O MAGMATISMO PALEOPROTEROZOICO DA REGIÃO DE SÃO FÉLIX DO XINGU, PROVÍNCIA ESTANÍFERA DO SUL DO PARÁ: PETROGRAFIA E GEOCRONOLOGIA

SABRINA CRISTINA CORDOVIL PINHO^{1,2}, CARLOS MARCELLO DIAS FERNANDES^{1,3},
NILSON PINTO TEIXEIRA (*IN MEMORIAM*), ANTÔNIO LIMA DE PAIVA JÚNIOR^{1,4},
VANESSA LOBATO CRUZ⁴, CLAUDIO NERY LAMARÃO^{1,5}
& CANDIDO AUGUSTO VELOSO MOURA^{5,6}

Resumo Novos dados petrográficos e geocronológicos são apresentados para três corpos graníticos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, bem como vulcanitos do Grupo Uatumã ocorrentes nas circunvizinhanças do município de São Félix do Xingu, Província Estanífera do Sul do Pará. A caracterização faciológica revelou grandes similaridades entre os maciços Serra da Queimada, Santa Rosa e Porfirítico de Vila Santa Rosa, reforçando os resultados de outros estudos em outros corpos dessa suíte. As rochas vulcânicas do Grupo Uatumã constituem uma suíte bimodal intimamente associadas a esses maciços. Idades de cristalização Pb-Pb em zircão de aproximadamente 1880 Ma para essas rochas apontam para um magmatismo vulcano-plutônico exclusivamente Paleoproterozoico.

Palavras-chave: petrografia, granitos estaníferos, Tipo-A, Paleoproterozoico, Cráton Amazônico.

Abstract PALEOPROTEROZOIC MAGMATISM IN THE SÃO FÉLIX DO XINGU REGION, SOUTH PARÁ TIN PROVINCE: PETROGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY. New petrographical and geochronological data are presented for three granitic bodies of the Velho Guilherme Intrusive Suite and for the Uatumã Group volcanic rocks, which occur around São Félix do Xingu town, Southern Pará Tin Province. The faciological characterization of these rocks reveals remarkable similarities among the Serra da Queimada, Santa Rosa, and Vila Santa Rosa porphyritic massifs, strengthening the results of other studies on other bodies of this suite. The volcanic rocks of the Uatumã Group represent a bimodal suite closely associated with these massifs. Pb-Pb zircon ages of approximately 1880 Ma for these rocks point to an exclusively Paleoproterozoic volcano-plutonic magmatism.

Keywords: petrography, tin-bearing granite, A-type, Paleoproterozoic, Amazonian Craton

INTRODUÇÃO A evolução paleoproterozoica do Cráton Amazônico é marcada por extenso magmatismo de natureza predominantemente anorogênica, representado por um grande volume de rochas plutônicas intermediárias a félsicas, subordinadamente máficas, bem como por vulcanitos intermediários e félsicos (Bettencourt *et al.* 1999, Lamarão *et al.* 2002, Teixeira *et al.* 1998, Dall'Agnol *et al.* 1999, Teixeira *et al.* 2002a, Teixeira 1999).

Nas circunvizinhanças do município de São Félix do Xingu, centro-sul do estado do Pará, ocorrem diversos maciços graníticos e corpos de *greisens* a eles associados, alguns desses portadores de apreciáveis concentrações de cassiterita e, subordinadamente, molibdenita e wolframita (Abreu & Ramos 1974, Teixeira 1999, Macambira & Vale 1996, Dall'Agnol 1980), além de ampla cobertura de rochas vulcânicas intermediárias e félsicas pertencentes ao Grupo Uatumã (Macambira & Vale 1996, Teixeira *et al.* 2002b, Fernandes 2005). Tais corpos graníticos encontram-se reunidos na Suíte Intrusiva Velho Guilherme (Macambira & Vale 1996, Teixeira 1999, Teixeira *et al.* 2002a) e formam parte da Província Estanífera do Sul do Pará (Abreu & Ramos 1974).

Apesar da evolução do conhecimento nos últimos anos, alguns maciços desta suíte ainda não mereceram estudos de detalhe, como por exemplo, o Maciço Serra da Queimada (Macambira & Vale 1996). Recentemente, pequenos corpos de granitos porfiríticos foram identificados na região e denominados de Ma-

ciço Santa Rosa e Maciço Porfirítico de Vila Santa Rosa, todos intimamente associados às vulcânicas félsicas do Grupo Uatumã (Fernandes 2005).

Este trabalho visa contribuir para a geologia da região de São Félix do Xingu e do Cráton Amazônico como um todo, por meio da apresentação de novos dados petrográficos e geocronológicos desses corpos graníticos, bem como de vulcanitos do Grupo Uatumã (Figura 1).

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL A área de ocorrência dessas unidades faz parte da Província Mineral de Carajás, situada no contexto do Cráton Amazônico (Almeida *et al.* 1981), no domínio geocronológico da Província Amazônia Central (Tassinari & Macambira 1999) ou Carajás (Santos *et al.* 2000).

Em parte dessa região atuaram eventos termo-tectônicos desenvolvidos no Arqueano e no Proterozoico, os quais estão testemunhados por transformações mineralógicas e elementos estruturais impressos em unidades lito-estratigráficas arqueanas pertencentes ao Terreno Granito-*Greenstone* do Sul do Pará e ao Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas (Araújo *et al.* 1988, Macambira & Vale 1996).

ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS A Suíte Intrusiva Velho Guilherme representa um típico magmatismo granítico anorogênico, formada por leucogranitos ex-

1 - Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitóides (GPPG) do Centro de Geociências – UFPA. Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, Caixa Postal 1611, CEP 66075-900. Belém, Pará, email: spinhogeo@hotmail.com. 2 - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Centro de Geociências – UFPA.

3 - Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências – USP. email:cmdf@usp.br

4 - Aluno(a) de Graduação em Geologia da UFPA. email: vanessacruz@ufpa.br, email: alpj007@hotmail.com

5 - Departamento de Geoquímica e Petrologia do Centro de Geociências – UFPA. email: lamarão@ufpa.br

6 - Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do Centro de Geociências – UFPA. email: candido@ufpa.br

Figura 1 – Mapa geológico da Folha SB-22-Y-B (São Félix do Xingu), mostrando a distribuição dos maciços graníticos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme e das vulcânicas do Grupo Uatumã (Fernandes 2005).

tremamente evoluídos. Fazem parte dela os granitos Antônio Vicente, Velho Guilherme, Mocambo, Rio Xingu, Ubim/Sul, Ubim/Norte, Serra da Queimada e Bom Jardim. Tais maciços apresentam composição álcali-feldspato granítica, sienogranítica e, subordinadamente, monzogranítica, e se mostram afetados por alterações pós-magmáticas em diferentes intensidades. Exibem características geoquímicas peraluminosas a metaluminosas e feições de granitóides tipo-A (Collins *et al.* 1982, Loiselle & Wones 1979, Teixeira *et al.* 2002a), bem como afinidade geoquímica intraplaca (Pearce *et al.* 1984, Teixeira *et al.* 2002a).

O Grupo Uatumã é constituído por amplo vulcanismo efusivo e explosivo, evidenciado por: derrames de lavas coerentes de composições traquibasáltica, andesito-basáltica, traquiandesítica, andesítica, dacítica, traquítica e riolítica; depósitos de fluxo piroclástico, representados por tufo de cristais máfico, tufo vítreo máfico, tufo vítreo fêlsico e brecha polimítica maciça (Fernandes 2005). O vulcanismo básico-intermediário, reconhecido como Formação Sobreiro, tem afinidade geoquímica de arco-vulcânico e caráter cálcico-alcálico transicional entre alto-K e shoshonítico. Por sua vez, o ácido é transicional entre subalcalino e alcalino e tem assinatura geoquímica intraplaca, denominado de Formação Iriri (Macambira & Vale 1996, Fernandes 2005, Teixeira *et al.* 2002b).

Maciço Serra da Queimada (MSQ) Pinho (2005) distinguiu no interior do maciço dois domínios petrográficos principais

(Figura 2): 1 – *biotita-monzogranito*, moderadamente afetado por alterações pós-magmáticas, evidenciadas pelo desenvolvimento de clorita, epidoto, sericita e, subordinadamente, fluorita; 2 – *biotita-sienogranito*, com o par sericita-muscovita sendo o principal produto de alteração pós-magmática. A relação temporal entre essas fácies, bem como suas distribuições espaciais, não puderam ser deduzidas devido à falta de afloramentos.

Apesar das variações composicionais, os granitos que constituem o MSQ guardam muitas similaridades. São isotrópicos, apresentam estrutura maciça, textura fanerítica fina a média, e coloração variando de rosa-acinzentada a cinza levemente esverdeada, exibindo localmente vênulas milimétricas que seccionam a rocha em diversas direções, indicando, muito provavelmente, a movimentação de fluidos posteriores a sua cristalização. Seu conteúdo de minerais máficos é relativamente baixo ($M' < 20\%$), impondo seu caráter leucocrático e silicoso (Figura 2). São formados essencialmente por plagioclásio, feldspato potássico peritítico e quartzo. As bandas sódicas das pertitas, originadas por processos de exsolução (em cordões ou filmes) e de espessamento (em bandas, veios e manchas), por vezes, associadas com substituição (cf Smith & Brown 1988), são abundantes. Intercrescimentos granofíricos estão comumente presentes. Apatita, zircão, opacos e titanita figuram como acessórios primários. A biotita, única fase varietal, apresenta-se como cristais anédricos de granulação fina a média, parcialmente cloritizada. Apresenta inclusões de minerais opacos.

Figura 2 – Diagramas triangulares Q-A-P e Q-A-P-M' (Streckeisen 1976), mostrando a composição modal dos Maciços Serra da Queimada, Santa Rosa e Porfirítico de Vila Santa Rosa.

Maciço Santa Rosa (MSR) Ocorre associado aos riolitos da Formação Iriri, imediatamente a sudeste de São Félix do Xingu. Relações de campo sugerem contemporaneidade entre essas duas unidades, pois foram identificados encraves do MSR no primeiro e vice-versa, caracterizando textura de *mingling* (Fernandes 2005). Os estudos petrográficos indicaram que o MSR é homogêneo e não apresenta variações composicionais e texturais significativas, sendo caracterizado apenas o domínio petrográfico *biotita-sienogranito* (Figura 2). A rocha tem textura porfirítica, caracterizada por fenocristais euédricos a anédricos de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio de dimensões variáveis, imersos em uma matriz hipidiomórfica heterogranular fina a média, constituída essencialmente de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio. Exibe aspecto maciço e coloração vermelho-tijolo. Microscopicamente ostenta essencialmente fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio imersos em matriz quartzo-feldspática, localmente granofírica. A biotita figura como varietal, ocorrendo como restos. Como fases acessórias primárias aparecem zircão, monazita, apatita e minerais opacos. Representam as fases secundárias, ligadas a processos de alteração hidrotermal pós-magmática, sericita, muscovita, epidoto, carbonatos, albita intergranular e clorita.

Maciço Porfirítico de Vila Santa Rosa (MPSR) Ocorre como pequenos blocos nos arredores de São Félix do Xingu identificou três domínios petrográficos principais: 1 – *biotita-monzogranito*; mostra-se fracamente afetado por alterações tardi a pós-magmáticas, evidenciado pelo desenvolvimento de clorita, muscovita, sericita e epidoto, sendo este último pouco comum. É constituído essencialmente por quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, anédricos, envolvidos por matriz felsófica de granulação fina à média, localmente granofírica. A biotita figura como mineral varietal. Apatita, minerais opacos e zircão figuram como principais acessórios primários; 2 – *anfibólio-sienogranito*, exibe moderado a avançado estágio de alteração quando comparado às rochas monzograníticas anteriores, representado por fluorita, clorita, epidoto, muscovita, sericita e minerais opacos. É composto de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, euédricos a anédricos, imersos em matriz felsófica fina com intercrescimentos micrográficos do tipo cuneiforme,

embora possa ocorrer também o tipo insular, com o anfibólio comparecendo como varietal. Como fases acessórias primárias estão presentes zircão e apatita; 3 – *biotita-quartzosienito*, encontra-se intensamente afetado por alterações tardi a pós-magmáticas, evidenciada por epidoto, muscovita, sericita e clorita. É constituída essencialmente por quartzo, feldspato potássico e plagioclásio. Como mineral varietal ocorre biotita. Opacos e zircão são minerais acessórios primários.

A exemplo do MSQ, bem como do Maciço Rio Xingu (Teixeira 1999), o MPSR mostra grandes similaridades entre as fácies identificadas, apesar das variações composicionais aferidas. No geral, em escala macroscópica, são rochas de isotrópicas, de textura porfirítica caracterizadas pela presença de fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, imersos em matriz afanítica de coloração variável desde marrom-avermelhada a rosa-amarronzada. Intercrescimento granofírico é uma feição comum às três fácies. O conteúdo de máficos nessas rochas raramente chega a 20%. A Figura 2 exibe a distribuição composicional do MPSR, bem como o teor de máficos.

Vulcânicas do Grupo Uatumã As lavas da Formação Sobreiro apresentam aspecto maciço, texturas porfirítica e afanítica e coloração variável, desde negra, cinza-escuro a verde-escuro. Ao microscópio, trata-se de termos com textura microporfirítica a microglomeroporfirítica, ora holocristalina ora hipocristalina, apresentando microfenocristais de plagioclásio, clinopiroxênio e anfibólio, imersos em matriz criptocristalina, microlítica (predominantemente plagioclásio) ou esferulítica. Subordinadamente ocorrem litotipos afíricos constituídos por esferulitos dos tipos “esférico”, “leque” e “nó de gravata” (cf McPhie *et al.* 1993) formados pelo intercrescimento em fibras de anfibólio. Sericita, clorita, epidoto e carbonatos são fases secundárias. Localmente ocorrem amidalas esféricas à sub-esféricas originadas por processo de degaseificação, as quais se encontram preenchidas a partir do centro por clorita, epidoto e carbonatos. Zircão, apatita e minerais opacos ocorrem como acessórios primários. Os litotipos piroclásticos apresentam textura piroclástica caracterizada por grande quantidade de cristais e fragmentos de cristais de quartzo e plagioclásio mal selecionados, bem como fragmentos líticos de composição intermediária e vítrea (*glassy shards*) e *pumices* intensamente vesiculados, suportados por matriz

vitrofirica. Localmente, desenvolvem fraturas, as quais podem estar preenchidas por material de natureza hidrotermal a base de quartzo, epidoto, clorita e carbonato. Esses mesmos produtos podem também ocorrer como fases minerais associadas à alteração hidrotermal pervasiva que afetou essas rochas em diferentes graus (Fernandes 2005).

As lavas que constituem a Formação Iriri mostram também aspecto maciço, texturas porfirítica e afanítica e coloração variável desde rosa-claro, rosa-avermelhado a rosa-escuro. As variedades porfíricas ostentam fenocristais milimétricos de quartzo, plagioclásio e feldspato potássico envoltos por matriz afanítica. Microscopicamente são caracterizadas por textura porfirítica holocristalina e matriz felsófica (mosaico de quartzo e feldspato potássico), criptocristalina ou esferulítica e, localmente, grano-firica. Clorita, epidoto, carbonatos e sericita são minerais secundários. Zircão e minerais opacos são fases acessórias primárias. Em relação aos termos piroclásticos, estão presentes tufos com textura piroclástica caracterizada por cristais e fragmentos de cristais de anfibólio e, subordinadamente, plagioclásio, bem como fragmentos líticos de composições félsica e intermediária suportados por matriz vitrofirica. Em menor proporção ocorrem brechas maciças contendo fragmentos centimétricos de várias litologias, suportados por matriz vitrofirica. Sericita, carbonatos e minerais opacos apresentam-se como fases secundárias (Fernandes 2005).

GEOCRONOLOGIA A geocronologia foi realizada no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do Centro de Geociências da UFPA. Para tal, foi empregado o método de evaporação de Pb em zircão por termoionização, cujos princípios básicos foram desenvolvidos por Kober (1986, 1987) e sua adaptação ao Pará-Iso discutida por Gaudette *et al.* (1998, 1993). Os cristais foram extraídos das amostras utilizando-se o método clássico de separação de minerais pesados, que envolve a trituração, pulverização, elutriação, separação magnética e aplicação de bromofórmio.

A determinação da idade dos cristais de zircão selecionados foi realizada em um espectrômetro de massa marca FINNIGAN, modelo MAT-262. Este equipamento utiliza filamentos duplos de rênio, sendo um de ionização e outro de evaporação, técnica que proporciona a emissão do sinal de Pb estável durante um longo período de tempo (Kober 1986). As análises envolveram o aquecimento gradativo dos cristais de zircão em etapas de 1450 °, 1500 ° e 1550 °C, e posterior determinação de idade para cada uma. A idade final de cada amostra foi a média dos resultados obtidos a temperaturas mais elevadas de todos os cristais analisados. As correções para o chumbo comum (^{204}Pb) foram realizadas por intermédio do modelo de Stacey & Kramers (1975). As médias ponderadas e os erros nas idades, em nível 2σ , foram calculados seguindo-se o método de Gaudette *et al.* (1998).

Maciço Serra da Queimada Foram selecionadas as amostras NC-SQ-22 e NC-SQ-8, correspondentes, respectivamente, às fácies biotita-sienogranito e biotita-monzogranito. Na primeira, constatou-se que os cristais de zircão apresentavam elevado grau de metamictização e muitas fraturas. Entretanto, por não se dispor de outros com melhor qualidade, sete grãos foram coletados para análise. Os grãos 2, 4, 5 e 7 foram excluídos do cálculo por possuírem razões $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ maiores que 4×10^{-4} . Os cristais 1 e 8 apresentaram idades de 20754 ± 4 Ma e 2159 ± 25 Ma, respectivamente, em uma única etapa de evaporação cada, o que não garante resultado confiável, pois certamente teriam idades mais antigas nas etapas de temperaturas mais elevadas. O grão 6 revelou idade 2545 ± 9 Ma, sugerindo contaminação/contribuição de rochas arqueanas na formação deste maciço. A amostra NC-SQ-08 forneceu cristais comparativamente mais bem preserva-

Figura 3 – Diagrama de barras mostrando a média das idades de três cristais de zircão da amostra NC-SQ-8 do MSQ.

dos. Dos seis grãos selecionados, três apresentaram resultados satisfatórios (Figura 3) e definiram idade média $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de 1882 ± 12 Ma, considerada a idade de cristalização do maciço. Os outros três cristais foram excluídos do cálculo por apresentarem razões $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ maiores que 4×10^{-4} (Tabela 1).

Maciço Santa Rosa Foram selecionadas as amostras NC-GP-52 e NC-GP-49 (Figura 4). Na primeira, constatou-se que os grãos de zircão apresentavam baixo grau de metamictização e poucas fraturas, sendo, portanto, indicados para análises. Para esta primeira amostra foram selecionados seis grãos de zircão. Dentre esses, os grãos 1, 2, 3, 4 e 5 apresentaram resultados satisfatórios, definindo idade média de cristalização de 1887 ± 2 Ma. O cristal 6 foi subjetivamente eliminado no processamento dos dados.

Na amostra NC-GP-49 foram selecionados doze grãos de zircão para análise e apenas quatro (2, 3, 6 e 11) forneceram resultados consistentes, definindo idade média de 1888 ± 3 Ma, coincidente com aquela da amostra anterior e interpretada como idade mínima de cristalização do MSR. Os cristais 4, 8 e 10 foram automaticamente eliminados por apresentarem chumbo comum acima do limite máximo admitido (0,0004). Os outros grãos foram subjetivamente eliminados por apresentarem apenas uma etapa de evaporação. Os resultados analíticos estão expostos na Tabela 2.

Maciço Porfírico de Vila Santa Rosa Foram selecionadas as amostras NC-RX-6 e NC-RX-15 (Figura 5), relativo às fácies biotita-quartzosienito e biotita-monzogranito. Na primeira, foram coletados cinco grãos. Dentre esses, apenas o grão 3 não apresentou resultado satisfatório. A idade média de cristalização obtida do MPSR foi de 1881 ± 3 Ma.

Para a segunda amostra foram selecionados outros cinco grãos. Dentre esses, apenas o grão 3 não apresentou resultado satisfatório. A idade média obtida para esta amostra foi de 1881 ± 2 Ma, coincidente com a da amostra anterior e interpretada como a idade mínima de cristalização do MPSR (Tabela 3).

Vulcânicas do Grupo Uatumã Duas amostras foram selecionadas para a datação da Formação Sobreiro. A primeira (NC-FS-126), referente a um traquiandesito, foi infrutífera devido às dimensões diminutas dos cristais disponíveis. Diante

Tabela 1 – Resultados analíticos Pb-Pb em zircão das amostras NC-SQ-22 e NC-SQ-8 do MSQ.

NS-SQ-22 – Maciço Serra da Queimada												
Zircão	Temperatura	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2_	Idade	2_
NCSQ22/1	1450	32/32	0,00003	0,000005	0,03389	0,00018	0,12865	0,00029	0,12827	0,00028	2075	4
NCSQ22/2	#1450	0/20	0,005922	0,00018	0,24470	0,0119	0,17965	0,00028	0,10063	0,00217	1636	40
NCSQ22/4	#1450	0/8	0,003111	0,00031	0,26223	0,01041	0,13668	0,00073	0,09408	0,00451	1510	91
NCSQ22/5	#1450	0/16	0,006674	0,000101	0,27517	0,00394	0,19078	0,00038	0,10232	0,00135	1667	24
NCSQ22/6	1500	14/14	0,000134	0,000018	0,09616	0,00081	0,17036	0,00089	0,16866	0,00093	2545	9
NCSQ22/7	#1450	0/8	0,000624	0,000216	0,13593	0,01227	0,13879	0,00213	0,13059	0,00358	2106	48
NCSQ22/8	1450	8/8	0,000049	0,000014	0,11885	0,02059	0,13521	0,00194	0,13457	0,00195	2159	25
54/112												
NC-SQ-08 – Maciço Serra da Queimada												
Zircão	Temperatura	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2_	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2_	Idade	2_
NCSQ8/1	1500	10/10	0,000138	17	0,22003	634	0,11755	106	0,11567	109	1891	17
NCSQ8/3	#1450	0/14	0,001821	89	0,17759	645	0,10743	43	0,08178	175	1240	42
NCSQ8/4	*1450	0/14	0,000348	16	0,13425	231	0,11729	52	0,11258	57	1842	9
	1500	8/8	0,000127	22	0,12942	113	0,11649	46	0,11477	55	1877	9
NCSQ8/5	#1450	0/20	0,00264	102	0,20761	391	0,13191	51	0,09548	191	1538	38
NCSQ8/6	#1450	0/16	0,001005	39	0,13215	81	0,12103	57	0,10701	93	1749	16
NCSQ8/8	1450	8/8	0,000596	44	0,23101	828	0,12417	114	0,11615	129	1898	20
	#1500	0/8	0,002353	49	0,16269	1681	0,12327	297	0,0905	774	1437	163
26/98												
											Idade média = 1882 ± 12 Ma	

(c) - razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ corrigida do Pb comum; (*) - etapa de evaporação eliminada subjetivamente;(#) - etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0004.

Figura 4 – Diagramas de barras mostrando a média das idades dos grãos de zircão analisados das amostras NC-GP-52 e NC-GP-49 do MSR.

desse quadro, optou-se pela utilização da amostra NC-FS-38, referente a um dacito porfíritico, o qual representa o termo mais evoluído da unidade.

Dessa amostra foram selecionados 15 grãos para datação. Três cristais apresentaram razões $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ acima de 4×10^{-4} e foram automaticamente eliminados do cálculo da idade final. Um cristal forneceu idade de 2606 ± 4 Ma, apontando também para contribuição/contaminação de crosta arqueana no proces-

so de geração destes vulcanitos. O cristal 7 revelou na segunda etapa de aquecimento uma idade menor que na primeira e foi excluído. Outros seis grãos revelaram idades entre 1770 e 1864 Ma, em uma ou duas etapas de aquecimento, sendo subjetivamente excluídos durante o tratamento dos dados. Os cristais 12 e 20 revelaram nas etapas de aquecimento de 1450° C e 1500° C idades superpostas ao erro. Para tal, optou-se pelo cálculo da média ponderada entre as idades das etapas obtidas para cada

Tabela 3 – Resultados analíticos Pb-Pb em zircão do MPSR – Amostras NC-RX-6 e NC-RX-15.

NC-RX-6 – Maciço Porfírico de Vila Santa Rosa												
Zircão	Temperatura	Razões	²⁰⁴ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	(²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb) _c	2	Idade	2
NCRX6/1	#1450	0/8	0,00054	16	0,15578	91	0,12181	71	0,11454	77	1873	91
	1500	30/30	0,00035	4	0,15433	67	0,12015	63	0,11517	35	1883	5
NCRX6/2	1450	30/30	0,000074	8	0,15279	72	0,11612	51	0,11528	55	1885	9
	1500	30/30	0,000074	9	0,14599	07	0,11605	34	0,11504	42	1881	7
NCRX6/3	#1500	0/8	0,002459	18	0,06668	57	0,11973	25	0,08555	93	1328	38
	*1450	0/8	0,000023	2	0,15569	02	0,11401	01	0,11370	29	1860	5
NCRX6/4	1500	12/12	0,000107	52	0,14694	36	0,11633	96	0,11476	35	1876	6
NCRX6/5	*1450	0/6	0,000109	18	0,13298	24	0,11947	87	0,11801	41	1927	62
	1500	38/38	0,000194	1	0,13237	35	0,11706	19	0,11518	42	1883	6
140/170											Idade média = 1881 ± 3 Ma	

NC-RX-15 – Maciço Porfírico de Vila Santa Rosa												
Zircão	Temperatura	Razões	²⁰⁴ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	(²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb) _c	2	Idade	2
NCRX15/1	*1450	0/8	0,000052	12	0,22098	545	0,11487	61	0,11417	63	1867	10
	1480	26/32	0,000030	4	0,22124	58	0,11536	31	0,11490	27	1879	4
NCRX15/2	*1450	0/24	0,000174	29	0,18170	14	0,11158	35	0,10934	43	1789	7
	1500	36/36	0,000028	4	0,23693	104	0,11539	19	0,11499	22	1880	4
NCRX15/3	#1450	0/6	0,032747	66	0,70626	35	0,57723	77	0,33633	82	3647	17
	#1500	0/36	0,000678	8	0,22387	22	0,12471	45	0,11562	02	1890	3
	#1550	0/10	0,000749	13	0,24775	03	0,12538	49	0,11524	03	1884	5
NCRX15/4	*1500	0/34	0,000047	03	0,19044	68	0,11450	32	0,11391	04	1863	6
	1550	16/16	0,000093	18	0,19406	23	0,11639	34	0,11508	06	1882	9
NCRX15/5	#1450	0/20	0,001205	04	0,21867	32	0,13140	29	0,11519	04	1883	7
	1500	36/36	0,000208	06	0,24944	61	0,11802	17	0,11517	02	1883	3
114/258											Idade média = 1881 ± 2 Ma	

(c) - razão ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb corrigida do Pb comum; (*) - etapa de evaporação eliminada subjetivamente;
(#) - etapa de evaporação eliminada por apresentar razão ²⁰⁴Pb/²⁰⁶Pb superior a 0,0004.

Tabela 4 – Resultados analíticos Pb-Pb em zircão de um dacito porfírico (amostra NC-FS-38) da Formação Sobreiro.

NC-FS-38 – Formação Sobreiro (Grupo Uatumã)												
Zircão	Temperatura	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2	Idade	2
NCF38/1	#1450	0/26	0,000957	0,000063	0,08886	0,0023	0,11278	0,0012	0,10022	0,00109	1628	20
NCF38/2	*1450	0/30	0,00012	0,000007	0,12046	0,00049	0,13426	0,00055	0,13252	0,00057	2132	7
	*1500	0/30	0,000056	0,000009	0,12365	0,00039	0,1758	0,00053	0,17502	0,00043	2606	4
NCF38/3	*1450	0/32	0,000382	0,000023	0,09457	0,00103	0,11566	0,00117	0,11037	0,00138	1806	23
NCF38/4	#1450	0/30	0,001099	0,00003	0,12059	0,0015	0,12661	0,00079	0,11138	0,00053	1822	9
NCF38/5	*1450	0/40	0,000082	0,000008	0,09383	0,00095	0,11481	0,00015	0,11377	0,00022	1861	3
NCF38/6	*1450	0/16	0,000092	0,000057	0,12984	0,00523	0,11335	0,00067	0,11204	0,00058	1833	9
NCF38/7	*1450	0/24	0,000092	0,000022	0,06243	0,00126	0,13292	0,00065	0,13185	0,00053	2123	7
	*1500	0/38	0,00004	0,000011	0,03926	0,00043	0,12904	0,00017	0,1285	0,00017	2078	2
NCF38/10	*1450	0/36	0,000206	0,000007	0,15318	0,00194	0,11119	0,00025	0,1082	0,00037	1770	6
NCF38/11	*1450	0/34	0,000118	0,000004	0,13334	0,00154	0,11269	0,00021	0,11112	0,00017	1818	3
	*1500	0/6	0,000026	0,000032	0,10011	0,00136	0,11525	0,00055	0,1149	0,0007	1879	11
NCF38/12	*1450	0/30	0,000147	0,00002	0,0952	0,00139	0,11641	0,00058	0,11444	0,00082	1871	13
	1500	32/32	0,000051	0,000007	0,08481	0,0003	0,11602	0,0003	0,11539	0,00029	1886	4
NCF38/20	*1450	0/16	0,000063	0,000019	0,11513	0,00094	0,1154	0,00074	0,11456	0,00078	1873	12
	1500	30/30	0,000039	0,000008	0,10201	0,00049	0,11569	0,00034	0,11529	0,00039	1885	6
NCF38/21	*1450	0/8	0	0	0,10194	0,00144	0,11706	0,00263	0,11706	0,00263	1912	40
NCF38/16	#1450	0/34	0,000452	0,000012	0,11907	0,00223	0,11211	0,00018	0,10587	0,00019	1730	3
	*1500	0/36	0,000136	0,000013	0,10049	0,00103	0,11585	0,00036	0,11398	0,00045	1864	7
NCF38/18	*1450	0/32	0,000068	0,000005	0,11354	0,00112	0,11452	0,00032	0,11358	0,00038	1858	6
	1500	30/30	0,000033	0,000005	0,09674	0,00039	0,11527	0,00023	0,11481	0,00021	1877	3
NCF38/17	*1450	0/36	0,000137	0,000005	0,12627	0,00228	0,11238	0,00022	0,11035	0,00043	1806	7
98/626											Idade Média = 1880 ± 6 Ma	

(c) - razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ corrigida do Pb comum; (*) - etapa de evaporação eliminada subjetivamente;
 (#) - etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0004.

Tabela 2 – Resultados analíticos Pb-Pb em zircão das amostras NC-GP-52 e NC-GP-49 do MSR.

NC-GP-52 – Maciço Santa Rosa												
Zircão	Temperatura	Razões	²⁰⁴ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	(²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb) _c	2	Idade	2
NCGP52/1	#1450	0/36	0,000502	12	0,21632	67	0,12186	2	0,11508	19	1882	3
	1500	34/34	0,000095	3	0,18927	44	0,11668	27	0,11530	31	1885	5
NCGP52/2	*1450	0/14	0,000398	18	0,15482	158	0,11942	44	0,11406	51	1866	8
	1500	8/8	0,000000	0	0,13910	46	0,11483	134	0,11483	134	1878	21
NCGP52/3	*1450	0/20	0,000301	1	0,14043	251	0,11797	29	0,11391	32	1863	5
	1500	30/30	0,000043	6	0,11481	53	0,11583	37	0,11525	34	1884	5
NCGP52/4	#1450	0/38	0,000570	16	0,19271	144	0,12103	26	0,11342	53	1855	8
	1500	40/40	0,000131	9	0,17056	57	0,11726	17	0,11554	15	1889	2
NCGP52/5	*1450	0/6	0,000092	2	0,20352	591	0,11207	553	0,11082	554	1813	91
	1500	38/38	0,000042	16	0,19038	359	0,11592	56	0,11536	55	1886	9
NCGP52/6	*1450	0/16	0,000326	12	0,16986	119	0,11762	29	0,11322	33	1852	5
	*1500	0/38	0,000245	22	0,14331	76	0,11635	33	0,11317	53	1851	8
150/318										Idade média = 1887 ± 2 Ma		
NC-GP-49 – Maciço Santa Rosa												
Zircão	Temperatura	Razões	²⁰⁴ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2	(²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb) _c	2	Idade	2
NCGP49/1	*1500	0/34	0,000111	14	0,20475	89	0,11598	61	0,11405	72	1865	11
NCGP49/2	1450	22/22	0,000288	7	0,15335	104	0,11959	26	0,11573	35	1892	5
	*1500	0/14	0,000150	16	0,14930	324	0,11659	36	0,11458	55	1874	9
NCGP49/3	*1450	0/8	0,000146	2	0,12869	103	0,11785	112	0,11589	115	1894	18
	1500	38/38	0,000108	8	0,12333	33	0,11684	39	0,11538	42	1886	7
NCGP49/4	#1450	0/22	0,001479	32	0,20606	136	0,13444	5	0,11442	59	1871	9
NCGP49/5	*1500	0/4	0,000000	0	0,18165	215	0,11445	28	0,11445	28	1872	4
NCGP49/6	1450	28/28	0,000253	11	0,20807	726	0,11866	19	0,11535	29	1886	5
NCGP49/8	#1450	0/4	0,000661	18	0,22252	197	0,12226	39	0,11336	46	1854	7
NCGP49/9	*1450	0/36	0,000280	5	0,18654	68	0,11772	46	0,11416	47	1867	7
NCGP49/10	#1450	0/6	0,000808	134	0,20246	467	0,12502	109	0,11415	213	1867	34
NCGP49/11	1500	32/32	0,000072	8	0,18646	115	0,11655	47	0,11558	6	1889	9
NCGP49/12	*1500	0/6	0,000357	26	0,17786	306	0,11910	102	0,11429	108	1869	17
120/254										Idade Média = 1888 ± 3 Ma		

(c) - razão ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb corrigida do Pb comum; (*) - etapa de evaporação eliminada subjetivamente;
(#) - etapa de evaporação eliminada por apresentar razão ²⁰⁴Pb/²⁰⁶Pb superior a 0,0004.

Figura 5 – Diagramas de barras mostrando a média das idades dos cristais de zircão analisados das amostras NC-RX-6 e NC-RX-15 do MPSR.

Figura 6 - Diagrama de barras mostrando a média das idades de quatro cristais de zircão de dacito da Formação Sobreiro (amostra NC-FS-38).

grão. Estas médias foram então agrupadas às dos outros dois grãos remanescentes (11 e 18) e forneceram idade média final de 1880 ± 6 Ma (Figura 6), considerada a idade de cristalização do dacito (Tabela 4). Teixeira *et al.* 2002a) obtiveram idade de referência Pb-Pb em rocha total de 1875 ± 158 Ma para quatro amostras de andesitos da Formação Sobreiro e dois de riolitos da Formação Iri. Posteriormente, Teixeira *et al.* (2002b) realizaram análises Pb-Pb em zircão em traquiandesito-basáltico desta unidade e obtiveram idade de 1865 ± 5 Ma para apenas um grão e em apenas uma etapa de aquecimento. Estes autores consideraram a existência de apenas um evento vulcânico na região de São Félix do Xingu. Apesar de essas duas datações serem relativamente imprecisas e a segunda apresentar um erro muito elevado, elas se aproximam de certa forma dos dados agora obtidos.

As tentativas de datações dos riolitos da Formação Iri foram infrutíferas, devido ao avançado estágio de metamictização em que se encontravam os cristais coletados (Fernandes 2005). Durante as análises, os grãos não forneceram sinal de chumbo suficientemente estável. No entanto, como externado anteriormente, relações de campo permitem estender para essa unidade a idade obtida no MSR. Teixeira *et al.* (2002b) realizaram datações Pb-Pb em zircão de riolito e obtiveram idade de 1875 ± 3 Ma, para apenas um grão, o que mostra certa correspondência nos resultados.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES A presença de rochas vulcânicas não metamorfasadas associadas a esses três maciços, o freqüente desenvolvimento de intercrescimentos granofíricos, bem como o caráter porfirítico de algumas fácies, sugerem que a colocação ocorreu em profundidades rasas, por vezes em condições subvulcânicas. Nestas condições, a relação cristais-líquido não deveria ser muito elevada quando da colocação dos mesmos (Pitcher 1979). Tais aspectos têm sido verificados em outros granitos anorogênicos ou pós-tectônicos do Cráton Amazônico (Dall'Agnol *et al.* 1994, Dall'Agnol 1980, Dall'Agnol *et al.* 1999, Daoud 1988, Gastal 1987, Gonzalez *et al.* 1988, Lamarão *et al.* 2002). A variação faciológica identificada nos três maciços é compatível com o modelo de fusão parcial seguida por cristalização fracionada, porém em menor intensidade,

pormenorizado por Teixeira *et al.* (2005) nos maciços Antônio Vicente, Velho Guilherme, Rio Xingu, Mocambo e Ubim/Sul. A ocorrência de dois feldspatos nos granitos dos três maciços, bem como a presença de fluorita, permite enquadrá-los no grupo dos granitos subsolvus (Tuttle & Bowen 1958), sugerindo a influência de voláteis na temperatura de cristalização do magma gerador. Os trabalhos de detalhe que estão sendo desenvolvidos, tanto geológicos como geoquímicos, permitirão no futuro uma comparação mais completa desses corpos com os outros representantes da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, contribuindo assim para o entendimento do quadro geodinâmico regional, bem como para a evolução do Cráton Amazônico como um todo.

Fernandes (2005) sugeriu um magmatismo bimodal no Grupo Uatumã, envolvendo a fusão de duas fontes distintas, porém contemporâneas, seguidas por cristalização fracionada independente. Está assertiva está em conformidade com as conclusões de Teixeira (1999), que defendeu a idéia de diferentes fontes para os granitos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, o que explicaria a presença importantes mineralizações em alguns corpos e em outros não. Contudo, novos dados geoquímicos e de química mineral são necessários para uma posição definitiva em relação aos três maciços em estudo, possibilitando assim compará-los com os demais representantes da suíte. A princípio, a evolução dessa associação é interpretada como um misto do que ocorre na região de Vila Riozinho, Província Aurífera do Tapajós, onde Lamarão *et al.* (2002) caracterizaram uma seqüência cálcico-alcalina de 2000 Ma com assinatura de arco-vulcânico e outra alcalina de 1880 Ma de afinidade geoquímica intraplaca. Contudo, os dados isotópicos de Nd obtidos por Lamarão *et al.* (2005) apontam para o envolvimento de fontes crustais proterozóicas na região do Tapajós.

Os dados geocronológicos agora obtidos reforçam idéia de que a região de São Félix do Xingu foi palco, no Paleoproterozóico, de um extenso magmatismo vulcano-plutônico de aproximadamente 1880 Ma. Este evento está relacionado à tafrogênese que ocorreu em praticamente todo o Cráton Amazônico (Fernandes 2005, Lamarão *et al.* 2002, Santos *et al.* 2000), a qual foi responsável pela geração de depósitos de classe mundial de ouro, estanho, wolframita, molibdenita, criolita, entre outros (Bettencourt *et al.* 1999, Lamarão *et al.* 2002, Juliani *et al.* 2005, Teixeira 1999, Borges *et al.* 2003). A presença freqüente de cristais herdados de zircão com idade arqueana, como constatado neste estudo, é compatível com os dados isotópicos de Nd obtidos por Teixeira *et al.* (2002a) para os granitos Antônio Vicente, Mocambo e Rio Xingu, bem como nas Formações Sobreiro e Iri, que apontam para fontes crustais predominantemente arqueanas, com idade $T_{DM} = 3000$ Ma e valores de ϵ_{Nd} fortemente negativos, o que permite enquadrar com segurança a região de São Félix do Xingu no núcleo arqueano delimitado pelos dois modelos de Províncias Geocronológicas em vigor para o Cráton Amazônico (Santos *et al.* 2000, Tassinari & Macambira 1999).

Agradecimentos Os autores deste trabalho agradecem ao Núcleo PRONEX (103-98/MCT/CNPq-Proc. 66.2103/98-0) do CG/UFPA pelo apoio financeiro nas etapas de campo e na confecção de lâminas petrográficas; ao Laboratório de Geologia Isotópica da UFPA (Pará-Iso) pela realização das análises geocronológicas; ao PIBIC/UFPA pela concessão de bolsa de iniciação científica à Sabrina Cristina Cordovil Pinho, Antônio Lima de Paiva Júnior e Vanessa Lobato Cruz; ao CNPq e ao Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do CG/UFPA pela concessão de bolsa de mestrado a Carlos Marcello Dias Fernandes; à Prof. Dra Lena Virgínia Soares Monteiro pela revisão do Abstract. Este trabalho é uma contribuição ao projeto PRONEX (103-98/MCT/CNPq-Proc. 66.2103/98-0).

Referências

- Abreu F.A.M. & Ramos C.R. 1974. Estanho do Sul do Pará. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 28, Porto Alegre, 5, *Atas*, p. 11-23.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth-Science Reviews*, 17:1-29.
- Araújo O.J.B., Maia R.G.N., Jorge João X.S., Costa J.B.S. 1988. A mega-estruturação arqueana da folha Serra dos Carajás. In: SBG, Congresso Latinoamericano de Geologia, 7, Belém, 1, *Atas*, p. 324-333.
- Bettencourt J.S., Tosdal R.M., Leite Jr W.B., Payolla B.L. 1999. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondonia Tin Province, southwestern border of the Amazonian craton, Brazil - I. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Precambrian Research*, 95:41-67.
- Borges R.M.K., Dall'Agnol R., Costi H.T. 2003. Geologia, petrografia e química mineral das micas dos greisens estaníferos associados ao pluton Água Boa, Pitinga (AM). *Revista Brasileira de Geociências*, 33:51-62.
- Collins W.J., Beams S.D., White A.J., Chapell B.W. 1982. Nature and origin of A. type Granites with particular reference to Southeastern Australia. *Contr. Mineral. Petrol.*, 80:189-200.
- Dall'Agnol R. 1980. *Etudes sur des granites du type "Rondonian" em Amazonie Orientale et leurs transformations tardi-magmatiques*. Tese de Doutorado, Laboratoire de Geologie, Université Paul Sabatier, Toulouse, 348 p.
- Dall'Agnol R., Costi H.T., Leite A.A. da S., Magalhaes M.S. de, Teixeira N.P. 1999. Rapakivi granites from Brazil and adjacent areas. *Precambrian Research*, 95:9-39.
- Dall'Agnol R., Lafon J.M., Macambira M.J.B. 1994. Proterozoic anorogenic magmatism in the Central Amazonian Province, Amazonian Craton: geochronological, petrological and geochemical aspects. *Mineral. Petrol.*, 50:113-138.
- Daoud W.K. 1988. *Granitos estaníferos de Pitinga. Contexto Geológico e depósitos minerais associados*. Dissertação de mestrado, Departamento de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 194 p.
- Fernandes C.M.D. 2005. *Geologia, Geoquímica e Geocronologia das vulcânicas do Grupo Uatumã, região de São Félix do Xingu (PA), Província Mineral de Carajás*. Dissertação de Mestrado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 136 p.
- Gastal M.C.P. 1987. *Maciço Granítico Musa: Mapeamento, Petrologia e Petroquímica, Rio Maria, SE do Pará*. Dissertação do Mestrado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 327 p.
- Gaudette H.E., Lafon J.M., Moura C.A.V., Scheller T. 1993. Datação de monocristais de zircão por evaporação de Pb no Laboratório de Geologia Isotópica - UFPA; metodologia e primeiros resultados. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 4, Brasília, *Atas*, p. 236-237.
- Gaudette H.E., Lafon J.M., Macambira M.J.B., Moura C.A.V., Scheller T. 1998. Comparison of single filament Pb evaporation/ionization zircon ages with conventional U-Pb results: examples from the Precambrian of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 11:351-363.
- Gonzalez M.G.B., Vieira E.A.T., Dall'Agnol R., Macambira M.J.B., Angelim E.P.V., Senta N.D. 1988. Geologia do Maciço Anorogênico Cigano. Vale do Rio Parauapebas-PA. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 35, Belém, 3, *Atas*, p. 1132-1146.
- Juliani C., Rye R.O., Nunes C.M.D., Snee L.W., Correa Silva R.H., Monteiro L.V.S., Bettencourt J.S., Neumann R., Neto A.A. 2005. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós gold province, Amazonian Craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age, and stable-isotope constraints. *Chemical Geology*, 215: 95-125.
- Kober B. 1986. Whole grain evaporation for 207Pb/206Pb age investigations on single zircons using a double filament source. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 93:482-490.
- Kober B. 1987. Single grain evaporation combined with Pb+ emitter bedding for 207Pb/206Pb investigations using thermal ion mass spectrometry, and implications for zirconology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 96:63-71.
- Lamarão C.N., Dall'Agnol R., Pimentel M.M. 2005. Nd isotopic composition of Paleoproterozoic volcanic and granitoid rocks of Vila Riozinho: implications for the crustal evolution of the Tapajós gold province, Amazon craton. *Journal of South American Earth Sciences*, 18:277-292.
- Lamarão C.N., Dall'Agnol R., Lafon J.-M., Lima E.F. 2002. Geology, geochemistry, and Pb-Pb zircon geochronology of the Paleoproterozoic magmatism of Vila Riozinho, Tapajós Gold Province, Amazonian craton, Brazil. *Precambrian Research*, 119:189-223.
- Loiselle M.C. & Wones D.R. 1979. Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geol. Soc. Am. Abst.*, 11:468.
- Macambira E.M.B. & Vale A.G. 1996. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Félix do Xingu. Folha SB-22-Y-B. Estado do Pará*. CPRM, Brasília, 384 p.
- McPhie J., Doyle M., Allen R. 1993. *Volcanic Textures: A guide to interpretation of textures in volcanic rocks*. University of Tasmania, Tasmania, 197 p.
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.C. 1984. Trace Elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.*, 25:956-983.
- Pitcher W.S. 1979. The nature, ascent and emplacement of granitic magmas. *Geology*, 136:627-662.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton 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. *Gondwana Research*, 3:453-488.
- Smith J.V. & Brown W.L. 1988. *Feldspar minerals*. Springer-Verlag, Berlin, 828 p.
- Stacey J.S. & Kramers J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26:207-221.
- Streckeisen A. 1976. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Sci. Rev.*, 12:1-33.
- Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22:174-182.
- Teixeira N.P. 1999. *Contribuição ao estudo das rochas granitóides e mineralizações associadas da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 508 p.
- Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Dall'Agnol R., Moura C.A.V., Fernandes C.M.D., Pinho S.C.C. 2005. Geoquímica de granitos Paleoproterozóicos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, 35:217-226.
- Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Moura C.A.V., Dall'Agnol R. 1998. Pb-Pb and Sm-Nd constraints of the Velho Guilherme Intrusive Suíte and volcanic rocks of the Uatumã Group. South-Southeast Pará-Brazil. In: IGCP, Project 426. *Granite Systems and Proterozoic Lithospheric Processes*. Madison, v.1. p. 178-180.
- Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Moura C.A.V., Dall'Agnol R., Macambira E.M.B. 2002a. Archean crustal sources for Paleoproterozoic tin-mineralized granites in the Carajas Province, SSE Para, Brazil: Pb-Pb geochronology and Nd isotope geochemistry. *Precambrian Research*, 119:257-275.
- Teixeira N.P., Fernandes C.M.D., Moura C.A.V., Pinho S.C.C., Bettencourt J.S. 2002b. Geologia, Geoquímica, Geocronologia e isótopos de Sm-Nd de rochas vulcânicas paleoproterozóicas do Grupo Uatumã ocorrentes na região de São Félix do Xingu, Província Mineral de Carajás, Cráton Amazônico, Brasil. In: SBG, Simpósio sobre Vulcanismo e Ambientes Associados, 2, Belém, *Boletim de Resumos e Roteiro da Excursão*, p. 28.
- Tuttle O.F. & Bowen N.L. 1958. *Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi3O8-SiO2-H2O*. Memoir, 153 p.

Manuscrito AE042

Aprovado em 30 de outubro de 2006