup>	SE.24-V-A	Almenara <sup>2</sup>
SB.22-X-C	Serra Pelada <sup>4</sup>	SC.24-X-D-V	Arapiraca <sup>1</sup>	SE.24-Y-C-V	Baixo Gandu <sup>1</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>4</sup>	SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim <sup>2</sup>	SE.24-Y-C-VI	Colatina <sup>1</sup>
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás <sup>4</sup>	SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha <sup>3</sup>	SF.21	Campo Grande <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.22-Z-B	Xambioá <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-C	Jacobina <sup>2</sup> (CD-ROM)	SF.21-V-B	Aldeia Tomásia <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup>	SC.24-Y-C-V	Morro do Chapéu <sup>1</sup>	SF.21-V-D	Porto Murinho <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-D	Serrinha <sup>1</sup> (CD-ROM)	SF.21.X.A	Aquidauana <sup>1</sup>
SB.22-Z-D	Araguaina <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-D	Serrinha <sup>2</sup>	SF.23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí <sup>1</sup>
SB.23-V-A	Açailândia <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-D-II	Gavião <sup>1</sup>	SF.23-X-B-I	Mariana <sup>1</sup>
SB.23-V-B	Vitorino Freire <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo <sup>1</sup>	SF.23-X-B-II	Ponte Nova <sup>1</sup>
SB.23-V-C	Imperatriz <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-V	Pintadas <sup>1</sup>	SF.23-X-B-IV	Rio Espera <sup>1</sup>
SB.23-V-D	Barra do Corda <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-VI	Serrinha <sup>1</sup>	SF.23-X-C-III	Barbacena <sup>1</sup>
SB.23-X-A	Bacabal <sup>4</sup>	SC.24-Z-A-II	Jeremoabo <sup>1</sup>	SF.23-X-C-VI	Lima Duarte <sup>1</sup>
SB.23-X-B	Caxias <sup>1</sup>	SC.24-Z-A-III	Carira <sup>1</sup>	SF.23-X-D-I	Rio Pomba <sup>1</sup>
SB.23-X-B	Caxias <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.25-V-A-II	Vitória de Santo Antão <sup>1</sup>	SF.23-Y-B-II-2	Heliadora <sup>1</sup>
SB.23-X-C	Presidente Dutra <sup>4</sup>	SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda <sup>1</sup>	SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio <sup>1</sup>
SC.24-X	Aracaju NE <sup>8</sup> (CD-ROM)	SD.21-Z-A	Rosário do Oeste <sup>2</sup>	SF.24-V-A-III	Domingos Martins <sup>1</sup>
SB.24-Y	Jaguaribe SW <sup>8</sup> (CD-ROM)	SD.21-Z-C	Cuiabá <sup>2</sup>	SF.24-V-A-V	Cachoeira de Itapemirim <sup>1</sup>
SB.24-Z	Jaguaribe SE <sup>8</sup> (CD-ROM)	SD.22-X-D	Porangatu <sup>2</sup>	SF.24-V-A-VI	Piúma <sup>1</sup>
SB.24-V-C-III	Crateús <sup>1</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>1</sup>	SG.22-X-D-I	Curitiba <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.24-V-D-V	Mombaça <sup>1</sup>	SD.22-Z-C	Ceres <sup>2</sup>	SG.22-Z-B	Joinville <sup>2</sup>
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró <sup>2</sup>	SD.22-Z-C-II	Morro Agudo <sup>1</sup>	SG.22-Z-D-I-2	Botuverá <sup>1</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>1</sup> (CD-ROM)	SD.22-Z-C-V	Goiás <sup>1</sup>	SG.22-Z-D-II-1	Brusque <sup>1</sup>
SB.24-Y-B-II	Catarina <sup>1</sup>	SD.22-Z-C-VI	Itaguaçu <sup>1</sup>	SG.22-Z-D-V	Florianópolis <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-V	Patos <sup>1</sup> (PI)	SD.22-Z-D	Goianésia <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-VI	Lagoa <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-VI	Simões <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-IV	Jaraguá <sup>1</sup>	SH.22-V-C-IV	Santa Maria
SB.24-Z-B	Caico <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-V	Pirenópolis <sup>1</sup>	SH.22-X-B-IV	Criciúma <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.24-Z-B-II	Currais Novos <sup>3</sup>	SD.23-X-B	Ibotirama <sup>2</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>2</sup>
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó <sup>3</sup>	SD.23-X-C-V	Coribe <sup>1</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>2</sup> (CD-ROM)
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup>	SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa <sup>2</sup>	SH.22-Y-C	Pedro Osório <sup>1</sup> (CD-ROM)
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup> (1999)	SD.23-Y-C	Brasília <sup>2</sup>	SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salzinho <sup>1</sup>
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup> (CD-ROM) <sup>1</sup>	SD.23-Y-D	Buritis <sup>2</sup>	SH.22-Y-B	Porto Alegre <sup>1</sup>
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-II	Monte Azul <sup>3</sup>		

<sup>2</sup> Geol. e Rec. Min. do E. de Sergipe (CD-ROM)

## Folhas em Edição

SB.22-Y-B	São Félix do Xingu <sup>4</sup>	Geol. e Rec. Min. da Província do Tapajós <sup>4</sup>
SA.23-V-D e Y-B	Turiaçu/Pinheiro <sup>4</sup>	SC.24-Z Aracaju SW <sup>8</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>4</sup>	SC.24-Z Aracaju SE <sup>8</sup>

SB.22-Z-A	Serra dos Carajás <sup>4</sup>
SB.22-X-C	Serra Pelada <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000; <sup>2</sup> Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250.000; <sup>3</sup> Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100.000; <sup>4</sup> Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás – Subprojeto Recursos Minerais; <sup>5</sup> Levantamento geológico visando ao meio ambiente; <sup>6</sup> Levantamentos aerogeofísicos; <sup>7</sup> Integração geológica/geoquímica de regiões metropolitanas; <sup>8</sup> Integração geológica/metalogenética nas escalas 1:500.000 e 1:250.000; <sup>9</sup> Mapeamento Geológico/Metalogenético da Região Amazônica na escala 1:500.000.

## Folhas Concluídas

NA.20-X-B	Uraricoera <sup>2</sup>	SC.24-X-A	Floresta <sup>2</sup>	SF.21-X-A	Miranda <sup>2</sup>
NA.21-V-A	Conceição do Mau <sup>2</sup>	SC.24-X-B	Garanhuns <sup>2</sup>	SF.23-V-A-II.2	Rio São Lourensinho <sup>7</sup>
NA.20-X-D	Boa Vista <sup>2</sup>	SC.24-X-C	Paulo Afonso <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.1	Itanhaem <sup>7</sup>
NA.20-Z-B	Caracará <sup>2</sup>	SC.24-X-D	Santana do Ipanema <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.2	Mangagua <sup>7</sup>
NB.20-Z-B e		SC.24-Y-A	Mirangaba <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-V.4	Campinas <sup>7</sup>
NB.21-Z-A	Monte Roraima <sup>2</sup>	SC.24-Z-A	Jeremoabo <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-VI.3	Valinhos <sup>7</sup>
NB.20-Z-D	Vila Surumu <sup>2</sup>	SC.24-Z-B/D	Aracaju/Estância <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.2	Indaiatuba <sup>7</sup>
NB.21-Y-C	Rio Mau <sup>2</sup>	SC.24-Z-C	Tobias Barreto <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.4	Cabreúva <sup>7</sup>
NA.21-Z-B	Rio Citaré <sup>2</sup>	SC.25-V-A	Recife <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.1	Jundiá <sup>7</sup>
NA.22-V-B	Rio Oiapoque <sup>2</sup>	SC.25-V-C	Maceió <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.2	Atibaia <sup>7</sup>
NB.22-Y-D	Cabo Orange <sup>2</sup>	SD.20-V-B	Príncipe da Beira <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.3	Santana do Parnaíba <sup>7</sup>
NA.22-V-D	Lourenço <sup>2</sup>	SD.20-X-A	Pedras Negras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.4	Guarulhos <sup>7</sup>
NA.22-Y-A	Serra do Tumucumaque <sup>2</sup>	SD.20-X-B	Vilhena <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.2	São Roque <sup>7</sup>
NA.22-Y-B	Rio Araguaari <sup>2</sup>	SD.20-X-C	Ilha do Sossego <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.4	Juquitiba <sup>7</sup>
NA.22-Y-D	Macapá <sup>2</sup>	SD.20-X-D	Pimenteiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.1	Itapeçerica da Serra <sup>7</sup>
SA.21-X-B	Rio Maicuru <sup>2</sup>	SD.21-Y-C	Mato Grosso <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.2	São Paulo <sup>7</sup>
SA.24-Y-A	Parnaíba <sup>2</sup>	SD.21-Y-D	Barra do Bugres <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.3	Imbu-Guaçu <sup>7</sup>
SA.24-Y-B	Acarau <sup>2</sup>	SD.22-X-A	Araguaçu <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.4	Riacho Grande <sup>7</sup>
SA.24-Y-C	Granja <sup>2</sup>	SD.22-X-B	Alvorada <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.1	Piracaia <sup>7</sup>
SA.24-Y-D	Sobral <sup>2</sup>	SD.22-X-C	São Miguel do Araguaia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.2	Igaratá <sup>7</sup>
SA.24-Z-C	Fortaleza <sup>2</sup>	SD.22-Y-D	Barra do Garças <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.3	Itaquaquecetuba <sup>7</sup>
SB.22-X-C	Rio Itacaiúnas <sup>2</sup>	SD.22-Z-A	Mozarlândia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.4	Santa Isabel <sup>7</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>2</sup>	SD.23-V-A	Arraias <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-II.3	Jacareí <sup>7</sup>
SB.22-Z-A	Rio Paraopebas <sup>2</sup>	SD.23-V-C	Campos Belos <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.1	Suzano (Mauá) <sup>7</sup>
SB.24-V-A	Piripiri <sup>2</sup>	SD.23-X-A	Barreiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.2	Mogi das Cruzes <sup>7</sup>
SB.24-V-B	Quixadá <sup>2</sup>	SD.23-X-C	Santa Maria da Vitória <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.3	Santos <sup>7</sup>
SB.24-V-C	Crateús <sup>2</sup>	SD.23-Y-A	São João d'Aliança <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.4	Bertioga <sup>7</sup>
SB.24-V-D	Quixeramobim <sup>2</sup>	SD.23-Z-A	Manga <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.1	Salesópolis <sup>7</sup>
SB.24-X-A	Aracati <sup>2</sup>	SD.23-Z-B	Guanambi <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.2	Pico do Papagaio <sup>7</sup>
SB.24-X-C	Morada Nova <sup>2</sup>	SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup>	SF.23-V-A	Franca <sup>2</sup>
SB.24-Y-A	Valença do Piauí <sup>2</sup>	SD.24-V-B	Itaberaba <sup>2</sup>	SF.23-V-B	Furnas <sup>2</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>2</sup>	SD.24-V-D	Jequié <sup>2</sup>	SF.23-V-C	Ribeirão Preto <sup>2</sup>
SB.24-Y-C	Picos <sup>2</sup>	SD.24-X-C	Jaguaribe <sup>2</sup>	SF.23-V-D	Varginha <sup>2</sup>
SB.24-Y-D	Juazeiro do Norte <sup>2</sup>	SD.24-X-A	Salvador <sup>2</sup>	SF.23-X-A	Divinópolis <sup>2</sup>
SB.24-Z-A	Souza <sup>2</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>2</sup>	SF.23-X-B	Ponte Nova <sup>2</sup>
SB.24-Z-B	Caicó <sup>2</sup>	SD.24-Z-A	Itacaré <sup>2</sup>	SF.23-X-C	Barbacena <sup>2</sup>
SB.24-Z-D	Patos <sup>2</sup>	SD.24-Y-C	Rio Pardo <sup>2</sup>	SF.23-X-D	Juiz de Fora <sup>2</sup>
SB.25-Y-A	Cabedelo <sup>2</sup>	SD.24-Y-D	Itapetinga <sup>2</sup>	SF.23-Y-A	Campinas <sup>2</sup>
SB.25-Y-C	João Pessoa <sup>2</sup>	SD.24-Z-C	Canavieiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-B	Guaratinguetá <sup>2</sup>
SC.20-V-C	Abunã <sup>2</sup>	SE.21-V—D-V	Morraria do Insua <sup>1</sup>	SF.23-Y-C	São Paulo <sup>2</sup>
SC.20-V-D	Ariquemes <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-II	Lagoa de Mandioré <sup>1</sup>	SF.23-Y-D	Santos <sup>2</sup>
SC.20-Y-B	Alto Jamari <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-III	Amolar <sup>1</sup>	SG.22-X-A	Telêmaco Borba <sup>2</sup>
SC.20-Y-D	Serra dos Uopianos <sup>2</sup>	SE.23-V-A	Unai <sup>2</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>2</sup>
SC.20-Z-A	Rondônia <sup>2</sup>	SE.23-V-C	Paracatu <sup>2</sup>	SG.22-X-C	Ponta Grossa <sup>2</sup>
SC.20-Z-B	Rio Branco <sup>2</sup>	SE.23-V-D	João Pinheiro <sup>2</sup>	SG.22-X-D	Curitiba <sup>2</sup>
SC.20-Z-C	Presidente Médici <sup>2</sup>	SE.23-X-A	Montes Claros <sup>2</sup>	SG.23-V-C	Cananéia <sup>2</sup>
SC.20-Z-D	Pimenta Bueno <sup>2</sup>	SE.23-X-B	Araçuaí <sup>2</sup>	SG.23-V-A	Iguape <sup>2</sup>
SC.21-Z-B	Vila Guarita <sup>2</sup>	SE.23-X-C	Pirapora <sup>2</sup>	SG.22-Z-D	Florianópolis <sup>2</sup>
SC.22-X-D	Miracema do Norte <sup>2</sup>	SE.23-X-D	Capelinha <sup>2</sup>	SH.21-Z-D	Bagé <sup>2</sup>
SC.22-Z-B	Porto Nacional <sup>2</sup>	SE.23-Y-A	Patos de Minas <sup>2</sup>	SH.21-Z-B	São Gabriel <sup>2</sup>
SC.22-Z-D	Gurupi <sup>2</sup>	SE.23-Y-B	Três Marias <sup>2</sup>	SH.22-X-B	Criciúma <sup>2</sup>
SC.23-X-D	São Raimundo Nonato <sup>2</sup>	SE.23-Y-C	Uberaba <sup>2</sup>	SH.22-Y-D	Pelotas <sup>2</sup>
SC.23-Y-C	Natividade <sup>2</sup>	SE.23-Y-D	Bom Despacho <sup>2</sup>	SH.22-Z-C	Mostarda <sup>2</sup>
SC.23-Z-B	Xique-Xique <sup>2</sup>	SE.23-Z-A	Curvelo <sup>2</sup>	SI.22-V-A	Jaguarão <sup>2</sup>
SC.23-Z-D	Barra <sup>2</sup>	SE.24-V-C	Teófilo Otoni <sup>2</sup>		
SC.24-V-A	Paulistana <sup>2</sup>	SE.24-Y-A	Governador Valadares <sup>2</sup>		
SC.24-V-B	Salgueiro <sup>2</sup>	SE.24-Y-C	Colatina <sup>2</sup>		
		SF.21-V-B	Baía Negra <sup>2</sup>		

### Memória Técnica

- Mapas de serviço disponíveis para cópias heliográficas (\*)
- Disquetes de computador com análises químicas, petrográficas, mineralógicas etc (\*)
- Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR (\*\*)
- Bases de Dados:

GEOB e GTM – Bibliografia  
 META – Ocorrências Minerais  
 AFLO – Descrição de Afloramento  
 PETR – Análises Petrográficas

SIGEO – Projetos de Geologia, Geoquímica e Geofísica  
 SISON – Dados de Sondagem  
 DOTE – Acervo Bibliográfico da CPRM  
 PROJ – Carteira de Projetos da CPRM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

<i>Ministro de Estado</i>	José Jorge de Vasconcelos Lima
<i>Secretário Executivo</i>	Luiz Gonzaga Leite Perazzo
<i>Secretário de Minas e Metalurgia</i>	Luciano de Freitas Borges

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM  
Serviço Geológico do Brasil

<i>Diretor-Presidente</i>	Umberto Raimundo Costa
<i>Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial</i>	Thales de Queiroz Sampaio
<i>Diretor de Geologia e Recursos Minerais</i>	Luiz Augusto Bizzi
<i>Diretor de Administração e Finanças</i>	Alfredo de Almeida Pinheiro Filho
<i>Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	Paulo Antonio Carneiro Dias
<i>Chefe do Departamento de Geologia</i>	Carlos Schobbenhaus Filho

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS

<i>Superintendente de Belém</i>	Xafi da Silva Jorge João
<i>Superintendente de Belo Horizonte</i>	Oswaldo Castanheira
<i>Superintendente de Goiânia</i>	Mário de Carvalho
<i>Superintendente de Manaus</i>	Fernando Pereira de Carvalho
<i>Superintendente de Porto Alegre</i>	Cladis Antonio Presotto
<i>Superintendente de Recife</i>	Marcelo Soares Bezerra
<i>Superintendente de Salvador</i>	José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
<i>Superintendente de São Paulo</i>	José Carlos Garcia Ferreira
<i>Chefe da Residência de Fortaleza</i>	Clodionor Carvalho de Araújo
<i>Chefe da Residência de Porto Velho</i>	Rommel da Silva Sousa

**Departamento de Apoio Técnico**

*Sabino Orlando C. Loguércio*

**Divisão de Cartografia**

*Paulo Roberto Macedo Bastos*

**Divisão de Editoração Geral**

*Valter Alvarenga Barradas*

**EQUIPES DE PRODUÇÃO**

**Cartografia Digital**

Afonso Henrique S. Lobo	Leila Maria Rosa de Alcantara
Carlos Alberto da Silva Copolillo	Luiz Cláudio Ferreira
Carlos Alberto Ramos	Luiz Guilherme de Araújo Frazão
Elcio Rosa de Lima	Marco Antonio de Souza
Hélio Tomassini de O. Filho	Maria Luiza Poucinho
Ivan Soares dos Santos	Marília Santos Salinas do Rosário
Ivanilde Muniz Caetano	Paulo José da Costa Zilves
João Batista Silva dos Santos	Regina de Sousa Ribeiro
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Wilhelm Petter de Freire Bernard
José Carlos Ferreira da Silva	Julimar de Araújo
José Pacheco Rabelo	

**Editoração**

Antonio Lagarde	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto
Laura Maria Rigoni Dias	

# RESUMO

---

Este documento refere-se ao mapeamento geológico, reconhecimento geoquímico e às análises metalogenética e previsional executados na Folha Altamira (SA.22-Y-D), situada na porção central do Estado do Pará, integrando o Projeto Especial Mapas de Recurso Mineral, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás-Subprojeto Recursos Minerais.

Numa fase inicial do projeto, procedeu-se à coleta e análise dos dados preexistentes; posteriormente, com a realização de várias campanhas de campo, foram obtidas novas informações e com elas novos resultados analíticos que foram tratados estatisticamente. Os trabalhos foram realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM para a Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. O presente texto foi extraído do relatório interno relativo aos trabalhos executados na folha.

O mapa geológico traz a público inúmeros dados contidos em relatórios de pesquisa mineral, especialmente na Suíte Metamórfica Três Palmeiras, bem como adiciona inúmeros dados ao conhecimento da geologia regional e sua potencialidade mineral.

A Carta Metalogenética apresenta, sobre um fundo tectonogeológico a localização, morfologia, tipo genético e a associação de 39 concentrações minerais; ouro, estanho e tungstênio são os principais bem minerais na área; outras substâncias minerais que podem ser encontradas são: cobre, chumbo e zinco.

A Carta de Previsão de Recursos Minerais evidencia quatro áreas mais favoráveis para a prospecção mineral; apresenta, também, a localização das concentrações minerais classificando-as como: indício/ocorrência, jazida, mina e garimpo e a tabulação das reservas medida, indicada e inferida. As concentrações minerais estão lançadas sobre uma base geográfica, contendo informações sobre a infra-estrutura da região.

A Carta de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais indica duas áreas para trabalhos complementares.

A Listagem dos Recursos Minerais relaciona as concentrações minerais pelo seu número de referência, além de oferecer informações sobre dados da mineralização (morfologia, tipo genético e paragenese), rochas encaixantes (litologia e idade) e o *status* da mineralização (indício/ocorrência mineral, jazida, mina, garimpo).

# ABSTRACT

---

This report deals with a geological, geochemical and metallogenic survey carried out on the Altamira Sheet (SA.22-Y-D) situated in the central part of the Para state, as a part of the Special Project of Mineral Resources, Soil and Vegetation for Grande Carajás Program Area – Mineral Resources Subproject.

All pre-existent geological information as data now obtained were analysed and statistically evaluated; the Project was performed by Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM for the Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. This report was extracted from a larger internal report related to the geological activities concerned.

The geological map shows to the public many data specially related to the Três Palmeiras Metamorphic Suite, and adds new data to the regional geological understanding and its mineral potential.

The Metallogenic Map shows the location, morphology, genetic type and mineral metallogenic association of 39 mineral concentrations; gold, tin and tungsten are the main mineral resources followed by copper, lead and zinc.

The Mineral Resources Previsional Map evidences the four most favourable areas for mineral prospection, together with a classification of potentiality for the targets. It presents, moreover, the place of mineral concentrations, classified as mineral showings, occurrences, ore deposits, mines, prospects (“garimpo”), and a measured, indicated and inferred reserves table. Mineral concentrations have been plotted on a geographic base map comprising information about the country facilities.

The Previsional Map for Governmental Planning shows two areas for supplementary works.

The Mineral Resources File enumerates all mineral concentrations known to the present (through reference numbers), identifies its location and bibliographical references and provides partial or full information on mineralization data (morphology, genetic type and mineral paragenesis), country rocks (lithology and age) and the mineralization status such as: mineral showing/occurrence, mining situation, and prospect (“garimpo”).



# 1

---

## INTRODUÇÃO

Os dados contidos neste documento são resultantes dos trabalhos geológicos efetuados na área da Folha Altamira (SA.22-Y-D) pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM para o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, como parte inicial de execução do Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás – Subprojeto Recursos Minerais. Os estudos realizados envolvem aspectos geológicos, geoquímicos e metalogenéticos, cujos dados estão representados em base cartográfica em escala 1:250.000 e têm como objetivo maior fornecer informações que minimizem os riscos nos investimentos na área de exploração mineral, pela elaboração de cartas Metalogenética, de Previsão de Recursos Minerais e de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais, como produtos finais.

Os trabalhos realizados na área obedeceram a uma seqüência metodológica à semelhança da adotada para o Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, em execução pelo convênio DNPM/CPRM em todo o Brasil.

Os trabalhos e documentos consultados para elaboração das cartas finais compreendem cinco relatórios técnicos de geologia, dois de prospecção geofísica, três artigos técnicos isolados e relatórios de pesquisa e lavra. Os elementos reavaliados foram representados por 88 afloramentos, 22

análises petrográficas, 26 análises químicas de rochas, 87 medidas cintilométricas e 30 ocorrências minerais. Durante a etapa de campo foram descritos 513 afloramentos, efetuados 752km de caminhamento geológico, 155km de seções geológicas, 404km de caminhamento a pé, tendo as rochas sido submetidas às análises: petrográfica (165 amostras), geoquímica (155 amostras) e química (102 amostras); coletadas e analisadas amostras de 186 concentrados de bateia, 111 sedimentos de corrente, 126 de solos; efetuadas 30 medidas cintilométricas e visitadas 12 ocorrências minerais e garimpos.

A área de trabalho situa-se na porção central do Estado do Pará, limitada ao norte e ao sul pelos paralelos 3°00' e 4°00'S, respectivamente; a leste pelo meridiano 51°00' WGr e a oeste pelo meridiano 52°30' WGr, e pela margem direita do rio Xingu, abrangendo parte dos municípios de Altamira, Senador José Porfírio e Portel (figura 1.1).

Concernente à hidrografia, a área se caracteriza pela importância do grande caudal Xingu, com destaque para a Volta Grande, trecho com inúmeras cachoeiras e corredeiras.

Os afluentes da margem direita do rio Xingu, entre os quais se destacam os rios Ituna, Itatá, Bacajá e Anapu, apresentam em seu curso, atividade garimpeira, principalmente nas proximidades das áreas de ocorrência da serra Três Palmeiras.



Figura 1.1 – Mapa de localização.

# 2

---

## GEOLOGIA REGIONAL

### 2.1 Trabalhos Anteriores

Em âmbito regional foram realizados apenas quatro trabalhos anteriormente, a saber:

– Folha Belém, executada pelo Projeto RADAM, com elaboração de carta planimétrica, baseada na interpretação de mosaicos semicontrolados de imagem de radar, nas escalas 1:250.000 – no que diz respeito à Folha Altamira – e 1:1.000.000, compreendendo um levantamento de recursos naturais, no Programa de Integração Nacional dos Estudos Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos e Uso Potencial da Terra, em 1974.

– Ainda em 1974, foi executado o Projeto Transamazônica, que promoveu o reconhecimento geológico da rodovia, ao longo do seu eixo e área de influência, resultando num mapa geológico em escala 1:200.000.

– Projeto Sulfetos de Altamira - Itaituba, realizado em 1977. Executado pela CPRM para o DNPM, seu objetivo principal foi o de avaliar a potencialidade mineral com ênfase no domínio sedimentar, em termos de mineralizações de cobre, chumbo e zinco; de metais preciosos, principalmente ouro; de minerais radioativos (grupo do urânio), de rochas fosfatadas e, de uma maneira geral, o estudo do potencial econômico-mineral de toda a área

daquele projeto. Convém ressaltar que o limite da área do Projeto Sulfetos de Altamira - Itaituba está exatamente na margem esquerda do rio Xingu, na área da Folha Altamira, vizinho ao Projeto Carajás, o qual tem seu limite oeste na margem direita (oposta) do citado rio.

– Projeto Integração Geológica-Geofísica Sul do Pará, realizado em 1979 pela CPRM para o DNPM, cujo objetivo principal foi a confecção de mapa geológico regional, na escala 1:500.000, mais preciso do que os até então existentes. A área desse projeto já possuía recobrimento aerogeofísico (magnetometria e radiometria), sendo que na Folha SA.22-Y-D – Altamira somente 50% da superfície possuem tal levantamento. Esse projeto ressalta a indispensável utilização da fotointerpretação na limitação dos contatos geológicos, pela escassez de exposições. É recomendada a introdução de um estudo geológico-geoquímico de detalhe na Volta Grande do rio Xingu, onde há extração de ouro pela Oca Mineração e garimpeiros. Salienta, ainda, a presença de ferro e bens minerais como cobre, níquel e cromo, susceptíveis de associação na seqüência máfico-ultramáfica da serra Três Palmeiras. Revela, outrossim, a descoberta de scheelita na faixa correspondente à suíte metamórfica homônima.

## 2.2 Aspectos Estratigráficos e Estruturais

A área limitada pela Folha Altamira está contida na Zona Móvel Maroni-Itacaiúnas (Cordani *et al.*, 1984), que representaria, segundo esses autores, o resultado da evolução de uma extensa margem continental do Proterozóico Inferior, em que as rochas sedimentares e vulcânicas foram metamorfizadas regionalmente durante o Ciclo Transamazônico.

Em função dos tipos litológicos, foram individualizadas treze unidades litoestratigráficas, agrupadas numa relação espaço-temporal, como mostrado no quadro 1. Os tipos litológicos mais antigos são representados, na Folha Altamira, por catamorfitos de composição sódica e potássica dominante – Granolito Bacajá –, constituídos, predominantemente, de granolitos enderbíticos e charnockíticos com acentuada catáclase superposta, posicionados, por analogia com outras áreas, no Arqueano Médio. O Arqueano Superior a Proterozóico Inferior está representado pelas suítes metamórficas Três Palmeiras e Xingu. A primeira é composta das unidades Anfibolito Itatá e Micaxisto Bacajá, que englobam xistos e anfibolitos ortoderivados, metamorfizados em baixo-médio grau e atravessados por veios de quartzo, em geral contendo mineralizações auríferas; metavulcanitos félsicos e intermediários associados a metatufos, micaxistos, filitos, quartzitos e formação ferrífera, metamorfizados em fácies xisto-verde a anfibolito. A Suíte Metamórfica Xingu, subdividida nas unidades Granodiorito Anapu, Granodiorito Oca e Granito João Jorge, constitui uma área de crosta siálica espessada policíclicamente. Engloba granodioritos, granitos, quartzo dioritos, trondhjemitos de coloração cinza e adamelitos, que exibem diferentes intensidades de deformação, evoluindo para tipos gnáissicos e migmatíticos; mostram, em escala regional, freqüentes enclaves de anfibolitos, particularmente nas fases sódicas, compondo uma associação bimodal; variam de granulação média a grosseira, mantendo, no Granodiorito Oca, em toda a sua extensão, uma marcante invariabilidade textural e composicional.

Com relação ao Granito João Jorge, os granitos e adamelitos são de granulação fina, coloração rósea, geralmente discordantes, intrusivos em ambiente magmactônico sin- ou tardicinemático. Representam a mais conspícua fase tardia potássica do processo multiestágico de evolução crustal na região.

A presença do Paleozóico, na área, é marcada pelos litótipos que compõem o Grupo Trombetas,

tidos como de idade siluriana e compostos por uma seqüência de arenitos caulínicos, em parte silicificados. Em seqüência de deposição, ainda no Paleozóico, mais precisamente no Devoniano Inferior, encontram-se os constituintes litológicos da Formação Maecuru com presença de arenitos finos a conglomeráticos, em alguns locais maciços e com folhelhos subordinados.

Completando a seqüência sedimentar do Paleozóico, parte integrante da Bacia sedimentar do Amazonas, encontram-se os litótipos da Formação Ererê, composta de siltitos, intercalações rítmicas de siltitos e folhelhos; arenitos finos a grosseiros com estratificação cruzada e folhelho cinza-médio a escuro.

Intrusões de idade mesozóica, constituídas por diques e soleiras básicas, são observadas no contexto da folha trabalhada.

Recobrimo parcialmente as unidades preexistentes, encontra-se a Formação Alter do Chão, de natureza continental e de idade cretácea. Por fim, completando o quadro, são encontrados os sedimentos recentes, depositados ao longo da rede de drenagem.

Na interpretação das feições estruturais da Folha Altamira foram definidos extensos falhamentos NW-SE com variações para WNW-SSE. Essas estruturas, visíveis nas imagens aéreas, são caracterizadas por cristas quartzosas bem alinhadas e vales retilíneos. Elas sustentam a serra Três Palmeiras, o mais importante elemento orográfico da região, e constituem os lineamentos mais proeminentes e característicos da Subprovincia Carajás, pertencente à Província Tapajós de Amaral (*in Almeida & Hasui, 1984*). Segundo essa direção NW-SE, acham-se orientadas as seqüências vulcano-sedimentares metamorfizadas, bem como a faixa granolítica referida a sul da folha.

Algumas evidências de campo revelaram a presença de cataclasitos, milonitos e seqüências dobradas em forma de sinclínios, com os planos-axiais mergulhando para norte, estando os eixos das dobras às vezes contorcidos, evidenciando polideformação.

Da análise acurada das imagens de radar e satélite, das fotografias aéreas e dos mapas de levantamento aeromagnético (apenas 50% da folha), foi possível proceder à individualização de outros conjuntos de estruturas de ruptura que geraram lineamentos de direções NE-SW, E-W, NNE-SSW e NNW-SSE. No leito do rio Xingu estão as melhores exposições para observação e estudo no campo dos elementos estruturais aqui referidos.

Quadro 2.1 – Coluna Estratigráfica.

EON	Era	Período	Unidade Litoestratigráfica		Litologia
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	ALUVIÕES		Cascalhos, areia, silte e argila.
		TERCIÁRIO	COBERTURAS LATERÍTICAS		Lateritas de natureza ferruginosa.
	MESOZÓICO	CRETÁCEO	FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO		Arenitos finos a grosseiros, siltitos e argilitos caulínicos, de coloração variegada, mal selecionados. Horizontes conglomeráticos.
		JURO-CRETÁCEO	INTRUSÕES BÁSICAS		Diques e soleiras de diabásio.
	PALEOZÓICO	DEVONIANO	FORMAÇÃO ERERÉ		Siltitos cinza, maciços, intercalações rítmicas de siltitos e folhelhos. Arenitos finos a grosseiros, com estratificação cruzada. Folhelho cinza-médio a escuro.
			FORMAÇÃO MAECURU		Arenitos finos a conglomeráticos, brancos a cinza, localmente maciços. Folhelhos subordinados.
		SILURIANO	GRUPO TROMBETAS	FORMAÇÃO MANACAPURU	Arenitos finos a médios, brancos a cinza-claros, castanho-claros a escuros, em parte silicificados.
	ARQUEANO/PROTEROZÓICO	ARQUEANO SUPERIOR A PROTEROZÓICO INFERIOR	SUÍTE METAMÓRFICA XINGU	GRANITO JOÃO JORGE	
GRANODIORITO OCA				Granodioritos e trondhjemitos de coloração cinza-claro, eqügranulares, de granulação média a grossa, exibindo um forte isotropismo estrutural. Mantém em toda a sua extensão uma marcante invariabilidade textural e composicional, com características diatexiticas dominantes. Cataclase localizada e restitos máficos pontuais não-discerníveis em escala microscópica.	
GRANODIORITO ANAPU				Granodioritos, granitos e quartzo dioritos, exibindo diferentes intensidades de deformação estrutural, evoluindo a tipos gnáissicos e migmatíticos. Regionalmente, mostram freqüentes "enclaves" de anfibolitos, particularmente nas fases sódicas, compondo uma típica associação bimodal. Mostram intensa foliação cataclástica, algo regionalizada, instalada sincrônica ou posteriormente à migmatização.	
SUÍTE METAMÓRFICA TRÊS PALMEIRAS			MICAXISTO BACAJÁ		Metavulcanitos félsicos e intermediários associados a metatufos, micaxistos, filitos, quartzitos e formação ferrífera bandada, metamorfizados em fácies xisto-verde a anfibolito e exibindo fraca a moderada anisotropia estrutural.
		ANFIBOLITO ITATÁ		Actinolita xistos e anfibolitos ortoderivados, de granulação fina, exibindo forte e intensa deformação estrutural, metamorfizados em baixo e médio graus e atravessados discordantemente por veios de quartzo, geralmente com mineralização aurífera.	
ARQUEANO MÍDIO		GRANOLITO BACAJÁ		Catametamorfitos de composição sódica e potássica dominante, com tipos básicos subordinados. Granolitos enderbíticos e charnockíticos, com acentuada cataclase superposta. Provavelmente, representam núcleos antigos preservados do policiclismo anatético, gerador do espessamento crustal.	

Embora não se tenha definido a natureza desses lineamentos nordeste/sudoeste, verifica-se que são paralelos, respectivamente, ao Lineamento Jari-Falsino, situado na porção norte da Província Amazônia Oriental e ao Lineamento Curuá-Iriri, registrado a oeste da Província Amazônia Ocidental.

Os lineamentos NNE-SSW e NNW-SSE representariam, segundo Amaral (*in* Almeida & Hasui, *op. cit.*), o reflexo dos empurrões sofridos pelo bloco da Província Amazônia Oriental, nos seus limites com a Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia. É bem possível que se trate de fraturas de distensão, considerando o seu paralelismo com o Lineamento Cassiporé, no qual ocorrem extensos diques de rocha básica, provavelmente ligados ao evento de deriva Brasil-África, ocorrido em tempos mesozóicos.

A escassez de afloramentos com visão tridimensional das estruturas impediu, na quase-totalidade dos casos, de se determinar a atitude das falhas ou o movimento relativo dos blocos contíguos. Entretanto, a relativa retilinidade apresentada em aerofotos e imagens de radar da maioria dos traços de falhas e fraturas, tanto de segmentos de rios e igarapés como de cristas, mesmo em áreas de relevo montanhoso, como na serra do Escalaço, pressupõe a indicação de fortes mergulhos superiores a 60° dos planos de ruptura. As falhas estão representadas por faixas de largura variada de cataclastos, concordantes ou discordantes com a estrutura NW-SE regional, freqüentemente silicificadas, levemente alteradas em relação às rochas circundantes.

### 2.3 Arcabouço Tectonogeológico

Em aceitação da metodologia adotada pelo Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, a tectonogeologia passa a ser analisada e discutida em função de subdivisão mostrada na figura 2.1, a qual discerne e caracteriza as unidades cartografáveis na escala de apresentação proposta neste trabalho.

#### 2.3.1 Áreas do Embasamento Arqueano – Granolito Bacajaí

No curso do mapeamento foi identificada e individualizada, a sul da área trabalhada, uma faixa de metamorfitos de alto grau, de dimensões relativamente pequenas e cujas exposições estão representadas nas estações VR-70, JL-266, AV-05, AV-06, AV-12 e AV-71, sugerindo, sobremaneira, a

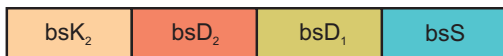
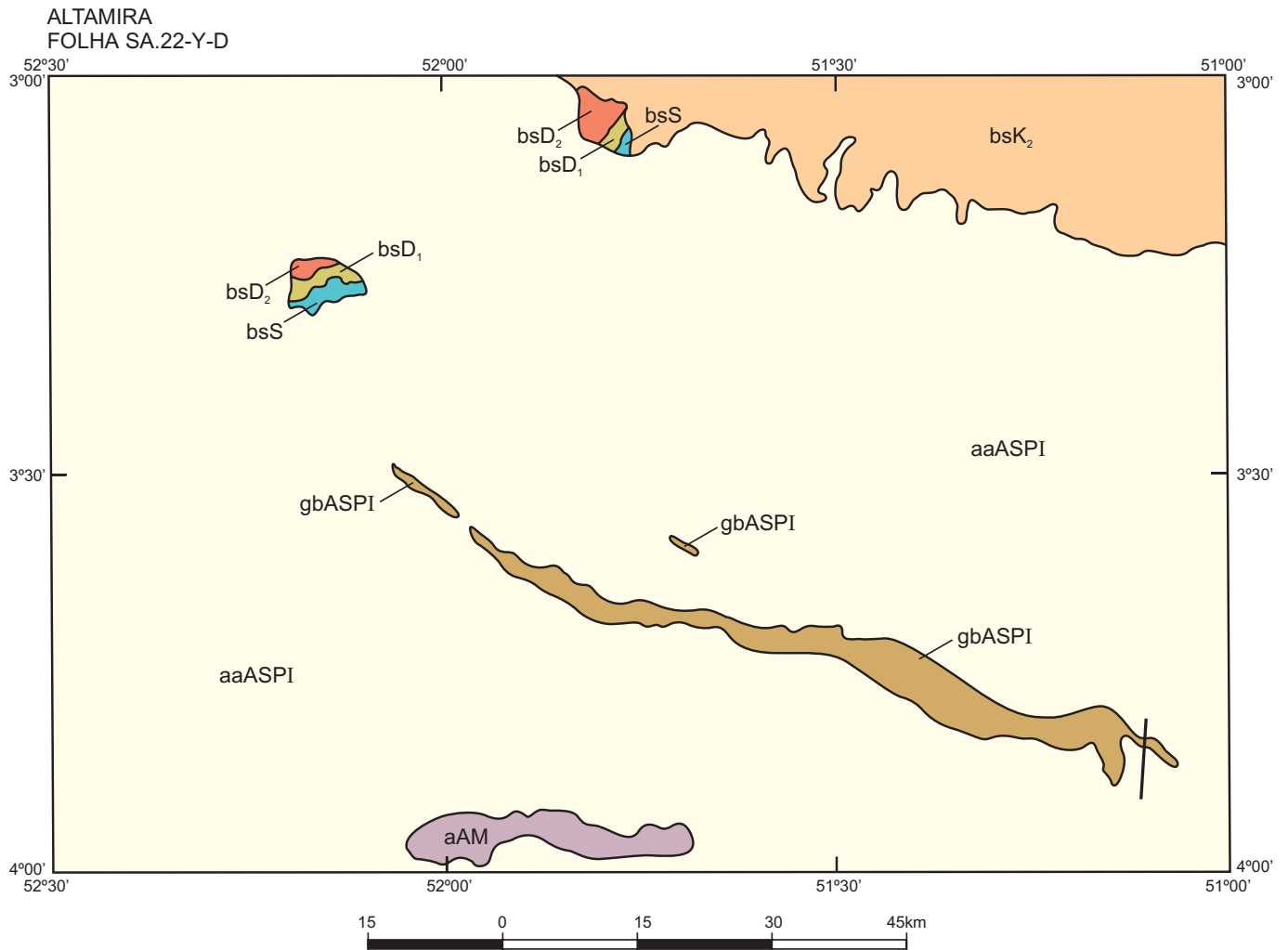
existência de um provável núcleo antigo ou área de embasamento arqueano. Esses catametamorfitos, que recebem neste trabalho a designação estratigráfica formal – na hierarquia formacional – de granolitos Bacajaí, têm posicionamento espacial nas proximidades das suítes metamórficas Três Palmeiras e Xingu, às quais se atribui uma caracterização de terrenos como o do tipo granito-*greenstone*, compondo, dessa forma, o paradoxo cratônico, segundo alguns estudiosos (Katz, 1973).

Os tipos petrográficos oscilam enormemente em composição, desde intermediária a extremamente ácida, com alguns espécimes portadores de ortopiroxênio e outros não-pertencentes à zona hiperstênica regional. Destacam-se, dessa forma, variedades granoblásticas (Granito *s.s.*) (fotomicrografia 1), que apresentam em sua paragênese mais comum quartzo, oligoclásio, mesopertita, biotita e hornblenda ± diopsídio. Os tipos monzoníticos (fotomicrografia 2) são raros em ocorrência. As variedades portadoras de ortopiroxênio têm uma paragênese do tipo hiperstênio, biotita, plagioclásio, diopsídio, hornblenda e quartzo, como elementos majoritários, constituindo granolitos predominantemente enderbíticos. Neste trabalho foi adotado o termo “Granolito” em substituição ao termo “Granulito”, segundo a proposição de Winkler & Sen (1973).

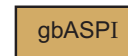
A associação mineralógica, apresentada pelos catametamorfitos da área, é resultante de fatores físico-químicos inerentes à fácies granolito, envolvendo a atuação simultânea das variáveis pressão e temperatura. Fyfe & Turner (1966) consideram que as rochas pertencentes à fácies granolito podem ser mineralogicamente subdivididas em função dos regimes de pressão.

Qualquer tentativa de identificação genética ou de reconhecimento dos protólitos dos granolitos, se orto ou paraderivados, é sensivelmente prejudicada pela obliteração dos caracteres texturais, estruturais e composicionais (químicos e mineralógicos) primitivos, comuns aos terrenos granolíticos arqueanos, em consequência da convergência dos processos magmáticos e catametamórficos, gerando iguais caracteres.

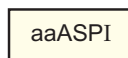
As médias das concentrações químicas dos elementos maiores normativas (CIPW), a abundância média de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes aos catametamorfitos Bacajaí estão contidos na tabela 2.1, sendo utilizados, principalmente, na elaboração de diagramas binários e ternários discriminantes, com o objetivo de reconhecer o protólito em critério petroquímico. Alguns diagramas foram selecionados, tais como os ternários Or-Ab-An (figura 2.2) e



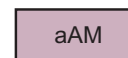
Bacia do Tipo Sinéclise: (Formação Alter do Chão – K<sub>2</sub>; Formação Ererê – D<sub>2</sub>; Formação Maecuru – D<sub>1</sub>, e Grupo Trombetas – S)



Greenstone Belt (Suíte Metamórfica Três Palmeiras)



Área de Crosta Siálica Espessada Policíclicamente (Suíte Metamórfica Xingu)



Área de Embasamento Arqueano (Granolito Bacajá)

Figura 2.1 – Unidades tectônicas.

Q-Ab-Or (figura 2.3), normativos e binários Ni x índice de Larsen (fig. 2.4), Ca/Sr x índice de Larsen (figura 2.5) e V x índice de Larsen (figura 2.6). A análise do posicionamento dos pontos representativos dos catametamorfitos Bacajaí, mesmo levando em consideração o limitado número de amostras, é mais sugestiva de uma origem ígnea do que sedimentar.

O posicionamento dos pontos figurativos dos granolitos Bacajaí, no diagrama AFM (figura 2.7), revela um magmatismo de caráter essencialmente calcialcalino – Irvine & Baragar (1971) – posicionando-se no *range* composicional da série hipersênica de Kuno (1968a), sendo coincidente com as clássicas séries calcialcalinas.

A faixa de variação composicional, em termos de SiO<sub>2</sub>, nos granolitos Bacajaí (57 a 72%), a razão FeO<sub>2</sub> + Fe<sub>2</sub>O/MgO (média 2,5) superior a 2,0, a razão K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O aproximadamente igual a 1,0 (média de 1,3), uma razão K/Rb em torno de 230 (figura 2.8) e os valores em K (média 4,1%) atestam uma forte similaridade com as rochas calcialcalinas modernas ricas em potássio, do tipo margem continental ou andina, de Jakes & White (1972), o que poderia denunciar que o protólito Bacajaí re-

presentaria um episódio calcialcalino do tipo continental no Arqueano da região.

O reduzido número de amostras analisadas para o Granolito Bacajaí, bem como a ausência de dados sobre a geoquímica dos elementos de terras-raras, impõem algumas restrições para melhor entendimento do processo petrológico e geoquímico, relacionado ao desenvolvimento crustal arqueano, na área trabalhada. A utilização dos dados geoquímicos para as associações rochosas da fácies anfíbolito, acoplados com os dados para as espécies da fácies granolito é de valia para o direcionamento de esforços visando classificar os processos gerais formadores da crosta arqueana; dessa forma, coloca-se em discussão a qualificação do núcleo antigo (área de embasamento arqueano) para os granolitos da região como um tipo tectônico bem estabelecido.

### 2.3.2 Greenstone Belt – Suíte Metamórfica Três Palmeiras

Do contexto geológico regional merece destaque o cinturão vulcano-sedimentar que se apresenta sob a forma de uma faixa alongada, de direção

Tabela 2.1 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes ao Granolito Bacajaí.

		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO		
X̄		62,9	15,2	2,0	4,2	2,4	4,6	3,0	4,1	0,6	0,3	0,08		
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
S		5,9	1,2	0,2	2,7	1,4	2,4	8,0	2,8	0,2	0,1	0,04		
Valores	máximo	72,1	16,6	2,3	8,3	4,1	8,1	4,0	7,0	0,8	0,6	0,01		
	mínimo	57,3	14,0	1,7	0,8	0,5	1,3	1,8	0,5	0,3	0,1	0,00		
		qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol	
X̄		15,8	24,5	25,1	15,6	0,1	3,9	9,3	2,9	0,03	1,1	0,8	–	
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	–	
Valores	máximo	29,9	41,5	34,3	35,3	0,7	9,5	21,9	3,4	0,2	1,6	1,5	–	
	mínimo	0,4	2,9	15,6	5,7	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,5	0,3	–	
		Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb
X̄		1.130	18	80	15	30	60	50	15	600	60	30	260	160
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S		670	10	68	10	32	37	42	4	570	37	16	365	137
Valores	máximo	2.000	30	200	30	70	100	100	20	1.500	100	50	>1.000	380
	mínimo	100	5	30	5	5	0	10	10	0	10	10	70	0

X̄ – Média aritmética.

N – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão



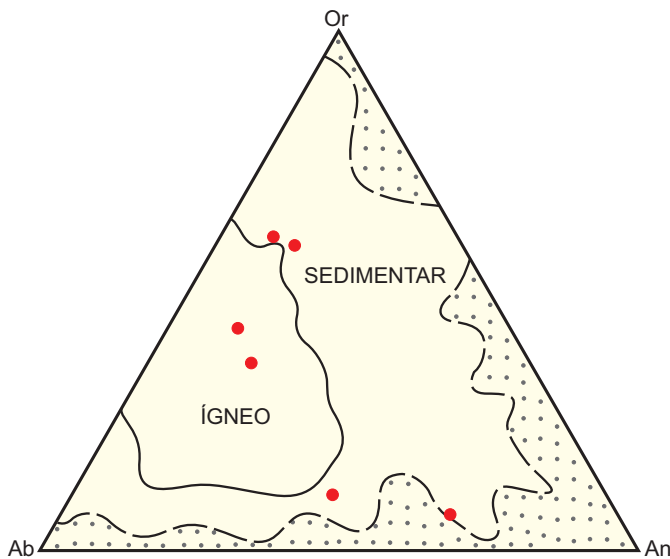


Figura 2.2 – Diagrama Ternário Or - Ab - An normativo, em questão plotados os espécimes representativos do Granulito Bacajaí. Os limites dos campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada) são de Shaw (1972). Área pontilhada livre.

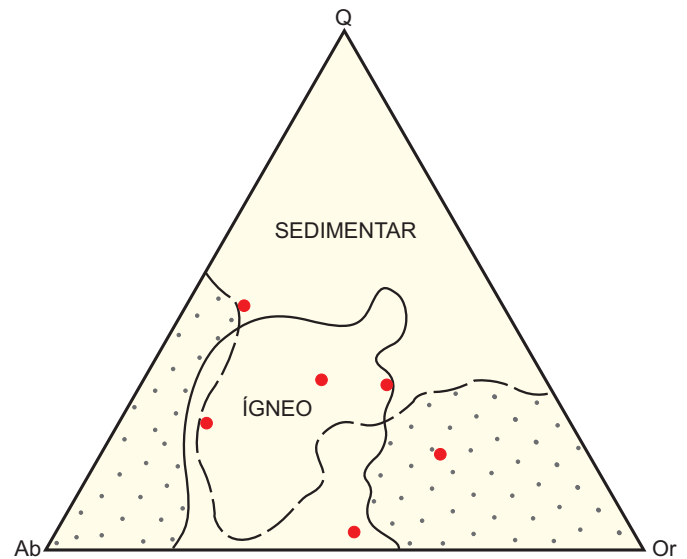


Figura 2.3 – Diagrama ternário Q - Ab - Or normativo em que estão plotados os pontos figurativos do Granulito Bacajaí. Os campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada), segundo Shaw (1972). Área pontilhada livre.

geral NW-SE, constituindo serras que se sobressaem do peneplano e cujas características geológicas denunciam tratar-se de uma seqüência tipo *greenstone belt*, recebendo a designação formal de Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Os dados geológicos, de campo e laboratoriais, permitiram na escala proposta – uma subdivisão estratigráfica dessa seqüência em duas unidades na hierarquia formacional, designadas de Anfibolito Itatá e Micaxisto Bacajaí, assim espacialmente ordenadas da base para o topo.

O Anfibolito Itatá compreende uma seqüência rochosa, de composição essencialmente máfica, metamorfizada em fácies xisto-verde a anfibolito inferior, enquanto o Micaxisto Bacajaí é representado por epimetamorfitos de mais largo *range* composicional, envolvendo, predominantemente, metavulcanitos félsicos ácidos e, subordinadamente, quartzitos, quartzitos ferruginosos, filitos grafitosos e, ocasionalmente, turmalinitos.

O Anfibolito Itatá compreende variedades petrográficas tipo actinolita xisto a anfibolito, tendo, mais comumente, as seguintes associações minerais:

- actinolita-plagioclásio-zoisita-opacos-apatita-leucóxênio;

- actinolita-plagioclásio-quartzo-opacos-apatita-titanita;
- hornblenda-plagioclásio-quartzo-titanita-zoisita-opacos;
- hornblenda-plagioclásio-clinopiroxênio-titanita-apatita.

Essas variedades constituem rochas faneríticas de granulação média (fotomicrografia 3) e fina (fotomicrografia 4), de coloração esverdeada, com moderada a forte orientação preferencial de seus minerais constituintes.

A textura exibida é predominantemente nematoblástica nos tipos que sofreram mais intenso metamorfismo e deformação (fotomicrografias 3 e 4), resultando em mais profundas transformações mineralógicas e texturais. Contudo, variações na intensidade metamórfica e deformacional favoreceram, em alguns casos, a parcial preservação de arranjos texturais blastofíticos nos tipos básico (fotomicrografia 5), porfírico e básico-intermediário (fotomicrografia 6), denunciando a pretérita natureza basáltico-gabróide e basáltico-andesítica como protólitos do Anfibolito Itatá.

O Micaxisto Bacajaí compreende variedades petrográficas predominantemente do tipo metadacito, transformado a quartzo-sericita xisto, mostrando pro-

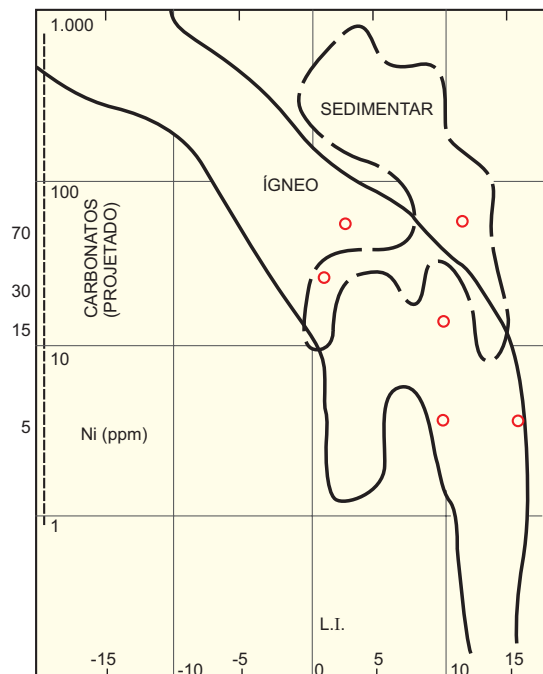


Figura 2.4 – Diagrama Ni x índice de Larsen, em que estão plotados os pontos representativos da unidade Bacajaí. Os campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada), segundo Shaw (1972).

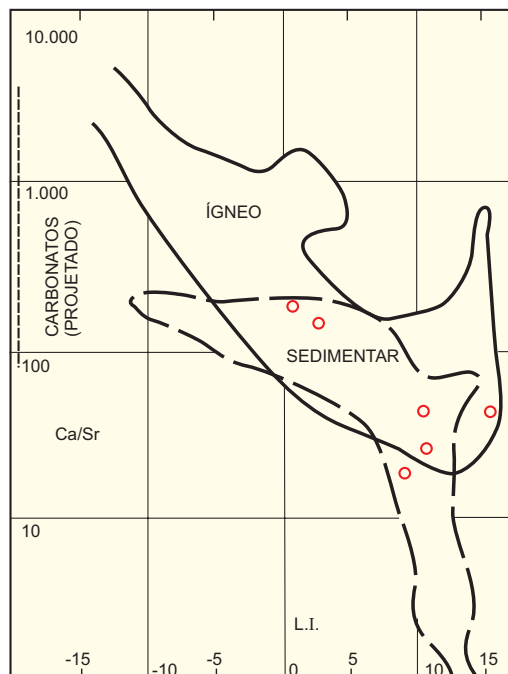


Figura 2.5 – Diagrama Ca / Sr x índice de Larsen, em que estão plotados os pontos figurativos do Granolito Bacajaí. Os campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada), segundo Shaw (1972).

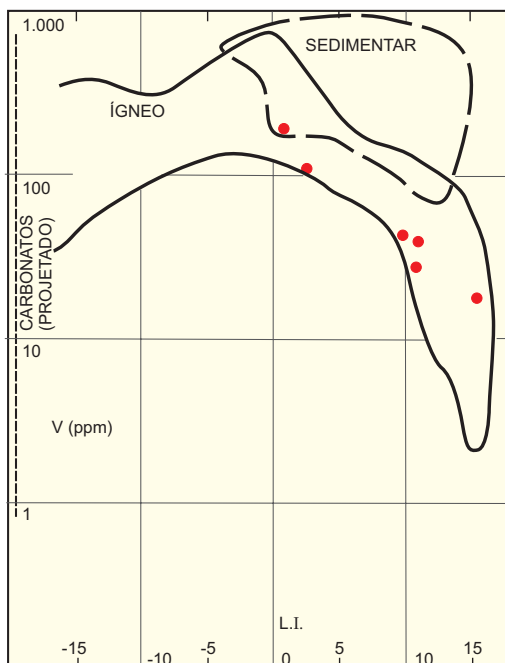


Figura 2.6 – Diagrama V x índice de Larsen, em que estão plotados os pontos representativos do Granolito Bacajaí, os campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada), segundo Shaw (1972).

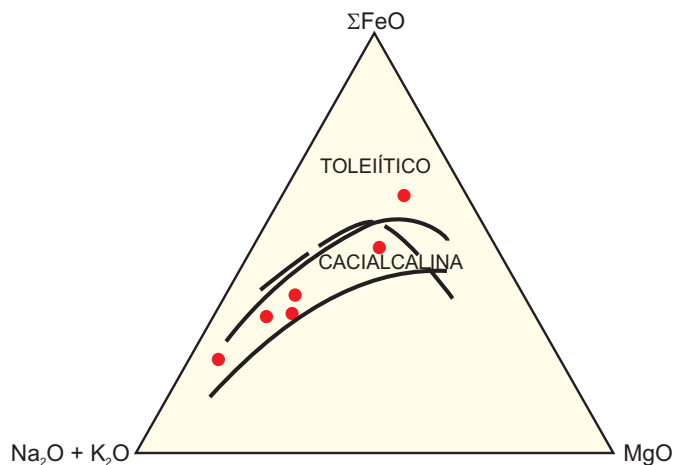


Figura 2.7 – Diagrama AFM em que estão plotados os pontos representativos do Granolito Bacajaí. A linha tracejada representa o limite composicional entre as séries toleíticas e calcialcalinas definido por Irvine & Baragar (1971) e as linhas sólidas representam o limite da série hiperstênica de Kuno (1968a).

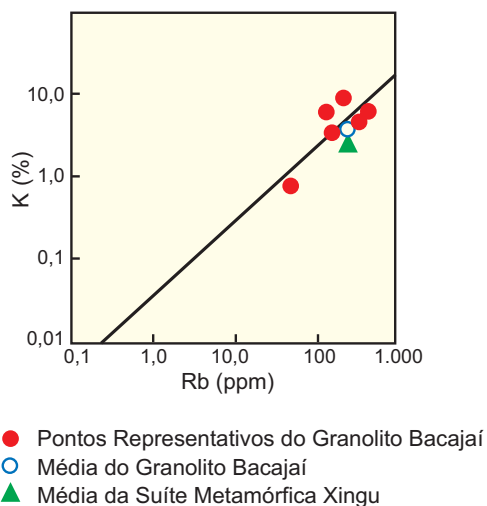


Figura 2.8 – Diagrama mostrando o relacionamento  $KxRb$  para os litótipos do Granolito Bacajá. A linha contínua representa o “Main Trend” de Shaw (1968).

nunciada xistosidade (fotomicrografia 7), igualmente observada no tipo quartzito ferruginoso subordinado (fotomicrografia 8). Com relativa freqüência os meta-dacitos preservam caracteres texturais originais, blastoporfiríticos, com destacados fenocristais mantendo o idiomorfismo e aspecto piramidal (fotomicrografia 9), imersos em matriz microcristalina, em avançado estado de sericitização. O evento metamórfico foi polifásico, gerando um mínimo de três superfícies de deformação ou planos de xistosidade (fotomicrografia 10) e microdobras desenvolvidas por cisalhamento (fotomicrografia 11).

As observações petrográficas atestam, dessa forma, que a Suíte Metamórfica Três Palmeiras representa um pretérito magmatismo vulcanogênico de dominante composição basáltica, seguido, em menor proporção – ao nível atual de observação – por manifestações félsicas de natureza essencialmente dacítica, culminando ou intercalando com localizada sedimentação pelítica e psamítica. Esses espécimes litológicos foram, posteriormente, afetados por um evento metamórfico dinamo-termal regionalizado, polifásico, envolvendo anisotropias estruturais, tais como catáclase e cisalhamento superpostos a uma xistosidade de escala penetrativa. As variáveis físico-químicas do processo metamórfico foram, espacial e temporalmente, heterogêneas, como atestado pelas peculiaridades texturais e composicionais mineralógicas existentes e observadas, possibilitando a identificação do litótipo precursor ou protolítico da Suíte Metamórfica Três Palmeiras.

Os trabalhos de campo, associados a intensos e extensivos estudos laboratoriais petrográficos e geoquímicos dos litótipos componentes da Suíte Metamórfica Três Palmeiras, denunciam essa seqüência como do tipo *greenstone belt*, fundamentado, principalmente, na sua associação litológica, no grau de metamorfismo, no posicionamento geotectônico – tipicamente intracratônico –, no potencial metalogenético, no estilo estrutural-deformativo, na sua idade aparente e no padrão geológico associativo granito-*greenstone*.

Objetivando caracterizar geoquimicamente os litótipos do Anfíbolito Itatá, análises químicas para óxidos maiores e elementos-traço estão contidas (teores médios) na tabela 2.2, a qual contém, adicionalmente, os valores (médios) dos principais minerais normativos CIPW.

As observações microscópicas atestam uma origem ígnea básica para o Anfíbolito Itatá, eliminando qualquer tentativa de atribuir-lhe um antecedente sedimentar. A evidência petrográfica de uma origem primitiva ígnea é corroborada pelo quimismo apresentado. A distinção química entre anfíbolitos orto e paraderivados é geralmente denunciada pela variabilidade de  $C$  com o aumento em  $Mg$ , correlação esta variável em função dos estágios de diferenciação magmática. Os pontos representativos do Anfíbolito Itatá são plotados no diagrama binário  $C \times Mg$  (Leake, 1964) (figura 2.9) e no ternário  $100Mg \times C \times (al - alk)$  (figura 2.10) (Leake, *op. cit.*), posicionando-se ambos os casos ao longo da linha representativa para o *trend* dos diabásios Karroo, à altura do seu estágio médio de diferenciação, indicando uma derivação ígnea básica. Essas observações encontram suporte adicional pela visualização de uma significativa correlação positiva com o *trend* de diferenciação linear dos elementos de transição  $Cr$  e  $Ni$ , cujas concentrações são plotadas x valores de  $Mg$  (figura 2.11), sendo esse fator considerado como o índice do grau de fracionamento. Os litótipos componentes da unidade Itatá pertencem a uma série magmática subcalina, caracterizada como do tipo toleítico, como decorrência de sua evolução, apresentando um notável enriquecimento em ferro, como observado no diagrama AFM (figura 2.12) de Irvine & Baragar (*op. cit.*). Esse fato é reforçado pelos diagramas binários de variação  $FeOt \times FeOt/MgO$  (figura 2.13) e  $TiO_2 \times FeOt/MgO$  (figura 2.14), em que o *trend* toleítico típico mostra um enriquecimento inicial em  $FeOt$  e  $TiO_2$ , com um máximo durante a cristalização fracionada, cujo grau é mensurável, nesses diagramas, pela razão  $FeOt/MgO$ .

Tabela 2.2 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes à unidade Anfibolito Itatá.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			
$\bar{X}$	50,12	15,37	3,72	8,67	6,16	10,17	2,11	0,34	1,15	0,47	0,18			
n	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22			
S	2,21	0,73	1,11	1,46	1,43	1,26	0,70	0,26	0,26	0,10	0,03			
Valores	máximo	55,90	16,10	7,90	10,70	10,80	12,30	4,00	1,10	1,70	0,58	0,25		
	mínimo	46,20	12,9	2,20	5,50	3,90	7,00	1,30	0,11	0,50	0,28	0,13		
	qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol		
$\bar{X}$	4,34	2,03	18,18	31,98	–	12,86	22,78	3,86	–	2,23	1,13	–		
n	22	22	22	22	–	22	22	22	–	22	22	–		
Valores	máximo	11,42	6,65	27,71	36,11	–	24,62	37,47	4,69	–	3,26	1,40	–	
	mínimo	0,15	0,66	11,16	21,08	–	4,01	12,88	2,97	–	0,97	0,68	–	
	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb	
$\bar{X}$	190	64,29	348,57	81,43	141,79	21,43	10,54	30,36	182,14	208,57	27,68	58,93	–	
n	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	–	
S	212,24	13,99	214,14	57,12	59,57	5,91	2,08	7,93	152,88	101,24	8,11	18,92	–	
Valores	máximo	1.000	100	700	200	300	50	20	50	500	500	50	100	–
	mínimo	20	50	20	15	20	20	10	20	100	70	15	20	–

$\bar{X}$  – Média aritmética.

n – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão.

Engel *et al.* (1965) definiram uma nova classe de basaltos toleióticos, largamente denominados de toleiótos oceânicos ou abissais, tendo características químicas algo distintas dos demais ambientes tectônicos, tais como margens continentais ativas, arcos-de-ilha e intracontinentais. Uma análise comparativa dos dados químicos disponíveis do Anfibolito Itatá, com os toleiótos de diferentes ambientes tectônicos, mostra mais similaridade e coerência com os toleiótos abissais do que com os toleiótos dos arcos-de-ilha, embora alguns diagramas discriminantes mostrem uma superposição ou não-discriminação clara entre esses dois ambientes.

Pearce & Cann (1973) elaboraram um diagrama de discriminação Ti x Zr onde definiram os campos dos basaltos do assoalho marinho dos toleiótos pobres em potássio, e dos basaltos calcialcalinos; e um diagrama Zr/Y x Zr, discriminando diferentes ambientes tectônicos, devendo-se a escolha desses elementos ao fato de serem eles considerados os elementos de menor mobilidade geoquímica durante os processos de redistribuição, causados pelo metamorfismo e metassomatismo. As amostras representativas do Anfibolito Itatá foram plota-

das nesses diagramas (figuras 2.15 e 2.16), indicando tratar-se de um toleióto pobre em potássio, cujo ambiente tectônico (se abissal ou de arco-de-ilha) não é claramente discriminado, ao contrário do diagrama Ti/Cr x Ni, de Beccaluva *et al.* (1979) (figura 2.17), onde se observa a tendência do Anfibolito Itatá de pertencer aos toleiótos de fundo oceânico.

Outras evidências, objetivando uma caracterização do Anfibolito Itatá em termos de ambiente tectônico, são visualizadas nos diagramas discriminantes FeO x FeOt/MgO e SiO<sub>2</sub> x FeO/MgO (figura 2.18), TiO<sub>2</sub> x FeO/MgO (figura 2.19), V x Cr (figura 2.20) e Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O x Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O (figura 2.21), onde se pode deduzir não haver uma definição clara se esses toleiótos são de fundo oceânico ou de arco-de-ilha. Visando uma correlação em termos de abundância, as usuais variações composicionais das séries toleióticas dos diferentes ambientes tectônicos são comparadas às do Anfibolito Itatá na tabela 2.3.

O trabalho em nível de reconhecimento, executado na área da Folha Altamira, envolvendo fundamentalmente observações de campo, petrográficas e interpretação fotogeológica e geoquí-

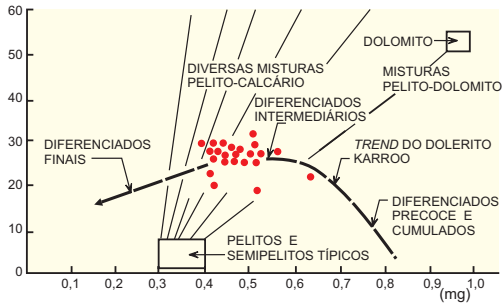


Figura 2.9 – Diagrama C x Mg (valores de Niggli) para os litótipos da unidade Anfibolito Itatá (Leake, 1964).

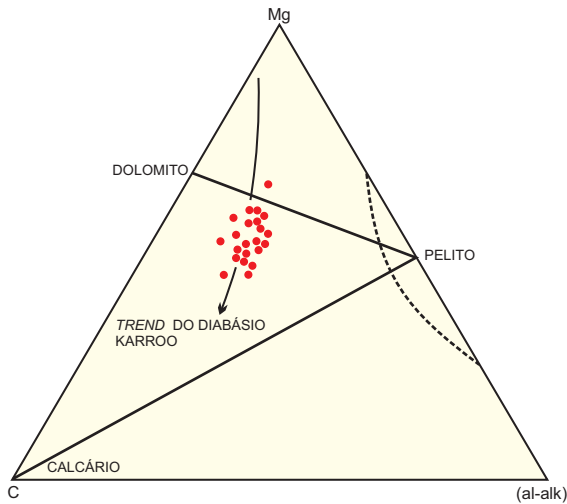


Figura 2.10 – Diagrama ternário 100Mg x Cx (al - alk) para os anfibólitos da unidade Anfibolito Itatá (Leake, 1964).

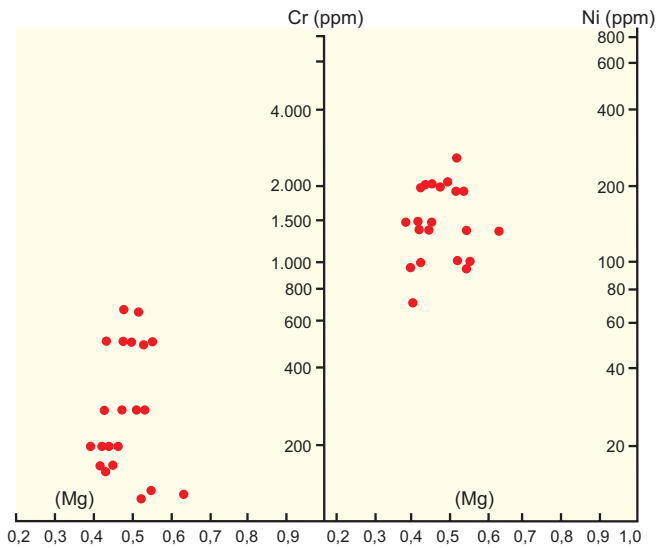


Figura 2.11 – Diagramas Cr e Ni x Mg, mostrando o comportamento dos pontos representativos do Anfibolito Itatá.

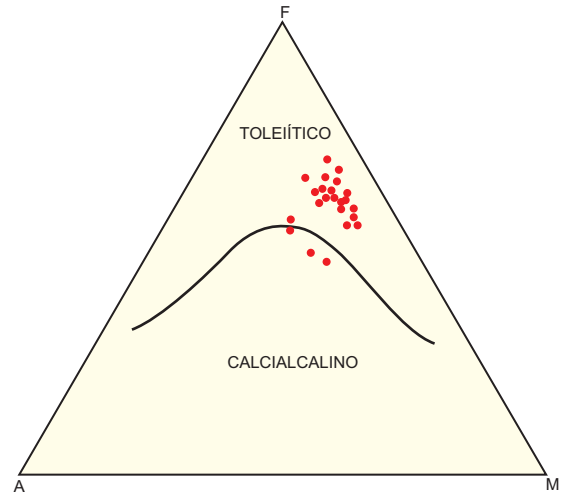


Figura 2.12 – Diagrama ternário AFM mostrando o comportamento do Anfibolito Itatá. A linha contínua representa o limite entre os campos toleítico e calcialcalino (Irvine & Baragar, 1971).

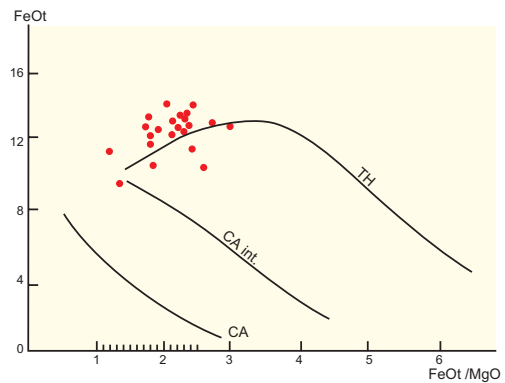


Figura 2.13 – Diagrama FeOt x FeOt / MgO mostrando a distribuição dos pontos que representam o Anfibolito Itatá. TH = toleítico; CA int. = calcialcalino intermediário; CA = calcialcallino.

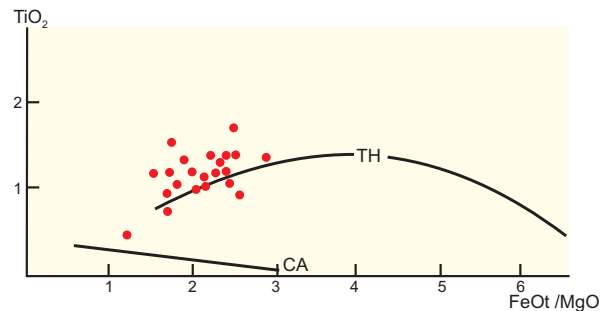


Figura 2.14 – Diagrama TiO<sub>2</sub> x FeO<sub>t</sub> / MgO, em que estão plotados os pontos figurativos do Anfibolito Itatá. TH = toleítico; CA = calcialcalino.

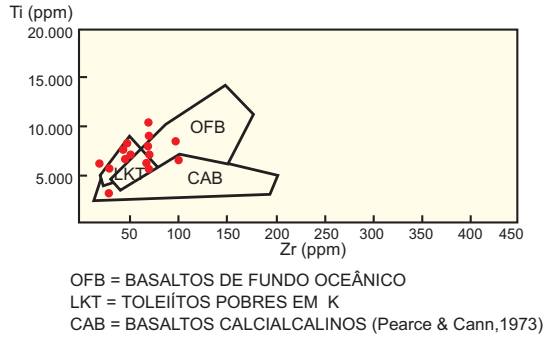


Figura 2.15 – Diagrama Ti x Zr, onde estão plotados pontos representativos do Anfibolito Itatá.

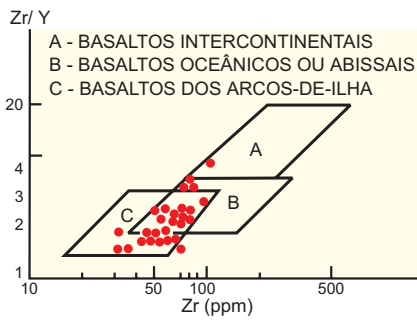


Figura 2.16 – Diagrama Zr / Y x Zr, onde estão representados os pontos figurativos do Anfibolito Itatá (Pearce & Cann, 1973).

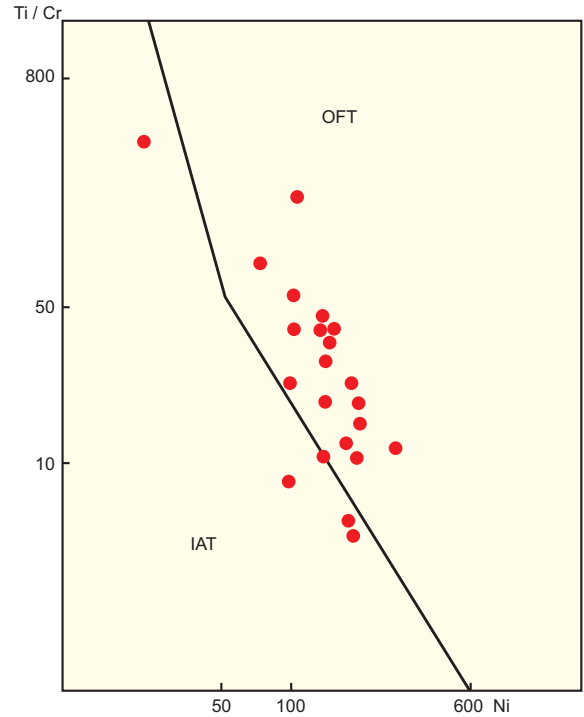


Figura 2.17 – Diagrama Ti / Cr x Ni para os anfibolitos da unidade Anfibolito Itatá. OFT - campo dos toleíitos de fundo oceânico; IAT- campo dos toleíitos dos arcos-de-ilha, como definidos por Beccaluva et al. (1979).

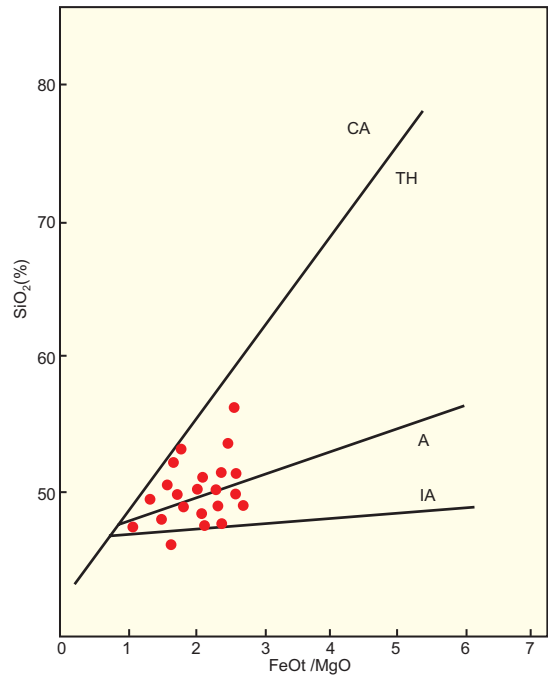
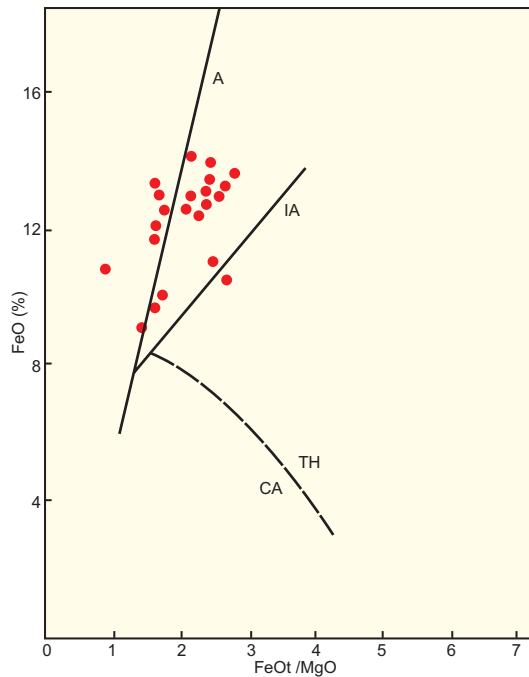


Figura 2.18 – Diagramas FeO x FeOt / MgO e SiO<sub>2</sub> x FeOt / MgO para o Anfibolito Itatá. Os campos correspondentes aos toleíitos continentais (TH); toleíitos abissais (A); toleíitos de arcos-de-ilha (IA) e basaltos calcialcalinos são indicados (Miyashiro, 1975).

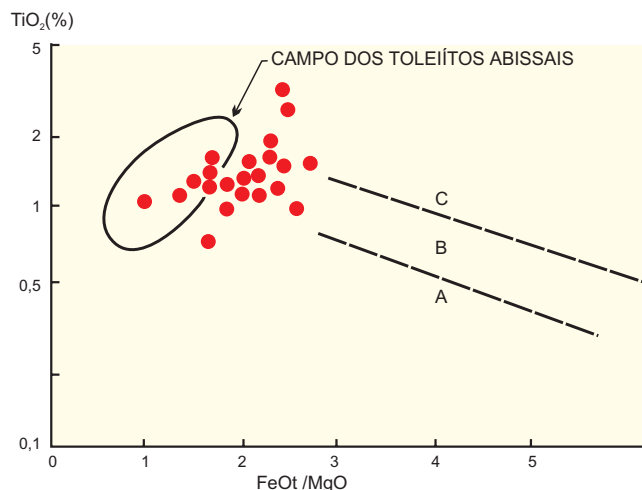


Figura 2.19 – Diagrama  $TiO_2 \times FeOt / MgO$ , mostrando o posicionamento do Anfibolito Itatá. A = campo calcialcalino; B = CA + toleítico; C = campo toleítico.

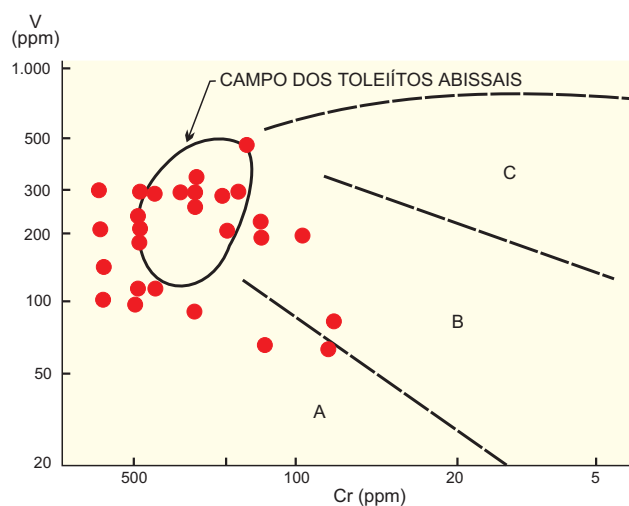


Figura 2.20 – Variação do teor de vanádio com o aumento do fracionamento representado na abscissa pelo Log. Cr, considerando o posicionamento como função da razão  $FeO / MgO$  em que estão plotados os pontos representativos do Anfibolito Itatá. A = campo calcialcalino; B = campo Ca + toleítico; C = campo toleítico.

mica, permite comprovar uma analogia ou correlação geológica com os epimetamorfitos Vila Nova, como estudados por Jorge João *et al.* (1978; 1979).

A Suíte Metamórfica Três Palmeiras é, pois, composta por uma associação litológica com dominância de metabasitos e subordinados metafelsitos (lítotipos marcantes), metamorfizada em fácies xisto-verde e, mais raramente, em fácies anfibolito inferior (fácies metamórfica), exibindo um padrão estru-

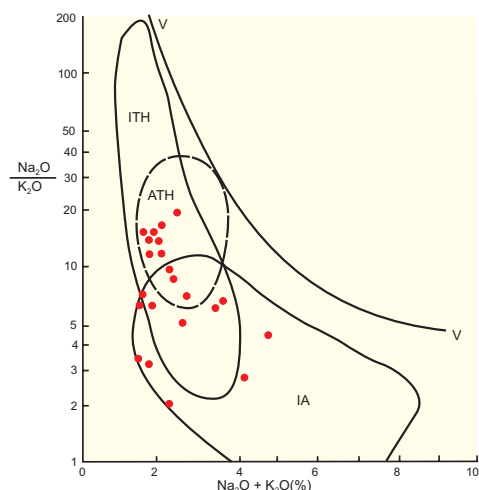


Figura 2.21 – Diagramas  $Na_2O / K_2O \times Na_2O + K_2O$  mostrando o posicionamento dos pontos figurativos da unidade Anfibolito Itatá. A linha V - V representa o limite superior da razão  $Na_2O + K_2O$ . ITH, ATH e IA representam os campos composicionais dos toleíitos islandáticos, abissais e de arcos-de-ilha, respectivamente.

Tabela 2.3 – Variações composicionais das séries toleíticas em diferentes ambientes tectônicos. As variações composicionais do Anfibolito Itatá são mostradas para comparação.

	Arcos-de-ilha	Abissal	Ilhas Oceânicas	Anfibolito Itatá
FeO/MgO	1 - 7	0,8 - 2,1	0,5 - 2,5	0,5
SiO <sub>2</sub> (%)	46 - 76	47 - 51	45 - 65	46 - 56
FeO <sub>t</sub> (%)	6 - 16	6 - 14	8 - 16	7,7 - 18
Na <sub>2</sub> O(%)	1,1 - 3,6	1,7 - 3,3	0,7 - 4,5	1,3 - 4,0
K <sub>2</sub> O(%)	0,1 - 2,0	0,07 - 0,40	0,06 - 2,0	0,1 - 1,1
TiO <sub>2</sub> (%)	0,3 - 2,0	0,7 - 2,3	0,2 - 5,0	0,5 - 1,7

tural e deformativo sinformal, com dobras apertadas e cisalhadas (estrutural), mostrando características metalogenéticas propícias para mineralizações auríferas, como se depreende das ocorrências, indícios, garimpos e mina existentes (metalogenia). Em adição, essa unidade exhibe, em planta, formas alongadas de contornos algo curvilíneos, por efeito de emplaçamento granítico em ambiente sincinemático (morfologia), situando-se no interior do Cráton Amazônico (posicionamento geotectô-

nico) e em íntimo relacionamento espacial com terrenos graníticos. Esses fatos denunciam um arcabouço tectonogeológico, cujo processo evolutivo é atribuído ao Arqueano, de forma análoga a outros terrenos arqueanos ocorrentes em outros crátons.

O entendimento do processo evolutivo e o conseqüente modelamento do arcabouço tectonogeológico passa, necessariamente, pela análise globalizada do contexto geológico regional, a partir de evidências encontradas no campo. Dessa forma, salienta-se o posicionamento cronológico subjacente da Suíte Metamórfica Três Palmeiras em relação à Suíte Metamórfica Xingu, na medida em que na área trabalhada são observadas camadas centimétricas e métricas de anfibolito em disposição estrutural conformável com os granitóides da Suíte Metamórfica Xingu. Esses mesoencraves compreendem partes relictuais, sobrevividas ao mais intenso processo granito-migmatizante, em oposição ao megaencrave destacado na paisagem geológica, com condições de cartografia na escala proposta (1:250.000) e de designação estratigráfica formal. Assim, o Anfibolito Itatá (megarremanescente) e (xenólitos anfibolíticos disseminados na massa granítica mostram – com base na similaridade composicional e de conformabilidade estrutural – uma relação parental, que constitui uma linha de evidências favorecendo a idéia ou concepção de que Suíte Metamórfica Xingu é polidomodiápira – sincinematicamente intrusiva na Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Isso denuncia, sobremaneira, a aparente ausência de um embasamento siálico na área trabalhada e sugere a existência de uma crosta primitiva máfica.

A marcante dualidade litológica granito (s.l.) - anfibolito, caracterizando uma típica associação bimodal, tem alta significância para muitos investigadores dos terrenos, arqueanos, com destaque para Barker & Peterman (1974), que atribuem a essa associação o resultado de metamorfismo atuante sobre rochas vulcânicas dacíticas e toleíticas, componentes de uma crosta oceânica primitiva. Dessa forma, os litótipos da Suíte Metamórfica Três Palmeiras, atuando como material máfico crustal primitivo, teriam sofrido fusões parciais nas suas partes mais inferiores – em conseqüência do regime térmico reinante no Arqueano – produzindo granitóides sódicos a sódico-potássicos, cuja ascensão diapírica sincinemática metamorfozou, deformou e granitomigmatizou as litologias da Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Esse processo de fusão, além de ser parcial, atuou sobre material máfico refratário, resultando na preservação de

mega e mesorremanescente, e constituindo, sobretudo, uma típica associação bimodal (granito-*greenstone*) representada, na área mapeada, pelas suítes metamórficas Xingu e Três Palmeiras, com esta pré-datando aquela, como material sísmico precursor.

### **2.3.3 Área de Crosta Siálica Espessada Políclicamente – Suíte Metamórfica Xingu**

A Suíte Metamórfica Xingu é a unidade estratigráfica de maior superfície ocorrente na região trabalhada, sendo essencialmente representada por granitóides cujos litótipos mostram estágios metatexiticos e diatexiticos englobando uma enorme variedade de mesoestruturas. Fundamentada em critérios petrográficos-composicionais e de evolução petrogeológica, é proposta uma subdivisão em tipos tonalito-granodioríticos e graníticos na hierarquia formacional, representando, respectivamente, fases essencialmente sódicas e essencialmente potássicas, emplaçados em ambiente magmatectônico sincinemático. Granodiorito Anapu, Granodiorito Oca e Granito João Jorge são as designações estratigráficas formais atribuídas a esses episódios que constituem, na região, partes de uma ciclicidade magmática mais extensiva, sendo o posicionamento cronoestratigráfico dessas unidades mostrado no quadro 2.1 e justificável em função de um processo crustal sima-sial adotado para a região. O subjacente cronoposicionamento dos granodioritos Anapu e Oca, em relação ao Granito João Jorge, é aceito e adotado pelo claro entendimento de uma petroevolução, na qual uma intensa e extensiva atividade magmática de composição tonalito-granodiorítica representa um estágio intermediário – no processo evolutivo crustal – entre rochas básicas (Anfibolito Itatá) e rochas ácidas (Granito João Jorge). Esse estágio seria resultante da anatexia ou fusão parcial de uma crosta máfica primitiva, provavelmente representada pelo Anfibolito Itatá, com seus produtos rochosos consolidados em níveis crustais intermediários (mesozona). O processo geológico de evolução crustal, pré-cambriana, culminaria com a fusão dos granitóides Anapu e Oca, atuando como precursores do Granito João Jorge, mais tardios. Assim, o Granito João Jorge representaria uma fase potássica posterior, em relação a uma fase sódica imediatamente anterior, na admissão de uma conceituação petroevolutiva granitódica multiestágica com aplicação justificável para a cronolitoestratigrafia adotada na região.



Os litótipos componentes da Suíte Metamórfica Xingu representam uma extrema variabilidade petrográfica e composicional no *range* ácido e exibem estruturas migmatíticas diversas. Estruturas penetrativas como a intensiva foliação e/ou bandamento, bem como o caráter maciço localizado e fases intermediárias vagamente foliadas, refletem a intensa e extensa heterogeneidade anisótropo-estrutural das litologias ocorrentes. Um dinamometamorfismo adicional e superposto é gerador de estruturas cataclásticas não-penetrativas. A distinção entre as unidades Anapu e Oca baseia-se na peculiar invariabilidade composicional, textural, estrutural e de coloração desta, com destaque para o caráter homófono-plutono-diatexítico, coloração cinza-clara e relevo discernível.

O Granodiorito Anapu é representado, predominantemente, por tonalitos, quartzo dioritos, trondhjemitos e granodioritos, tipicamente sincinemáticos, com foliação, cujo *trend* é NW-SE, tendo como componentes litológicos subordinados mesoenclaves anfíbolíticos em disposição estrutural conformável.

Plagioclásio (oligoclásio-andesina), quartzo e microclina, em ordem decrescente de abundância (fotomicrografias 12 e 13) são as fases minerais essenciais, coexistindo com fases varietais, frequentemente dos tipos biotita e hornblenda, que tendem a se alinharem segundo uma direção preferencial, mostrando, comumente, estruturas migmatíticas diversificadas, de estágio metatexítico.

O Granodiorito Oca é representado por uma associação mineralógica (fotomicrografia 14) algo similar ao Granodiorito Anapu, exibindo, em geral, um marcante isotropismo estrutural e peculiaridades inerentes ao estágio diatexítico. A textura observada é algo comum às duas unidades e mostram um arranjo mútuo inequigranular, em que fenoblastos de plagioclásio e, mais raramente, microclina, contrastam com uma matriz granoblástica ou granolepidoblástica, com diferentes graus de cataclase e milonitização superpostas.

A biotita e a hornblenda são os varietais frequentemente encontrados, tendendo a aglomerarem-se segundo núcleos ou porções restíticas (fotomicrografia 15) ou como níveis ou leitos fortemente orientados, contornando grãos feldspáticos (fotomicrografia 16), nos tipos mais intensamente cataclasados. Nestes, é freqüente a comum associação quartzo-plagioclásio formando intercrescimentos mirmequíticos (fotomicrografia 17). Os acessórios mais comuns são apatita, zircão e opacos.

O Granito João Jorge é representado, essencialmente, por granitos e adamelitos, tipicamente sinci-

nemáticos e orientados segundo uma foliação NW-SE, sendo caoticamente atravessados por discordantes fases aptíticas ou micrograníticas, tardicinemáticas. Microclina, plagioclásio (albita cálcica-oligoclásio sódico) e quartzo (fotomicrografia 18) são as fases minerais majoritárias tendo, subordinadamente, muscovita, biotita e epidoto como minerais varietais.

A textura é comumente porfiroblástica nos tipos sincinemáticos, tendendo à equigranularidade dos tipos tardicinemáticos. Contém freqüentes inclusões de plagioclásio alterado, englobado por blastese potássica (fotomicrografia 19). O plagioclásio mostra contornos hipidioblásticos a xenoblásticos, com intensa alteração a sericita, epidoto e argilominerais. Muscovita e biotita ocorrem – nos aplitos ou microgranitos tardicinemáticos – como diminutas palhetas, irregularmente dispersas, com epidoto ocasionalmente associado (fotomicrografia 20). São freqüentes os incipientes e embrionários intercrescimentos micrográficos, nos tipos tardicinemáticos, denunciando uma tendência à cristalização eutética (fotomicrografia 21).

Ressalta-se a comum ocorrência de mesoenclaves ou xenólitos anfíbotíticos, englobados nos granitóides da Suíte Metamórfica Xingu, com extrema variabilidade em forma e dimensão, mantendo, contudo, uma invariabilidade composicional e de conformação estrutural. As diferentes formas e dimensões refletem diferentes graus de digestão reomórfica em função dos diferentes estágios mobilizantes da migmatização. As associações minerais dos mesoenclaves anfíbotíticos e dos granitóides da Suíte Metamórfica Xingu são compatíveis e inerentes à facies anfíbolítica do metamorfismo regional progressivo. O mais representativo relacionamento espacial entre os mesoenclaves anfíbotíticos e os granitóides Xingu pode ser observado em trechos do rio Xingu, nas proximidades da Oca Mineiração, em que é conspícua a presença de filonetes e veios leucossomáticos, infiltrados nos anfíbolitos, e que são partes componentes dos granitóides Xingu (fotomicrografia 6). Esse fato denuncia que os mesoenclaves anfíbotíticos, correlacionáveis ao megaenclave Anfíbolito Itatá, pré-datam ao evento formador dos granitos e dos migmatitos, justificando, sobremaneira, a subjacência cronolitoestratigráfica do Anfíbolito Itatá, em relação à Suíte Metamórfica Xingu. A adoção desse cronoposicionamento está embasada nas observações de campo, aliadas a uma concepção simatista de evolução crustal arqueana, cujas similaridades geológicas de inter-relacionamento são igualmente observa-

das em outros terrenos granito-*greenstone*. A rigor, os mesoenclaves são considerados como testemunhos dos seus equivalentes megaenclaves que, por condições de representatividade e cartografia, recebem a designação formal de Anfibolito Itatá, sendo ambos deformados e estruturados pelas intrusões batolíticas indivisíveis, granitomigmatizantes da Suíte Metamórfica Xingu, em escala regional.

A Suíte Metamórfica Xingu pode ser visualizada e analisada pelo geoquimismo de seus litótipos, agrupados em unidades formacionais, cujas concentrações químicas em elementos maiores e traço, bem como as concentrações normativas CIPW (médias) estão contidas nas tabelas 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7. O diagrama ternário An-Ab-Or (figura 2.22), cujos campos composicionais foram delimitados por O'Connor (1965), mostra o posicionamento dos diferentes litótipos componentes da Suíte Metamórfica Xingu, realçando a sua extrema variabili-

dade composicional, corroborando as investigações petrográficas. Similarmente, o diagrama binário  $K_2O \times Na_2O$  (figura 2.23), que traduz o índice petrogenético das diferentes unidades, destaca visualmente as fases sódica e potássica, refletindo, pela linearidade antipatética, uma evidente evolução crustal acrescionária, com espessamento multiestágico.

Os granitóides sódicos da Suíte Metamórfica Xingu são os litótipos mais extensivamente encontrados na região, destacando-se por uma dominante associação mineralógica do tipo quartzo-plagioclásio e pelo caráter leucocrático bastante chamativo do Granodiorito Oca.

Mostram marcantes diferenças dos granitóides sódicos (plagiogranito oceânico de Coleman & Peterman, 1975) como visualizados no diagrama binário  $K_2O \times SiO_2$  (figura 2.24), onde os pontos representativos das tipologias da Suíte Metamórfica

*Tabela 2.4 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes aos granitos sódicos da unidade Anapu.*

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			
$\bar{X}$	68,1	15,5	1,4	2,4	1,7	3,6	4,1	2,1	0,7	0,2	0,1			
n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21			
S	4,9	2	0,6	1,2	1,1	1	0,6	0,9	0,3	0,1	0,02			
Valores	máximo	74	22,9	2,9	5,6	4,4	7,1	5,3	4,5	1,3	0,6	0,2		
	mínimo	56,3	13,4	0,6	1	0,8	2,3	3	1,2	0,3	0,1	0,1		
	qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol		
$\bar{X}$	25,5	12,7	35,1	15,1	0,9	1	5,8	2	0,02	1,3	0,5	–		
n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	–		
Valores	máximo	36,10	26,58	45,30	20,41	4,93	9,99	13,98	4,13	0,35	2,51	1,32	–	
	mínimo	1,72	7,08	25,57	7,7	0,28	0,77	2,05	0,85	0,35	0,63	0,24	–	
	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb	
$\bar{X}$	766,7	16,3	73,6	18,2	25,5	54,3	47,6	8,5	597,6	65	15,5	106,2	143,6	
n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
S	524,7	9,7	154,3	15,9	29,4	31,1	17,3	4	367,6	33,8	11,2	48	45,7	
Valores	máximo	1.500	50	700	70	100	150	70	15	1.500	150	50	200	230
	mínimo	200	7	< 10	< 5	< 5	20	20	5	150	15	0	30	80

$\bar{X}$  – Média aritmética.

n – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão.

Tabela 2.5 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes à unidade Granodiorito Oca.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO		
$\bar{X}$	70	16	1,4	1,6	1,2	2,5	3,7	2,6	0,4	0,4	0,1		
n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
S	5,5	2	0,6	1,2	0,9	1,3	0,3	0,6	0,2	0,1	0		
Valores	máximo	75,3	22,2	2,4	4,3	3	5,1	4,5	3,3	0,8	0,7	0,1	
	mínimo	56,4	14	0,6	0,4	0,4	1,2	3,2	1	0,2	0,3	0,1	
	qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol	
$\bar{X}$	32,1	15,4	31,2	9,5	3,6	–	4,2	1,9	0,1	0,8	1,1	–	
n	14	14	14	14	14	–	14	14	14	14	14	–	
S	14	14	14	14	14	–	14	14	14	14	14	–	
Valores	máximo	43,97	19,44	38,17	22,80	5,35	–	15,22	3,44	0,68	1,61	1,70	–
	mínimo	9,59	6,06	26,72	1,71	1,55	–	1,3	0,86	0,08	0,33	0,65	–
	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb
$\bar{X}$	1.007,14	13,14	27,86	11	12,1	37,86	47,14	6,71	392,86	32,14	16,07	85,71	162,8
n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
S	417,80	10,11	38,01	6,82	17,8	33,78	23,01	3,58	394,12	26,51	11,46	33,90	63,14
Valores	máximo	2.000	30	150	30	70	150	100	1.500	100	50	150	285
	mínimo	500	< 5	10	5	0	< 20	20	< 5	150	10	10	30

$\bar{X}$  – Média aritmética.

n – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão.

Tabela 2.6 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes aos granitos potássicos (tarditectônicos) da unidade João Jorge.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			
$\bar{X}$	74,2	13,6	1	0,6	0,3	1,1	3,2	5,4	0,2	0,2	0,1			
n	9	9	9	9	9	9	9	6	9	9	9			
S	1,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4	0,6	0,9	0,1	0,2	0			
Valores	máximo	76,8	14,3	1,7	1,4	0,6	1,9	4,4	6,8	0,5	0,7	0,1		
	mínimo	71,3	12,5	0,3	0,2	0,2	0,4	2,6	4,2	0,1	0,1	0,1		
	qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol		
$\bar{X}$	32	32,1	27,4	4,7	0,7	0,1	0,8	1	0,3	0,4	0,15	–		
n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	–		
Valores	máximo	39,15	39,99	37,09	9,04	1,81	0,67	2,89	2,44	1,3	0,99	0,24	–	
	mínimo	25,16	24,75	21,99	1,33	0,05	0,67	0,65	0,43	0,1	0,15	0,12	–	
	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb	
$\bar{X}$	525,5	4,4	5,5	124,9	2,8	84,4	72,2	2,8	118,9	12,2	17,2	98,9	370	
n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
S	332,6	1,7	5,3	328,8	2,6	75,8	17,9	2,6	71,1	3,6	14,8	46,5	149,4	
Valores	máximo	1.000	5	10	1.000	5	200	100	5	200	20	50	150	720
	mínimo	30	0	0	5	0	0	50	0	10	10	0	20	230

$\bar{X}$  – Média aritmética.

n – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão.

Tabela 2.7 – Concentrações (média) químicas e normativas dos elementos maiores (%), abundância (teores médios) de alguns elementos-traço (ppm) e alguns parâmetros estatísticos correspondentes aos granitos potássicos (sintectônicos) da unidade João Jorge.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO			
$\bar{X}$	73,7	13,7	1,1	0,8	0,5	1,7	3	4,9	0,4	0,1	0,1			
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
S	1,7	0,6	0,3	0,5	0,2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,03	0			
Valores	máximo	76,9	15	1,8	2,2	0,8	2,5	4,2	5,9	0,8	0,1			
	mínimo	71,7	12,7	0,5	0,1	0,2	0,6	2,2	3,5	0,2	0,1			
	qz	on	ab	an	co	dy	hy	mt	hm	il	ap	ol		
$\bar{X}$	33,4	29,1	25,7	7,4	0,7	0,1	0,9	1,3	0,2	0,7	0,2	–		
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	–		
Valores	máximo	40,47	34,64	35,49	11,85	2,23	1,2	2,79	2,63	0,84	1,51	0,48		
	mínimo	27,40	20,66	18,81	2,48	0,14	1,06	1,04	0,12	0,19	0,34	0,12		
	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	La	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr	Rb	
$\bar{X}$	1.273,3	7,9	7	11,9	2,7	96	84	2,1	327,3	21,3	11,7	124	276,7	
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
S	704,5	10,6	5,3	12,5	2,6	67,7	30,9	3,3	210,1	15,9	9,2	114,1	97,7	
Valores	máximo	3.000	10	15	50	5	200	150	10	700	50	30	500	510
	mínimo	200	0	0	< 5	0	20	50	0	< 10	< 10	0	30	120

$\bar{X}$  – Média aritmética.

n – Nº de amostras.

S – Desvio-padrão.

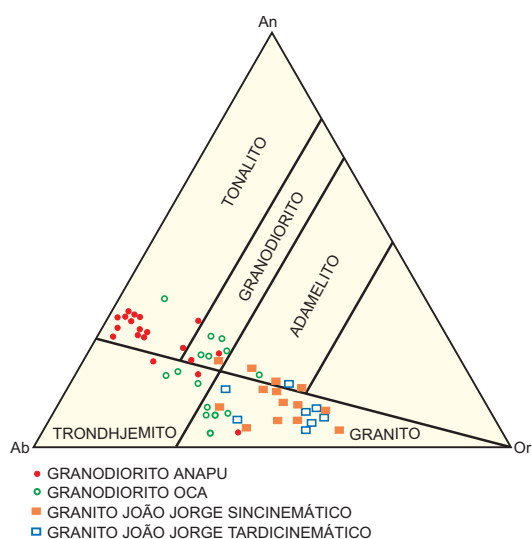


Figura 2.22 – Diagrama ternário das proporções normativas CIPW de An-Ab-Or (%) em rochas da Suíte Metamórfica Xingu, mostrando o posicionamento dos pontos figurativos. As linhas contínuas representam os campos composicionais de O'Connor (1995).

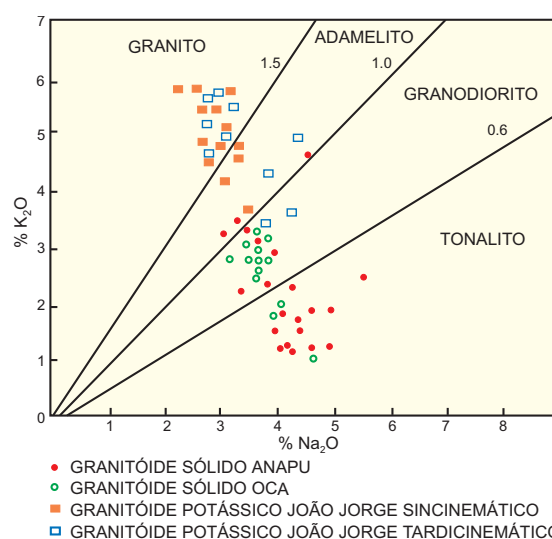


Figura 2.23 – Diagrama K<sub>2</sub>O x Na<sub>2</sub>O, onde estão plotados os pontos que representam os diversos granitóides. As linhas contínuas indicam diferentes índices petrogenéticos e definem campos composicionais.

Xingu mostram uma relação simpatética entre  $K_2O$  e  $SiO_2$ , posicionando-se, claramente, no campo do trondhjemito e graníferos continentais, distintos dos plagiogranitos oceânicos que mostram valores bem baixos em  $K_2O$ . Essa distinção e caracterização denuncia a formação dos granodioritos Anapu e Oca como processada sob uma crosta continental pré-cambriana – em posição marginal ou interiorana – por anatexia ou fusão parcial.

Uma questão assomante nas áreas continentais espessadas policíclicamente diz respeito aos granitóides sódicos, dos quais os granodioritos Anapu e Oca são os litótipos de maior representatividade na área trabalhada. Essa questão passa, necessariamente, pela problemática genética, na medida em que trondhjemitos e tonalitos cogenéticos são atualmente considerados como poligenéticos. Diz-se, com isso, que essas rochas representam a consolidação de líquidos composicionalmente sódicos que podem ser formados tanto por cristalização fracionada, a partir de líquidos mais máficos, ou por fusão parcial de um: parental máfico, basáltico ou anfibolítico ou eclogítico. Os líquidos sódicos trondhjemítico-tonalíticos apresentam-se, geralmente, como tipos pobres e ricos em alumínio, tendo como referencial uma concentração de 15% em  $Al_2O_3$ , enquanto que os granitóides sódicos Anapu e Oca, quando plotados em diagrama  $Na_2O + K_2O$  x  $Al_2O_3$  (figura 2.25) denunciam variedades pobres em alumínio (plagioclásio como fase residual) e ricas em alumínio (granada e/ou hornblenda residual) não obstante a presença constante de coríndon normativo. Elimina-se progressivamente a hipótese de que os granitóides sódicos da região podem ter-se originado por cristalização fracionada, na medida em que essas litologias são analisadas em sua evolução petroquímica, caracterizando-se como associações rochosas tipicamente calcialcalinas, como se depreende do posicionamento dos pontos representativos da Suíte Metamórfica Xingu nos diagramas AFM (figura 2.26),  $Al_2O_3$  x CNP (figura 2.27) e óxidos maiores x  $SiO_2$  (figura 2.28), visivelmente distintas das suítes trondhjemíticas diferenciadas que mostram enriquecimento em Na e baixos teores em K (figura 2.29).

O terreno arqueo-proterozóico, ocorrente na área trabalhada, mostra fortes similaridades com outras regiões de mesma idade, onde é característica a associação espacial granito-*greenstone*, sendo bastante evidente a ausência de rochas de composição originalmente andesítica. Essa comum ocorrência na região da Folha Altamira mostra um visível intercamamento tão intimamente

relacionado que alguns investigadores têm sugerido que as rochas ácidas e básicas foram emplaçadas como lavas ou tufos dacíticos e basálticos (Barker & Peterman, *op. cit.*). Em realidade, o notório *gap* andesítico, verificado na região, denuncia a inexistência de evidências indicativas de que mecanismos de tectônica de placa moderna tivessem operado na região, naquela época, pelo envolvi-

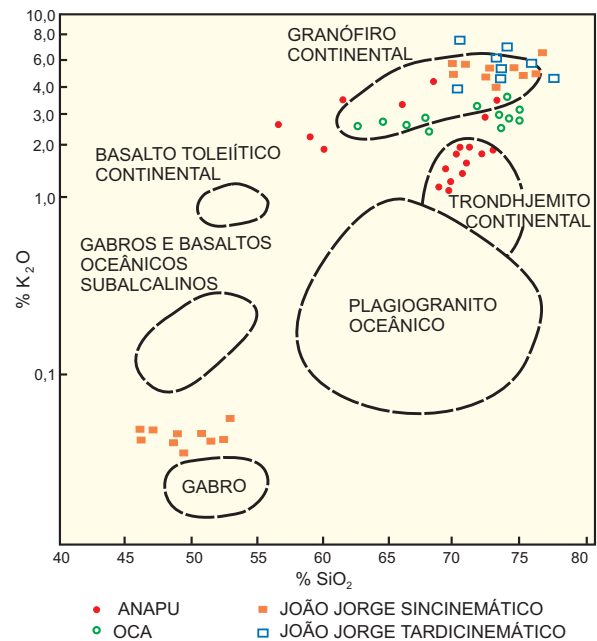


Figura 2.24 – Diagrama  $K_2O$  x  $SiO_2$ , mostrando o posicionamento dos pontos representativos da Suíte Metamórfica Xingu discriminados por seus litótipos. Os campos compostos são de Coleman & Peterman (1975).

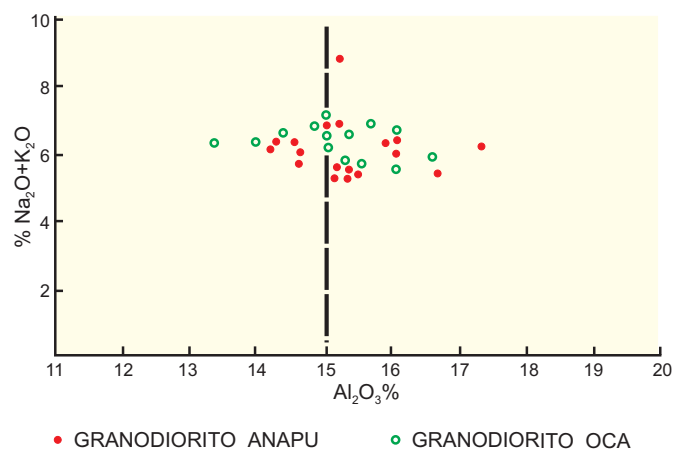


Figura 2.25 – Diagrama  $Na_2O + K_2O$  x  $Al_2O_3$ , onde estão plotados os pontos representativos dos granodioritos Anapu e Oca. A linha tracejada separa os campos dos trondhjemitos alto e baixo aluminosos.

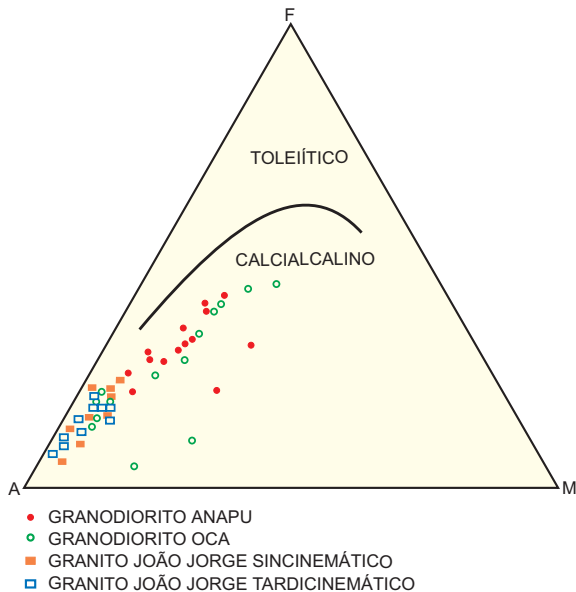


Figura 2.26 – Diagrama AFM mostrando o comportamento da Suíte Metamórfica Xingu. A linha sólida separa os campos toleítico e calcialcalino.

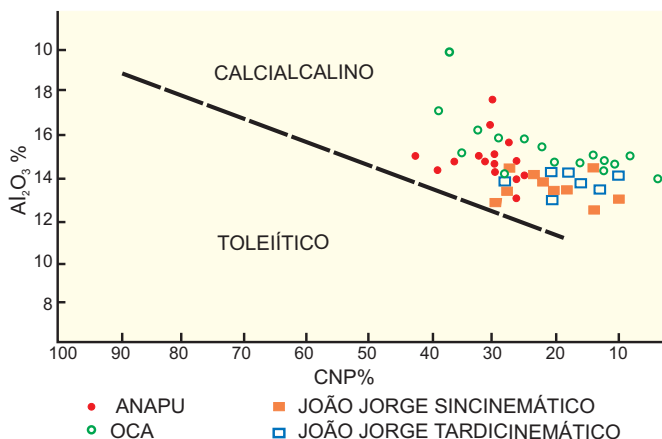


Figura 2.27 – Diagrama  $Al_2O_3 \times CNP$  (composição normativa de plagioclásios), mostrando o posicionamento dos granitóides. A linha sólida separa os campos

mento de fusões parciais de crosta oceânica subduzida (Zona de Bennioff). O modelo mais adequado e proposto para a geração dessa associação tipicamente bimodal (Suíte Metamórfica Xingu - Suíte Metamórfica Três Palmeiras) é a variação segundo modelo de Green & Ringwood (1968), envolvendo a fusão parcial do Anfibolito Itatá sob condições hidratadas, gerando líquidos tonalítico-trondhjêmíticos, com hornblenda e plagioclásio atuando, em diferentes casos, como fases residuais, a deduzir pela existência de tipos alto e baixo em alumínio, não obstante a constante presença de coríndon

normativo caracterize uma hiperaluminosidade generalizada. Essa derivação dos granitos sódicos Anapu e Oca, a partir da anatexia de uma primitiva crosta oceânica (Anfibolito Itatá), é grandemente suportada pelas altas razões Cr/Mg e Nj/Mg (figura 2.30) quando comparadas com as curvas de variação de Nockolds & Allen (1953).

No curso do mapeamento, as observações de campo e laboratoriais atestam a inexistência de fases minerais comuns às seqüências metassedimentares, tais como sillimanita, andaluzita, estaurolita e cordierita, denunciando nenhuma contribuição sedimentar para a formação das rochas da Suíte Metamórfica Xingu. Essas mesmas observações permitem divulgar a ausência, em todos os afloramentos estudados, de fragmentos ou xenólitos de quartzitos, calcários, paramicaxistos ou conglomerados que indicassem a existência ou atuação de um ancestral rochoso sedimentar.

Para corroborar a ortoderivação das litologias da Suíte Metamórfica Xingu, elaboraram-se diagramas binários e ternários discriminantes, visando reconhecimento do protólito Xingu em base petroquímica. Alguns diagramas foram selecionados, fundamentados em investigações anteriores, realizadas por Shaw (1972), tais como os diagramas ternários Q-Ab-Or (figura 2.31) e Or-Ab-An (figura 2.32) normativos, e os diagramas binários V x índice de Larsen (figura 2.33), Ni x índice de Larsen (figura 2.34) e Ca/Sr x índice de Larsen (figura 2.35). A análise do posicionamento dos pontos representativos da Suíte Metamórfica Xingu é muito mais indicativa de uma origem ígnea do que sedimentar.

As suítes metamórficas Três Palmeiras e Xingu representam o material palpável e factual para o entendimento da evolução crustal arqueo-proterozóica na região, manuseáveis pela subdivisão cronolitoestratigráfica que os estudos de campo, petrográfico e geoquímico permitiram. Dessa forma, salienta-se que a evolução crustal, na área trabalhada, passa, necessariamente, por uma ciclicidade magmática, cuja nitidez é algo prejudicada pela natural complexidade do terreno granito-*greenstone* e pela ausência de dados isotópicos-radiocronológicos. Uma tríplice subdivisão é reconhecida e proposta, de tal sorte que os vários componentes rochosos são agrupados e rotulados de ciclos magmáticos, com peculiaridades distintas e características unificantes.

O primeiro ciclo magmático identificado é de natureza predominantemente máfica extrusiva toleítica abissal, em ambiente tectônico de fundo oceânico, constituindo uma provável crosta primitiva oceânica ou simática na região. É representado pela Suíte

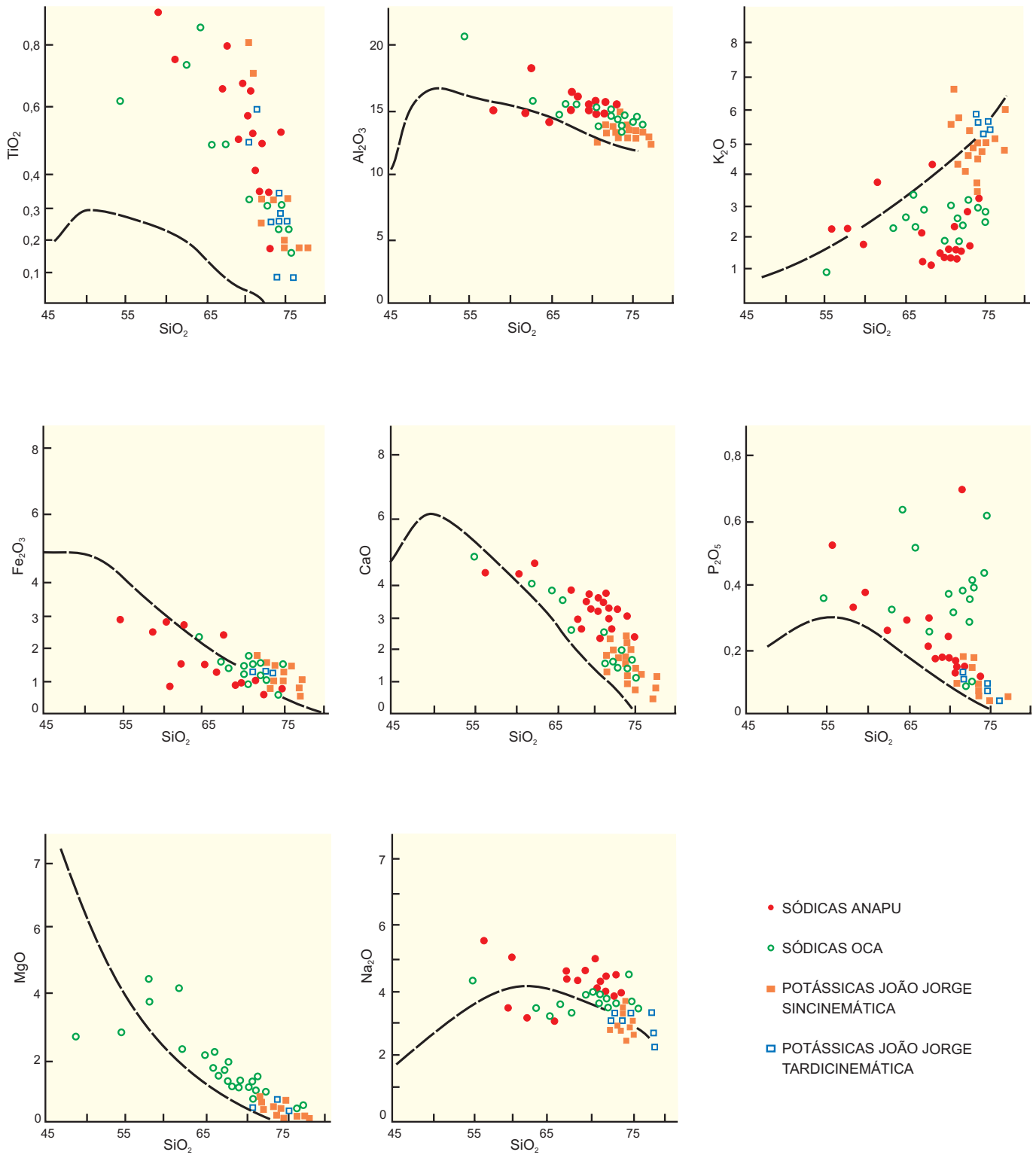


Figura 2.28 – Diagrama de variação dos óxidos maiores versus SiO<sub>2</sub> para as tipologias. As linhas tracejadas representam os trends para as rochas calcialcalinas (Gibble, 1968).

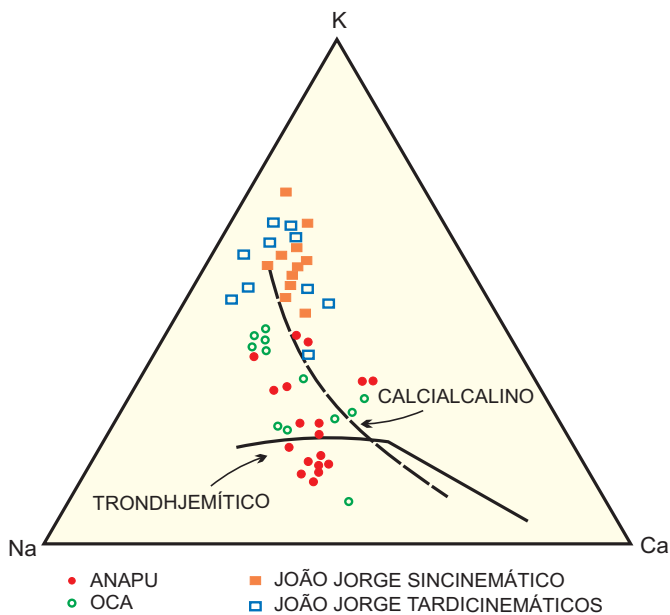


Figura 2.29 – Diagrama ternário K-Na-Ca mostrando o trend composicional dos granitos. A linha tracejada representa o trend calcialcalino de Nockolds & Allen (1953) e a linha contínua representa o trend sódico ou trondhjemítico de Barker & Arth (1976).

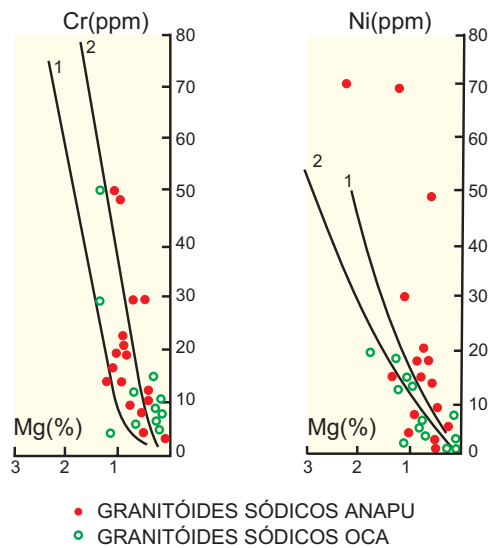
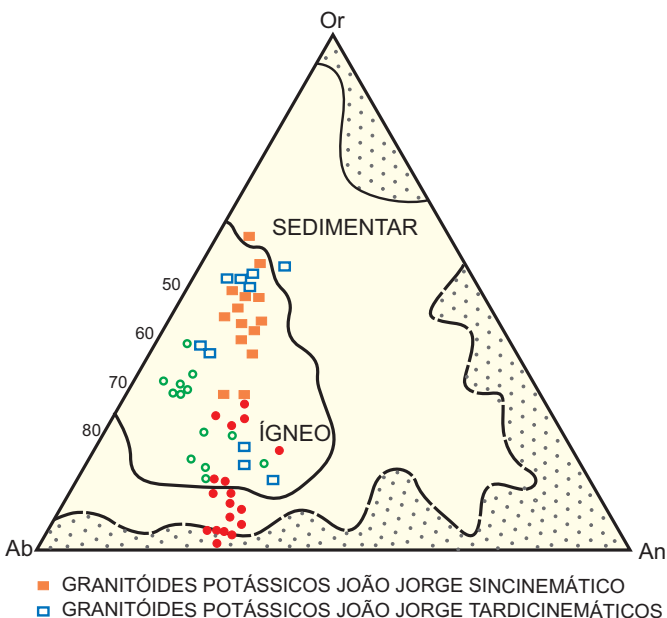
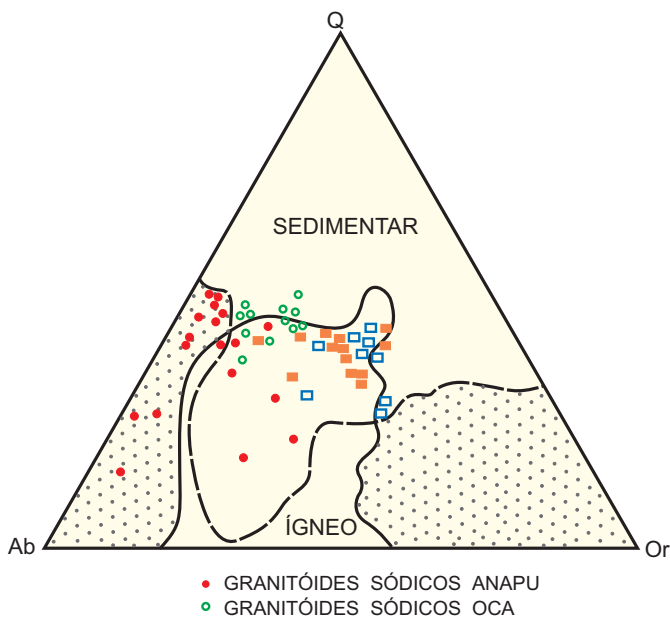
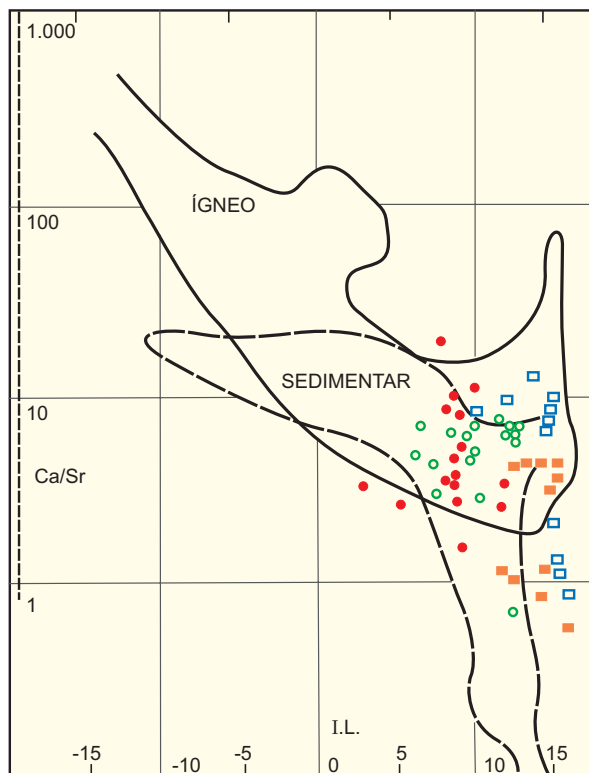
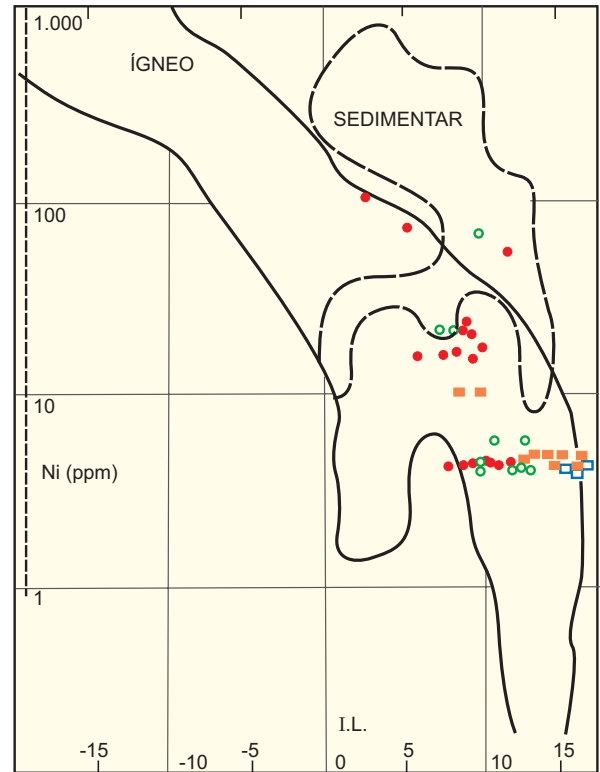
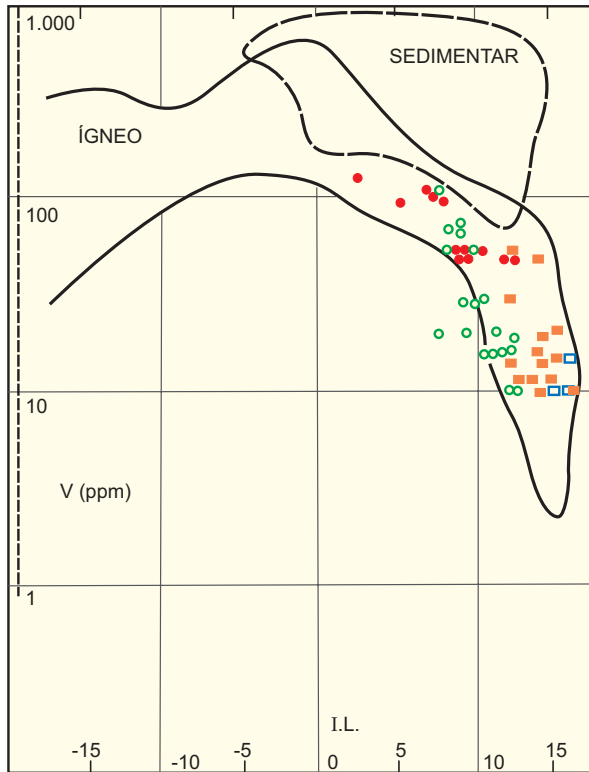


Figura 2.30 – Diagramas Cr x Mg e Ni x Mg para os granitóides pertencentes à Suíte Metamórfica Xingu, comparados com as curvas de variação com mais alta razão Ni / Mg e Cr / Mg de Crato Lake (1) e as séries ígneas (2) de Nockolds & Allen (1953).



Figuras 2.31 e 2.32 – Diagramas ternários Q-Ab-Or e Or-Ab-An normativos, em que estão plotados os litótipos da Suíte Metamórfica Xingu. Os limites dos campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e





- GRANODIORITOS ANAPU
- GRANODIORITOS OCA
- GRANITO JOÃO JORGE EM FASE SINCINEMÁTICA
- GRANITO JOÃO JORGE EM FASE TARDICINEMÁTICA

Figuras 2.33, 2.34 e 2.35 – Diagramas V, Ni e Ca / Sr versus índice de Larsen, onde estão plotados os pontos representativos dos granitóides. Os campos composicionais das rochas ígneas (linha contínua) e sedimentares (linha tracejada) são segundo Shaw (1972).

Metamórfica Três Palmeiras, cujos litótipos estão atualmente epimesometamorfizados isoquimicamente e estruturados segundo padrões deformativos, resultantes da nucleação dos granitóides sódicos Anapu e Oca. Estes representam o segundo ciclo magmático e ocupam grandes áreas do terreno granítico gerando, nas proximidades da Suíte Metamórfica Três Palmeiras, rochas migmatíticas pela íntima associação com anfibolitos remanescentes do Anfibolito Itatá. Os granitóides sódicos parecem constituir batólitos polidômicos *gregarious*, pouco discerníveis e delineáveis nas imagens de radar. A julgar pela extensão da assimilação ou digestão de vastas massas anfibolíticas, os magmatismos Anapu e Oca atingiram *near liquidus or above liquidus temperatures*. A estrutura interna tem anisotropias variáveis, sendo, geralmente, caracterizada por um *fabric* do tipo  $S > L$  (foliação mais pronunciada do que lineação), cujo *trend* NW-SE é conformável com o *trend* estrutural e longilinearidade geomorfológica da Suíte Metamórfica Três Palmeiras. A retomada do processo crustal evolutivo resultou no emplaceamento de batólitos potássicos, representados por adamélitos e granitos, materializando o terceiro ciclo magmático, representado na região pelo Granito João Jorge. A esse ciclo atribui-se uma fase magmática tardia, de características aplíticas ou microgranulíticas, ocorrentes como veios estruturalmente discordantes e/ou concordantes com a encaixante granitóide. Os litótipos adamélíticos e graníticos componentes da unidade João Jorge são sugestivos de uma derivação por fusão parcial dos granitóides sódicos Anapu e Oca, numa aceitação da concepção de diferenciação e evolução geoquímica litosférica multiestágica. A mais evidente e distintiva argumentação polarizante a essa concepção concerne às observações e relações de campo que denunciam a vasta ocorrência de migmatitos potássicos que representam zonas mistas ou de interação entre o Granito João Jorge e os granodioritos Anapu e Oca. São claras as evidências de campo que mostram, nos afloramentos estudados, relações espaciais entre as fases graníticas sódicas e potássicas, indicando temporalmente que o Granito João Jorge pós-data os granodioritos Anapu e Oca e que a preservação orientacional das estruturas planares observadas, comuns às duas unidades, permite visualizar um processo emplaceante passivo ou permissivo, com nítida e acentuada blastese potássica. O caráter pós-datante do Granito João Jorge, em relação aos granodioritos Anapu e Oca, é corroborado pela relação temporal entre a mi-

croclina neoformada do Granito João Jorge e o plagioclásio remanescente e relictual dos granodioritos Anapu/Oca, observada petrograficamente. Essa geração do Granito João Jorge a partir dos granitóides sódicos é, em adição, comprovada pela inexistência de resultados máficos ou anfibolíticos, reforçando a idéia da impossibilidade de sua derivação direta de um precursor máfico (Anfibolito Itatá), sem uma fase sódica como estágio intermediário, o que, por outro lado, encontra suporte na petrologia experimental.

A visualização e análise globalizada do contexto geológico indica que o ciclo magmático João Jorge pode ser considerado como representativo do último evento sincinemático, contributivo para a cratonização regional e, admite, ao mesmo tempo, que essa análise caracteriza a Suíte Metamórfica Xingu como um segmento ou área granítica espessada policíclicamente pela nitidez do polimagmatismo identificado e individualizado na escala de trabalho proposta. As proporções líticas da Suíte Metamórfica Xingu mostram claramente que os granitóides sódicos foram os maiores responsáveis pelo espessamento crustal no processo evolutivo acrescionário, e é no detalhamento do entendimento desse espessamento policíclico que se torna impossível qualquer dissociação espaço-temporal dos mesometamorfitos Xingu com os catametamorfitos Bacajaí. A análise desses dois conjuntos passa, igualmente, pela análise dos seus análogos modernos, tais como os cinturões dobrados cordilheiranos da América do Sul, com seus vastos batólitos mesozóicos, de natureza tonalítico-granodiorítica, que têm em suas zonas raízes ou basais – atualmente aflorantes por erosão – associações minerais de fácies granulito, num relacionamento espacial de transição e temporal de isocronologia. Dessa forma, as relações observadas no Cinturão Cordilheirano cenozóico mostram que granulitos e gnaisses granitóides podem, por diferenças erosionais, ocorrer lateralmente como faixas granulito-gnaiss, consangüíneas e cogenéticas. Essa evidência serve para explicar a Faixa Granolítica Bacajaí, ocorrendo lateralmente – ao nível de exposição atual – aos granitóides gnáissicos Xingu, como compondo uma associação batolítica única, cujas diferenças faciológicas resultam das diferentes condições físico-químicas reinantes em diferentes níveis crustais. Em decorrência, forçoso se toma repensar o Granolito Bacajaí como área de embasamento antigo ou como componente pertencente e contributivo ao espessamento crustal regional, sob uma ótica policíclica. Trabalhos geológicos de semideta-

lhe, envolvendo composições isotópica e geoquímica de terras-raras, eliminariam alguns fatores impeditivos a uma mais clara interpretação e entendimento dos tipos tectônicos que arcaibouçam a tectonogeologia da região em análise.

### **2.3.4 Bacia do Tipo Sinéclise: Grupo Trombetas**

Após o Pré-Cambriano seguiu-se um grande período erosivo antes de iniciar-se a sedimentação paleozóica da Bacia do Amazonas. Estudos mais completos sobre essa bacia podem ser obtidos nos trabalhos de Mario Vicente Caputo, destacando-se sua tese sobre “Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil” (1984). A seção sedimentar paleozóica da bacia ocorre, na área mapeada, em duas restritas faixas situadas, respectivamente, nas proximidades da cidade de Altamira e do povoado de Belo Monte, ambas às margens do rio Xingu, tendo sido as informações aqui descritas apoiadas em fontes bibliográficas.

O Grupo Trombetas, de idade siluriana, depositado após o rifteamento da bacia, é considerado como o primeiro depósito sedimentar da bacia. Desse grupo só aflora, na área mapeada, a Formação Manacapuru, situada no topo da unidade, sendo constituída de camadas de arenitos com intercalações de folhelho, siltito e sedimentos ferruginosos, depositados em um ambiente de caráter geral regressivo, com algumas oscilações transgressivas, em clima frio periglacial. Recobrimo discordantemente, em paraconformidade, os arenitos da Formação Manacapuru, ocorrem dois pacotes distintos de sedimentos devonianos – formações Ererê e Maecuru. A Formação Maecuru aflora com o Membro Lontra, o qual constitui o pacote mais superior da unidade, formado de camadas de arenito conglomerático a fino, com estratificação cruzada e poucas interca-

lações de siltito, representando dois sistemas progradantes de leques deltaicos intercalados por uma rápida transgressão, em ambiente frio. Essa unidade é recoberta concordantemente pelos siltitos finos com intercalações de camadas argilosas e, secundariamente, com arenitos calcíferos, indicando clima mais quente; para o topo tem-se arenitos grosseiros com estratificação cruzada da Formação Ererê, depositada inicialmente em ambiente transgressivo seguido de regressão moderada, representando depósitos fluviodeltaicos e ambiente de baía.

As citadas unidades estão recobertas parcial e discordantemente pelas camadas vermelhas cretáceas da Formação Alter do Chão, constituída de arenitos caulínicos, siltitos, lamitos e alguns leitos de conglomerados, e, no topo da unidade, em platôs, depósitos de bauxita. A cor avermelhada, as estruturas primárias e os fósseis continentais indicam que a Formação Alter do Chão foi depositada em leques e planícies aluviais.

As camadas paleozóicas e mesozóicas apresentam suave mergulho em direção ao centro da bacia. A seção paleozóica acha-se cortada por diques de diabásio relacionados ao Evento Penatecaua. Esse magmatismo toleítico ocorreu em dois ciclos distintos, o primeiro, do início do Permiano ao final do Triássico, provavelmente correlacionado à abertura do oceano Atlântico Norte, e o segundo, no Jurássico, correlacionado à abertura do Atlântico Sul.

As extensas crostas lateríticas, desenvolvidas principalmente sobre os anfíbolitos da Suíte Metamórfica Três Palmeiras, e os sedimentos pouco consolidados de idade quaternária, onde se incluem as aluviões situadas ao longo dos principais rios que drenam a área, constituem a cobertura superposta final, de distribuição bastante irregular na área, sendo – neste trabalho – consideradas mais como uma unidade pedológica do que tectonogeológica.

# 3

---

## RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO

No desenvolvimento dos trabalhos de campo foi realizado, simultaneamente ao mapeamento geológico, um levantamento geoquímico em escala regional, através de sedimentos de corrente e solos, além de uma pesquisa mineralógica para ouro e estanho, principalmente através de amostragem de concentrados de bateia.

Os sedimentos de corrente foram programados de modo que os pontos de coleta cobrissem regularmente as grandes unidades geológicas ocorrentes na área.

A programação da amostragem de solos foi conduzida de modo a que as seções escolhidas fossem representativas de solos residuais dentro da seqüência metavulcano-sedimentar (Suíte Metamórfica Três Palmeiras) principalmente, e nas zonas de contato dessa unidade com as demais. Não foi obedecido um rígido controle de distanciamento entre os pontos de coleta em cada seção, estimando-se, no entanto, em 100m o espaçamento médio entre dois pontos contíguos amostrados.

O estudo da distribuição dos minerais pesados não teve uma programação de pontos de coleta preestabelecido. Foi dada ênfase às drenagens que percorriam os granitos mapeados (Suíte Metamórfica Xingu – Granito João Jorge) visando, principalmente, à mineralogia de estanho. Nas drenagens

que percorriam a seqüência metavulcano-sedimentar definida para a área (Três Palmeiras), também foi efetuada concentração manual de minerais pesados com vistas a levantamento para ouro.

### 3.1 Metodologia e Critérios Interpretativos

A amostragem geoquímica de noventa e cinco sedimentos de corrente foi efetuada sempre nas calhas dos cursos d'água, de modo a representar o mais fielmente possível a bacia de captação a ela relacionada. A coleta de cem amostras de solo foi desenvolvida sobre a Suíte Metamórfica Três Palmeiras, em seções preestabelecidas, visando a uma melhor definição das características litológicas da unidade considerada, em princípio, como do tipo *greenstone belt*. As amostras foram coletadas no topo do horizonte E, a zona de melhor enriquecimento supergênico em elementos-traço, com o cuidado de, sempre, coletar solos de caráter autóctono.

Os concentrados de bateia foram coletados segundo dois princípios básicos: foram locados com atenção especial para estanho, ao longo dos cursos d'água que percorriam os granitos mapeados (Suíte Metamórfica Xingu – Granito João Jorge), e visando à mineralogia de ouro, ao longo das drena-

gens que atravessavam a Suíte Metamórfica Três Palmeiras. No total, foram coletados cento e oitenta e seis concentrados, a partir de um volume inicial de vinte litros de material, retirado da zona de drenagem mais favorável à concentração natural de minerais pesados.

As amostras de sedimentos de corrente e solo foram submetidas à análise semi-quantitativa por espectrografia de emissão padrão para 30 elementos (Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr). Nas amostras de solo foram efetuadas, ainda, determinações através de espectrofotometria de absorção atômica para Cu, Pb, Zn, Co e Ni (abertura com HNO<sub>3</sub> a quente) e, por colorimetria, para tungstênio.

Nos concentrados de bateia foi efetuada, em todas as amostras, a determinação quantitativa do ouro livre, por amalgamação. Em algumas amostras selecionadas foi efetuada determinação mineralógica semi-quantitativa, com ênfase à mineralogia de estanho.

Os resultados das análises geoquímicas são apresentados dentro dos padrões normais da CPRM, com valores definidos e valores qualificados. Os primeiros apresentam teores dentro dos limites de detecção do método analítico e os qualificados representam teores que ou não podem ser plenamente confiáveis ou estão fora do limite de detecção dos métodos, correspondendo a teores não-detectados (N), abaixo do limite de detecção (L), acima do limite de detecção (L) e determinações com interferência (H).

Na pesquisa mineralógica os resultados analíticos dos concentrados de bateia, apresentados na análise quantitativa para ouro, representam a quantidade de ouro livre, determinada em peso, na amostra (mg). Na determinação mineralógica semi-quantitativa, os resultados foram fornecidos através dos percentuais em que cada mineral compõe a amostra.

Uma vez geradas as informações foi, então, esquematizado um sistema de padronização e homogeneização dos dados, a fim de permitir a aplicação de técnicas estatísticas e critérios de interpretação de modo simplificado e uniforme.

Foram submetidas a tratamento estatístico eletrônico apenas as populações com mais de 50% de teores definidos. Aquelas que não atenderam ao critério estabelecido, embora não se tendo calculado seus estimadores estatísticos, têm os resultados comentados, sempre que significativos. Somente foram submetidas a processamento eletrônico-estatístico as matrizes com mais de dez indivíduos.

Quando essa condição não foi aceita, o tratamento se baseou na análise visual dos dados.

A distribuição dos elementos é considerada log-normal (Ahrens, 1954), o tipo de distribuição esperada para os elementos-traço nos ambientes geoquímicos. A interpretação geoquímico-estatística dos grupos populacionais definidos foi baseada, essencialmente, nos parâmetros média geométrica, desvio-padrão (geométrico) e histogramas. Na determinação dos limiares (*threshold*), foi definido como anomalia possível (ou de 2<sup>o</sup> ordem) todo teor igual ou acima do produto da média geométrica vezes o quadrado do desvio geométrico; como anomalia provável (ou de 1<sup>a</sup> ordem), foram definidos teores iguais ou acima do produto da média pelo cubo do desvio-padrão. Para os cálculos estatísticos foi necessária a transformação das matrizes criadas, eliminando-se os qualificadores G (maior que o limite de sensibilidade), L (abaixo do limite) e N (não-detectado), por meio do artifício de subida de um intervalo (G), decréscimo de um intervalo (L) ou dois intervalos (N) na escala hexa-intervalar de resultados de espectrografia de emissão. Para as amostras analisadas por absorção atômica e colorimetria, a eliminação dos qualificadores foi efetivada pela multiplicação dos teores-limites pelos fatores 1,5 (G), 0,5 (L) e 0,25 (N).

Foram geradas matrizes representativas das grandes unidades litológicas ou estratigráficas e das subpopulações em que cada uma dessas unidades era dividida para amostras de sedimentos. Concernente aos solos, foram geradas quatorze matrizes, correspondentes às seções pedo-geoquímicas de A a O, respectivamente, e uma matriz englobando todas as seções em uma única população.

## 3.2 Sedimentos de Corrente

### 3.2.1 Suíte Metamórfica Três Palmeiras

Embora subdividida em duas unidades litológicas – Anfibolito Itatá e Micaxisto Bacajá – os nove indivíduos da população são provenientes, todos, da primeira unidade. Não foi possível o tratamento estatístico multivariado da matriz criada, em face do número de elementos da população não o permitir.

Uma análise visual dos resultados analíticos não evidencia, de imediato, teores isolados ou associados que ressaltem maior importância à área. As concentrações dos elementos refletem mais o substrato litológico amostrado. Os teores estão dentro do *range* normal para as litologias de com-

posição predominantemente básica, como é o caso. Apenas um teor um pouco mais enriquecido se ressalta, na amostra VR-143, com 10ppm Sn, localizada no extremo-SE da folha, em uma drenagem de 3ª ordem na bacia do rio Anapu. A concentração do elemento é considerado valor isolado dentro da unidade, por motivos especiais, que serão adiante detalhados, quando o estanho for citado durante o tratamento da Suíte Metamórfica Xingu.

### 3.2.2 Suíte Metamórfica Xingu

A unidade cobre a maior parte dos terrenos trabalhados. Foram geradas quatro matrizes: da população total e três subpopulações equivalentes aos litótipos dominantes – Granodiorito Anapu, Granodiorito Oca e Granito João Jorge. Contudo, foi realizado um tratamento estatístico somente na matriz correspondente à população total, formada por noventa e cinco amostras (tabela 3.1).

O elemento vanádio tem ampla distribuição anômala sobre a área. Outros elementos ocorrem em teores anômalos isolados, distribuídos de modo esporádico, podendo ser citados, primeiramente, B, Cr e Sr; menos freqüentemente, La, Y, Pb e Ni; e, também, pontualmente, Ca e Mn.

Ainda podem ser relacionadas as associações geoquímicas das amostras AV-24, AV-59 e VR-117, dispersas e sem relação espacial entre si, porém todas em terrenos mapeados como do Granodiorito Anapu. A primeira, localizada na porção S-SE da Folha Altamira, em um pequeno curso d'água, afluente do rio Bacajá na margem direita, ressalta a associação geoquímica B-Cr-Ni-V em teores, respectivamente, de 15-50-70-200ppm; na amostra AV-59, na porção centro-norte da folha, a NE da BR-230, próximo a uma estrada secundária, ocorrem teores anômalos associados de Mg (2%) - Ca (2%) - Co (50ppm) - Cr (200ppm) - Ni (70ppm) - Sr (500ppm) - V (100ppm). Na amostra VR-117 foi definida uma associação anômala de Mg (0,7%) - Mn (2.000ppm) - Co (100ppm) - Cr(150ppm) - Cu (100ppm) - Ni (200ppm) - Sc (30ppm) - V (300ppm) - Y (170ppm). Essa estação fica próxima a uma estrada vicinal a NE da Transamazônica, nas cabeceiras de uma pequena drenagem, pela margem esquerda do rio Anapu.

Do exposto, até o momento, e quando se considera a composição litológica da unidade Granodiorito Anapu (granodioritos, granitos, quartzo dioritos, gnaisses de composição variada e *augen* gnaisses), quer parecer que os teores anômalos, tanto

associados como dispersos, estão refletindo a composição do substrato de onde provêm, evidenciando apenas variações de fácies mais graníticas ou mais básicas.

Como maior destaque aparece o estanho, que apresenta concentrações, embora não discrepantemente anômalas, porém mais elevadas, em quatro amostras (teores de 10 e 15ppm – amostras AV-13, JL-29, JL-71 e VR-121).

As amostras AV-13 e JL-71 foram coletadas na porção S-S W da folha, dentro de um mesmo corpo de granito da unidade João Jorge; a primeira, no alto curso do rio Ituna e a outra, na margem direita do igarapé da Arraia. A amostra JL-29 está localizada no médio curso do rio Itatá, em drenagem que corta um outro corpo de granito, próximo à zona de contato dessa unidade com o Granodiorito Anapu, na faixa de ocorrência deste último. Finalmente, a anomalia do ponto VR-121 fica a NE da Rodovia Transamazônica, em um afluente pela margem esquerda do rio Anapu.

Considerando a pouca ou nenhuma solubilidade do elemento Sn, sua dispersão eminentemente clástica e sua propriedade de elemento auto-indicador, pode-se referir as anomalias relacionadas como indicativas de trabalhos prioritários em maior nível de detalhe. Dados adicionais analíticos e/ou geoquímicos de outros elementos que poderiam reforçar a indicação não puderam ser obtidos, ou por não terem sido analisados ou em face da baixa sensibilidade do método analítico empregado (espectrografia de emissão), que não permitiu determiná-los dentro do *clarke* em que ocorrem no ambiente supergênico.

### 3.2.3 Formação Alter do Chão

Cinco amostras na população. Na análise visual dos dados analíticos observa-se que os teores determinados dizem respeito a concentrações para áreas sedimentares sem enriquecimento supergênico de qualquer elemento.

### 3.3 Solo

A população é composta de cem amostras, coletadas ao longo de quatorze seções pedogeoquímicas sobre terrenos da Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Aplicando programas de estatística multivariada foi montada a tabela 3.2, com os estimadores da população.

Tabela 3.1 – Estimadores da população.

Material : Sedimento de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Método Analítico	Dist. Suposta Lognormal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coefficiente de Variação	Limiar de Anomalia Possível	Limiar de Anomalia Provável
SUITE METAMÓRFICA XINGU – GERAL	Fe (%)	95:95	S	A	0,5	10	2	1,929	0,735	11	21
	Mg (%)	89:95	S	A	0,02	2	0,06	2,277	0,984	0,3	0,7
	Ca (%)	67:95	S	R	0,05	2	0,08	2,880	1,436	0,6	1,8
	Ti (%)	24:95	S	-	0,5	1	-	-	-	-	-
	Mn	95:95	S	A	150	2.000	431	1,865	0,689	1.500	2.796
	Ag	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	As	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Au	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	18:95	S	-	10	30	-	-	-	-	-
	Ba	95:95	S	A	100	1.000	340	1,672	0,550	950	1.589
	Be	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bi	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cd	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Co	86:95	S	A	5	100	9	2,023	0,801	37	74
	Cr	95:95	S	A	10	200	34	2,125	0,875	153	326
	Cu	74:95	S	R	5	100	7	1,938	0,741	26	51
	La	77:95	S	A	20	700	42	2,576	1,204	278	718
	Mo	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nb	33:95	S	-	10	20	-	-	-	-	-
	Ni	78:95	S	A	5	200	8	2,237	0,955	40	89
	Pb	95:95	S	A	10	150	31	1,925	0,732	115	221
	Sb	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sc	79:95	S	A	5	30	9	1,841	0,672	30	56
	Sn	4:95	S	-	10	15	-	-	-	-	-
	Sr	23:95	S	R	100	500	-	-	-	-	-
	V	95:95	S	A	10	300	61	1,297	0,734	102	133
	W	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y	91:95	S	A	10	200	22	1,881	0,701	78	146
	Zn	0:95	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zr	51:95	S	R	70	1.000	874	2,118	0,869	3.921	8.304

Notas: 1) Valores de média e limiares arredondados.  
 2) Métodos analíticos: S = Espectrografia de emissão; AA = Espectrofotometria de absorção atômica.  
 3) Distribuição suposta lognormal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância 1% (Kolmogorov-Smirnov).  
 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

Tabela 3.2 – Estimadores da população.

Material: Solo

População	Elemento	Grau de Detecção	Método Analítico	Dist. Suposta Lognormal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coefficiente de Variação	Limiar de Anomalia Possível	Limiar de Anomalia Provável
TOTAL	Fe (%)	96:96	S	R	0,5	20	6	2,715	1,308	44	120
	Mg (%)	93:96	S	R	0,1	5	0,05	2,493	1,141	0,3	0,8
	Ca (%)	23:96	S	-	0,1	2	-	-	-	-	-
	Ti (%)	74:96	S	A	0,15	1	0,7	1,801	0,643	2	4
	Mn	96:96	S	R	20	3.000	218	3,324	1,798	2.408	8.006
	Ag	1:96	S	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
	As	4:96	S	-	200	1.000	-	-	-	-	-
	Au	0:96	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	63:96	S	R	10	1.000	24	3,764	2,190	340	1.279
	Ba	90:96	S	A	20	2.000	87	2,558	1,190	569	1.456
	Bc	3:96	S	-	1.000	1.000	-	-	-	-	-
	Bi	0:96	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cd	0:96	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Co	68:96	S	R	5	150	8	2,807	1,379	63	176
	Cr	91:96	S	A	10	1.500	105	3,865	2,284	1.568	6.062
	Cu	87:96	S	A	5	150	25	2,979	1,514	221	660
	La	41:96	S	R	20	70	16	1,605	0,501	41	66
	Mo	3:96	S	-	5	5	-	-	-	-	-
	Nb	15:96	S	-	10	10	-	-	-	-	-
	Ni	82:96	S	R	5	700	33	3,767	2,193	468	1.764
	Pb	58:96	S	R	10	100	12	2,051	0,822	50	103
	Sb	0:96	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sc	85:96	S	R	5	50	16	2,454	1,113	96	236
	Sn	5:96	S	-	10	30	-	-	-	-	-
	Sr	1:96	S	-	100	100	-	-	-	-	-
	V	96:96	S	R	10	700	154	2,731	1,320	1.148.	3.136
	W	0:96	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y	79:96	S	R	10	70	14	1,801	0,643	45	81
	Zn	2:96	S	-	200	200	-	-	-	-	-
	Zr	94:96	S	A	20	1.000	159	1,951	0,751	605	1.180
	Cu	66:96	AA	A	3	210	34	2,968	1,505	299	887
	Pb	40:96	AA	-	6	22	-	-	-	-	-
	Z	66:96	AA	A	4	160	19	2,259	0,971	96	219
	Co	49:96	AA	R	1	80	2	4,966	3,471	49	245
Ni	52:96	AA	A	1	370	11	5,503	4,161	333	3.664	
W	38:96	COL	R	4	24	-	-	-	-	-	

Notas: 1) Valores de média e limiares arredondados.

2) Métodos analíticos: S = Espectrografia de emissão; AA = Espectrofotometria de absorção atômica; COL= Colorimetria.

3) Distribuição suposta lognormal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância 1% (Kolmogorov-Smirnov).

4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.



De um modo geral, o elemento W aparece presente na grande maioria das seções em quantidades que, se não fortemente anômalas, sempre se situam bem acima do *background* normal esperado para a área.

Ressalta-se, no contexto, as seções D, E, F, G e H, na porção centro-sul da folha, nos interflúvios Bacajá-Bacajá e Bacajá - Itatá. Na seção D há uma associação dos elementos As e W em três das treze amostras da seção (AV-83, AV-84 e AV-85), com teores fortemente anômalos do primeiro. Na seção E são anotadas anomalias de Ag - La - W (Pb-Sn) em cinco das quatorze amostras que compõem a seção. Na seqüência da seção F aparece como elemento principal o W, em treze amostras, em alguns pontos isolado e, em outros, associado a Sn, Y e As. No ponto AV-100 ocorre a associação anômala do tipo Mg-Ca-Co-Cr-Ni, refletindo apenas um enriquecimento local mais básico do substrato.

Quanto às seções G e H, perpendiculares entre si, na primeira, das seis amostras que a compõem, cinco demonstram teores enriquecidos de W, na faixa de variação de 8 a 16ppm. Na seção H, em todos os resultados analíticos foi detectada a presença de W em teores acima do *background* normal para a área, em alguns dos pontos associados a teores anômalos de La, Mn e B.

Nas demais seções as concentrações anômalas detectadas não definem *trends* ou associações multielementais que se ressaltem no contexto. Apenas alguns teores de Ca, Zr, Ba, Y e Mn.

Do exposto, fica evidente o destaque mais imediato de W no contexto geoquímico da área, requerendo trabalhos complementares com aplicação de técnicas analíticas mais sensíveis e análise multielemental dirigida, uma vez que as informações disponíveis ressentem-se de um maior suporte.

# 4

---

## CARACTERÍSTICAS METALOGENÉTICAS

A análise do contexto geológico da área da Folha Altamira demonstra ser a Suíte Metamórfica Três Palmeiras a unidade de maior importância metalogenética, a julgar pela natureza de seus litocomponentes e em função da sugestiva correlação com outras conhecidas seqüências metavulcano-sedimentares ocorrentes no Cráton Amazônico, com favorável prognose metalogenética. Em síntese, merecem destaque – no domínio da Suíte Metamórfica Três Palmeiras – as ocorrências de ouro, cassiterita e scheelita, além de jazida aurífera aluvionar, pesquisada e lavrada pela Oca Mineração, com significativa produção. Considerando as especificidades geológicas dessa unidade, pode-se inferir uma prognose metalogenética, com alta favorabilidade para metais-base, Sn e W, do tipo vulcano-exalativo.

As demais unidades componentes do contexto geológico regional não se mostram com alta favorabilidade, ao nível do conhecimento atual, em função direta dos dados ora coletados ou disponíveis.

### 4.1 Mineralizações

Na área em estudo, diferentes elementos e/ou substâncias minerais foram classificados segundo

diferentes *status*, modo de jazimentos e forma e gênese, constituindo esse fato um avanço no entendimento da metalogênese no Cráton Amazônico. Nesse sentido, foi registrado um total de trinta e nove concentrações, classificadas da seguinte maneira: 20 garimpos, dois depósitos e 17 indícios diretos/ocorrências.

Ouro – Como depósito endógeno, tem sua presença associada a veios de quartzo encaixados em xistos máficos pertencentes à Suíte Metamórfica Três Palmeiras, bem como nos granitóides sincinemáticos, nas proximidades da zona de contato com essa seqüência. As mais expressivas manifestações auríferas localizam-se na região da Volta Grande do Xingu e na porção leste da área, onde várias companhias de mineração têm bloqueado depósitos de significação econômica. No ambiente exógeno, tem-se registrado indícios – em concentrados de bateia – das bacias de drenagem dos rios Itatá, Bacajaí, Bacajá, Anapu e Xingu, cujas faixas aluvionares estão geologicamente relacionadas aos litótipos da Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Depósito aurífero em ambiente secundário com exploração econômica foi quantificado pela Oca Mineração na região da Volta Grande do Xingu.

Estanho – Sob a forma de cassiterita, é identificado nos concentrados de bateia ocorrentes na bacia

do rio Bacajá, na Rodovia Transamazônica (nas proximidades de Belo Monte) e no igarapé do Maciel, na margem direita do rio Xingu. Antigos garimpos, já abandonados, são conhecidos nos rios Ituna e Anapu, e indícios de cassiterita são registrados na Rodovia Transamazônica, entre Belo Monte e Anapu.

Tungstênio – A presença de scheelita na área foi comprovada em veios hidrotermais, em associação com as mineralizações primárias de ouro.

## 4.2 Previsão de Recursos Minerais

Em função dos dados contidos na Carta Metalogenética, foi possível selecionar e delimitar cinco áreas susceptíveis de concentrações minerais com diferentes tipos de mineralizações e graus de potencialidade, como mostrado na Carta de Previsão de Recursos Minerais.

Ouro – Foi possível delimitar quatro áreas promissoras para concentrações auríferas, apresentando potencialidade alta e relacionadas à Suíte Metamórfica Três Palmeiras.

Cassiterita – Para essa substância mineral foram selecionadas doze áreas, a saber: cinco áreas de potencialidade média, sendo três relacionadas à Suíte Metamórfica Três Palmeiras e duas ao Granito João Jorge; sete áreas foram consideradas de potencialidade baixa, estando uma relacionada à Suíte Metamórfica Três Palmeiras e as demais ao Granito João Jorge.

Tungstênio – Em relação a esse bem mineral, quatro áreas foram selecionadas, sendo uma considerada de potencialidade média e três de potencialidade baixa, todas relacionadas à Suíte Metamórfica Três Palmeiras. Na área da Oca Mineração, a scheelita ocorre em veios de quartzo em associação com o ouro.

Cobre, Chumbo e Zinco – Quatro áreas foram selecionadas, sendo duas consideradas de potencialidade média e duas de potencialidade baixa, todas relacionadas à Suíte Metamórfica Três Palmeiras, que apresenta uma composição litológica e um contexto geológico prospectável para metais-base.

Caulim e Bauxita – Uma área de potencialidade baixa foi selecionada nos domínios da Formação Alter do Chão, que, devido ao seu espesso pacote sedimentar, pode proporcionar a acumulação de depósitos econômicos desses bens minerais.

## 4.3 Previsão para Planejamento de Ações Governamentais

A análise, interpretação e integração dos dados contidos nas cartas Metalogenética e de Previsão de Recursos Minerais, constituíram importantes parâmetros no selecionamento e delimitação de duas grandes áreas para pesquisas complementares, assim discriminadas:

Área I – Ocorrência de seqüência metavulcano-sedimentar, tipo *greenstone belt*, contendo rochas descritas como anfíbolitos, xistos, quartzitos e formação ferrífera bandada. Nessa seqüência encontra-se a mina de ouro do Itatá e inúmeros garimpos de ouro, além de indícios diretos de scheelita e cassiterita, o que justifica os trabalhos de mapeamento geológico e geoquímico propostos, na escala 1:50.000. Esses trabalhos objetivam o reconhecimento e delimitação dos diferentes tipos litológicos, a comprovação da existência de centros félsicos, formações ferríferas bandadas e tufos, piroclásticas e sedimentos químicos, que constituem os principais elementos das seqüências vulcano-gênico-sedimentares às quais se associam as mineralizações de sulfetos de metais-base; a identificação das zonas de alteração hidrotermal como carbonatação, cloritização, turmalinização e silicificação, freqüentemente presentes em sítios mineralizados; promover estudos de geoquímica de solo e rocha, visando ao avanço no conhecimento dos indicadores mais longínquos dos corpos mineralizados e conseqüente “avaliação” dos depósitos e/ou jazidas existentes; promover estudos de geofísica terrestre, magnetometria e polarização induzida, objetivando a detecção de corpos de metais-base em profundidade, a exemplo dos encontrados na serra do Ipitinga, no município de Almerim-PA.

Área II – O contexto dessa área é, predominantemente, representado pela Suíte Metamórfica Xingu, à exceção da porção norte, onde são encontradas litologias da Formação Alter do Chão e sedimentos paleozóicos da Bacia sedimentar do Amazonas. A Suíte Metamórfica Xingu é constituída por rochas graníticas sódicas e potássicas pré-cambrianas, resultantes de diferentes ciclos magmáticos e diferentes graus de anisotropia estrutural.

Após a conclusão de um mapeamento na escala 1:250.000 na Folha Altamira, recomenda-se a realização de um mapeamento geológico na escala 1:100.000, concomitantemente a uma prospecção geoquímica de sedimentos de corrente e concentrados de bateia e cadastramento de todos os bens minerais, inclusive os destinados a materiais de construção.

## LISTAGEM DOS RECURSOS MINERAIS

Nº de Ordem	Substância Mineral	Município	UF	Local	Coordenadas Geográficas	Morfologia e/ou Modo de Ocorrência	Tipo de Depósito	Natureza	Unidade Tectonoestrutural	Status da Mineralização	Dados Econômicos	Referências Bibliográficas
01	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Pedra Mole	03°34'35" 51°56'35"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
02	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota Funda	03°34'15" 51°57'14"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
03	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota Funda	03°35'25" 51°36'15"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
04	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota Funda	03°35'00" 51°56'15"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
05	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota Funda	03°38'00" 51°56'00"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
06	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Ig. Ressaca	03°38'00" 56°56'00"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
07	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Gr. do Japão	03°36'00" 51°55'50"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
08	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Gr. do Japão	03°36'00" 51°55'15"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
09	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Gr. do Japão	03°35'15" 51°55'15"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
10	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Ig. Ressaca	03°36'05" 51°55'15"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		2
11	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Gr. do Japão	03°35'15" 55°55'25"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
12	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Ig. Palmito	03°38'15" 51°54'30"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	2	Reserva geológica = 6.040kg com teor de 0,47g/m <sup>3</sup>	1
13	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Serra do Emílio	03°38'30" 51°53'30"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6		1
14	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Próx. à serra da Balança	03°37'15" 51°53'25"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
15	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Próx. à serra da Balança	03°37'20" 51°53'25"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
16	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Serra do Emílio	03°39'25" 51°53'15"	Veio de quartzo em zona de shear	Hidrotermal e depós. aluvionar	Anfibolito/metadacito com zona shear	Pi	2	Au elúvio-aluvionar = 2.103kg (reservas medida e indicada) e 19.112kg de Au primário (veio de quartzo)	1
17	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Serra do Emílio	03°38'35" 51°53'00"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
18	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Próx. à serra do Emílio	03°39'15" 51°52'45"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1
19	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota do Pedro	03°39'10" 51°51'56"	Filoneana (veio de quartzo)	Hidrotermal	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Pi	1		1
20	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota do Pedro	03°39'00" 51°51'35"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Anfibolito/metadacito (vulcano-sedimentar)	Q	6a		1
21	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota do Pedro	03°38'30" 51°51'40"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer		Q	6a		1

## Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

22	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Grota do Pedro	03°38'35"	51°51'35"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	1
23	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Itatá	03°39'30"	51°51'25"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	1
24	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Itatá	03°39'30"	51°51'15"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	1
25	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Itatá	03°31'30"	51°49'15"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	2
26	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá	03°35'25"	51°46'00"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	2
27	Cassiterita	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá	03°35'00"	51°46'00"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	2
28	Cassiterita	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá	03°30'50"	51°43'00"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	2
29	Scheelita	Sen. José Porfírio	PA	Rio Itatá	03°34'15"	51°58'00"		Vulcano- sedimentar	Pi	1	2
30	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá	03°31'07"	51°43'36"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	2
31	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Cachoeira do Maia (rio Xingu)	03°31'21"	51°44'00"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	2
32	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Xingu próx. da Cachoeira do Maia	03°32'02"	51°45'13"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	2
33	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Foz rio Bacajá	03°34'18"	51°47'02"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6a	2
34	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Ituna	03°31'48"	52°02'02"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	6	-
35	Cassiterita	Sen. José Porfírio	PA	Afluente margem direita rio Xingu	03°21'07"	52°07'43"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	-
36	Cassiterita	Sen. José Porfírio	PA	BR-230, próx. Belo Monte	03°06'21"	51°37'29"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	-
37	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá, na serra Três Palmeiras	03°42'29"	51°34'45"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	-
38	Ouro	Sen. José Porfírio	PA	Serra Três Palmeiras	03°42'15"	51°38'51"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	-
39	Cassiterita	Sen. José Porfírio	PA	Rio Bacajá	03°40'00"	51°05'54"	Disseminado em aluvião	Residual detrítico tipo plácer	Q	1	-

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – Projeto de pesquisa de minério de ouro e tungstênio no local denominado Fazendinha, distrito e município de Senador José Porfírio. Relatórios inéditos da Oca Mineração Ltda. 1980/83.  
2 – Projeto RADAM – Levantamentos de recursos naturais, vol. 5, Folha SA.22 – Belém, Rio de Janeiro, 1974.

### UNIDADE TECTONO-ESTRUTURAL

Q – Quaternário  
Pi – Proterozóico Inferior

### STATUS DAS MINERALIZAÇÕES

1 – Indício/Ocorrência  
2 – Depósito  
6 – Garimpo a céu aberto em exploração  
6a – Garimpo a céu aberto abandonado

# 5

---

## CONCLUSÕES

A análise dos pontos representativos dos catametamorfitos Bacajaí, mesmo levando-se em conta o limitado número de amostras, é mais sugestiva de uma origem ígnea do que sedimentar.

O Granolito Bacajaí mostra uma similaridade com rochas calcialcalinas modernas, ricas em potássio, do tipo margem continental ou andina, sugerindo que o protólito Bacajaí representaria um episódio calcialcalino do tipo continental, no Arqueano da região.

Observações petrográficas atestam que a Suíte Metamórfica Três Palmeiras representa um pretérito magmatismo vulcanogênico de dominante composição basáltica, seguido, em menor proporção, por manifestações félsicas de natureza essencialmente dacítica, culminando ou intercalando com localizada sedimentação pelítica ou psamítica.

A associação litológica, o grau de metamorfismo, o posicionamento geotectônico, o po-

tencial metalogenético, o estilo estrutural-deformativo, a idade aparente e o padrão geológico associativo granito-*greenstone*, permitem considerar a Suíte Metamórfica Três Palmeiras como uma seqüência do tipo *greenstone belt*.

Os trabalhos em nível de reconhecimento, executados na Folha Altamira, permitiram comprovar uma analogia ou correlação geológica com os epimetamorfitos Vila Nova, como estudados por Jorge João *et al.* (*op. cit.*).

As porções líticas da Suíte Metamórfica Xingu mostram claramente que os granitóides sódicos foram os maiores responsáveis pelo espessamento crustal no processo evolutivo acrescionário, e é no detalhamento desse espessamento policíclico que se torna impossível qualquer dissociação espaço-temporal dos mesometamorfitos Xingu com os catametamorfitos Bacajaí.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AHRENS, L.H. The lognormal distribution of the elements. *Geoch. and Cosmochim. Acta*, 1954, 5, p. 49-73; 6, p. 121-131.
- AMARAL, G. In: ALMEIDA, F.F.M. de, & HASUI, Y. *O Pré-Cambriano do Brasil*. E. Blücher, São Paulo, 1984, p.06-35, il.
- BARKER, F. & ARTH, J.G. 1976. Generation of trondhjemitic-tonalitic liquids and archean bimodal trondhjemite basalt suites. *Geology*, 4: 596-600.
- BARKER, F. & PETERMAN, Z.E. Bimodal tholeiitic-dacitic magmatism and the Earth *Precambrian crust. Precambrian Research*, 1:1-12, 1974.
- BECCALUVA, L. ; OHNENSTETTER, D. ; OHNENSTETTER, M. 1979. Geochemical discrimination between ocean-floor and island-arc tholeiites; application to some ophiolites. *Can. J. Earth Sci.*, 16: 1.874-1.882.
- CAPUTO, M. V. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology, paleogeography of Northern basins of Brazil. (Dissert., Doctor of Philosophy in Geology) Santa Barbara, University of California, Feb. 1984, p. 168-271, il.
- COLEMAN, R.G. & PETERMAN, Z.E. Ocean plagiogranite. *J. Geophys. Res.*, 80: 1.099-1.108, 1975.
- CORDANI, V.G.; TASSINARI, C.C.G.; KAWASHITA, K. A Serra dos Carajás como região limítrofe entre províncias tectônicas. *Ciência da Terra*, 1984, 9, p. 6-11.
- ENGEL, A.E.J. *et al.* Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper mantle. *Geological Society of America Bulletin*, 76: 719-734, 1965.
- FYFE, W.S. & TURNER, F.J. Reappraisal of the metamorphic facies concept. *Contributions to mineralogy and petrology*, 12: 354-364, 1966.
- GREEN, T.H. & RINGWOOD, A.E. Genesis of the calcalkaline igneous rocks suite. *Contrib. Miner. Pet.*, 18: 105-162, 1968.
- GRIBBLE, C.D. Distribution of elements in igneous rocks of the normal calc-alkaline sequence. *Scottish Journal of Geology*, 1969, 5, p. 322-327.
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8: 523-548, 1971.
- JAKES, P. & WHITE, A.J.R. Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83: 29-40, 1972.
- JORGE JOÃO, X.S.; FRIZZO, S.J.; MARINHO, P.A.C.; CARVALHO, J.M.A.; NETO, C.S.A.; SOUZA, A.N.; GUIMARÃES, L.R. 1978. Projeto Sudoeste do Amapá; relatório final. Convênio DNPM/CPRM, Belém, 3v.
- JORGE JOÃO, X.S.; CARVALHO, J.M.A.; VALE, A.G.; FRIZZO, S.J.; MARTINS, R.C. 1979 – Projeto Falsino. Relatório final. Convênio DNPM/CPRM, Belém, v.I-A.
- KATZ, M.B. Early precambrian granulites-greenstone, transform mobile belts and ridge-rifts on early crust? 1975. In: WINDLEY, B.F. Editor. The early history of the earth. WINKLER & SEN (1973).
- KUNO, H. Fractionation trends of basaltic magmas in lava flows. *J. Petrol.*, 1965, 6, p. 302-321.

- KUNO, H. Differentiation of basalt magmas. In: HESS, H.H. & POLDVAART, A. ed. – Basalts, New York, Intersciences, 1968a, v.2, 624-688.
- LEAKE, B.E. The chemical distinction between ortho and paramphibolites. *Journal of Petrology*, 5: 238-254, 1964.
- MYASHIRO, A. Volcanic rock series and tectonic setting. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, v. 3, p. 251-269, 1975.
- NOCKOLDS, S.R. & ALLEN, R. The geochemistry of some igneous rocks series. I, II, III. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 4: 105-192, 1953.
- O'CONNOR, J.R. A classification of quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *U.S. Geol. Serv. Prof. Pap.*, 525 B, 1965.
- PEARCE, J.A. & CANN, J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet Ser. Lett.*, 19: 290-300, 1973.
- SHAW, D.M. The origin of the Apesley gneiss. Ontario Can., *J. Earth Sci.*, 9: 18-35, 1972.
- SHAW, D.M. A review of K-Rb fractionation trends by covariance analysis. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 32: 573-601, 1968.
- WINKLER, H.G.F. & SEN, S.K. *Neues Jahrbu. Mineral Monatsh.*, 393-402, 1973.