

IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados
Foz do Iguaçu, PR – 08 a 11/04/2008.

**GEOLOGIA E PETROGRAFIA DO VULCANO-PLUTONISMO DA REGIÃO
DE VILA TANCREDO, NE DE SÃO FÉLIX DO XINGU (PA), CRÁTON
AMAZÔNICO: INDÍCIOS DE *ASH-FLOW* CALDERA
PALEOPROTEROZÓICA**

Bruno Lagler¹, Caetano Juliani^{1,2}, Carlos Marcello Dias Fernandes^{1,2}

¹Instituto de Geociências, USP. Rua do Lago, 562 – Cidade Universitária. CEP 05508-080.

São Paulo, SP. E-mail: bruno.lagler@usp.br; cjuliani@usp.br; cmdf@usp.br

²Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia

Resumo – Na região de Vila Tancredo, NE do município de São Félix do Xingu (PA), no contexto do Cráton Amazônico, são encontradas rochas vulcânicas e subvulcânicas do final do paleoproterozóico, agrupadas nas formações Sobreiro e Santa Rosa. A formação Sobreiro é caracterizada predominantemente por rochas de composição andesítica, texturalmente porfíricas e com foliação magmática. São rochas cálcio-alcálicas de alto-K e metaluminosas, com assinatura geoquímica compatível com granitóides de arco-vulcânico. Já a formação Santa Rosa é constituída por rochas riolíticas a riodacíticas maciças, porfíricas, peraluminosas e transicionais entre subalcalinas e alcalinas, formadas em ambiente intra-placa. Tais diferenças petrográficas e geoquímicas sugerem a ocorrência de vulcanismo bimodal na região. Em ambas as formações são observadas rochas vulcanoclásticas, tais quais lápili-tufos, ignimbritos e brechas polimíticas maciças. Pórfiros graníticos composicionalmente semelhantes aos riolitos e riodacitos da formação Santa Rosa sugerem ligação genética entre si. Tal associação pode estar vinculada ao desenvolvimento de uma *ash-flow caldera* paleoproterozóica de aproximadamente 30 km de diâmetro.

Palavras-Chave: Petrografia, bimodal, paleoproterozóico, vulcanismo Uatumã, Cráton Amazônico

Abstract – In the Vila Tancredo region, NE of São Félix do Xingu (PA) city, in the scope of Amazonian craton, volcanic and sub-volcanic rocks of the paleoproterozoic occur, and are grouped in the Sobreiro and Santa Rosa formations. The Sobreiro formation is characterized by andesitic porphyritic rocks with igneous foliation, with high-K calc-alkaline geochemical signature, compatible to volcanic-arc granitoids. The Santa Rosa formation is characterized by massive rhyolitic to rhyodacitic rocks, with porphyritic texture and sub-alkaline to alkaline geochemical signature, formed in intra-plate environment. Such petrographical and geochemical differences suggest the occurrence of bimodal volcanism in the area. Both formations present volcanoclastic rocks, such as lapilli-tuffs, ignimbrites and massive polymictic breccias. Granitic porphyries with similar composition to the rhyolitic and rhyodacitic rocks of the Santa Rosa formation suggest genetical relation. Such association could be associated to the development of a paleoproterozoic ash-flow caldera, with ~30 km of diameter.

Keywords: Petrography, bimodal, paleoproterozoic, Uatumã volcanism, Amazonian craton

1. Introdução

Na região centro-sul do Estado do Pará, em área circunvizinha ao município de São Félix do Xingu, no âmbito da Província Mineral de Carajás, ocorre amplo vulcanismo bimodal com derrames e magmatismo fissural. A primeira seqüência, denominada Formação Sobreiro, ostenta fácies coerente predominantemente andesítica, andesito-basalto e dacito com subordinados; bem como fácies vulcanoclástica de tufos de cinzas, vítreo e de cristais, além de lápilli-tufo e brecha polimítica maciça em menor volume. Riólito e, menos frequentemente, riodacito constituem a fácies coerente da unidade superior, aqui denominada Formação Santa Rosa. A fácies vulcanoclástica é formada por tufos de cristais, ignimbritos (tufos de cinzas), lápilli-tufo e brechas polimíticas maciças. Associados às duas unidades ocorrem ainda *stocks* e diques de pórfiros graníticos e leucogranitos equigranulares, com características petrográficas muito semelhantes às dos vulcanitos félsicos (Fernandes & Juliani em preparação, Macambira & Vale 1996). As rochas da unidade basal são cálcio-alcalinas de alto-K, metaluminosas e mostram assinaturas compatíveis com granitóides de arco vulcânico. Por sua vez, as rochas da unidade félsica são peraluminosas e transicionais entre subalcalinas e alcalinas e têm assinatura geoquímica intra-placa. Datações Pb-Pb por evaporação em zircão apontam idade de ~1880 Ma para ambas as suítes vulcânicas (Fernandes & Juliani em preparação, Pinho et al. 2006), mas a Formação Santa Rosa posiciona-se estratigraficamente sobre a Formação Sobreiro. Ambas as unidades são truncadas ainda por maciços graníticos estaníferos do tipo-A, que formam a Suíte Intrusiva Velho Guilherme de ~1860 Ma (Pinho et al. 2006, Teixeira et al. 2002).

Especificamente na região de Vila Tancredo, localizada imediatamente à NE do município de São Félix do Xingu, a distribuição espacial e o controle topográfico das unidades anteriormente descritas sugerem, preliminarmente, um cenário de formação em complexos de *ash-flow caldera* (Lipman 1984) de aproximadamente 30 km, com caldeiras individuais de até 5 km de diâmetro. Tais características são muito semelhantes aquelas que formam o aninhamento de caldeiras definidas na Província Aurífera do Tapajós (Juliani et al. 2005). Adicionalmente, estas seqüências foram afetadas por alterações hidrotermais pós-magmáticas, com o desenvolvimento de zonas propiliticas, sericiticas e potássicas, com algum sulfeto associado.

Este trabalho visa caracterizar geológica e petrograficamente os vulcanitos e litotipos associados encontrados na região de Vila Tancredo, NE de São Félix do Xingu (PA), com ênfase na distribuição espacial e características texturais e mineralógicas, bem como discutir a evolução magmática desse vulcanismo.

2. Petrografia

As rochas da Formação Sobreiro apresentam cor cinza-escuro a esverdeado, estrutura maciça e texturas afaníticas e porfíricas. São predominantemente andesitos, com andesito basáltico, lati-andesito e riodacito associados. As rochas porfíricas exibem até 15% de fenocristais que variam geralmente de menos de 1 mm a 8 mm. Microscopicamente são porfíricas a glomeroporfíricas, com fenocristais de plagioclásio, anfibólio e clinopiroxênio imersos em matriz microlítica (micrólitos de plagioclásio) à criptocristalina. Nota-se ainda que boa parte das rochas revelam textura traquítica, caracterizada pela orientação dos micrólitos de plagioclásio e de fenocristais de minerais máficos em virtude do fluxo magmático. Os fenocristais de plagioclásio são geralmente euhédricos a subeuhédricos, tabulares e composição oligoclásio a andesina (An_{27-40}). Os fenocristais de anfibólio são euhédricos e ocorrem comumente alterados para minerais opacos (provavelmente óxidos de ferro), onde o hábito prismático e a clivagem característica ainda encontram-se preservadas, sugerindo processo de desidratação durante a ascensão. Os fenocristais de clinopiroxênio são encontrados em menor quantidade e são mais finos comparativamente aos de plagioclásio e de hornblenda. São subeuhédricos, prismáticos e em alguns casos geminados. Minerais opacos são os acessórios principais. As rochas afíricas são compostas exclusivamente por plagioclásio tabular e minerais secundários (geralmente clorita e epidoto subordinados), substituindo o feldspato. Apresentam textura subofítica e granulação fina a muito fina, por vezes com estrutura de fluxo. De modo geral, apresentam alteração hidrotermal moderada a pervasiva, de natureza propilitica, evidenciada pelo desenvolvimento de clorita, epidoto, carbonato e quartzo. A alteração afeta principalmente os minerais máficos da matriz. Os fenocristais por vezes se preservam, mas é comum encontrar a paragénesis supracitada alterando fenocristais de anfibólio, plagioclásio e clinopiroxênio. Veios e amígdalas preenchidos por clorita e carbonato ocorrem subordinadamente.

Os vulcanitos da Formação Santa Rosa apresentam aspecto maciço, textura porfírica a glomeroporfírica e componentes afaníticos subordinados, com cores diversas variando desde rosa-claro, cinza-claro, rosa-escuro e marrom-avermelhado. Composicionalmente são rochas riolíticas a álcali-riolíticas. As rochas porfíricas apresentam fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, imersos em matriz criptocristalina a felsítica (quartzo-feldspática), onde são comuns esferulitos e intercrescimentos granofíricos. Os fenocristais de quartzo são mais abundantes, porém menores em relação ao feldspato potássico e plagioclásio. São euhédricos a subeuhédricos, encontrados tanto bipiramidais, com facetas bem definidas, como também arredondados com feições de reabsorção magmática. Os fenocristais de feldspato potássico são em geral euhédricos, tabulares e chegam a ter mais de 1 cm de comprimento, onde a geminação Carlsbad é bem definida. Subordinadamente ocorrem pertita, mesopertita e microclínio. Os fenocristais de plagioclásio são menos abundantes e encontram-se tabulares, euhédricos a subeuhédricos, e composição oligoclásio (An_{24-30}). Os riólitos afíricos são afaníticos, maciços e hololeucocráticos. Microscopicamente revelam a presença de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio como minerais principais, hornblenda cloritizada como o

mineral máfico predominante e zircão e opacos como principais minerais acessórios. As rochas mais finas apresentam raros microfenocristais de quartzo em meio à matriz criptocristalina, felsofírica (quartzo-feldspática), esferulítica e com presença abundante de intercrescimentos granofíricos. Nas rochas mais grossas observa-se o hábito tabular euhédrico a subeuhédrico do feldspato potássico, com geminação Carlsbad bem definida e a presença constante de intercrescimentos gráfcos, texturas granofíricas, bem como pertita e mesopertita. O plagioclásio também tem hábito tabular subeuhédrico e composição oligoclásio (An_{25-29}). O quartzo é anédrico e intersticial aos cristais de feldspato. Fenocristais de plagioclásio foram localmente afetados por metassomatismo potássico, gerando microclínio e texturas como albita *chess-board*. As principais fases secundárias são sericita, clorita, epidoto, argilo-minerais e minerais opacos. Alteração hidrotermal varia de fissural incipiente a pervasiva forte.

Os pórfiros graníticos subvulcânicos exibem textura porfírica a glomeroporfírica, com quantidades variáveis de fenocristais (máx. de 30% em vol.) e apresentam estrutura maciça e cor cinza-claro, rosa-claro, rosa-escuro e marrom-avermelhado. Composicionalmente são rochas graníticas a álcali-feldspato graníticas. Os fenocristais são de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, imersos em uma matriz geralmente microlítica felsofírica com presença de esferulitos e intercrescimentos granofíricos. Em algumas amostras são encontrados fenocristais de hornblenda cloritizada, o que não é tão comum devido ao baixo índice de cor que estas rochas apresentam. Os fenocristais de quartzo são abundantes e chegam a 5 mm, de hábito bipiramidal euhédrico a subeuhédrico, com presença subordinada de fenocristais arredondados por reabsorção magmática. Aglomerados de fenocristais de quartzo também são comuns. Os fenocristais de feldspato potássico são tabulares euhédricos e abundantes, chegando a mais de 1 cm de comprimento. A geminação carlsbad é bem definida e são comuns pertitas e mesopertitas. Tanto nos fenocristais de quartzo como nos de feldspato potássico, é comum encontrar feições de reação com a matriz, o que gera uma borda composta por intercrescimentos granofíricos. O oligoclásio (An_{26-30}) é o fenocristal menos abundante em volume e é caracterizado pelo hábito tabular subeuhédrico, por vezes formando aglomerados. Apatita primária euhédrica e zircão são os acessórios principais. A alteração hidrotermal é semelhante àquela descrita nas rochas riolíticas e varia desde fissural incipiente a pervasiva forte.

O vulcanismo explosivo é representado por tufos de cinzas e de cristais, lápili-tufos e ignimbritos. Os lápili-tufos exibem matriz criptocristalina que envolvem fragmentos de cristais e fragmentos líticos de tamanhos variáveis (de 1 mm a 7 mm), em geral angulosos. Os fragmentos de cristais são predominantemente de plagioclásio e de feldspato potássico, comumente alterados para sericita, e provavelmente anfíbólios alterados para carbonatos. Minerais opacos e clorita constituem as outras fases minerais secundárias. Dentre os fragmentos líticos encontrados, destacam-se andesitos fíricos de matriz criptocristalina com fenocristais de plagioclásio e feldspato potássico, ignimbritos e rochas afaníticas. Os ignimbritos apresentam estrutura laminada de fluxo, com cristais fragmentados de quartzo e feldspato potássico em matriz criptocristalina, com presença de vidro e esferulitos subordinados. Sericita e argilo-minerais são as fases de alteração principais. Tais litotipos encontram-se associados tanto ao vulcanismo intermediário quanto ao félsico.

Granitóides de granulação média a grossa, equigranulares e de estrutura maciça ocorrem subordinadamente. Têm composição sienogranítica a álcali-feldspato granítica. O feldspato potássico é o mineral mais abundante, revelando hábito tabular subeuhédrico, encontrado como pertita, mesopertita e microclínio. Os cristais de quartzo são intersticiais, anédricos e textura em mosaico. Plagioclásio e biotita cloritizada são as outras fases minerais abundantes. Muscovita, apatita, opacos e zircão são os minerais acessórios principais.

3. Conclusões

A análise petrográfica permitiu identificar dois grupos distintos de rochas, caracterizando um vulcanismo bimodal na área. As rochas andesíticas e dacíticas da Formação Sobreiro exibem diferentes paragéneses de fenocristais que permitem estabelecer a evolução magmática ocorrida. Utilizando os critérios estabelecidos por McPhie et al. (1993), foram classificados como clinopiroxênio-anfíbólio andesito-basalto fírico, anfíbólio andesito fírico, anfíbólio-plagioclásio andesito fírico e feldspato potássico-plagioclásio dacito fírico. Portanto, é possível classificar na ordem apresentada acima, rochas menos evoluídas gradando para rochas mais evoluídas em estágios magmáticos mais tardios. O mesmo acontece com os riolitos da Formação Santa Rosa, onde as paragéneses de fenocristais encontradas das rochas menos evoluídas para as mais evoluídas são: quartzo-plagioclásio-feldspato potássico riolito fírico, feldspato potássico-quartzo riolito fírico e quartzo riolito fírico. Os pórfiros graníticos apresentam características semelhantes aos riolitos, sugerindo ligação genética. Tais litologias quando analisadas em conjunto podem indicar o desenvolvimento de uma *ash-flow caldera* de aproximadamente 30 km de diâmetro, com os estágios de formação a seguir: a) *Estágio pré-caldeira*, iniciado pela formação de estratovulcões de composição máfica-intermediária, representado pelos vulcanitos coerentes da Formação Sobreiro; b) *Estágio sin-caldeira*, principal responsável pelo abatimento desses estratovulcões e formação dos principais litotipos que irão preenchê-la, representado pelos lápili-tufos, ignimbritos e brechas que ocorrem associados às seqüências, sobretudo nos baixos topográficos e sopés de serras; c) *Estágio pós-caldeira*, formação de domos de riolitos, pórfiros graníticos e pequenos *stocks* graníticos intimamente associados. Este complexo normalmente revela ainda um aninhamento de caldeiras de menor diâmetro (~ 5 km) associadas. Tal hipótese de trabalho precisa ainda ser confirmada com novas etapas sistemáticas de campo.

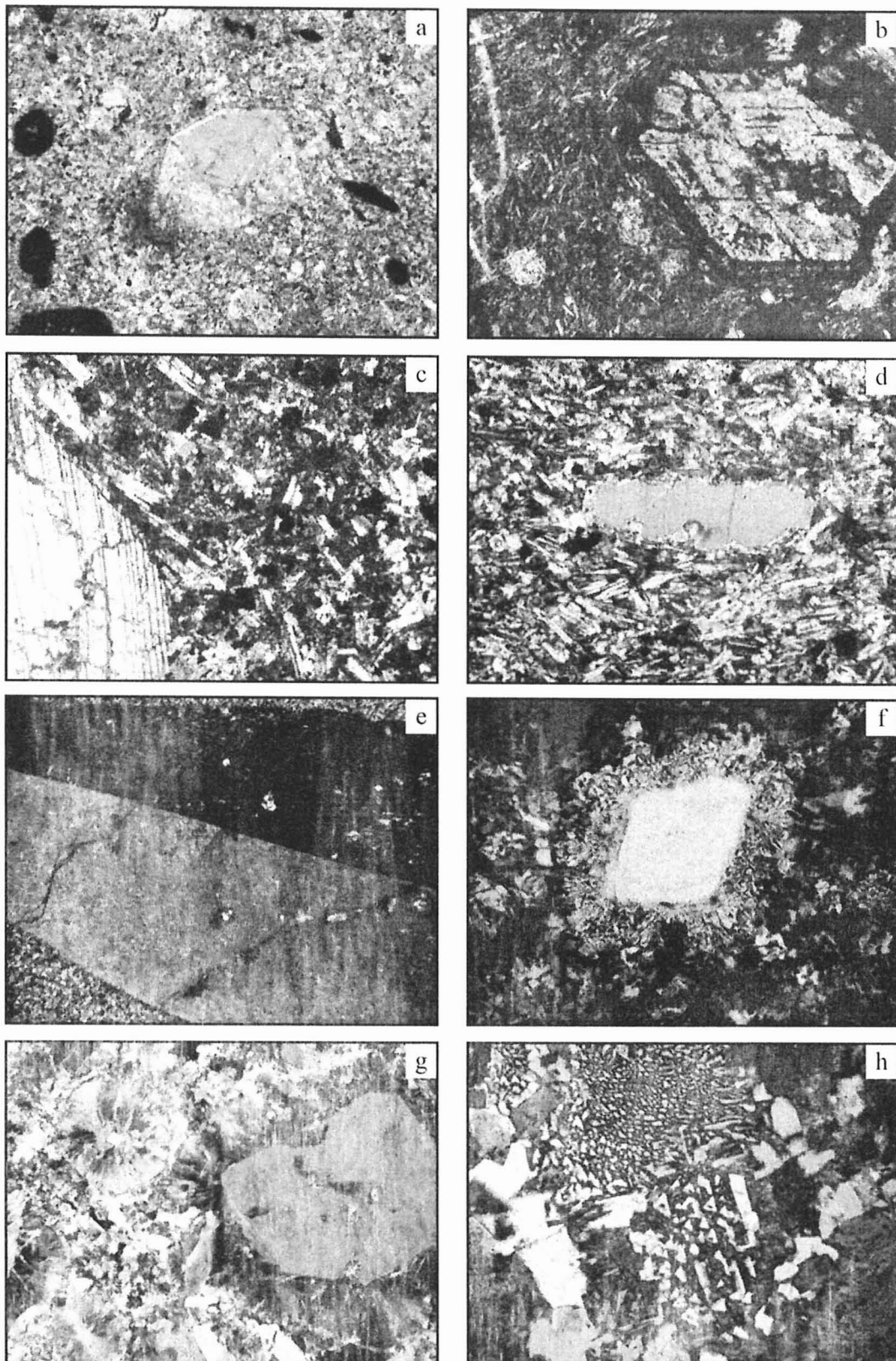


Fig. 2 a) Fenocristal de clinopiroxênio junto a fenocristais de anfibólio alterados em andesito. b) Fenocristal de anfibólio alterado (notar clivagem) em andesito. c) Fenocristal de plagioclásio e matriz com fluxo magmático em andesito. d) Fenocristal de clinopiroxênio e fluxo magmático. e) Megafenocristal de feldspato potássico em pórfiro granito. f) Fenocristal de quartzo reagindo com matriz formando intercrescimento granofírico em riolito. g) Matriz esferulítica de riolitos. h) Intercrescimento granofírico em pórfiro granítico. Lado maior da foto (mm): 5.20

4. Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem aos seguintes projetos pelo apoio financeiro nas etapas de campo: 1) *AVALIAÇÃO DO POTENCIAL METALOGÊNÉTICO DE OURO E COBRE DO VULCANO-PLUTONISMO DO GRUPO UATUMÃ NA REGIÃO DE SÃO FÉLIX DO XINGU / IRIRI (PA)* (CT-Mineral 555066/2006-1); 2) *PETROGRAFIA, ESTRATIGRAFIA E METALOGÊNESE DAS SEQUÊNCIAS VULCÂNICAS PALEOPROTEROZOÍCAS NA REGIÃO DE SÃO FÉLIX DO XINGU (PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS) E DO TAPAJÓS (PA)* (PROCAD/CAPES 0096/05-9) e 3) PRONEX (Magmatismo, Evolução Crustal e Metalogênese da Província Mineral de Carajás e Províncias Adjacentes - Projeto 103/98) do CG/UFPA. Já concluído.

5. Referências

- FERNANDES C.M.D. & JULIANI C. Ancient volcanic field of the São Félix do Xingu region, SSE of Pará state, Carajás Mineral Province, Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. p em preparação.
- 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. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós gold province, Amazonian Craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age, and stable-isotope constraints. *Chemical Geology*, v. 215, p 95-125, 2005.
- LIPMAN P.W. The roots of ash flow calderas in western North America Windows into the tops of granitic batholiths. *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p 8801-8841, 1984.
- MACAMBIRA E.M.B. & VALE A.G. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Félix do Xingu. Folha SB-22-Y-B. Estado do Pará. CPRM, Brasília, 384 p., 1996.
- MCPHIE J., ALLEN R., DOYLE M. 1993. *Volcanic textures : a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, Hobart, x, 198 p. pp.
- PINHO S.C.C., FERNANDES C.M.D., TEIXEIRA N.P., PAIVA JR. A.L., CRUZ V.L., LAMARÃO C.N., MOURA C.A.V. O magmatismo paleoproterozóico da região de São Félix do Xingu, Província Estanífera do Sul do Pará: Petrografia e Geocronologia. *Rev. Bras. Geoc.*, v. 36, p 793-802, 2006.
- TEIXEIRA N.P., BETTENCOURT J.S., MOURA C.A.V., DALL'AGNOL R., MACAMBIRA E.M.B. Archean crustal sources for Paleoproterozoic tin-mineralized granites in the Carajas Province, SSE Para, Brazil: Pb-Pb geochronology and Nd isotope geochemistry. *Precambrian Research*, v. 119, p 257-275, 2002.