EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

DA

PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA

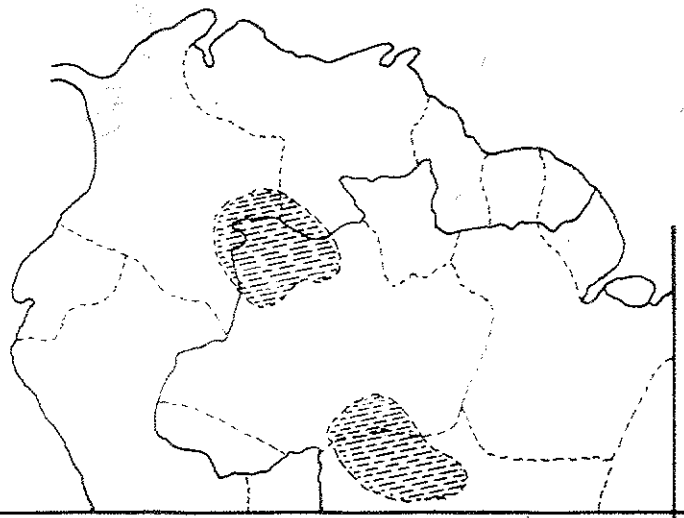
NA

REGIÃO AMAZÔNICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COLOMBO CELSO GAETA TASSINARI

1981



INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA NA REGIÃO AMAZÔNICA

DEDALUS - Acervo - IGC
30900005760

COLOMBO CELSO GAETA TASSINARI

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T574
U.S.P.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ORIENTADOR
Prof.Dr. Koji Kawashita

São Paulo
1981

ÍNDICE

RESUMO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO 1

CAPÍTULO II - MÉTODOS EXPERIMENTAIS 5

- Determinações K-Ar 5
- Determinações Rb/Sr 6

CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES TECTÔNICAS SOBRE A EVOLUÇÃO DA CROSTA CONTINENTAL DURANTE O PRÉ- CAMBRIANO 9

CAPÍTULO IV - PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICO-ESTRUTURAIS DA AMAZÔNIA 16

- Distribuição Geográfica 16
- Caracterização Regional 17
  - Província Amazônia Central 18
  - Província Maroni-Itacaiúnas 18
  - Província Rio Negro-Juruena 19
  - Província Rondoniana 20

CAPÍTULO V - GEOLOGIA E GEOCRONOLOGIA DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA 21

- Rochas Graníticas, Gnáissicas e Migmatíticas Regionais 21
  - Generalidades 21
  - Geocronologia 23
- Rochas Supracrustais 34
  - Generalidades 34
  - Geocronologia 35
- Vulcanismo Ácido a Intermediário 38
  - Generalidades 39
  - Geocronologia 40
- Magmatismo Granítico Pós-Tectônico Subvulcânico 43

- Generalidades 44
- Geocronologia 45

- Coberturas Sedimentares Pré-Cambrianas 47
- Generalidades 47
- Geocronologia 49

- Magmatismo Básico 51
- Generalidades 51
- Geocronologia 52

- Magmatismo Alcalino 54
- Generalidades 54
- Geocronologia 55

CAPÍTULO VI - MAGMATISMO GRANÍTICO PÓS-TECTÔNICO TERMINAL 60

- Atividade Ígnea Granítica sobre a Província Rio Negro-Juruena 60

- Granito Serra da Providência 60
- Generalidades 60
- Geocronologia 61

- Atividade Granítica Cratogênica Relacionada a Província Rio Negro-Juruena, sobre a Província Amazônica Central 63

- Granito El Parguaza 63
- Generalidades 63
- Geocronologia 64

- Associação Granítica Surucucu 67
- Generalidades 67
- Geocronologia 67

- Granito Tipo Velho Guilherme 69
- Generalidades 69
- Geocronologia 70

CAPÍTULO VII - REFLEXOS SOBRE A PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA DA EVOLUÇÃO TECTONO-MAGMÁTICA DA PROVÍNCIA RONDONIANA 71

- Granitos a Duas Micas 71
- Generalidades 71
- Geocronologia 72

- Vulcanismo do Rio Uaupés 74
- Granitos Rondonianos 75
- Geocronologia 75

CAPÍTULO VIII - EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA 80

CAPÍTULO IX - CONCLUSÕES 86

AGRADECIMENTOS 88

BIBLIOGRAFIA 90

TABELAS

TABELA 1 - Dados analíticos Rb/Sr para as rochas granito-gnáissicas regionais 29

TABELA 2 - Dados analíticos K-Ar nas rochas granito-gnáissicas regionais 32

TABELA 3 - Dados analíticos Rb/Sr para rochas granulíticas adicionais 33

TABELA 4 - Dados analíticos Rb/Sr para rochas metavulcânicas da seqüência supracrustal 36

TABELA 5 - Dados analíticos K-Ar para as rochas das seqüências supracrustais 37

TABELA 6 - Dados analíticos Rb/Sr para as rochas vulcânicas ácidas a intermediárias 42

TABELA 7 - Dados analíticos Rb/Sr dos granitos subvulcânicos pós-tectônicos 46

TABELA 8 - Dados analíticos Rb/Sr das rochas sedimentares pré-cambrianas 50

TABELA 9 - Dados analíticos K-Ar para o magmatismo básico 53

TABELA 10 - Dados analíticos Rb/Sr para as rochas alcalinas 57

TABELA 11 - Dados analíticos K-Ar para as rochas alcalinas 58

TABELA 12 - Dados analíticos Rb/Sr para o Granito Serra da Providência 62

TABELA 13 - Dados analíticos Rb/Sr para o Granito "El Parguaza" 65

TABELA 14 - Dados analíticos U-Pb em zircões do Granito "El Parguaza" 65

TABELA 15 - Dados analíticos Rb/Sr para a Associação Granítica Surucucu e Tipo Velho Guilherme 68

TABELA 16 - Dados analíticos Rb/Sr para os Granitos a Duas Micas 73

TABELA 17 - Dados analíticos Rb/Sr para os Granitos Tipo "Rondonianos" 78

TABELA 18 - Dados analíticos K-Ar dos Granitos Cratogênicos Rondonianos 79

SUMÁRIO DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para as rochas granito-gnáissicas regionais da Província Rio Negro-Juruena.

FIGURA 2 - Diagrama isocrônico Rb/Sr para os biotita-granitóides a titanita (Região Alto Rio Negro).

FIGURA 3 - Diagrama isocrônico Rb/Sr para rochas granito-gnáissicas regionais do alto curso do Rio Aripuanã (Região Porto Velho-Juruena).

FIGURA 4 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência comparativo entre os granulitos da Província Amazônia Central e da Província Rio Negro-Juruena.

FIGURA 5 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para rochas metavulcânicas supracrustais.

FIGURA 6 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para o vulcanismo ácido a intermediário da Região Porto Velho- Juruena.

FIGURA 7 - Diagrama isocrônico Rb/Sr para o vulcanismo ácido a intermediário da Região Alto Rio Negro.

FIGURA 8 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os granitos subvulcânicos pós-tectônicos.

FIGURA 9 - Histograma geocronológico para o magmatismo básico.

FIGURA 10- Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para o magmatismo alcalino.

FIGURA 11- Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para o Granito Serra da Providência.

FIGURA 12 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para o Granito "El Parguaza".

FIGURA 13 - Diagrama concórdia para o Granito "El Parguaza".

FIGURA 14 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para a Associação Granítica Surucucu.

FIGURA 15 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os Granitos a Duas Micas.

FIGURA 16 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os vulcanitos do Rio Uaupés.

FIGURA 17 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os granitos tipo "Rondonianos".

FIGURA 18 - Esquema da evolução geotectônica da Província Rio Negro-Juruena baseado na tectônica de placas.

ANEXOS

ANEXO 1 - Esbôço geológico e tectônico da região da faixa móvel Rio Negro-Juruena.

ANEXO 2 - Mapa de províncias geocronológico-estruturais da Região Amazônica.

ANEXO 3 - Mapa de localização das amostras datadas.

RESUMO

Neste trabalho procurou-se caracterizar geocronologicamente a Província Rio Negro-Juruena e propor-lhe uma evolução geotectônica, baseada, principalmente, na interpretação integrada de mais de três centenas de datações realizadas pelos métodos K/Ar, Rb/Sr e mais raramente U-Pb.

Esta província desenvolveu-se na porção ocidental da Região Amazônica entre 1750 e 1400 Ma.. Foram caracterizados a fase principal de metamorfismo das rochas que compõem a infra-estrutura da província ao redor de 1750 Ma., o intenso vulcano-plutonismo de caráter subseqüente próximo a 1600 Ma., a fase de metamorfismo epizonal representada pelas rochas supracrustais datadas em torno de 1550 Ma., os sedimentos considerados como molassóides datados em aproximadamente 1500-1400 Ma., o magmatismo básico terminal, representado pelo enxame de diques básicos que intrudiram a província entre 1400 e 1300 Ma., as intrusões de granitos cratogênicos com textura tipo "Rapakivi" em 1400 Ma. que marcam a transição das condições orogênicas para condições cratônicas, as atividades tipicamente cratogênicas representadas pelas intrusões de complexos alcalinos anelares entre 1400 e 1200 Ma..

Foram caracterizadas também as atividades magmáticas reflexas, causadas pelo desenvolvimento do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena sobre o seu antepaís, tipificadas por intrusões de granitos cratogênicos e de diques básicos sobre a Província Amazonia Central. Após a estabilização tectônica da região Rio Negro-Juruena, também ocorreram sobre ela, manifestações ígneas reflexas, desta vez causada pela atuação do cinturão móvel Rondoniana em sua borda sudoeste.

Apesar dos dados geocronológicos e geológicos serem, ainda, escassos, elaboramos uma evolução tectono-magmática para a Província Rio Negro-Juruena baseada no desenvolvimento de um "mobile belt", que seria o regime tectônico característico dos processos geodinâmicos formadores de crosta durante o Proterozóico Médio. Para explicar esta evolução consideramos um mode-

lo geotectônico apoiado na Tectônica de Placas, imaginando que teriam ocorrido grandes movimentos horizontais, no proterozóico na região amazônica.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado com o objetivo principal de caracterizar a província geocronológico-estrutural Rio-Negro - Juruena, na Região Amazônica. Essa caracterização é produto da evolução dos conhecimentos geológicos na área, onde o Projeto RADAMBRASIL proporcionou grande contribuição através de seu programa de mapeamento geológico em escala regional, ao milionésimo.

O progresso das informações geocronológicas na Amazônia foi de importância fundamental para a distinção dos diversos eventos geológicos que ocorreram na área, permitindo um melhor posicionamento estratigráfico das unidades pré-cambrianas existentes. Cabe ressaltar que devido as próprias dificuldades naturais da região, tais como, difícil acesso, matas densas e relevos íngremes, as relações de campo entre algumas formações geológicas não são claras, sendo em alguns casos inexistentes.

O Projeto RADAMBRASIL,considerando que não poderia estudar a estratigrafia de rochas pré-cambrianas sem o apoio de datações radiométricas, firmou um convênio, em 1972, com o Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, destacando o geólogo Miguel Angelo Stipp Basei para a sua execução. Em 1975 com o aumento do número de datações deste convênio, fez-se necessária a contratação do geólogo Wilson Teixeira. Em 1976 com a saída do primeiro geólogo, o autor do presente trabalho foi contratado para o seu lugar, e finalmente em 1978 o geólogo Oswaldo Siga Jr. passou a integrar a equipe de geocronologia do Projeto RADAMBRASIL,que hoje conta com três geólogos, tendo realizado, até o momento,cerca de 1000 datações na Região Amazônica em seis anos de atividade.

O autor iniciou-se nas pesquisas geocronológicas a partir de 1976, quando contratado pelo antigo Projeto Radar da Amazônia (Radam), hoje Projeto RADAMBRASIL, a fim de auxiliar na execução do programa de apoio geocronológico aos mapea-

mentos realizados pelo Projeto.

A área objeto desse estudo encontra-se limitada pelos paralelos de latitude Norte 8º e latitude Sul 12º e pelos meridianos de longitude oeste 54º e 72º (Anexo 1). No Brasil compreende os Estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso do Norte e os Territórios Federais de Roraima e Rondônia. No exterior abrange a Guiana Francesa, Suriname, Guiana, e partes da Colombia, Venezuela, Peru e Bolívia.

A drenagem principal da região é composta pelo Rio Amazonas e seus afluentes, tanto da margem esquerda como da margem direita. Entre estes destacam-se os Rios Madeira,Tapajós,Aripuanã, Teles Pires, Juruena, Iriri, Negro, Maicuru,Uatumã,Nhamundá, Trombetas, Juruá e Purus. Completam a configuração fluvial da área os Rios Maroni, Suriname, Curantine, Cuyuini e o Rio Orinoco e seus afluentes, onde destacamos os Rios Meta, Guaviare e Ventuare.

Em termos geológicos a área encerra parte do Cráton Amazônico e parte da Bacia Sedimentar do Amazonas. Nesse trabalho consideraremos como Cráton Amazônico uma região com os limites geográficos do Cráton Amazônico de Almeida (1978) e que atingiu a sua estabilidade tectônica próxima a 1000 Ma.

Grande parte da amostragem em território brasileiro, foi executada pelo Projeto RADAMBRASIL, ao longo dos numerosos rios que cortam a região, em seus interflúvios nas clareiras naturais ou abertas na selva, através de programação de helicópteros especialmente para esse fim e ao longo das poucas estradas da área. A coleta das amostras obedeceu os critérios geocronológicos, propiciando a construção de diversos diagramas isocrônicos Rb/Sr de referência e verdadeiros.

Inúmeras datações da área foram realizadas por outros autores, dentre os quais destacamos Amaral (1974),Priem et. al. (1971), Priem (1979), Gaudette et.al. (1978); Cordani e Mantovani (1976), Barrios e Rivas (1978 a e b) entre outros, sendo aqui reavaliadas, segundo a interpretação integrada com os dados obtidos pelo Projeto RADAMBRASIL.

Foram utilizadas para a interpretação geocronológica da região 267 determinações radiométricas pelo método Rb/Sr, 98 pelo método K-Ar e 6 pelo método U-Pb, cujos dados analíticos encontram-se distribuídos nas diversas tabelas deste trabalho.As amostras datadas estão localizadas no Anexo 3.

As referências bibliográficas constantes nas tabelas Rb/Sr e K-Ar são as seguintes:

1. Pinheiro et.al. (1976)
2. Basei e Teixeira (1975)
3. Fernandes et.al. (1977)
4. Teixeira e Tassinari (1977)
5. Tassinari e Teixeira (1977)
6. Tassinari, Teixeira e Siga Jr. (1978)
7. Leal et.al. (1978)
8. Barrios e Rivas (1978a)
9. Barrios e Rivas (1978b)
10. CPGeo (Dados Inéditos)
11. Leite da Silva et.al. (1976)
12. Melcher e Isotta (1968)
13. Teixeira, Basei e Tassinari (1976)
14. IDESP (Dados inéditos do CPGeo)
15. Cordani e Mantovani (Dados inéditos do CPGeo)
16. Iwanouch (Dado inédito do CPGeo)
17. Basei (Inédito)
18. Gaudette et.al. (1978)
19. Basei (1973)
20. Priem et.al. (1971)

Para maior facilidade de citação no texto a Província Rio Negro-Juruena foi dividida em duas partes, uma acima da sinéclise do Amazonas denominada de Região do Alto Rio Negro, e a outra, abaixo da Bacia Amazônica, chamada de Região Porto Velho-Juruena, conforme mostra o Anexo 2.

Para a caracterização da Província Geocronológico-Estrutural Rio Negro-Juruena, consideraremos os seguintes aspectos:

a) distribuição e significação das idades radiométricas, em relação aos diversos eventos geológicos reconhecidos.

b) A forma e dimensão física da Província.

c) O caráter, distribuição e idade do metamorfismo regional.

d) Os principais processos de sedimentação e vulcanismo.

e) A natureza e as relações de campo dos granitos intrusivos.

f) A significação das rochas básicas, ultrabásicas e alcalinas pós-tectônicas e anorogênicas.

g) As relações estratigráficas, estruturais, metamórficas e radiométricas com as províncias adjacentes.

CAPÍTULO II

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

A grande maioria das amostras analisadas radiometricamente foram datadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo, sendo utilizados os métodos K-Ar em rocha total ou em minerais separados e Rb/Sr em rocha total (idades convencionais e isocrônicas). Outras amostras apresentadas nesse trabalho, datadas pelo método U-Pb e também Rb/Sr, foram analisadas por outros autores no M.I.T. (Massachussetts Institute of Technology) e no Z.W.O. (laboratorium Voor Isotopen-Geologie) de Amsterdam.

Determinações K-Ar

As determinações radiométricas executadas pelo método K-Ar constam das Tabelas 2, 5, 9, 11 e 18, e as técnicas empregadas encontram-se descritas detalhadamente, com pequenas modificações, em Amaral et.al. (1966). Essas modificações consistem na adição de um traçador "spike" de Ar^{38} em pequenas alíquotas retiradas de um tanque com volume aproximado de 2 litros, e também na introdução do sistema de análises de K por absorção atômica.

As análises de K foram realizadas em duplicata por fotometria de chama em aparelho Baird Atômico e por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se o lítio como padrão interno.

O argônio foi extraído da amostra em unidades de ultra-alto vácuo, com pressões normalmente inferiores a $2x10^{-7}$mm Hg, sendo purificado em fornos de Cu-Cuo e Titânio. Neste gás é adicionada uma quantidade conhecida do isótopo Ar^{38} com 99,98% de pureza ("spike").

As análises espectrométricas foram realizadas em espectrômetro de massa Reynolds, tipo Nuclide, de fonte gasosa.

Os resultados obtidos foram calculados inicialmente por meio manual, através de calculadoras eletrônicas, e posteriormente recalculados pelo computador eletrônico Burroughs / 3500 do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo, mediante a utilização do programa DARGON (Kawashita, 1972), que fornece os erros analíticos das datações, baseado na Teoria de Propagação dos Erros.

As constantes utilizadas nos cálculos das idades, segundo recomendações de Steiger e Jaeger (1978), foram as seguintes:

$\lambda_B = 0{,}496 \times 10^{-9}$ anos^{-1}

$\lambda_{tot} = 0{,}581 \times 10^{-10}$ anos^{-1}

% atom. de K^{40} em K^{tot} = 0,1167

$Ar^{40}/Ar^{36} = 295{,}5$

$K^{39} = 93{,}258\%$

Verifica-se que as determinações K-Ar estão sujeitas a um erro experimental de aproximadamente 3%. Em alguns casos, como análises em amostras com baixo teor de potássio, ou com elevada correção de Ar^{40} atm., esse erro pode atingir até 10%.

Determinações Rb/Sr

A grande parte das datações desse trabalho foram realizadas pelo método Rb/Sr em rocha total e tratadas em diagramas isocrônicos.

Após uma seleção prévia, considerando-se as análises petrográficas, através de seções delgadas, as amostras sofreram uma pulverização e a seleção final dessas amostras foi feita através das relações Rb^{tot}/Sr^{tot} obtidas em análises semi-quantitativas por fluorescência de Raio X.

As análises quantitativas de Rb e Sr também foram realizadas pelo método de fluorescência de Raio X, segundo as

técnicas descritas em Kawashita (1972). Admite-se um erro médio de 2% nos valores entre 50 e 500 ppm. Nas amostras cujos teores de Rb^{tot} e Sr^{tot} situa -se foram do intervalo acima citado, foi aplicado o método de diluição isotópica, onde são utilizados traçadores (spikes) enriquecidos em Rb^{87} e Sr^{84} de acordo com os procedimentos utilizados em Kawashita (op.cit.).

O tratamento químico seguiu o procedimento descrito por Deutsch et.al. (1965) parcialmente modificado, constituindo de ataque de 0,3 g de amostra com 0,5 ml de HPO^4 e 30 ml de HF. Esse ataque é realizado por doze horas a quente, até a total eliminação do ácido. O resíduo é diluido com HCl 2,62 N e centrifugado, após esta operação a solução é passada através de uma resina de troca iônica onde são eliminados da amostra os elementos que inibem a emissão de Rb e Sr no espectrômetro. Após esta fase é adicionada uma gota de $HClO_4$ ao material e seca-se novamente até a evaporação total do ácido, quando, então finalmente a amostra está pronta para ser analisada espectrometricamente.

As análises isotópicas realizaram-se em espectrômetro Varian Mat, tipo TH-5 de fonte sólida. Suas características encontram-se descritas em Torquato (1974). Os valores de Sr^{87}/Sr^{86} foram normalizados para Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194.

As constantes utilizadas nos cálculos da idade, conforme as normas propostas por Steiger e Jaeger (1978), foram as seguintes:

$$\lambda Rb = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

$$(Rb^{85}/Rb^{87})_N = 2,6039 \pm 0,0047$$

$$(Rb^{85}/Rb^{87})_S = 0,01861 \pm 0,00003$$

$$qs^{87} = 0,03198 \pm 0,00004 \mu \text{ moles/g}$$

Cabe assinalar que, nesse particular, as idades Rb/Sr são aproximadamente 3,5% mais elevadas que as referidas em trabalhos anteriores, onde foram calculadas relativamente à constante $\lambda Rb = 1,47 \times 10^{-11} \text{anos}^{-1}$.

A reprodutibilidade analítica no método Rb/Sr é

testada no CPGeo através de análise de um padrão interno (S10B1), cujo teor de Sr é da ordem 11,9 ppm e cuja razão Sr^{87}/Sr^{86} é aproximadamente 1,2732 $\pm$ 0,0014.

Os cálculos de idades são executados pelo computador eletrônico Burroughs/3500 do Centro de Computação Eletrônica da USP. As determinações Rb/Sr convencionais são calculadas mediante a utilização dos programas DRBSR, quando analisadas por diluição isotópica, e DRSRN quando trata-se de análises de Sr normal, ambos desenvolvidos no CPGeo.

Na construção da maioria dos diagramas isocrônicos do presente trabalho foi utilizado o programa DISODY, segundo York (1966) e adaptado por Kawashita (1972), que permite o traçado da melhor reta, considerando-se os mínimos quadrados cúbicos. Nestes diagramas foi calculada a variança média quadrática ponderada ou MSWD (mean square weighted desviates), que fornece o grau de colinearidade das amostras analisadas. Os erros apresentados foram calculados levando-se em consideração o desvio dos pontos em relação a melhor reta calculada.

Em alguns casos os diagramas foram utilizados nas interpretações apenas como auxílio visual, mostrando como os pontos analíticos se comportam em relação à isócronas de referência pré-fixadas.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES TECTÔNICAS SOBRE A EVOLUÇÃO DA CROSTA CONTINENTAL DURANTE O PRÉ-CAMBRIANO

Com a evolução dos conhecimentos geológicos nas diversas regiões pré-cambrianas do mundo, foi possível constatar que durante a evolução geodinâmica da crosta predominaram regimes tectônicos distintos em diferentes épocas e que a geotectônica atual é divergente daquela mais antiga, sendo que alguns autores encontraram similaridades entre as orogêneses arqueanas e às relacionadas com a deriva dos continentes.

Anhausser et.al. (1969) estudando as rochas arqueanas da África do Sul, demonstraram que não se podia utilizar o conceito geossinclinal clássico de modêlo Alpino, para explicar os eventos geológicos pré-cambrianos. Assim sendo, esses autores elaboraram um esquema evolutivo no qual núcleos de rochas antigas estáveis incluem os cinturões de rochas verdes (Greenstone belts) e contornando esses núcleos ocorreriam os cinturões móveis (mobile belts). Embora mais jovens que o cráton, esses "mobile belts" integram, após a sua estabilização, o escudo cristalino.

O termo CRATON será utilizado nesse trabalho no sentido de ser um fragmento de crosta continental que atingiu estabilidade tectônica por um determinado período de tempo. Durante aquele período de tempo ocorreriam, nas bordas do craton, regiões tectonicamente ativas, tais como os cinturões móveis.

Os núcleos arqueanos podem ser subdivididos em terrenos de alto grau metamórfico e terrenos de greenstone belts granitos (Windley, 1973, 1976).

Os terrenos de grau metamórfico elevado apresentam predominantemente rochas gnaisse-migmatito-granulíticas, rochas de fácies anfibolito e complexos máficos e ultramáficos estratiformes.

Os terrenos de Greenstone belts-granitos possuem extensões relativamente grandes de seqüências tipo Greenstone belt mergulhadas em rochas graníticas. São características importantes dos greenstone belts a sua forma alongada ou em cúspide, estruturas concordantes com os contatos com as rochas encaixantes formando sinclinais, e a predominância de rochas efusivas andesíticas associadas a rochas sedimentares e metamorfisadas principalmente no fácies xisto-verde. As rochas vulcânicas, apesar de predominantemente andesíticas, variam em composição desde ultramáficas até riolíticas. As lavas basálticas, normalmente toleíticas, ocorrem localmente, a suite calco-alcalina andesítica predomina em muitos greenstone belts, mas podem ocorrer volumes variáveis de dacitos e riolitos. Essas rochas vulcânicas estão intercaladas e recobertas por rochas sedimentares, tais como quartzitos, conglomerados, cherts, folhelhos e grauvacas.

Os greenstone belts encontram-se encaixados em rochas graníticas que podem ser subdivididas em três tipos litológicos distintos (Anhausser et.al, 1969). O primeiro de distribuição ampla, consiste de gnaisses e migmatitos com alguns granitos homogêneos. Um segundo tipo de rocha granítica forma corpos circulares ou elípticos diapíricos, responsáveis pelos contatos arqueados dos greenstone belts e pelo metamorfismo de contato neles observado. O último tipo consiste de granitos potássicos, grosseiros, geralmente porfiríticos, discordantes e claramente intrusivos nas rochas dos greenstone belts.

A relação entre os greenstone belts e o seu embasamento não é clara. A estrutura geral dessas áreas parece indicar que os granitos diapíricos são intrusivos nas seqüências de rochas verdes, mas em algumas áreas estas parecem situar-se discordantemente sobre os granitos.

Quanto a gênese dos núcleos arqueanos, várias hipóteses são consideradas. Goodwin (1976), por exemplo, discute a possibilidade de impactos de meteoros terem contribuído para a formação da crosta primitiva. Entretanto, a tendência atual é no sentido da aplicação dos mecanismos da tectônica de placas para o Arqueano. Windley (1976) considera que devido as grandes semelhanças entre as rochas arqueanas, suas associações e química com os

exemplos modernos de margens continentais e arcos de ilhas, torna se cada vez mais convincente a existência de uma forma primitiva de colisão de microcontinentes e formação de arcos no arqueano.

O conhecimento geológico atual, indica a manutenção desse regime de formação de seqüências tipo "greenstone belts"até 2000-2500 Ma., sendo que este limite de tempo não se encontra claramente comprovado. Sabe-se contudo, que a maioria das regiões onde ocorrem os "greenstones belts" é muito antiga, com idades mínimas da ordem de 2700 Ma., constituindo.portanto, um período importante e distinto na evolução da crosta terrestre.

Por outro lado, no Fanerozóico, o regime tectônico é outro, ocorrendo os processos geodinâmicos aliados a movimentos horizontais da crosta relacionados com subducções de placas oceânicas e colisões de placas continentais, constituindo a denominada "Teoria da Tectônica de Placas".

Desta forma devemos considerar, que durante a evolução geológica da crosta existiram pelo menos dois regimes tectônicos distintos, que não ocorreram simultaneamente, um mais antigo que 2000 Ma. e outro mais novo que 1000 Ma. Talvez as diferenças não sejam relacionadas com processos tectônicos, mas com a quantidade de material envolvido (placas menores e mais finas no início da História da Terra) e o regime térmico (produção de calor mais elevada no início).

A evolução da crosta continental poderia, no entender do autor, ser caracterizada pelo desenvolvimento dos chamados cinturões móveis ou "mobile belts".Essas unidades parecem ter existido durante toda a evolução geodinâmica da Terra, desde os tempos arqueanos até o recente. Seria a feição tectônica que poderia ser considerada como característica dos processos geodinâmicos formadores da crosta que atuam na litosfera.

O termo "mobile belt" foi utilizado por Anhaeusser et.al. (1969) em substituição a "orogenic belt", pois este último implica numa evolução geotectônica envolvendo os conceitos de geossinclinal e orogenia, conceitos estes não estabelecidos satisfatoriamente nas áreas estudadas.

Esses cinturões móveis podem ser considerados genericamente como zonas essencialmente lineares, com rochas de qualquer grau metamórfico, dobramentos complexos, deformações policíclicas, falhamentos, episódios de granitização e migmatização intensos e com retrabalhamento ou não da crosta siálica anterior. Segundo Carte e Van Rooyen (1969), o metamorfismo de médio a alto grau evidenciado nas infra-estruturas dos "mobile belts", as deslocações lineares transcorrentes e o alto fluxo térmico envolvido no desenvolvimento de um cinturão móvel, sugerem que esses cinturões estejam relacionados com atividades geradas no manto.

Podemos caracterizar os "mobile belts" através de uma série de evidências, entre as quais destacamos as estruturais, as petrológicas e as geocronológicas.

Quanto a primeira evidência, é necessário que o cinturão possua "trends" estruturais característicos, isto é, deformações coerentes ao longo de toda a sua extensão, visto que, o sistema de esforços gerador dessas deformações situa-se no manto, independendo das rochas crustais.

As evidências petrológicas são importantes para a caracterização das faixas móveis, visto que os cristais dos minerais são sintectônicos, formados ao mesmo tempo que as estruturas do cinturão móvel, e conseqüentemente propiciam uma orientação nas rochas xistosas e gnáissicas, concordante com o padrão estrutural da faixa. Durante o desenvolvimento dessas faixas móveis o metamorfismo regional pode atingir os fácies anfibolito e até granulito.

Estudos petrológicos experimentais sugerem que para existirem condições termodinâmicas necessárias para formar a assembléia mineralógica dos granulitos, característica da infra-estrutura dos cinturões móveis, é preciso que os mesmos tenham se desenvolvido a uma profundidade de 15 a 30 km.

Para que o cinturão móvel possua caracterização geocronológica é necessário que o padrão de idades seja coerente em toda a sua extensão. Esse padrão de idades refere-se a integração de vários métodos radiométricos, aplicados em diversos

materiais e a interpretação geológica de todos os dados geocronológicos obtidos.

Em adição aos três campos principais de evidências os "mobile belts" podem ser caracterizados pela presença de seqüências molássicas sobre o próprio cinturão, em bacias tipo intra-fossa, ou sobre o seu antepaís, pela existência de atividades vulcânicas de caráter subsequente de vários tipos e idades,pelas intrusões de complexos anelares ígneos sintectônicos, tardi-tectônicos e pós-tectônicos, estes últimos, por vezes, com caráter alcalino associados a "emplacement" kimberlíticos. Finalmente temos a caracterização através do exame das estruturas metamórficas, da vergência e do zoneamento metamórfico.

Com relação à origem e ao desenvolvimento de um cinturão móvel, na opinião do autor, não é obrigatório que ocorra uma sedimentação típica de margem continental ou uma fase anterior com formação de bacias marinhas. Isto deve-se ao fato das forças geradoras de movimento do manto serem independentes dos processos geológicos que ocorrem na superfície. Portanto quando acontece alguma mudança nos padrões de convecção do manto, por razões que ainda não são bem compreendidas, desenvolvem-se na litosfera os eventos geodinâmicos, independentemente da existência de bacias geossinclinais ou de coberturas sedimentares cratônicas.

Moorbath (1975) reporta duas hipóteses para explicar os processos que ocorreram durante a evolução geológica dos continentes. Na primeira delas a crosta continental inteira seria formada no Arqueano, sendo posteriormente retrabalhada várias vezes, sofrendo sucessivas remobilizações e regenerações, sem qualquer adição posterior de material proveniente do manto. Já, na segunda hipótese, o volume inicial da crosta era pequeno, sendo, com o tempo, acrescida por material diferenciado diretamente do manto. Como conseqüência ocorreria um aumento lateral,acompanhado de uma acreção vertical, em relação aos núcleos cratônicos existentes. Esta última hipótese é a denominada "Teoria da Acreção Continental".

Segundo Moorbath (no prelo), dados isotópicos em

rochas ígneas calco-alcalinas, incluindo ortognaisses pré-cambrianos, de todas as idades, sugerem que a diferenciação química irreversível do manto, que iniciou-se pelo menos há 3700 Ma, teria produzido nova crosta siálica continental durante vários episódios orogênicos, relativamente curtos (cerca de 300 Ma.), que em várias regiões do mundo, foram comumente separados no tempo, e podem ter sido de extensão global.Durante esses pequenos episódios orogênicos, denominados de "super eventos de acreção-diferenciação continental, SADC" (ver Moorbath, 1975), o sial juvenil derivado do manto e/ou da litosfera básica sofreu completa diferenciação ígnea, metamórfica e geoquímica, praticamente contemporâneas, para produzir crosta continental espessa, estável e permanente.

Existem evidências que podem ser utilizadas em favor de uma ou outra das hipóteses. Por exemplo, para a primeira alternativa, temos que os cinturões móveis são em sua maioria ensiálicos, formados sobre uma crosta granítica pré-existente.Outra evidência seria que durante o arqueano a espessura da crosta poderia ter sido semelhante à atual. Este fato foi deduzido a partir dos estudos de petrologia experimental, sendo constatado que as condições de pressão e temperatura impostas aos minerais dos granulitos arqueanos são idênticas às que se admitem existir hoje no interior da terra.

Por outro lado, os estudos isotópicos do Sr, Pb e Nd, que funcionam como indicadores de processos de diferenciação do manto, em rochas pré-cambrianas de áreas cratônicas, demonstram que, apesar das evidências mostradas acima, na maioria dos SADC, principalmente aqueles do pré-Cambriano médio a inferior, o crescimento continental predominou grandemente sobre o retrabalhamento da crosta siálica mais antiga (Moorbath, no prelo). É verdade que durante a evolução tectônica da crosta existe uma parcela de rochas graníticas antigas pré-existentes, mas ocorre também uma outra parcela significativa de rochas magmáticas que se diferenciaram diretamente do manto e se incorporaram nas faixas móveis.

A espessura da crosta continental é da ordem de 30 a 40 km, sendo a parte superior composta por rochas do fácies xis

to verde a anfibolito e a parte inferior seria constituída por rochas granulíticas. Ao compararmos a espessura vertical de um cinturão móvel com a sua extensão areal, que atinge até milhares de quilômetros quadrados, notamos que a extensão em área é mais importante que a espessura vertical. Em outras palavras podemos dizer que, durante a evolução de um "mobile belt" a acreção lateral predomina sobre a acreção vertical.

Definições de províncias geocronológico-estruturais aplicando totalmente ou parcialmente os conceitos acima expostos, já foram realizadas por diversos autores em muitas áreas cratônicas do mundo. Como exemplo podemos citar os trabalhos de Stockwell (1961, 1963, 1963a) e Goodwin (1974) para o Escudo Canadense, de Rutland (1976) para a Austrália e mais recentemente de Kröner (1976, 1977 e 1980) para o Escudo Africano.

Neste trabalho, os aspectos referentes a evolução da crosta continental no pré-Cambriano descritos neste capítulo serão tentativamente utilizados para explicar o desenvolvimento de toda a região Rio Negro-Juruena, no contexto da própria evolução tectônica do Cráton Amazônico.

CAPÍTULO IV

PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICO-ESTRUTURAIS DA AMAZÔNIA

Nesse trabalho denominaremos de Províncias geocronológico-estruturais as regiões onde o padrão geocronológico é coerente em toda a sua extensão, evidenciando que essas áreas foram formadas durante a atuação de um único ciclo orogênico. Os "trends" estruturais também parecem ser característicos em toda a província, e os minerais sintectônicos nas rochas xistosas e gnáissicas estão orientados concordantemente com as estruturas maiores da província.

Devido as similaridades geológicas encontradas entre as regiões cratônicas do Canadá, África, Austrália e a Região Amazônica, os pesquisadores do Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo propuseram-se a elaborar um modelo evolutivo para essa região, que culminou com a publicação de Cordani et.al. (1979).

A seguir procurar-se-á delimitar e caracterizar as províncias geocronológico-estruturais da Amazônia:

Distribuição Geográfica

O Cráton Amazônico encontra-se dividido em quatro províncias conforme mostra o Anexo 2 que são a saber:

- Província Amazônia Central-Arqueana
- Província Maroni - Itacaiúnas - 2200-1800 Ma.
- Província Rio·Negro-Juruena - 1750-1400 Ma.
- Província Rondoniana - 1400-1100 Ma.

Com exceção da Província Amazônia Central, as demais foram interpretadas por Cordani et.al. (op.cit.) como significativas de "mobile belts", que teriam se desenvolvido durante ciclos geodinâmicos distintos.

A província denominada de Amazônia Central ocupa a maior parte da Plataforma Amazônica, abrangendo no Brasil parte dos Estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso do Norte e Território Federal de Roraima. No exterior ocupa a porção sudeste da Venezuela, sul do Suriname e Guiana e parte da Colombia. Encontra-se limitada a noroeste pelos sedimentos da Dala Cizandina (Almeida, 1969), a oeste pela Província Rio Negro-Juruena, a norte e a leste pela Província Maroni-Itacaiúnas (Cordani et.al.1979) e a sudeste pela faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia de Almeida (1967).

A Província Maroni-Itacaiúnas comporta o Território Federal do Amapá, a Guiana Francesa, a parte norte do Suriname e da Guiana e Venezuela e a região banhada pelos Rios Xingú e Itacaiúnas. A sul e sudeste essa província também se encontra truncada pela faixa dobrada Paraguai-Araguaia.

A Província Rio Negro-Juruena inclui toda a extremidade noroeste da Plataforma Amazônica, abrangendo as folhas ao milionésimo do DNPM NA.19 - Pico da Neblina, SA.19 - Içá, o sul da Venezuela e leste da Colombia. A sul da Sinéclise do Amazonas abrange a região dos médios cursos dos Rios Juruena, Teles Pires e Aripuanã. Essa província encontra-se limitada a noroeste pelos sedimentos da Dala Cizandina, a norte e nordeste pela Província Amazônia Central, a sudeste pelos sedimentos do Grupo Beneficente, a sudoeste pela Província Rondoniana e a sul, a exemplo das demais províncias pela faixa Paraguai-Araguaia.

Finalmente, a Província Rondoniana ocorre somente na porção sul da Plataforma Amazônica, englobando o Território Federal de Rondônia e a região do Alto Guaporé, no Estado do Mato Grosso do Norte. Essa província está limitada a norte pelos sedimentos da Bacia Amazônica, a oeste pela bacias pericratônicas do Acre, do Chaco e do Beni (Harrington, 1962), a leste é orlada pela Província Rio Negro-Juruena e a sul pelo cinturão Paraguai-Araguaia.

Província Amazônia Central

A Província Amazônia Central possui um padrão geocronológico com muitas idades aparentes entre 2200-1800 Ma., aparecendo também idades arqueanas como nas regiões das serras do Inajá e Tapirapé no norte do Estado do Mato Grosso do Norte e sul do Pará. Por assim ser, acreditamos que a maior parte dessa província tenha sido formada em tempos arqueanos, mas que importantes remobilizações e acreções tenham ocorrido durante o desenvolvimento do ciclo orogenético Transamazônico. Os resultados K-Ar, quando realizados em biotitas ou em anfibólios, são, em sua maioria, próximos a 1800 Ma., evidenciando a época de resfriamento regional desse ciclo.

Essa província geocronológico-estrutural possui como principal característica a sua clara vocação cratônica, atestada pelas extensas coberturas vulcano-sedimentares que repousam sobre ela, produtos da atuação de sucessivos cinturões móveis que se desenvolveram em sua volta.

Nos domínios da Província Amazônia Central ocorrem grandes estruturas de caráter regional, tais como os lineamentos Tumucumaque, Abacaxis, Tapajós, Cachorro, Melo Nunes e Takutu. (Anexo 1).

Província Maroni-Itacaiúnas

Essa província foi formada durante um super- evento de acreção-diferenciação continental (SADC), cujo climáx metamórfico ocorreu próximo a 2100 Ma., conforme demonstram inúmeras datações disponíveis. Apesar do padrão geocronológico estar situado no período Transamazônico, alguns núcleos antigos de idades arqueanas já foram reconhecidos, atestando o caráter ensiálico dessa província. Como exemplo desses núcleos arqueanos preservados, podemos citar os Complexos do Imataca na Venezuela e Kanuku na Guiana, as montanhas Bakuis no Suriname, as rochas da Série Ile de Cayenne na Guiana Francesa, e finalmente no Amapá, na Serra do Iraiapuru, foram encontradas idades próximas a 2500 Ma.

A característica marcante dessa entidade geotectônica é ter sido afetada por um tectonismo plástico, que propiciou a formação dos metassedimentos dos Grupos Vila Nova e Grão Pará no Brasil, e das sequências metassedimentares Carichapo-Pastora, Barama - Mazaruni, Armina - Rosabel e Paramacá - Orapu -Bonidoro, nos países vizinhos.

Os Grupos Vila Nova (Lima et.al. 1974) e Grão Pará (Beisiegel et.al. 1973), compostos por metamorfitos do fácies xisto - verde a anfibolito, correlacionáveis entre si, caracterizam as rochas supracrustais da evolução do geossinclínio Guiano Eburneano de Choubert (1969).

Uma expressiva cobertura vulcânica, de caráter ácido a intermediário, encontra-se sobreposta às rochas antigas da Província Amazônia Central e representam o episódio vulcânico subseqüente à fase sincinemática do evento geodinâmico formador da Província Maroni-Itacaiúnas. Esse vulcanismo denominado de Surumu por Barbosa e Andrade Ramos (1959), nas folhas ao milionésimo NA/NB - 20 Boa Vista e de Iricoumé por Oliveira et.al (1975) na folha NA - 21 Tumucumaque, foi datado por Basei (1977) em torno de 1900 Ma. Na região da Serra do Tapirapé, no sul da Província Amazônia Central, ocorrem rochas vulcânicas dessa mesma idade, datadas por Tassinari e Basei (1980).

O magmatismo básico existente nos domínios da Província Amazônia Central, com idades entre 1950 e 1850 Ma. caracterizam o magmatismo terminal do desenvolvimento do evento metamórfico Maroni-Itacaiúnas, que tem naquela província o seu antepaís. As atividades cratogênicas desse ciclo são tipificadas pelas intrusões alcalinas do Sienito Erepecuru, datado em 1800 Ma. (Teixeira 1978).

Província Rio Negro-Juruena

Entre 1750 e 1400 Ma. desenvolveu-se, na borda Sudoeste da Província Amazônia Central, o evento geodinâmico Rio Negro-Juruena, cuja evolução geológica, por ser o principal objetivo desse trabalho, será discutida em detalhe nos capítulos que

se seguem.

Província Rondoniana

A Província Rondoniana teve o seu desenvolvimento tectorogênico durante cerca de 300 Ma., entre 1400 e 1100 Ma. O evento geodinâmico responsável pela formação dessa província desenvolveu-se sobre uma crosta granítica pré-existente, formada, possivelmente, durante a atuação do ciclo Rio Negro-Juruena. Corrobora com essa idéia o fato de existirem rochas metavulcânicas e granitos transformados na zona de transição entre províncias, com idades próximas a 1600 Ma.. Além disso ocorrem núcleos antigos preservados na região do Rio Ituxi com 1550 Ma.

O vulcanismo subseqüente deste evento geodinâmico é representado pelas lavas ácidas e intermediárias da região de São Lourenço, datadas em 1100 Ma.. Corpos graníticos de natureza subvulcânica, associados temporalmente a esses vulcanitos, ocorrem em grande número nos domínios dessa província e em regiões vizinhas.

Sedimentos admitidos como seqüências molassóides são representados na área pela Formação Pacaás Novos, ao passo que atividades magmáticas básicas relacionadas ao magmatismo terminal dessa faixa móvel são caracterizadas pelos basaltos Nova Floresta datados em 1000 Ma.. Por fim a Província Rondoniana foi palco de expressivo evento magmático cratônico, representado por diversas intrusões graníticas, portadoras de estanho e fluorita, com cerca de 950 Ma..

CAPÍTULO V

GEOLOGIA E GEOCRONOLOGIA DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA

Rochas Graníticas, Gnáissicas e Migmatíticas Regionais

Generalidades

Nos domínios da Província Rio Negro-Juruena existem grandes exposições de rochas do assim considerado "embasamento cristalino", que constituem parte integrante do Cráton Amazônico.

A norte da Sinéclise do Amazonas, na região do alto Rio Negro, as rochas desta unidade afloram em quase toda a extensão da Província Rio Negro-Juruena, com exceção, apenas, da porção noroeste do Estado do Amazonas, sudoeste da Colombia e sul da Venezuela, onde ocorrem pequenas exposições sedimentares e metassedimentares. A sul da Bacia amazônica,na Região Porto-Velho-Juruena, os afloramentos do "embasamento" aparecem sobretudo ao longo dos grandes rios que banham a área, tais como os Rios Juruena, Teles Pires, Aripuanã, Roosevelt e Jiparaná.

Litologicamente,a unidade inclui gnaisses, migmatitos, anfibolitos, granodioritos, dioritos, sienitos, granulitos e granitos de anatexia sin e tardi-tectônicos, associados a processos de metassomatose e remobilização. Muitas das rochas granitóides formam grandes corpos de granitos sincinemáticos associados aos gnaisses e anfibolitos, e outras constituem paleossomas de migmatitos.

Através dos estudos geológicos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL, verificou-se que diversas porções do "embasamento cristalino" sofreram a ação de processos de migmatização regional, que propiciaram a formação de rochas com tendência a homogeneização, compondo áreas intensamente granitizadas de origem sintectônica. Nessas áreas a passagem gradual para os migmatitos e gnaisses ocorre por meio de faixas migmatíticas com es-

truturação dos tipos oftalmíticos, ptigmáticos, schlieren, nebulíticos e dobrados. O paleossoma predominante é gnáissico, com composições que variam de graníticas até quartzo-dioríticas, dispondo-se, geralmente, em formas lenticulares de tamanhos variados.

Leal et.al. (1978) admitem que processos de granitização regional foram importantes na área, podendo ser reconhecidos através de estruturas fusóides, elipsoidais e ovais com dimensões batolíticas, orientadas preferencialmente nas direções EW; NW-SE. e NE-SW. Segundo os autores op.cit., os parâmetros petrológicos, tectônicos e geocronológicos mostram que essas massas graníticas possuem a mesma origem. Um exemplo típico dessas massas granitizadas pode ser fornecido pelos granitos "tipo Juruena" de Silva et.al. (1974), que afloram na Região Porto Velho - Juruena da Província, constituindo porções remobilizadas do embasamento, que passam gradualmente para gnaisses e migmatitos.

A região do Alto Rio Negro encontra-se englobada pela "Província Estrutural Amazonas" de Mendoza (1977), onde uma de suas características é a presença de grande volume de material granítico, produto de intensa granitização e remobilização sofrida pela área.

Segundo Mendoza (op.cit.) esse imenso volume de massas graníticas caracterizaria zonas de elevado gradiente geotérmico dentro da crosta em que teria ocorrido um diapirismo ou um movimento lento ascendente de massas plutônicas.

Nessa região esses granitos apresentam estruturas migmatíticas, contudo as variedades equigranulares isótropas e os tipos porfiroblásticos ocorrem com maior frequência que as variedades gnáissicas, sugerindo que os episódios de granitização agiram intensamente na área em questão.

O clã dos biotita granitóides a titanita aparecem expressivamente ao longo dos Rios Papuri e Uaupés, no extremo noroeste do Estado do Amazonas e nos Rios Casiquiare e Guainia na Venezuela. Segundo Dall'Agnol e Abreu (1976) esses granitos anatéticos possuem grandes variações tanto estruturais como textu

rais, podendo, por assim ser, serem divididos em três subgrupos os granitóides porfiroblásticos (com ou sem orientação), granitóides equigranulares sem orientação e os gnaisses equigranulares. A mineralogia destas rochas é definida pela presença de microclínio, quartzo e plagioclásio como essenciais, a biotita como varietal e a titanita como acessório mais característico. Epidoto,opacos, zircão e apatita são também freqüentes e desenvolvidos.

Rochas granulíticas ocorrem sempre associadas aos gnaisses e migmatitos, definindo zonas de um maior metamorfismo. Não há evidências petrológicas sobre uma eventual origem mais antiga destes granulitos em relação às rochas graníticas que constituem a essência da província. São registradas ocorrências dessas rochas, principalmente, na Região Porto Velho-Juruena, nas áreas próximas aos Rios Aripuanã, Jiparaná e a Serra da Providência. Na região do Alto Rio Negro as rochas granulíticas são raras.

Em síntese, as rochas granito-gnáissicas regionais da Província Rio Negro-Juruena são constituídas por seqüências orto e parametamórficas, composta por rochas formadas sob condições de pressão e temperatura pertencentes ao fácies anfibolito, e subordinadamente ao fácies granulito.

A tectônica ruptural a que foi submetida a área em questão, determinou o estabelecimento de um padrão de fraturamentos e lineamentos com orientações preferenciais segundo NW - SE, NE-SW e subordinadamente E-W.

Geocronologia

Encontram-se datadas até o momento 165 amostras pertencentes ao "embasamento cristalino",sendo que 117 foram analisadas pelo método Rb/Sr e as demais pelo método K-Ar.

As determinações radiométricas Rb/Sr foram realizadas em rocha total e tratadas em diagramas isocrônicos de referência, com alto valor interpretativo, conforme mostram as figuras 1,2 e 3. Nesses diagramas foram utilizadas escalas adequadas

para as coordenadas, de modo a incluir o maior número de pontos possíveis. Desta forma alguns diagramas com escalas diferentes foram inseridos e as amostras com razões Rb/Sr muito elevadas foram reduzidas de maneira proporcional, encontrando-se assinaladas nos diagramas isocrônicos, pelo número de reduções realizadas.

A figura 1 mostra um diagrama isocrônico Rb/Sr de referência, onde foram plotados 87 pontos analíticos referentes a unidade basal da província. Esses pontos encontram-se envoltos por duas isócronas, a superior com 1750 Ma. e a inferior com 1500 Ma.. Devido a dispersão dos pontos no diagrama isocrônico, os valores obtidos para as razões iniciais são aproximados, tendo sido calculados em torno de 0,703 para a isócrona mais antiga e 0,705 para a mais jovem. Os valores obtidos podem ser considerados normais, visto que rochas formadas em épocas posteriores, oriundas de uma mesma fonte devem possuir relações iniciais mais elevadas.

Fairbairn e Hurley (1970) ao estudarem o cinturão Oeste Liberiano e Norte Apalachiano, mostraram que a dispersão de pontos analíticos, em forma de leque, em um diagrama isocrônico , como a figura 1, ocorre normalmente quando as amostras plotadas foram formadas dentro de uma mesma orogênese. Essa dispersão pode ser devida a uma migração tardia dos íons de Rb ou Sr, ou mais provavelmente, a discretos episódios plutônicos e metamórficos, que ocorrem durante o desenvolvimento de um evento geodinâmico.

Segundo a interpretação dos autores citados, as isócronas limites que englobam os pontos no diagrama isocrônico, marcam o início e o fim da atividade orogênica na área. Os pontos dispersos entre as duas isócronas poderiam representar eventos de idade intermediária ou materiais com razões iniciais significativamente diferentes das adotadas para o modelo.

Alguns pontos analíticos não estão representados na figura 1 por se mostrarem mais jovens que 1500 Ma., sendo suas idades convencionais Rb/Sr relacionadas na Tabela 1. Nos casos das amostras 262, 184, 28 e 148 elas apresentam evidências de terem sido afetadas por fases de metamorfismo posteriores de natureza dinâmica, provocadas pelas grandes falhas que cortam a região, o

que teria causado um rejuvenescimento isotópico parcial dessas amostras.

A amostra de número 85A, apresentou-se com um grau de alteração intempérica elevado, o que propiciou uma idade convencional Rb/Sr de 1180 ± 134 Ma., um tanto mais jovem que a real. As demais amostras (números 121, 292, 133, 267A, 266 e 269) evidenciam desequilíbrio químico, possivelmente um metassomatismo posterior de K e Rb, carecendo, ainda, de uma explicação definitiva.

Algumas amostras, tais como as de números 9, 33,49, 12, 10, 15, 16 e 113, apresentaram-se mais antigas que 1750 Ma. , não sendo portanto, plotados na Fig.1. Estes pontos podem representar materiais do mesmo ciclo com idades pouco anteriores, da ordem de 1800 Ma. (eventos pré-tectônicos), ou com razões iniciais pouco mais elevadas, ou ainda, materiais em verdade mais antigos (embasamentos) que foram quase que totalmente rejuvenescidos pelos processos metamórficos do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena. Não há neste conjunto de pontos, possibilidade de determinar quais seriam amostras verdadeiramente cogenéticas para melhor caracterização.

Visando uma melhor definição da época sintectônica desse evento, foram elaboradas duas isócronas Rb/Sr verdadeiras, isto é, com pontos de amostragem próximos e amostras pertencentes seguramente às rochas granito-gnáissicas regionais da Província Rio Negro-Juruena.

A primeira isócrona (figura 2) foi construída com as rochas referentes aos biotita granitóides a titanita, que afloram na região banhada pelos Rios Papuri e Uaupés à norte da sinéclise do Amazonas. Essa isócrona forneceu a idade de 1709 ± 17 Ma. e razão inicial de 0,703 ± 0,0006. O baixo valor obtido para a razão inicial sugere que tal idade seja representativa da própria época de formação dessas rochas, com os granitos, possivelmente, formados a partir de material com compenente magmática oriunda de níveis superiores do manto importante.

A isócrona, apesar de ser construída com apenas se-

te pontos, apresenta boa confiabilidade, visto que os pontos encontram-se bem distribuídos ao longo da reta e possuem excelente colinearidade. A cogeneticidade dessas amostras é atestada pelo valor MSWD, virtualmente igual a zero.

A segunda isócrona foi construída com as rochas da infra-estrutura da província que ocorrem no alto curso do Rio Aripuanã, na região Porto Velho-Juruena. Essa isócrona representada na figura 3 indicou uma idade de 1732 ± 23 Ma. com uma relação inicial de 0,702 ± 0,001. O valor dessa razão inicial, a exemplo da anterior, também nos permite considerar a idade obtida como representativa da formação das rochas granito-gnáissicas regionais da Província Rio Negro-Juruena. Os doze pontos computados mostraram boa distribuição espacial no diagrama isocrônico , reforçando a confiabilidade da idade conseguida.

Observando-se as duas isócrona acima discutidas,notamos que as idades e razões iniciais obtidas são semelhantes,indicando claramente que o climáx metamórfico do evento orogênico formador das rochas do denominado "embasamento" da província em estudo parece ter ocorrido próximo a 1700 Ma.

Os dados geocronológicos obtidos pelo método K-Ar encontram-se na Tabela 2, distribuíndo-se em um amplo intervalo de tempo entre 1500 e 1200 Ma., havendo uma maior concentração de valores em torno de 1400 e 1200 Ma..

As idades próximas a 1400 Ma. refletem a época de resfriamento regional do episódio formador de rochas que atuou na área entre 1750 e 1500 Ma.. Quanto aos resultados em torno de 1200 Ma., duas hipóteses podem ser consideradas para interpretá-las.

A primeira idéia consideraria essas idades como significativas de reflexos da atuação do evento geodinâmico Rondoniano na Província Rio Negro-Juruena, propiciando, inclusive, a formação de granitóides a duas micas, que ocorrem com freqüência na região banhada pelo Rio Içana, no extremo noroeste do Estado do Amazonas. Para reforçar a hipótese acima, cabe assinalar que grande maioria das amostras com idades K-Ar próximas a 1200

Ma. situam-se na área de ocorrência desses granitóides.

A hipótese alternativa seria que esses resultados significariam a época de resfriamento do evento tectono-termal Nickeriano (Priem et.al., 1971), diversamente denominado de K'mudku (Barron, 1969), Orinoquense (Martin Bellizia, 1968) e Jari Falsino (Lima et.al., 1974), que atuou em toda a parte norte do Cráton Amazônico, em associação com grandes lineamentos, tal como evidencia o trabalho de Teixeira (1978).

Algumas amostras forneceram idades K-Ar anômalas ao conjunto obtido, como por exemplo as de números 124,11 e 297, que merecem comentários adicionais.

A amostra de número 124 constitui um anfibolito que apresentou a idade de 1794 ± 59 Ma.. Uma hipótese para explicar essa idade seria que essa rocha representasse um núcleo antigo preservado, com rejuvenescimento parcial, entre as rochas da Província Rio Negro-Juruena. Numa hipótese alternativa poderíamos considerar que ocorreu uma retentividade completa de Ar^{40} radiogênico nos anfibólios analisados, que teriam sido formado durante o evento sintectônico regional.

A amostra 11 de acordo com Barrios e Rivas (1978b), reflete,provavelmente, o efeito de um evento tectônico posterior, acompanhado de injeção de soluções hidrotermais ao longo dos grandes lineamentos que seccionam a área de ocorrência da amostra.

A biotita da amostra 297, datada por Amaral (1974), apresentou uma idade da ordem de 2000 Ma., sendo este resultado completamente anômalo ao conjunto de mais de 40 datações realizadas na área, merecendo portanto, a nosso ver, uma repetição de análise.

É interessante notar que o padrão de idades K-Ar em biotitas indica claramente a posição do limite entre a Província Rio Negro-Juruena e a Amazônia Central. A grande maioria das datações em biotitas da área da província em estudo indicaram idades da ordem de 1500-1400 Ma. ou menos, enquanto que as biotitas situadas para Nordeste indicaram idades mínimas de 1800 Ma. (Bar-

rios e Rivas, 1978). Adicionalmente, com a finalidade de confirmar o limite entre as duas províncias acima referidas, foram datadas duas amostras pertencentes às rochas granito-gnáissicas regionais, provenientes da região de San Fernando de Atabapo na Venezuela, situadas uma em cada província próxima ao limite. A biotita da amostra nº 7 referente à Província Rio Negro-Juruena forneceu a idade de 1335 ± 30 Ma., que corresponde a época do resfriamento regional dessa província. Já, a amostra 249, localizada sobre a Província Amazônia Central, apresentou a idade de 2099 ± 30 Ma., indicando claramente, tratar-se de uma área mais antiga.

As rochas que acabamos de comentar tem sido consideradas, nos trabalhos geológicos do Projeto RADAMBRASIL e de outros autores, como embasamento pertencente aos Complexos Xingú e Guianense, e sua evolução tem sido descrita como policíclica, e iniciada possivelmente em épocas muito antigas que remontam aos tempos arqueanos (Almeida, 1974; 1978; Amaral, 1974; Issler, 1975; 1977; Montalvão, 1976; Montalvão e Bezerra, 1980).

Entretanto, como foi observado, não há dados que possam demonstrar regionalmente, na área da Província Rio Negro - Juruena, a existência de rochas mais antigas do que 1750 Ma.

Se formos procurar fragmentos que possam representar o "embasamento" antigo e rejuvenescido, teríamos como candidatos mais prováveis as rochas granulíticas. Baseado nesse raciocínio, foi realizado um estudo geocronológico comparativo entre as rochas granulíticas da Província Rio Negro-Juruena e Amazônia Central. Para tal estudo foi elaborado um diagrama isocrônico Rb/ Sr de referência, onde foram plotados os pontos analíticos referentes aos granulitos das duas províncias (Figura 4). Ao examinarmos esse diagrama notamos que os pontos pertencentes a Província Amazônia Central, cujos dados analíticos constam da Tabela 3, delinearam uma isócrona com cerca de 1900 Ma. e razão inicial de 0,701. Já as rochas granulíticas da Província Rio Negro-Juruena forneceram uma reta com aproximadamente 1500 Ma. e relação inicial de 0,703. Alguns pontos relativos a essa província situaram-se abaixo da reta mais nova, fornecendo idades, ainda mais jovens.

Em conclusão, as idades mesmo de granulitos são no-

TABELA 1: DADOS ANALÍTICOS RB/SR PARA AS ROCHAS GRANITO-GNÁISSICAS REGIONAIS

Nº de Ordem	Nº Campo	Folha	Nº Lab.	Litologia	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
129	SE-14/PT 29	NA.19-ZD	1.422	Granito cat.	251,1	68,9	10,8	0,9507	1584 ± 56	1
92	PA/SP/43	NA.19-YD	1.616	Gnaisse cat.	119,2	196,2	1,76	0,7459	1611 ± 95	1
79	PA/SP/01	NA.19-YD	1.617	Musc.Biot.Granito	336,6	156,8	6,30	0,8474	1575 ± 56	1
80	PA/SP/02	NA.19-YD	1.618	Musc.Biot.Granito	303,0	112,5	7,92	0,8777	1518 ± 48	1
81	PA/SP/08	NA.19-YD	1.619	Biot.Granod.Gns.	112,6	451,6	0,72	0,7221	-	1
82A	PA/SP/22	NA.19-YD	1.620	Biotita Granito	153,6	275,3	1,62	0,7411	1550 ± 111	1
85A	PA/SP/25	NA.19-YD	1.621	Biot.Gnaisse	104,9	255,0	1,19	0,7253	-	1
86A	PA/SP/32	NA.19-YD	1.622	Musc.Biot.Adamel.	141,6	106,7	3,87	0,7981	1672 ± 62	1
89	PA/SP/35	NA.19-YD	1.623	Gnaisse Tonalit.	62,4	386,8	0,46	0,7156	-	1
77	UA/SP/02	NA.19-YD	1.624	Granito Gnaisse	384,0	189,9	5,93	0,8367	1548 ± 52	1
75	UA/SP/13	NA.19-YD	1.625	Granito Gnaisse	253,7	517,3	1,42	0,7342	1432 ± 122	1
73A	UA/SP/18	NA.19-YD	1.626	Biotita Granito	214,4	250,6	2,49	0,7591	1514 ± 83	1
56A	UA/SP/31	NA.19-YB	1.627	Gnaisse Granito	215,7	118,3	5,34	0,8347	1689 ± 56	1
70	UA/SP/39	NA.19-YB	1.628	Biot.Qz.Diorito	171,5	515,3	0,96	0,7265	-	1
71	UA/SP/41	NA.19-YB	1.629	Biot.Granodiorito	162,2	341,6	1,38	0,7368	1607 ± 122	1
99	UA/EW/EV/08	NA.19-ZC	1.634	Biot.Adamelito	245,3	238,6	2,99	0,7701	1516 ± 73	1
58A	CUI/EA/02	NA.19-ZA	1.635	Biot.Gnaisse	197,7	290,4	1,98	0,7549	1752 ± 108	1
128	SE8/PT09	NA.19-ZD	1.636	Granito Catac.	352,3	105,5	9,86	0,9147	1481 ± 46	1
63	NE/PF/29A	NA.19-ZD	1.637	Gnaisse Catac.	176,7	340,0	1,51	0,7416	1689 ± 118	1
101	NE/PF/11.1	NA.19-ZD	1.638	Granito a biotita	306,9	118,2	7,63	0,8690	1497 ± 48	1
102	PT-35	NA.19-ZD	1.785	Granito Catac.	281,4	142,9	5,77	0,8378	1602 ± 56	1
103	PT-23	NA.19-ZD	1.786	Gnaisse Catac.	204,0	144,4	4,13	0,8045	1678 ± 63	1
56	PT-07.1	NA.19-ZA	1.789	Granito Alask.	228,0	405,8	1,63	0,7427	1610 ± 113	1
105A	363-A	NA.20-YC	744	Biot.Gran.Gnaisse	222,0	89,3	7,32	0,8850	1711 ± 59	2
105B	363-A1	NA.20-YC	829	Bibt.Gran.Gnaisse	217,2	86,1	7,48	0,8879	1713 ± 58	2
67	BE-1	NA.20-VD	1.162	Adam.Gnaisse	154,6	141,3	3,19	0,7818	1676 ± 77	2
65	PT/EV/01	NA.19-ZC	1.877	Biot.Gnaisse	204,4	154,0	3,87	0,7921	1565 ± 59	3
66	CU/RM/AP/16	NA.19-ZC	1.878	Biot.Adamelito	138,2	268,3	1,49	0,7422	1730 ± 126	3
	PT/EV/04	NA.19-ZC	1.879	Biot.Gnaisse	226,2	214,3	3,07	0,7808	1713 ± 76	3
66	PT-32	NA.19-ZC	1.881	Biot.Granito	195,4	321,8	1,76	0,7457	1608 ± 103	3
	NE-CA-32	SA.20-VA	2.548	Leuco granito	260,0	39,9	19,8	1,2170	1797 ± 53	4
117	MA-RL-31	SA.20-VA	2.547	Gnaisse	77,0	493,0	0,45	0,7141	-	4
114	DA-RM-RL-02A	SA.20-VA	2.544	Granodiorito	186,1	256,1	2,11	0,7502	1492 ± 127	4
118A	MA-RL-13	SA.20-VA	2.532	Biot.Granito	168,3	357,0	1,36	0,7324	1399 ± 118	4
104	MI-AB-16.1	SA.20-VA	2.528	Granodiorito	113,5	341,4	0,96	0,7231	-	4

Continuação

+	PT-37	SC.20-VA	1.843	Gran.Gnaisse	194,7	82,6	6,92	0,8571	1530 ± 51	7
267B	PT-02.1	SC.20-ZA	761	Gnaisse	205,6	83,8	7,20	0,8565	1465 ± 58	7
292	PT-57.1	SC.20-VD	1.846	Biot.Gnaisse	219,6	81,6	7,91	0,8660	1419 ± 47	7
262	PT-29	SC.20-XC	2.332	Granito Catac.	461,7	60,9	22,8	1,0999	1210 ± 36	7
177	PT-17.2	SC.20-VB	1.845	Biot.Gnaisse	289,2	98,1	8,69	0,8961	1532 ± 47	7
275	PT-04	SC.20-ZB	2.223	Qz.Adamelito	80,0	291,8	0,79	0,7212	1422 ± 191	7
270	PT-06.A	SC.20-ZB	2.117	Granulito	116,7	315,7	1,07	0,7249	1297 ± 145	7
184	PT-23	SC.20-XA	2.331	Adamelito Catac.	303,5	114,1	7,80	0,8451	1254 ± 43	7
269	PT-88	SC.20-ZB	2.103	Granulito	129,4	78,4	4,81	0,7841	1148 ± 47	7
266	PT-43.1	SC.20-ZA	2.371	Granulito	201,9	82,4	7,17	0,8283	1200 ± 43	7
259	PT-61	SC.20-XC	3.033	Granulito	49,8	448,1	0,32	0,7109	-	7
51	5405	Venezuela	2.943	Gnaisse	257,8	169,4	4,45	0,8168	1747 ± 59	8
50A	5414	Venezuela	3.012	Granito	260,8	322,6	2,35	0,7557	1503 ± 84	8
50B	5415	Venezuela	3.013	Granito	269,0	229,5	3,42	0,7779	1487 ± 68	8
13	5511	Venezuela	2.944	Tonalito	222,4	165,8	3,92	0,7975	1643 ± 64	8
12	5523	Venezuela	2.945	Tonalito	248,0	163,6	4,44	0,8190	1788 ± 69	8
14	5524	Venezuela	2.946	Tonalito	273,6	150,2	5,34	0,8345	1688 ± 63	8
27	5271	Venezuela	3.003	Tonalito	276,7	204,0	3,96	0,7964	1606 ± 62	8
28	5287	Venezuela	3.004	Gnaisse	292,6	209,9	4,07	0,7815	1313 ± 57	8
29	5290	Venezuela	3.110	Gnaisse	205,1	169,3	3,53	0,7851	1578 ± 61	8
30	5310	Venezuela	3.005	Granito	207,0	200,8	3,01	0,7797	1728 ± 78	8
31	5322	Venezuela	3.006	Tonalito	296,1	177,2	4,89	0,8252	1709 ± 57	8
48	5360	Venezuela	3.007	Qz.Monzonito	181,9	262,2	2,02	0,7609	1924 ± 100	8
47	5362	Venezuela	3.008	Qz.Monzonito	264,3	270,1	2,85	0,7686	1555 ± 70	8
49	5359	Venezuela	3.009	Qz.Monzonito	142,5	340,1	1,22	0,7376	1864 ± 138	8
33	5449	Venezuela	3.010	Augen.Gnaisse	218,6	140,8	4,55	0,8270	1865 ± 63	8
9	5506	Venezuela	3.118	Tonalito	279,8	152,8	5,37	0,8430	1787 ± 60	8
10	5507	Venezuela	3.015	Tonalito	326,1	107,5	8,98	0,9357	1787 ± 53	8
15	5528	Venezuela	3.016	Tonalito	263,9	155,8	4,97	0,8341	1808 ± 61	8
16	5532	Venezuela	3.119	Tonalito	238,9	179,0	3,90	0,8061	1802 ± 70	8
26	5260	Venezuela	2.967	Granito	407,9	13,68	108	3,373	1712 ± 56	8
24	5056	Venezuela	2.947	Granito	209,5	254,6	2,39	0,7581	1545 ± 76	8
25	5052	Venezuela	2.948	Granito	340,7	85,5	11,83	0,9656	1535 ± 47	8
23	5049	Venezuela	2.949	Granito	279,6	193,1	4,24	0,8110	1741 ± 65	8
22	5033	Venezuela	3.002	Qz.Monzonito	164,8	174,2	2,76	0,7735	1729 ± 75	8
21	5030	Venezuela	3.107	Qz.Monzonito	117,2	196,9	1,73	0,7389	1370 ± 93	8
20	5036	Venezuela	3.108	Qz.Monzonito	187,9	148,3	3,70	0,8017	1817 ± 72	8
+	5215	Venezuela	3.109	Diorito	194,0	561,7	1,00	0,7300	1738 ± 184	8
19	5068	Venezuela	3.117	Granito	256,4	184,7	4,05	0,7939	1528 ± 59	8

Continuação

230	PT-53	SB.20-ZD	2.440	Gnaisse	179,5	266,1	1,96	0,7487	1554 ± 89	5
136	PT-149	SB.20-ZD	2.438	Adamelito	193,9	159,7	3,54	0,7800	1478 ± 65	5
148	PT-56-II	SB.20-ZD	2.380	Granod.Catac.	126,0	238,2	1,53	0,7342	1325 ± 108	5
142	PT-33	SB.20-ZD	2.739	Biot.Granito	222,6	277,8	2,33	0,7549	1492 ± 87	5
236	PT-25	SC.21-VC	878	Biot.Gnaisse	145,5	105,4	4,03	0,8039	1705 ± 76	6
234A	PT-32	SC.21-VC	879	Biot.Gnaisse	146,6	205,0	2,08	0,7563	1715 ± 118	6
228	PT-37	SC.21-VC	880	Biot.Gnaisse	159,1	163,3	2,83	0,7738	1687 ± 89	6
232A	PT-36.1	SC.21-VC	885	Biot.Gnaisse	178,5	175,2	2,97	0,7774	1697 ± 87	6
232B	PT-36.2	SC.21-VC	886	Biot.Gnaisse	179,3	177,2	2,95	0,7792	1751 ± 89	6
232C	PT-36.3	SC.21-VC	887	Biot.Gnaisse	175,1	165,2	3,08	0,7707	1483 ± 82	6
232D	PT-36.4	SC.21-VC	888	Biot.Gnaisse	193,3	176,1	3,20	0,7823	1682 ± 83	6
232E	PT-36.5	SC.21-VC	889	Biot.Gnaisse	180,8	172,7	3,05	0,7815	1746 ± 87	6
220	PT-07	SC.21-VD	775	Granófiro Catac.	151,7	232,5	1,86	0,7499	1648 ± 126	6
223	PT-04	SC.21-VD	777	Granófiro Gns.	223,9	68,6	9,66	0,9380	1678 ± 55	6
221	PT-16	SC.21-VD	695	Granodiorito	172,8	43,9	11,7	0,9872	1678 ± 52	6
233	PT-34	SC.21-VC	897	Gnaisse	128,2	87,0	4,30	0,7995	1529 ± 61	6
231	PT-07.A	SC.21-VC	1.257	Gnaisse Catac.	204,4	143,3	4,17	0,8051	1672 ± 75	6
186	PT-03	SC.21-VC	1.256	Granito	223,6	162,2	4,03	0,8056	1737 ± 76	6
240	PT-7	SC.21-YA	895	Biot.Qz.Diorito	73,3	195,9	1,09	0,7275	-	6
+	PT-14.1	SC.21-ZB	2.981	Adamelito	187,8	163,8	3,35	0,7856	1678 ± 68	6
230	PT-08	SC.21-VC	3.096	Granito Gnais.	199,3	48,8	12,2	0,9967	1666 ± 50	6
237	PT-19	SC.21-VC	896	Granito Gnais.	120,0	315,3	1,10	0,7286	-	6
285	PT-72.E1	SC.20-ZA	2.049	Diops.Granulito	4,6	236,3	0,05	0,7056	-	7
272	PT-86	SC.20-ZB	2.175	Adamelito	144,8	222,8	1,88	0,7448	1470 ± 90	7
286A	PT-46	SC.20-ZA	745	Biot.Gnaisse	168,8	130,4	3,77	0,7865	1505 ± 73	7
267A	PT-02.A1	SC.20-ZA	2.217	Granulito	160,6	104,3	4,49	0,7954	1402 ± 57	7
263	PT-67	SC.20-XC	2.051	Gnaisse	128,7	49,7	7,60	0,8488	1321 ± 43	7
277	PT-03	SC.20-ZB	741	Biot.Gnaisse	185,9	113,9	4,77	0,8150	1607 ± 72	7
258	PT-16A	SC.20-XC	740	Gnaisse Catac.	183,5	107,9	4,97	0,8170	1567 ± 63	7
180	PT-15.1	SC.20-VB	2.220	Biot.Adamelito	223,4	128,6	5,08	0,8176	1544 ± 54	7
112A	RM-RL.24A	SA.20-VA	2.526	Qz.Diorito	149,4	392,4	1,10	0,7312	1652 ± 206	4
116	MA-RL.19	SA.20-VA	2.558	Gnaisse Catac.	166,2	213,3	2,26	0,7550	1536 ± 127	4
119	MA-RL.03	SA.20-VA	2.556	Gnaisse	214,8	281,0	2,22	0,7517	1465 ± 79	4
120	MI-AB.07	SA.20-VA	2.555	Granodiorito Catac.	168,8	269,0	1,82	0,7440	1492 ± 94	4
121	RM-RL.24B	SA.20-VA	2.553	Granito Catac.	291,0	158,3	5,37	0,8111	1377 ± 51	4
115	NE-CA-38A	SA.20-VA	2.543	Granito	212,9	205,3	3,01	0,7596	1264 ± 63	4
145	PT-60	SB.20-ZD	2.503	Granito	280,3	33,4	25,7	1,3245	1616 ± 48	5
133	PT-69	SB.20-ZB	2.442	Adamelito	172,0	130,0	3,86	0,7810	1375 ± 60	5
296	PT-59	SC.20-YB		Charnoquito	21,3	256,2	0,24	0,7118	-	7

+ Amostras não localizadas no trabalho original

TABELA 2: DADOS ANALÍTICOS K-Ar NAS ROCHAS GRANITO-GNÁISSICAS REGIONAIS

Nº de Ordem	Nº Campo	Folha	Litologia	Material	Nº Lab.	%K	Ar^{40}_{rad} (ccSTP/g) x10^{-6}	%Ar^{40}_{atm}	Idade (m.a.)	Ref.
72B	UA/SP/31	NA.19-YB	Biot.Gnaisse	Biotita	3.246	6,62	489,70	1,12	1299 + 20	1
88	PA/SP/01	NA.19-YD	Gnaisse Tonalito	Biotita	3.247	5,92	471,60	0,86	1369 ± 14	1
86B	PA/SP/32B	NA.19-YD	Anfibolito	Anfibólio	3.256	1,11	91,87	3,51	1406 ± 19	1
58	CUI/EA/02	NA.19-ZA	Gnaisse Granod.	Biotita	3.257	7,44	594,80	1,02	1372 ± 16	1
85B	PA/SP/25A	NA.19-YD	Anfibolito	Anfibólio	3.261	1,07	80,86	1,12	1319 ± 15	1
70	UA/SP/39A	NA.19-YB	Anfibolito	Anfibólio	3.262	0,50	43,29	0,55	1450 ± 46	1
73B	UA/SP/18A	NA.19-YB	Anfibolito	Biotita	3.263	4,66	438,40	1,25	1535 ± 18	1
82	PA/SP/22	NA.19-YB	Granodiorito	Biotita	3.264	5,81	528,40	2,17	1501 ± 21	1
84	PA/SP/33	NA.19-YD	Gnaisse Qz.Dior.	Biotita	3.265	4,72	293,80	3,22	1149 ± 40	1
124	SE10/PT17	NA.19-ZD	Anfibolito	Anfibólio	3.284	0,26	31,05	3,61	1794 ± 59	1
91	AN/SP/01A	NA.19-YD	Anfibolito	Anfibólio	3.290	0,78	72,51	3,28	1517 ± 22	1
90	PA/SP/38A	NA.19-YD	Anfibolito	Anfibólio	3.295a	0,78	67,48	1,05	1445 ± 49	1
125	PT14/E/AP-25	NA.19-ZD	Biotita Gnaisse	Biotita	3.312	4,47	306,80	1,08	1231 ± 12	1
93	25A-66	NA.19-YD	Gnaisse	Biotita	821	6,31	498,0	3,88	1360 ± 34	9
94	27A-66	NA.19-YD	Gnaisse	Muscovita	911	8,65	654,9	1,05	1321 ± 34	9
69	AM-49	NA.19-YB	Gnaisse	Anfibólio	1.879	1,20	94,70	2,04	1360 ± 50	9
132	JTST-AM-1	SB.19-VB	Granito	Rocha Total	1.370	0,49	45,40	12,26	1519 ± 57	12
123	NECA-54	SA.20-VA	Qz.Diorito	Biotita	3.602	6,06	442,30	0,69	1287 ± 20	4
112B	RM-RL-24-A	SA.20-VA	Qz.Diorito	Biotita	3.606	7,20	530,00	0,78	1295 ± 19	4
118B	MA-RL-13	SA.20-VA	Biot.Granito	Biotita	3.624	7,48	532,60	0,73	1265 ± 15	4
122	MI-AB-40.2	SA.20-VA	Granito Metas.	Biotita	3.631	7,06	492,80	0,51	1248 ± 36	4
147	PT-84	SB.20-ZD	Biot.Granito	Biotita	3.586	7,18	597,00	0,94	1412 ± 22	5
152	PT-25	SB.20-ZC	Biot.Adamelito	Biotita	3.587	7,50	678,00	0,86	1496 ± 32	5
139	PT-04-A	SC.21-VD	Anfibolito	Anfibólio	2.977	1,16	92,89	2,80	1374 ± 17	6
234B	PT-47	SC.21-VC	Gnaisse	Biotita	2.980	7,67	607,50	1,07	1364 ± 16	6
229	PT-51	SC.21-VC	Gnaisse	Biotita	2.981	7,30	677,20	0,82	1522 ± 18	6
235	PT-52	SC.21-VC	Gnaisse	Biotita	3.001	7,43	797,10	0,84	1674 ± 27	6
227	PT-54	SC.21-VC	Anfibolito	Anfibólio	2.979	0,73	79,70	5,94	1694 ± 37	6
286B	PT-46	SC.20-ZA	Biot.Gnaisse	Biotita	2.933	6,48	399,2	0,93	1137 ± 28	7
249	PT-06-A	SC.20-ZB	Granulito	Biotita	3.490	4,77	434,6	3,90	1505 ± 25	7
271	PT-87	SC.20-ZB	Diorito	Plagioclásio	3.350	2,13	184,2	1,17	1453 ± 52	7
276	PT-04	SC.20-ZB	Adamelito	Rocha Total	3.473	4,19	186,5	0,39	887 ± 25	7
291	PT-57.1	SC.20-VD	Gnaisse	Biotita	3.505	6,94	550,0	0,58	1367 ± 54	7
264	MS1	SC.20-XC	Gnaisse	Anfibólio	1.950	1,66	112,4	3,17	1219 ± 55	9
297	Pombal 2	SC.20-YB	Granito	Biotita	-	6,48	940,0	5,83	2023 ± 26	9
165	RF-2	SC.20-VB	Granito	Biotita	-	7,08	520,0	7,25	1294 ± 17	9
176	RF-3	SC.20-VB	Granito	Biotita	-	5,70	386,1	13,63	1219 ± 24	9
32	5447-B	Venezuela	Aug.Gnaisse	Biotita	-	6,96	502,3	0,83	1277 ± 21	8
52	5406	Venezuela	Gran.Gnaisse	Biotita	-	7,24	557,1	0,23	1336 ± 26	8
8	5489	Venezuela	Qz.Monzonito	Biotita	-	6,63	626,4	0,82	1539 ± 27	8
46	5360	Venezuela	Qz.Monzonito	Biotita	-	6,96	549,7	1,10	1361 ± 65	8
11	5504	Venezuela	Gran.Gnaisse	Biotita	-	6,46	290,8	1,45	895 ± 15	8
7	240	Venezuela	Granito	Biotita	4.160	7,20	552,2	2,07	1335 ± 30	10
249	S1189	Venezuela	Granito	Anfibólio	4.161	0,42	65,15	1,66	2099 ± 30	10

TABELA 3: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA ROCHAS GRANULÍTICAS ADICIONAIS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
41	203.MI-4.1	NA.20-XD	Granulito	1.096	132	160	2,40	0,7657	1763 ± 118	2
45	326 E (1)	NA.20-YB	Charnoquito	1.099	112	488	0,67	0,7188	-	2
42	M-86	NA.20-ZD	Granulito	1.028	163	150	3,18	0,7898	1855 ± 94	2
167	PT-14F2	SC.19-XB	Hipers.Granul.	1.791	368,7	75,6	14,5	1,01502	1485 ± 45	11
168	PT-15F	SC.19-XB	Granulito	1.794	268,5	73,0	10,9	0,9509	1570 ± 47	11

vas (em torno de 1500 Ma.), mas não pode ser excluída a hipótese de um metassomatismo intenso de K e Rb, que possa ter afetado os granulitos. Dessa forma, ainda não é possível demonstrar, para qualquer ponto da Região Rio Negro-Juruena a existência de um "embasamento" continental pré-existente, e portanto condições ensiálicas. Tudo indica que em grande parte da área tal embasamento não existe e a Província Rio Negro-Juruena se desenvolveu em condições ensimáticas.

Rochas Supracrustais

Generalidades

As exposições de rochas supracrustais na Província Rio Negro-Juruena são muito escassas. Na região do Alto Rio Negro ocorrem ao longo do Rio Içana, onde formam a Cachoeira do Tunuí, e nas Serras Caparro e do Macaco, no extremo noroeste do Estado do Amazonas. Aparecem ainda, no sul da Venezuela nos Rios Cinaruco, Parguaza, Orinoco e no vale do Rio Villacoa. Na Região Porto Velho-Juruena essas exposições restringem-se ao longo do Rio Manicoré e em trecho próximo à foz do Rio Roosevelt, no Rio Aripuanã.

Essas rochas apresentam um metamorfismo típico de seqüências epizonais, tendo sido descritas, petrograficamente, como metassedimentos de baixo grau. Litologicamente esses metamorfitos são constituídos por quartzitos puros (monominerálicos), micáceos e ferruginosos, filitos, xistos, filonitos, vários conglomerados intraformacionais e matavulcânicas. Segundo Abreu e Dall' Agnol (1977), a composição destas rochas metavulcânicas varia de granítica a granodiorítica, sendo os termos intermediários (adamelitos), os mais freqüentes. Isto equivale a dizer que as rochas vulcânicas primitivas tinham caráter ácido, sendo os riodacitos predominantes.

McCandless (1965) denominou essas seqüências metassedimentares na Venezuela de Formação Cinaruco e Montalvão e Fernandes (1975) propuseram a denominação de Grupo Tunuí, para esse mesmo conjunto metassedimentar no Brasil. As rochas metavulcâni-

cas supracrustais tem sido incluídas pelos geólogos do Projeto RADAMBRASIL, no Complexo Xingú.

Pinheiro et.al. (1976) reportaram que a sedimentação que originou os metassedimentos Tunuí e Cinaruco apresenta características de depósitos em mar raso e continental e que em escala regional toda a seqüência foi afetada por uma tectônica de fundo e quebrável, que propiciou intensos dobramentos amplos e fechados.

Mendoza (1972) sugere a correlação entre a Formação Cinaruco e o Grupo Roraima, considerando que as diferenças existentes entre ambos (recristalização e metamorfismo) poderiam ser devidas, à condições tectônicas distintas.

Essas rochas supracrustais, segundo Pinheiro et. al. (1976) repousam sobre às rochas granito-gnáissicas regionais, apresentando direções estruturais NNW e NE.

Geocronologia

Até o momento, encontram-se disponíveis 10 determinações radiométricas para as seqüências supracrustais da Província Rio Negro-Juruena, sendo 6 pelo método Rb/Sr (Tabela 4) e as demais pelo método K-Ar (Tabela 5).

As rochas analisadas pelo método Rb/Sr, todas metavulcânicas da região do Rio Aripuanã, foram plotadas em diagrama isocrônico de referência, onde foi obtida uma isócrona com a idade de 1560 ± 80 Ma. e razão inicial de 0,701 ± 0,005 (Figura 5). Apesar da isócrona contar com apenas 6 pontos analíticos,ela possui confiabilidade, visto que os pontos apresentam certa colinearidade e estão bem distribuídos ao longo do diagrama isocrônico.

O metariodacito de número 160,analisado pelo método K-Ar, forneceu a idade de 1425 ± 44 Ma., que corresponde a época de resfriamento regional dessas rochas. As demais amostras datadas pelo método K-Ar, que constam da Tabela 5, como as amos-

TABELA 4: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA ROCHAS METAVULCÂNICAS DA SEQUÊNCIA SUPRACRUSTAL

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Nº Lab.	Litologia	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
115	PT-11-A	SB.20-ZD	2.445	Metariodacito	210,2	310,5	1,97	0,7456	1438 ± 106	5
113	PT-54	SB.20-ZD	2.441	Granito Pórfiro	235,4	147,7	4,65	0,7968	1377 ± 56	5
125	PT-138	SB.20-ZD	2.378	Metariodacito	179,6	158,6	3,30	0,7713	1402 ± 68	5
116	PT-55	SB.20-ZD	2.377	Metariodacito	200,9	316,6	1,84	0,7455	1532 ± 93	5
124	PT-139	SB.20-ZD	2.439	Granito Pórfiro	234,6	71,8	9,65	0,9089	1473 ± 46	5
86	PT-16	SC.20-XD	707	Metavulcânica	245,6	49,0	14,6	1,0540	1661 ± 50	5

TABELA 5: DADOS ANALÍTICOS K-Ar PARA AS ROCHAS DAS SEQUÊNCIAS SUPRACRUSTAIS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Material	Nº Lab.	%K	Ar^{40}_{rad} $\frac{(ccSTP)}{g} x10^{-6}$	$\%Ar_{atm}$	Idade (m.a.)	Ref.
100	PT06-1	SA.19-XB	Musc.Xisto	Muscovita	3.412	7,87	582,8	1,24	1301 ± 18	3
55	LP4.1-PT06	NA.19-ZA	Filonito	Muscovita	3.283	8,37	465,5	1,84	1053 ± 19	3
160	PT-11A	SB.20-ZD	Metariodacito	Biotita	3.595	4,82	405,0	1,42	1425 ± 44	5
131	BTst-1-Am	SB.19-VB	Xisto	Rocha Total	1.384	0,27	13,00	51,86	943 ± 61	12

tras de números 100, 55 e 131 forneceram respectivamente as idades de 1301 ± 18 Ma., 1053 ± 19 Ma.e 943 ± 61 Ma. Essas idades são consideradas mínimas para essas rochas, sendo, provavelmente, produtos de reativações e aquecimentos regionais.

McCandless (1961) corroborado posteriormente pelo Léxico Estratigráfico da Venezuela (1970) assinala efeitos térmicos na Formação Cinaruco, no vale do Rio Villacoa, produzido pela intrusão do Granito El Parguaza, atestando uma idade mínima de 1550 Ma., para esses metassedimentos. Entretanto, Mendoza (1972) contraria frontalmente essa observação relatando que não se nota qualquer contato intrusivo do Granito El Parguaza na Formação Cinaruco. A ausência de xenólitos dos metamorfitos dentro do granito e de hornfels, bem como a presença de um conglomerado monolítico na base da Formação Cinaruco, levou o autor op. cit. a concluir que esses metassedimentos situam-se discordantemente sobre o Granito El Parguaza, portanto teria uma idade mais jovem que o referido granito.

Fernandes et.al. (1977), levanta a possibilidade das rochas vulcânicas que ocorrem no Rio Traíra, com cerca de 1450 Ma. serem intrusivas nos metamorfitos do Grupo Tunuí, considerando-se que essas vulcânicas afloram em domínios do Grupo Tunuí e não apresentam metamorfismo, além de conterem seixos de quartzitos no seu interior. Cabe ressaltar, que até o momento não foram encontradas relações de campo que comprovem conclusivamente o caráter intrusivo dessas rochas vulcânicas no Grupo Tunuí.

Em resumo acreditamos que as rochas da seqüência supracrustal da Província Rio Negro-Juruena, tanto metassedimentares como metavulcânicas, sejam mais antigas que 1450 Ma. e mais novas que 1700 Ma. No entanto, essas seqüências epimetamórficas aparecem em vários lugares e não são passíveis de correlação direta, não podendo, portanto, excluir-se a hipótese de tratar-se de seqüências distintas com idades diferentes.

Vulcanismo Ácido-Intermediário

Generalidades

Sobre as Províncias Rio Negro-Juruena e Amazônia Central repousam extensas coberturas vulcânicas de composição ácida a intermediária, que não mostram evidências de perturbações tectônicas e metamorfismo regional.

Na Região Porto Velho-Juruena onde as manifestações vulcânicas foram expressivas, os vulcanitos, denominados de Teles Pires por Basei (1977), aparecem principalmente ao longo de uma faixa que acompanha a borda sul dos sedimentos do Grupo Beneficente na Chapada do Cachimbo. Distribuem-se, ainda no curso médio dos Rios Juruena, Teles Pires e Apiacás e no alto curso dos Rios Sucunduri e Roosevelt. No Rio Aripuanã existem boas exposições dessas rochas na região da Cachoeira dos Dardanelos.

Na região do Alto Rio Negro, as rochas vulcânicas possuem menor expressão e afloram somente ao longo do Rio Traíras, no nordeste do Estado do Amazonas, na região banhada pelo Rio Guayapo no Território Federal de Amazonas na Venezuela e no Rio Uaupés, já em território colombiano. Esses afloramentos são muito importantes, pois constituem os únicos representantes do vulcanismo ácido a intermediário extrusivo, que aparece na Província Rio Negro-Juruena, acima da sinéclise do Amazonas.

Litologicamente esses conjuntos vulcânicos são constituídos por riolitos, riodacitos, dacitos, granófiros,ignimbritos, tufos e andesitos,, sendo que as rochas de composições dacíticas e riodacíticas são largamente predominantes sobre os demais tipos petrográficos.

As vulcânicas Teles Pires recobrem discordantemente as rochas gnáissicas e migmatíticas sintectônicas e estão sotopostas aos sedimentos que constituem o Grupo Beneficente. As relações de contato entre esses sedimentos e os vulcanitos são tectônicas, através de intensos falhamentos que ocorreram sobretudo, na borda sul da área de ocorrência das coberturas sedimentares. Essas lavas, normalmente, preenchem depressões tectônicas, tipo intra-fossa no embasamento, onde seus restos freqüente

mente encontram-se embutidos por falhas.

Geocronologia

Foram analisadas radiometricamente 45 amostras referentes a essas lavas ácidas a intermediárias, cujos dados analíticos encontram-se na Tabela 6. A partir desses dados foram elaboradas duas isócronas Rb/Sr, uma para as vulcânicas Teles Pires (Região Porto Velho-Juruena) e outra para as vulcânicas Traíras (Região Alto Rio Negro). Além das amostras analisadas pelo Projeto RADAMBRASIL, foram utilizadas as datações apresentadas por Cordani e Mantovani (1976), obtidas em amostras coletadas ao longo da Rodovia Br-163 Cuiabá-Santarém, a sul da base aérea de Cachimbo.

As vulcânicas Teles Pires, quando plotadas em diagrama isocrônico Rb/Sr, situaram-se próximas de uma isócrona de referência com idade de 1651 ± 18 Ma., e razão inicial de 0,703 ± 0,001 (Figura 6). O valor da idade parece apresentar boa confiabilidade, visto que o cálculo foi elaborado com 35 pontos analíticos, e os mesmos encontram-se bem distribuídos ao longo da reta. A dispersão dos pontos no diagrama pode ser explicado pelo fato das amostras pertencerem a unidades litológicas diferentes, que afloram em uma área global de 300.000 km^2 e portanto não seriam rigorosamente cogenéticas.

Pontos situados abaixo da isócrona significam idades pouco mais jovens e pontos acima ou idades pouco mais velhas ou razões iniciais mais elevadas. Entretanto, cabe observar que muitas das amostras datadas possuem valores muito baixos em Sr, e portanto são susceptíveis de sofrer modificações químicas significativas, que podem explicar a dispersão observada.

O baixo valor obtido para a razão inicial "média", nos permite considerar a idade acima como a de formação do conjunto vulcânico, e que essas lavas evoluiram a partir de um material diferenciado do manto em épocas não muito distantes no tempo e/ou por fusão parcial de crosta com baixa relação Rb/Sr.

Duas amostras apresentaram idades anômalas ao pa-

drão geocronológico do conjunto vulcânico, são elas as amostras números 188 e TP-10.

A amostra 188 forneceu idade convencional de 2502 ± 73 Ma. que é um valor bastante elevado em comparação com as idades das demais vulcânicas de toda a região amazônica. Esse resultado, provavelmente deve-se a ocorrência de um desequilíbrio isotópico, resultante de uma entrada de Sr ou saída de Rb, tendo em vista que em estudo micropetrográfico essa rocha mostrou-se intensamente fraturada e preenchida por materiais secundários.

Quanto ao riolito TP-10, com 1270 ± 38 Ma., do mesmo modo, Basei (1977) considera essa idade como produto de transformações sofridas pela rocha, cuja matriz apresenta-se recristalizada, rica em sericita e com espessas lamelas de muscovita. A formação desses materiais secundários, provavelmente alterou a relação Rb/Sr original, fornecendo a idade anômala.

Basei (op.cit.) apresentou uma isócrona Rb/Sr de referência para as vulcânicas Teles Pires, com 23 pontos analíticos computados, onde obteve uma idade de 1561 ± 18 Ma. com λ Rb=1,47x 10^{-11}anos^{-1} e uma razão inicial de 0,705 ± 0,001, o que corresponderia a uma idade de aproximadamente 1615 Ma. se for recalculada com λRb= 1,42 x 10^{-11}anos^{-1}. Tassinari et.al. (1978) reestudando essas vulcânicas, mostraram uma isócrona Rb/Sr de referência, com 29 pontos analíticos, que forneceu a idade de 1676 ± 18 Ma. (λRb= 1,42 x 10^{-11} anos^{-1}), com uma razão inicial de 0,704 ± 0,001. Neste sentido, a idade conseguida nesse estudo, para as vulcânicas Teles Pires, com um maior número de pontos analíticos, em verdade apenas confirmam as idades obtidas nos estudos anteriores.

Basei (1977) utilizando o gráfico apresentado por Condie (1973) verificou que na época de formação dessas rochas vulcânicas, a crosta já teria uma espessura superior a 30 km, o que permitiria o estabelecimento das condições de pressão e temperatura necessárias para a formação de magmas e sua posterior ascenção para a superfície. O calor necessário para a fusão e o mecanismo formador dessas magmas, poderiam ser explicados por falhamentos profundos associados a zonas de alto gradiente térmico. As falhas seriam os próprios condutos pelos quais as vulcânicas

TABELA 6: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA AS ROCHAS VULCÂNICAS ÁCIDAS A INTERMEDIÁRIAS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
95	PT-03/SE-EP17	SA.19-VB	Riolito	1.368	112,0	49,9	6,59	0,8553	1586 ± 54	3
96A	PT-26D	SA.19-VB	Riolito	2.073	115,5	135,8	2,47	0,7641	1662 ± 79	3
96B	PT-26A	SA.19-VB	Riolito	2.075	116,3	52,8	6,46	0,8472	1533 ± 52	3
96B	PT-26B	SA.19-VB	Riolito	4.135	193,7	33,8	17,1	1,0760	1506 ± 44	3
96D	PT-26.1	SA.19-VB	Dacito	1.793	96,9	130,0	2,16	0,7542	1581 ± 115	3
239	PT-49	SC.21-YA	Riodacito Cat.	877	161,7	243,1	1,93	0,7499	1618 ± 122	6
246	6.50-OHB	SC.21-YA	Dacito Catac.	882	76,6	73,9	3,02	0,7739	1590 ± 87	6
245	7.30-OHB	SC.21-YA	Dacito Catac.	909	38,3	47,9	2,31	0,7485	1306 ± 96	6
241	PT-38	SC.21-YA	Riolito	-	57,9	28,3	5,98	0,8480	1658 ± 60	6
216A	PT-21-A-B	SC.21-VD	Riolito	631	156,5	31,2	14,9	1,0590	1642 ± 50	6
216B	PT-21-A-A	SC.21-VD	Riolito	630	159,5	19,7	24,4	1,2530	1565 ± 47	6
248	PT-10-B2	SC.21-YA	Riolito	763	180,7	12,0	47,4	1,7960	1603 ± 48	6
247	4.90-OHB	SC.21-YA	Riodacito	884	113,5	48,4	6,89	0,8669	1635 ± 56	6
301	7.32-OHB	SC.21-YA	Dacito	908	75,2	31,9	6,90	0,8607	1566 ± 55	6
243A	7.05-OHB	SC.21-YA	Riolito	911	132,2	17,7	22,7	1,2200	1578 ± 51	6
238	PT-44	SC.21-YA	Tufo Dacítico	-	169,0	88,6	5,58	0,8281	1535 ± 59	6
157	W-251	SC.21-VA	Riolito	1.254	227,4	91,4	7,32	0,8792	1656 ± 56	6
243B	7.05-OHB.1	SC.21-YA	Riolito	1.091	129,7	19,1	20,6	1,1882	1634 ± 48	6
212	PT-22.1	SC.21-ZB	Riolito	2.960	243,4	22,3	33,6	1,4314	1505 ± 49	6
153	PT-2903	SC.21-XB	Riolito	2.986	114,9	477,0	0,70	0,7231	-	6
189	PT-59	SC.21-VC	Riodacito	2.987	141,7	527,9	0,78	0,7224	-	6
190	PT-61	SC.21-VC	Tufo Dacitico	2.989	78,1	634,9	0,36	0,7105	-	6
188	PT-33A	SC.21-VA	Riolito	2.991	155,5	51,8	8,97	1,0292	2502 ± 73	6
154	PT-20A-2	SC.21-XB	Riolito	3.018	153,1	159,3	7,61	0,8893	1686 ± 55	6
215	PT-13-2	SC.21-ZA	Riolito	3.094	62,1	333,1	0,54	0,7151	-	6
194	PT-159	SC.21-XD	Riolito	2.965	214,5	11,9	58,6	2,1428	1703 ± 52	6
197	PT-26	SC.21-XC	Riolito	3.186	259,8	13,6	57,8	2,1579	1747 ± 53	6
244	PT-G05C	SC.21-YA	Riodacito	883	153,9	135,2	3,32	0,7871	1720 ± 80	6
196	CB-56	SC.21-XD	Riolito	1.896	179,5	11,8	49,2	1,8840	1666 ± 50	6
198	CB-39	SC.21-XD	Riolito	1.673	174,7	11,7	48,1	1,8170	1573 ± 48	6
302	CB-55	SC.21-XD	Riolito	1.895	204,3	11,0	60	2,0410	1527 ± 46	6
199	CB-34	SC.21-XD	Riolito	1.741	230,5	5,2	178,6	4,7620	1582 ± 54	6
200	CB-35	SC.21-XD	Riolito	1.898	248,0	8,4	108,9	3,4500	1753 ± 56	6
*	TP-10	SC.21-XC	Riolito	565	260,5	27,4	28,9	1,2318	1270 ± 38	6
201	CB-37	SC.21-XD	Riolito	1.742	226,8	7,12	121,0	3,8710	1819 ± 60	6
257	PT-18	SC.20-ZD	Dacito	2.365	92,8	206,4	1,30	0,7324	1464 ± 124	7
254	PT-71	SC.20-ZB	Riodacito	2.219	125,1	322,5	1,12	0,7304	1570 ± 157	7
161	PT-51	SC.20-XB	Dacito	2.363	91,6	320,7	0,82	0,7278	-	7
252	PT-63	SC.20-ZB	Tufo Dacitico	2.225	123,7	101,8	3,54	0,7868	1607 ± 61	7
256	PT-38	SC.20-ZB	Tufo Dacitico	2.356	89,8	403,8	0,64	0,7177	1398 ± 45	7
253	PT-67	SC.20-ZB	Dacito	2.226	79,6	211,7	1,09	0,7291	1542 ± 150	7
6	S46-A	Venezuela		2.922	318,9	104,1	9,03	0,8859	1398 ± 45	8
4	550	Venezuela		2.923	333,5	117,8	8,33	0,8745	1419 ± 47	8
5	2404	Venezuela	Hornfelsito	3.112	293,4	102,0	8,47	0,8766	1413 ± 46	8

subiriam, formando na superfície as estruturas tipo "rift" nas quais tanto as coberturas vulcânicas como as sedimentares associadas seriam preservadas.

Fernandes et.al. (1977) apresentaram uma isócrona Rb/Sr em amostras provenientes de um mesmo afloramento, para as rochas vulcânicas que afloram ao longo do Rio Traíra, na região do Alto Rio Negro, que forneceu a idade de 1496 ± 30 Ma., com uma razão inicial de 0,710 ± 0,002 (Figura 7).

O elevado valor da razão inicial desse conjunto vulcânico, nos permite admitir, que essas lavas ácidas originaram-se a partir de refusão de material crustal pré-existente e evoluído em épocas anteriores. A imprecisão no cálculo dessa razão deve-se a inexistência de pontos analíticos próximos a origem.

Na isócrona do conjunto vulcânico Traíra foram adicionados três pontos referentes às lavas ácidas que ocorrem no Rio Guayapo, na Venezuela. Esses pontos analíticos situaram-se pouco abaixo da isócrona traçada, mas sugerindo idades mais jovens. Entretanto, os três pontos são muito próximos entre si e não definem claramente um alinhamento. Numa explicação alternativa, o material do Rio Guayapo poderia ter aproximadamente a mesma idade do vulcanismo Traíra, mas razão inicial mais baixa, da ordem de 0,702, sugerindo fontes distintas.

De qualquer maneira é interessante notar idades diferentes para as vulcânicas ácidas a intermediárias na parte Alto Rio Negro e na parte Porto Velho-Juruena da Província Rio Negro-Juruena. Este fato pode significar que as áreas tiveram evolução tectônica distinta, ou pode indicar que as vulcânicas acima sejam molassóides de diferentes idades ligadas a episódios de "rift" com idades distintas, ou, ainda, mais provavelmente, que algumas dessas lavas formaram-se relativamente próximas dos episódios sintectônicos, e outras tardias e/ou claramente pós-tectônicas.

Magmatismo Granítico Pós-Tectônico Sub-Vulcânico

Generalidades

Intimamente relacionadas aos conjuntos vulcânicos, com relações cogenéticas evidentes, existem rochas graníticas, de características sub-vulcânicas, com tendências alasquíticas e formas geomorfológicas anelares, que estão condicionadas ao mesmo ambiente de formação das lavas ácidas a intermediárias. Esses corpos graníticos podem ser formados contemporaneamente ao episódio vulcânico, ou um pouco antes, ou um pouco depois.

Basei (1974) demonstrou que a associação de rochas de composição granítica e vulcânicas é uma constante para toda a parte meridional do Cráton Amazônico. Posteriormente, Montalvão (1975) demonstrou o mesmo fenômeno também para a parte norte, onde existe uma passagem gradual das rochas vulcânicas para as plutônicas no Grupo Uatumã. Nos países vizinhos, a norte, também foram constatadas a presença de corpos graníticos associados às vulcânicas tipo Dalbana, Cuchivero e Burro-Burro.

Ao que parece, dentro dos domínios da Província Rio Negro-Juruena os granitos sub-vulcânicos distribuem-se apenas na Região Porto Velho-Juruena, onde a ocorrência de rochas vulcânicas é expressiva. Silva et.al. (1974) denominaram esses corpos graníticos de "Granitos Teles Pires", pelo fato da maior incidência desses corpos, acompanharem a faixa de eruptivas ácidas instaladas na região banhada pelo rio Teles Pires. A distribuição geográfica desses granitóides encontra-se subordinada a área de ocorrência dos vulcanitos Teles Pires.

As relações de contato entre esses granitos intrusivos e suas formações encaixantes são discordantes. Normalmente os granitos encontram-se intrudidos nas rochas vulcânicas da Formação Teles Pires, entretanto, muitas vezes aparecem encaixadas nas rochas granito-gnáissicas regionais.

Essesmaciços graníticos que possuem parâmetros químicos e petrográficos muito similares, são constituídos por biotita-ortoclásio granitos eqüigranulares e por granitos tipo "rapakivi", cuja diferença reside essencialmente na textura, visto que a mineralogia é a mesma.

Macroscopicamente os granitos equigranulares apresentam coloração rósea devido ao feldspato alcalino, seu principal constituinte. Quanto a granulação varia de média a grossa, por vezes chegando a pegmatítica. Geralmente são rochas leucocráticas com variedades alasquíticas. Ao microscópio a uniformidade textural é comprovada, sendo sempre granulares hipidiomórficas. A mineralogia essencial é constituída por alcalis-feldspatos e quartzo, dentre os máficos sobressai a biotita. Os minerais acessórios são raros e constituem-se de alanita, apatita, epidoto, titanita e fluorita.

Os granitos tipo "rapakivi" possuem essencialmente quartzo e alcali-feldspato, com a presença subordinada de plagioclásio e poucos máficos. O ortoclásio formador dos ovóides é pertítico, encontra-se, geralmente argilizado, por vezes é maclado tipo "Carlsbad", e é envolvido por plagioclásios. Os minerais ferromagnesianos resumem-se a lamelas esparsas de biotitas cloritizadas, e dentre os acessórios destacam-se a fluorita, zircão, apatita e esfeno.

Geocronologia

Encontram-se disponíveis até o momento, 14 determinações geocronológicas nos granitos sub-vulcânicos da Província Rio Negro-Juruena, todas elas pelo método Rb/Sr, cujos dados analíticos encontram-se na Tabela 7.

Estes dados foram tratados em diagrama isocrônico Rb/Sr por Tassinari et.al. (1978), onde os pontos distribuem-se ao redor de isócrona de referência com idade de 1602 ± 15 Ma. e razão inicial de 0,707 ± 0,001 (Figura 8). A distribuição dos pontos no diagrama é parecida com as vulcânicas, podendo ser aplicados os mesmos comentários do ítem anterior. O valor da idade, lembrando que trata-se de isócrona de referência, é pouco mais jovem do que aquele calculado para as rochas vulcânicas da Figura 6.

Esta isócrona, apesar de representar um valor "médio", possui confiabilidade, tendo em vista que foi elaborada

TABELA 7: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DOS GRANITOS SUBVULCÂNICOS PÓS-TECTÔNICOS

de em	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	idade (m.a.)	Ref.
	PT-27	SC.21-XD	Granito Pórfiro	632	312,8	20,0	49,8	1,8690	1627 ± 49	6
	PT-41-G1-2	SC.21-XD	Granito Alask.	710	159,8	22,2	21,6	1,1971	1586 ± 47	6
	PT-09	SC.21-VD	Musc.Granito	1.258	170,6	41,1	12,3	0,9940	1629 ± 57	6
	PT-17-2	SC.21-VD	Granito Rapak.	1.281	366,1	109,9	9,85	0,9274	1572 ± 53	6
	PT-21-AS15	SC.21-VD	Granito Rapak.	1.282	358,0	61,7	17,4	1,1169	1641 ± 52	6
	PT-33	SC.21-ZB	Adamelito	2.958	153,9	105,8	4,25	0,8009	1572 ± 60	6
	PT-19-A-1	SC.21-ZB	Adamelito	2.959	136,8	291,8	1,36	0,7376	1666 ± 138	6
	PT-25.2	SC.21-ZB	Micro Granito	2.975	159,9	199,3	2,34	0,7613	1677 ± 81	6
	PT-53	SC.21-XD	Granito Rapak.	2.976	155,9	302,6	1,50	0,7408	1665 ± 115	6
	PT-23.1	SC.21-ZB	Micro Granito	2.978	154,1	388,0	1,15	0,7326	1669 ± 196	6
	PT-45	SC.21-ZB	Granodiorito	2.988	200,7	87,8	6,72	0,8561	1568 ± 53	6
	PT-24	SC.21-XD	Granito Granof.	2.990	179,8	56,5	9,42	0,9319	1678 ± 51	6
	PT-54	SC.21-XD	Granito	2.966	161,0	14,3	34,8	1,4912	1572 ± 47	6
	M-05	SC.21-VA	Granito	1.090	289,6	35,1	25,2	1,2800	1587 ± 49	6

com 14 pontos analíticos com boa distribuição espacial ao longo da reta. O baixo valor obtido nos cálculos do MSWD, em torno de 1.000, parece atestar a cogeneticidade das amostras datadas, formadas portanto, num mesmo processo evolutivo.

A razão inicial da isócrona dos granitos sub-vulcânicos Teles Pires é pouco maior do que a das vulcânicas, o que permite considerar que os mesmos originaram-se, a exemplo das eruptivas ácidas Teles Pires, a partir de parcela pouco mais expressiva de material crustal com baixa relação Rb/Sr, adicionado a material oriundo do manto.

Coberturas Sedimentares Pré-Cambrianas

Generalidades

Na Região Porto Velho-Juruena existem extensas coberturas de rochas sedimentares pré-cambrianas. As exposições dessas rochas encontram-se principalmente, na Chapada do Cachimbo, que ocupa parcialmente os Estados do Pará,Amazonas e Mato Grosso do Norte,nas Chapadas dos Dardanelos e dos Caiabis, no noroeste do Estado do Mato Grosso do Norte e na Serra da Providência, a leste do Território Federal de Rondônia. Ocorrem, ainda, algumas exposições menos expressivas no interflúvio dos Rios Jiparaná e Roosevelt. Além disso,na área do Alto Rio Negro, as coberturas sedimentares são escassas e com áreas de ocorrência mais restritas nos domínios da província objeto desse estudo, aflorando apenas na região limítrofe entre Venezuela e o Estado do Amazonas.

De uma maneira geral,tais coberturas sedimentares depositaram-se em grandes grabens, formados por falhamentos alinhados segundo a direção NNW-SE. Tal é o caso das seqüências que ocorrem nas Chapadas do Cachimbo e Caiabís. Petrograficamente o conjunto sedimentar é composto principalmente por conglomerados, arenitos, arenitos conglomeráticos,argilitos, siltitos calcíferos e subordinadamente ocorrem metarcóseos e quartzitos.

Almeida e Nogueira Filho (1959), ao efetuarem o levantamento geológico da região do Rio Aripuanã, denominaram a seqüência sedimentar que ocorre na Chapada do Cachimbo de Grupo Beneficente. Segundo esses autores, o ambiente de deposição seria epinerítico, com o conjunto de sedimentos marinhos de águas rasas relacionados a um mar transgressivo sobre uma área pré- cambriana tectonicamente estável. Na borda sudeste da área de ocorrência do Grupo Beneficente os sedimentos encontram-se dobrados e metamorfisados, devido à ação de uma tectônica de falhamentos com basculamento de blocos, possivelmente acompanhadas por intrusões magmáticas ácidas.

No alto curso do Rio Aripuanã, na Cachoeira dos Dardanelos, Almeida e Nogueira Filho (op.cit.) observaram um pacote arenítico de aproximadamente uma centena de metros de espessura, cuja parte basal é constituída por um conglomerado polimítico que contém seixos de rochas vulcânicas, denominando-o de Formação Dardanelos.

Na confluência dos Rios Apiacás e Teles Pires, borda sudoeste do Grupo Beneficente, o autor do presente trabalho constatou situação geológica semelhante, concluindo que as rochas sedimentares repousam sobre as rochas vulcânicas Teles Pires.

No caso de coberturas sedimentares, depositadas em grande parte por condicionamentos tectônicos, as correlações são duvidosas, visto que processos recorrentes, numa região qualquer, podem levar ao aparecimento de seqüências sedimentares (ou vulcano-sedimentares) semelhantes, embora de idades diferentes. Tal é o caso da Região Porto Velho-Juruena, em que os sedimentos que aparecem na Serra da Providência, na Serra dos Três Irmãos e na Serra do Machado por exemplo, foram correlacionados litologicamente por Leal et.al. (1978) que os incluiu no denominado Super Grupo Uatumã, e tal é o caso também da região do Alto Rio Negro, em que seqüências sedimentares similares estão sendo agrupadas sobre a mesma denominação (Grupo Roraima), embora suas correlações com a unidade tipo, na Serra do Roraima, sejam incertas.

Segundo Silva et.al. (no prelo) os sedimentos

que aparecem na Chapada dos Caiabís encontram-se intercalados com lavas basálticas, sendo denominada, toda esta seqüência, de Grupo Caiabís.

Geocronologia

Os sedimentos que constituem o Grupo Beneficente, situados na Província Amazônia Central, em sua borda sudoeste, encontram-se bem posicionados crono-estratigraficamente, visto que estão sobrepostos às vulcânicas Teles Pires, datadas em torno de 1650 Ma. e cortados por diques de diabásios datados em aproximadamente 1300 Ma.

Em virtude das experiências bem sucedidas realizadas com datações de rochas sedimentares por Cordani, Kawashita e Thomaz Fº. (1978), tentativamente foram realizadas duas idades Rb/Sr em sedimentos do Grupo Beneficente, uma em rocha total e a outra em fração fina, constituída essencialmente de argilo- minerais, que forneceram idades em torno de 1400 Ma. (Tabela 8). Essas idades foram interpretadas como a provável época da diagênese dessas rochas. A idade radiométrica obtida, concorda plenamente com a idade relativa das rochas do Grupo Beneficente, mencionada pouco antes.

Adicionalmente também foram datados dois metacórseos que ocorrem na Serra da Providência (amostras nº 274 A,B), pelo método Rb/Sr em rocha total, sendo que a amostra 274A apresentou idade de 1365 ± 42 e a 274B, 1468 ± 46 Ma. (Tabela 8). Essas idades devem representar a época do metamorfismo de contato dessas rochas, devido a intrusão do Granito Serra da Providência, cujas datações são da mesma ordem. (Ver capítulo VI).

A seqüência sedimentar que ocorre na Chapada dos Caiabís encontra-se interrompida por dois ciclos vulcânicos representados por derrames de basaltos. O inferior foi datado em 1400 Ma. e o superior em 1200 Ma. (amostras nºs 225 e 226 respectivamente, Tabela 9). Embora o número de datações seja pequeno (uma em cada derrame), as duas análises são de boa qualidade e ambas representam valores mínimos. O fato de apresentarem-se na seqüên-

TABELA 8: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS SEDIMENTARES PRÉ-CAMBRIANAS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
274A	PT-34-A1	SC.20-ZA	Meta-arcoseo	713	131,8	22,1	16,95	1,0367	1365 ± 42	7
274B	PT-34-A2	SC.20-ZA	Meta-arcoseo	711	103,7	23,3	12,61	0,9707	1468 ± 46	7
191A	CB-57RT	SC.21-XD	Siltito	1.667	180,9	40,0	13,47	1,0072	1562 ± 46	10
191B	CB-57FF	SC.21-XD	Siltito	1.671	260.9	23,9	33,64	1,3749	1387 ± 41	10

cia estratigráfica correta parece indicar tratar-se de valores confiáveis, que aparentemente posiciona o período de deposição do Grupo Caiabís numa época próxima a 1400-1200 Ma.

Por assim ser define-se uma época próxima a 1400 Ma. para caracterizar todas as seqüências vulcano- sedimentares associadas ao Ciclo Rio Negro-Juruena, sobrepostas às vulcânicas Teles Pires. Isto contrasta claramente com as idades do Grupo Roraima, próximas a 1800 Ma. na República da Guiana, Venezuela e Brasil, (Basei e Teixeira, 1975) e com as idades em torno de 1200 Ma. para o conjunto vulcano-sedimentar São Lourenço Palmeiral (Basei, 1977), em Rondônia.

Magmatismo Básico

Generalidades

A presença de magmatismo básico relacionado a evolução geotectônica da Província Rio Negro-Juruena foi constatada, tanto sobre a própria província como sobre o seu antepaís, a Província Amazônia Central. As eruptivas básicas ocorrem sob as formas de diques, sills, pequenos stocks e até mesmo em derrames, como na Chapada dos Caiabís. Intrudem as rochas granito - gnáissicas regionais, as vulcânicas ácidas e as coberturas sedimentares pré-cambrianas.

Segundo Teixeira (1978) o magma básico ter-se- ia originado no manto superior e ascendido para a superfície através de fraturas profundas, geneticamente relacionadas a fenômenos de tração da crosta continental. Os grandes lineamentos que seccionaram todo o Cráton Amazônico, tais como os do Cachorro, Tapajós e Mello Nunes, orientados segundo NE-SW por exemplo, foram importantes condicionantes para a formação desse magmatismo básico de cárater anorogênico.

A distribuição geográfica dos corpos ígneos básicos na área em estudo é bem ampla, sendo que em sua parte setentrional as ocorrências concentram-se a norte do Território Fede-

ral de Roraima, no vale do Rio Mapuera e no interflúvio dos Rios Trombetas e Cachorro. Já a sul da Bacia do Amazonas além dos derrames basálticos da Chapada dos Caiabís, destacam-se as ocorrências da região dos Rios Ciriquiqui e Curuquetê (Dreher et. al. 1976), ao longo do Rio Aripuanã e ainda na borda sul da Chapada do Cachimbo. Estas últimas ocorrências são de pequenas dimensões, apresentando poucos metros de espessura.

Os aspectos genéticos, geocronológicos e implicações tectônicas das rochas básicas, foram estudadas pormenorizadamente por Teixeira (1978). Outras sínteses sobre a geologia da Região Amazônica também abordaram esses assuntos embora mais superficialmente, como exemplo podemos citar as de Amaral (1974), Montalvão (1976), Issler (1977) e Montalvão e Bezerra (1980).

Geocronologia

Foram realizadas até o momento 34 determinações radiométricas pelo método K-Ar em amostras representativas do magmatismo básico que afetou a região em aprêço. Seus dados analíticos encontram-se na Tabela 9.

Os resultados obtidos variam num amplo intervalo de tempo dentro do 1500 até 200 Ma.. O exame do histograma de idades da figura 9 indica claramente a grande concentração de idades em torno de 1400 Ma., outras análises em torno de 1000, 700 a 500 Ma. e algumas com valores próximos a 200 Ma.

Pelo fato dessas rochas serem característica de resfriamento rápido, consideraremos as idades obtidas como próximas a época de formação dessas rochas.

Através do grande número de dados entre 1500 e 1300 Ma., constatou-se a existência de fenômenos magmáticos básicos anorogênicos relacionados a fase de instabilidade tectônica que precedeu a cratonização da Província Rio Negro-Juruena.

Algumas amostras apresentaram idades mais jovens, próximas a 1100 Ma.. Essas amostras representam provavelmente,vul

TABELA 9: DADOS ANALÍTICOS K-Ar PARA O MAGMATISMO BÁSICO

Nº de Ordem	Nº Campo	Folha	Litologia	Material	Nº Lab.	%K	$Ar^{40}_{rad}(\frac{ccSTP}{g})x10^{-6}$	$\%Ar^{40}_{atm}$	Idade (m.a.)	Ref.
130	AS-229-B	SB.21-XB	Diabásio	RTO		2,27	202,20	0,40	1479 ± 65	17
119	PT-26.2	SB.20-ZD	Diabásio	RTO	3.569	1,78	151,80	0,48	1436 ± 16	5
35	PT-292D	NA.20-VD	Diabásio	Plag.	-	1,28	108,00	4,95	1425 ± 58	9
108	PJ-8	SA.21-VA	Diabásio	Plag.	3.203	1,09	92,44	3,70	1430 ± 32	13
137	PT-36	SB.20-ZB	Metadiabásio	RTO	3.576	1,49	126,10	1,63	1427 ± 22	5
304	TR-79	SA.21-VB	Diabásio	RTO	1.944	1,85	154,00	2,19	1412 ± 50	9
305	PT-17	SA.21-VB	Diabásio	Plag.	3.199	2,93	238,00	0,80	1388 ± 39	13
110	PT-J7	SA.21-VA	Diabásio	RTO	3.240	0,78	62,77	1,30	1383 ± 19	13
109	PT-21B	SA.21-VA	Oliv.Diabásio	Plag.	3.201	0,76	61,78	2,00	1389 ± 37	13
255	PT-26.1	SC.20-XD	Basalto	RTO	3.568	2,14	171,30	2,20	1374 ± 18	7
138	PT-18.1	SB.20-ZB	Oliv.Diabásio	Plag.	3.588	0,66	52,90	1,59	1374 ± 18	5
18	CUJ-1	NA.20-VB	Diabásio	RTO	1.887	0,70	54,11	33,66	1340 ± 65	9
44	INM030-C	NA.21-ZA	Basalto	RTO	3.680	1,21	93,00	1,06	1335 ± 67	14
209	CB-15	SC.21-ZB	Diabásio	RTO	3.402	0,88	67,89	1,15	1340 ± 43	15
210	CB-11	SC.21-ZB	Diabásio	RTO	3.401	2,76	210,10	0,41	1329 ± 59	15
205	CB-19	SC.21-ZB	Gabro	Plag.	3.400	0,79	57,24	9,19	1280 ± 20	15
203	PT-06-B2	SC.21-ZB	Diabásio	Plag.	3.727	1,52	124,50	4,33	1395 ± 16	6
226	PT-14.3	SC.21-YB	Diabásio	RTO	3.740	0,32	22,12	19,76	1233 ± 20	6
187	PT-31.3A	SC.21-VA	Diabásio	Plag.	3.762	0,94	69,33	6,16	1297 ± 27	6
225	PT-12.2	SC.21-YB	Diabásio	RTO	3.781	0,45	37,50	4,94	1422 ± 14	6
155	PT-75	SC.21-VB	Diabásio	Plag.	3.779	0,55	14,55	11,24	571 ± 6	6
224	PT-02.2	SC.21-ZA	Basalto	RTO	3.796	1,08	40,89	3,34	777 ± 9	6
284	PT-52	SC.20-ZD	Diabásio	Plag.	3.567	0,05	3,88	17,40	1379 ± 22	7
139	PT-09.II	SB.20-ZD	Metadiabásio	Plag.	3.585	,51	161,60	0,85	1176 ± 26	5
140	PT-11.III	SB.20-ZD	Diabásio	Plag.	3.578	1,65	115,80	1,57	1249 ± 16	5
299	PT-23.II	SB.20-ZD	Diabásio	RTO	3.577	0,40	3,69	61,40	223 ± 9	5
207	PT-66.II	SB.20-ZD	Diabásio	Plag.	3.583	0,87	8,21	20,50	227 ± 3	5
144	AM-104	SB.20-ZD	Diabásio	RTO	-	0,07	0,536	39,47	186 ± 3	9
306	PT-35-A	SA.19-VB	Diabásio	Plag.	3.409	1,11	53,90	3,56	951 ± 14	13
+	SE.6-PT.7	NA.19-ZD	Metadiabásio	Plag.	3.362	3,59	161,50	2,57	895 ± 17	1
+	PT-22-A	SA.20-VA	Metadiabásio	Plag.	3.410	1,43	48,30	20,81	708 ± 12	4
97	PT-26.E	SA.19-VB	Diabásio	RTO	3.411	0,74	38,15	4,02	994 ± 12	3
+	PT-26.7	SC.20-ZA	Diabásio	RTO	2.985	1,28	66,70	1,40	1114 ± 25	7
288	RON-16	SC.20-VD	Gabro	Anf.	-	0,16	11,20	75,00	1249	9

+ amostras sem localização exata nos trabalhos originais

canismo básico terminal do evento geodinâmico Rondoniano, que teria a área da Província Rio Negro-Juruena, já cratonizada, como seu antepaís.

As amostras, de números 224, 155 e PT-22A, apresentaram idades entre 750 e 550 Ma.. Esses resultados são aceitos com reservas por serem anômalos ao padrão geocronológico da área. Entretanto poderiam representar amostras que sofreram processos de difusão de Ar^{40} radiogênico por parte de diversas fases minerais pouco retentivas, propiciando idades mais jovens que as reais. No entanto, não se exclui totalmente a hipótese dessas rochas representarem fenômenos ígneos relacionados com a implantação da faixa de dobramentos brasiliana, que corta, a sul, a Província Rio Negro-Juruena.

Finalmente, algumas amostras forneceram idades próximas a 200 Ma., que corresponderiam a focos magmáticos associados à separação dos continentes,conforme reporta Thomaz Fº et. al. (1974).

Cabe ressaltar, portanto, que o início dos esforços de caráter tensional responsáveis pelo surgimento das erupti vas básicas ligadas a evolução geotectônica da Província Rio Negro-Juruena, representados pelas idades aparentes dos corpos de diabásio próximas a 1400 Ma., corresponde ao término dos eventos magmáticos graníticos, representado pelo Granito Serra do Providência, datado em 1400 Ma., como veremos no capítulo VI.

Magmatismo Alcalino

Generalidades

No Cráton Amazônico são conhecidos vários maciços ígneos de composição alcalina, ultrabásico alcalina e carbonatítica. Geomorfologicamente essas intrusões alcalinas são caracterizadas por feições topográficas positivas de formas anelares,ovais ou elipsoidais. São tipicamente cratogênicas e hospedam- se nas rochas granito-gnáissicas regionais.

Teixeira (1978) estudou a geocronologia dos complexos alcalinos da Região Amazônica e os interpretou como significativos de instabilidades tectônicas produzidas pelo desenvolvimento de faixas móveis regionais, nas margens das áreas já cratonizadas. Silva et.al. (no prelo) atribuem as intrusões dos corpos sieníticos como conseqüência direta de processos de reativação plataformal do tipo autônoma (Scheglov, 1968, 1970).

O principal maciço alcalino que ocorre na Província Rio Negro-Juruena é o complexo alcalino de Canamã, que aflora ao longo do rio que lhe empresta o nome, a nordeste da Chapada dos Dardanelos. Outros complexos circulares de composição semelhante aparecem na região do Domo do Sucunduri, a oeste do Rio Juruena,na borda sudeste da Chapada do Cachimbo, na Cachoeira do Teotônio no Rio Madeira e no interflúvio dos Rios Guariba e Aripuanã.

A norte da bacia paleozóica do Amazonas, o Sienito Cachorro, situado na margem esquerda do rio homônimo e um nordmarkito localizado entre os Rio Parú do Oeste e Paru do Este, constituem os reflexos da atuação do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena sobre o seu antepaís, isto é, sobre a área cratônica da Província Amazônia Central.

Litologicamente os maciços alcalinos cratogênicos são constituídos predominantemente por sienitos, embora ocorra uma variação composicional gradual até quartzo-sienitos e microsienitos.

Na região abrangida por esse trabalho, afloram também alguns complexos alcalinos mesozóicos, como carbonatito dos Seis Lagos no extremo noroeste do Estado do Amazonas e o Sienito Catrimani no Território Federal de Roraima, que estão ligados geneticamente a reativações que afetaram toda a Plataforma Sul-Americana.

Geocronologia

Vinte e cinco amostras coletadas junto aos maciços

alcalinos relacionados à Província Rio Negro-Juruena, foram analisadas geocronologicamente, sendo dezenove pelo método Rb/Sr e as demais pelo método K-Ar. (Tabela 10 e 11).

As amostras datadas pelo método Rb/Sr possibilitaram a elaboração de um diagrama isocrônico, onde foram traçadas duas isócronas de referência, uma com cerca de 1450 Ma. e razão inicial de 0,703, e a outra com aproximadamente 1200 Ma. e razão inicial de 0,705 (Figura 10).

Alguns pontos analíticos, tais como as amostras 174A e 307 situaram-se entre as duas isócronas, indicando possivelmente, que a atividade alcalina relativa a Província Rio Negro-Juruena foi contínua dentro do intervalo de tempo 1450- 1200 Ma.

As rochas intrusivas de composição alcalina que ocorrem no Domo do Sucunduri, parecem indicar o caso de um magmatismo alcalino diferenciado, ativo desde 1450 Ma. até 1200 Ma., conforme indicam duas idades Rb/Sr convencionais, obtidas em amostras com elevadas relações isotópicas Sr^{87}/Sr^{86} (amostras nº 156A e B (Tabela 10).

Essas amostras alcalinas, que sofreram um tratamento geocronológico em conjunto nesse trabalho, já foram estudadas, em diagramas isocrônicos separados, por outros autores, como por exemplo, as amostras alcalinas referentes ao Sienito Canamã referidas por Tassinari et al (1978).

As idades K-Ar conseguidas em amostras provenientes dos maciços alcalinos da Província Rio Negro-Juruena ou a ela relacionadas, dividiram-se em dois intervalos de idades muito próximos, um de 1100 a 1000 Ma. e outro entre 900 e 800 Ma.

A amostra 242G (Tabela 11) refere-se ao complexo alcalino do Canamã, e a idade obtida, próxima a 1150 Ma., concordante com a idade Rb/Sr, reflete a época de resfriamento do corpo ígneo.

Já a amostra 260B, datada por Priem et.al. (1971) e pertencente ao complexo estanífero de Oriente, no Território Fede

TABELA 10: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA AS ROCHAS ALCALINAS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
156A	M-02	SC.21-VA	Sienito	958	178,2	8,4	69,2	2,1376	1443 ± 47	6
156B	W-129	SC.21-VA	Fonolito	1.255	271,5	10,5	85,7	2,1798	1202 ± 37	16
159A	PT-66B	SC.20-XB	Granito Alcalino	2.961	390,3	12,8	105	2,8964	1445 ± 47	7
159B	PT-66A1	SC.20-XB	Qz.Sienito	1.920	133,4	340,7	1,13	0,7267	-	7
159C	PT-66.1	SC.20-XB	Qz.Sienito	2.928	204,3	31,2	19,6	1,0621	1271 ± 42	7
159D	PT-66.A3	SC.20-XB	Qz.Sienito	2.050	180,2	130,6	4,02	0,7711	1149 ± 54	7
166	PT-99.11	SC.20-VA	Qz.Monzonito	1.767	364,5	58,1	18,8	1,0606	1320 ± 38	7
174A	PT.46A.2	SC.20-VB	Sienito	1.844	112,8	102,8	3,19	0,7642	1294 ± 63	7
174B	PT-46	SC.20-VB	Sienito	1.837	77,3	142,2	1,57	0,7331	1244 ± 108	7
242A	HS-05	SC.21-YA	Granito Alcalino	755	249,7	14,4	54,3	1,6730	1244 ± 37	6
242B	GG-06.1	SC.21-YA	Sienito	758	100,2	14,9	19,8	1,0490	1212 ± 37	6
242C	HS-06	SC.21-YA	Sienito	753	88,2	284,3	0,90	0,7193	1109 ± 199	6
242D	GG-06.2	SC.21-YA	Sienito	756	98,7	14,9	19,5	1,0330	1176 ± 36	6
242E	GG-01-P1	SC.21-YA	Sienito	757	102,8	149,6	1,98	0,7380	1162 ± 135	6
242F	GG-01-P2	SC.21-YA	Sienito	754	95,8	178,6	1,55	0,7301	1126 ± 177	6
260A	RON-7	SC.20-XC	Qz. Monzonito	-	356,0	201,0	5,20	0,7900	1149 ± 53	9
106	PT-40	NA.21-YD	Qz.Sienito	1.120	118,5	13,9	25,6	1,2268	1420 ± 43	13
107	RCM-06	SA.21-XD	Nordmarkito	2.862	743,6	33,5	74,6	2,3345	1523 ± 47	14
307	AFR214C	SC.20-VC	Traquito	-	163,2	45,9	10,5	0,9239	1452 ± 47	7

TABELA 11: DADOS ANALÍTICOS K-Ar PARA AS ROCHAS ALCALINAS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Material	Nº Lab.	%K	$Ar^{40}_{rad}(\frac{ccSTP}{g})x10^{-6}$	$\%Ar^{40}_{atm}$	Idade (m.a.)	Ref.
242G	GG-01-P2	SC.21-YA	Sienito	Biotita	2.911	4,05	260,80	2,09	1175 ± 57	6
260B	RON-7	SC.20-XC	Qz.Monzonito	Biotita	-	7,12	387,50	1,20	1036	9
141	PT14.II	NA.21-YB	Nef.Sienito	Ortoclásio	3.059	10,08	547,50	1,60	1035 ± 28	13
17	RR-78	NA.20-ZD	Sienito	RTO	1.852	4,00	190,40	2,35	935 ± 10	9
300	PT-77.3	SC.20-VC	Traquito	RTO	3.413	4,21	185,90	0,88	882 ± 10	7
111	PT-09	SA.21-VA	Monzonito	Feldspato	3.195	3,06	121,90	80,00	812 ± 61	13

ral de Rondônia, representa diferenciação de uma fase alcalina do magma granítico formador daquele granito estanífero. A idade próxima a 1000 Ma. conseguida para essa rocha foi interpretada como idade mínima para o "emplacement" desse corpo.

O traquito número 300 e o monzonito de número 111, este último situado em área afetada pelo Lineamento Cachorro, apresentaram idade K-Ar próximas a 850 Ma.. Devido a má retentividade para Ar dos feldspatos potássicos, especialmente pertíticos, e das rochas totais de amostras essencialmente feldspáticas, provavelmente esses resultados estão afetados por perdas de Ar, representando, portanto, idades mínimas.

O maciço alcalino de Mutum, situado na divisa do Brasil com a República da Guiana, representado pelas amostras 141 e 17,forneceu uma idade em torno de 1000 Ma. interpretada como idade mínima para essa rocha. Este maciço foi correlacionado temporalmente à alcalina de Canamã por Teixeira (1978).

CAPÍTULO VI

MAGMATISMO GRANÍTICO PÓS-TECTÔNICO TERMINAL

A última manifestação de formação de rochas graníticas associadas aos episódios tectono-magmáticos da Província Rio Negro-Juruena é representada pelo Granito Serra da Providência. Entretanto, grande volume de rochas similares sincrônicas, formou-se, em condições cratogênicas, sobre o seu antepaís, tais como os granitos tipo Velho Guilherme e Surucucu.

Atividade Ígnea granítica sobre a Província Rio Negro-Juruena.

Granito Serra da Providência

Generalidades

O Granito Serra da Providência, estudado detalhadamente por Leal et.al. (1976), situa-se na serra homônima, distribuída no interflúvio dos Rios Jiparaná e Roosevelt, constituíndo uma feição geográfica cuja linha cumeeira serve de limite entre o Estado de Mato Grosso do Norte e o Território Federal da Rondônia. Parte da Serra da Providência se destaca geomorfologicamente no terreno, formando um extenso acidente fisiográfico de rumo NNE-SSW.

Os diversos corpos graníticos, que compõem a estrutura da Serra da Providência, são intrusivos tanto em sedimentos correlacionados com o Grupo Beneficente como nas rochas granito-gnáissicas regionais. Possuem natureza pós-tectônica subvulcânica e em grande parte das intrusões, destacam-se rochas que exibem textura tipo "Rapakivi" típica, segundo os parâmetros de Vorma (1965) e Sviridenko (1968). Em verdade são praticamente idênticos a granitos similares que são encontrados na Região Amazônica, e descritos como "cratogênicos" ou "anorogênicos", tais como os Granitos El Parguaza, Surucucu e Velho Guilherme.

Esses maciços graníticos possuem uma variação petrográfica grande, onde podemos salientar texturas do tipo viborgítica, piterlítica, viborgito-piterlítica, equigranular-granofírica, porfirítica e aplitos pórfiro, conforme mostram Leal et.al.(1976).

Estes mesmos autores, comparando análises químicas das rochas, verificaram grande similaridade entre os corpos graníticos da Serra da Providência e os Maciços de Wiborg, El Parguaza e Salmi. Para a maioria dos principais óxidos estudados no corpo granítico Serra da Providência encontrou-se valores intermediários dos encontrados para os Maciços de Wiborg e El Parguaza. Essas similaridades sugerem um paralelismo entre a evolução e origem do magma formador do Granito Rapakivi ora estudado e o magma original do plutão granítico El Parguaza.

Geocronologia

Dentre as amostras coletadas no Granito Serra da Providência, foram selecionadas nove para serem submetidas a determinações radiométricas pelo método Rb/Sr. Seus dados analíticos encontram-se na Tabela 12.

Essas amostras possibilitaram a elaboração de um diagrama isocrônico de referência onde foi conseguida a idade de 1398 $\pm$ 57 com uma razão inicial de 0,713 $\pm$ 0,005. (Figura 11). A idade obtida é confiável visto que a isócrona construída contou com oito pontos analíticos colineares bem distribuídos ao longo da reta. O baixo valor do MSWD, em torno de 2,1430, denota a cogeneticidade das amostras analisadas.

Por assim ser, caracterizamos uma época próxima a 1400 Ma. para o "emplacement" e consolidação do plutão granítico.

O elevado valor da razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} obtido nessa isócrona sugere que o Granito Serra da Providência foi formado a partir de um magma originado por refusão de material com significativa vida crustal ou de um magma oriundo de níveis superiores do manto que sofreu contaminação da crosta em sua ascensão para a superfície.

TABELA 12: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA O GRANITO SERRA DA PROVIDÊNCIA

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a)	Ref.
273	PT-54.1	SC.20-ZA	Granito Rapak.	1.633	185,7	128,2	4,23	0,7982	1534 ± 57	7
279	PT-64.1	SC.20-ZA	Granito Granof.	4.138	207,5	25,2	24,85	1,1361	1214 ± 36	7
274	PT-28.A	SC.20-ZA	Granito Granof.	4.136	281,8	21,38	40,73	1,5328	1417 ± 42	7
278	PT-39.A	SC.20-ZA	Granito Rapak.	2.078	174,7	162,4	3,13	0,7746	1546 ± 65	7
280	PT-63	SC.20-ZA	Granito Rapak.	2.081	197,1	75,0	7,72	0,8628	1425 ± 47	7
281	PT-57	SC.20-ZA	Granito Rapak.	2.087	205,1	78,8	7,64	0,8544	1364 ± 45	7
282	PT-40	SC.20-ZA	Granito	739	199,1	140,6	4,13	0,7951	1519 ± 80	7
163	PT-47	SC.20-XB	Granito Rapak.	2.088	248,9	132,2	5,52	0,8308	1589 ± 52	7
164	PT-35.B3	SC.20-XB	Granito Rapak.	4.143	225,9	89,2	7,45	0,8682	1527 ± 51	7

Uma das amostras, a nº 279, apresentou-se claramente abaixo da reta isocrônica, sugerindo uma idade mais jovem que o conjunto de rochas analisadas. Petrograficamente, a amostra é relativamente diferente, tendo sido considerada como um diferenciado sub-vulcânico tardio. Possivelmente, trata-se de uma manifestação granítica posterior, intrusiva no próprio Maciço da Serra da Providência.

Em síntese esse granito marca, portanto, a transição das condições tectônicas da Província Rio Negro-Juruena, de faixa móvel para região cratônica.

Atividade Granítica Cratogênica Relacionada a Província Rio Negro-Juruena, sobre a Província Amazônia Central.

Eventos de formação de rochas graníticas sincrônicas aos episódios tectono-magmáticos da Província Rio Negro- Juruena (1750-1400 Ma.), ocorreram sobre as regiões cratônicas vizinhas. Em todos os casos, apesar de se tratar de magmatismo reflexo, os corpos graníticos possuem caráter cratogênico (ou anorogênico) e como tais tem sido descritos por vários autores como Gaudette et.al. (1978), Basei e Teixeira (1975), Dall'Agnol et. al. (1975) e Silva et.al. (1974).

Granito El Parguaza

Generalidades

A geologia da região do Granito El Parguaza foi descrita por alguns autores, dos quais podemos destacar os trabalhos de Mendoza (1974a e 1974b) e Gaudette et.al. (1978). Esse plutão granítico, que representa um dos maiores eventos tipo "Rapakivi " do mundo, ocupa toda a porção noroeste do Território Federal do Amazonas, na Venezuela, próximo a fronteira com a Colombia, localizando-se no interflúvio dos Rios Ventuari e Orinoco.

O Granito El Parguaza é intrusivo nas rochas vulcã

nicas Caicara e nos granitos do Grupo Cuchivero, conforme demonstram os inúmeros xenólitos de riolitos e microgranitos contidos dentro do maciço. Alguns autores consideram ainda esse granito como intrusivo nos metassedimentos da Formação Cinaruco (Barrios F. inf.verbal). O Plutão El Parguaza possui, ainda, caráter tipicamente cratogênico, exibindo textura tipo "Rapakivi".

Petrologicamente o Granito El Parguaza encontra-se caracterizado em Gaudette et.al. (1978).

Mendoza (1973b) atribui ao Evento Termal El Manteco (1500 ± 50 Ma.), atectônico, a formação de granitos ricos em potássio, como o El Parguaza, entretanto o autor do presente trabalho relaciona essa intrusão granítica à evolução geotectônica da Província Rio Negro-Juruena.

Geocronologia

Gaudette e colaboradores (1978) apresentaram cinco determinações geocronológicas pelo método Rb/Sr, referentes ao Granito El Parguaza, quatro delas em rocha total e a outra em feldspato potássico, cujos dados analíticos encontram-se na Tabela 13.

A partir dessas análises os autores supra- citados elaboraram um diagrama isocrônico de referência, onde obtiveram a idade de 1531 ± 39 Ma., com uma razão inicial de 0,700, utilizando-se $\lambda Rb = 1,39 \times 10^{-11} anos^{-1}$, o que corresponde a uma idade próxima a 1500 Ma. se calculada com $\lambda Rb = 1,42 \times 10^{-11} anos^{-1}$. Essa idade foi interpretada como representativa da época de formação do batólito granítico.

A figura 12 mostra os dados Rb/Sr plotados em diagrama isocrônico, e verifica-se, visivelmente, que o ponto analítico nº 36, relativo ao feldspato potássico situa-se bem abaixo da reta isocrônica traçada. A idade aparente do feldspato potássico, em torno de 1250 Ma., foi interpretada por Gaudette et.al. (op.cit.) como reflexo de um aquecimento posterior sofrido pelo corpo granítico. Hurley et.al. (1973), também reportaram idades em torno de 1200 Ma. em minerais separados dos granulitos do

TABELA 13: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA O GRANITO "EL PARGUAZA"

Nº de Ordem	Nº de Campo	Localidade	Litologia	Rb^{87} (ppm)	Sr^{87} (ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a)	Ref.
3A +	8177	Venezuela	Granito Rapakivi	52,55	17,47	2,97	0,7645	1397	18
3B +	8178	Venezuela	Granito Rapakivi	71,68	10,85	6,53	0,8405	1446	18
3C +	8178F	Venezuela	Granito Rapakivi	126,00	14,14	8,81	0,8804	1388	18
3D +	8182	Venezuela	Granito Rapakivi	54,63	17,44	3,10	0,7662	1377	18
3E +	8183	Venezuela	Granito Rapakivi	58,65	17,00	3,41	0,7746	1423	18

TABELA 14: DADOS ANALÍTICOS U-Pb EM ZIRCÕES DO GRANITO "EL PARGUAZA"

Nº de Ordem	Nº de Campo	U^{238}	Pb^{206}	Pb^{206}/Pb^{204} *	Pb^{207}/Pb^{206} *	Pb^{208}/Pb^{206} *	Pb^{206}/U^{238} **	Pb^{207}/U^{235} **	Pb^{207}/Pb^{206} **	Ref.
		mol x 10^{-6}/g								
3F +	8180(+100)	1,8710	0,4295	1050	0,10055	0,15347	0,2295	2,9930	0,09463	18
3G +	8182(+100)	1,7920	0,3728	1234	0,10954	0,17288	0,2080	2,7186	0,09824	18
3H +	8182(-150+200)	1,9099	0,3666	584	0,11699	0,20357	0,1920	2,4586	0,09295	18
3I +	8182(-250+325)	1,7842	0,3147	1382	0,10255	0,16973	0,1764	2,2454	0,09238	18
3J +	8183(+140)	2,4786	0,4731	800	0,11007	0,16758	0,1909	2,4334	0,09251	18
3K +	8184(+140)	2,0680	0,4008	201	0,16254	0,32675	0,1938	2,4764	0,09274	18

* Composição isotópica do Pb

** Relação atômica

\+ amostras sem localização precisa no trabalho original

Complexo de Imataca (Venezuela), na região de Dam Guri, sugerindo uma atuação mais ampla para esse evento de 1200 Ma. na parte norte do cráton Amazônico. Segundo Gaudette et.al. (op.cit.), essas idades representariam a atuação do evento dinamo-termal Nickeriano.

A idade de 1500 Ma. é aqui interpretada como a época do "emplacement" do plutão granítico El Parguaza. O baixo valor obtido para a relação Sr^{87}/Sr^{86} inicial indica que o magma formador desse granito originou-se em níveis sub-crustais, e não sofreu qualquer tipo de contaminação crustal na sua ascensão para a superfície.

O pequeno valor conseguido para o MSWD, em torno de 0,0415, demonstra a consangüinidade das amostras analisadas fornecendo maior confiabilidade à idade obtida.

Adicionalmente Gaudette et.al. (1978) separaram zircões de quatro amostras do Granito El Parguaza (duas das quais correspondem às datadas pelo método Rb/Sr), em várias frações granulométricas, que foram analisadas geocronologicamente pelo método U-Pb, no Massachusetts Institute of Technology, sendo que os dados analíticos constam da Tabela 14.

A Figura 13, extraída de Gaudette et.al. (op.cit.) mostra o Diagrama Concórdia relativo às amostras datadas, e a interceptação superior, indicando a idade de 1545 $\pm$ 20 Ma. tem que ser interpretada como a época formadora dos zircões, e portanto da própria rocha, o que concorda plenamente com os dados obtidos pelo método Rb/Sr.

Neste Diagrama Concórdia, a parte inferior intercepta a curva numa idade próxima a 250 Ma..Como não há eventos significativos desta idade, na região do Granito El Parguaza, o presente autor sugere que a perda de Pb tenha sido contínua, de modo que teria sido melhor utilizar o modelo interpretativo apropriado. De qualquer maneira, o dado relativo a interceptação superior não sofreria sensíveis modificações.

Associação Granítica Surucucu

Generalidades

A associação granítica de Surucucu distribuí-se ao longo da Serra Parima, na fronteira do Brasil com a Venezuela, próxima às nascentes dos Rios Parima e Mucajaí. Essa associação litológica é composta por diversos corpos graníticos de dimensões variáveis entre stocks e batólitos.

A geologia da região de Surucucu foi estudada por Montalvão et.al. (1975) e Dall'Agnol et.al. (1975), tendo esses últimos autores dado maior ênfase ao estudo petrográfico e petrológico da associação de corpos graníticos afirmando serem estes, constituídos por corpos intrusivos e anorogênicos.

Quanto ao caráter tectônico, esses granitos são tipicamente anorogênicos, fato este indicado tanto por suas feições estruturais, quanto por suas características petrográficas, petrológicas e geocronológicas.

Os granitos denominados de Surucucu são intrusivos nas seqüências granito-gnáissicas regionais, truncando claramente as fraturas presentes nas mesmas e também nas rochas vulcânicas atribuídas à Formação Surumu.

O "emplacement" desses granitos foi em grande parte controlado por uma zona preferencial de fraqueza, hoje limitada pelos Lineamentos Parima e Takutu.

Petrograficamente a associação granítica de Surucucu é constituída por biotita-ortoclásio granito eqüigranular nos stocks, e granitos tipo "Rapakivi" nos batólitos. Os granitos variam composicionalmente para termos adamelíticos e quartzo-sieníticos, porém no conjunto essas litologias são subordinadas.

Geocronologia

Basei e Teixeira (1975) apresentaram cinco determi

TABELA 15: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA A ASSOCIAÇÃO GRANÍTICA SURUCUCU E TIPO VELHO GUILHERME

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
37	SURU-1	NA.20-VD	Granito	1.169	458,3	21,15	71,9	2,3170	1560 ± 48	2
38	SURU-2	NA.20-VD	Granito	1.165	334,2	95,7	10,3	0,9330	1541 ± 46	2
34	PT-01-A	NA.20-VD	Granito	1.161	289,0	37,9	23,1	1,1860	1451 ± 45	2
40	PT-301-MI-40	NA.20-VB	Granito	-	204,7	159,8	3,7	0,7880	1547 ± 72	2
+	PT-297	-	Granito	1.418	437,5	30,1	45,9	1,6340	1411 ± 42	2
++	RM-9	-	Granito	324	447,1	2,63	472	10,4130	1433 ± 43	19

+ amostra sem localização no trabalho original

++ amostra localizada fora da área em estudo

nações radiométricas pelo método Rb/Sr em rocha total,em amostras provenientes da associação granítica Surucucu, cujos dados analíticos estão referidos na Tabela 14.

A Figura 14 mostra o diagrama isocrônico para a associação granítica Surucucu, em que foi traçada a isócrona de referência de 1431 Ma.. Com razão inicial de 0,713, que passa, praticamente, sobre 4 dos pontos analíticos. Cabe enfatizar que se trata de maciços diferentes, de modo que o seu perfeito alinhamento parece demonstrar a sua consagüinidade, tal como referem Dall' Agnol et.al. (1975) e Basei e Teixeira (1975). O ponto 37, embora de natureza similar, situa-se claramente acima da isócrona traçada e apresenta idade convencional da ordem de 1550 Ma.. Basei e Teixeira (op.cit.) consideraram tal valor como uma idade possivelmente real, e limite máximo para o início do episódio tectonomagmático formador da associação Surucucu.

Na opinião do presente autor, podemos considerar a época próxima a 1400 Ma. como o período principal para a colocação dos corpos graníticos de Surucucu, sendo que, anteriormente , há 1550 Ma., já tivesse ocorrido um pulso magmático de menor amplitude na região.

Granito Tipo Velho Guilherme

Generalidades

Dezenas de corpos graníticos circulares ocorrem na região compreendida pelos Rios Xingú e Tocantins. Geralmente são pequenos maciços com diâmetros variando entre 4 e 10 km, apresentando características petrológicas e geocronológicas de granitos tipicamente cratogênicos.

Normalmente esses corpos encontram-se arrasados e intensamente fraturados, com suas cúpulas graisenizadas ou com "stockworks", sendo portadores de cassiterita e fluorita.

Os granitos tipo Velho Guilherme são intrusivos nas rochas vulcânicas da Formação Iriri, situando-se preferencialmen-

te ao longo dos inúmeros falhamentos que seccionam a Província Amazônia Central.

Geocronologia

Apenas uma amostra relativa a esses granitos foi analisada geocronologicamente, utilizando-se o método Rb/Sr. Trata-se do granito RM-9, que apresentou uma idade convencional de 1433 ± 43 (Tabela 15).

Ao analisarmos os dados analíticos referentes a essa amostra, notamos que a mesma possui teor de Sr muito baixo, de modo que seria recomendável a obtenção de dados adicionais, antes de atribuir a idade de 1400 Ma. uma significação tectônica definitiva. De qualquer maneira, tendo em vista a concordância com os dados relativos à Associação Surucucu, e um condicionamento tectônico aparentemente similar, o presente autor considera o valor da idade como representativo do "emplacement" da associação de maciços tipo Velho Guilherme.

CAPÍTULO VII

REFLEXOS SOBRE A PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA DA EVOLUÇÃO TECTONO--MAGMÁTICA DA PROVÍNCIA RONDONIANA

Após a completa estabilização tectônica da Província Rio Negro-Juruena e sua conseqüente incorporação ao cráton, a mesma funcionou como antepaís do Evento Geodinâmico Rondoniano, que atuou entre 1400 e 1100 Ma. em sua borda sudoeste.

O desenvolvimento desse evento formador de rochas, provocou reflexos sobre a Província Rio Negro-Juruena, reflexos estes em forma de metassomatismo potássico, vulcanismo ácido,formação de granitos cratogênicos e também magmatismo básico-alcalino como foi visto no Capítulo V.

Granitos a Duas Micas

Generalidades

Os granitos a duas micas, estudados em detalhe por Dall'Agnol et.al. (1976), ocorrem na região do Alto Rio Negro,concentrando-se principalmente, na região banhada pelos Rios Içana, Papuri e Uaupés.

Esses granitos, macroscopicamente apresentam coloração rósea, granulação média a grossa, ou extremamente fina e natureza acentuadamente leucocrática.Ao microscópio exibe textura geralmente granoblástica e em alguns casos lepidoblástica. Quartzo e microclina são os minerais essenciais dominantes, aparecendo o plagioclásio em segundo plano. Os varietais mais comuns são biotita e muscovita e dentre os opacos destacam-se os zircões e as apatitas.

Segundo Dall'Agnol et.al. (op.cit.) os granitos a duas micas seriam metassomáticos e derivariam-se provavelmente dos biotita-granitóides a titanita da própria Província Rio Negro

-Juruena, cuja evolução foi descrita no Capítulo V, através de processos de granitização e anatexia local. Os dados de campo. petrográficos e geocronológicos indicam, de qualquer maneira, que essas rochas formaram-se através da ação de um evento geodinâmico mais jovem, e não numa fase tardia do mesmo evento formador das rochas de que derivam.

Geocronologia

Treze amostras representativas do granito a duas micas foram analisadas radiometricamente pelo método Rb/Sr em rocha total, cujos dados analíticos constam da Tabela 16. Esses dados possibilitaram a elaboração de um diagrama isocrônico (Figura 15), onde foram traçadas duas isócronas de referência principais. A primeira delas, com seis pontos analíticos, indicou a idade de 1455 ± 11 com razão inicial de 0,715 ± 0,002, e a outra, elaborada com sete pontos, forneceu a idade de 1268 ± 23 Ma. e relação inicial de 0,713 ± 0,002.

Os elevados valores obtidos para ambas as razões iniciais evidenciam que estas rochas formaram-se a partir de rehomogeneização e provavelmente refusão de rochas pré-existentes, confirmando a hipótese lançada por Dall'Agnol et.al. (1976), de que os granitóides a duas micas seriam oriundos dos granitos a biotita-titanita, que constituem as rochas regionais.

Existem, porém, uma diferença fundamental entre as duas isócronas dos granitos a duas micas. As relações iniciais diferentes sugerem que estas rochas se originaram de materiais distintos.

Admitindo-se que as rochas primárias sejam os biotita granitóides a titanita com cerca de 1700 Ma. e razão inicial de 0,703, processos metamórficos poderiam causar a refusão dessas rochas e originar os granitos a duas micas. Durante este período haveria um acréscimo da relação inicial (de 0,703 para 0,715) com as rochas, agora acusando idades próximas a 1450 Ma.

Supondo-se que houvesse continuidade nos proces

TABELA 16: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA OS GRANITOS A DUAS MICAS

Nº de Ordem	Nº Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
74	UA-SP-18	NA.19-YD	Biot.Granito	1.626	214,4	250,6	2,49	0,7591	1514 ± 83	3
76	UA-SP-13	NA.19-YD	Biot.Granito	1.625	253,7	517,3	1,42	0,7342	1432 ± 122	3
61	IÇ-EA-15	NA.19-ZA	Biot.Gnaisse	2.040	308,3	119,3	7,59	0,8550	1379 ± 45	3
59	IÇ-EA-29	NA.19-ZA	Musc.Granito	2.041	340,5	100,3	10,0	0,8966	1336 ± 41	3
62	IÇ-EA-12	NA.19-ZA	Biot.Granito	2.042	290,8	167,9	5,06	0,8062	1395 ± 54	3
57	IÇ-EA-35	NA.19-ZA	Biot.Granito	2.043	344,5	98,5	10,3	0,8997	1317 ± 42	3
60	IÇ-EA-23	NA.19-ZA	Biot.Gnaisse	4.139	300,6	49,4	18,3	1,0977	1496 ± 44	3
54	PT-10-Mi-8	NA.19-ZA	Biot.Sienito	2.045	659,4	168,5	11,5	0,9170	1280 ± 40	3
126	SE-8/PT09	NA.19-ZD	Biot.Granito	1.636	352,3	105,5	9,86	0,9147	1481 ± 46	3
98	PA-SP-02	NA.19-YD	Musc.Granito	1.618	303,0	112,5	7,93	0,8777	1518 ± 48	3
87	PA-SP-32	NA.19-YD	Musc.Adamelito	1.622	141,6	106,7	3,87	0,7981	1672 ± 62	3
78	UA-SP-02	NA.19-YD	Musc.Gnaisse	1.624	384,0	189,9	5,92	0,8367	1548 ± 52	3
83	PA-SP-01	NA.19-YD	Musc.Granito	1.617	336,6	156,8	6,30	0,8474	1575 ± 56	3

sos tectono-magmáticos, a razão Sr^{87}/Sr^{86} sofreria novo acréscimo e as rochas então formadas, acusariam idades mais recentes. Entretanto esta última hipótese não foi constatada, pois os granitóides a duas micas com cerca de 1250 Ma. apresentaram razão inicial menor do que a obtida para os granitos a duas micas mais antigos, demonstrando que realmente essas rochas originaram-se de materiais distintos, possivelmente com diferentes relações Rb/Sr.

Vulcanismo do Rio Uaupés

Priem (1978) reportou a ocorrência de rochas vulcânicas traquíticas ao longo do Rio Uaupés, na porção sudeste da Colombia, próxima a fronteira com o Brasil.

Esse autor analisou geocronologicamente seis amostras relativas a esse vulcanismo, pelo método Rb/Sr, cujos dados analíticos não constam do seu trabalho. Entretanto, apresentou um diagrama isocrônico em rocha total, onde obteve a idade de 920 Ma. com uma razão inicial de 0,734 que está reproduzido na Figura 16.

Considerando-se o elevado valor da relação inicial dessas lavas traquíticas, o autor acima citado interpretou a idade de 920 Ma. como representativa de uma rehomogeneização isotópica do Sr, causada por um episódio metamórfico qualquer que teria afetado as rochas vulcânicas. Calculou ainda a idade Rb/Sr convencional dessas rochas com a razão inicial de 0,705, conseguindo idades aproximadas de 1200 Ma., valor interpretado como máximo para o vulcanismo.

Sem conhecer a situação geológica e a petrografia das amostras, aceitamos a interpretação proposta por Priem (op. cit.) e acrescentamos a hipótese alternativa, dessas rochas vulcânicas terem, em verdade, se formado a 920 Ma., a partir de refusão de material crustal pré-existente, tendo em vista que essa idade corresponde a época de formação dos granitos tipo Rondonianos que abundam na Região Porto-Velho-Juruena, como veremos a seguir.

Granitos Rondonianos

Kloosterman (1966, 1967, 1968) constatou a presença de um complexo ígneo, na região de São Lourenço, em Rondônia, constituído por riolitos, traquitos e brechas vulcânicas, intimamente relacionados a um enxame de plutões graníticos cratogênicos de natureza sub-vulcânica,exibindo estruturas anelares pequenas. Esses corpos, que ocorrem em número aproximado de trinta na área em estudo,com dimensões variáveis desde algumas dezenas de metros até cerca de 100 km de diâmetro, são geralmente, mineralizados a estanho e foram denominados pelo autor acima citado de "Younger Granites" de Rondônia e comparados aos plutões graníticos que ocorrem na Nigéria.

Leal et.al. (1976) designam genericamente de Granitos Rondonianos os corpos intrusivos, anorogênicos, com estruturas circulares ou não, desnecessariamente estaníferos, de natureza subvulcânica e com idades variando dentro do intervalo de tempo entre 1100-800 Ma..Cordani et.al. (1979) posicionam tectonicamente esses granitos como pós-tectônicos em relação ao desenvolvimento do Cinturão Móvel Rondoniano.

Grande parte desses corpos graníticos cratogênicos distribuem-se na Região Porto Velho-Juruena, principalmente nas nascentes do Rio Jacundá e em seu alto curso, onde destacam- se três intrusões: Jacundá, Buriti e Pedra Branca. No interflúvio dos Rios Preto de Jacundá e Machadinho ocorrem mais seis corpos intrusivos, que são a saber, Queimada, Vera Cruz, Oriente, Santa Clara, Primavera e Rio Branco. Esses granitos são intrusivos tanto nas coberturas sedimentares pré-cambrianas, como nas rochas granito-gnáissicas regionais.

Geocronologia

Os granitos cratogênicos Rondonianos tem sido estudados geocronologicamente por diversos autores, desde a descoberta da cassiterita no Território Federal de Rondônia. Priem et. al. (1966, 1971), dataram pelo método Rb/Sr, algumas amostras relativas aos Maciços Graníticos de São Carlos, Jacundá e Oriente,

obtendo uma idade de 977 ± 20 Ma. e razão inicial de 0,718 ± 0,008. O elevado valor dessa relação inicial, segundo os autores acima citados, deve-se a assimilação de Sr^{87} radiogênico, das rochas encaixantes regionais, pelo magma intrusivo. Devido a idade obtida, essas rochas foram relacionadas ao Episódio Greenville, que afetou principalmente o Escudo Canadense.

Amaral (1974) utilizando-se de alguns dos dados obtidos por Priem et.al. (1971) e dos seus próprios, relativos a amostras de razão Rb/Sr muito elevadas, obteve a idade de 919 ± 20 Ma., com uma razão inicial de 0,768 ± 0,044, confirmando, portanto, os dados obtidos por Priem et.al. (op.cit.). Essa intensa atividade ígnea, geradora dos granitos estaníferos entre 1100 e 980 Ma., foi denominada por aquele autor de Evento Rondoniense.

Barretto, Mantovani e Cordani (1976), também analisaram geocronologicamente as amostras relacionadas aos Granitos Rondonianos, conseguindo uma idade próxima a 950 Ma. para a colocação desses corpos.

Leal et.al. (1978), apresentaram um diagrama isocrônico Rb/Sr com os pontos obtidos pelo Projeto RADAMBRASIL e dos autores acima mencionados, onde obtiveram um comportamento interessante. Uma série de pontos alinhou-se segundo uma isócrona de referência de 1152 ± 38 Ma., com razão inicial de 0,719 ± 0,0002, enquanto que os pontos referentes aos maciços intrusivos portadores de Sn mostraram idades mais jovens, em torno de 900 Ma.

Considerando-se apenas os Granitos Rondonianos situados sobre a Província Rio Negro-Juruena, cujos dados analíticos encontram-se na Tabela 17, elaboramos um diagrama isocrônico Rb/Sr onde foram obtidas duas isócronas de referência, conforme mostra a Figura 17.A mais antiga, bem delineada, apresentou a idade de 1230 ± 33 Ma. e razão inicial de 0,714 ± 0,002. Essa isócrona apresenta boa qualidade analítica,considerando-se que os pontos estão bem distribuídos ao longo da reta e possuem sensível colinearidade. O alto valor da relação inicial sugere que o magma formador desses granitos teria, realmente, se originado em níveis crustais por refusão de material pré-existente, ou teria sofrido uma grande contaminação proveniente das rochas encaixan-

tes em sua ascenção para a superfície.

Com relação a isócrona mais jovem, os pontos analíticos mostraram-se mais dispersos do que no caso anterior. Isto parece demonstrar a existência de uma geração mais tardia de corpos graníticos, que possuem, provavelmente, épocas de formações próprias e distintas entre si. Uma idade "média" para o evento cratogênico é representada pela isócrona de referência de 950 Ma., com razão inicial em torno de 0,718.

As análises radiométricas realizadas pelo método K-Ar, nesses granitos, revelaram idades variáveis dentro do intervalo de tempo 1050 - 950 Ma. (Tabela 18). Essas idades refletem as diversas épocas de resfriamento de cada corpo datado.

TABELA 17: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA OS GRANITOS TIPO "RONDONIANOS"

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Nº Lab.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
289	PT-44B-1	SC.20-VD	Gran.Pórfiro	4.133	225,4	47,8	13,24	0,8872	963 ± 33	7
182	PT-37A	SC.20-VD	Gran.Pórfiro	1.088	757,8	12,40	228,4	3,8570	965 ± 32	7
290	PT-43A	SC.20-VD	Micro Granito	2.931	353,6	34,8	30,64	1,1286	967 ± 29	7
261	PT-105B	SC.20-XC	Granito	4.145	414,8	75,6	16,26	0,9485	1047 ± 31	7
185	PT-48A-1	SC.20-VD	Granito	2.352	627,8	17,74	115,1	2,0679	829 ± 25	7
178	PT-10-E	SC.20-VB	Granito	4.144	161,8	130,9	3,60	0,7769	1392 ± 58	7
172	PT-82.2	SC.20-VC	Granito	1.841	202,2	138,5	4,26	0,7922	1423 ± 56	7
179	PT-17A	SC.20-VD	Granito	2.929	136,6	54,8	7,32	0,8485	1369 ± 49	7
169	AFR-150	SC.20-VC	Granito	2.090	233,5	103,9	6,59	0,8307	1332 ± 48	7
173	PT-78	SC.20-VC	Granito	1.822	240,3	95,3	7,41	0,8437	1307 ± 44	7
175	PT-56	SC.20-VB	Granito	1.632	266,5	101,3	7,73	0,8543	1348 ± 46	7
162	PT-54	SC.20-XB	Granito	1.360	464,8	89,3	15,49	0,9934	1299 ± 41	7
170	PT-89.1	SC.20-VC	Granito	1.840	305,9	34,9	26,57	1,1850	1262 ± 37	7
171	PT-88.2	SC.20-VC	Granito	1.838	316,6	32,2	29,89	1,2120	1186 ± 36	7
265	PT-21.1	SC.20-XC	Granito	2.358	176,9	143,9	3,58	0,7704	1276 ± 54	7
298	PT-04	SC.20-VD	Granito	2.353	515,6	24,43	66,18	1,6227	970 ± 29	7
283	PT-09.1	SC.20-ZD	Granito	2.369	215,0	45,1	14,05	0,8880	912 ± 29	7
250	PT-26	SC.20-XD	Granito	2.357	185,6	194,0	2,79	0,7647	1495 ± 74	7
287	RON-13	SC.20-VD	Granito	-	209,0	18,50	31,98	1,1690	1014 ± 30	20
183	RON-1	SC.20-XC	Granito	-	883,0	8,60	419,0	6,4180	954 ± 35	20
260E	RON-11	SC.20-XC	Granito	-	336,0	266,0	3,70	0,7650	1133 ± 150	20
260C	RON-8	SC.20-XC	Biot.Sienito	-	263,0	15,3	54,90	1,4580	959 ± 29	20
260D	RON-10	SC.20-XC	Granito	-	664,0	24,3	94,60	2,1200	1046 ± 32	20

TABELA 18: DADOS ANALÍTICOS K-Ar DOS GRANITOS CRATOGÊNICOS RONDONIANOS

Nº de Ordem	Nº de Campo	Folha	Litologia	Material	%K	$Ar^{40}_{rad}(\frac{ccSTP}{g})x10^{-5}$	$\%Ar^{40}_{atm}$	Idade (m.a.)	Ref.
260F	RON-6	SC.20-XC	Greisen	Biotita	8,16	42,22	1,30	997	20
260G	RON-7	SC.20-XC	Monzonito	Biotita	7,12	38,75	1,20	1036	20
293	MA-30	SC.20-VD	Granito	RTO	1,47	7,39	3,56	975 ± 25	9
260H	RON-9	SC.20-XC	Granito	Biotita	6,37	32,76	1,60	992	20
294	MA-48	SC.20-VD	Granito	Biotita	6,98	33,62	6,10	943 ± 24	9
295	MA-32	SC.20-VD	Granito	Biotita	7,19	40,62	0,89	1066 ± 33	9
181	RON-1	SC.20-XB	Granito	Biotita	7,48	36,74	6,40	958	20

CAPÍTULO VIII

EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA

Apesar dos dados geológicos e geocronológicos serem ainda escassos na Província Rio Negro-Juruena, já podemos elaborar, tentativamente, um modelo evolutivo geotectônico para ela, que apresenta suficiente coerência interna, pois consegue explicar, a nosso ver satisfatoriamente, todos os fenômenos tectono-magmáticos observados e posicioná-los no tempo.

Visto que, ainda não há dados suficientes para sermos conclusivos a favor do modelo geotectônico adotado, mantemos a questão em aberto. o esquema de evolução geotectônica que consideramos adequado para a Província Rio Negro-Juruena é aquele baseado no desenvolvimento de um "mobile belt", conforme caracterização constante no Capítulo III. Como foi exposto naquela ocasião, esse regime tectônico pode ser considerado como característico dos processos geodinâmicos formadores de crosta continental granítica, que ocorreram na litosfera durante o Proterozóico Médio. Nesta época (entre 1800-1000 Ma.) foram reconhecidos vários cinturões móveis em diversas áreas cratônicas do mundo. Como exemplo, podemos citar o Cinturão Circum-Ungava no Canadá, a Província Arunta na Austrália, a Região do Llano no Texas, a Orogênese Dalslandiana no Escudo Báltico e a Província Greenville no Canadá.

O anexo I mostra o Cinturão Móvel Rio Negro-Juruena estendendo-se na porção ocidental da Região Amazônica, segundo uma faixa de aproximadamente 2500 km de extensão, com direção NW-SE. Cinturões móveis com essas dimensões já foram descritos em outros crátons, como por exemplo, na Província Superior do Escudo Canadense por Watson (1973).

As evidências de campo demonstram que as estruturas principais das rochas que compõem a infra-estrutura da Província Rio Negro-Juruena, como as foliações e bandamentos dos gnaisses regionais e a orientação dos minerais primários nas rochas, estão orientadas segundo NW-SE, que constituem também, as estruturas

maiores do cinturão móvel, geradas durante a sua fase sintectônica.

A fase sintectônica foi datada em aproximadamente 1750 Ma., conforme indicam as determinações radiométricas pelo método Rb/Sr nos gnaisses, granitos e migmatitos regionais. Os valores obtidos para as relações iniciais Sr^{87}/Sr^{86} indicam que o material formador dessas rochas diferenciou-se do manto no mesmo ciclo orogênico, ou pouco antes, tendo se formado em nível relativamente profundo (mesozona), equivalente a infra-estrutura da unidade geotectônica.

As rochas metassedimentares do Grupo Tunuí e da Formação Cinaruco e as metavulcânicas, com idades próximas a 1550 Ma., representariam, dentro da evolução de um cinturão móvel, os restos, ainda preservados, das seqüências supracrustais desse cinturão.

O intenso vulcano-plutonismo ácido a intermediário que afetou, principalmente, a Região Porto-Velho-Juruena, em 1650 Ma., assumiria nesse contexto um caráter de vulcanismo subseqüente àquela fase sintectônica. Almeida (1974) correlacionou esse vulcano-plutonismo ao Vulcanismo sub-Jotniano, que tomou lugar intensamente no Escudo Báltico.

Entre 1550 e 1500 Ma. ocorreram sobre o antepaís do cinturão móvel, intrusões de granitos com textura tipo "Rapakivi", como o plutão granítico de El Parguaza. Eles aparecem antes dos eventos de deposição de sedimentos em blocos abatidos, como postularam Bridgwater e Windley (1973).

Principalmente na porção meridional da Província Rio Negro-Juruena aparecem extensas coberturas de sedimentos terrígenos e epineríticos, datados em torno de 1400 Ma., que constituem os denominados Grupos Beneficente e Caiabís. Esses sedimentos representariam o material erodido de zonas soerguidas e depopositado em "grabens" ou em bacias do tipo intra-fossa, formadas durante a fase de inversão do cinturão móvel. Os depósitos sedimentares, assumiriam, nesse esquema evolutivo, o caráter de " molassóides" relacionados ao término do evento geodinâmico.

Após esse episódio de sedimentação, ocorreram por volta de 1400 Ma. os "emplacement" de granitos tipo "rapakivi",na Serra da Providência, no sul da província em estudo, acompanhado por intrusões anortosíticas, como as do Ciriquiqui e Curuquetê (Dreher et.al. 1976), datadas em 1350 Ma. e também as intrusões referentes à Associação Granítica Surucucu.

Entre 1400 e 1300 Ma. esforços tensionais afetaram a área em estudo, possibilitando o aparecimento de um vasto número de diques básicos, representando o magmatismo básico terminal do desenvolvimento do Cinturão Móvel Rio Negro-Juruena.

As intrusões graníticas da Serra da Providência e do Surucucu, bem como, esse magmatismo básico, parecem marcar a época de transição de uma fase de instabilidade tectônica para condições cratônicas.

Finalmente o fecho da evolução tectono- magmática desse evento geodinâmico foi representado pelas intrusões de corpos ígneos anelares de caráter alcalino, que ocorreram na Província em estudo de 1400 até 1200 Ma.. Essas atividades alcalinas,tipicamente cratogênicas, são representadas pelos Maciços de Canamã, Sucunduri e Guariba.

A partir dos dados apresentados nesse trabalho podemos sumarizar a evolução do Cinturão Móvel Rio Negro-Juruena da seguinte maneira:

1200 Ma.

1300 Ma.

Magmatismo Básico e Alcalino e Anortositos

1400 Ma.

Granitos tipo "Rapakivi" - Serra da Providência e Surucucu.

Coberturas sedimentares epineríticas e terrígenas.

1500 Ma.

Granitos tipo "Rapakivi" sobre o antepaís, El Parguaza

Resfriamento regional, levantamento epirogenético e inversão.

Rochas supracrustais (metassedimentos e metavulcânicas)

1600 Ma.

Vulcano-plutonismo ácido a intermediário subseqüente (Teles Pires)

1700 Ma.

Migmatitos, granitos e gnaisses regionais.

(Rochas da Infra-estrutura)

1800 Ma.

Para explicar a evolução tectono-magmática descrita acima, podemos considerar um esquema de evolução geotectônica para a Província Rio Negro-Juruena, ainda um tanto especulativo,por falta de um melhor conhecimento geológico da área. Esse esquema baseia-se no exposto no Capítulo III, imaginando que mecanismos similares aos da Tectônica de Placas, incluindo grandes movimentos horizontais, ocorreram no Proterozóico.

Neste modelo sugere-se que ao redor de 1750 Ma. teria existido uma margem de crosta continental adjacente a um fundo oceânico, com uma crosta oceânica em subducção para oeste, propiciando o surgimento de um sistema de arcos magmáticos. Este esquema evolutivo para a Província Rio Negro-Juruena, baseado na Tectônica de Placas, foi inspirado nos trabalhos de Fleck et al. (1979) para o Escudo Árabe, de Dewey e Bird (1970) e Wyllie (1971).

O modelo será comentado essencialmente a partir da seqüência de figuras apresentadas, que procuram descrever as situações geotectônicas sucessivas da região. Este esquema de evolução foi aplicado para a Região Porto Velho-Juruena, por ser uma área melhor conhecida geologicamente que a região do Alto Rio Negro.

Examinando a Figura 18 nota-se que à medida que a subducção progride, a distância entre a Província Amazônia Central e o Arco Magmático Rio Negro-Juruena decresce. Com o avanço deste processo ocorre a fusão parcial da crosta oceânica e também parte da continental originando, um intenso vulcanismo ácido a intermediário, datado em 1650 Ma. (vulcanismo Teles Pires), o surgimento de granitos tipo "rapakivi" entre 1550 e 1400 Ma. (Granitos Surucucu e Serra da Providência), de anortositos em 1350 Ma. (Anortositos do Ciriquiqui e Curuquetê), de magmatismo básico e intrusões alcalinas em 1400-1200 Ma. (Complexos de Canamã,Sucunduri e Guariba). Após o vulcano-plutonismo ácido a intermediário iniciou-se o acúmulo de detritos terrígenos em pequenos grabens e de sedimentos epineríticos na zona de subducção (Grupos Caiabís e Beneficente).

Em algumas regiões próximas da área de colisão ocorreram metamorfismo e deformação nas rochas do arco magmático e da crosta oceânica, "uplift" e erosão, enquanto que outras áreas permaneceram como zonas de acumulação de rochas vulcânicas, vulcano-clásticas e estratos carbonáticos.

A zona de sutura entre as duas placas, ou seja, as Províncias Amazônia Central e Rio Negro-Juruena, situar-se-ia na área coberta pelos sedimentos pré-cambrianos do Grupo Beneficente.

Dentro do contexto da Teoria da Tectônica de Placas, acreditamos que o metamorfismo regional, responsável pela formação e espessamento do Arco Magmático Rio Negro-Juruena, tendo ocorrido próximo a 1750 Ma., e as idades em torno de 1650 Ma. seriam produtos da continuidade do processo de colisão das duas placas. As idades obtidas nas rochas granito-gnáissicas regionais próximas a 1850 Ma. com razões iniciais baixas, representariam material diferenciado do manto, um pouco antes da fase sintectônica

do Evento Rio Negro-Juruena, formado num episódio de "spreading" originado pelo desenvolvimento da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas.

O modelo evolutivo baseado na Tectônica de Placas, para a Província em estudo é viável ao considerarmos o fato das razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86}, utilizadas largamente como indicadores de processos de diferenciação do manto, indicarem que as rochas granito-gnáissicas regionais da Província Rio Negro-Juruena diferenciaram-se do manto na época em que seus minerais foram formados, demonstrando a existência de um processo de acreção da crosta, que pode ser tanto lateral como vertical.

A ausência de idades significativamente mais antigas que 1750 Ma., apesar das 3 centenas de datações disponíveis na área em estudo, parece descartar a possibilidade da existência de uma crosta granítica anterior, sugerindo que ocorreu uma importante acreção lateral. Portanto, a Província Rio Negro- Juruena não foi uma crosta continental arqueana, remobilizada durante um ou mais eventos intracratônicos.

Modelos fixistas, tais como reativações de crosta arqueana ou proterozóica inferior, ou ainda, destruição da crosta continental, conforme modelo de Kröner (1977), são improváveis para os dados existentes, não sendo possível no presente momento, estabelecer de modo claro, até que ponto a unidade Rio Negro-Juruena seria parcialmente ensiálica e até que ponto se estenderia para sudoeste a crosta pré-existente da Província Amazônia Central.

CAPÍTULO IX

CONCLUSÕES

A Província Rio Negro-Juruena desenvolveu-se na porção ocidental da Região Amazônica entre 1750 e 1400 Ma., obedecendo a um padrão estrutural predominantemente NW-SE.

As rochas granito-gnáissicas regionais foram formadas, em sua maioria, por volta de 1750 Ma., durante a fase sintectônica do evento geodinâmico formador da província. As seqüências supracrustais relativas a este evento são representadas pelas rochas metassedimentares e metavulcânicas datadas em torno de 1550 Ma. Rochas vulcânicas ácidas a intermediárias e granitos associados, com 1650 e 1600 Ma., assumiriam um caráter de vulcano-plutonismo subsequente àquela fase sintectônica.

As coberturas sedimentares, com aproximadamente 1400 Ma., representariam, neste contexto, as seqüências molassóides relacionadas ao término da evolução do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena. Nessa mesma época a intrusão de granitos com textura tipo "Rapakivi", na área da província, marcaria o período de transição desta região para condições cratônicas. O vasto número de diques básicos que intrudiram a área em estudo em 1400-1300 Ma., significariam o magmatismo terminal deste evento orogênico. Finalmente as intrusões de complexos alcalinos anelares entre 1400-1200 Ma., tipificariam atividades ígneas cratogênicas na província.

O desenvolvimento orogênico da Província Rio Negro-Juruena produziu, sobre o seu antepaís, manifestações magmáticas reflexas, que originaram granitos cratogênicos, tais como El Parguaza, Surucucu e Velho Guilherme.

Após a completa estabilização da Província Rio Negro-Juruena e a sua conseqüente incorporação ao cráton, desenvolveu-se, em sua margem sudoeste, o evento geodinâmico Rondoniano, que provocou, sobre ela, um magmatismo reflexo, manifestado

pelo vulcanismo ácido do Rio Uaupés com 920 Ma., pelos granitos tipo "Rondonianos" com 1000 Ma., pelo granito a duas micas com cerca de 1300 Ma. e por diversos diques básicos com idades entre 1300 e 1200 Ma..

Na opinião do autor a Província Rio Negro-Juruena sofreu uma evolução geotectônica do tipo "mobile belt", explicada através dos mecanismos da Tectônica de Placas, onde a subducção de uma crosta oceânica propiciou a formação de um sistema de arcos magmáticos, formando a província em questão.

Os baixos valores obtidos para as razões iniciais das rochas granito-gnáissicas regionais, aliados a ausência de idades significativamente mais antigas que 1750 Ma., em meio a mais de 3 centenas de datações, suportam a hipótese de que a Província Rio Negro-Juruena, desenvolveu-se sob condições ensimáticas.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente o autor deseja manifestar profundo agradecimento a seu orientador, Professor Doutor Koji Kawashita, que colaborou de maneira direta através de inúmeras sugestões, apoio científico e laboratorial durante a realização desse trabalho. De igual maneira, agradece ao Professor Doutor Umberto Giuseppe Cordani pela dedicação e interesse que demonstrou ao acompanhar o desenvolvimento do presente trabalho e pelas longas discussões mantidas, que frutificaram sob a forma desta Dissertação de Mestrado.

O autor externa também seus agradecimentos a todas as pessoas e entidades, que direta ou indiretamente colaboraram para a realização do presente trabalho. Em especial agradece:

A toda equipe do Projeto RADAMBRASIL pelas discussões mantidas, indispensáveis para a elaboração desta dissertação. Cumpre ressaltar a valiosa colaboração dos Geólogos Guilherme Galeão da Silva (ex-Diretor da Divisão de Geologia), Jaime Franklin V.de Araújo (atual Diretor) e Raimundo M.G. de Montalvão, pelo acesso às informações geológicas obtidas pelo Projeto RADAMBRASIL e pelos debates realizados sobre a geologia da Região Amazônica.

Ao Professor Miguel Angelo Stipp Basei, pelas várias discussões realizadas sobre o tema do trabalho.

Aos geocronólogos do Projeto RADAMBRASIL, Wilson Teixeira e Oswaldo Siga Jr., pela colaboração, o autor manifesta sua gratidão.

Ao quadro de funcionários do Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP, a saber: Claudio Comerlatti, Claudio dos Santos, Helen Sonoki, Francisco E.Saracchini (ex-funcionário),Jorge Gouveia de Almeida, José Elmano Gouveia, José Roberto Medeiros, Key Sato, Margarida Martins e Tieca Saito, pela ajuda prestada na obtenção dos dados geocronológicos.

A matemática Ivone Sonoki, pelo árduo e minucioso

trabalho de recálculo das idades, bem como pela revisão das tabelas existentes.

Ao Sr. Carlos Eduardo Pinho Sabbag pela confecção dos desenhos dos mapas e figuras constantes no trabalho.

A Sra. Claudete Salinas Franzosi, responsável pelo trabalho de datilografia.

A equipe do setor gráfico do Instituto de Geociências da USP, especialmente em nome do Sr. Jaime Alves da Silva, pela impressão e individualização dos exemplares.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, A.S. & DALL'AGNOL, R. - 1977 - Relatório Analítico de Petrografia da Folha SB-20 Purús. Projeto RADAMBRASIL (Relatório Interno), Belém.

ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Div. Geol. Min. DNPM, Bol. (241), 36p, Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. Anais 23º Cong. Bras. Geol., 1: 29-46, Salvador.

ALMEIDA, F.F.M. de - 1974 - Evolução Tectônica do Cráton do Guaporé comparada com a do Escudo Báltico. Rev. Bras.Geoc., São Paulo 4 (3): 191-204, São Paulo.

ALMEIDA, F.F.M. de - 1978 - A Evolução dos Crátons Amazônico e do São Francisco comparada com a de seus homólogos do Hemisfério Norte. Anais do XXX Cong.Bras.Geol., 6, 2393-2407, Recife.

ALMEIDA, F.F.M. de & NOGUEIRA FILHO - 1959 - Reconhecimento Geológico do Rio Aripuanã. Bol.Div.Geol.Min., D.N.P.M. (199) , 43p, Rio de Janeiro.

AMARAL, G. - 1974 - Geologia pré-Cambriana da Região Amazônica , Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências, USP- 212p. São Paulo.

AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H.- 1966- Potassium-Argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. et Cosmoch. Acta. 30 (2), 159-189.

ANHAUSSER, C.R.; MASON, R.; VILJOEN, M.J. & VILJOEN, R.P.- 1969- A reappraisal of some aspects of Precambrian Shield Geology. Geol.Soc.Am.Bull. 80: 2175-2200.

BARBOSA, O. & RAMOS, J.R.A. - 1959 - Território do Rio Branco; aspectos principais de geomorfologia, da geologia e das possibilidades minerais de sua zona setentrional. Div.Geol.Min.DNPM, Bol. (196), 49p., Rio de Janeiro.

BARRETO, P.M.C.; MANTOVANI, M.S.M. & CORDANI, U.G. - 1976 - A evolução tectono-magmática do Território de Rondônia, por meio da interpretação dos dados radiométricos. XXIX Cong. Bras. Geol. (Resumos), p.206- Ouro Preto.

BARRIOS, F.J. & RIVAS, D. - 1978 - Reconocimiento geocronológico del Território Federal de Amazonas de Venezuela. Min. Minas Y Hidrocarburos (Relatório Interno).

BARRIOS, F.J. & RIVAS, D. - 1978 - Algunas edades K-Ar de rocas del Território Federal de Amazonas de Venezuela. Min.Minas y Hidrocarburos (Relatório Interno).

BARRON, C.N. - 1969 - Notes on the stratigraphy of Guayana. In: Guyana Geological Conference, 70- Paramaribo, 1966, Proceedings...Paramaribo Geological Survey Guyana, 101p.

BASEI, M.A.S. - 1973 - Geocronologia, SB-22/SC-22, Projeto RADAM BRASIL (Relatório Interno), Belém.

BASEI, M.A.S. - 1974 - Estudo geocronológico do magmatismo ácido da Região Meridional da Amazônia. Anais do XXVIII Cong. Bras. Geol. (6): 287-296, Porto Alegre.

BASEI, M.A.S. - 1977 - Idade do vulcanismo ácido-intermediário na Região Amazônica, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências,USP - 133p., São Paulo.

BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, W. - 1975 - Geocronologia do Território de Roraima. In: Conferência Geológica Interguianas, 10a.DNPM-253-273, Belém.

BEISIEGEL, W. de R.; BERNARDELLI, A.L.; DRUMMOND, N.F.; RUFF, A. W. & TREMAINE, J.W. - 1973 - Geologia e Recursos Minerais da Serra dos Carajás. Rev.Bras.Geoc. 3 (4): 215-242,São Paulo

BRIDGWATER, D. & WINDLEY, B.F. - 1973 - Anorthosites, post-orogenic granites, acid volcanic rocks and crustal development in the North Atlantic Shield during the Mid-Proterozoic. Geol. Soc.Africa. Spec.Publ., 3, 307-317.

CARTE, A.E. & VAN ROOYEN, A.I.M. - 1969 - Further measurements of heat flow in South Africa. Spec. Publ. Geolog.Soc. S.Afr. 2; 445-448.

CHOUBERT, B. - 1969 - Les Guyano - Eburneides de l'amerique du Sud e de l'Afrique Occidentale; essais de comparaison geologique. B., B.R.G.M. Sect.4, 4, 39-68, Paris.

CONDIE, K.C. - 1973 - Archean Magmatism and crustal thickening. Bull.Geol. Soc.Amer. 84: 2981-2992.

CORDANI, U.G.; MANTOVANI, M.S.M. - 1976 - Idades Rb/Sr de rochas magmáticas da região do curso médio do Rio Teles Pires. XXIX Cong.Bras.Geol. Resumos, p. 229.

CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & THOMAZ FILHO,A. - 1978 - Applicability of the Rubidium-Strontium Method to Shales and Related Rocks. - Contributions to the Geologic Time Scale, studies in geology, nº 6, 93-117.

CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S. & KAWASHITA, K. - 1979 - Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. - Actas do II Congresso Geológico Chileno, 4; 137-148 - Arica, Chile.

DALL'AGNOL, R.; DREHER, A.M.; ARAÚJO, J.F.V. & ABREU, A.S.-1975- Granito Surucucu. Anais X Conf.Geol. Interguianas. 340-388 , Belém.

DALL'AGNOL,R. & ABREU, A.S. - 1976 - Características Petrográficas e Petrológicas do Complexo Guianense na Folha NA.19 Pico da Neblina. Anais do XXIX Cong. Bras. Geol., 2, 321-350, Belo Horizonte.

DEUTSCH, S.; LEDENT, D. & PASTEELS, P. - 1965 - Datation par les méthodes Rb/Sr et Pb/U au Laboratoire de Géochronologie du Service de Geologie et de Geochimie nucleaires. Université Libre de Bruxelles.

DEWEY, J.F. & BIRD, J.M. - 1970 - Plate Tectonics and geossynclines. Tectonophysics. 10, 625-638.

DREHER, A.M.; ARAÚJO, J.F.V.; ABREU, A.S. - 1976 - Associação Básico-Anortosítica dos rios Curuquetê e Ciriquiqui - Município de Lábrea, Estado do Amazonas. XXIX Cong.Bras.Geol. Resumo - p.191, Belo Horizonte.

FAIRBAIRN, H.W. & HURLEY, P.M. - 1970 - Northern Appalachian Geochronology as a model for interpreting ages in older orogens; Ecoglae Geologicae Helvetiae, 63.

FERNANDES, P.E.C.A.; PINHEIRO, S.S.da; MONTALVÃO, R.M.G. de ; ISSLER, R.S.; ABREU, A.S. & TASSINARI, C.C.G. - 1977 - Geologia In: Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAMBRASIL, D.N.P.M., Folha SA.19 Içá, 14; 121p.,Rio de Janeiro.

FLECK, R.J.; GREENWOOD, W.R.; HADLEY, D.G.; ANDERSON, R.E. & SCHMIDT, D.L. - 1979 - Rubidium-Strontium Geochronology and Plate Tectonic evolution of the Southern part of the Arabian Shield-U.S. Geol.Survey - Saudi Arabian Project Report 245, 105p. - Jiddah, Saudi Arabia.

GAUDETTE, H.; MENDOZA, V.; HURLEY, P.M. & FAIRBAIRN, H.W.-1978 - Geology and age of the Parguaza rapakivi granite,Venezuela. Bull. Geol.Soc. Amer., 89, 1335-1340.

GOODWIN, A.M. - 1974 - Precambrian belts, plumes, and shield development; Am. J. Sci., 274, p. 987-1028.

GOODWIN, A.M. - 1976 - Giant Impacting and the development of continental crust. In: Windley B.F. (ed.). The early history of the Earth. John Wiley & Sons, 77-95, New York.

HARRINGTON, H.J. - 1962 - Paleogeographic development of South América. Bull.Amer. Assoc. Petrol. Geol. Tulsa, 46 (10),1773 -1814.

HURLEY, P.M.; FAIRBAIRN, H.W.; GAUDETTE, H.E.; MENDOZA, V.; MARTIN, B.C. & ESPEJO, A. - 1973 - Progress report on Rb-Sr age dating in the northern Guayana Shield: M.I.T. Geochronology Lab. Prog. Report. 20, 1-7 - Massachussets (U.S.A.).

ISSLER, R.S. - 1975 - Geologia do Cráton Guianês e suas possibilidades metalogenéticas. Relatório Interno 61.G - Projeto RADAMBRASIL, 25p, Belém.

ISSLER, R.S. - 1977 - Esboço Geológico-Tectônico do Cráton do Guaporé, Rev.Bras.Geoc. 7 (3): 177-211, São Paulo.

IWANUCH, W. - 1976 - Idades Rb/Sr das alcalinas do "Domo do Sucunduri", Am. In: 29º Cong.Bras. Geol. Resumo das Comunicações p. 196, Belo Horizonte.

KAWASHITA, K. - 1976 - O método Rb/Sr em rochas sedimentares. Aplicação para as Bacias do Paraná e Amazonas. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências, USP - 111p, São Paulo.

KLOOSTERMAN, J.B. - 1966 - Granites and ryolites of São Lourenço a volcano-plutonic. complex in southern Amazônia. Eng. Min. Metal. 44, (262), 169-171, Rio de Janeiro.

KLOOSTERMAN, J.B. - 1967 - Ring structures in the Oriente and Massangana granite complexes, Rondonia, Brasil. Eng. Min. Metal. 45 (266) 73-77, Rio de Janeiro.

KLOOSTERMAN, J.B. - 1968 - Uma província do tipo Nigeriano no sul da Amazônia. Eng.Min.Metal. 47 (278), 59-64, 47 (280) , 167-168, Rio de Janeiro.

KRÖNER, A. - 1977 - The Precambrian Geotectonic evolution of Africa: plate accretion versus plate destruction.Precambrian Research, 4: 163-213, Amsterdam.

KRÖNER, A. - 1979 - Precambrian mobile belts of Southern and eastern Africa - ancien sutures or sites of ensialic mobility? A case of crustal evolution towards plate tectonics; Tectonophysics, 40, 101-135.

KRÖNER, A. - 1980 - Pan African crustal evolution, Episodes,(2), 3-8 - Otawa.

LEAL, J.L.W.; SILVA, G.H.; SANTOS, D.B.dos; TEIXEIRA, W.; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, C.A.C. & PINTO, A.C. - 1978 - Geologia In: Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAMBRASIL - DNPM; 16, 184p. - Rio de Janeiro.

LIMA, M.I.C.; MONTALVÃO, R.M.G.; ISSLER, R.S.; OLIVEIRA, A.; BASEI, M.A.S.; ARAUJO, J.F.V. & SILVA, G.G. da - 1974 - Geologia in: Levantamento de Recursos Naturais, 6, Projeto RADAM, DNPM - Folha NA/NB 22 Macapá. 120 p. Rio de Janeiro.

MARTIN-BELLIZZIA, C. - 1968 - Edades isotópicas de rocas venezolanas. Bol. Geol. 10 (9): 365-380.

Mc CANDLESS, G.C.-1964 - The general geology of the Northern Guayana Shield in Venezuela. Part. X. XXII Intern. Geology. Congress, India.

Mc CANDLESS, G.C. - 1965 - Reconocimiento geológico de la region noroccidental del Estado Bolivar. Bol.Geol. 7, (13), 19-28 , Caracas.

MELCHER, G.C.; ISOTTA, C.A.L. - 1968 - Idades radiométricas de algumas rochas do embasamento da Região Amazônica. Res. XXII Cong.Bras.Geol. 81-82 - Belo Horizonte.

MENDOZA, V.S. - 1972 - Geologia del area del rio Suapure, parte noroccidental del escudo de Guayana. Estado Bolívar, Venezuela. In: 9º Conf. Geol. Inter-Guayanas, Bol. de Geol. Publ. esp. 6, 306-338 - Caracas.

MENDOZA, V.S. - 1973 - Evolución tectónica del Escudo de Guayana. II Cong.Latino Americano de Geologia (Resumos).

MENDOZA, V.S. - 1974 - Geology of the Suapure River área, NW Guiana Shield, Venezuela. (Ph.D.thesis): Binghamton State Univ. New York at Binghamton, 176p.

MENDOZA, V.S. - 1977 - Petrogenesis de rocas volcanicas (Piroclasticas) Precambricas del noroeste del Escudo de Guayana, Venezuela. Mem. V Cong. Geol. Venezolano., II, 555-589, Caracas.

MONTALVÃO, R.M.G. de - 1975 - Grupo Uatumã no Cráton Guianes. Anais da X Conf. Geol. Interguianas, 286-339, Belém.

MONTALVÃO, R.M.G. de - 1976 - Esboço Geológico - Tectônico do Cráton Guianês. Rev. Bras. Geoc., 6 (4): 230-245, São Paulo.

MONTALVÃO, R.M.G. de & FERNANDES, P.E.C.A. - 1975 - Grupo Tunuí, Projeto RADAM (Relatório Interno 38G), Belém.

MONTALVÃO, R.M.G.de; MUNIZ, M.de M.; ISSLER, R.S.; DALL' AGNOL, R.; LIMA, M.I.C.de; FERNANDES, P.E.C.A.; SILVA, G.G. - 1975- Geologia in: Levantamento de Recursos Naturais Projeto RADAM BRASIL, D.N.P.M. - Folha NA-20 Boa Vista e parte das Folhas NA-21 Tumucumaque e NB 20 Roraima. 8, 428p., Rio de Janeiro.

MONTALVÃO, R.M.G.de & BEZERRA, P.E.L. - 1980 - Geologia e Tectônica da Plataforma (Craton) Amazônica (Parte da Amazônia Legal Brasileira), Rev.Bras.Geoc., 10 (1): 1-27, São Paulo.

MOORBATH, S. - 1975 - Evolution of Precambrian crust. from strontium isotopic evidence. Nature 254, 395-398, Londres.

OLIVEIRA, A.S.; FERNANDES, C.A.C.; ISSLER, R.S.; ABREU, A.S.;MONTALVÃO, R.M.G. de & TEIXEIRA, W. - 1975 - Geologia in: Levantamento de Recursos Naturais, 9, Projeto RADAMBRASIL,DNPM Folha NA.21 - Tumucumaque e parte da folha NB.21.361p., Rio de Janeiro.

PINHEIRO, S.da S.; FERNANDES, P.E.C.A.; PEREIRA, E.R.; VASCONCELOS, E.G.; PINTO, A.do C.; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, W. & FERNANDES, C.A.C. - 1976-

Geologia in: Levantamento de Recursos Naturais, 11, Projeto RADAMBRASIL, DNPM, Folha NA.10 - Pico da Neblina. 366p., Rio de Janeiro.

PRIEM, H.N.A. - 1978 - First progress-report on the isotopic dating project in Colombia (PRORADAM) (Relatório Interno). Amsterdam.

PRIEM, H.N.A. - 1979 - Isotopic dating in the complejo migmatítico de Mitú. Interim-Report.- PRORADAM-COLOMBIA (Relat. Interno). 5p. Amsterdam.

PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; HEBEDA, E.H.; VERDUMEN, E. A. Th. & BON, E.H. - 1971 - Granitic Complexes and associated Tin mineralizations of "Greenville" age in Rondônia, Western Brazil. Geol.Soc. Amer. Bull. 82, 1095-1102.

RUTLAND, R.W.R. - 1976 - Orogenic evolution of Austrália.Earth - Science Reviews, 12 (2/3): 161-196.

SHCHEGLOV, A.D. - 1970 - Main types of areas of tectono- magmatic activation. Int.Geol.Rev. 12 (12): 1473-1479, Washington.

SILVA, G.G.da; LIMA, M.I.C.; ANDRADE, A.R.F.; ISSLER, R.S. & GUIMARÃES, G. - 1974a - Geologia. In:Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAM-DNPM - Folha SB.22 - Araguaia e parte da Folha SC.22 - Tocantins, 143p., Rio de Janeiro.

SILVA, G.H.; LEAL, J.W.L.; SALUM, O.A.L.; DALL'AGNOL, R.; & BASEI, M.A.S. - 1974 - Geologia da parte da Folha SC.21 - Juruena. Anais do 28º Cong.Bras. de Geol., 6, 309-320 - Porto Alegre.

SILVA, L.L.da; RIVETTI, M.; DEL'ARCO, J.O.; ALMEIDA, L.F.G.; DREHER, A.M. & TASSINARI, C.C.G. - 1976 - Geologia In: Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAMBRASIL, D.N.P.M. , 12, 116 p., Rio de Janeiro.

STEIGER, R.H.; JAGER, E. - 1978 - Subcomission on Geocronology : Convention on the use of Decay Constants in Geochronology

and Cosmochronology. Contributions to the Geologic Time Scale; Studies in Geology 6, 67-72, Michigan, U.S.A.

STOCKWELL, C.H. - 1961 - Structural Provinces, Orogenies, and Time-Classification of the rocks of the Canadian Precambrian Shield. Geological Survey of Canada, paper 61-17 (report 2): 108-118, Otawa.

STOCKWELL, C.H. - 1963a - Second report on Structural Provinces, Orogenies, and Time-Classification of the Canadian Precambrian Shield. Geological Survey of Canada. paper 62-17 (report 3): 123-133, Otawa.

STOCKWELL, C.H. - 1963b - Third Report on Structural Provinces , Orogenies, and Time-Classification of the Canadian Precambrian Shield. Geological survey of Canada. paper 63-17 (report 4): 125-131, Otawa.

SVIRIDENKO, L.P. - 1968 - Petrology of Rapakivi Granites in Salms massif. Int.Geol. Rev. 10 (5), 507-519, Washington.

TASSINARI, C.C.G. & TEIXEIRA, W. - 1977 - Geocronologia da Folha SB-20 Purus. Projeto RADAMBRASIL (Relatório Interno).

TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W. & SIGA JR., O. - 1978 - Considerações crono-estratigráficas da região das Chapadas do Cachimbo e Dardanelos. Anais do XXX Cong.Bras.Geol., 1, 477-490, Recife.

TASSINARI, C.C.G. & BASEI, M.A.S. - 1980 - Primeiros resultados arqueanos em migmatitos da região da Serra do Tapirapé - Mato Grosso do Norte. Anais do XXXI Cong.Bras.Geol., 5, 2744-2751, Camboriú.

TEIXEIRA, W. - 1978 - Significação Tectônica do Magmatismo Anorogênico Básico e Alcalino na Região Amazônica. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências. USP, 99p., São Paulo.

TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S. & TASSINARI, C.C.G. - 1976 - Geocronologia das Folhas Tumucumaque e Santarém. Anais do 29º

Cong.Bras.Geol., 4; 169-183, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G - 1977 - Estudo Geocronológico da Folha SA.20 - Manaus. Projeto RADAMBRASIL (Relatório Interno) Belém.

THOMAZ, A.F.; CORDANI, U.G. & MARINO, O. - 1974 - Idades K-Ar de rochas basálticas da Bacia Amazônica e sua significação tectônica regional. Anais do 28º Cong. Bras.de Geol., 6, 273-278, Porto Alegre.

TORQUATO, J.R. - 1974 - Geologia do Sudeste de Moçamedes e suas relações com a evolução tectônica de Angola. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências-USP, 243p, São Paulo.

VENEZUELA - Ministério de Minas y Hidrocarburos. Direccion de Geologia. Léxico estratigráfico de Venezuela. 2. ed. Caracas. - 1970 - 756. (Boletim de Geologia. Publ. Espec., 4).

VORMA, A. - 1965 - Geological map of Finland, 1:100.000, explanation to map rocks. Otaniemi, geological survey of Finland,72p.

YORK, D. - 1966 - Least Square Fitting of a Straight Line With Correlated Errors, Earth and Planetary Science Letters, 5 320-324.

WATSON, J.V. - 1973 - Effects of reworking on high-grade gneiss complexes. Phil. Trans. R.Soc. Lond. A 273, 443-456, London.

WINDLEY, B.F. - 1973 - Crustal development in the Pre-Cambrian. - Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. (A273); 321-341, Londres.

WINDLEY, B.F. - 1976 - The early history of the Earth-John Wiley & Sons, New York.

WILLIE, P.J. - 1971 - The dynamic Earth, Wiley, New York, 416p.