

## REAVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA EM TERRENOS PRÉ-CAMBRIANOS BRASILEIROS COM BASE EM NOVOS DADOS U-Pb SHRIMP, PARTE III: PROVÍNCIAS BORBOREMA, MANTIQUEIRA MERIDIONAL E RIO NEGRO-JURUENA<sup>(\*)</sup>

LUIZ CARLOS DA SILVA<sup>1</sup>, RICHARD ARMSTRONG<sup>2</sup>, MÁRCIO MARTINS PIMENTEL<sup>3</sup>,  
JAIME SCANDOLARA<sup>4</sup>, GILBERTO RAMGRAB<sup>4</sup>, WILSON WILDNER<sup>4</sup>,  
LUIZ ALBERTO DE AQUINO ANGELIM<sup>4</sup>, ANTÔNIO MAURÍLIO VASCONCELOS<sup>4</sup>,  
GILMAR RIZZOTO<sup>4</sup>, MÁRCIO LUIZ DO ESPÍRITO SANTO QUADROS<sup>4</sup>,  
ANDRÉA SANDER<sup>4</sup> & ANA LÚCIA ZUCATTI DE ROSA<sup>5</sup>

**Abstract** REASSESSMENT OF THE GEOLOGIC EVOLUTION OF SELECTED PRECAMBRIAN TERRANES IN BRAZIL, BASED ON NEW SHRIMP U-Pb DATA, PART III: BORBOREMA, SOUTHERN MANTIQUEIRA AND RIO NEGRO-JURUENA PROVINCES This paper discusses new SHRIMP U-Pb data for 17 key-exposures (mostly granites and orthogneisses) from the Borborema, Southern Mantiqueira (Pelotas Orogen) and Rio Negro-Juruena provinces. In the Borborema Province (Ceará state) two samples from the Cruzeta Complex TTG orthogneisses, ascribed to the Paleoproterozoic basement, were studied. One revealed Paleoproterozoic crystallization minimum age of ca. 3270 Ma. Accordingly, the gneiss is interpreted as the oldest continental crustal remnant already recognised in Ceará. The other sample, from the Saboeiro-Aiuaba Granite gave a crystallization age of ca. 625 Ma, suggesting the correlation of this syn-orogenic pluton with the Brasiliano II orogenic system (climax at 630 Ma). In the Paraíba state the granodioritic gneiss pluton ascribed to the Mesoproterozoic Sumé Complex showed a crystallization age of ca. 640 Ma, also indicating that its evolution is associated with the Brasiliano II orogenic system. In the Pernambuco state one widespread orthogneissic unit within the Pernambuco-Alagoas Massif (Belém do São Francisco Complex), mapped as a component of the Mesoproterozoic Cariris Velho Orogen, yielded a crystallization age of ca. 2079 Ma and metamorphic overprinting at ca. 655 Ma (1 $\sigma$ ), without evidence of a Mesoproterozoic (Cariris Velhos) reworking. In the southern part of the province, near the northern margin of the São Francisco Craton, the Santa Maria da Boa Vista (S-type) orthogneiss yielded a crystallization age of ca. 3070 Ma. In the southern Mantiqueira Province/Pelotas Orogen a foliated granitic pluton (mylonitic) from the Florianópolis Batholith showed Paleoproterozoic protolithic age of ca. 2175 Ma and imprecise Brasiliano age on reprecipitated overgrowths. Both results match previous ages obtained on the orthogneisses protoliths from the Águas Mornas complex, the main exposure of reworked basement within the batholith. The large, zoned calc-alkaline pluton of the Maruim Suíte, confirmed its complex post-collisional history relatively to the ca. 650-630 Ma Pelotas Orogen. Two tonalitic rocks yielded crystallization ages of ca. 611 Ma and ca. 608 Ma, whereas a granitic end member a crystallization age of ca. 580 Ma. An attempt to determine the age of rifting that originated the post-collisional foreland Itajaí Basin, a resedimented volcanoclastic felsic layer was investigated. The CL imagery revealed a very heterogeneous zircon population with a dominant detrital group ranging in age between ca. 1730-1800 Ma. One euhedral volcanic crystal, yielded an apparent age of ca. 608 Ma, interpreted as the best estimate age for the onset of the Itajaí volcanic-sedimentary basin, and a minimum age for the volcanogenic episode. In the SW domain of the Rio Negro-Juruena Province in Mato Grosso state, a pluton related to the Aripuanã Granitic Suite, revealed a crystallization age of ca. 1540 Ma. As the granite is related to Au and Cu-Zn hydrothermal mineralization, this precise geochronologic constraint on its emplacement age is also an important clue for exploratory purposes. In the central domain of the province, in Rondônia state, two orthogneissic units exposed in the vicinities of Ariquemes and Mutum-Paraná were dated at ca. 1660 Ma and ca. 1728 Ma respectively, and attributed to the Jamari Complex. In the same domain, two mylonitic leucogranites exposed close to Cacoal and Espigão do Oeste, belonging to the Serra da Providência Intrusive Suite yielded crystallization ages of ca. 1522 Ma and ca. 1545 Ma, respectively. The former, showed also solid-state external overgrowths dated at ca. 1400 Ma, owing to recrystallizing processes at the roots of deep seated mylonitic shear zones. Finally, two orthogneissic units with crystallization ages of ca. 1555 Ma and ca. 1545 Ma - coeval with the crystallization age of the Serra da Providência Intrusive Suite - showed metamorphic overgrowths aged at ca. 1325 Ma, suggestive of overprinting by a regional metamorphic event, not reported in previous works on the suite, but already recognised in other associations in the region.

**Keywords:** SHRIMP U-Pb, Borborema Province, Rio Negro-Juruena Province

**Resumo** Esse artigo apresenta os resultados de 17 análises U-Pb SHRIMP em zircão de afloramentos-chaves de plutons graníticos e ortogneisses das províncias Borborema, Mantiqueira meridional (Orógeno Pelotas) e Rio Negro-Juruena. Na Provín-

(\*) Os seguintes documentos citados no texto: Tabela 1 - localização geográfica das amostras; Tabelas 3 a 21 - resultados analíticos completos; descrição dos métodos e procedimentos analíticos podem ser acessados como anexos do artigo no no *site* [www.sbgeo.org.br](http://www.sbgeo.org.br) ou obtidos com o Autor Senior.

1 - CPRM/IG-UnB (Pesquisador Associado)/Pesquisador do CNPq; 2 - Research School of Earth Sciences - RSES, Australian National University - ANU, Canberra, Austrália; 3 - IG/UnB/Pesquisadores CNPq; 4 - CPRM

Autor correspondente: [luizcarlos@aneel.gov.br](mailto:luizcarlos@aneel.gov.br)

cia Borborema (Ceará) duas amostras de ortognaisses TTG do Complexo Cruzeta, atribuídos ao embasamento paleoproterozóico foram datadas. Uma delas apresentou a idade mínima de cristalização de *ca.* 3270 Ma. Dessa forma o gnaiss foi interpretado como o remanescente de crosta continental mais antigo já reconhecido no estado. A outra unidade datada foi o Granito Saboeiro-Aiuaba o qual forneceu a idade de cristalização de *ca.* 625 Ma, permitindo relacionar esse plúton sinorogênico ao sistema de orógenos Brasileiro II (clímax há 630 Ma). No estado da Paraíba um plúton gnáissico granodiorítico supostamente pertencente ao Complexo Sumé de idade mesoproterozóica apresentou idade de cristalização de *ca.* 640 Ma também sugerindo evolução local relacionada ao sistema orogênico Brasileiro II. No estado de Pernambuco outra unidade ortognáissica com extensa área de exposição no Maciço Pernambuco-Alagoas (Complexo Belém do São Francisco), mapeada como um componente do Orógeno Cariris Velho de idade mesoproterozóica, apresentou idade de cristalização de *ca.* 2079 Ma e idade de metamorfismo de *ca.* 655 Ma (1 $\sigma$ ), sem evidências de retrabalhamento durante o evento Cariris Velho. No limite setentrional da Província São Francisco, o ortognaisse (tipo S) Santa Maria da Boa Vista forneceu uma idade de cristalização mesoarqueana de *ca.* 3070 Ma. Na Província Mantiqueira Meridional (Orógeno Pelotas) um plúton granítico foliado (metagranito) inserido no Batólito Florianópolis apresentou idade de do protólito de *ca.* 2175 Ma e uma idade imprecisa de reprecipitação brasileira. Esses resultados são coincidentes com dados disponíveis dos protólitos dos gnaisses do Complexo Águas Mornas, a principal área exposta de embasamento retrabalhado no interior do batólito. O extenso plúton zonado cálcio-alcálico da Suíte Maruim confirmou sua evolução complexa pós-colisional. Dois membros tonalíticos forneceram idades de cristalização de *ca.* 611 Ma e *ca.* 608 Ma, enquanto que um membro granítico revelou uma idade mais jovem, de *ca.* 580 Ma. Na tentativa de obter uma idade confiável da abertura da bacia pós-colisional de *foreland* de Itajaí, uma camada vulcanoclástica de tufito félsico também foi datada. O estudo das imagens de catodoluminescência revelou uma população de zircão muito heterogênea, com um grupo dominante de cristais detríticos com idades entre *ca.* 1730-1800 Ma. Um cristal euédrico vulcânico sem evidências de retrabalhamento apresentou uma idade aparente (mínima) de *ca.* 608 Ma, interpretada como a melhor aproximação da idade máxima de abertura da bacia e da idade mínima do evento vulcanogênico. No domínio SW da Província Rio Negro-Juruena no Mato Grosso, um plúton relacionado à Suíte Granítica Aripuanã revelou idade de cristalização de *ca.* 1540 Ma. Como esse granito é portador de mineralizações hidrotermais de Au e Cu-Zn, a determinação da idade de seu alojamento é importante ferramenta para fins exploratórios. No domínio central da província, em Rondônia, duas unidades ortognáissicas aflorantes nas proximidades de Ariquemes e Mutum-Paraná foram datadas respectivamente em *ca.* 1660 Ma e 1728 Ma, sendo interpretadas como unidades pertencentes ao Complexo Jamari. Nessa mesma região dois leucogranitos miloníticos das proximidades de Cacoal e Espigão do Oeste, pertencentes à Suíte Intrusiva the Serra da Providência, forneceram idades de cristalização de *ca.* 1522 Ma e *ca.* 1545 Ma, respectivamente. O primeiro plúton também apresentou sobrecrecimentos externos nos zircões, datados em *ca.* 1400 Ma, sendo interpretados como associados à recristalização nas raízes de zonas de cisalhamento profundas. Finalments, duas unidades ortognáissicas forneceram idades de cristalização de *ca.* 1555 Ma e *ca.* 1545 Ma, similares às idades obtidas para a Suíte Intrusiva Serra da Providência. Porém essas unidades apresentam idades de recristalização de *ca.* 1325 Ma, sugestivas de recristalização em um evento metamórfico regional ainda não relatado para rochas da suíte, embora já reconhecido em outras unidades da região

**Palavras chaves:** datações U-Pb SHRIMP, Província Borborema, Província Rio Negro-Juruena

**INTRODUÇÃO** Os novos dados geocronológicos das províncias Mantiqueira meridional (Orógeno Pelotas), Borborema e Rio Negro-Juruena aqui apresentados abrangem distintos domínios de cada província e foram obtidos com o objetivo de solucionar problemas estratigráficos salientados durante a execução do Mapa Geológico, Tectônico e de Recursos Minerais do Brasil, 1:2.500.000-SIG (Bizzi *et al.* 2002) e do programa Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo-SIG. Visando consolidar estas cartas, várias geotransversais levantadas nas escalas 1: 250.000 e 1: 100.000 foram reavaliadas em seu conteúdo geológico e estrutural e diversas unidades de granitoides e ortognaisses de expressão cartográfica das três províncias amostradas para datação pelo método U-Pb SHRIMP em zircão (Tabela 1). Os resultados estão resumidos na Tabela 2.

**PROVÍNCIA BORBOREMA** Nesta província selecionou-se 5 unidades-chave de distintos domínios para o entendimento da sua evolução. No Ceará, extremidade setentrional da província, selecionou-se 2 unidades previamente cartografadas como Complexo Cruzeta, supostamente parte do embasamento paleoproterozóico (Fig. 1). Na extremidade meridional, no limite Pernambuco/Bahia, entre a Faixa Sergipana (Grupo Macururé) e o fragmento arqueano Riacho Seco, amostrou-se o Ortognaisse Santa Maria da Boa Vista (Fig. 1). No Terreno Pernambuco-Alagoas, proximidades de Floresta, amostrou-se um ortognaisse do Complexo Belém do São Francisco (Fig. 1), supostamente relacionada

ao Orógeno Cariris Velhos, do mesoproterozóico tardio. Por fim, a sudoeste da cidade de Sumé, Paraíba, selecionou-se uma amostra do ortognaisse do Complexo Sumé, cuja evolução tectônica se associa à *nappe* Serra de Jabitacá, limite dos terrenos Alto Pajeú/Alto Moxotó, da Zona Transversal (Fig. 1).

**EMBASAMENTO PALEOARQUEANO: COMPLEXO CRUZETA - UNIDADE PEDRAS BRANCAS (AMOSTRA REFO 09) CE** O complexo foi definido por Oliveira & Cavalcante (1993) e se localiza na porção NW da Província Borborema, região central do Ceará (Fig. 1). Corresponde ao Maciço Tróia-Pedra Branca (Brito Neves 1975) e ocupa extensão considerável do Domínio Ceará Central. Consiste de terreno do tipo granito-*greenstone* e compreende as unidades Tróia (seqüência metavulcano-sedimentar), Pedra Branca (metaplutônicas calci-sódicas) e Mombaça (metaplutônicas sódico-potássicas). As metaplutônicas são interpretadas como segmentos de arcos magmáticos juvenis. Estudos geocronológicos recentes (U-Pb convencional e Sm-Nd) atribuem idade de cristalização de ortognaisses TTG entre 2680 e 2860 Ma (neoarqueanas) e de ortognaisses da Unidade Mombaça em 2150 Ma (Fetter 1999).

A amostra selecionada provém da Unidade Pedra Branca e consiste de tonalito gnáissico de granulação média e forte orientação de minerais máficos. Ao microscópio é um hornblenda-biotita tonalito com textura granoblástica média com relíquias de domínios magmáticos hipidiomórficos. A rocha tem foliação proeminente

Tabela - 2 Síntese dos resultados obtidos

Amostra	Localidade	Classificação petrográfica	Designação litoestratigráfica	Idade aproximada previamente admitida	Idade de Cristalização SHRIMP (Ma)	Idade metamórfica SHRIMP (Ma)
PROVÍNCIA BORBOREMA						
<i>Inliers</i> do embasamento paleoarqueno retrabalhado CE						
REFO 09	NW de Boa Viagem	HB-BT tonalito gnáissico	Complexo Cruzeta	2150 Ma	3270±5	
Sistema orogênico Brasileiro II CE						
REFO 19	Proximidades de Saboeiro	HB-BT granodiorito foliado	Granodiorito Saboeiro	?	624±9	
<i>Inliers</i> do embasamento mesoarqueno retrabalhado/Cráton do São Francisco PE/BA						
LA 21	ESE de Santa Maria da Boa Vista	CN-BT Gnaiss granítico (tipo S)	Ortognaisse Santa Maria da Boa Vista	?	3072±5	870±330 ii
<i>Inliers</i> do embasamento paleoproterozóico retrabalhado PE						
LA 13	Proximidades de Floresta	BT granodiorito gnáissico	Complexo Belém do São Francisco	1070 Ma	2079±34	576±96 ii 655±27 (1σ)
Sistema orogênico Brasileiro II PB						
LA 04	Proximidades de Sumé	HB granodiorito foliado	Complexo Sumé	mesoproterozóica	640±6	
PROVÍNCIA MANTIQUEIRA MERIDIONAL (ORÓGENO PELOTAS)/SISTEMA OROGÊNICO BRASILEIRO II						
<i>Inliers</i> do embasamento paleoproterozóico retrabalhado SC						
LC 07	Ponta do Corre Mar ou do Cabeço	BT granito foliado	Complexo Águas Mornas	neoproterozóica?	2174±22?	868±330 ii
Granitóides pós-collisionais SC						
LC 05	Vargem Grande	HB-BT tonalito	Tonalito Forquilha	neoproterozóica	611±3	
LC 04	Estrada Rancho Queimado-Forquilha	Hornblenda microtonalito alterado	Tonalito Forquilha	neoproterozóica	608±7	
LC 06	Alto Varginha	HB-BT granodiorito alterado	Granito Alto Varginha	neoproterozóica	579±8	
Vulcanismo félsico da bacia (tardi a pós-tectônica) do Itajaí SC						
LC 63	Gaspar	Tufito	Grupo Itajaí	neoproterozóica/ cambriana	606±8 (1σ) zircão vulcânico (Idade Máxima de abertura)	ca.1790 (Idade máxima de fonte)
CRÁTON AMAZÔNIA CIDENTAL/PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA						
Granito Aripuanã MT						
MQ 33	Proximidades de Aripuanã	Granito foliado	Granito Aripuanã	1270 Ma	1537±8	
Embasamento mesoproterozóico RO						
JS 15	N-NE Ariquemes	HB-BT gnaiss granítico	Complexo Jamari	1750 Ma	1661±11	443±20 ii
JS 26	Mutum-Paraná	Gnaiss quartzodiorítico	Complexo Jamari		1728 ± 15	913 ± 67 ii
Magmatismo pós-Jamari (< 1600 Ma) RO						
JS 32	SE de Cacoal	Leuco granito milonítico	Suíte Intrusiva Serra da Providência	1550 Ma	1522±10	1394±5
JS 19	NE de Espigão do Oeste	Leuco granito milonítico	Suíte Intrusiva Serra da Providência	1550 Ma	1545±8	
JS 16	N-NE Ariquemes	BT gnaiss granodiorítico	Gnaiss Granodiorítico do Norte de Ariquemes	1550 Ma	1555±19 (1σ)	1321±27 ?742±11 (1σ)
JS 01	N-NE Ariquemes	GD-HB-BT gnaiss granítico	Gnaiss Granítico do Norte de Ariquemes	1550 Ma	1535±27	1332±11

ii = Intercepto inferior; HB= hornblenda; BT=biotita, GD = granada; CN= cianita; PE/CE/PB/BA/RO/MT/SC = estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba, Bahia, Rondônia, Mato Grosso, Santa Catarina

te dada pela orientação de hornblenda e biotita.

Os resultados analíticos de 9 spots em 9 cristais de zircão constam da Tabela 3 e do diagrama da Figura 2a. A maioria dos dados são fortemente discordantes. A razão média  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  obtida em 4 spots provenientes de uma mesma população de zircões magmáticos (MSWD = 0.75) forneceu uma idade aparente de 3270 ± 5 Ma, interpretada como a idade mínima de cristalização do

protólito.

As imagens de CL mostram cristais zonados, com margens metamórficas de alta luminescência (baixo U) que substituem parte de núcleos magmáticos. Uma delas (spot 1.1) forneceu idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  discordante de 2084 ± 14 Ma de significado incerto.

A existência de remanescentes de crosta paleoarqueana no

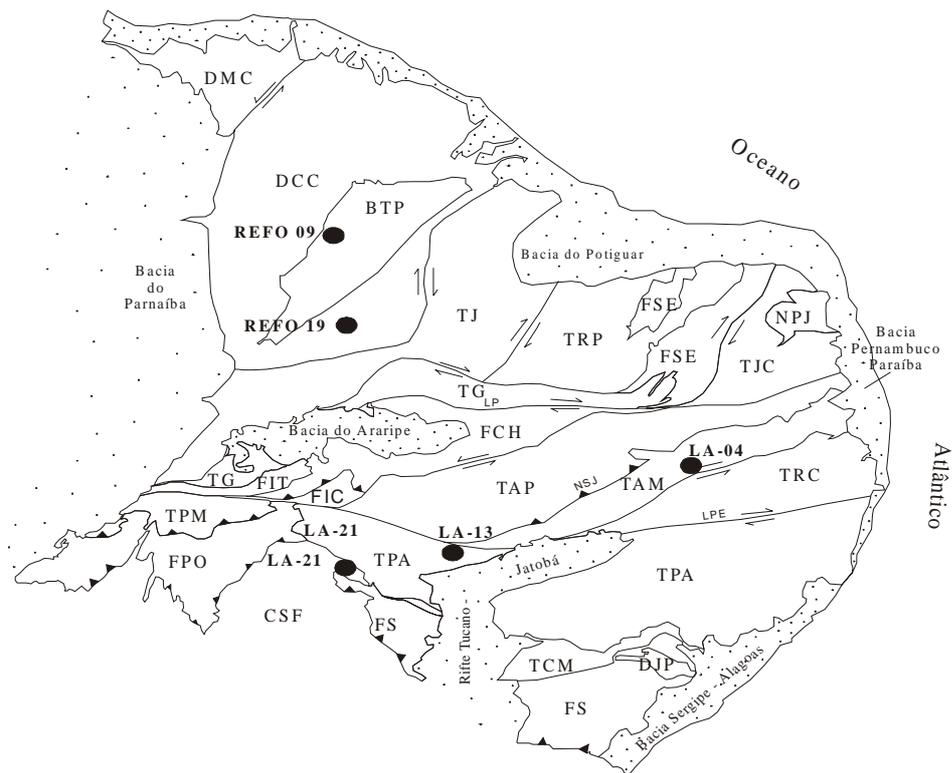


Figura 1 - Compartimentação tectônica da Província Borborema. (Modificado de Santos 1996). com a localização das amostras. Legenda: DMC - Domínio Médio Coreaú, DCC - Domínio Ceará Central, BTP - Maciço Tróia-Pedra Branca, TJ - Terreno Jaguaribeano, TRP - Terreno Rio Piranhas, FSE - Faixa Seridó, TJC - Terreno São José do Campestre, NPJ - Núcleo Bom Jesus-Presidente Juscelino, TG - Terreno Granjeiro, FCH - Faixa Cachoeirinha, FIT - Fragmento Itazininho, FIC - Fragmento Icaçara, TAP - Terreno Alto Pajeú, TAM - Terreno Alto Moxotó, TRC - Terreno Rio Capibaribe, TPM - Terreno Paulistana-Monte Orebe, TPA - Terreno Pernambuco Alagoas, TCM - Terreno Canindé-Maracó, FPO - Faixa Riacho do Pontal, FS - Faixa Sergipana, DJP - Domo Jirau do Ponciano, CSF - Cráton do São Francisco, LP - Lineamento Patos, LPE - Lineamento Pernambuco, NSJ - Nappe Serra de Jabitacá,  $\rightarrow$  zona de cisalhamento contracional,  $\Rightarrow$  zona de cisalhamento transcorrente dextral,  $\Leftarrow$  zona de cisalhamento transcorrente sinistral, REFO 09 ● Local da amostragem

embasamento da Província Borborema no Ceará foi preconizada a partir da datação U-Pb SHRIMP de uma população zircões detríticos de metarenitos do Grupo Cachoeirinha, que forneceram a idade máxima de  $3278 \pm 13$  Ma de uma das fontes dos sedimentos (Silva *et al.* 1997). A idade aqui obtida ( $3270 \pm 5$  Ma) equivale, dentro do erro do método, à da área-fonte do Grupo Cachoeirinha e é a primeira comprovação da existência de remanescentes de crosta paleoarqueana na região, interpretados como a mais provável fonte dos detritos daquele Grupo.

A acreção desse núcleo paleoarqueano, um dos mais antigos na Província Borborema, precedeu à acreção dos gnaisses TTG de Brejinho, datados em *ca.* 3200 Ma, mas sucedeu à dos gnaisses TTG do Complexo Bom Jesus, datados em *ca.* 3400 Ma (Dantas *et al.* 1998), ambos no Terreno São José do Campestre (Rio Grande do Norte). A sucessão de arcos acrescidos entre 3270 e 2150 Ma (Fetter 1999) caracteriza a natureza policíclica do complexo e, em consequência, demanda novo detalhamento cartográfico para discriminar os distintos componentes, hoje atribuídos a uma única unidade litoestratigráfica. A idade imprecisa de *ca.* 2084 Ma de domínios metamórficos de alguns cristais de zircão, sugere que a unidade foi metamorfisada durante evento colisional

paleoproterozóico, interpretação que carece de dados adicionais.

**Sistema de Orógenos Brasileiro II: Complexo Cruzeta/Batólito Saboeiro-Aiuaba (Amostra REFO 19) CE** A amostra foi coletada 7Km a norte da cidade de Saboeiro, região Centro-Sul do Ceará, no Domínio Ceará Central. Esta região foi cartografada como parte do Complexo Cruzeta, embasamento da província. No afloramento amostrado, as rochas estão afetadas por zonas de cisalhamento transcorrente e, por isto, exibem foliação milonítica, o que pode levar a sua interpretação como ortognaisses da unidade encaixante. A amostra coletada é de granitóide milonítico cinza, de granulação média, com pronunciada orientação dada pela alternância de bandas félsicas (quartzo e feldspatos) e máficas (biotita e hornblenda), o que lhe imprime proeminente estrutura gnássica. Lentes de composição metamáfica/ultramáfica ocorrem subordinadamente.

Ao microscópio é um granodiorito constituído por plagioclásio, feldspato potássico, quartzo e biotita em arranjo granoblástico e lepidoblástico, de granulação média, em domínios quartzo-feldspáticos alternados com bandas ricas em biotita. Localmente ocorrem domínios com textura magmática hipidiomórfica reliquiar.

Os resultados analíticos de 15 spots em 14 cristais constam da

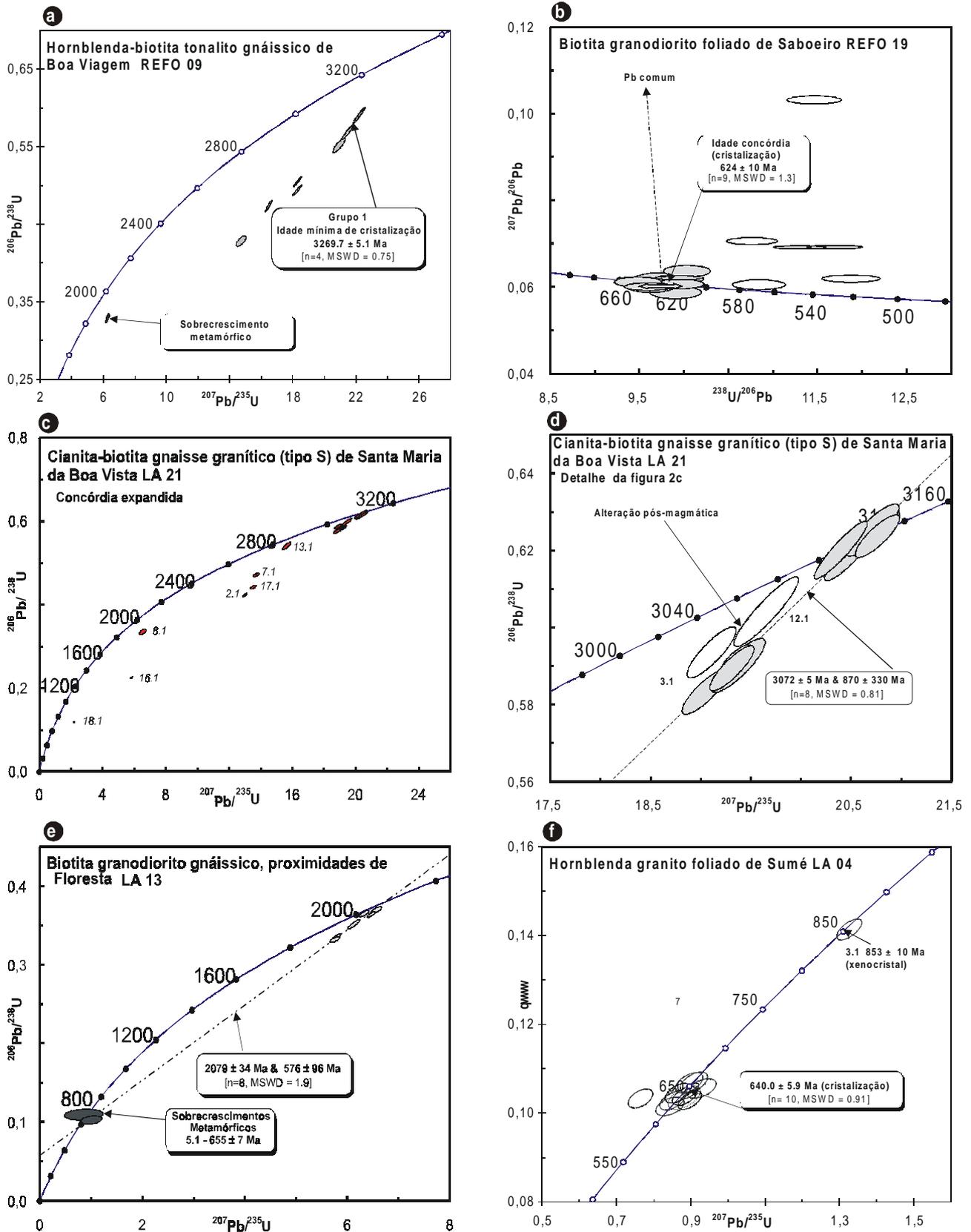


Figura 2 - Diagramas concórdia das amostras da Província Borborema: a) REFO 09; b) REFO 19; c) LA 21 (Concórdia expandida); d) LA 21 (Detalhe de Fig. 2c); e) LA 13; f) La 04

Tabela 4 e do diagrama concórdia da figura 2b. Nove análises pertencentes à mesma população magmática (MSWD = 1.3) forneceram idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $624 \pm 10$  Ma, interpretada como a de cristalização magmática.

Na região estudada, os granitóides estão afetados por zonas de cisalhamento transcorrente, exibindo forte foliação milonítica, o que induziu sua correlação com os ortognaisses do embasamento. Em zonas de menor *strain*, seu caráter intrusivo nos gnaisses do embasamento é claro e consistente com a idade de cristalização de *ca.* 624 Ma aqui obtida. Por isso, o plúton é correlacionado à fase sin a tardi-colisional do batólito Saboeiro-Aiuaba, intrusivo nos gnaisses TTG do Complexo Cruzeta. Possivelmente compõe, juntamente com o Batólito Quixadá-Quixeramobim, de idade 585 Ma (Fetter 1999), parte de um arco magmático relacionado ao sistema de orógenos Brasileiro II (*sensu* Silva *et al.* 2002, Delgado *et al.* 2002), com clímax há *ca.* 630 Ma.

**Embasamento mesoarqueano na área limítrofe norte do Cráton do São Francisco com a Província Borborema: Ortognaisse Santa Maria da Boa Vista (Amostra LA – 21) PE/BA** A unidade ocorre a ESE da cidade homônima, Pernambuco, e aflora em ambas margens do rio São Francisco. O local amostrado localiza-se na margem sul do rio, na Bahia. A unidade está exposta entre a Faixa Sergipana-Grupo Macururé a sul, e o fragmento arqueano Riacho Seco, a norte da Zona de Cisalhamento Macururé (Fig. 1). É um ortognaisse leucocrático rosa, com estrutura gnáissica descontínua de baixo ângulo, ressaltada por quartzo, aluminossilicatos e micas. Ao microscópio é um leucognaisse granítico, bastante alterado, com textura granoblástica média, com biotita titanífera e cianita como principais subordinados.

Os resultados analíticos de 17 *spots* em 17 cristais constam da Tabela 5 e dos diagramas das figuras 2c e d. Oito *spots* pertencentes à mesma população magmática (MSWD = 1.9) alinham-se segundo uma discórdia com intercepto superior de  $3072 \pm 5$  Ma, interpretado como a idade de cristalização do magma granítico, cuja assinatura química e mineralógica indica ser produto de fusão parcial de paragnaisses (tipo S). Os *spots* 3.1 e 12. 1, situados em margens metamórficas de alta luminescência e que substituem parte dos núcleos magmáticos, apresentam razões  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  correspondentes às idades de  $3035 \pm 7$  Ma e  $3052 \pm 5$  Ma, respectivamente (Fig. 2d). Esses resultados sugerem distúrbio pós-cristalização de origem não indefinida (hidrotermal?, metamórfica?). A discórdia (Fig. 2c) mostra intercepto inferior muito impreciso de  $870 \pm 330$  Ma, sugestivo de perda de Pb no Neoproterozóico (?). No diagrama observam-se diversos *spots* resultados discordantes, com idades aparentes  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de até  $796 \pm 5$  Ma ( $1\sigma$ ) (*spot* 18.1), devido a distúrbio isotópico, com perda de Pb durante o Neoproterozóico.

A idade de *ca.* 3072 Ma do gnaisse resalta a presença de remanescentes arqueanos neste segmento crustal, interpretado como uma projeção do Bloco de Sobradinho do Cráton do São Francisco, deslocado por zona de cisalhamento neoproterozóica. A idade mesoarqueana é compatível com a idade isocrônica Rb-Sr de 3.3 Ga (Santos & Silva Filho 1990) obtida em leuco-ortognaisse da região do povoado Uruais (Pernambuco), borda sudeste da Faixa Riacho do Pontal, e que aparenta pertencer ao mesmo segmento crustal. Esta hipótese sugere aloctonia dos grupos Macururé e Estância sobre a placa Sanfranciscana, na região de Curaçá (Bahia), correspondendo à terminação noroeste da Faixa Sergipana.

**Embasamento paleoproterozóico: Complexo Belém do São Fran-**

**cisco (Amostra LA 13) PE** A amostra foi coletada em afloramento situado na BR-316, cerca de 5,7 Km a SW da cidade de Floresta, Pernambuco (Fig. 1). O complexo foi definido por Santos (1995) como uma unidade metaplutônica mesoproterozóica do evento Cariris Velhos (*ca.* 1100-950 Ma). Sua área-tipo é a região compreendida entre Belém do São Francisco e Floresta (PE), com extensa distribuição no Terreno Pernambuco-Alagoas. O complexo é dominado por leuco-ortognaisses graníticos e migmatitos associados à zonas de cisalhamento transpressivas. Subordinadamente ocorrem ortognaisses tonalítico-granodioríticos e rochas supracrustais. A unidade se associa à seqüência metavulcano-sedimentar do Complexo Cabrobó, de presumida idade mesoproterozóica. Ambas unidades estão afetadas por tectônica transpressiva, com vergência para WNW, atribuída ao evento colisional do Orógeno Cariris Velho. No local amostrado, a unidade é representada por gnaisse granítico finamente bandado e com pronunciada orientação de minerais máficos.

Ao microscópio é um biotita-hornblenda granodiorito gnáissico, rico em allanita, com textura porfiroclástica caracterizada por *augens* subcentimétricos de plagioclásio em matriz granoblástica média com foliação dada por minerais máficos. A paragênese é compatível com a fácies anfibólito.

Os resultados analíticos de 9 *spots* em 8 cristais constam da Tabela 6 e do diagrama concórdia da figura 2e. Oito *spots* de uma mesma população magmática (MSWD = 1.9) alinham-se segundo uma discórdia, com intercepto superior de  $2079 \pm 34$  Ma, interpretada como a idade de cristalização magmática. O intercepto inferior de  $576 \pm 96$ , sugere perda de Pb no Neoproterozóico. As imagens de CL mostram cristais zonados, com margens de alta luminescência (baixo U), típicas de recristalização metamórfica e que substituem núcleos magmáticos. Um desses domínios gerou uma análise concordante (*spot* 5.1, Tab. 6) que forneceu idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $655 \pm 7$  Ma ( $1\sigma$ ), interpretada como a melhor aproximação da idade do metamorfismo.

Lima *et al.* (1985) obtiveram duas isócronas Rb-Sr nos ortognaisses e migmatitos dessa unidade, as quais que forneceram idades de  $1070 \pm 28$  Ma e  $1080 \pm 75$  Ma. Uma idade modelo Sm-Nd de *ca.* 1330 Ma, compatível com as idades isocrônicas, foi obtida por Santos *et al.* (1994). A idade de *ca.* 2070 Ma desses gnaisses não confirmam as interpretações prévias de sua correlação com o Orógeno Cariris Velho. A possibilidade de a unidade representar restos do embasamento retrabalhado no mesoproterozóico tampouco tem suporte nos dados obtidos, já que os domínios metamorizados foram datados em *ca.* 630 Ma, indicativo de retrabalhamento durante o Brasileiro II. Por outro lado, os ortognaisses do Complexo Belém de São Francisco assemelham-se a outros fragmentos pré-Cariris Velhos, que ocorrem neste setor oeste do Terreno Pernambuco-Alagoas, a exemplo do fragmento Riacho Seco. Essa idade evidencia uma complexidade geológica ainda não indicada nos mapas disponíveis.

**Sistema de orógenos Brasileiro II: Complexo Sumé (Amostra LA-04) PB** A amostra foi coletada na BR-412, cerca de 6,5 Km a sudoeste da cidade de Sumé, Paraíba (Fig. 1) e é representativa de ortognaisses do Complexo Sumé, como descrito por (Medeiros & Torres 1999). O complexo consiste de uma associação de ortognaisses TTG, com intercalações de metabasitos, metagabros, granada metagabros, metassienitos, mármore, *skarns*, raras formações ferríferas, granulitos, metapiroxenitos e prováveis retroeclogitos. Tem sido interpretado como alóctone e associado à *nappe* Serra de Jabitacá, limite dos terrenos Alto Pajeú/Alto

Moxotó, da Zona Transversal. A amostra é de ortognaisse granítico rosa, de granulação média a grossa e com foliação definida por minerais máficos.

Ao microscópio a amostra é de hornblenda granodiorito foliado, com textura granoblástica fina e granoblástica-alongada com remanescentes de textura hipidiomórfica granular e porfiroclástica, parcialmente recristalizada. A hornblenda está parcialmente cloritizada.

Os dados analíticos de 12 *spots* em 11 cristais constam da Tabela 7 e do diagrama concórdia da figura 2f. Dez *spots* pertencentes à mesma população magmática (MSWD = 0.91) forneceram uma idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  aparente de  $640 \pm 6$  Ma interpretada como a de cristalização magmática. A análise do *spot* 3.1 é de núcleo herdado, com idade aparente de  $853 \pm 10$  Ma.

A evolução do Complexo Sumé tem sido atribuída à uma associação de provável paleossutura que inclui retroeclogitos interpretados como fragmentos de crosta oceânica mesoproterozóica, relacionados à orogênese Cariris Velhos (Brito Neves et al. 2000). A associação litológica descrita pelos autores inclui componentes magmáticos de assinatura geoquímica depletada, o que sugere provável ambiente de arco intraoceânico acrescido há 640 Ma, durante a implantação de orógeno neoproterozóico. No Brasil, o desenvolvimento de orógenos relacionados à subducção (*sensu* Sengör 1990), com preservação de arcos intraoceânicos neoproterozóicos são, em geral, precoces e relacionados ao sistema de orógenos Brasileiro I (900-700 Ma) (Silva et al., 2002, Delgado et al., 2002). O orógenos mais primitivos da colagem brasileira, como os de São Gabriel (RS) e o Arco Magmático de Goiás, desenvolveram-se em resposta ao consumo de um dos ramos do oceano neoproterozóico, de idade pré-Adamastor. A idade de 640 Ma aqui obtida representa um episódio de geração de arco intra-oceânico tardio do contexto de orógenos brasileiros (Brasiliano II, clímax há 640-610 Ma). Um dos cristais analisados forneceu idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  aparente de  $853 \pm 10$  (*spot* 3-1, Fig. 6), o que indica que, apesar da suposta natureza intraoceânica, o magma original foi contaminado por crosta gerada no sistema Brasileiro I. Esses dados indicam que a correlação desse complexo com a evolução do orógeno mesoproterozóico Cariris Velho deve ser revista, pelo menos na região estudada.

**PROVÍNCIA MANTIQUEIRA MERIDIONAL: O ORÓGENO PELOTAS** A província Mantiqueira, no sul do Brasil, é um mosaico de terrenos agregados durante a colagem brasileira. No extremo SE da província, domínio oriental do Cinturão Dom Feliciano (Fragoso-César et al. 1982, Basei 1985), em Santa Catarina, a província é representada pelo Orógeno Pelotas (Campos Neto 2000, Silva et al. 2002). Nesse estado o arcabouço do orógeno é formado por um *fold and thrust belt* desenvolvido em resposta à convergência da margem passiva (Bacia Brusque) contra o Microcontinente Luís Alves (Basei 1985), constituído por ortognaises arqueanos de alto grau (Fig. 3). O magmatismo orogênico e pós-orogênico está representado pelo Batólito Florianópolis, exposto em uma área com cerca de 200 km de comprimento por 60 km largura) (Fig. 3).

O metamorfismo e colisão do orógeno data de cerca de ca. 630 Ma, como indica a recristalização metamórfica de gnaisses do Complexo Encantadas, na extensão do orógeno no Rio Grande do Sul (Silva et al. 1999). Essa idade, também obtida em outros orógenos da província (Paranapiacaba, Rio Piên e Rio Negro; Campos Neto 2000) permitiu agrupá-los no sistema de orógenos Brasileiro II (Silva 1999, Silva et al. 2002, Delgado et al. 2002). A

fase tardi a pós-tectônica está representada por diversas bacias vulcano-sedimentares (Itajaí, Campo Alegre, Corupá) e granitos alcalinos associados ao colapso do orógeno.

#### **Inliers do embasamento retrabalhados no Batólito Florianópolis**

Distintos *inliers* do embasamento do orógeno, retrabalhados pela injeção do batólito ocorrem no interior do mesmo, estando agrupados como complexos Camboriú e Águas Mornas (Fig. 3). A sucessão evolutiva da granitogênese em ambos os complexos teve um curso similar, porém com distinto *timing*. Complexo Camboriú: i) ortognaisse TTG arqueano ( $G_1$ ) com ca. 2500 Ma (Rb-Sr, Basei 1985); ii) uma fase granítica/migmatítica foliada ( $G_2$ ), com ca. 2000 Ma, injetada nos gnaisses  $G_1$ , dos quais derivaria por fusão parcial (Silva et al. 2000). O granitóide da fase  $G_2$  registra intenso retrabalhamento há ca. 590 Ma (Babinski et al. 1997; Silva et al. 2000), possivelmente associado à refusão parcial, durante a injeção do batólito representado por intrusões graníticas tardias ( $G_3$ ). O Complexo Águas Mornas é constituído por: i) restos de ortognaises tonalíticos ( $G_1$ ) e anfíbolitos com idades não determinadas; ii) intercalações granitóides grosseiros foliados ( $G_2$ ) intrusivos na fase  $G_1$  com ca. 2175 Ma (Silva et al. 2000); iii) os granitóides da fase  $G_2$  mostram intenso retrabalhamento há ca. 590 Ma (Silva et al. 2000), possivelmente relacionado à refusão parcial, durante a injeção do batólito, representado por intrusões graníticas tardias ( $G_3$ ). Algumas dessas intrusões têm expressão cartográfica regional e embora não estejam representadas no esboço da (Fig. 3), devem ser discriminadas do complexo em futuros trabalhos, como por exemplo o Granito Santo Amaro da Impeatriz, de ca. 606 Ma (Basei 2000).

#### **GRANITO FOLIADO DA PONTA DO CORRE MAR, (OU DO CABEÇO)/COMPLEXO ÁGUAS MORNAS (AMOSTRA LC 07)**

Um plúton granítico fortemente deformado, situado ao sul de Camboriú na Ponta do Corre Mar (ou do Cabeço) - relacionado à fase  $G_2$  do complexo - foi recentemente datado pelo método U-Pb convencional (Basei 2000). A análise forneceu uma discórdia (MSWD = 3,2) com um intercepto inferior relativamente bem definido de  $583 \pm 26$  e um intercepto superior muito impreciso ( $2804 \pm 130$  Ma). O intercepto inferior foi interpretado pelo autor supra como a idade de cristalização (ca. 583 Ma) do granito e o intercepto superior, como indicativo de herança crustal.

Visando comparar-se as performances dos métodos U/Pb convencional e SHRIMP nesses gnaisses policíclicos, a mesma unidade foi também selecionada para estudos SHRIMP. A amostra foi coletada em um novo corte da Br 101, na Ponta do Corre Mar (ou do Cabeço), proximidades de Itapema (Fig. 3). É um granito homogêneo, de granulação média a grossa, com forte foliação transcorrente com venulações (cm) de leucogranito fino. Ocorrem também abundantes enclaves de rochas máficas dispostos paralelamente à foliação.

Ao microscópio é um titanita-biotita metagranito foliado com textura milonítica, com abundantes remanescentes de megacristais magmáticos de ortoclásio microclinizado, lenticularizados (porfiroclastos) com comprimento subcentimétrico, alinhados em matriz quartzo-feldspática fina, recuperada (granoblástica/poligonal), com forte foliação de biotita. Esse acessório está fortemente alterado para epidoto e clorita, enquanto o feldspato potássico altera-se a argilominerais e sericita.

Os dados analíticos de 11 *spots* em 11 cristais constam da Tabela 8 e do diagrama concórdia da figura 4a. Oito *spots* de uma mesma população magmática (MSWD = 0.19) alinham-se segundo

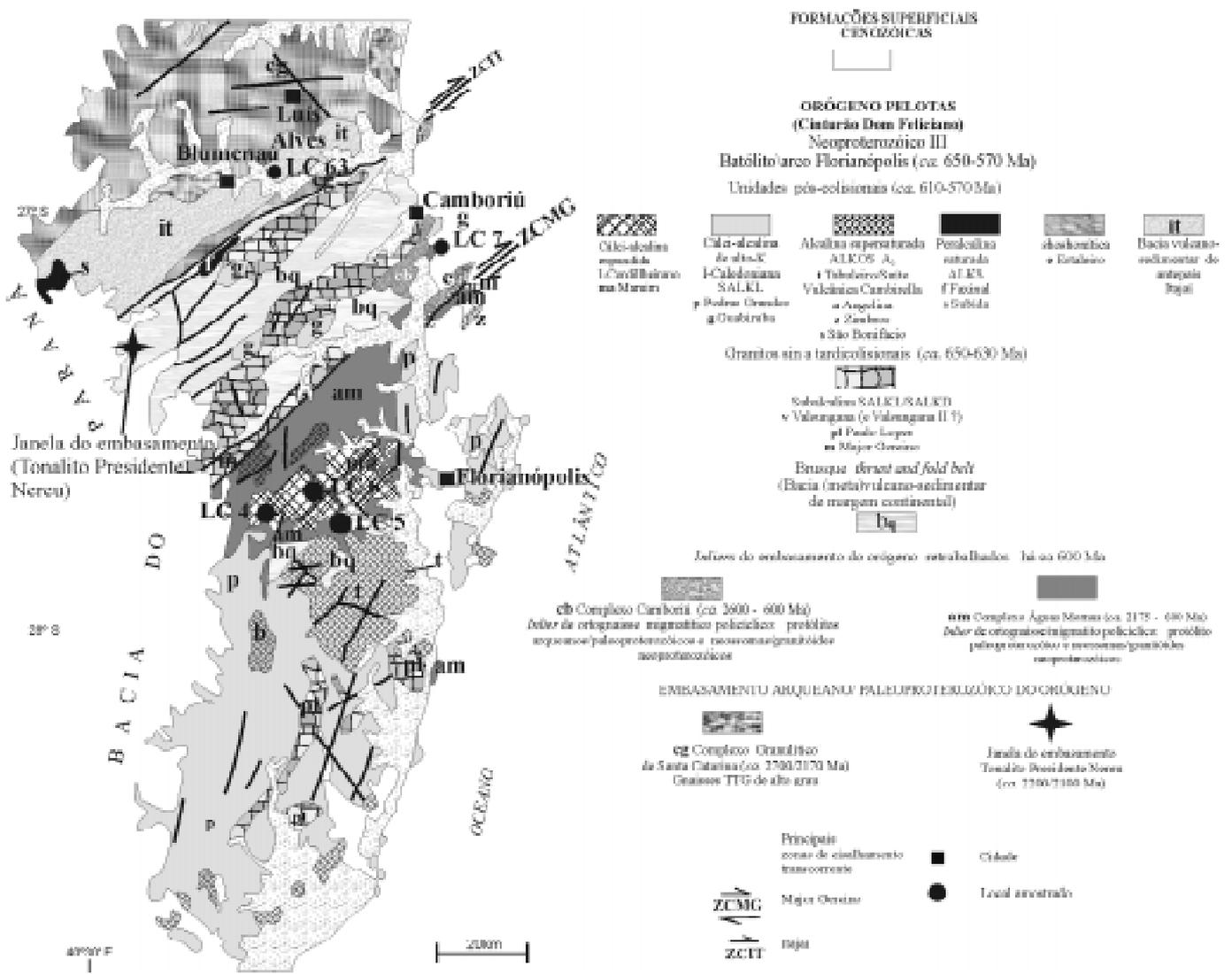


Figura 3 - Mapa geológico do Escudo Catarinense, modificado de Silva (1987, 1999), Wildner et al. (1990). Granitos Zimbros e Estaleiro, simplificado de Bitencourt & Nardi (1993), com localização das amostras.

uma discórdia, com intercepto superior de  $2174 \pm 22$  Ma interpretado como a idade de cristalização do magma granodiorítico. A mesma discórdia apresenta um intercepto inferior muito impreciso com valores de  $868 \pm 330$  Ma sugestivo de perda de Pb no brasiliano. Parte da população de zircões apresenta sobrecrescimentos externos de baixa luminescência (alto U e Th), cuja largura inferior à do spot ( $< 25\mu\text{m}$ ) raramente permite análise. Uma única análise obtida em um desses domínios (spot 4.1), que devido ao conteúdo muito alto de U (1753 ppm) apresentou uma idade aparente extremamente imprecisa de  $368 \pm 5$  Ma devido ao conteúdo muito alto de U, mas que estaria relacionada à perda de Pb no brasiliano, conforme sugere o intercepto inferior ( $868 \pm 330$  Ma).

A interpretação desses resultados não é simples mesmo com a análise integrada dos resultados dos dois métodos. Os altos conteúdos em U-Th dos sobrecrescimentos sugerem origem por reprecipitação no estado líquido (melt-precipitated). Entretanto, o processo indutor da reprecipitação pode ser interpretado ao

menos de duas maneiras. Poderia relacionar-se às venulações graníticas regionalmente abundantes no plúton. Nesse caso, o resultado do intercepto inferior de *ca.* 585 Ma (definido mais acuradamente pela análise convencional) representaria a idade de reprecipitação dos sobrecrescimentos. Esses, estariam relacionados às injeções graníticas tardias (venulações), parte das quais podem estar relacionadas a processos de refusão parcial nas raízes do plúton, correspondendo a leucossomas alóctones. O intercepto superior de *ca.* 2175 Ma (determinado mais acuradamente pelo método SHRIMP nos núcleos e cristais homogêneos magmáticos) representaria a idade de cristalização do plúton.

Outra interpretação possível, favorecida pela análise convencional, seria de que o intercepto inferior (*ca.* 585 Ma) representaria a idade de cristalização do plúton e intercepto superior corresponderia à herança crustal (Bassi 2000).

Com os dados atuais nenhuma das duas possibilidades pode ser assumida sem restrições. Entretanto, primeira (cristalização

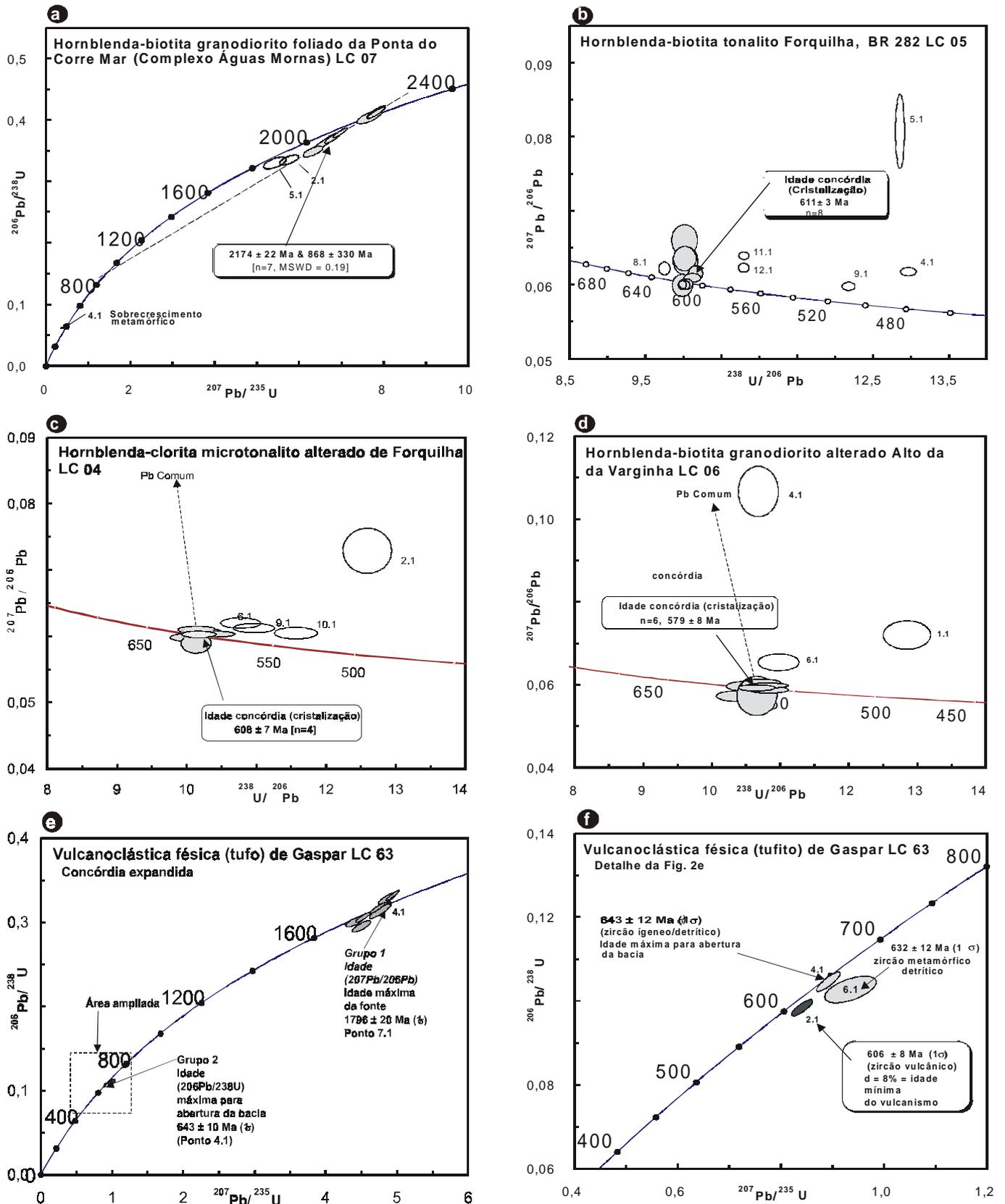


Figura 4 - Diagramas concórdia das amostras da Província Mantiqueira Meridional: a) LC 7; b) LC 05; c) LC 04; d) LC 06; e) LC 63 (Concórdia expandida); f) LC 63 (Detalhe da Figura 4e)

paleoproterozóica e refusão parcial neoproterozóica) é favorecida pela ausência de grãos neofrmados (cristais magmáticos homogêneos) com *ca.* 585 Ma, os quais seriam esperados em um magma cristalizado nessa época. Além disso, o pequeno volume de zircão reprecipitado relativamente aos domínios supostamente herdados (*ca.* 5% ?), também não favorece sua origem por precipitação direta de magma. Por essas peculiaridades, e na ausência de um número mas significativo de análises para dar mais consistência á presente interpretação, consideramos preliminarmente os resultados de *ca.* 2175 Ma e *ca.* 585 Ma, respectivamente como as idade de cristalização e refusão parcial.

O presente estudo salienta a importância da aplicação de ambas as sistemáticas no estudo de gnaisses policíclicos dessa região, sendo interessante uma abordagem inicial focada na sistemática SHRIMP, precedida de estudos de catodoluminescência para entendimento dos padrões morfológicos, seguida de análise convencional, especialmente visando obtenção de idades mais acuradas (intercepto inferior), em populações portadoras de sobrecrescimentos de alto-U e/ou dimensões abaixo do limite de análise pela microsonda iônica (< 25µm).

**Magmatismo cálcio-alcálico juvenil tardi a pós-colisional no Batólito Florianópolis: Suíte Maruim** A assinatura crustal do magmatismo granítico do Batólito Florianópolis vem sendo demonstrada com base em dados químicos e isotópicos (e.g. Basei, 1985, Mantovani *et al.* 1987, Silva 1991, 1999). Contudo, magmatismo juvenil tem sido evidenciado em alguns plútons tarditectônicos de diversos segmentos do batólito (e.g. Bitencourt & Nardi 1993, Wildner *et al.* 1990). Wildner *et al.* (1990) discriminam extenso plúton zonado da série cálcio-alcálica expandida, incluindo gabros, tonalitos e granitóides, designados de Suíte Maruim. Dois corpos do membro intermediário (Tonalito Forquilha) e um do membro félsico (Granodiorito Alto Varginha) dessa suíte foram selecionados para a presente pesquisa (Fig. 3).

**HORNBLENDA TONALITO/TONALITO FORQUILHA (AMOSTRA LC 05)** Amostra coletada na BR 282, próximo a Vargem Grande. É um tonalito cinza escuro, de granulação grossa, cortado por leucogranito tardio. Ao microscópio é um hornblenda-biotita tonalito melanocrático, equigranular grosso, com moderada saussuritização do plagioclásio e biotitização da hornblenda.

Os dados analíticos de 13 cristais constam da Tabela 9 e do diagrama concórdia da Figura 4b. Oito *spots* de uma mesma população magmática formam um agrupamento concordante com idade concórdia (*concordia age*)  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $611 \pm 3$  Ma, interpretada como a de cristalização magmática. Quatro *spots* apresentam razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  menores por perda recente de Pb. A idade de *ca.* 611 Ma desse tonalito permite datar o intervalo inferior do magmatismo tardi-colisional do orógeno, o qual teve uma duração entre *ca.* 610-580 Ma (Silva *et al.* 2002).

**HORNBLENDA MICROTALITO ALTERADO/TONALITO FORQUILHA (AMOSTRA LC 04)** A mostra foi coletada em corte da estrada Rancho Queimado-Forquilha. É um tonalito fino, cinza-escuro, cortado por leucogranitóide tardio. Ao microscópio é um hornblenda microtonalito, equigranular, com plagioclásio saussuritizado e hornblenda cloritizada.

Os dados analíticos de 10 *spots* em 10 cristais constam da Tabela 9 e do diagrama concórdia da Figura 4c. Quatro *spots* de uma mesma população magmática formam um agrupamento concordante com idade concórdia (*concordia age*)  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $608 \pm 7$

Ma, interpretada como a idade de cristalização magmática. Os *spots* 6.1, 9.1 e 10.1 apresentam razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  menores devido à perda recente de Pb.

A idade obtida (*ca.* 610 Ma) sugere que o plúton é contemporâneo com o da amostra LC 05 (*ca.* 608 Ma). As acentuadas diferenças texturais entre ambas amostras sugerem que LC-04 pode representar uma fácies marginal desse plúton zonado, devido a sua textura subvulcânica.

**HORNBLENDA-BIOTITA GRANODIORITO ALTERADO/GRANITO ALTO VARGINHA (AMOSTRA LC 06)** A amostra foi coletada próximo a Alto Varginha. Trata-se de um plúton homogêneo, isótropo, de granulação grossa, e que ao microscópio é um hornblenda-biotita granodiorito, com textura hipidiomórfica granular e com alteração para sericita e clorita.

Os resultados analíticos de 10 cristais constam da Tabela 10 e do diagrama concórdia da figura 4d. Seis *spots* de uma mesma população magmática formam um agrupamento concordante com idade concórdia (*concordia age*)  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $579 \pm 8$  Ma, interpretada como a idade de cristalização magmática. Considerando o erro analítico, a idade ligeiramente mais jovem do granodiorito é compatível com observações de campo segundo as quais o corpo desta amostra intrude o tonalito da amostra anterior. Por outro lado, a idade de 580 Ma é mais freqüente entre os plútons pós-tectônicos do batólito.

**Vulcanismo félsico tardi a pós-tectônico/Bacia do Itajaí (Amostra LC-63)** A Bacia do Itajaí é uma, de uma série de pequenas bacias vulcano-sedimentares tardi a pós-orogênicas associadas ao colapso do Orógeno Pelotas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (Fig. 3). O magmatismo vulcano-plutônico alcalino associado à bacia foi datado em *ca.* 560 Ma (Basei 2000). sTrabalhos anteriores (e.g. Frago-César *et al.* 1982) consideram os depósitos como molassas do Ciclo Brasileiro. Krebs *et al.* (1990) a definem como bacia transtensiva relacionada à fase pós-colisional do orógeno enquanto Rostirolla e Alkimim (1992) e Gresse *et al.* (1997), como bacia do tipo *foreland*. Krebs *et al.* (1988) descrevem nessas bacias três associações sedimentares. Uma proximal de leques aluviais e deltas, caracterizada por ruditos imaturos fluviais com raras intercalações de vulcânicas félsicas. Outra transicional com intercalações de arenitos e pelitos e na qual Silva & Dias (1981) identificaram leitos decimétricos de vulcânicas félsicas, e uma bacinal representada por espesso pacote de turbiditos proximais e distais, detalhados por Silva & Dias (1981).

Um dos leitos de pelito cinza esverdeado, descrito como horizonte sedimentar vulcanogênico, localizado próximo a cidade de Gaspar, borda SE da bacia, foi amostrado para fins geocronológicos. A rocha é maciça, de espessura decimétrica, composição pelítica e se intercala em cerca de 20 m de arenito com laminação plano-paralela e cruzada. O horizonte amostrado situa-se cerca de 4 m acima de um nível com icnofósseis.

Ao microscópio, a rocha exibe matriz afanítica félsica, rica em sílica microcristalina e sericita com fenocristais de feldspato potássico e quartzo. Texturalmente, é um tufo cinerítico.

Os resultados analíticos de 10 *spots* em 10 cristais constam da Tabela 11 e dos diagramas concórdia das figuras 4e e 4f. Os cristais se agrupam em duas populações. Uma é constituída por 7 zircões detriticos, com idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  aparentes entre 1730 Ma e 1800 Ma (Fig. 10a). Três *spots* apresentaram idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  neoproterozóica, dentre os quais o *spot* 2.1, obtido em cristal eudétrico, de morfologia sugestiva de derivação vulcânica e sem

evidências de retrabalhamento, apresentou idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  aparente de  $606 \pm 8$  Ma ( $1\sigma$ ) (Fig. 10b). Apesar de moderadamente discordante (8%), esse resultado pode ser interpretado como a idade máxima de abertura da bacia e do evento vulcânico. O *spot* 6.1, obtido em zircão ígneo (vulcânico?) fraturado (detrítico) forneceu resultado concordante de  $642 \pm 10$  Ma ( $1\sigma$ ).

A idade de *ca.* 606 Ma situa-se no intervalo de 570-610 Ma obtido em rochas plutônicas alcalinas da Suíte Granítica Serra do Mar, em Santa Catarina e no Paraná, relacionada ao colapso do Orógeno Pelotas (e.g. Silva *et al.* 2002). A presença de uma população detrítica dominante, com idades entre 1800-1730 Ma, sugere que a rocha é mistura de produtos juvenis e detritos sedimentares, mesmo na ausência de estruturas primárias. Como não se conhecem exposições de rochas magmáticas com essas idades na região, fontes mais remotas devem ser investigadas.

**PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA MT/RO** A província situa-se na porção meridional do Cráton Amazonas (Tassinari & Macambira 1999, Santos *et al.* 2000). Seis amostras do domínio central da mesma, em Rondônia, e uma do domínio oriental, em Mato Grosso, foram selecionadas para este estudo (Fig. 5).

**Granito Aripuanã (Amostra MQ 33) MT** O Granito Aripuanã, localmente designado como Granito Rio Branco, é um *stock* com cerca de 20 km de diâmetro (Fig. 5). Outros corpos da borda N da Bacia dos Caiabis/Dardanelos podem a ele se relacionar, devido às semelhanças composicionais, geofísicas e de modo de ocorrência. São plútons com incipiente textura de fluxo magmático, intrusivos na associação metavulcano-sedimentar deformada do Grupo Roosevelt, onde uma datação U-Pb (SHRIMP) forneceu idade de cristalização de  $1740 \pm 8$  Ma (Santos *et al.* 2000).

Ao microscópio, a amostra é de uma fácies sienogranítica porfírica de granulação grossa, com fenocristais euédricos de feldspato potássico perítico imersos em matriz grossa de quartzo, plagioclásio, biotita e titanita. A ocorrência de fácies microporfíricas a porfíricas sugere que o posicionamento do plúton ocorreu em nível crustal raso.

Os dados analíticos de 11 *spots* de 11 cristais constam da Tabela 12 e do diagrama concórdia da figura 6a. Os dados obtidos em 9 *spots*, pertencentes à mesma população de cristais magmáticos (MSWD = 0.81) formam um agrupamento concordante com idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $1538 \pm 7$  Ma, interpretada como a de cristalização magmática. Outra tentativa de aproximação da idade consta da figura 6a, na qual os resultados de 12 *spots*, pertencentes à mesma população de cristais magmáticos (MSWD = 0.86) formam um agrupamento alinhado em uma discórdia com intercepto superior de  $1537 \pm 8$  Ma, interpretado como a idade de cristalização, e intercepto inferior impreciso de  $92 \pm 290$  Ma, que sugere perda de Pb em tempo recente.

O magmatismo e as mineralizações associadas ao Granito Aripuanã têm sido atribuídas à evolução da seqüência metavulcano-sedimentar do Grupo Roosevelt, encaixante do plúton. Um metamonzogranito associado a esse grupo forneceu a idade de  $1755 \pm 5$  Ma (U-Pb SHRIMP), e um metadacito da seqüência vulcânica a idade de  $1762 \pm 6$  Ma (Neder *et al.* 2000). O resultado de *ca.* 1540 Ma aqui obtido permite, pela primeira vez, a correta hierarquização estratigráfica dessa associação granítica e sugere seu vínculo com fases tardias da evolução do Orógeno Cachoeirinha (*ca.* 1570-1537 Ma) de Teixeira *et al.* (2000). Além das implicações estratigráficas, essa idade é importante também do ponto de vista exploratório, devido à possível associação des-

se plúton com depósitos auríferos e de sulfetos de Cu-Zn hidrotermais tardios. A idade de *ca.* 1540 Ma do granito, cerca de 200 ma. mais jovem que o vulcanismo do Grupo Roosevelt, abre a possibilidade da mineralização da serra do Expedito ser hidrotermal, com fluídos advindos do Granito Aripuanã, e não do tipo VMS, como sugerido na literatura. Do ponto de vista exploratório, esta descoberta favorece o investimento em outros batólitos do noroeste do Mato Grosso, comagmáticos com o Granito Aripuanã.

**Eembasamento Estateriano da Província Rio Negro-Juruena em RO** Em Rondônia, o embasamento da Província Rio Negro-Juruena compreende o Complexo Jamari, o qual consiste principalmente de gnaisses policíclicos félsicos a intermediários, metamorfisados e migmatizados na fácies anfibolito, localmente granulito. Também ocorrem cinturões vulcano-sedimentares, complexos máfico-ultramáficos e repetidas intrusões de granito do tipo-A (Fig. 5). A província encerra prolongada história acrescional, dada por sucessivos episódios no intervalo entre 1800 a 1550 Ma (Santos *et al.* 2000), com idades-modelo de 2200 a 1990 Ma (Payolla *et al.* 2002), representadas por protólitos mantélicos e por misturas de material juvenil e reciclado.

O Complexo Jamari tem ampla distribuição na porção centro-oriental de Rondônia e compreende ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos e quartzo-dioríticos, com intercalações lenticulares subordinadas de enderbitos, gnaisses calcissilicáticos, granada-biotita-sillimanita gnaisses, mica xistos e raros anfibolitos. Dados isotópicos em zircões detríticos de paragnaisses permitem estimar a idade máxima da deposição em *ca.* 1673 Ma (Payolla *et al.* 2002). A idade mínima da abertura da bacia é dada por granitos da Suíte Intrusiva Serra da Providência, datados de *ca.* 1570 Ma. Os gnaisses tonalíticos são cálcio-alcalinos de médio a alto potássio, semelhantes aos granitos de arco (Payolla *et al.* 2002) e metamorfizados na fácies anfibolito superior. Dois ortognaisses foram escolhidos para datação neste projeto (amostras JS 15 e JS 26).

Várias suítes graníticas do tipo A, com textura rapakivi (Bettencourt *et al.* 1999) e diferentes idades, características petrológicas e composição geoquímica intrudiram as rochas do embasamento durante o Mesoproterozóico. Dentre essas, destaca-se a Suíte Intrusiva Serra da Providência, da qual amostrou-se 2 plútons (amostras JS 19 e JS 32) cartografados por Bizzi *et al.* (2002), e 2 outros a ela relacionados (amostras JS 16 e JS 01) para investigar a idade do plutonismo granítico pós-Jamari (<1600 Ma).

**GRANADA-TITANITA-HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE (COMPLEXO JAMARI) (AMOSTRAS JS 15)** É um ortognaisse de granulação grossa, composicionalmente bandado e parcialmente migmatizado. Ao microscópio é um gnaisse granítico, foliado, com granada, titanita, hornblenda e biotita acessórias.

Os resultados analíticos de 10 cristais constam da Tabela 13 e do diagrama concórdia da figura 6b. Os dados obtidos em 9 *spots*, pertencentes à mesma população de cristais magmáticos (MSWD = 0.92) formam um agrupamento discordante que se alinha em discórdia com intercepto superior de  $1661 \pm 11$  Ma, interpretado como a idade de cristalização magmática. O intercepto inferior muito impreciso de  $443 \pm 240$  Ma, sugere perda de Pb em evento pós-magmático (alteração hidrotermal?).

**QUARTZO-DIORITO GNÁISSICO/COMPLEXO JAMARI (AMOSTRA JS 26)** Amostra de granulação grossa e com foliação milimetricamente espaçada. Ao microscópio é um gnaisse quart-

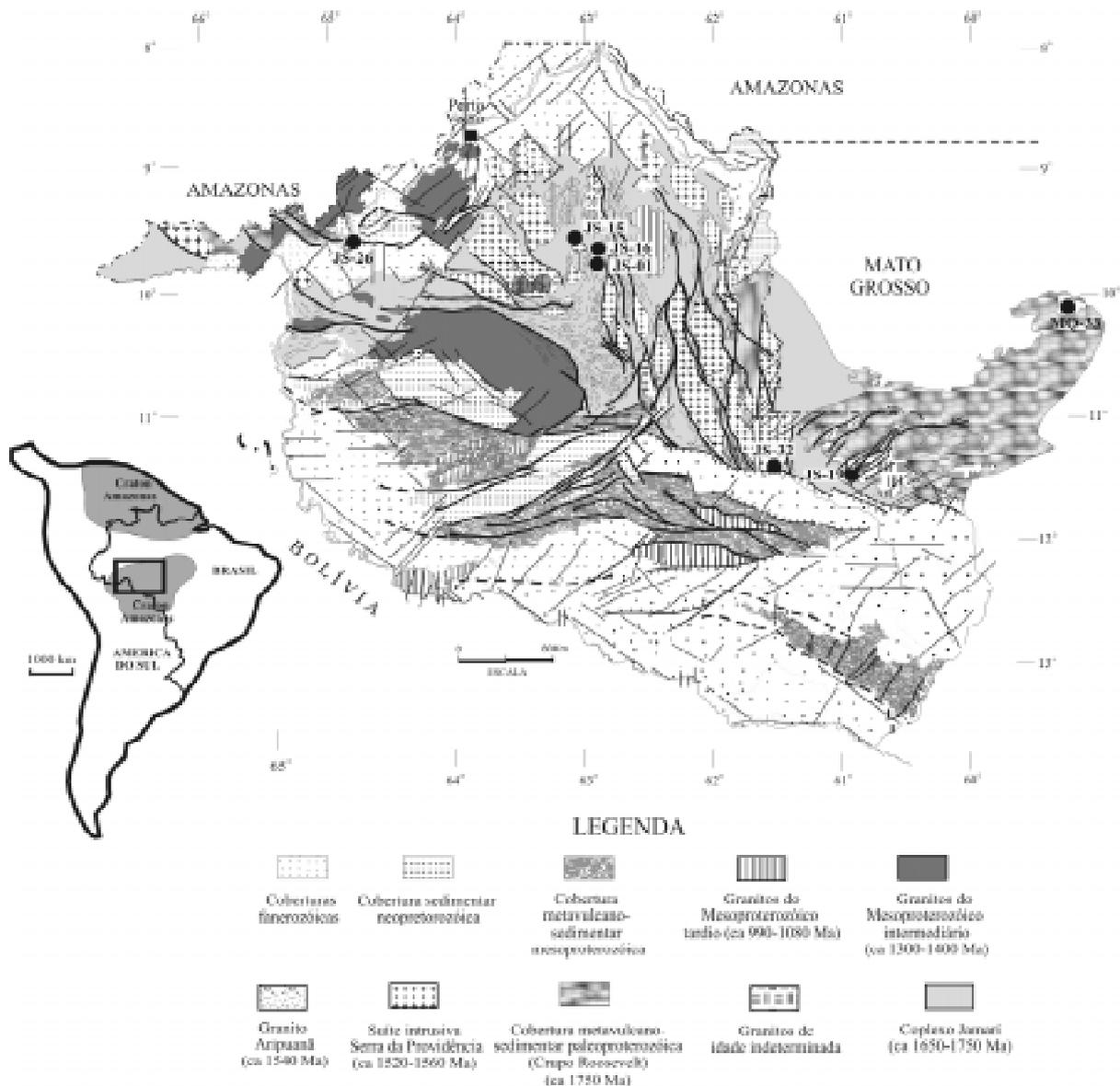


Figura 5 - Mapa tectono-geológico simplificado da Província Rio Negro-Juruena, com a localização das amostras

zo-diorítico com textura recuperada granoblástica-poligonal.

Os resultados analíticos de 10 cristais constam da Tabela 14 e do diagrama concórdia da Figura 6c. Os dados de 10 *spots* pertencentes à mesma população de cristais magmáticos (MSWD = 0,31) formam um agrupamento discordante alinhado segundo uma discordância com intercepto superior de  $1728 \pm 15$  Ma, interpretado como a idade de cristalização magmática. O intercepto inferior de  $913 \pm 67$  Ma, sugere perda de Pb por metamorfismo em ca. 1000 Ma.

O episódio magmático mais antigo de Rondônia está registrado em ortognaisses tonalíticos, quartzo-dioríticos e enderbíticos, que forneceram idades de cristalização U-Pb de  $1750 \pm 24$  Ma,  $1761 \pm 3$  Ma e  $1730 \pm 22$  Ma, respectivamente (Payolla *et al.* 2002, Santos *et al.* 2002). Dados isotópicos Sm-Nd, relativamente uniformes, forneceram idades-modelo entre 2060 e 2200 Ma, com  $E_{Nd(t)} = -1,51$  a  $+0,18$  (Payolla *et al.* 2002). A idade de 1728 Ma aqui obtida no

gnaisse quartzo-diorítico (amostra JS 26) se situa no intervalo de idade dos demais ortognaisses da região (1750-1730 Ma), com metamorfismo em  $913 \pm 67$  Ma.

**BIOTITA GRANITO GNAISSE DE CACOAL/SUÍTE INTRUSIVA SERRA DA PROVIDÊNCIA (AMOSTRA JS 32)** A amostra é de leucogranito de granulação grossa, homogêneo, foliado, porfiroclástico. Ao microscópio a composição é sienogranítica, com textura protomilonítica a porfiroclástica e consiste de uma matriz quartzo-feldspática granoblástica, recuperada com porfiroclastos orientados de ortoclásio perfitico.

Os resultados de 10 *spots* em 10 cristais constam da Tabela 15 e do diagrama concórdia da Figura 6d. Quatro *spots* obtidos em núcleos magmáticos de uma mesma população (MSWD = 0.97) formam um agrupamento concordante com idade concórdia

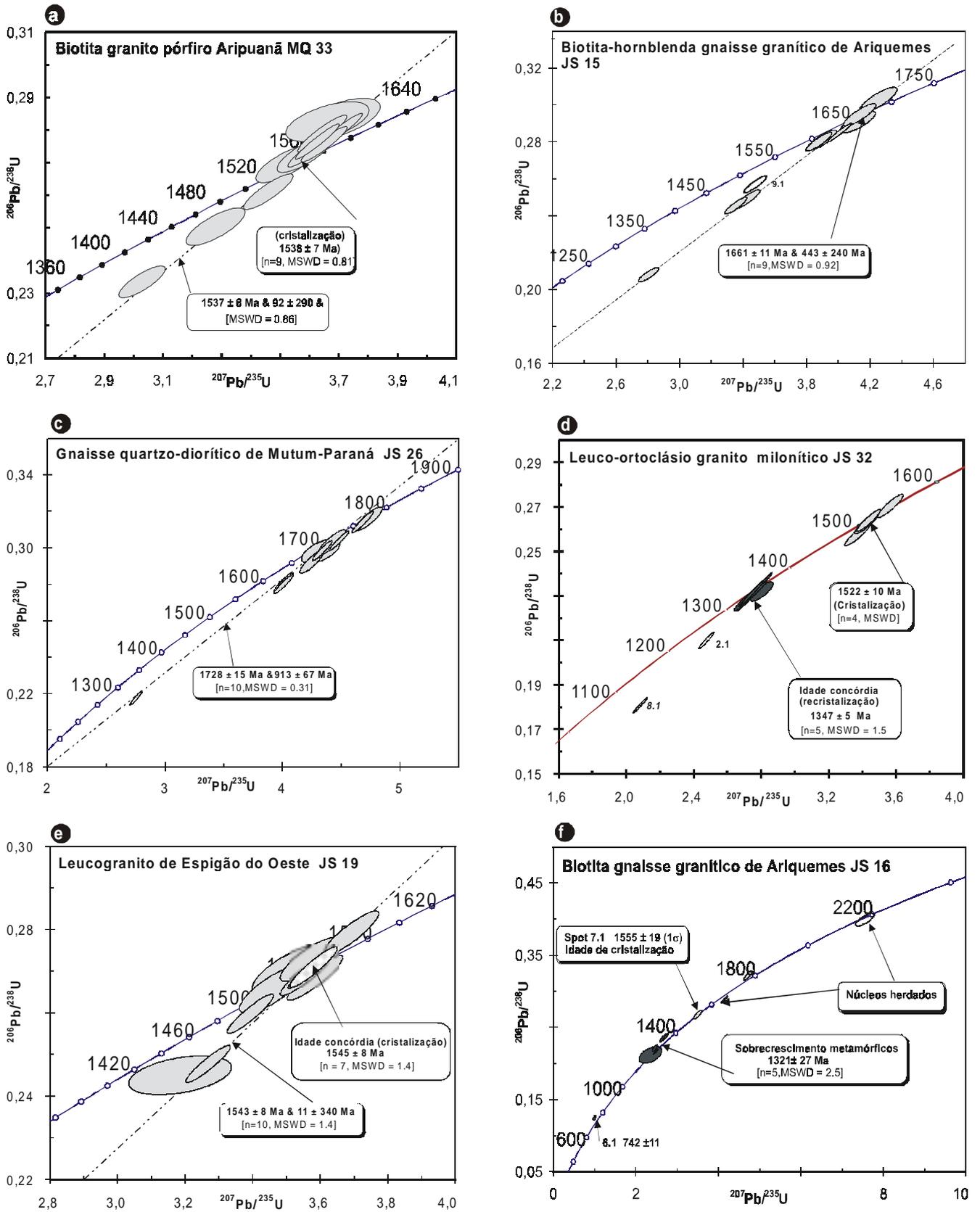


Figura 6 - Diagramas concórdia das amostras da Província Rio Negro-Juruena: a) MQ 33; b) JS 15; c) JS 26; d) JS 32; e) Js19/ f) JS 16

(concordia age)  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $1522 \pm 4$  Ma, interpretada como a idade de cristalização magmática. Cinco *spots* obtidos em sobrecrecimentos metamórficos de uma mesma população (MSWD = 1.5) extremamente rica em U (até 3889 ppm) e muito pobre em Th formam um agrupamento concordante com idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  aparente de  $1349 \pm 5$  Ma. Apesar dos teores de U muito elevados, que tornam parte das análises suspeita, a reprodutibilidade do resultado de *ca.* 1350 Ma permite interpretá-lo como a idade do metamorfismo.

**LEUCOGRANITO GNÁISSICO DE ESPIGÃO DO OESTE/SUÍTE INTRUSIVA SERRA DA PROVIDÊNCIA (AMOSTRA JS 19)** A amostra é de leucogranito estrutural, textural e composicionalmente idêntico ao da amostra anterior (JS 32). Os resultados analíticos de 10 *spots* em 10 cristais constam da Tabela 16 e do diagrama concórdia da figura 6e. Os dados de 7 *spots*, pertencentes à mesma população magmática (MSWD = 1.4), formam um agrupamento concordante com idade concórdia (concordia age)  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $1545 \pm 8$  Ma, interpretada como a melhor aproximação da idade de cristalização. Outra tentativa de aproximação da idade consta da figura 6e, na qual resultados de 10 *spots*, pertencentes à mesma população de cristais magmáticos (MSWD = 1.4) formam um agrupamento alinhado em uma discórdia com intercepto superior de  $1543 \pm 8$  Ma, interpretado como a idade de cristalização do magma, e intercepto inferior impreciso sugestivo de uma perda de Pb pós-magmática, em tempo diferente do recente.

**BIOTITA GNAISSE GRANÍTICO (AMOSTRA JS 16)** Trata-se de gnaiss leucogranítico, granoblástico, grosso e foliado. Ao microscópio exibe textura recuperada granoblástica, com pronunciada orientação de quartzo, feldspatos e micas.

Os resultados analíticos de 10 *spots* em 10 cristais constam da Tabela 17 e do diagrama concórdia da figura 6f. Um grupo principal de 5 análises, obtidas em cristais metamórficos de população relativamente uniforme (MSWD = 2.5) forneceu o resultado de  $1321 \pm 27$  Ma, interpretado como a idade do metamorfismo regional. O *spot* 7.1, obtido em domínio magmático forneceu a idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$

de  $1555 \pm 19$  Ma ( $1\sigma$ ), cujo valor pode ser interpretado como a idade aproximada da cristalização do protólito. Idades aparentes de até *ca.* 2170 Ma obtidas em núcleos herdados e xenocristais sugerem contaminação do magma por crosta mais antiga. O *spot* 6.1, de idade aparente 742 Ma ( $1\sigma$ ), obtido em domínio metamórfico de alta razão U/Th, tem significado duvidoso.

**GRANADA-BIOTITA-ANFIBOLIO GRANITO GNÁISSICO (AMOSTRA JS 01)** Trata-se de granada-biotita anfibolito gnaiss granítico bandado. Bandas claras com quartzo, feldspato-K e provavelmente albita com espessura em torno de meio a 1 cm alternando com bandas máficas finas que não ultrapassam de 0,5 cm de largura, compostas por biotita e principalmente anfibólio que conferem à rocha um bandamento milimétrico regular, indicando deformação e recristalização em condições de *strain* moderado a alto. As bandas quartzo-feldspáticas invariavelmente contêm cristais tardicinemáticos de granada de até 1 cm de diâmetro.

Os resultados analíticos de 20 *spots* em 14 cristais constam da Tabela 18 e do diagrama concórdia da figura 7. Quatro análises obtidas em domínios magmáticos de uma população uniforme (MSWD = 1.7) forneceu um agrupamento com idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $1535 \pm 27$  Ma. Nove análises obtidas em sobrecrecimentos metamórficos de uma população uniforme (MSWD = 1.7) forneceu a idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $1332 \pm 11$  Ma, interpretada com a idade do metamorfismo. Quatro *spots* situados em núcleos magmáticos herdados forneceram resultado aproximado de 1650 Ma, interpretado como uma aproximação da idade da crosta continental intrudida pelo magma e equivale a idades de ortognaisses do Complexo Jamari.

Os quatro plútons forneceram idades de cristalização entre *ca.* 1520 e *ca.* 1550 Ma o que os discrimina dos metagranitóides e ortognaisses do Complexo Jamari. As amostras JS 32 e JS 19 têm sido cartografadas como pertencentes à Suíte Intrusiva Serra da Providência. São ortoclásio leuco-sienogranitos protomiloníticos, cujas características petrogenéticas somadas à presença de fenocristais remanescentes de ortoclásio perítico e o caráter leucocrático, sugerem tratar-se de granitos do tipo A. As idades de cristalização entre *ca.* 1522 Ma e *ca.* 1545 Ma situam-se no intervalo de *ca.* 1606 Ma e *ca.* 1532 Ma obtido em outros plútons da suíte (Bettencourt *et al.* 1999) o que confirma a sua correlação. A idade de *ca.* 1350 Ma obtida em sobrecrecimento metamórfico em zircão da amostra JS 32, indica recristalização da intrusão sob condições crustais profundas, possivelmente associada a um evento deformacional/metamórfico regional. A idade de *ca.* 1522 Ma obtida na amostra JS 16, apesar de resultante de apenas um único *spot* em cristal magmático, pode ser considerada como a idade de cristalização, por ter reprodutibilidade em outros plútons da suíte. A idade de *ca.* 1320 Ma em sobrecrecimentos sugere a recristalização do granitóide protomilonítico nas raízes de uma zona de cisalhamento.

As amostras JS 16 e JS 01 são de ortognaisses da fácies anfibolito, cuja textura granoblástica-alongada recuperada é característica de médio a alto grau metamórfico. Assim, apesar das idades de cristalização (*ca.* 1555-1535 Ma), equivalentes com as obtidas nas amostras da Suíte Intrusiva Serra da Providência, sua correlação com esta suíte merece confirmação por meio de dados litogeoquímicos, face às distintas composições petrográficas. Ademais, as idades de sobrecrecimento metamórfico em ambas (*ca.* 1330 Ma) indicam que o evento metamórfico regional impresso nesses gnaisses ocorreu cerca de 70 m.a. após a milonitização e recristalização da suíte, datada em *ca.* 1350 Ma, na amostra JS-32.

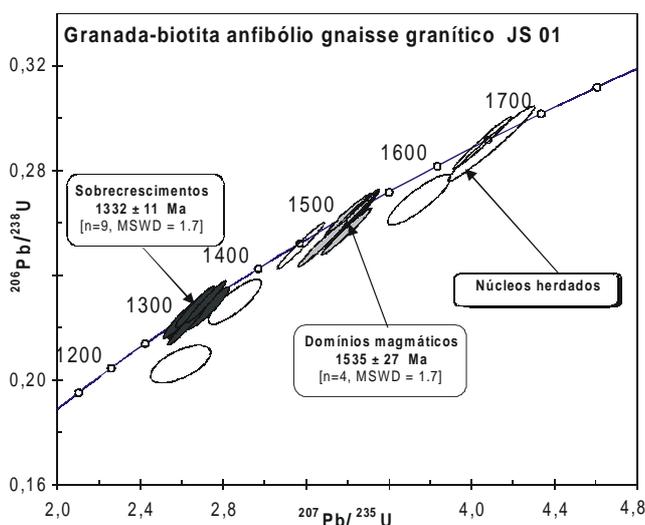


Figura 7 - Diagrama concórdia da amostra JS 01, Província Rio Negro-Juruena.

**CONCLUSÕES** As principais interpretações e conclusões decorrentes deste trabalho podem ser assim sintetizadas:

Na Província Borborema:

1 - identificação de remanescentes de ortognaisses TTG paleoarqueanos (ca. 3270 Ma) relacionados ao Complexo Cruzeta no Ceará, anteriormente datados em ca. 2150 Ma;

2 - identificação de magmatismo orogênico ligado ao sistema de orógenos Brasileiro II, datado em ca. 625 Ma no Granodiorito Saboeiro no Ceará e em 640 Ma no Complexo Sumé na Paraíba, anteriormente cartografados, respectivamente, como unidades paleo- e mesoproterozóicas;

3 - definição da idade de ca. 2100 Ma de um ortognaisse do Complexo Belém do São Francisco, no Maciço Pernambuco-Alagoas em Pernambuco, anteriormente interpretado como parte de um arco mesoproterozóico do Orógeno Cariris Velho;

4 - identificação de uma unidade mesoarqueana, com ca. 3070 Ma (Ortognaisse Santa Maria da Boa Vista) na extremidade sul da Província Borborema.

Na Província Mantiqueira Meridional/Orógeno Pelotas:

5 - identificação de *inliers* retrabalhados do embasamento com ca. 2170 Ma/600 Ma na extremidade NE do Batólito Florianópolis,

correlacionável ao Complexo Águas Mornas;

6 - identificação de duas fases graníticas (ca. 610-580 Ma) no plúton zonado cálcio-alcálico Maruim, relacionado ao magmatismo tardi a pós-colisional do orógeno;

7 - estabelecimento da idade mínima (ca. 606 Ma) do vulcanismo piroclástico da bacia pós-colisional do Itajaí, e da idade máxima (ca. 643 Ma) da abertura da bacia.

Na Província Rio Negro-Juruena

8 - identificação da idade de cristalização em ca. 1540 Ma do granito Aripuanã (MT) e de dois granitos miloníticos em ca. 1545-1522 Ma da Suíte Serra da Providência (RO).

9 - reconhecimento de ortognaisses cronocorrelatos (ca. 1555-1535 Ma) com a Suíte Serra da Providência, mas que registram recristalização metamórfica em ca. 1330 Ma.

10 - reconhecimento de dois ortognaisses do embasamento da província em Rondônia, datados em ca. 1728 Ma e 1661 Ma e que se correlacionam com o Complexo Jamari.

**Agradecimentos** Ao Dr. Luiz Augusto Bizzi, Diretor de Geologia e Recursos Minerais da CPRM pelo apoio à execução destes estudos, materializados nos artigos que constam deste fascículo. Aos revisores da RBG pelas sugestões ao manuscrito.

## Referências

- Almeida F.F.M de, Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Ear. Sci. Rev.*, **17**:1-29.
- Basei M.A.S. 1985. *O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 186p.
- Basei M.A.S. 2000. *Geologia e modelagem geotectônica dos terrenos pré-cambrianos das regiões sul e oriental brasileira e uruguaia: possíveis correlações com províncias similares do sudoeste africano*. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo. 123p.
- Bettencourt J.S., Tosdal R.M., Leite Jr. W.B., Payolla B.L. 1999. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, southwestern border of the Amazonian craton, Brazil – Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Prec. Res.*, **95**:41-67.
- Bittencourt M.F & Nardi L.V.S., 1993. Late- to post-collisional Brasileiro magmatism in southernmost Brazil. *Anais Acad. Bras.Ciênc.*, **65** (Supl.1), p.4-16.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Baars F.J., Gonçalves J.H., Delgado I.D.M., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M., Santos J.O.S., Silva L.C., Vidotti R.M. 2002. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas – SIG e Mapas na Escala 1:2.500.000. In: L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R.M. Vidotti, J.H. Gonçalves (eds.) *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Texto, Mapas e SIG*. 2003. CPRM, Editora da Universidade de Brasília. Brasília.
- Brito Neves B.B. 1975. *Regionalização geotectônica do Pré-ambriano Nordestino*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo São Paulo. Tese (Doutorado), 198p.(Inédito)
- Brito Neves B.B., Campos Neto M.C., Fuck R.A. 1999. From Rodinia to Western Gondwana: an approach to the Brasileiro-Pan African Cycle and orogenic collage. *Episodes*, **22**:155-166.
- Brito Neves B.B., Santo E.J., Van Schmuz R. 2000. Tectonic history of Borborema Province. In: U. Cordani, E. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos (eds.). *Tectonic Evolution of South America*. p. 151-182.
- Compston W., Williams I.S., Meyer C. 1984. Geochronology of zircons from the lunar breccia 73217 using a sensitive high mass resolution ion microprobe. *J. Geoph. Res.*, **89** (Supp. B):525-534.
- Compston W., Williams I.S., Kirschvink J.L., Zichao Zh., Guogan M. 1992. Zircon ages for the Early Cambrian time-scale. *J. Geol. Soc. London*, **149**:171-184.
- Delgado I.M., Souza J.D., Silva L.C., Silveira Filho N.C., Santos R.A., Pedreira A.J., Guimarães J.T., Angelim L.A.A., Vasconcelos A.M., Gomes I.P., Lacerda Filho J.V., Valente C. R., Perrotta M.M., Heineck C.A. 2002. Escudo Atlântico, In: L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, M. Vidotti, J.H. Gonçalves (eds.) *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. 1 DVD.
- Fetter A. H. 1999. *U/Pb and Sm/Nd Geochronological Constraints on the Crustal Framework and Geologic History of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the Assembly of Gondwana*. Dep. Geol. Graduate School, Un. Kansas, Kansas, Ph.D. Thesis, 164 p.
- Gresse P., Chemale Jr. F., Silva L.C., Walraven F., Hartmann L.A., 1996. Late- to post-orogenic basins of the Pan-African/Brasileiro collision orogen in southern Africa and southern Brazil. *Basin Research* **8**: 157-171.
- Krebs A.S.J., Caldasso A.L.S., Lopes R.C. 1988. Interpretação preliminar da seqüência deposicional da Bacia do Belém. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém. *Anais. SBG*, v.2, p.592-605.
- Krebs A.S.J., Silva M.A.S., Dias A.A., Lopes R.C., Camozzato E. 1990. O Grupo Itajaí na Folha Botuverá (SC): modelo geométrico/cinemático e relações com o cinturão metavulcano-sedimentar Brusque – instalação, preenchimento e inversão da bacia. In: Cong. Bras. Geol., 36, Natal. *Anais. SBG*, v.6, p. 2966-2975.
- Lima, M.I.C., Gava A., Fernandes P.E.C.A., Pires J.L., Siga Jr. O. 1985. *Projeto ferro titanado de Floresta*. Salvador, Minérios de Pernambuco/Projeto RadamBrasil, 3v, Geologia.
- Litherland M., Anells R.N., Appleton J.D., Bloomfield K., Burton C.C.J., Darbyshire D.P.F., Fletcher C.J.N., Hawkins M.P., Klinck B.A., Mitchell W.I., O'Connor E.A., Pitfield P.E.J., Power G., Webb

- B.C. 1989. *The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian shield*. Overseas Memoir 9, British Geological Survey, 153p.
- Ludwig K.R. 2001a. Squid 1.02. A user's manual. BGC Special Publ. 2., Berkeley, 19p.
- Ludwig K.R. 2001b. User's manual for Isoplot/Ex v. 2.47. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. BGC Special Publication 1a, Berkeley, 55p.
- Medeiros V.C. & Torres H.H.F. 1999 *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Sumé. Folha SB.24-Z-D-V. Estados da Paraíba e Pernambuco.*- Escala 1:100.000 – Brasília: CPRM. 88p.
- Neder R., Figueiredo B.R., Collins C., Leite J.A.D., 2000. The Expedito massive sulfide deposit, Mato Grosso. *Rev. Bras. Geoc.*, **30**:222-225.
- Oliveira J.F. & Cavalcante J.C. 1993. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Mombaça – Folha SB.24-V-D-V. Estado do Ceará* – Escala 1:100.000 Brasília, DNPM/CPRM. 240p. 2 mapas.
- Payolla B.L., Bettencourt J.S., Kozuch M., Leite W.B., Fetter A.H., VanSchmus W.R. 2002. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. *Prec. Res.*, **119**:141-169.
- Paces J.B. & Miller J.D. 1989. Precise U-Pb ages of Duluth Complex and related mafic intrusions, northeastern Minnesota: geochronological insights to physical, petrogenic, paleomagnetic and tectonomagmatic processes associated with the 1.1 Ga Midcontinent Rift System. *J. Geophys. Res.* **98B**:13997-14013.
- Rostirolla S.P. & Alkimim F.F. 1992. O Grupo Itajaí, SC: hipótese de evolução geotectônica no contexto de bacia de antepaís (*foreland*). *In: Cong. Bras. Geol.*, 37, São Paulo, Resumos Expandidos, 1:550-551.
- Santos C.A. & Silva Filho M.A. 1990. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenética/previsional. Escala 1:100.000 folha SC.24-V-A-VI Riacho do Caboclo. Estado de Pernambuco.* Brasília: DNPM/CPRM, 113p. 2 mapas.
- Santos E. J. 1995 O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese (Doutorado), 219 p. (Inédito).
- Santos E. J. 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrecionária na Província Borborema. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 39, Salvador, *Anais*, 6:47-50.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., Mc Naughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology: *Gondw. Res.*, **3**:453-488.
- Santos E. J., Van Schmus W. R., Brito Neves B. B. 1994. Investigação geocronológica U/Pb e Sm/Nd em zona de colisão múltipla de arcos na Região de Floresta (PE), faixa Pajeú-Paraíba, Província Borborema. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 38, Balneário de Camboriú, *Resumos Expandidos*, **1**:247-249.
- Sengör A.M.C. 1990. Plate tectonics and orogenic research after 25 years: synopsis of a Thetyan perspective. *Ear. Sci. Rev.*, **27**:1-201.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., Mc Naughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology: *Gondw. Res.*, **3**:453-488.
- Santos E.J., Van Schmus W.R., Brito Neves B.B. 1994. Investigação geocronológica U/Pb e Sm/Nd em zona de colisão múltipla de arcos na Região de Floresta (PE), faixa Pajeú-Paraíba, Província Borborema. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 38, Balneário de Camboriú, *Resumos Expandidos*, **1**:247-249.
- Santos J.O.S., Rizzoto G.J., Potter P.E., Hartmann L.A., Easton R.M., McNaughton N.J. 2002. The Sunsas Orogenic Cycle in western Amazon Craton, South America and correlation to the Grenville Cycle of Laurentia, based on U-Pb isotopic study of detrital and igneous zircon. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa, *Anais*, p. 335.
- Silva L.C. 1987. Geologia do Pré-Cambriano/Eopaleozóico de Santa Catarina. *In: Silva, L.C. da & Bortoluzzi, C.A. (eds.) Texto Explicativo para o Mapa Geológico de Santa Catarina 1:500.000.* DNPM/SCTME, Florianópolis, p. 11-90.
- Silva L.C. 1999. *Geocronologia U-Pb SHRIMP e Sm-Nd na Província Mantiqueira meridional, no Cinturão Saldania (África do Sul) e a evolução do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano.* Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre, 243p. (Inédito).
- Silva L.C. & Dias A.A. 1981. Projeto Timbó-Barra Velha. Porto alegre. Brasil, Conv.DNPM/CPRM, 282p. (Mapas).
- Silva L.C., McNaughton N.J., Vasconcelos A.M., Gomes J.R.C., Fletcher I.R. 1997. U-Pb SHRIMP ages in southern state of Ceará, Borborema Province, Brazil: Archean TTG accretion and proterozoic crustal reworking. *In: Intern. Simp. Granites and Associated Mineralizations*, 2, Salvador, *Extended Abstracts*, 280-281.
- Silva L.C., Hartmann L.A., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 1999. SHRIMP U-Pb dating of Neoproterozoic granitic magmatism and collision in the Pelotas Batholith, southernmost Brazil. *Intern. Geol. Rev.*, **41**:531-551.
- Silva L.C., Hartmann L.A., McNaughton N.J., Fletcher I. 2000. Zircon U/Pb SHRIMP dates Neoproterozoic overprinting in Paleoproterozoic granitic-gneissic terranes, southern Brazil. *Am. Mineral.*, **85**:649-667.
- Silva L.C., Hartmann L.A., McNaughton N.J.L.A., Fletcher I. R. 2002. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U-Pb geochronologic subdivision for the Basílico/Pan-African systems of orogens. *Prec. Res.* (submetido).
- Smith J.B., Barley M.E., Groves D.I., Krapez B., McNaughton N.J., Bickle M.J., Chapman H.J. 1998. The Scholl shear zone, West Pilbara: evidence for a terrane boundary structure from integrated tectonic analyses, SHRIMP U-Pb dating and isotopic and geochemical data of granitoids. *Prec. Res.*, **88**:143-171.
- Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, **22**:174-182.
- Teixeira W., Sabaté J.P., Barbosa J., Noce C.M., Carneiro M.A. 2000. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton. *In: U. Cordani, E. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos (eds.) Tectonic Evolution of South America*, 31<sup>st</sup> International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 101-138.
- Tohver E., van der Pluijm B.A., van der Voo R., Rizzotto G.A., Scandolaro J.E. 2002. Paleogeography of the Amazon Craton at 1,2 Ga: early Grenvillian collision with the Llano segment of Laurentia. *Ear. Planet. Sci. Lett.*, **199**:185-200.
- Wildner W., Ramgrab G.E., Zanini L.F.P., Branco P.M., Camozato E. 1990. Suíte Intrusiva Maruim: um batólito cálcio-alcalino zonado no Escudo Catarinense. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 34, Natal. SGB, *Anais*, **4**:1821-1836.
- Williams I.S. 1998. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. *In: M.A. McKibben, W.C. Shanks III, W.I. Ridley (eds.) Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes.* SEG, *Rev. in Econ. Geol.*, **7**:1.35.

Manuscrito A-1334

Recebido em 15 de março de 2002

Revisão dos autores em 20 de dezembro de 2002

Revisão aceita em 23 de dezembro de 2002