

INIS-BR--2700.

BK 9127395

INIS-BR--2700

**CONGRESSO BRASILEIRO
DE GEOLOGIA**

36
NATAL / RN

26 de outubro a 1 de novembro 90
CENTRO DE CONVENÇÕES

ANAIS

VOLUME 6



REALIZAÇÃO:
SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA
NÚCLEO NORDESTE

**GEOCRONOLOGIA Rb-Sr EM ROCHAS TOTAIS E
MINERAIS DO GRANODIORITO CUMARU, SERRA
DOS GRADAÚS, PA.**

Jean Michel Lahn 1
José A. Almeida 2
Edilei Dutra Pereira 3
Thomas Schärer 1

2 - Departamento de Geologia,
UFPA, Belém-PA.

1 - Laboratório de Geologia
Isotópica, Centro de Geociências
de UFPA, Belém-PA.

3 - CNPq/Centro de Geociências
de UFPA, Belém-PA.

ABSTRACT

The Cumaru granodiorite occurs in the Serra dos Gradaús region, southeastern part of the Metallogenic Province of Carajás, Pará. Rb-Sr systematics have been provided in whole rocks and minerals for samples of the Cumaru granodiorite thus an age of 2543 ± 53 Ma, with an initial isotopic ratio of 0.70311 ± 34 (MSWD=1.87) was obtained for whole rocks samples. Taking in account that these rocks are not affected by metamorphism and/or deformation, we consider the age of 2543 ± 53 Ma as an emplacement age corresponding to the crystallization of the body. Such an age confirms the existence of a late Archaean plutonic event in the Serra dos Gradaús area and the interpretation of the Cumaru granodiorite as a contemporaneous and cogenetic body of the Jurueña type granites (Ca. 2000 Ma old), as proposed previously, must be definitively abandoned. Therefore, Archaean ages for the greenschist belt sequence (Gradaús group) as well as for the Xingu complex in this area are also confirmed, although by indirect evidence. The age obtained implies that the latter represents an Archaean metamorphic basement in the Serra dos Gradaús region rather than the reworking of the late archaean granitic rocks during the Transamazonian orogenic event. The initial isotopic ratio of 0.70311 ± 34 is close to a mantellic or low time of crustal residence source material ratios at the end of Archaean times. Therefore, comparison with isotopic initial ratios of other granitic rocks which occur in the Rio Maria region identifies an evolution line with a Rb-Sr ratio of 0.25 for a crustal source material that would have separated from mantle about 2.8 Ga ago.

The minerals separated from the Cumaru granodiorite give an age of 2577 ± 27 Ma with an initial isotopic ratio of 0.7035 ± 8 (MSWD=0.11). This result implies that neither a Transamazonian event nor a thermal effect of the intrusion of Middle Proterozoic anorogenic granites was recorded by the Rb-Sr system of minerals, unlike the situation identified for the Archaean granodiorite in the Rio Maria region.

INTRODUÇÃO E CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A região da Serra dos Gradaús, no sul do Estado do Pará, pertence à Província Mineral de Carajás e situa-se na porção sudeste do Cráton Amazônico (Almeida et al. 1974). Esta porção da Província Amazônia Central é constituída por um complexo basal indiferenciado composto de migmatitos, ortognaisses, granitóides, granulitos e anfibolitos (Complexo Xingu) e por terrenos granito-greenstone. Essas formações são parcialmente recobertas por rochas sedimentares proterozóicas (Grupo Rio Fresco) e rochas vulcânicas (Grupo Uatumã), e cortadas por intrusões graníticas (Fig. 1a). Segundo Tassinari et al. (1982) e Cordani et al. (1984), as rochas granito-gnaissicas do Complexo Xingu forneceram dois grupos de idade de pelo método Rb-Sr em rocha total. Um primeiro conjunto de idades em torno de 2800 Ma, com razão isotópica inicial ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de 0,702 foi interpretado como próximo à idade de formação dessas rochas. O segundo

conjunto em torno de 2000 Ma e com razão isotópica inicial ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i de 0,707 foi apresentado como produto de retrabalhamento do Ciclo Transamazônico. Os mesmos autores apresentaram também um conjunto de datações pelo método K-Ar em minerais de rochas do Complexo Xingu, que incidiram no intervalo entre 1700 Ma e 2200 Ma, além de dois resultados mais antigos (2400 Ma e 3200 Ma), que indicariam a existência de núcleos que resistiram ao retrabalhamento transamazônico. Machado et al. (1988) utilizando o método U-Pb em zircões de metadiorito intrusivo em migmatitos do Complexo Xingu da região de Carajás obtiveram uma idade de 2851 ± 4 Ma.

Os *greenschist belts* foram agrupados sob a denominação de Supergrupo Andorinhas (DOCEGEO 1987, 1988), e ocorrem nas regiões de Gradaús, Seringa, Rio Maria e Sapucaia. Vários granitóides são intrusivos nesses *greenschist belts*, estabelecendo idades mínimas para essas seqüências tais como o Granodiorito Rio Maria (Dall'Agnol et al. 1986), que forneceu uma idade Rb-Sr de 2660 ± 40 Ma (Montalvão et al. 1984) e 2564 ± 68 Ma (Gastal et al. 1987) e o Trondhjemito Mogno (DOCEGEO 1988), cuja idade Rb-Sr é 2680 ± 60 Ma (Montalvão et al. 1988).

As rochas sedimentares proterozóicas do Grupo Rio Fresco formam sinclinais com eixos orientados E-W, e são cortadas por granitos mais jovens, do tipo Serra dos Gradaús, Jamon ou Musa fornecendo idades entre 1885 e 1600 Ma, que representam um importante evento de magmatismo anorogênico que caracteriza o Proterozóico Médio em toda a Província Amazônica Central (Cordani et al. 1984, Dall'Agnol et al. 1984, Wirth et al. 1986, Gastal et al. 1987, Gonzalez et al. 1988, Lafon et al. 1988, Machado et al. 1988). Como o pacote sedimentar não apresenta evidências de ter sofrido um metamorfismo regional, é interpretado como mais jovem que o Ciclo Transamazônico (2000 Ma) e mais antigo que os granitos mencionados.

Na região da Serra dos Gradaús, o empilhamento litoestratigráfico (Macambira et al. 1986) começa com o Complexo Xingu, onde predominam ortognaisses (tonalíticos, trondhjemíticos e granodioríticos), migmatitos e rochas graníticas (Fig. 1b).

O Grupo Gradaús constitui uma seqüência vulcano-sedimentar (*greenschist belt*) metamorfisada na fácies xisto-verde, cuja porção inferior é composta predominantemente por rochas máficas a félsicas de origem vulcânica e hipoabissal, com metassedimentos subordinados. A parte superior é caracterizada pela presença de rochas metassedimentares clásticas e químicas com metatufos subordinados.

O Granodiorito Cumarú é intrusivo nas rochas do Grupo Gradaús. Ele foi correlacionado por Va. et al. (1982) e Vale & Pereira (1983) ao Granito Juruena, que ocorre cerca de 300 km a oeste da região do Garimpo do Cumarú. Santos & Reis Neto (1982), admitindo a cogeneticidade entre as rochas granitóides do setor centro-sul do Cráton Amazônico, elaboraram uma isócrona Rb-Sr de referência, a partir de um conjunto de amostras provenientes do Granodiorito Parauari, do Granodiorito Jamanxin e do Granito Juruena, que forneceu idade de 1974 Ma. Macambira et al. (1986) questionaram essa correlação com base em critérios geomorfológicos e estratigráficos e propuseram uma idade arqueana para o Granodiorito Cumarú. O fato de estar cortando um *greenschist belt* permite compará-lo ao Granodiorito Rio Maria, o que será discutido mais adiante.

A Suíte Intrusiva Guara-Pará está representada por peridotitos e dunitos serpentinizados além de gabros e diabásios hidrotermalmente alterados.

Uma seqüência sedimentar psamítica (Formação Igarapé Azul) constitui a base do Grupo Rio Fresco, o qual recobre discordantemente as unidades já descritas. O topo dessa seqüência é composto por argilitos e folhelhos carbonosos com quartzo arenitos e siltitos subordinadas (Formação Rio Naja).

O granito Serra dos Gradaús é intrusivo no Grupo Rio Fresco, chegando a desenvolver auréola de metamorfismo de contato composta por hornfels. Trata-se de um batólito de forma grosseiramente circular, bem destacado em imagens de radar e fotografias aéreas, cuja composição varia de monzogranítica a sienogranítica e para o qual, ainda não estão disponíveis datações radiométricas.

Diques de diabásio e olivina diabásio, com poucos metros de largura cortam as demais unidades indistintamente e são considerados de idade de jurássica.

Apesar do fato de todas as unidades litológicas da região da Serra dos Gradaús serem correlacionadas a unidades equivalentes e melhor estudadas em outras áreas da porção sudeste da Província Amazônia Central, atualmente não se tem dados geocronológicos sobre essas unidades. O objetivo deste trabalho é apresentar a idade Rb-Sr em rocha total e minerais de granodiorito Cumaru para confrontá-lo aos outros granitóides da Província Amazônia Central, tidos como de mesma idade, bem como estabelecer um limite superior para idade da seqüência vulcano-sedimentar do Grupo Gradaús.

O GRANODIORITO CUMARU

O Granodiorito Cumaru está representado por pelo menos três corpos aproximadamente circulares, com 1 a 2 km de diâmetros, aflorando nas áreas de ocorrência do Grupo Gradaús e que são parcialmente recobertos pelas rochas do Grupo Rio Fresco. Localmente zonas de cisalhamento com espessuras decimétricas cortam o Granodiorito Cumaru, algumas delas mineralizadas a ouro. O Granodiorito Cumaru exibe textura equia inequigranular hipidiomórfica, localmente porfirítica, e não apresenta orientação de seus minerais, exceto nas zonas de cisalhamento. É composto por plagioclásio zoneado (38 a 52%) cuja composição varia entre oligoclásio e andesina, quartzo (20 a 30%), microclina (8 a 15%), hornblenda (2 a 18%) e biotita (10%), (Fig. 2). Como produto de alteração hidrotermal, aparecem clorita, epidoto, sericita e actinolita. Os minerais acessórios são titanita, apatita, zircão e opacos.

TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

As amostras foram analisadas no Laboratório de Geologia Isotópica da UFPA. Os teores preliminares de Rb e Sr foram obtidos por fluorecência de raios-x. As frações minerais analisadas foram concentradas com auxílio de separador magnético Frantz e chapa vibratória e purificadas sob a lupa binocular. Os teores de Rb e Sr, obtidos por diluição isotópica (traçador misto ^{87}Rb - ^{84}Sr), bem como a composição isotópica do Sr foram determinadas através do espectrômetro de massa VG Isomass 54E com mono coletor. Os erros experimentais médios das razões medidas variam entre 0,5% e 0,7% para a razão $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ e entre 0,005% e 0,04% para a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Os cálculos de regressão tiveram como base a teoria de York (1966 e 1969) e o algoritmo de Williamson (1968). A constante de desintegração do ^{87}Rb , utilizada para o cálculo da idade é de $1,42 \times 10^{-11}$ anos⁻¹ (Steiger & Jager 1977). Os resultados são apresentados com um desvio padrão de um sigma.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Foram analisadas seis amostras de rocha total do Granodiorito Cumaru, provenientes do garimpo Cumaru, conforme o mapa de localização (Fig. 1b). Essas amostras foram coletadas em matacões (boulders), já que a rocha in situ encontra-se bastante intemperizada.

Os resultados analíticos estão apresentados na tabela 1. As amostras definiram um intervalo dos teores em Rb relativamente reduzido (entre 76 e 88 ppm) enquanto as variações de Sr são mais importantes (entre 458 e 635 ppm). Todavia, as variações da razão Rb/Sr ficaram reduzidas em acordo com a homogeneidade petrográfica do granodiorito.

No diagrama isocrônico (Fig. 3a), as seis amostras de rocha total definiram uma reta isócrona fornecendo uma idade de 2543 ± 53 Ma com razão isotópica inicial ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i de $0,70311 \pm 34$. O valor relativamente baixo da MSWD (1,87) e os demais critérios geológicos permitem considerar a idade obtida como geologicamente significativa. O valor elevado de erro sobre a idade é devido à reduzida variação da razão Rb/Sr das amostras analisadas.

Numa segunda etapa, foram separadas 3 frações de minerais (feldspato-quartzo, anfibólio e biotita) de uma amostra total do granodiorito Cumaru. Os resultados analíticos estão apresentados na tabela 1. O conjunto de pontos experimentais, com a inclusão da rocha total forneceu uma idade de 2692 ± 72 Ma e razão isotópica inicial de $0,70208 \pm 28$ com MSWD de 14,71. O valor elevado de MSWD é causado pelo desalinhamento do anfibólio na isócrona, o qual apresenta frequentemente transformação parcial em biotita, o que pode ter provocado uma reabertura do sistema Rb-Sr. Excluindo-se o anfibólio no cálculo da isócrona, foram obtidas uma idade de 2577 ± 27 Ma e uma razão isotópica inicial de $0,70235 \pm 8$ com MSWD de 0,11 (Fig. 3b). Quando juntam-se num mesmo diagrama isocrônico os dados obtidos em rocha total e em minerais, os 10 pontos experimentais definem uma idade de 2687 ± 33 Ma com uma razão isotópica de $0,70215 \pm 18$ e MSWD de 6,44. Quando elimina-se a fração de biotita do conjunto de pontos experimentais, os outros nove pontos fornecem uma idade de 2700 ± 34 Ma com razão isotópica inicial de $0,70209 \pm 18$ Ma e MSWD de 5,94 enquanto que a fração de biotita fornece uma idade aparente (RI=0.705) de 2565 ± 39 Ma. Esses resultados sugerem uma idade mais antiga para o granodiorito Cumaru, mas o alto valor da MSWD não permite considerá-los como confiáveis e preferimos admitir a idade de 2543 Ma como sendo a mais significativa para o Granodiorito Cumaru.

DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÕES

A idade de 2543 ± 53 Ma obtida para as seis amostras de rocha total do Granodiorito Cumaru, considerando o fato de que essas amostras não apresentam sinais de metamorfismo e/ou deformação, pode ser interpretada como a idade de cristalização desse corpo. Essa idade do Granodiorito Cumaru confirma a interpretação de Macambira et al. (1986) de que a intrusão deste corpo se deu no final do Arqueano e descarta definitivamente a possibilidade de considerar este corpo como uma manifestação do magmatismo que produziu os granitos tipo Juruena como foi proposto no passado. Tal resultado vem também confirmar a idade arqueana do Grupo Gradaus, intrudido pelo Granodiorito Cumaru. A ausência de metamorfismo e deformação afetando o Granodiorito Cumaru implica que o evento tectônico que deformou essas seqüências vulcano-sedimentares deve também ter acontecido no Arqueano.

Através da forma aflorante do granodiorito, infere-se o caráter in-

trativo do mesmo no embasamento gnáissico-migmatítico (Complexo Xingu), embora não tenha sido observado no contato direto entre essas unidades devido ao alto grau de alteração intempérica das rochas na região de contato. Isto concorda com a idade arqueana das rochas constituintes do Complexo Xingu nesta região, já comprovada com dados radiométricos na região da Serra dos Carajás. Portanto, devido à idade obtida para o Granodiorito Cumaru, a interpretação do Complexo Xingu como produto de re-trabalhamento de granitóides arqueanos (DOCEGED, 1988), que teria ocorrido em torno de 2000 Ma (Lahn et al. 1988) é dificilmente aplicável para a região da Serra dos Gradaús. O resultado de 2577 ± 27 Ma, obtido em minerais separados do granodiorito Cumaru, mostra que o sistema Rb-Sr não foi reaberto a nível dos minerais após a cristalização do corpo, e confirmam os resultados obtidos em rochas totais.

COMPARAÇÃO COM OS GRANITÓIDES DA REGIÃO DE RIO MARIA

Na região de Rio Maria, tem-se atualmente um número importante de dados geocronológicos sobre os granitóides arqueanos associados aos greenstones. O granodiorito Cumaru apresenta idade e razão isotópica inicial comparáveis àquelas obtidas por Montalvão et al. (1984, 1988), Gastal et al. (1987) e Macambira et al. (1988) para esses granitóides, e em particular para o Granodiorito Rio Maria. Esses dados associados às similaridades petrográficas dos dois corpos levam a considerar a possibilidade de o Granodiorito Cumaru e o Granodiorito Rio Maria serem manifestações de um mesmo evento magmático que se deu no final do Arqueano. Entretanto, o Granodiorito Rio Maria encontra-se deformado e afetado por metamorfismo de baixo grau. A possibilidade do Granodiorito Rio Maria ser mais antigo e da idade Rb-Sr corresponder a uma idade de metamorfismo não pode ser descartada (Gastal et al. 1987, Macambira et al. (1988). No caso do Granodiorito Cumaru, esse raciocínio dificilmente poderia ser aplicado, devido ao fato desse corpo apresentar-se isento de deformação e com as suas texturas magmáticas primitivas perfeitamente preservadas. Isto implica que a região da Serra dos Gradaús e, em particular o Granodiorito Cumaru, não teria sofrido o evento termo-tectônico reconhecido das rochas da região de Rio Maria ou que a intensidade de do mesmo teria sido bem menor naquela área.

De qualquer modo é necessário destacar as limitações das interpretações acima propostas, devido à utilização unicamente da metodologia Rb-Sr. Estudos U-Pb em zircões para ambos os corpos estão em andamento, visando concluir sobre o significado das idades Rb-Sr dos mesmos.

Ao contrário das idades em rochas totais, comparáveis para os granitóides da Região de Rio Maria e o Granodiorito Cumaru, os resultados em minerais são totalmente diferentes. Macambira et al. (1988) apresentaram para o Granodiorito Rio Maria uma idade Rb-Sr em minerais de 1798 ± 16 Ma e uma idade K-Ar em biotitas de 1958 ± 54 Ma. Os mesmos interpretaram essas idades como o resultado da abertura dos sistemas K-Ar e Rb-Sr em respostas a um evento termo-tectônico em torno de 1800-2000 Ma. Entretanto, Macambira et al. (1990) não descartaram a possibilidade de que essas idades correspondam a um efeito térmico ligado às numerosas intrusões graníticas do Proterozóico Médio que ocorrem na região. No caso do Granodiorito Cumaru, os minerais não mostraram uma reabertura do sistema Rb-Sr após a cristalização do corpo o que implica que eles certamente não sofreram o evento térmico dos granitos anorogênicos nem termo-tectônico do Ciclo Transamazônico. O fato do Granodiorito Cumaru não ser deformado nem metamorfoisado e não apresentar reabertura do sistema Rb-Sr dos minerais, enquanto que o Granodiorito Rio Maria apresenta de

formação metamórfica e tem os sistemas Rb-Sr e K-Ar dos minerais reabertos em torno de 2000 Ma sugere a existência de um evento metamórfico-deformacional de idade transamazônica da região de Rio Maria. Porém, essa observação ainda não é conclusiva pois não há ocorrência conhecida de granito anorogênico nas proximidades do Granodiorito Cumaru (o corpo mais próximo é o Granito Serra dos Gradaus aflorando a mais de 10 km do Granodiorito Cumaru).

A razão isotópica inicial ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i de 0,70311±34 é próxima do valor esperado para o manto no final do Arqueano (cerca de 2500 Ma), (Fig. 4). Isto indica uma origem a partir de material mantélico ou de curta residência crustal. Entretanto, quando se coloca esta razão isotópica inicial num diagrama de evolução de Sr em função do tempo onde são também colocados os pontos representativos dos outros granitóides arqueanos da região de Rio Maria, observa-se um aumento da razão isotópica inicial em função do tempo a partir de uma fonte apresentando uma razão Rb-Sr média de aproximadamente 0,25. A interseção dessa reta com as linhas de evolução do Sr do manto define uma idade em torno de 2,75-2,8 Ga. Esse comportamento sugere que os granitóides arqueanos derivam de uma fonte crustal comum tendo evoluído a partir do manto com uma razão Rb-Sr de cerca de 0,25 e que teria sido separada do mesmo em torno de 2,8 Ga.

CONCLUSÕES

Os resultados Rb-Sr de 2543±53 Ma obtido em rocha total nos permitiu confirmar a idade arqueana do Granodiorito Cumaru descartando definitivamente as correlações estabelecidas anteriormente com os granitos tipo Juruena. Como consequência, demonstra-se a idade também arqueana para o Grupo Gradaus e as rochas do Complexo Xingu na região da Serra dos Gradaus.

O resultado Rb-Sr de 2577±27 Ma obtido em minerais mostra que a influência de um evento termo-tectônico transamazônico e/ou de um efeito térmico do intenso magmatismo do Proterozóico Médio não foi registrado no Granodiorito Cumaru.

Enfim, a evolução das razões isotópicas iniciais do Sr sugere para os granitóides arqueanos do sul do Pará, uma derivação a partir de uma fonte crustal com razão Rb-Sr média de 0,25, separada do manto em torno de 2,8 Ga.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as técnicas Roselene Garcia e Maria Vitória Roma pelo apoio técnico na realização das análises isotópicas ao Prof. Walter Schuckmann pelas análises por fluorescência de raios-x, ao Prof. José Francisco Ramos pelo apoio no campo e a Jozuil Gurjão, Cleida Freitas e Adalberto da Cruz Lima pela datilografia e ilustrações, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. 1974. Sistema tectônico do Cráton de Guaporé. In: CONG. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre, SBG. v. 4, p. 9-17.
- CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.C.G.; KAWASHITA, K. 1984. A Serra dos Carajás como região limítrofe entre províncias tectônicas. Ciências da Terra, 9: 6-11.

- DALL'AGNOL, R.; SCHUCHMANN, V.K.; BASSI, N.A.S.; SCHELLER, T. 1984. Novos dados geocronológicos e estudo de elementos traços de maciços graníticos anorogênicos da Amazônia Oriental, Estado do Pará (Brasil). In: SIMP. AMAZ., 2, Manaus, 1984. Anais... Manaus, INE-SIMP. p. 59-74.
- DALL'AGNOL, R.; VIEIRA, E.A.P.; SÁ, C.A.S.; MEDEIROS, N.; GASTAL, M. C. P.; TEIXEIRA, M.P. 1986. Estado atual do conhecimento sobre rochas graníticas da porção sul da Amazônia Oriental. Rev. Bras. Geoc. 16 (1): 11-23.
- DOCEGEO. 1987. Lithostratigraphic review of the Carajás district and southern Pará - Brazil. In: Final Meeting of project ICGP-204, Carajás, 1987. Extended abstract... Carajás, IUGC-UNESCO, p. 11-19.
- DOCEGEO. 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: CONG. BRAS. GEOL., 35, Província Mineral de Carajás, litoestratigrafia e principais depósitos minerais. Belém, 1988. Anexo dos Anais... Belém, SBG. p. 11-56.
- GASTAL, M.C.P.; MACAMBIRA, M.J.B.; MEDEIROS, N.; DALL'AGNOL, R. 1987. Idades e Geoquímica Isotópica Rb/Sr do Granito Musa e do Granodiorito Rio Maria, Amazônia Central. Geochimica Brasiliensis, 1(2): 247-259.
- GONÇALEZ, M.G.B.; DALL'AGNOL, R.; ANGELIM, E.P.V.; MACAMBIRA, M. J. B. DELLA SENTA, M. 1988. Geologia do Maciço Anorogênico Cigano, Vale do Rio Parauapebas-PA. In: CONG. BRAS. GEOL., 35, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG, v. 3, p. 1132-1146.
- MUNN, S.R.B.; SANTOS, A.B.S.; AMARAL, A.F.; LEDSHAN, E.J.; GOUVÊA, J. L.; MARTINS, L.P.B.; MONTALVÃO, R.M.G.; COSTA, V.G. 1988. Terreno "granito-greenstone" da região de Rio Maria, sul do Pará. In: CONG. BRAS. GEOL., 34, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG. v. 3 p. 1438-1452.
- LAFON, J.M.; MACAMBIRA, M.J.B.; SCHELLER, T.; GARCIA, R. 1988. Estudo Geocronológico Rb/Sr do maciço granítico da Serra da Seringa e do granulito do Pium, Pa. Conv. FADESP/CPRM-Belém, relatório final. 23 p.
- MACAMBIRA, J.B.; KOTSCHOUBEY, B.; SANTOS, M.D.; NOURA, C.A.V.; RAMOS, J. F.F. 1986. Estratigrafia e mineralizações primárias de ouro da aba sul do sinclínório de Gradaús-Sul do Pará. In: CONG. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. Anais... Goiânia, SBG. v. 5, p. 1956-1964.
- MACAMBIRA, M.J.B.; LANCELOT, J.R.; LAFON, J.M. 1990. Evolution des granitoides précambriens de la région de Rio Maria (Sud Ouest Amazonie, Brésil) d'après des données U-Pb, Rb-Sr et K-Ar. In: Reun. Sci. Terre, 13, Grenoble, França, 1990. Resumo M83.
- MACAMBIRA, M.J.B.; PEREIRA, E.D.; KAWASHITA, K.; MEDEIROS, N. 1988. Contribuição à história tectono-termal da região da Serra das Andorinhas (SE do Pará) com base em dados geocronológicos. In: CONG. BRAS. GEOL. 35, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG. v. 3, p. 1468-1477.
- MACHADO, N.; LINDENMAYER, D.; LINDENMAYER, Z. 1988. Geocronologia U-Pb da Província Metalogenética de Carajás, Pará: Resultados Preliminares. In: CONG. LATINOAMER. GEOL. 7, Belém. 1988. Anais... Belém, SBG, p. 339-347.
- MONTALVÃO, R.M.G.; TASSINARI, C.C.G.; BEZERRA, P.E.L.; PRADO, P. 1984. Geocronologia dos granitoides e gnaisses das regiões de Rio Maria, Fazenda Mata Geral e Rio Itacaíunas, Sul do Pará (Distrito Carajás-Cumarú). In: CONG. BRAS. GEOL. -3, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG. v. 6, p. 2757-2766.
- MONTALVÃO, R.M.G.; TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W.; VASCONI, A.V. 1988.

- Caracterização geocronológica Rb/Sr dos terrenos granodioríticos e
 trondjemíticos da região de Rio Maria - Sul da Serra dos Gradaus.
 In: CONG. BRAS. GEOL. 35, Belém, 1980. Anais... Belém, SBC, v. 3, p.
 1478-1487.
- SANTOS, J.O.S. & NEIS NETO, J.N. 1982. Algumas idades de rochas graníti-
 cas do Cráton Amazônico. In: CONG. BRAS. GEOL., 34, Salvador. 1982.
 Anais... Salvador, SBC, v. 1, p. 339-348.
- STEIGER, R.N. & JAGER, E. 1977. Subcommittee on geochronology: conven-
 tion on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. Ear-
 th. Planet. Sci. Lett. 36: 359-362.
- STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. Earth Sci.
 Rev., 12: 1-33.
- TASSINARI, C.C.G.; NIRATA, W.K.; KANASHITA, K. 1982. Geological evolu-
 tion of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil. Rev. Bras. Geoc., 12
 (1/3): 263-267.
- VALE, A.G.; JORGE JOÃO, X. da S.; LEAL, J.M.L.; NEVES, A.P. 1982. Ouro
 dos Gradaus - Geologia e garimpagem. In: SIMP. GEOL. AMAZ., 1, Be-
 lém, 1982. Anais... Belém, SBC, v. 2, p. 116-135.
- VALE, A.G. & PEREIRA, E.R. 1983. Garimpos de ouro da região do Cumaru-
 Pa. In: SCHMALTZ, W.H. & GUIMARÃES, G. - Garimpos do Brasil, 5, Bra-
 sília, DNPM, p. 197-236.
- WILLIAMSON, J. H. 1968. Least-squares fitting of a straight line. Can.
 Jour. Phys., 46: 1845-1847.
- WIRTH, K.R.; GIBBS, A.K.; OLSZENSKI JR., W.J. 1986. U-Pb ages of zir-
 cons from the Grão Pará group and Serra dos Carajás granite, Pará,
 Brazil. Rev. Bras. Geoc., 16: 95-200.
- YORK, D. 1966. Least-squares fitting of a straight line. Can. Jour. Phys.,
 44: 1079-86.
- YORK, D. 1969. Least-squares fitting of a straight line with correlated
 erros. Earth Planet. Sci. Lett. 5: 320-324.

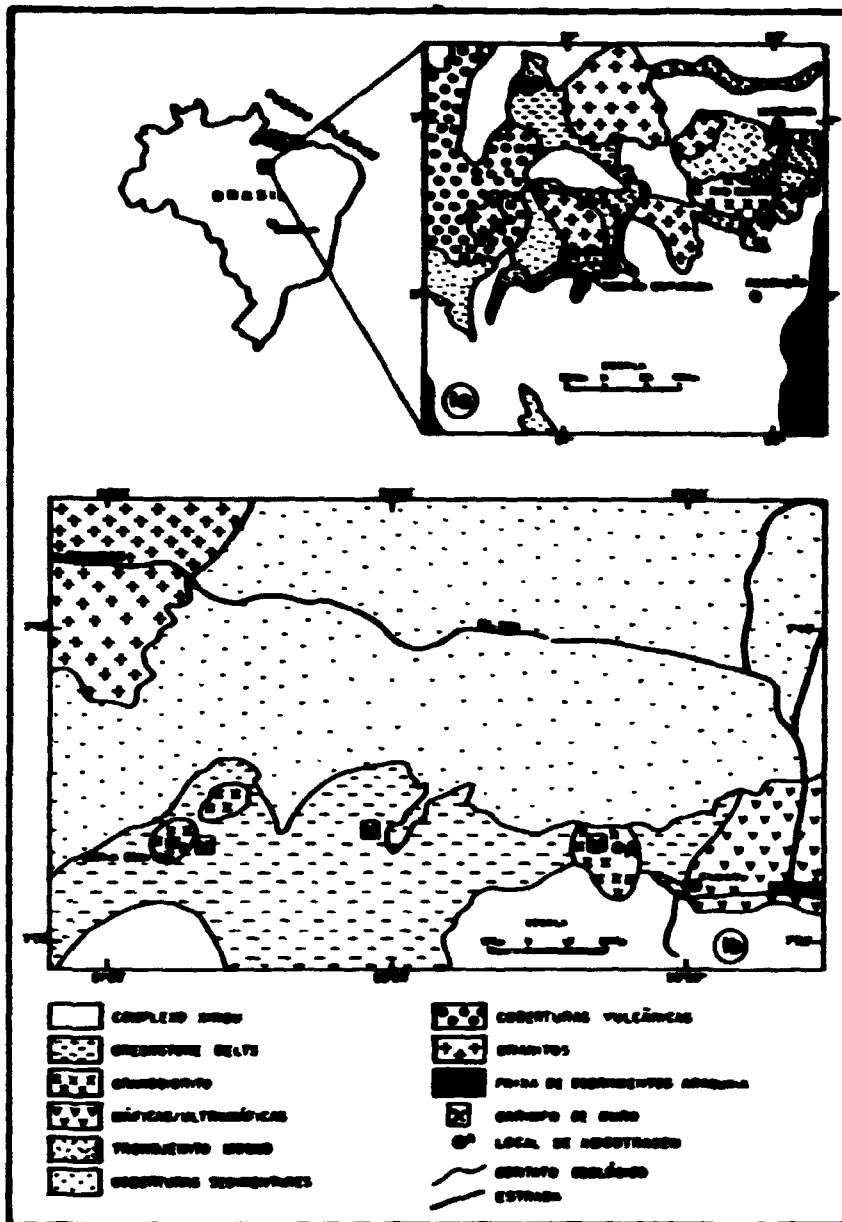


Figura 1 : Mapa geológico da Região de Serra dos Gradaos segundo Macomber et al (1988)
 1a- Situação geológica da Região de Serra dos Gradaos, Pe.
 2a- Mapa geológico detalhado da área estudada.

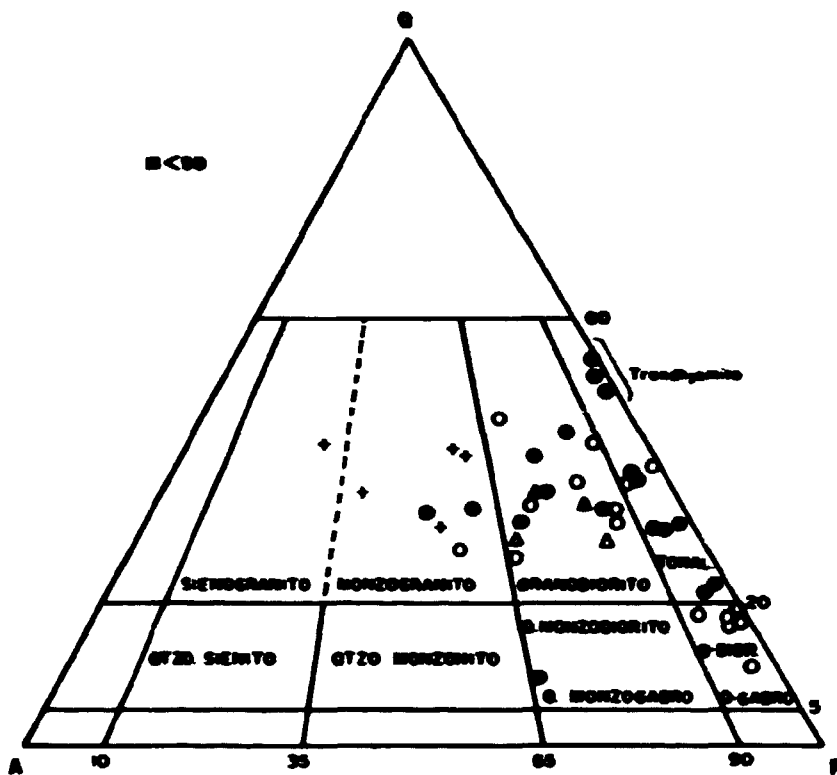


Figura 2 - Representação das rochas do Complexo Xingu, Granodiorite Camaru e granito Grudeão no diagrama Q-A-P. Campos segundo STRECKEISEN (1976).

- Ortogneisses do Complexo Xingu
- Rochas ígneas do Complexo Xingu
- ▲ Granodiorite Camaru
- + Granito Grudeão

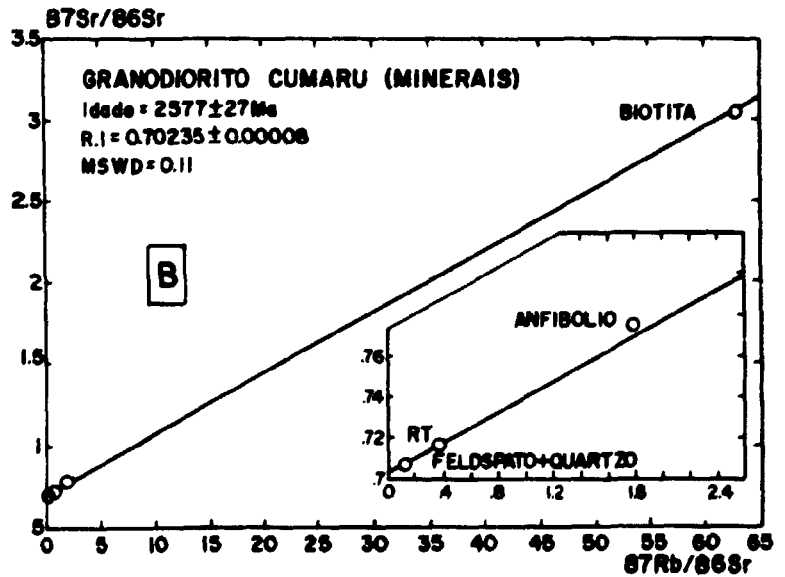
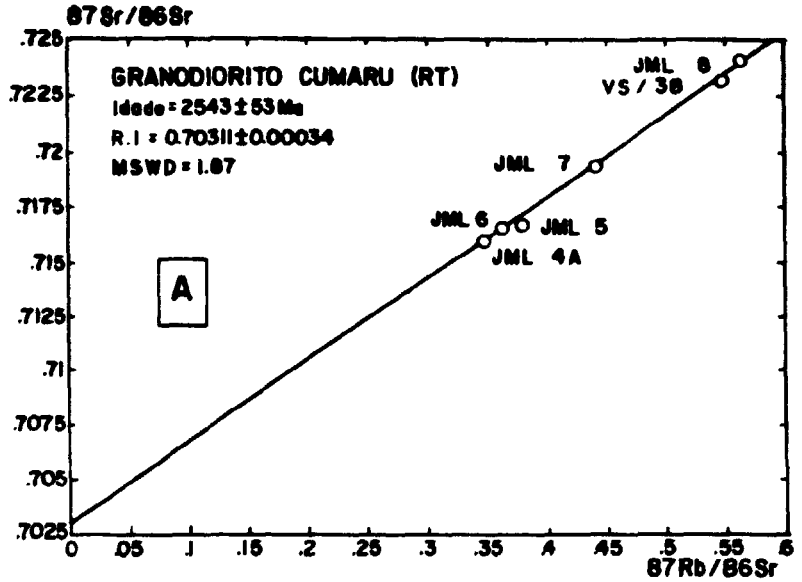


Figura 3 : Diagrama isocrónico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ para as amostras de Granodiorito Cumaru - A. Rochas totais; - B. Minerais.

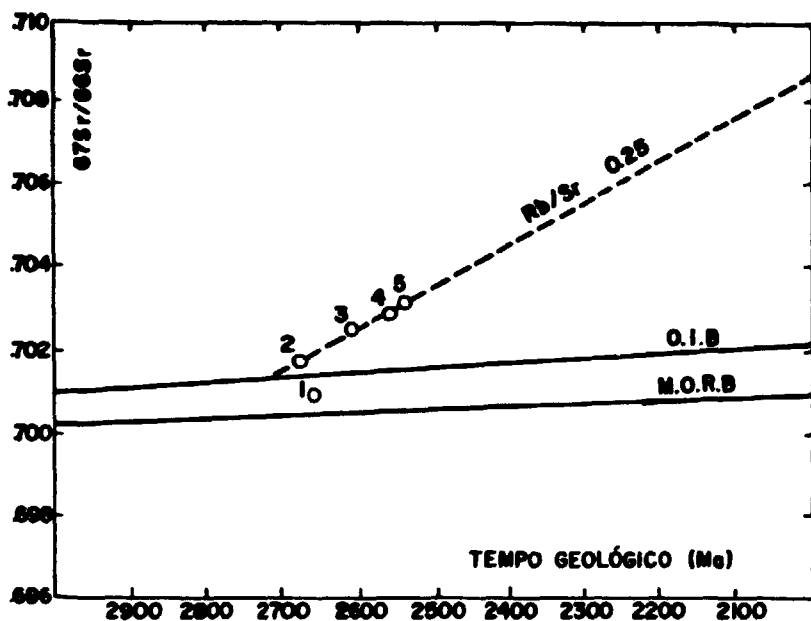


Figura 4 - Diagrama de evolução da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ no tempo geológico.

O.I.B: Fontes OIB com $\text{Rb}/\text{Sr}=0.028$

MORB: Fontes MORB com $\text{Rb}/\text{Sr}=0.018$

1, 2, 3, 4: granitóides da região de Rio Maria

5: granodiorite Cumarú

AMOSTRAS	Rb	Sr	Rb/Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	σ	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\sigma \times 10^{-6}$
JML/6	76	606	0.12	0.361	0.002	0.716421	59
JML/4A	76	635	0.12	0.347	0.002	0.715909	62
JML/8	87	463	0.19	0.546	0.003	0.723022	33
JML/5	79	607	0.13	0.377	0.002	0.716573	269
JML/7	81	534	0.15	0.441	0.003	0.719197	136
VS/38	68	453	0.19	0.561	0.003	0.723954	43
RT	81	636	0.13	0.368	0.003	0.716078	54
Anfibólio	15	25	0.62	1.803	0.014	0.774440	286
Felds+Quartzo	30	685	0.04	0.125	0.001	0.706998	45
Biotita	540	31	17.70	62.901	0.944	3.038578	980

TABELA 1 - Concentração de Rb, Sr e razões isotópicas das amostras de granodiorite Cumarú (Rochas totais e minerais)