WILSON TEIXEIRA

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005748

SIGNIFICAÇÃO TECTÔNICA DO MAGMATISMO ANOROGÊNICO BÁSICO E ALCALINO NA REGIÃO AMAZÔNICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências da Universidade de
São Paulo.

Orientador :

Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani

SÃO PAULO

- 1978 -

ÍNDICE

1

RESUMO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1

CAPÍTULO II - METODOLOGIA

6

1. Análises Potássio-Argônio

6

2. Análises Rubídio-Estrôncio

7

CAPÍTULO III - PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICO-ESTRUTURAIS NA REGIÃO AMAZÔNICA

9

1. Distribuição geográfica

9

2. Caracterização Regional

12

2.1. Rochas Basais

12

2.2. Metassedimentos

15

2.3. Vulcano-Plutonismo

16

2.4. Rochas Sedimentares

19

CAPÍTULO IV - MAGMATISMO BÁSICO

22

1. Generalidades

22

2. Caracterização Geocronológica

23

2.1. Vulcanismo com idades entre 2.000 e 1.550 m.a.

25

2.2. Vulcanismo com idades entre 1.500 e 1.300 m.a.

31

2.3. Vulcanismo com idades entre 1.250 e 1.050 m.a.

35

2.4. Vulcanismo com idades entre 1.050 e 850 m.a.

37

2.5. Vulcanismo Cambro-Carbonífero

39

2.6. Vulcanismo Permo-Cretáceo

42

CAPÍTULO V - MAGMATISMO ALCALINO

50

1. Generalidades

50

2. Caracterização Geocronológica da Atividade pré-Cambriana

52

3. Caracterização Geocronológica da Atividade Mesozóica

60

CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
1. Significação tectônica do vulcanismo básico e alcalino de idade pré-Cambriana	64
2. Significação tectônica do vulcanismo básico e alcalino de idade Fanerozoica	67
3. Caracterização genética do vulcanismo básico	69
4. Importância tectônica dos lineamentos regionais da Amazônia	71
AGRADECIMENTOS	75
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXO 1	88
APÊNDICE 1	89
APÊNDICE 1A	96
APÊNDICE 2	97
APÊNDICE 2A	99
TABELAS	
Tabela 1 - Resultados radiométricos K/Ar para o magmatismo básico (1º Conjunto)	28
Tabela 2 - Resultados radiométricos Rb/Sr do hornfels do Diabásio Pedra Preta	28
Tabela 3 - Resultados radiométricos K/Ar para o magmatismo básico (2º Conjunto)	32

Tabela 4 - Resultados radiométricos K/Ar para o magmatismo básico (3º Conjunto)	36
Tabela 5 - Resultados radiométricos K/Ar para o magmatismo básico (4º Conjunto)	38
Tabela 6 - Resultados radiométricos K/Ar das rochas básicas Cambro-Carboníferas	40
Tabela 7 - Resultados radiométricos K/Ar das rochas básicas Permo-Triássicas	43
Tabela 8 - Resultados radiométricos K/Ar das rochas básicas Jurássico-Cretáceas	44
Tabela 9 - Resultados Rb/Sr para o magmatismo alcalino pré-Cambriano	53
Tabela 10- Resultados K/Ar para o magmatismo alcalino pré-Cambriano	53
Tabela 11- Resultados Rb/Sr para o magmatismo alcalino Mesozóico	61

FIGURAS

Figura 1 - Localização da área estudada	3
Figura 2 - Mapa de localização das amostras (Anexo 2)	-
Figura 3 - Mapa de distribuição do magmatismo básico e alcalino nas províncias geocronológico-estruturais da região Amazônica (Anexo 3)	-
Figura 4 - Distribuição geográfica dos focos magmáticos básicos e alcalinos durante o pré-Cambriano superior	26
Figura 5 - Histograma geocronológico para as rochas básicas pré-Cambrianas	27
Figura 6 - Zonas de fraqueza provavelmente ativas durante a evolução da província Rio Negro-Juruena (1.700-1.400 m.a.).	33

Figura 7 - Histograma geocronológico das rochas básicas Fanerozóicas	41
Figura 8 - Distribuição geográfica dos focos magmáticos básicos Fanerozóicos	48
Figura 9 - Diagrama isocrônico Rb/Sr do sienito Canamã	58
Figura 10- Histograma dos teores de potássio das rochas básicas	70
Figura 11- Zonas de fraqueza ativas durante o Fanerozóico	73

RESUMO

O trabalho pretende interpretar a evolução tectônica da região Amazônica, com base nos modelos recentes disponíveis, e integrando as determinações radiométricas K/Ar e Rb/Sr das rochas magmáticas básicas e alcalinas anorogênicas, em número superior a uma centena e meia.

As províncias geocronológico-estruturais da Amazônia, aqui denominadas de Transamazônica (2.000-1.800 m.a.), Rio Negro-Juruena (1.700-1.400 m.a.), Rondoniana (1.400-1.000 m.a.) e Brasileira (700-450 m.a.), são discutidas brevemente caracterizando-se as épocas de seus episódios principais (metamorfismo sintectônico, intrusões pós-tectônicas, vulcanismo subsequente), através de isócronas Rb/Sr.

Para as rochas básicas definiram-se quatro conjuntos pré-Cambrianos (2.000-1.550 m.a., 1.500-1.300 m.a., 1.250-1.050 m.a. e 1.050-850 m.a.) e dois no Paleozóico (500-300 m.a. e 260-120 m.a.). Os conjuntos pré-Cambrianos e o eo-Paleozóico são interpretados como significativos de eventos terminais dos cinturões móveis regionais e/ou magmatismo reflexo de sua atuação em áreas já cratonizadas. Atividades magmáticas alcalinas, sobretudo no período de tempo 1.500-1.150 m.a., associam-se temporalmente ao magmatismo básico. O conjunto de rochas básicas Permo-Cretáceas é interpretado como resultante de fenômenos associados à deriva continental e abertura do Oceano Atlântico. Delimitaram-se preliminarmente dois sub-conjuntos de idade (Permo-Triássico e Juro-Cretáceo), ambos com raras rochas alcalinas associadas.

Os dados radiométricos disponíveis para os magmatismos básico e alcalino pré-Cambrianos indicam que a

estabilização tectônica da plataforma Amazônica somente foi atingida com o término dos processos tectonomagmáticos do cinturão móvel Rondoniano. As fontes das rochas magmáticas básicas foram provavelmente mais profundas entre 1.600 e 850 m.a. atrás, a julgar pelos teores mais elevados de potássio, e pela associação temporal com o magmatismo alcalino. Constata-se ainda que os vulcanismos básico e alcalino pré-Cambrianos condicionam-se preferencialmente a sistemas de fraqueza com direção NE-SW e NW-SE, ao passo que aqueles de idade Mesozóica estão associados a sistemas com direção N-S e NNE-SSW.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O conhecimento geológico da região Amazônica tem crescido significativamente com o mapeamento regional do projeto RADAMBRASIL, em execução na escala 1:1.000.000.

A pesquisa geocronológica assume importância relevante no estudo da região Amazônica, já que na maioria das vezes as relações de campo não são claras e em muitos casos, inexistentes. Deste modo, a determinação radiométrica é fator decisivo para o correto posicionamento estratigráfico das unidades. Para o RADAMBRASIL, o apoio geocronológico tem sido obtido através de convênio com o Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo.

O interesse do autor pela geocronologia já vem de alguns anos, quando realizou suas primeiras determinações radiométricas no CPGeo como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. A partir de 1975, contratado pelo então projeto RADAR DA AMAZÔNIA (RADAM) para executar o programa de apoio geocronológico aos mapeamentos efetuados, teve oportunidade de aprofundar seus conhecimentos neste campo de pesquisa. Após alguns anos, com o crescente acervo de dados, tornou-se viável a idéia de realizar sínteses regionais que auxiliassem na elucidação dos fenômenos maiores da região Amazônica, com base nos dados geocronológicos disponíveis.

A importância exercida pelo magmatismo básico e alcalino, constatada quando da execução progressiva do Projeto, o duvidoso posicionamento estratigráfico de grande parte destas rochas e a inexistência de textos de caráter

regional que analisassem o assunto sob aspecto geotectônico-geocronológico, levaram o autor à realização deste trabalho, alicerçado essencialmente nas informações obtidas pelo projeto RADAMBRASIL.

Pretende-se aqui a integração de mais de uma centena de idades radiométricas de rochas magmáticas básicas e alcalinas da Amazônia, visando-se uma interpretação para o seu posicionamento geotectônico, fundamentada em recentes teorias evolutivas para a crosta continental. Esta compilação torna-se interessante, na opinião do autor, visto que a realização dos relatórios do RADAMBRASIL, por área geográfica, não discute de modo integrado os episódios principais que atuaram durante a evolução geológica regional.

A área objeto do presente estudo compreende os Estados do Amazonas e Pará, além de parte dos Estados do Mato Grosso e Acre. Abrange ainda os Territórios Federais de Roraima e Amapá e quase a totalidade geográfica do Território de Rondônia (Figura 1). Tem por limites geográficos: a oeste e norte as fronteiras internacionais com a Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa; na sua porção meridional, os paralelos de latitude sul: 12° (na folha SC 20 Porto Velho), 12° (na folha SC 21 Juruena) e 9° (na folha SC 22 Tocantins). A borda ocidental do geossinclíneo Paraguai-Araguaia, nas proximidades do meridiano de longitude 50°W, define o limite oriental da área investigada.

Em termos geológicos abrange:

- a) A parte meridional do Escudo das Guianas (em território brasileiro);
- b) A bacia Amazônica;
- c) O Cráton do Guaporé, ao sul da bacia Amazônica, entidade geotectônica pertencente ao Escudo Brasil Central.

FIGURA I - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A drenagem principal do Escudo das Guianas na Amazônia Legal Brasileira é representada pelos afluentes da margem esquerda do rio Amazonas sendo, os principais, os rios Negro, Jatapu, Uatumã, Nhamundã, Trombetas, Paru do Oeste, Curuã, Maicuru, Paru do Este e Jari. Outros desaguam diretamente no oceano Atlântico tais como os rios Cassiporé, Calçoene e Araguari. Configurando a drenagem da margem direita do rio Amazonas tem-se os rios Juruá, Tefé, Purus, Madeira, Aripuanã, Jiparanã, Sucunduri, Tapajós, Juruena, Teles Pires, Iriri, Xingu, Fresco e Tocantins.

A amostragem do projeto RADAMBRASIL é efetuada ao longo dos cursos d'água da região Amazônica bem como nas estradas ou clareiras abertas nos interflúvios dos rios. Controle macro e micropetrográfico é realizado nas amostras obtidas, sendo posteriormente selecionadas as de interesse para análise radiométrica. No caso do magmatismo básico utilizou-se apenas o método K/Ar, pela inviabilidade do método Rb/Sr. Para as rochas alcalinas empregou-se principalmente este último método, sendo que, eventualmente, determinações K/Ar foram realizadas.

Integram esta síntese 133 análises K/Ar e 32 análises Rb/Sr, cujos dados analíticos estão relacionados nos Apêndices 1, 1A, 2 e 2A. A Figura 2 sumariza a localização das amostras datadas.

Determinações radiométricas incluídas em trabalhos anteriores são aqui reavaliadas, nas interpretações integradas, tendo em vista os novos resultados disponíveis. As idades das rochas básicas pré-Cambrianas serão discutidas objetivando verificar seu relacionamento com a evolução das províncias de idade definidas por Cordani et al. (1978 - inédito) para a região Amazônica. Aquelas de idade pós-Brasiliana diferenciam-se geotectonicamente das

mais antigas e serão estudadas com base no modelo proposto por Thomaz et al. (1974). As rochas alcalinas datadas na área em pauta, serão interpretadas tentando-se verificar sua vinculação com as fases vulcânicas básicas caracterizadas.

É necessário frisar que alguns dos dados radiométricos não foram obtidos pelo RADAMBRASIL, sendo os resultados até o momento inéditos. Diversos referem-se a convênios realizados pelo IG-USP para execução de análises geocronológicas, e seus dados são também incluídos nos Apêndices deste trabalho, que indicam as devidas referências. O Anexo 1 sumariza as referências citadas nos diversos Apêndices.

Cabe ainda dizer que será adotada no texto a divisão proposta por Almeida (1971) para o pré-Cambriano da América do Sul. O Arqueano representaria o período de tempo abrangido pelo pré-Cambriano inferior:

pE superior: 570 a 1.800 m.a.

pE médio : 1.800 a 2.600 m.a.

pE inferior: anterior a 2.600 m.a.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA

A quase totalidade das determinações radio-métricas foi efetuada no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da Universidade de São Paulo, utilizando-se os métodos Potássio-Argônio (em minerais e em rocha total) e Rubídio-Estrôncio em rocha total (convencional e isocrônico). Excluem-se do conjunto as análises de nºs 35 (Apêndice 1), 148 e 151 (Apêndice 2) e 157 (Apêndice 2A) devidas a Priem et al. (1971).

1. Análises Potássio-Argônio

Compreendem a maior parte do trabalho e seus dados analíticos estão relacionados nos Apêndices 1 e 2A. Descrição pormenorizada das técnicas empregadas encontra-se em Amaral et al. (1966).

Os teores de potássio foram obtidos através de análises em duplicata principalmente por fotometria de chama com padrão interno de lítio. Em 33 amostras utilizou-se o método da Absorção Atômica, por conveniência analítica. Tais amostras acham-se especificadas no rodapé daqueles dois Apêndices. Eventualmente algumas destas amostras foram reanalisadas por fotometria de chama de modo a existir uma comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos.

As extrações de argônio foram executadas em unidades de ultra-alto vácuo com pressões sempre inferiores

res a 2×10^{-7} mmHg. A fusão das amostras foi obtida em temperaturas da ordem de 1200° C, correspondendo a uma corrente de 0,75 Amp. para o forno de indução do CPGeo.

As análises de argônio, por diluição isotópica, foram realizadas em espectrômetro de massa tipo Reynolds, empregando-se como referencial alíquotas de argônio 38 puro em quantidades calculáveis. Os resultados obtidos no CPGeo foram calculados manualmente em calculadora eletrônica, sendo os valores posteriormente recalculados por computador que fornece os erros analíticos das determinações, em programa baseado na teoria da propagação de erros. As constantes empregadas nos cálculos foram:

$$\lambda_{\beta} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_{\xi} = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\% \text{ atom. de } K^{40} \text{ em } k^{\text{tot}} = 0,0119$$

A reprodutibilidade analítica das determinações K/Ar no CPGeo é controlada periodicamente através de amostras padrão e de análises em duplicata eventuais. No caso do presente estudo, em apenas dois casos é possível verificar a reprodutibilidade analítica: no primeiro (amostras 61 e 63) foram utilizados dois pedaços diferentes da mesma amostra, e os resultados foram concordantes. No segundo caso (amostras 95 e 114) os dados foram discordantes, e em falta de melhor critério, consideramos a possibilidade de erro accidental na determinação de argônio de nº 95, tendo em vista que o outro resultado concorda melhor com a idade de diabásios vizinhos.

2. Análises Rubídio-Estrôncio

A maioria das determinações Rb/Sr foi efe-

tuada em rochas alcalinas. Apenas três não se incluem neste conjunto, pois referem-se a amostras de hornfels. Os dados analíticos completos estão relacionados nos Apêndices 1A e 2.

A fase analítica inicial para as amostras consiste numa britagem preliminar e posterior moagem em granulação inferior a 200 mesh. O selecionamento é feito através de análises quantitativas em rubídio total e estrôncio total, por fluorescência de raios X, admitindo-se erro médio de 2% nos valores entre 50 e 500 ppm. As idades são calculadas a partir dos resultados de rubídio total e estrôncio total, e medidas de composição isotópica de estrôncio.

Nas amostras cujas quantidades de Rb^{tot} e Sr^{tot} mostram-se fora do intervalo 50-500 ppm, aplica-se o método de diluição isotópica, utilizando-se traçadores enriquecidos em Rb^{87} e Sr^{84} , segundo técnicas relatadas em Kawashita (1972).

As análises espectrométricas foram realizadas em aparelho Varian Mat, tipo TH-5, de fonte sólida. Suas características acham-se descritas em Torquato (1974). Os valores de Sr^{87}/Sr^{86} foram normalizados para $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$. As demais constantes utilizadas foram:

$$\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

$$Rb^{85}/Rb^{87} = 2,59$$

A reprodutibilidade analítica do método Rb/Sr, neste trabalho, está representada pelas amostras de nº 154 e 155 que acusaram resultados convencionais concordantes.

CAPÍTULO III

PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICO-ESTRUTURAIS NA REGIÃO AMAZÔNICA

1. Distribuição Geográfica

A Figura 3 apresenta a área geográfica objeto de estudo onde caracterizaram-se graficamente as diversas províncias geocronológico-estruturais, as quais possuem continuidade física com os países vizinhos. Uma série de lineamentos regionais seccionam a região, cabendo mencionar os seguintes: Tumucumaque, Jari-Falsino, Oiapoque, Abacaxis, Tapajós, Canamã, Melo Nunes e Maraiuiã. Devido a sua importância dentro do enfoque evolutivo que se pretende discutir, encontram-se também delineados na Figura as unidades vulcânicas de caráter ácido, as coberturas sedimentares, além das principais ocorrências magmáticas básicas e alcalinas.

Na delimitação destas mega-regiões foram utilizados parâmetros definidos por Stockwell (1961), (1963) e (1963a) quando da caracterização das províncias estruturais no Escudo Canadense e aqueles recentemente fixados por Kröner (1977), na definição dos "cinturões móveis" no continente Africano. O termo, segundo Anhausser (1969), é aplicável a cinturões metamórficos pré-Cambrianos que possuem metamorfismo de médio a alto grau, deformação policíclica, granitização e possível retrabalhamento da crosta antiga.

Interpretação análoga para a região Amazônica foi efetuada por Cordani et al. (1978, inédito) na qual são fixados critérios para a integração das informa-

ções geológicas, estruturais e geocronológicas. Definiram-se, desse modo, diversos núcleos antigos menores, três cinturões móveis ("mobile belts") e uma província geocronológico-estrutural; o conjunto integrado representa a própria evolução regional da plataforma Amazônica (Suszczyński, 1970).

Para a região em estudo, os núcleos antigos ainda se encontram mal caracterizados, pois são raras as idades do embasamento com mais de 2.600 m.a.. Zona representativa de crosta Arqueana ocorre por exemplo no Complexo de Imataca, na Venezuela, onde granulitos e gnaisses indicam idades entre 3.400 e 2.700 m.a..

O cinturão móvel Maroni-Itacaiunas abrange, em território brasileiro, o Amapá, a região do baixo curso do rio Tapajós e do rio Itacaiunas (Figura 3). É truncado a leste pelo geossinclíneo Paraguai-Araguaia. A característica marcante deste evento geodinâmico é ter sido afetado por uma tectônica plástica, representada nas exposições metassedimentares do Grupo Vila Nova, a norte da bacia Amazônica, e do seu correspondente a sul, o Grupo Grão-Pará. A inexistência de rochas efusivas ácidas e de coberturas sedimentares de expressão é outro fator diferenciativo. O cinturão móvel Maroni-Itacaiunas possui "trend" geral noroeste-sudeste e teve sua fase de atividade geodinâmica principal por volta de 2.100 m.a., conforme demonstram as datações disponíveis.

Província geocronológico-estrutural com idades aparentes entre 2.200 e 1.700 m.a. é definida para a maior parte da plataforma Amazônica, recebendo o nome de Amazônia Central (Figura 3). Sua principal característica é a presença de extensas exposições de cobertura com rochas vulcânicas ácidas e sedimentares. Esta vocação cratônica, aliada à própria complexidade estrutural da área, pos-

sibilitando uma compartimentação tectônica, levaram Cordani et al. (op.cit.) a diferenciar esta província geocronológico-estrutural dos cinturões móveis. Nesta província ocorrem grandes estruturas de caráter regional: lineamento Tumucumaque que faz fronteira, a norte da bacia Amazônica, com o cinturão Maroni-Itacaiunas, lineamentos Abacaxis e Tapajós na folha SB 21 Tapajós, lineamento Cachorro na folha SA 21 Santarém e lineamentos Melo Nunes e Takutu nas folhas NA/NB 20 Boa Vista.

O cinturão móvel Rio Negro-Juruena abarca traços das folhas NA 19 Pico da Neblina, SA 19 Içá, SC 21 Juruena, SC 20 Porto Velho, SC 19 Rio Branco e SB 20 Purus (Figura 3). Na sua porção norte-oriental é limitado aparentemente da província Amazônia Central através do lineamento Marauíã. A sul da bacia Amazônica, na folha SC 21 Juruena, seu contato é menos preciso situando-se provavelmente, ao longo do falhamento regional de direção NNW que limita a borda sul do Grupo Beneficente.

As idades Rb/Sr disponíveis para o embasamento cristalino, vulcano-plutonismo, depósitos sedimentares e magmatismo básico delimitam um período de tempo entre 1.700 e 1.400 m.a. para a atuação do principal evento geodinâmico regional.

A atuação do cinturão móvel Rondoniano é caracterizada por idades Rb/Sr entre 1.400 e 1.000 m.a., tendo atuado em parte da região anteriormente atingida pelo evento Rio Negro-Juruena (Figura 3). Esta hipótese é reforçada pela presença de rochas metavulcânicas e granitos magmáticos transformados na região das folhas SC 21 Juruena, SC 20 Porto Velho e SB 20 Purus, região esta limítrofe entre os dois cinturões. Tal fronteira é imprecisa no atual estágio de conhecimento geológico da área. Todavia, ela parece acompanhar o alinhamento grosseiramente NS da Serra da Pro-

vidência, para mais ao norte infletir na direção noroeste seguindo o baixo curso do rio Jiparanã. Para definição da área abrangida pelo cinturão metamórfico Rondoniano servem de parâmetros os depósitos sedimentares da Serra dos Pacaás Novos, as vulcânicas ácidas da região de São Lourenço-Macisa e os "trends" estruturais paralelos observados nas imagens de radar.

2. Caracterização Regional

Além do trabalho a respeito das províncias geocronológico-estruturais da Amazônia (Cordani et al., op.cit.), vários autores têm estudado a região Amazônica em sínteses regionais. Merecem destaque os de Suszczynski (1970), Caputo et al. (1972), Rezende e Brito (1973), Amaral (1974) e Almeida (1974). O desenvolvimento dos trabalhos do projeto RADAMBRASIL tem possibilitado grandes progressos no conhecimento geológico desta região, parte integrante da plataforma Amazônica. Neste aspecto, destacam-se os estudos de Issler (1975a), Issler (1977), Issler et al. (1974) e Montalvão (1976).

2.1. Rochas Basais

No texto, o autor prefere não adotar, para as rochas do embasamento, termos como Complexo Guianense (Issler et al., 1974) e Complexo Xingu (Silva et al., 1974), pois as informações disponíveis indicam diferenças significativas na evolução geológica dos diversos tratos dos Escudos Brasil Central e das Guianas. Os estudos demonstram particularidades para o embasamento através de variações geográficas laterais intimamente relacionadas às províncias de idade definidas no item 1 deste capítulo, o que torna inconveniente o agrupamento genérico deste conjunto

de rochas cristalinas. Desta forma, no presente trabalho, serão colocadas as características principais das rochas basais bem como algumas feições específicas julgadas importantes.

Associações petrotectônicas de rochas metamórficas de fácies anfibólito possuem a maior extensão geográfica na área em pauta. A consulta da bibliografia disponível indica que tais conjuntos parecem ser em grande parte policíclicos, apresentando rochas heterogêneas intensamente dobradas e são aqui interpretados como infra-estrutura de cinturões móveis. As estruturas, em toda a Amazônia, de mostram direções NW-SE, WNW-ESE, com variações locais para NE-SW. Na porção ocidental da região investigada (folhas NA 19 Pico da Neblina e SA 19 Içã) predominam, no entanto, tendências estruturais E-W e WNW-ESE.

Migmatitos e/ou gnaisses com estruturas bandadas são rochas comuns. Possuem composição variável entre granítica e granodiorítica, apresentando a biotita e hornblenda como máficos principais. Aparecem também granulitos e charnockitos, em áreas restritas, formando por vezes associação com granitos de anatexia. Estes últimos, além de outras rochas graníticas, são atribuídos aos conjuntos basais (granito Juruena e granito Parauari). Entretanto, cum pre assinalar que é difícil distinguí-los de rochas similares formadas posteriormente, nas sequências plutônicas.

Duas unidades do embasamento merecem destaque: o gnaiss Tumucumaque (Lima et al., 1974) e o granodiorito Rio Novo (Montalvão et al., 1975), ambos situados no Escudo das Guianas. O primeiro foi individualizado pelas feições estruturais distintas, salientadas nas imagens de radar.

As determinações radiométricas disponíveis

indicam para o Cráton do Guaporé e para sua continuidade física a norte da bacia Amazônica, longa e complexa evolução geológica. Os sucessivos episódios tectonomagmáticos (com diferentes idades) levaram a formação de migmatitos, gnaisses e granitos característicos para cada uma das províncias geocronológico-estruturais.

A província Amazônia Central possui como particularidade geotectônica sua vocação cratônica, tendo atuado como área estável em relação aos sucessivos cinturões metamórficos que se desenvolveram nas regiões adjacentes, durante a evolução da plataforma Amazônica. Entretanto, a maioria das idades obtidas até o momento para tal província, é atribuível a fenômenos pós-orogênicos do ciclo Transamazônico, cuja significação regional é ainda incerta.

O cinturão móvel Maroni-Itacaiunas desenvolveu-se na borda oriental da área pesquisada, evidenciando idades entre 2.100 e 1.800 m.a.. Apesar de sua idade Transamazônica, alguns núcleos antigos de idade Arqueana já foram caracterizados.

O evento geodinâmico Rio Negro - Juruena atuou de modo marcante na porção ocidental da região em estudo, exibindo estruturas NW-SE, e apresentando idades entre 1.700 e 1.400 m.a..

O ciclo metamórfico demonstra algumas diferenças entre seus traços meridional e setentrional. Ao sul da bacia Amazônica, é caracterizado por vulcanismo expressivo, enquanto que ao norte, rochas vulcânicas restringem-se a raros afloramentos. Naquela porção, no entanto, encontram-se prováveis depósitos epizonais do cinturão móvel, não se conhecendo até o presente rochas similares ao sul.

O cinturão móvel Rondoniano teve sua atua

ção na maior parte do Território Federal de Rondônia, apresentando-se provavelmente superposto, em algumas regiões, ao cinturão Rio Negro-Juruena. Seu desenvolvimento teria originado os chamados granitos a duas micas, descritos recentemente por Dall'Agnol (1976). Ressalte-se que o padrão geocronológico do evento Rondoniano (1.400 - 1.000 m.a.) a aproxima-se daquele definido para o "episódio tectonotermal" diversamente denominado de Nickeriano (Priem et al., 1971a), K'Mudku (Barron, 1969) e Jari-Falsino (Lima et al., 1974) que afetou grandes porções do Escudo das Guianas.

2.2. Metassedimentos

Associados às rochas do embasamento, e localizados preferencialmente na porção oriental da Plataforma, em alguns casos ocorrendo sobrepostos, em discordância angular visível, aparecem os metassedimentos do Grupo Vila Nova (Lima et al., op.cit.) e do Grupo Grão Pará.

O primeiro forma um conjunto de serras alinhadas aproximadamente na direção noroeste, no Território Federal do Amapá. Litologicamente, são representados principalmente por quartzitos, xistos e itabiritos. Os metamorfismos do Grupo Vila Nova sofreram metamorfismo de fácies almandina-anfibolito. Os dados radiométricos Rb/Sr disponíveis indicam para estas rochas idade próxima a 2.100 m.a..

O Grupo Grão Pará foi originalmente definido por Beisiegel et al. (1973) para englobar unidades metassedimentares da serra dos Carajás. Três unidades foram caracterizadas: Sequência paleovulcânica inferior, Formação Carajás e Sequência paleovulcânica superior. Tais rochas sofreram falhamentos nas direções NE-SW e secundariamente N-S. O fácies metamórfico do Grupo Grão Pará é xisto

verde a anfibolito. Idades K/Ar em suas rochas máficas indicam valores da ordem de 2.000 m.a. (Gomes et al., 1975).

As duas Sequências metamórficas, correlacionáveis, incluem-se nos domínios geográficos do cinturão móvel Maroni-Itacaiunas, caracterizando a fase sintectônica de evolução do geossinclíneo Guiano-Eburneano de Choubert (1969).

Metassedimentos semelhantes ocorrem como relíquias de erosão nas folhas NA/NB 20 Boa Vista e NA 21 Tucumaque, recebendo a denominação de Grupo Cauarane (Montalvão e Pithan, 1974). Exibem fácies metamórfica xisto verde a anfibolito, sendo representados litologicamente por quartzitos, xistos e anfibolitos. Apenas uma determinação radiométrica K/Ar é conhecida para o Grupo. Trata-se de um anfibolito com cerca de 1.900 m.a., o que habilita sua correlação com os Grupos Vila Nova e Grão Pará.

2.3. Vulcano-Plutonismo

Sobreposto ao conjunto de rochas mais antigas tem-se expressivo episódio vulcânico de caráter ácido a intermediário, compreendendo principalmente riolitos, riodacitos, dacitos, andesitos e piroclásticas. Tais efusivas possuem ampla distribuição geográfica tanto no Escudo das Guianas como no Cráton do Guaporé (Figura 3), recebendo diferentes denominações para cada área de ocorrência, mas suas maiores exposições encontram-se na província Amazônia Central. Pesquisa detalhada a respeito deste vulcanismo foi recentemente realizada por Basei (1977), enfocando aspectos geocronológicos e tectônicos.

O vulcanismo Surumu (Barbosa e Andrade Ramos, 1959) inclui as ocorrências da folha NA/NB 20 Boa Viç

ta. Possui continuidade para a folha NA 21 Tumucumaque onde é denominado de vulcanismo Iricoumé (Oliveira et al., 1975). O evento, datado através de isócrona Rb/Sr em rocha total em cerca de 1.900 m.a. (Basei, op.cit.), representa o vulcanismo subsequente à implantação do cinturão móvel Maroni - Itacaiunas, estando seus registros preservados em território brasileiro somente nestas duas regiões.

A presença de vulcanismo com diferentes idades no Escudo das Guianas e os depósitos sedimentares temporalmente relacionados indicam longa duração para o fenômeno ígneo-sedimentar. Exemplificando o fato, ocorrem sobrepostos ao vulcanismo Transamazônico, os sedimentos do Grupo Roraima, ao passo que na área de ocorrência do vulcanismo mais jovem (1.600 m.a.; Priem, 1973), no Suriname, tem-se o depósito de Tafelberg.

O vulcanismo Uatumã (Araujo et al., 1976) expõe-se nas folhas SA 21 Santarém e SA 20 Manaus. Rochas vulcânicas relacionadas ocorrem no Cráton do Guaporé, onde recobrem grandes áreas das folhas SB 21 Tapajós, SB/SC 22 Araguaia/Tocantins, e recebem a denominação de formação Iriri. McCandles et al. (1975) estudaram este evento ígneo ao qual denominaram de Complexo Ígneo da região central do Pará. Basei (1974) e (1977) apresentou determinações radiométricas Rb/Sr, em isócrona de referência, definindo a idade de 1.700 m.a. para a formação das efusivas.

Fases vulcânicas mais recentes ocorrem na folha SC 21 Juruena (com idade isocrônica Rb/Sr de 1.550 m.a.), e na região do rio Traíra (folha SA 19 Içã) onde aparecem pequenas exposições, datadas pelo mesmo método em cerca de 1.450 m.a. (Basei, 1977). Provavelmente tais focos vulcânicos estão relacionados ao estágio de estabilização tectônica do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena.

Na folha SC 20 Porto Velho existem ainda re-

gistros de efusivas ácidas, na região de São Lourenço-Maciça, de idade em torno de 1.100 m.a. (isôcrona Rb/Sr), valor este representativo do vulcanismo subsequente do cinturão metamórfico Rondoniano (Basei, op.cit.).

A migração dos focos vulcânicos para sudoeste reforça a hipótese de uma evolução progressiva da plataforma Amazônica de NE para SW. Basei (op.cit.) discute pormenorizadamente a evolução deste vulcanismo cratônico, e relaciona o fenômeno ao desenvolvimento das províncias de idade, em regiões vizinhas.

Ao evento vulcânico associa-se intenso plutonismo de caráter anorogênico, cujas idades acompanham o quadro geocronológico das efusivas. No Escudo das Guianas, o plutonismo apresenta-se geralmente sob a forma de stocks e, por vezes, de batólitos. Possuem larga distribuição nas folhas NA/NB 22 Macapá, NA 21 Tumucumaque, SA 21 Santarém, SA 20 Manaus e na parte norte-nordeste da folha NA/NB 20 Boa Vista. Constata-se que as vulcânicas com cerca de 1.900 m.a. estão associadas à formação de granitos subvulcânicos de padrão geocronológico semelhante. Já o vulcanismo "Uatuma-Iriri", datado em 1.700 m.a. (Basei, op.cit.), associa-se somente a plutonismo pós-Transamazônico, no intervalo de tempo 1.700 - 1.500 m.a. (Teixeira et al., 1976). Os corpos anorogênicos possuem composição variável, incluindo tipos graníticos, granodioríticos e sieníticos.

No Cráton Guaporé são frequentes as intrusões de granitos, granodioritos e sienitos. Parecem contudo, assumir maior expressão na área afetada pelo cinturão móvel Rondoniano, onde caracterizam importante evento cratônico definido para a plataforma Amazônica, com idade de 980 m.a. aproximadamente (Priem et al., 1971). De modo genérico, para o Escudo Brasil Central, estes corpos são normalmente pequenos maciços circulares que recebem denomina-

ções variadas por área de ocorrência. Assim, definem-se os granitos tipo Velho Guilherme, Gradaús, Maloquinha e Teles Pires, com idades num amplo intervalo de tempo (1.700 a 1.350 m.a.).

Sob ponto de vista geotectônico os granitos localizam-se marginal ou preferencialmente no interior das áreas afetadas pelo vulcanismo ácido a intermediário e também condicionados ao longo ou na intersecção de falhamentos. Idêntico modo de ocorrência possui o magmatismo básico e alcalino, geneticamente associado a esforços tectônicos.

2.4. Rochas Sedimentares

Repousando em inconformidade sobre o conjunto de rochas basais e vulcano-plutônicas ocorrem depósitos sedimentares pré-Cambrianos que atingem grandes áreas dos Escudos Brasil Central e das Guianas. Neste último, as melhores exposições aparecem nas folhas NA/NB 20 Boa Vista sendo também registradas ocorrências nas folhas NA 19 Pico da Neblina, SA 20 Manaus e SA 21 Santarém (Figura 3). A sul da bacia Amazônica as coberturas sedimentares, às vezes contidas em blocos de falhas impressos no embasamento, espalham-se irregularmente sobre o Cráton.

O estudo geocronológico destes depósitos é efetuado de modo indireto, através de datações em rochas básicas que os intrudem. O razoável número de determinações radiométricas disponível tem indicado um longo período de tempo para o processo sedimentar.

Os depósitos mais antigos localizam-se na folha NA/NB 20 Boa Vista, adentrando para a Venezuela. Sugere-se representar depósitos molássicos do ciclo orogênico

Transamazônico, pois isócrona Rb/Sr em rocha total, num hornfels do diabásio Pedra Preta na localidade homônima em Roraima, indicou cerca de 1.800 m.a. (Basei e Teixeira, 1975).

Depósitos com litologia semelhante, mas provavelmente posteriores, ocorrem nas folhas SA 20 Manaus e SA 21 Santarém, onde são intrudidos por magmatismo básico com cerca de 1.400 m.a.. Sedimentos correlatos expõem-se também na porção sudeste da folha NA 19 Pico da Neblina, onde recobrem em discordância angular o embasamento cristalino daquela área, datado em 1.650 m.a..

Ao nosso ver, tais conjuntos sedimentares podem representar depósitos molassóides, resultantes da epeirogênese positiva seguida de intensa fase erosiva já nos estágios finais de evolução do cinturão móvel Rio Negro-Juruena. Os depósitos sedimentares do Cráton do Guaporé incluídos neste modelo seriam: Formações Gorotire, Triunfo, Prosperança e Grupo Beneficente (Figura 3).

Sequências sedimentares mais jovens, porém ainda pré-Brasilianas, expõem-se no Território Federal de Rondônia na Serra dos Pacaás Novos, onde os derrames basálticos definem a estratigrafia dos depósitos. Na opinião do autor, tais sedimentos estariam relacionados a estágios finais de estabilização tectônica do evento Rondoniano.

Sedimentação Mesozóica no Escudo das Guianas restringe-se grosseiramente à região do Graben do Takutu, onde a Formação Takutu evidencia idades entre o Jurássico superior e Cretáceo inferior. Recobrando o alinhamento tectônico Takutu e grandes áreas nos interflúvios Branco-Uraricoera e Takutu-Surumu aparecem ainda coberturas Cenozóicas.

Sedimentos Meso-Cenozóicos extensos ocorrem

também na porção sul e sudeste do Crãton do Guaporê, na região da rede hidrográfica dos altos cursos dos rios Roosevelt, Juruena, Teles Pires e Xingu, representados pela Formações Parecis e Araguaia, do Cretáceo e Terciário respectivamente. Depósitos aluvionares recentes são encontrados praticamente em todos os rios que drenam a área estudada.

CAPÍTULO IV

MAGMATISMO BÁSICO

1. Generalidades

Atividade magmática básica sob a forma de diques, sills, pequenos stocks e derrames atingiu indistintamente o Escudo das Guianas e o Cráton do Guaporé em vários períodos da evolução geológica regional. Analogicamente com processos magmáticos similares, as rochas básicas teriam se originado no manto superior e ascendido através de fraturas profundas, geneticamente relacionadas a fenômenos de tração da crosta continental.

Sua distribuição foi a mais ampla possível, na região Amazônica. No Escudo das Guianas afetou principalmente a porção norte do Território Federal de Roraima, o vale do rio Mapuera e os interflúvios Trombetas-Cachorro e Trombetas Turuma (Figura 3). No Território Federal do Amapá ocorre exemplo notável definido por um enxame de diques básicos dispostos paralelamente segundo N-S por cerca de 200 km de extensão. No Cráton do Guaporé destacam-se os derrames na Serra dos Pacaás Novos e as ocorrências nos vales dos rios Siriquiqui, Curuquetê, Aripuanã, Fresco e Itacaiunas (Figura 3).

Até o presente são disponíveis, no total, 126 determinações radiométricas K/Ar para as rochas básicas da Amazônia, relacionadas no Apêndice 1. Três determinações Rb/Sr foram efetuadas em rochas termometamórficas, associadas a um dos corpos do "Diabásio Pedra Preta", e seus dados encontram-se no Apêndice 1A. A Figura 2 posiciona a amostragem e as Figuras 4 e 8 esquematizam a distribuição dos focos magmáticos segundo intervalos de tempo. Histogramas de teores de

potássio para o magmatismo estão na Figura 10.

De modo geral, para rochas que sofrem resfriamento rápido, as idades K/Ar são representativas de sua época de formação. Certas fases minerais retêm quantitativamente o argônio acumulado (é o caso dos plagioclásios), enquanto que outras podem sofrer perdas parciais do gás nobre. Desta forma as rochas totais, quando analisadas pelo método K/Ar, representam apenas valores mínimos em relação à sua época de formação. Entretanto, na falta de elementos adicionais interpretativos, o autor considerará, em princípio, os resultados como próximos das idades reais de formação.

Os dados geocronológicos permitem distinguir vários conjuntos, de idade pré-Cambriana e mais jovens (Figuras 5 e 7). Neste capítulo será feita uma descrição das principais ocorrências na área investigada. Note-se que o magmatismo recebe diferentes denominações em função de sua idade presumida e/ou localização. A caracterização petrográfica genérica aqui apresentada fundamenta-se nos estudos da equipe de petrografia do RADAMBRASIL.

2. Caracterização Geocronológica

O magmatismo pré-Cambriano (Figura 5) apresenta 66 determinações K/Ar (Tabelas 1,3,4 e 5) para a região em estudo. Os resultados variam num amplo intervalo de tempo, entre 2.000 e 850 m.a. aproximadamente. Os dados analíticos mostram-se geralmente satisfatórios, com erros percentuais inferiores a 5%. Apenas 4 resultados (nºs 30, 31, 40 e 42, Apêndice 1) perdem quanto à qualidade de análise, porém não merecem maior restrição interpretativa, visto que suas idades aparentes situam-se dentro dos padrões geocronológicos observados para o conjunto de rochas básicas. Obser

vando os dados radiométricos disponíveis, constatam-se 39 análises em rocha total (granulometria 35-60 mesh), 23 em plagioclásio (60-100 mesh) e apenas uma em anfibólio (60-100 mesh). O histograma da figura 5 parece evidenciar a existência de pelo menos 4 ciclos magmáticos distintos, cada um com aproximadamente 200 m.a. de duração. Entretanto, não pode ser excluída a hipótese de que com o aumento do número de datações, possam vir a ser preenchidos os intervalos de tempo ainda sem registros na área investigada, definindo a ocorrência de fenômenos vulcânicos sucessivos e mais ou menos contínuos no tempo.

No caso do magmatismo Fanerozóico são disponíveis 60 determinações radiométricas K/Ar (Tabelas 6, 7, e 8). As análises foram efetuadas em rocha total (39) e em plagioclásio (21). Os resultados mostram-se em geral satisfatórios, apesar de aparecerem, em diversos casos, elevados erros percentuais nos valores de idade (nºs 75, 78, 80, 84, 92, 100, 101, 105, 107, 113, 115, 122). As análises de nºs 68, 69 e 78 representam o derrame basáltico existente na região de Tucuruí. Dois resultados (nºs 68 e 69) evidenciaram valores concordantes, ao passo que o outro (nº 78) indicou idade mais jovem, atribuível provavelmente à alteração intempérica constatada na amostra. Por esta razão, este último resultado será excluído da interpretação. Outra análise (nº 126) não será levada em conta tendo em vista a elevada percentagem indicada de argônio 40 atmosférico (Apêndice 1). Finalmente, foi abandonado o dado relativo à amostra nº 95, conforme explicado no capítulo II.

No histograma das determinações radiométricas Fanerozóicas (Figura 7), excluídas as análises de nºs 78, 95 e 126 acima referidas, caracterizaram-se várias concentrações de idades provavelmente significativas no contexto evolutivo regional. Delinearam-se pelo menos dois ápices vulcânicos bem definidos e um terceiro conjunto compreenden

do diversos resultados esparsos. Na definição temporal destes ciclos foi levado em conta o número de resultados disponíveis, bem como a concentração de idades numa determinada época geológica. O intervalo mais antigo (com idades entre o Cambriano e o Carbonífero) encontra-se mal definido, e apresenta um único ápice por volta de 500 m.a.. No futuro, com maior número de dados geocronológicos, poderá eventualmente tentar-se uma divisão daquele período de tempo em vários intervalos, correspondentes a eventos vulcânicos distintos. Os dois ápices mais jovens, com elevado número de idades concentradas entre o Permiano inferior e o Cretáceo inferior, já haviam sido anteriormente caracterizados por Thomaz et al. (1974).

2.1. Vulcanismo com idades entre 2.000 e 1.550 m.a.

Para o conjunto de vulcânicas básicas mais antigas, foram obtidas dez determinações radiométricas K/Ar (Tabela 1), além de três análises Rb/Sr (Tabela 2). Os dados K/Ar distribuem-se entre 2.000 e 1.550 m.a., aparecendo porém uma aparente concentração de idades no intervalo de tempo 1.950 - 1.850 m.a. (Figura 5). Constatação interessante pode ser notada pelo exame da Tabela 1 onde dois dos plagioclásios analisados (nºs 1 e 2) indicam valores radiométricos mais antigos que os obtidos nas rochas totais de básicas de regiões vizinhas (nºs 4, 5 e 6), o que reflete provavelmente certa perda de argônio por parte destas últimas.

Todas as rochas básicas deste conjunto mais antigo, algumas das quais com idades características do ciclo Transamazônico, situam-se no interior da província Amazônica Central, em especial no Território Federal de Roraima, ou no interflúvio Tapajós-Jamanxim (Figura 4).

Na opinião do autor, os valores Transamazônicos da região de Roraima são geologicamente significativos,

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS FOCOS MAGMÁTICOS BÁSICOS E ALCALINOS DURANTE O PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR.

TABELA 1 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar PARA O MAGMATISMO BÁSICO
(1º CONJUNTO)

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
1	SACHX263	Dolerito	PLAG.	1,11	2.000 ± 95
2	PTB/UC19	Hip.Oliv.Diabásio	PLAG.	0,10	1.946 ± 57
3	N5F7	Diabásio	RT	2,65	1.905 ± 58
4	RR68	Diabásio	RT	0,72	1.891 ± 69
5	MIF03	Diabásio	RT	0,75	1.886 ± 40
6	RR67.3	Diabásio	RT	0,50	1.757 ± 81
7	PNJF04	Gabro	PLAG.	0,34	1.646 ± 55
8	RR148	Gabro	RT	0,91	1.635 ± 60
9	RR70.1	Diabásio	RT	0,71	1.574 ± 60
10	CREI40	Diabásio	PLAG.	1,57	1.553 ± 26

TABELA 2 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS Rb/Sr DO HORNFELS DO DIABÁSIO
PEDRA PRETA

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade (m.a.)
11	MM96	Hornfels	0,8778	6,33	1.830 ± 60
12	MM95	Hornfels	0,8412	5,07	1.800 ± 70
13	MM94	Hornfels	0,8254	4,50	1.800 ± 70

o que é corroborado pelos dados Rb/Sr obtidos por Basei e Teixeira (1975) em hornfels do "Diabásio Pedra Preta" (Tabela 2), com idades aparentes de cerca de 1.800 m.a.. As três análises Rb/Sr, pelas suas elevadas relações Sr^{87}/Sr^{86} , são confiáveis mesmo ao se admitir razões iniciais levemente diferentes de 0,705 (valor adotado nos cálculos). Desta forma, pelos dois métodos K/Ar e Rb/Sr, pode ser demonstrada uma atividade magmática básica contemporânea à fase pós-tectônica principal do ciclo Transamazônico.

O exame do histograma (Figura 5) permite ainda evidenciar a existência de quatro idades pouco mais jovens do que as mencionadas, com valores entre 1.650 e 1.550 m.a. (Tabela 2), atribuíveis à recorrência de atividades magmáticas, não podendo ser excluída a hipótese de possível ocorrência de perdas parciais de argônio, abaixando artificialmente as idades aparentes K/Ar.

No Escudo das Guianas, folha NA/NB Boa Vista, ocorre o vulcanismo Pedra Preta-Araí na forma de diques e sills, incluindo-se na unidade o dique básico da Serra do Araí, o sill do monte Roraima e os stocks básicos da região do Surucucu. Sua extensão geográfica pode ser observada nas Figuras 3 e 4, onde pode constatar-se a orientação preferencial NW-SE das estruturas, tais como o lineamento Melo Nunes. O vulcanismo básico no Território de Roraima tem sido estudado há longo tempo. Oliveira (1929), Guimarães (1929), (1930) e (1947), e Paiva (1939), realizaram os primeiros estudos destas rochas, e posteriormente Barbosa e Ramos (1959) utilizaram o termo "vulcanismo Roraima" para definir o conjunto de intrusões básicas no espesso depósito de arenitos pré-Cambrianos da região norte do território. Trabalhos recentes foram efetuados por Braun e Rangrab (1972), e Montalvão et al. (1975). Neste último trabalho propôs-se o termo "Diabásio Pedra Preta" para denominar a unidade anteriormente mapeada no Brasil como vulcanismo Roraima. Os estudos efetuados por Guimarães (op.cit.) caracterizaram petrografi-

camente as rochas básicas da região de Pedra Preta-Araí como diabásios, diabásios noríticos e noritos, que podem ou não apresentar olivina.

No Cráton do Guaporé, folhas SB/SC 22 Araguaia-Tocantins e SB 21 Tapajós, rochas vulcânicas com idade superior a 1.550 m.a. aparecem raramente, sendo impossível no momento uma caracterização similar aquela efetuada para o Escudo das Guianas. Os casos assinalados referem-se a diques orientados segundo NNW-SSE, provavelmente condicionados a sistemas paralelos ao lineamento Abacaxis (Figura 3), cuja direção é concordante com as estruturas do cinturão móvel Maroni-Itacaiunas, de idade Transamazônica.

Estudos geocronológicos de intrusivas básicas têm sido efetuados por diversos pesquisadores também nos países vizinhos, principalmente no Suriname e nas Guianas, tendo como um dos principais objetivos o posicionamento estratigráfico de sedimentos pré-Cambrianos. Neste contexto, destacam-se os trabalhos de McDougall et al. (1963), Snelling e McConnell (1969) e C. Martin Bellizzia (1972). Este último trabalho apresenta uma isócrona para rochas básicas intrusivas na "Formação Roraima", com idade de 1.695 m.a.. Pesquisa geocronológica detalhada a respeito de idades K/Ar em rochas básicas foi elaborada por Hebeda et al. (1971) na caracterização do dolerito de Avanavero no Suriname. Além de definirem uma idade próxima a 1.600 m.a. para a intrusão, demonstraram a presença de argônio radiogênico em excesso, responsável por idades mais antigas. Entretanto, tal raciocínio não pode ser generalizado para qualquer valor K/Ar maior que 1.600 m.a. do Escudo das Guianas, tendo em vista pelo menos as datações acima referidas do "Diabásio Pedra Preta". Na opinião do autor, o exemplo de Avanavero deve representar um caso isolado de argônio em excesso, devido à situação geológica particular da intrusão, de dimensões fora do normal.

2.2. Vulcanismo com idades entre 1.500 e 1.300 m.a.

O segundo conjunto vulcânico, cujos resultados K/Ar situam-se entre 1.500 e 1.300 m.a. (Tabela 3), é constituído por 21 datações (Figura 5). As idades distribuem-se em todo o intervalo de tempo acima referido, não havendo definição de ápices de magmatismo. Valores elevados de potássio foram verificados para 13 amostras (nºs 14, 17 a 25, 28, 31 e 33), sugerindo relacionamento genético com o magmatismo alcalino.

O intervalo geocronológico caracterizado habilita um relacionamento temporal com os eventos tecto-orogênicos da faixa móvel Rio Negro-Juruena (definido no capítulo III). Assim, parece estar demonstrada a existência de fenómenos magmáticos anorogênicos, reflexo do desenvolvimento do mencionado cinturão metamórfico, sobre várias regiões da província Amazônia Central, que na época constituía-se no seu antepaís.

A Figura 6 evidencia os principais sistemas de fraqueza provavelmente ativos durante a evolução do episódio geodinâmico Rio Negro-Juruena (1.700 - 1.400 m.a.), traçados com base nas direções estruturais de rochas básicas com idades compreendidas no segundo conjunto radiométrico definido acima. Foram seguramente importantes neste contexto os lineamentos Cachorro e Tapajós (de direção NE-SW) e a falha do Canamã (NW-SE). O exame simultâneo das Figuras 4 e 6 evidencia o longo período de atividade vulcânica (básica e alcalina) destas zonas de fraqueza, as quais apresentaram focos magmáticos desde o Transamazônico até cerca de 900 m.a., tendo sido inclusive reativadas em épocas posteriores.

As determinações radiométricas K/Ar disponíveis demonstram a amplitude regional do vulcanismo com

TABELA 3 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar PARA O MAGMATISMO BÁSICO
(2º CONJUNTO)

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
14	6/628/69	Diabásio	RT	2,14	1.496 ± 55
15	PA393	Diabásio	RT	0,44	1.492 ± 16
16	AM310	Diabásio	RT	0,79	1.491 ± 31
17	N5F7	Diabásio	RT	5,37	1.488 ± 13
18	AS229B	Diabásio	RT	2,27	1.475 ± 65
19	23A66	Gabro	RT	1,99	1.439 ± 38
20	PT26.2	Diabásio	RT	1,78	1.429 ± 16
21	PT292D	Diabásio	PLAG.	1,28	1.420 ± 58
22	PTJ8	Diabásio	PLAG.	1,09	1.420 ± 32
23	PT36	Metadiabásio	RT	1,63	1.420 ± 22
24	TR79	Diabásio	RT	1,85	1.408 ± 50
25	PT17	Diabásio	PLAG.	2,93	1.385 ± 39
26	PTJ7	Diabásio	RT	0,78	1.376 ± 19
27	PT21B	Oliv.Diabásio	PLAG.	0,76	1.375 ± 37
28	PT26.1	Basalto	RT	2,14	1.366 ± 18
29	PT18.1	Oliv.Diabásio	PLAG.	0,66	1.366 ± 15
30	CUJ-1	Diabásio	RT	0,70	1.336 ± 65
31	IMM30C	Basalto	RT	1,21	1.333 ± 67
32	CB15	Diabásio	RT	0,88	1.333 ± 43
33	CB11	Diabásio	RT	2,76	1.321 ± 58
34	CB19	Gabro	PLAG.	0,79	1.272 ± 20

FIGURA 6 - ZONAS DE FRAQUEZA PROVAVELMENTE ATIVAS DURANTE A EVOLUÇÃO DA PROVÍNCIA RIO NEGRO-JURUENA (1.700-1.400 m.a.).

1.500 - 1.300 m.a., que afetou diversas áreas das folhas NA/NB 20 Boa Vista, SA 20 Manaus, NA 21 Tumucumaque, SA 21 Santarém, SB 20 Purus, SB 21 Tapajós, SC 21 Juruena, SC 20 Porto Velho e SB 22 Araguaia. O vulcanismo ocorre sob a forma de diques, sills e stocks, intrusivos nas rochas do embasamento, nas vulcânicas ácidas do Grupo Uatumã, e também nos sedimentos antigos da Formação Prosperança. Os diques e sills apresentam-se por vezes como verdadeiros enxames com direções NW-SE e NE-SW, enquanto que os stocks situam-se predominantemente na região Trombetas-Cachorro e Jatapu-Nhamundã (Figura 3).

Nas folhas NA 21 Tumucumaque e SA 21 Santarém, as rochas básicas deste vulcanismo acompanham notavelmente o lineamento Cachorro, que se estende até os limites ocidentais da folha NA/NB 22 Macapã, atingindo também a porção sudeste da folha SA 20 Manaus (Figura 3). É nesta região que o evento magmático foi denominado por Araujo et al. (1976) de Gabro Suretama. Nesta área, os estudos petrográficos indicam que a unidade é composta principalmente por diabásios e em menor quantidade por gabros, ambos podendo ou não apresentar olivina.

As demais ocorrências, situadas no Cráton do Guaporé, não possuem a mesma expressão geográfica das que ocorrem ao norte, no Escudo das Guianas. Na região da folha SB 22 Araguaia, o magmatismo está relacionado provavelmente com o sistema tectônico de direção NE-SW que secciona claramente aquela área, de que faz parte o lineamento Tapajós (Figura 3). Na folha SB 20 Purus, afloramentos de rochas básicas com este padrão geocronológico restringem-se à zona assumida como limítrofe entre o cinturão móvel Rio Negro-Juruena e a província Amazônia Central, cujas estruturas são concordantes com a da falha do Canamã (NW-SE).

2.3. Vulcanismo com idades entre 1.250 e 1.050 m.a.

Este terceiro conjunto de idades acha-se bem caracterizado no histograma da Figura 5. Inclui 17 determinações radiométricas K/Ar, sendo nove em plagioclásio, sete em rocha total e uma em hornblenda (Tabela 4). A observação do histograma ainda não permite definir qualquer ápice magmático, parecendo indicar um período prolongado de atividade vulcânica.

O fenômeno encontra-se melhor delineado, até o momento, na região das folhas SA 20 Manaus, SA 21 Santarém, SB 21 Tapajós, SB 20 Purus e SC 20 Porto Velho. Na porção sudoeste desta última folha ocorrem importantes derrames básicos que definem a estratigrafia dos sedimentos da Serra dos Pacaás Novos. Os valores mais antigos do conjunto, entre 1.250 e 1.150 m.a., foram caracterizados até agora apenas para as duas últimas regiões.

A distribuição preferencial destes focos magmáticos a sudoeste da plataforma Amazônica (Figura 4) sugere o seu relacionamento com o cinturão móvel Rondoniano, definido no capítulo III. Entretanto, registros esparsos desta fase magmática também ocorrem na área da província Amazônia Central (Figuras 3 e 4), e preferencialmente ao longo do lineamento Cachorro. Constatação de interesse refere-se à presença de altos teores de potássio em várias das amostras analisadas (n^os de 36 a 40, e de 43 a 47), reforçando a hipótese de um relacionamento entre o magmatismo básico desta idade e magmatismo alcalino, tal como ocorreu para o segundo conjunto (1.500-1.300 m.a.).

Cabe ainda notar que no Escudo das Guianas é reconhecida a existência de um "evento tectonotermal Nicke^uriano", caracterizado por uma tectônica rígida e intensa cataclase regional, e cuja idade tem sido atribuída ao perío-

TABELA 4 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar PARA O MAGMATISMO BÁSICO
(3º CONJUNTO)

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
35	RON16	Gabro	ANF.	0,16	1.244
36	1518AA143	Gabro	RT	1,37	1.243 ± 15
37	PT11.III	Diabásio	PLAG.	1,65	1.241 ± 15
38	PT60.2	Oliv.Diabásio	RT	2,07	1.188 ± 13
39	PT09.II	Metadiabásio	PLAG.	2,51	1.167 ± 25
40	PT29	Oliv.Diabásio	PLAG.	2,66	1.164 ± 62
41	1518JA257	Diabásio	RT	0,84	1.164 ± 23
42	PT99	Quartzo Gabro	PLAG.	0,70	1.153 ± 91
43	PT73.2	Leucogabro	PLAG.	1,30	1.132 ± 12
44	PT99.10	Quartzo Gabro	PLAG.	1,80	1.127 ± 19
45	PT06	Leucogabro	PLAG.	3,72	1.123 ± 14
46	PT26.7	Diabásio	RT	1,28	1.108 ± 25
47	1153CM233A	Basalto	RT	1,98	1.098 ± 17
48	PT73.1/1	Diabásio	RT	0,90	1.095 ± 32
49	1520HM319	Gabro	PLAG.	0,64	1.090 ± 13
50	1510MP100	Troctolito	RT	0,41	1.072 ± 18
51	PT99.6	Gabro	PLAG.	1,00	1.050 ± 23

do 1.300-1.100 m.a., recobrando grande parte do intervalo de tempo caracterizado pelo terceiro conjunto vulcânico básico deste trabalho.

2.4. Vulcanismo com idades entre 1.050 e 850 m.a.

Para a atividade ígnea básica pré-Cambriana de idade mais recente na área investigada dispõe-se de 15 determinações aparentes K/Ar (Tabela 5). A maioria das análises foi efetuada em rocha total, sendo apenas quatro obtidas em plagioclásio.

Somente duas das análises merecem comentário específico (nºs 65 e 66). Suas idades aparentes são anômalas em relação ao padrão obtido até o momento para a área, porém foram feitas em plagioclásio, que é bom retentor para argônio, e seus resultados são praticamente iguais (apesar das duas rochas estarem distantes entre si). Na opinião do autor, estes fatos são suficientes para sugerir que tais resultados sejam geologicamente significativos.

O histograma da Figura 5 demonstra uma concentração das idades aparentes por volta de 1.000 m.a., sugerindo ser esta a época principal para o fenômeno. A definição do limite mais antigo deste agrupamento (1.050 m.a.) é imprecisa, pois há recobrimento aparente com o ciclo anterior. Todavia, não pode ser excluída a possibilidade de que os dois últimos episódios vulcânicos caracterizados (1.250-1.050 m.a., e 1.050-850 m.a.) sejam, na verdade, parte de um só conjunto de atividades vulcânicas uniformemente distribuído no tempo, e com duração de cerca de 400 m.a.. Tal como foi constatado para os dois últimos ciclos magmáticos básicos (2º e 3º), elevadas percentagens de potássio são observadas para algumas amostras deste conjunto mais jovem (nº 53 a 55, 60 a 64 e 66).

TABELA 5 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar PARA O MAGMATISMO BÁSICO
(4º CONJUNTO)

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
52	1510MP26	Troctolito	PLAG.	0,54	1.043 ± 27
53	PA264	Basalto	RT	3,15	1.040 ± 46
54	PT74	Basalto	RT	1,48	1.038 ± 14
55	PT81.2	Basalto	RT	1,85	991 ± 10
56	1153AAR332	Basalto	RT	0,88	988 ± 22
57	EV14	Diabásio	RT	0,71	986 ± 47
58	PT26E	Diabásio	RT	0,74	984 ± 12
59	1153CMR232	Basalto	RT	0,26	982 ± 18
60	PT81.A	Basalto	RT	1,85	982 ± 10
61	N4F5	Diabásio	RT	3,11	973 ± 34
62	1153AAR335	Basalto	RT	1,07	967 ± 17
63	N4F5 (Rep.)	Diabásio	RT	2,67	951 ± 14
64	PT35A	Diabásio	PLAG.	1,11	941 ± 14
65	AN84C	Diabásio	PLAG.	0,91	854 ± 12
66	JF01	Diabásio	PLAG.	2,45	839 ± 22

Os melhores registros deste magmatismo, até o presente, são constatados para as regiões das folhas SA 19 Içã, SA 21 Santarém, SA 22 Belém, SB 21 Tapajós, SB 22 Araguaia e SC 20 Porto Velho. A distribuição geográfica dos focos vulcânicos, observada na Figura 4, indica uma ocorrência preferencial nos domínios do cinturão móvel Rondoniano, como no caso relativo ao terceiro agrupamento de idades.

2.5. Vulcanismo Cambro-Carbonífero

Evento vulcânico básico contemporâneo com a fase pós-tectônica do ciclo orogênico Brasileiro é representado por seis idades aparentes K/Ar (nºs 67 a 72, Tabela 6), e foi constatado, até o presente, apenas na porção oriental da área investigada. A observação da Figura 8 evidencia que o fenômeno possui expressão geográfica preferencial, situando-se nos domínios físicos das folhas NA/NB Macapã, SA 22 Belém e SB 22 Araguaia, e acompanhou a borda setentrional do geossinclíneo Paraguai-Araguaia. O maior número de valores em torno de 500 m.a. sugere que esta foi a época mais representativa para tal episódio vulcânico (Figura 7).

Prováveis exemplos de recorrências magmáticas acham-se representadas no histograma por cinco resultados mais jovens (Tabela 6), com valores entre 420 e 310 m. a. (excluiu-se a amostra de nº 76, conforme comentado no item 2 deste capítulo). Os dois resultados, com idades entre 370 e 350 m.a. (amostras nº 74 e 75), representam o notável conjunto de diques de diabásio orientados segundo N50E que ocorrem na Serra do Taiano, folha NA/NB 20 Boa Vista. Merece ressaltar que tais diques possuem direção concordante com o lineamento Takutu (Figura 3), o qual exerceu importância decisiva no condicionamento estrutural

TABELA 6 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar DAS ROCHAS BÁSICAS CAMBRO-CARBONÍFERAS

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
67	AA7-37	Diabásio	RT	1,22	512 ± 20
68	AS297	Basalto	RT	0,25	510 ± 15
69	AS296	Basalto	RT	0,55	509 ± 15
70	OFS74	Diabásio	RT	0,68	507 ± 29
71	66A66	Diabásio	RT	1,84	501 ± 18
72	JLR665	Diabásio	RT	0,61	463 ± 18
73	CA110	Diabásio	RT	1,80	416 ± 7
74	RR143	Diabásio	RT	0,49	372 ± 22
75	RR226	Diabásio	RT	0,35	356 ± 32
76	17528	Diabásio	RT	0,15	348 ± 20
77	FGST1AM	Basalto	RT	0,96	307 ± 12
* 78	AP106	Basalto	RT	0,61	300 ± 50

Obs.: * Não considerada

FIGURA 7 - HISTOGRAMA GEOCRONOLÓGICO DAS ROCHAS BÁSICAS FANEROZÓICAS

do Graben do Takutu.

Na República da Guiana são conhecidas idades próximas a 400 m.a. para diques básicos (Snelling e McConnell, 1969). Tais rochas situam-se a sudeste do Graben do Takutu e poderiam estar relacionados aos da Serra do Taiano. Por outro lado, a idade de 310 m.a. (amostra nº 77), proveniente de um derrame encontrado em sub-superfície, é ainda enigmática no presente estágio de conhecimento geológico da área investigada.

2.6. Vulcanismo Permo-Cretáceo

No Permiano inferior instalou-se sobre a plataforma Amazônica uma reativação tectonomagmática bem caracterizada por meio das determinações radiométricas K/Ar (Tabelas 7 e 8). O fenômeno, em sua fase mais jovem, corresponde em idade a reativação Wealdeniana da plataforma Sul-Americana (Almeida, 1971). Nesta última região, o magmatismo básico possui idades K/Ar máximas de 150 m.a., o que mostra que os episódios vulcânicos da plataforma Amazônica iniciaram-se muito antes. Fator distintivo adicional é a presença, na porção sul-oriental da plataforma Sul-Americana, de inúmeras intrusões alcalinas associadas ao magmatismo básico Fanerozoico, característica esta raramente observada na região Amazônica.

No histograma da Figura 7 verifica-se a presença de dois sub-conjuntos principais, cada um com 23 datações (excluíram-se as análises de nºs 95 e 126, já comentadas no item 2 do capítulo). O agrupamento mais antigo possui idades aparentes K/Ar entre 260 e 200 m.a. (Tabela 7) e o mais jovem entre 190 e 120 m.a. (Tabela 8). Os ciclos vulcânicos (Permo-Triássico e Juro-Cretáceo) são recorrentes, com mesma distribuição geográfica, não sendo possível tam-

TABELA 7 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar DAS ROCHAS BÁSICAS PERMO-
TRIÁSSICAS

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
79	MA1PA40	Basalto	PLAG.	0,22	259 ± 6
80	JLR514	Diabásio	PLAG.	0,90	254 ± 27
81	MIAB32	Diabásio	PLAG.	0,74	248 ± 4
82	IÇEA24	Diabásio	RT	0,75	242 ± 5
83	MA1PA35	Basalto	RT	0,35	232 ± 19
84	AA7-2	Diabásio	RT	0,28	232 ± 22
85	GS08	Diabásio	PLAG.	0,45	227 ± 10
86	CR/A0372	Diabásio	PLAG.	0,51	224 ± 17
87	PT66II	Diabásio	PLAG.	0,87	222 ± 3
88	LAST-1AM	Diabásio	RT	0,40	219 ± 7
89	PT23.II	Diabásio	RT	0,40	218 ± 8
90	IÇEA42A	Diabásio	RT	0,76	218 ± 2
91	IBST1PA	Diabásio	RT	0,73	213 ± 7
92	NO1AM	Basalto	PLAG.	0,35	210 ± 21
93	13178	Diabásio	RT	0,70	210 ± 14
94	PT02A(NERL63)	Diabásio	RT	0,42	209 ± 8
*95	NOVA OLINDA	Basalto	RT	1,79	208 ± 14
96	JLR667B	Diabásio	PLAG.	0,18	207 ± 18
97	RP1PA	Basalto	RT	0,78	204 ± 6
98	AD405	Diabásio	RT	0,75	203 ± 6
99	PT09/EP06	Diabásio	PLAG.	1,06	202 ± 9
100	PT02	Diabásio	PLAG.	0,79	201 ± 23
101	RR203.4	Gabro	RT	0,60	201 ± 18
102	AM7AM	Diabásio	RT	0,45	196 ± 7

Obs.: * Não considerada

TABELA 8 - RESULTADOS RADIOMÉTRICOS K/Ar DAS ROCHAS BÁSICAS JURÁSSICO-CRETÁCEAS

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Mineral	%K	Idade (m.a.)
103	AB7	Diabásio	PLAG.	0,58	188 ± 6
104	PTX	Diabásio	PLAG.	0,38	183 ± 14
105	RR202.1	Basalto	RT	0,83	179 ± 33
106	AM104	Diabásio	RT	0,07	179 ± 3
107	RTG4-67	Basalto	RT	1,37	177 ± 16
108	PT17C	Diabásio	RT	0,98	177 ± 8
109	JRL530	Diabásio	PLAG.	0,65	176 ± 9
110	M114	Diabásio	PLAG.	0,31	175 ± 15
111	AB4	Diabásio	PLAG.	0,71	171 ± 9
112	CS2AM	Basalto	RT	0,61	165 ± 7
113	BV-CARAC	Basalto	RT	0,42	161 ± 17
114	NOVA OLINDA(R)	Basalto	RT	1,79	152 ± 13
115	2-67-34	Basalto	RT	1,37	151 ± 38
116	RR221.1	Basalto	RT	0,37	151 ± 14
117	RR223.1	Basalto	RT	1,18	148 ± 9
118	RTG-2-67	Basalto	RT	0,93	146 ± 4
119	PT11A	Diabásio	PLAG.	0,54	144 ± 6
120	PT09B	Diabásio	RT	0,48	143 ± 6
121	MA1PA31	Basalto	PLAG.	0,36	140 ± 6
122	M143	Diabásio	PLAG.	0,39	135 ± 53
123	AB9	Diabásio	PLAG.	0,31	130 ± 6
124	RR156	Basalto	RT	1,02	127 ± 12
125	MA2AM	Basalto	PLAG.	0,33	126 ± 6
* 126	AT36	Gabro	PLAG.	0,89	105 ± 15

Obs.: * Não considerada

bem uma separação em termos de percentagem de potássio (Tabelas 7 e 8). Os dois sub-conjuntos não podem pois ser caracterizados separadamente, o que parece indicar analogia genética.

Em termos geográficos, as ocorrências nor-ocidentais do magmatismo Permo-Cretáceo situam-se na folha NA 19 Pico da Neblina, constituindo raros afloramentos no médio curso do rio Içana, na Serra do Espinho e na cabeceira do igarapé Uaranã. Formam pequenos corpos tabulares de diabásio que seccionam os migmatitos daquela área (Pinheiro et al., 1976). Registros mais expressivos do fenômeno aparecem, no Escudo das Guianas, na sua porção centro-oriental. No Brasil, na folha NA/NB 20 Boa Vista, e na República da Guiana, o vulcanismo básico recebe a denominação de Episódio Takutu (Berrangé, 1973). Nas folhas NA 21 Tumucumaque e NA/NB 22 Macapã o evento recebe o nome de Cassiporé (Lima et al., 1974). Na folha SA 21 Santarém e a sul, já no Cráton do Guaporé, nos domínios das folhas SA 22 Belém e SB 21 Tapajós, é denominado de Episódio Penatecaua (Issler, et al., 1974) e na folha SC 21 Juruena, de Episódio Cururu (Silva et al., 1974). Magmatismo similar, com área de ocorrência nas folhas SB/SC 22 Araguaia-Tocantins, recebe o nome de Formação Orozimbo, possuindo porém seus melhores afloramentos nos domínios da bacia do Maranhão, já fora do contexto do trabalho.

As lavas toleíticas amigdalóides ocorrem grosseiramente balizadas pelo Graben do Takutu no Território Federal de Roraima, e correspondem à Formação Apoteri do Episódio Takutu.

Os afloramentos do Diabásio Cassiporé situam-se, no Território Federal do Amapá, principalmente em sua porção norte e nordeste. Caracterizam um notável enxame de diques aproximadamente paralelos, com rumos N-S e NNE-SSW ,

de composição básica e caráter toleítico, que cortam as rochas cristalinas e os metassedimentos do Grupo Vila Nova (Figura 3). Associados a esses corpos tabulares de diabásio ocorrem também alguns gabros. Já na folha NA 21 Tumucumaque, rochas básicas similares não apresentam a mesma magnitude de afloramentos. Ocorrem na forma de pequenos diques toleíticos de direção NNE-SSW concentrados na porção sudeste da folha. São intrusivos no embasamento cristalino e nas rochas vulcânicas e plutônicas da área.

O Diabásio Penatecaua, nos domínios da folha SA 21 Santarém, ocorre predominantemente cortando os sedimentos Paleozóicos da bacia Amazônica, sob a forma de diques, sills e stocks. Os diques, feições mais marcantes desta unidade, exibem direções preferenciais N-S, NNE-SSW e NE-SW. Suas maiores concentrações situam-se desde a região de Monte Alegre até o interflúvio Trombetas-Mapuera.

As exposições de rochas básicas na folha SB 21 Tapajós possuem distribuição preferencial na área da bacia sedimentar do Amazonas, ocorrendo sob a forma de diques na região do rio Tapajós, entre as localidades de Aveiro e Itaituba. Na porção sul da folha SB 21 Tapajós, concentrados predominantemente na quadrícula SB21YD, afloram diques de diabásio correlatos que por questão geográfica receberam a denominação de Diabásio Cururu. Estes diques estendem-se ainda para o sul adentrando na folha SC 21 Juruena, onde ocorrem com frequência na Serra do Cachimbo. Na porção oriental desta folha o vulcanismo básico parece possuir maior intensidade, pois aparecem grandes diques desde a margem esquerda do rio Teles Pires até a localidade de Cachimbo, nos domínios do Grupo Beneficente.

Os basaltos da Formação Orozimbo ocorrem, na folha SC 22 Araguaia, sob a forma de diques sem grande expressão os quais cortam as rochas do embasamento e as Sequên

cias metassedimentares.

Seguindo-se o raciocínio proposto por Thomaz et al. (1974), com o qual o autor concorda, algumas considerações podem ser feitas a respeito dos resultados radiométricos, observando-se a distribuição geográfica-cronológica dos dois ciclos vulcânicos, como na Figura 8:

1. O magmatismo Permo-Triássico distribui-se em várias partes da área em estudo. Em particular, destaca-se o enxame de diques básicos de direção N-S no Território Federal do Amapá, representados aqui pelas análises de nºs 80, 85, 86 e 96, com idades aparentes K/Ar entre 250 e 210 m.a. (Tabela 7). A presença destes extensos diques no Amapá, formando uma faixa com largura aproximada de 150 km por 250 km de comprimento, denuncia a existência de grandes linhas de fraqueza naquela época. Tais zonas de fraqueza, de direção aproximadamente N-S, parecem atingir a região do rio Itacaiunas (folhas SB 22 Araguaia) onde alguns resultados radiométricos assemelham-se aos constatados para a região do Amapá.
2. O vulcanismo iniciou-se também no Permo-Triássico na região do baixo e médio curso do rio Amazonas (Figura 8), na região do baixo curso do rio Aripuanã (folha SB 20 Purus), e na região do rio Içana e alto rio Negro (folhas SA 19 Içã e SA 20 Manaus). Em outros tratos do Escudo das Guianas e notadamente no Suriname, datações K/Ar em diques de diabásio indicam valores entre 240 e 200 m.a. (Priem, 1968) demonstrando a amplitude regional do evento vulcânico.
3. A segunda fase da reativação tectonomagmática atuou desde o Jurássico até o Cretáceo inferior, parecendo ter atingido áreas mais centrais da Amazônia (Figura 8). Constata-se que as maiores concentrações de rochas com este padrão radiométrico localizam-se no Território Federal de Rorai-

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS FOCOS MAGMÁTICOS BÁSICOS FANEROZÓICOS.

ma, onde as rochas básicas com direção estrutural concordante com o lineamento Takutu (NE-SW) demonstram a reativação sofrida por esta zona de fraqueza após a consolidação da plataforma Amazônica. Magmatismo básico Juro-Cretáceo também é observado no baixo curso do rio Anazonas evidenciando inclusive reativação de zonas de fraqueza anteriores.

CAPÍTULO V

MAGMATISMO ALCALINO

1. Generalidades

Nos Escudos Brasil Central e das Guianas são conhecidas diversas estruturas ígneas circulares, ovais ou elipsoidais, de composição alcalina, ultrabásico-alcalina e carbonatítica que têm sido objeto de vários programas geocronológicos. As intrusões, típica atividade cratogênica, acham-se encaixadas em rochas pré-Cambrianas, estando condicionadas a parâclases profundas que habilitaram sua ascensão para a crosta. Em termos geográficos, distribuem-se preferencialmente nas porções norte-oriental e centro-sul da área investigada.

As considerações a serem efetuadas no capítulo têm por base os estudos petrográficos do projeto RADAM-BRASIL. Na discussão dos eventos alcalinos serão levados em conta o padrão geocronológico e a situação geográfica das ocorrências.

No total, são disponíveis 29 determinações Rb/Sr em rocha total e 7 análises K/Ar, representadas respectivamente nos Apêndices 2 e 2A. Para um maciço alcalino (Canamã) dispõe-se de isócrona verdadeira Rb/Sr em rocha total (Figura 9). A localização das amostras datadas acha-se definida na Figura 2. Cabe ainda frisar que nem todas as ocorrências alcalinas conhecidas da região Amazônica possuem datações, servindo o presente estudo de orientação para futuros trabalhos a respeito desta atividade.

De modo geral para as rochas intrusivas ri-

cas em Rb, a análise radiométrica Rb/Sr convencional (assumindo-se $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,705$) define a própria época da intrusão. Na falta de dados adicionais, o autor considerará as idades obtidas por este método como indicativas, no geral, de formação de rochas por serem os resultados praticamente independentes do valor assumido nos cálculos para a relação isotópica inicial. Duas amostras (n^{os} 148 e 151, Apêndice 2) não possuem disponível em sua publicação original (Priem et al., 1971) o valor do erro analítico de idade. Neste caso, o autor assumirá que as idades estão sujeitas a margem de erro admissível para o método radiométrico, da ordem de 5%.

Com relação às análises K/Ar, a datação em rocha total e feldspatos potássicos, estes normalmente pertitizados, origina valores radiométricos inferiores aos obtidos através do método Rb/Sr. Tais resultados serão aqui interpretados como mínimos. No caso de biotitas (n^{os} 156 e 157), os valores são considerados próximos à época de formação da intrusiva, tendo em vista a boa retentividade para argônio destes minerais. Pelo exame do Apêndice 2A, evidencia-se que a amostra de n^o 157 também não relatava na publicação original, (Priem et al., op.cit.) o erro analítico da idade. Aqui também será assumido que o erro não seria superior aos médios obtidos nas análises do RADAMBRASIL, inferiores a 5%.

Os dados radiométricos Rb/Sr e K/Ar permitem distinguir dois conjuntos geocronológicos de rochas alcalinas. O mais antigo, melhor definido, possui idades do pré-Cambriano superior, ao passo que o mais jovem, ainda pobremente caracterizado, acusa idades Mesozoicas.

Inúmeros autores têm estudado as rochas alcalinas devido à sua importância econômica. Trabalho discutindo especificamente o magmatismo alcalino pré- Cambriano

e Mesozóico na porção brasileira do Escudo das Guianas foi elaborado por Issler (1975a). Outras sínteses que abordam o assunto são as de Amaral (1974), Issler (1975), Basei e Teixeira (1975), Montalvão (1976), Teixeira et al. (1976) e Issler (1977).

2. Caracterização Geocronológica da Atividade pré-Cambriana

Este conjunto de idade possui até o presente 25 análises Rb/Sr e 6 K/Ar (Tabelas 9 e 10). Os resultados variam entre 1.800 e 930 m.a. para o primeiro método radiométrico e entre 1.170 e 800 m.a. para o segundo. Os dados analíticos das análises Rb/Sr mostram-se de boa qualidade no geral, com algumas exceções, no caso das análises com quantidades desfavoráveis de estrôncio em relação ao rubídio (nºs 136, 141, 144, 149, Apêndice 2). Tais resultados apresentam-se com erros elevados, não se considerando seus valores isolados como geologicamente significativos. Para os dados K/Ar, os erros analíticos são normais e o único valor mais elevado, da ordem de 5%, e relativo à intrusão do Canamã (análise nº 156), não merece maior restrição interpretativa visto que a idade concorda com aquela do diagrama isocrônico da Figura 9, construído com os dados analíticos Rb/Sr de outras amostras da intrusão.

As ocorrências alcalinas pré-Cambrianas mais significativas estão situadas na porção oriental do Escudo das Guianas, condicionadas aos lineamentos Jari-Falsino e Tumucumaque (Figura 3). No Cráton do Guaporé, as intrusivas concentram-se na sua porção centro-ocidental, nas imediações do Domo do Sucunduri, e próximo da borda sudoeste do Grupo Beneficente, onde condicionam-se à falha do Canamã (Figura 3).

A idade Rb/Sr convencional mais antiga que

TABELA 9 - RESULTADOS Rb/Sr PARA O MAGMATISMO ALCALINO PRÉ-CAMBRIANO

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Ocorrência	Idade Conv. (m.a.)	Idade Isocrônica (m.a.)
127	PT16	Quartzo Sienito	Erepecuru	1.806 ± 69	-
128	ID2	Litchfieldito	Mapari	1.680 ± 63	-
129	ID3	Alcali Sienito	Mapari	1.537 ± 38	-
130	ID1	Nefelina Sienito	Mapari	1.335 ± 39	-
131	PT40	Quartzo Sienito	Cachorro	1.479 ± 34	-
132	RCM06	Nordmarkito	-	1.470 ± 34	-
133	M02	Sienito	Sucunduri	1.394 ± 40	-
134	W-129	Fonolito	Sucunduri	1.160 ± 36	-
135	PT66B	Granito	Guariba	1.393 ± 35	-
136	PT66A1	Quartzo Sienito	Guariba	-	-
137	PT66.1(topo)	Quartzo Sienito	Guariba	1.227 ± 33	-
138	PT66A3	Quartzo Sienito	Guariba	1.109 ± 52	-
139	PT99.11	Quartzo Monzonito	-	1.275 ± 37	-
140	PT46A2	Sienito	Teotônio	1.249 ± 60	-
141	PT46	Sienito	Teotônio	-	-
142	HS05	Granito	Canamã	1.202 ± 30	1.175 ± 30
143	GG06.1	Sienito	Canamã	1.169 ± 33	1.175 ± 30
144	HS06	Sienito	Canamã	1.138 ± 254	1.175 ± 30
145	GG06.2	Sienito	Canamã	1.135 ± 33	1.175 ± 30
146	GG01P1	Sienito	Canamã	1.122 ± 130	1.175 ± 30
147	GG01P2	Sienito	Canamã	1.087 ± 171	1.175 ± 30
148	RON7	Monzonito	-	1.102	-
149	PT77.3	Traquito	-	-	-
150	AFR214	Traquito	-	950 ± 31	-
151	RON8	Sienito	-	926	-

TABELA 10 - RESULTADOS K/Ar PARA O MAGMATISMO ALCALINO PRÉ-CAMBRIANO

Nº Ordem	Nº Campo	Ocorrência	Litologia	Mineral	Idade (m.a.)
156	GG01P2	Canamã	Sienito	Biotita	1.169 ± 57
157	RON7	-	Monzonito	Biotita	1.035
158	PT14II	Mutum	Nefelina Sienito	Ortoclásio	1.026 ± 28
159	RR78	-	Sienito	RT	924 ± 10
160	PT77.3	-	Traquito	RT	872 ± 10
161	PT09	-	Monzonito	Ortoclásio	803 ± 6

se dispõe para rochas alcalinas na área investigada refere-se ao maciço Erepecuru, com 1.806 ± 69 m.a. (amostra nº 127, Tabela 9), aqui interpretada como a época da formação da intrusiva. Define-se deste modo, uma atividade cratogênica na província Amazônia Central, já no início do pré - Cambriano superior, em região afetada pelo lineamento Cachorro. Tal resultado implica em se admitir, para esta zona de fraqueza, atividade vulcânica de caráter alcalino a partir da fase pós-tectônica principal do ciclo orogênico Transamazônico. O sienito Erepecuru, descrito por Oliveira et al. (1975), situa-se na extremidade sudeste da folha NA21ZA, próximo da margem direita do rio que lhe deu o nome. Dois corpos ígneos circulares foram definidos, sendo intrusivos nas rochas metamórficas pré-Cambrianas da província Amazônia Central (Figura 3).

Para as alcalinas Mapari foram obtidas três idades Rb/Sr convencionais (nºs 128, 129 e 130; Tabela 9), com resultados discordantes, variando entre 1.680 e 1.330 m.a.. A amostra em que a idade aparente mais jovem foi obtida (nº 130) acusou intensa alteração intempérica ao estudo micropetrográfico; por esta razão, o autor considerará os valores mais antigos como mais representativos do evento alcalino. Para uma conclusão definitiva sobre a época do "emplacement" deste conjunto de intrusivas seria necessário maior número de resultados, e seu tratamento através de diagrama isocrônico. Na opinião do autor, os dois valores radiométricos aqui assumidos como válidos indicam atividade magmática cratônica recorrente, com idades "reais" de 1.680 e 1.540 m.a.. O exame da Figura 3 permite verificar que as intrusivas ocorrem na zona limítrofe entre o cinturão Maroni-Itacaiunas e a província Amazônia Central, mais precisamente nos cruzamentos dos lineamentos Tumucumaque e Jari-Falsino.

As intrusivas denominadas Mapari, Maicuru,

Maraconã e Apupariú (Lima et al., 1974), concentram-se nos limites das folhas SA 21 Santarém, SA 22 Belém e NA/NB 22 Macapã. Dispõem-se grosseiramente numa faixa quase NE-SW, desde a margem esquerda do médio curso do rio Maicuru até a margem esquerda do médio curso do rio Mapari. As alcalinas apresentam-se isoladas, intrudindo as rochas granito - gnáissicas do embasamento e também os metassedimentos do Grupo Vila Nova. Análises petrográficas efetuadas pelo RADAMBRASIL em rochas da intrusão de Mapari evidenciaram nefelina-sienitos, litchfielditos e alcali-sienitos. Os demais corpos encontram-se capeados por espesso manto laterítico, dificultando as amostragens. A filiação alcalina destas rochas foi definida através de análises químicas e espectrográficas do laterito.

Caracterizando o magmatismo alcalino no Escudo das Guianas em época posterior às alcalinas Mapari tem-se duas idades Rb/Sr convencionais (nºs 131 e 132; Tabela 9), a primeira delas representativa do maciço intrusivo Cachorro. Os dois resultados, próximos a 1.480 m.a., exibem elevadas relações isotópicas Sr^{87}/Sr^{86} (Apêndice 2), o que lhes confere ótima confiabilidade analítica.

A presença de rochas alcalinas datadas em cerca de 1.480 m.a., ao longo do lineamento Cachorro, reforça a hipótese proposta no capítulo IV quanto ao relacionamento entre o magmatismo alcalino e básico. Com efeito, as rochas básicas a partir de 1.550 m.a. acusam enriquecimento sugestivo em potássio, como será visto mais adiante. O sistema de fraqueza referido acima, que secciona grandes tratos do Escudo das Guianas, atuaria neste contexto como conduto para a ascensão vulcânica básica e/ou alcalina (Figura 4).

O sienito Cachorro (Oliveira et al., 1975) o corre ao sul da folha NA21YD quase no limite com a folha SA 21 Santarém, na margem esquerda do rio que lhe deu o nome.

Constitui uma serra alongada no sentido NW-SE, sendo intrusivo no embasamento da província Amazônia Central.

Outros corpos associam-se à intrusiva Ca-chorro, como por exemplo aquele cuja idade mostrou-se concordante (nº 132). Além disso, Araujo et al. (1976), ao estudarem a folha SA 21 Santarém, correlacionam vários outros corpos, situados entre os rios Nhamundã e Mapuera, com aquela intrusão.

A intrusiva alcalina do Domo do Sucunduri é, até o momento, o registro mais antigo deste tipo de atividade no Cráton do Guaporé, estando datada pelo método Rb/Sr convencional em cerca de 1.400 m.a. (análise nº 133, Tabela 9). Sua elevada relação isotópica Sr^{87}/Sr^{86} (ver Apêndice 2) dá confiabilidade analítica ao resultado, interpretado como representativo da formação da intrusiva. Outra determinação radiométrica Rb/Sr convencional em rocha efusiva da mesma estrutura (nº 134) indicou cerca de 1.160 m.a.. O resultado demonstra que o magmatismo alcalino do Domo do Sucunduri foi diferenciado e permaneceu ativo por longo período de tempo. O Domo do Sucunduri é uma estrutura anômala em relação às feições morfológicas do Escudo Brasil Central situada quase inteiramente nos domínios da folha SC 21 Juruena, e possuindo área de 700 km² (Figura 3). Iwanuch (1976) reporta a ocorrência de rochas alcalinas em vários locais da estrutura, na forma de "plugs", "necks", diques e pequenos derrames. Constata-se para o magmatismo ampla variedade litológica, sendo encontrados nefelina sienitos, sienitos, microsienitos, tonalitos e traquitos. Estas rochas intrudem as vulcânicas ácidas Telles Pires, bem como os sedimentos pré-Cambrianos do Grupo Beneficente.

A intrusiva Guariba (Leal et al., 1974) está representada por quatro datações Rb/Sr convencionais

(nºs 135 a 138, Tabela 9). Os dados analíticos foram tentativamente incluídos em diagrama isocrônico, porém a mã distribuição dos pontos no gráfico impossibilitou uma interpretação adequada em termos de isôcrona Rb/Sr. Os dados radiométricos Rb/Sr convencionais situam-se entre 1.390 e 1.100 m.a. sugerindo que tal intrusão associa-se temporalmente com as do Domo do Sucunduri. Tal hipótese é reforçada pela proximidade geográfica das duas ocorrências (Figura 4), ambas situadas na borda noroeste-sul do Grupo Beneficente. A intrusiva Guariba sustenta um conjunto de serras localizadas à margem direita do rio Guariba, quase na confluência com o rio Aripuanã. Litologicamente predominam os sienitos apesar de ocorrerem também rochas graníticas. O maciço é intrusivo nas rochas pré-Cambrianas do embasamento do cinturão móvel Rio Negro-Juruena.

Idades Rb/Sr convencionais para ocorrências alcalinas pré-Cambrianas na porção sul-ocidental da Amazônia (Figura 2) foram obtidas para a intrusão do Teotônio (nºs 140 e 141) e para um quartzo monzonito que aflora na bacia dos rios Ciriquiqui e Curuquetê (análise nº 139). As idades são concordantes, fixando a época de cerca 1.250 m. a. para a atividade alcalina na região. A alcalina do Teotônio (Leal et al., op.cit.), situa-se na cachoeira homônima no rio Madeira, folha SC20VB. A atividade ígnea, constituída por sienitos, monzogranitos e granitos, é intrusiva no embasamento cristalino do cinturão móvel Rondoniano.

Magmatismo alcalino na porção centro-sul da região é representado pela intrusão do Canamã, datada em isôcrona (Figura 9) em 1.175 ± 30 m.a. (2σ), com relação inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,704 \pm 0,001$, o que sugere que o magma alcalino não sofreu processos de contaminação crustal. A isôcrona verdadeira Rb/Sr em rocha total define claramente a época da formação da intrusão do Canamã. Em adição, foi realizada uma datação K/Ar em biotita (análise nº 156,

FIGURA 9 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr DO SIENITO CANAMÃ

Tabela 10), com resultado concordante. A alcalina Canamã (Silva, G.H. et al., 1974), mais precisamente um nordmarkito, acha-se situada na folha SC21YA. Possui forma ovalada, estando condicionada a extensa falha de direção NW-SE. O maciço é intrusivo em rochas pré-Cambrianas do embasamento do cinturão móvel Rio Negro-Juruena, possuindo a mesma orientação estrutural deste.

Atividade alcalina associada, na opinião do autor, a época da intrusiva Canamã é constatada na parte norte da bacia Amazônica. Trata-se do sienito Mutum, para o qual uma determinação radiométrica K/Ar (nº 158, Tabela 10) indicou valor próximo a 1.000 m.a.. O resultado é aqui interpretado como mínimo para o corpo, em face do mineral pouco favorável (ortoclásio) empregado na análise radiométrica. O sienito Mutum (Montalvão et al., 1975) ocorre no extremo setentrional da folha NA21YB, na divisa territorial com a República da Guiana. O corpo ígneo feldspatoidico é intrusivo nas rochas do embasamento da província Amazônia Central.

Os demais resultados radiométricos para atividades alcalinas pré-Cambrianas no Escudo das Guianas e Cráton do Guaporé representam ocorrências de menor expressão.

No caso do Escudo das Guianas, conhecem-se apenas duas determinações radiométricas K/Ar, respectivamente para um sienito localizado na parte norte do Território Federal de Roraima (análise nº 159) e um monzonito da bacia do alto rio Uatumã (nº 161), com idades mínimas de 920 e de 800 m.a. (Tabela 10, Apêndice 2A). O monzonito situa-se em área afetada pelo lineamento Cachorro e sua idade é concordante com a de duas rochas básicas datadas na região (nºs 65 e 66, Apêndice 1). Uma destas acusa teor de potássio próximo a 2,5%, o que parece demonstrar o relacionamen-

to genético dos magmas básico e alcalino, na época de 850 m.a..

Para o Crãton do Guaporê, dispõe-se de quatro idades Rb/Sr convencionais (nºs de 148 a 151, Tabela 9) e duas K/Ar (nºs 157 e 160, Tabela 10). As análises de nºs 148, 151 e 157, obtidas por Priem et al. (1971), referem-se ao complexo estanífero de Oriente no Território Federal de Rondônia e representam diferenciações do magma granítico daquela intrusiva. Aqueles autores, trabalhando os dados analíticos Rb/Sr disponíveis para aquele maciço e outros semelhantes no Território, determinaram idade isocrônica Rb/Sr de referência igual a 980 ± 20 m.a., interpretando-a como época principal da atividade cratogênica. Por outro lado, um traquito da porção noroeste de folha SC20VC apresentou idade mínima K/Ar em torno de 870 m.a. (nº 160, Tabela 10), sugerindo uma associação magmática com os granitos anorogênicos. Sua idade convencional Rb/Sr, assumindo-se $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,705$, é incompatível com a situação geológica local, podendo ser explicada por uma razão inicial real muito mais elevada, ou por excesso do Sr radiogênico em minerais secundários tais como a cancrinita. Outra rocha geograficamente próxima, de idêntica composição, apresentou idade Rb/Sr convencional de cerca de 950 m.a. (nº 150, Tabela 9), reforçando a hipótese acima exposta.

3. Caracterização Geocronológica da Atividade Mesozóica

São escassos os resultados radiométricos para rochas alcalinas Mesozóicas na plataforma Amazônica. Dispõe-se de quatro determinações Rb/Sr convencionais (Tabela 11) e apenas uma idade aparente K/Ar.

Para o corpo alcalino República (Barros et

al., 1977) foram obtidas duas análises Rb/Sr e uma K/Ar (nº 162). A rocha traquítica datada (análise nº 153) indicou idade Rb/Sr mais jovem que o quartzo sienito (análise nº 152), o que é corroborado pelos dados de campo que definem a primeira rocha como intrusiva na segunda. Infelizmente os teores de rubídio e estrôncio totais do quartzo sienito (Apêndice 2) mostraram-se pouco favoráveis para uma datação convencional. Em adição, a análise radiométrica K/Ar em rocha total (nº 162, Apêndice 2A) definiu uma idade em torno de 240 m.a. para a intrusiva República. Cumpre ressaltar que alguns resultados semelhantes para rochas básicas foram constatados em outras áreas da Amazônia (nºs de 81 a 84, Apêndice 1). A intrusão ígnea situa-se no extremo sudoccidental da Amazônia (Figura 2), ocorrendo na área da rede de drenagem dos igarapês Capanauã, Índio, Coronel e República (folha SB18ZC). Litologicamente a ocorrência é representada por quartzo sienitos cortados por diques de quartzo - queratôfiros, felsitos e traquitos. As exposições de rocha possuem área restrita, apresentando-se em forma de diques que cortam os quartzitos e metassiltitos da Formação Formosa.

TABELA 11

RESULTADOS Rb/Sr PARA O MAGMATISMO ALCALINO MESOZOICO

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Ocorrência	Idade Conv. (m.a.)
152	CAP09A1	Quartzo Sienito	República	210 ± 96
153	CAP08A1	Quartzo Traquito	República	162 ± 51
154	1156-130	Nefelina Sienito	Catrimani	102 ± 6
155	1156-130	Nefelina Sienito	Catrimani	95 ± 8

As duas datações restantes (nºs 154 e 155, Tabela 11) referem-se à intrusão de Catrimani, no Território Federal de Roraima. O sienito foi originalmente estudado por Santos e Salas (1974) que relatam sua presença no interflúvio Catrimani-Água Branca do Univi, e no morro da Água Preta. A rocha intrusiva possui pequena dimensão, sendo cortada por fonolitos. As idades Rb/Sr convencionais são concordantes em cerca de 100 m.a.. Resultados semelhantes foram obtidos para as lavas básicas da Formação Apoteri que ocorrem em área próxima, no Graben do Takutu. A presença destas rochas básicas e alcalinas condicionadas ao lineamento Takutu (Figura 3) demonstra que esta zona de fraqueza manteve-se ativa até o Cretáceo.

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo geocronológico das rochas básicas na região Amazônica possibilitou definir, até o momento, quatro conjuntos radiométricos no pré-Cambriano (2.000-1.550 m.a. ; 1.500-1.300 m.a. ; 1.250-1.050 m.a. ; 1.050-850 m.a.) e dois no Fanerozôico (500-300 m.a. ; 260-120 m.a.). Com exceção do mais antigo, provavelmente o de caracterização menos adequada, e que cobre um intervalo de tempo muito amplo, todos os demais possuem duração da ordem de 200 m.a., compatível com o que se presume ser a duração aproximada de um padrão estável de movimentos convectivos no manto superior. Do ponto de vista da significação geotectônica, os conjuntos pré-Cambrianos, bem como aquele eo-Paleozôico diferenciam-se do agrupamento mais jovem por estarem associados, na opinião do autor, à evolução geológica das províncias de idade da plataforma Amazônica. Fenômenos alcalinos cratogênicos, definidos através de razoável número de idades radiométricas, relacionam-se ao vulcanismo básico notadamente no intervalo de tempo 1.500-1.100 m.a., e possuem as principais ocorrências nas porções oriental do Escudo das Guianas e centro-sul do Cráton do Guaporé.

Os vulcanismos alcalino e básico pré-Cambrianos encontram-se condicionados às principais zonas de fraqueza que seccionam toda a plataforma Amazônica. Como um todo, caracterizam um prolongado estágio de estabilização para esta unidade geotectônica, a qual comportou-se como área inteiramente rígida somente a partir do ciclo Brasileiro. Constatação interessante é a falta de idades antigas, até o momento, para o magmatismo básico e alcalino nas áreas abrangidas pelas províncias geocronológico-estruturais mais jovens (Rio Negro-Juruena e Rondoniana), o que vem reforçar a hipótese

de uma evolução progressiva da Plataforma, durante o pré-Cambriano superior, no sentido nordeste-sudoeste. As principais zonas de fraqueza ativas durante todo o período de tempo mencionado possuem direções NE-SW e NW-SE.

O conjunto Fanerozóico apresenta a maioria das idades no Mesozóico, sendo aqui interpretado como reflexo, em área cratonizada, de processos ligados aos fenômenos da deriva continental e formação do Oceano Atlântico. Seus registros distribuem-se por toda a Amazônia, havendo porém maior frequência na sua porção norte-oriental, onde condicionam-se a sistemas de fraqueza NS e NNE. São ainda escassos os registros de rochas alcalinas temporalmente associadas à reativação na área investigada.

1. Significação tectônica do vulcanismo básico e alcalino de idade pré-Cambriana

O desenvolvimento dos sucessivos cinturões móveis definidos para a região Amazônica abrangeu longo período de tempo, durante o qual ocorreram fenômenos magmáticos e sedimentares, estes últimos representando os respectivos molassóides daqueles eventos geodinâmicos. Dentro deste contexto, os eventos básicos são interpretados como magmatismo associado aos eventos terminais daqueles cinturões metamórficos e/ou magmatismo reflexo do seu desenvolvimento, sobre áreas adjacentes já cratonizadas.

Com base nos dados geocronológicos disponíveis, é possível afirmar que a estabilização tectônica da plataforma Amazônica teria ocorrido somente com o término dos fenômenos tectonomagmáticos da faixa móvel Rondoniana, há cerca de 1.000 m.a.. No ciclo Brasileiro, por ocasião da evolução do geossinclíneo Paraguai-Araguaia, a plataforma já teria se comportado como unidade estável.

As determinações radiométricas mais antigas definiram uma concentração de idades entre 1.950 e 1.850 m.a., afetando a província Amazônia Central, e o evento é aqui interpretado como magmatismo terminal do ciclo orogênico Transamazônico, ou seja, o estágio evolutivo final do cinturão móvel Maroni-Itacaiunas. Relacionadas à fase de transição deste "mobile belt" apareceram as rochas vulcânicas ácidas das Formações Surumu e Iricoumé, recentemente estudadas por Basei (1977). A elas associadas, ocorrem depósitos sedimentares, como os do chamado Grupo Roraima, por vezes intrudidos por magmáticas básicas. Definindo a época de cratonização em relação ao ciclo Transamazônico tem-se o sienito Erepecuru, datado em 1.800 m.a..

Posteriormente, novas atividades alcalinas manifestar-se-iam na porção estabilizada, tendo-se como exemplo as intrusivas Mapari (1.680-1.530 m.a.). Rochas básicas com idades semelhantes, no Escudo das Guianas, sugerem um relacionamento entre os dois episódios, e, em conjunto com o vulcanismo ácido "Uatumã-Iriri", caracterizariam provavelmente um reflexo, nas áreas estáveis da mesma província Amazônia Central, do desenvolvimento do cinturão móvel Rio Negro-Juruena (1.700-1.400 m.a.).

O segundo conjunto significativo de idades para rochas básicas, caracterizado neste trabalho, indica uma concentração de valores entre 1.500 e 1.300 m.a., intervalo temporalmente associado com o final dos processos metamórficos do cinturão Rio Negro-Juruena. De modo análogo ao constatado para as rochas básicas Transamazônicas, este episódio mais jovem possui atividade alcalina associada, a qual afeta áreas já cratonizadas. São exemplos as intrusões do Cachorro (1.480 m.a.) e Sucunduri (1.400 m.a.). Depósitos sedimentares e vulcanismo ácido relacionados ao mesmo evento geodinâmico acham-se preservados em alguns tratos dos Escudos Brasil Central e das Guianas. Constituem exemplos as vulcânicas ácidas dos rios Teles Pires, Juruena e Roosevelt

(estudadas por Basei, op.cit.), os sedimentos da Formação Prosperança, do Grupo Beneficente, da Chapada dos Dardanelos e das Serras da Providência e Três Irmãos.

Recorrência de magmatismo básico é constatada, no período 1.250-1.050 m.a., pelas rochas de tal idade condicionadas geograficamente às grandes zonas de fraqueza da Amazônia. A característica das ocorrências sugere que o fenômeno ígneo seja um provável reflexo, em área adjacente já estável, do desenvolvimento do cinturão móvel Rondoniano (1.400-1.000 m.a.). Atividade alcalina associa-se ao vulcanismo básico, como demonstram as intrusões do Teotônio e Guariba (1.250 m.a.), Canamã (1.180 m.a.) e o fonólito do Domo do Sucunduri (1.160 m.a.). A quantidade de rochas alcalinas com idades entre 1.500 e 1.150 m.a. sugere que este tenha sido o período principal de sua formação, sendo até o momento difícil uma separação em fases magmáticas distintas. Os resultados radiométricos evidenciam ainda que no Escudo das Guianas o processo terminou antes que na porção sudoeste do Escudo Brasil Central, onde os valores são sistematicamente mais jovens que 1.400 m.a.. Merece ser ressaltada a ocorrência do assim chamado "evento tectonotermal Nickeriano", que atuou de maneira generalizada na porção norte do Escudo das Guianas, e que acusa idades aparentes K/Ar entre 1.250 e 1.000 m.a., sendo portanto sincrônico aos episódios ígneos básicos e alcalinos aqui descritos, e localizados predominantemente no Território Federal de Rondônia.

O fenômeno ígneo básico com idades entre 1.050 e 850 m.a., também preferencialmente situado na região do Território Federal de Rondônia, indica, na opinião do autor, o magmatismo terminal do evento geodinâmico Rondoniano (1.400-1.000 m.a.). O vulcanismo subsequente ao ciclo estaria representado pelas rochas efusivas ácidas da porção ocidental do Território, na área de São Lourenço-Ma

cisa (estudadas por Basei, op.cit.). Caracterizando provavelmente os molassóides do "mobile belt" tem-se os sedimentos da Serra dos Pacaás Novos e do vale do rio Mutum Parana. Atividade cratônica típica da região é evidenciada pelos granitos estaníferos, datados em cerca de 980 m.a.. Estes corpos, por vezes, exibem diferenciações litológicas que podem chegar a monzonitos e sienitos.

2. Significação tectônica do vulcanismo básico e alcalino de idade Fanerozóica

O vulcanismo eo-Paleozóico, que possui poucos registros radiométricos até o momento, distribui-se geograficamente acompanhando a porção ocidental do geossinclíneo Paraguai-Araguaia, em seu setor norte. Na opinião do autor, representa o vulcanismo final da orogênese Brasileira. Não se conhecem, até o presente, manifestações alcalinas associadas à evolução do geossinclíneo.

A partir do Permiano até o Cretáceo instalou-se na plataforma Amazônica uma reativação tectonomagmática cujos registros são encontrados em toda a área investigada. O fenômeno caracterizou-se pela formação de Grabens e Horsts, Sedimentação espessa e Vulcanismo toleítico, possuindo como exemplo notável o Graben do Takutu, situado no extremo nordeste do Território Federal de Roraima e adentrando na República da Guiana.

Os resultados radiométricos parecem sugerir a ocorrência de dois ciclos vulcânicos durante a reativação (260-200 m.a.; 190-120 m.a.), não sendo possível, entretanto, definir uma situação geográfica preferencial para qualquer dos ciclos. O atual conhecimento geocronológico sugere que os dois ápices vulcânicos atingiram praticamente toda a região investigada, inclusive com recorrência magmática em

algumas áreas.

A fase Permo-Triássica não encontra correspondência em outros tratos da plataforma Sul-Americana. A mais jovem, com idades entre o Jurássico e o Cretáceo inferior, parece corresponder à reativação Wealdeniana de Almeida (1967); entretanto, para a região Amazônica, somente algumas rochas alcalinas (República, Catrimani, Seis Lagos) são constatadas, ao contrário do que ocorre na porção sul-oriental daquela Plataforma.

Recorrências magmáticas ao longo de sistemas tectônicos são evidenciadas, como demonstraram Thomaz et al. (1974), pelas datações obtidas no poço MA 1 PA (nºs 79, 83 e 121) onde os testemunhos inferiores (79 e 83) revelaram idades Permo-Triássicas e o superior (121), Jurássica superior. Esta hipótese é corroborada pela presença na folha SB 20 Purus de rochas básicas Permo-Triássicas em área próxima a afloramentos de rochas similares Juro-Cretáceas.

Admitindo-se que as etapas ativas do tectonismo coincidam com maior produção de vulcanismo, as datações poderiam indicar a evolução do processo pela observação dos picos do magmatismo no histograma da Figura 7. Assim, para o período Permo-Cretáceo ter-se-ia um ápice magmático há cerca de 210-200 m.a. ao passo que as épocas em torno de 180-170 m.a., 150-140 m.a. e 130-120 m.a. seriam as mais ativas do ciclo mais jovem.

Cumprе ressaltar que o autor concorda com a hipótese proposta por Thomaz et al. (op.cit.) que associaram temporalmente a fase vulcânica mais antiga à separação da América do Norte do conjunto África-América do Sul e a mais jovem com a separação da África e América do Sul (já no Jurássico).

3. Caracterização genética do vulcanismo básico

Algumas considerações a respeito da gênese do magmatismo básico pré-Cambriano podem ser efetuadas, com base nos teores de potássio obtidos.

A Figura 10 apresenta três histogramas de teores de potássio, para rochas básicas, relativos aos conjuntos pré-Cambriano (vulcanismo anterior e posterior a 1.600 m.a.) e Fanerozôico (vulcanismo Permo-Cretáceo).

Apesar do vulcanismo mais antigo que 1.600 m.a. possuir até o momento poucos registros radiométricos, constata-se que os teores de potássio concentram-se entre 0,5 e 1% (Figura 10A), indicando que a fonte dos magmas primários estaria situada em níveis elevados do manto superior. O histograma do vulcanismo datado entre 1.570 e 850 m.a. (Figura 10B), diferencia-se do primeiro pela ampla variação dos teores, além de um enriquecimento genérico no potássio. Os resultados gradam entre 0,1 e 4%, havendo mesmo um caso isolado com cerca de 5,5%. Seguramente, estas variedades ricas em potássio, embora aqui classificadas genericamente como "basaltos" com base nas descrições petrográficas regionais, representam rochas geoquimicamente diferenciadas, cuja classificação mais adequada poderia ser de andesitos, traquitos ou mesmo riolitos.

O ápice dos valores permanece entre 0,5 e 1%, existindo porém uma concentração de resultados entre 1 e 3%, o que sugere uma associação genética das rochas básicas desta idade com magmas alcalinos. Note-se que a delimitação do período de tempo entre 1.550 e 1.150 m.a. para o ápice da atividade alcalina na região Amazônica aproxima-se da época representativa do conjunto básico portador de anomalia potássica. Tal conjunto de rochas básicas poderia ter se originado a partir de magmas diferenciados, ou mesmo por assi-

FIGURA 10

A: - HISTOGRAMA DOS TEORES DE POTÁSSIO PARA
ROCHAS BÁSICAS DATADAS ENTRE 2000 e 1.600 m.a.

-70-

milção de material crustal mais rico em potássio, quando de sua ascensão. As fontes primárias do magmatismo básico com idades entre 1.570 e 850 m.a. poderiam estar localizadas em níveis mais profundos do manto superior, em relação àquelas do vulcanismo mais antigo. Portanto, as evidências sugerem que o magmatismo pré-Cambriano se diferenciou geneticamente a partir de determinada época geológica. Esta hipótese assume validade geológica, na opinião do autor, em face do apreciável número de dados disponíveis.

O histograma do vulcanismo Permo- Cretáceo exibe média de teores de potássio abaixo de 1% (Figura 10C). Observam-se seis resultados acima da média, porém a maioria dos teores concentra-se entre 0,5 e 1%, sugerindo que o evento básico é primário, não possui relacionamento com magmas alcalinos, e suas fontes são relativamente pouco profundas, no manto superior, do mesmo modo que as rochas basálticas antigas.

4. Importância tectônica dos lineamentos regionais da Amazônia

Os vulcanismos básico e alcalino condicionam se claramente a sistemas de fraqueza regionais que seccionam extensos tratos dos Escudos Brasil Central e das Guianas. Os principais lineamentos possuem direções regionais NE-SW, NW-SE, N-S e NNE-SSW, havendo evidências de reativações sucessivas e prolongada atividade ígnea na maioria deles. O melhor exemplo parece ser o grande lineamento Cachorro, onde os diversos focos magmáticos datados incluem-se em todos os episódios vulcânicos discutidos no texto. Outro exemplo característico de recorrência de atividades magmáticas acha-se definido para a folha SB 21 Tapajós, onde as rochas estão condicionadas a sistema de fraqueza paralelo ao lineamento Tapajós, tal como aparece na Figura 4.

As estruturas relativas aos vulcanismos básico e alcalino pré-Cambrianos associam-se aos lineamentos Maraiuiã, Melo Nunes, Cachorro, Jari-Falsino, Tapajós, Abacaxis, Canamã, e outros menores de direções preferenciais NE-SW e NW-SE. Com o desenvolvimento do cinturão móvel Rio Negro-Juruena (1.700-1.400 m.a.), houve intensa atividade ígnea básica e alcalina sincrônica, principalmente nos domínios da província Amazônia Central. Quando da evolução do cinturão móvel Rondoniano (1.400-1.000 m.a.), ocorreu nova pulsação magmática reflexa nas principais zonas de fraqueza das áreas já cratonizadas, havendo recorrência dos fenômenos magmáticos nas províncias Amazônia Central e Maroni-Itacaiunas, e manifestação na recém-cratonizada faixa dobrada Rio Negro-Juruena.

Os "trends" estruturais das rochas básicas Fanerozóicas são generalizadamente N-S e NNE-SSW. A Figura 11 apresenta as direções principais de diques básicos e lineações aqui assumidas como ativas durante as reativações Permo-Cretáceas. É evidente que faltam dados estruturais para uma melhor caracterização gráfica, entretanto o esboço poderá servir de base para futuros trabalhos a respeito do condicionamento estrutural do vulcanismo. As mais expressivas zonas de fraqueza relacionadas a estas reativações situam-se na parte norte da área estudada, desde o Território Federal do Amapá até o de Roraima. Os sistemas predominantemente N-S parecem ser os principais condutos do vulcanismo fissural básico, cujas exposições mais representativas acham-se preservadas na parte norte-oriental da plataforma Amazônica, configurando o lineamento Cassiporé. Entretanto, em várias regiões, as direções infletem para NNE-SSW, NE-SW e NNW-SSE. É o caso da região de Monte Alegre (folha SA 21 Santarém) onde o enxame de diques orienta-se segundo NE-SW, talvez condicionado ao lineamento Tapajós (situado ao sul do rio Amazonas) e/ou ao lineamento Jari-Falsino, que afeta as unidades estratigráficas da porção central do Território

FIGURA II - ZONAS DE FRAQUEZA ATIVAS DURANTE O FANEROZÓICO.

do Amapá. Outro exemplo significativo é o condicionamento estrutural (NE-SW) das lavas Mesozóicas do Graben do Takutu, as quais acompanham a direção do lineamento homônimo no Território Federal de Roraima.

Destaque-se ainda que as tendências estruturais genéricas do vulcanismo Fanerozóico diferem daqueles observados para o vulcanismo pré-Cambriano, o que indica importantes mudanças geodinâmicas na crosta continental.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho tornou-se possível graças às colaborações prestadas direta e indiretamente por várias pessoas e em especial pelo projeto RADAMBRASIL.

Inicialmente o autor deseja consignar ao seu orientador Professor Doutor Umberto Giuseppe Cordani, Diretor do Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo, seus sinceros agradecimentos pelas sugestões durante a elaboração da tese e pelo incansável estímulo recebido. Os agradecimentos são extensivos ao Professor Doutor Koji Kawashita pelo apoio científico e laboratorial durante a execução do trabalho.

O autor agradece aos colegas do RADAMBRASIL, na pessoa do ex-Diretor da Divisão de Geologia (DIGEO), geólogo Guilherme Galeão da Silva, pelo acesso às informações geológicas, bem como ao geólogo Roberto Silva Issler, pelas discussões mantidas, indispensáveis para a elaboração desta síntese. Cumpre ressaltar a colaboração valiosa da equipe de petrografia do Projeto, na época formada pelos geólogos Jaime Franklin Vidal Araujo, Roberto Dall'Agnol, Ana Maria Dreher e Abel Salles Abreu, que auxiliou expressivamente a interpretação geocronológica.

Em especial, ao ex-colega do Projeto, hoje Professor Miguel Angelo Stipp Basei que coordenou os trabalhos geocronológicos do autor quando do seu início profissional, e ao geólogo Colombo Celso Gaeta Tassinari, colega geocronólogo do Projeto, pela colaboração decisiva a partir de 1976, o autor manifesta sua gratidão.

Agradecimentos também são devidos aos funcionários do CPGeo, a saber: Cláudio Comerlatti, Cláudio dos

Santos, Francisco E. Saracchini, Helen Sonoki, Ivone Sonoki, Jorge Gouveia de Almeida, José Elmano Gouveia, José Roberto Medeiros, Key Sato, Lourdes Marques, Margarida Martins e Miriam Amorim, bem como a Srta. Tieca Saito, esta pelo auxílio nas análises de fluorescência de raios X.

As Srtas. Claudete Salinas Franzosi e Ana Tereza Leme D'Auria, responsáveis pelos trabalhos de datilografia, e ao Sr. Jaime Alves da Silva e demais pessoas do setor gráfico do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, que imprimiram os exemplares, ficam também os agradecimentos do autor.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e evolução da plataforma Brasileira. Div. Geol. Min. D.N.P.M., Bol. (241), 36p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. Congr. Bras. Geol., 23º, Salvador. Anais, Soc. Bras. Geol., 1: 29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1971 - Geochronological division of the Precambrian of South America. R. Bras. Geoc., São Paulo, 1 (1): 13-21.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1974 - Evolução tectônica do Cráton do Guaporé comparada com a do Escudo Báltico. R. Bras. Geoc. São Paulo 4 (3): 191-204.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y. & BRITO NEVES, B.B. de - 1976 - The Upper Precambrian of South America. Bol. IG., Inst. Geoc. USP, 7: 45-80, São Paulo.
- AMARAL, G. - 1974 - Geologia pré-Cambriana da região Amazônica. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências. 212 p./Tese de Livre Docência.
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H. - 1966 - Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. et Cosm. Acta, 30: 159-189, Oxford.
- 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.

- ARAUJO, J.F.V. de; MONTALVÃO, R.N.G. de; LIMA, M.I.C. de ;
FERNANDES, P.E.C.A.; CUNHA, F.M.B. da; FERNANDES C.A.
C. & BASEI, M.A.S. - 1976 - Geologia. In: BRASIL. De-
partamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RA-
DAMBRASIL. Folha SA 21 Santarém. Rio de Janeiro, 510
p. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- BARBOSA, O. & RAMOS, J.R.A. - 1959 - Território do Rio
Branco; aspectos principais de geomorfologia, da geo-
logia e das possibilidades minerais de sua zona seten-
trional. B.Div.Geol.Mineral., Rio de Janeiro, (196) :
49 p.
- BARRON, C.N. - 1969 - Notes on the stratigraphy of Guayana.
In: Guyana Geological Conference, 70 Paramaribo, 1966,
Proceedings...Paramaribo Geological Survey Guyana ,
p.101.
- BARROS, A.M.; ALVES, E.D. de O., ARAUJO, J.F.V.; LIMA, M.I.
C. de, & FERNANDES, C.A.C. - 1977 - Geologia. In: BRA-
SIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Proje-
to RADAMBRASIL. Folha SB/SC18 JAVARI/CONTAMANA. Rio de
Janeiro. I-161 p. (Levantamento de Recursos Naturais ,
13).
- BASEI, M.A.S. - 1973 - Geocronologia do Bloco BIII, Amapá.
Belém, Projeto RADAM, 9p. (Relatório Interno RADAM ,
35-G).
- BASEI, M.A.S. - 1973a - Geocronologia SB22/SC22. Belém, Pro-
jeto RADAM, 3p. (Relatório Interno RADAM).
- BASEI, M.A.S. - 1974 - Geocronologia da região Tapajós-Iri-
ri. Belém, Projeto RADAM (Relatório Interno RADAM,16-G).

- BASEI, M.A.S. - 1977 - Idade do vulcanismo ácido-intermediário na região Amazônica. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 133 p.(Dissertação de mestrado).
- BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, W. - 1975 - Geocronologia do Território de Roraima. In: Conferência Geológica Inter-guianas, 10 a. Departamento Nacional da Produção Mineral, p. 253-273, Belém.
- BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, W. - 1975a - Geocronologia e considerações estratigráficas preliminares da Região Cachimbo-Dardanelos. Belém, Projeto RADAM, 19p. (Relatório Interno RADAM, 37-G).
- 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. R.Bras.Geoc. 3 (4): 215 - 242.
- BELLIZIA, C.M. - 1972 - Paleotectônica del Escudo de Guayana. In: Conferência Geológica Inter-Guayanas, 9a., Guayana, 1972. Memória Guayana, Ministério de Minas y Hidrocarburos, (Boletín de Geologia. Publ. Especial nº 6, p. 251-305.
- BERRANGÉ, J.P. - 1967 - Progress report on photogeological mapping of Guyana south of 4º latitude-operation El Dorado. Inst.Geol.Sci. London.
- BERRANGÉ, S.P. - 1973 - A synopsis of the geology of Southern Guyana, London, Inst.Geol.Sci. Overseas Div., 16p. (Report, 26).
- BRAUN, O.P.G. & RAMGRAB, G.E. - 1972 - Geologia do Território de Roraima (Res.) - Bol. XXVI Congr.Bras.Geol. (2):68-70.

- BRITO NEVES, B.B.de - 1971 - Síntese da geologia e bibliografia das coberturas e dobramentos pré-Silurianos - In: Simpósio da Geologia do Nordeste, 5. Recife, 1971 Recife, Soc. Bras. Geol., Núcleo Nordeste, 51p. (Bol. Especial, 2).
- CAPUTO, M.V.; RODRIGUES, R. & VASCONCELOS, D.N.N.de - 1972 - Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas; histórico e atualização. Anais...XXVI Congr.Bras. Geol. 3: 35-46.
- CHOUBERT, B. - 1969 - Les Guyano-Éburneides de l'Amérique - du Sud et de l'Afrique Occidentale; essais de comparaison géologique. B. B.R.G.M. sect, 4: 39-68.
- CORDANI, U.G. - 1974 - Comentários (Amapá). Belém, Projeto RADAM, 3p. (inédito).
- CORDANI, U.G.; BASEI, M.A.S.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C. G. & KAWASHITA, K. - 1978 - The Precambrian Geotectonic Evolution of the Amazonian region based on structural and geochronological data. (inédito).
- DALL'AGNOL, R. & ABREU, A.S. - 1976 - Petrografia e amostragem do Bloco E-IV, Folha NA 19 Pico da Neblina; relatório analítico. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 78p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 77-G).
- GOMES, C.B.; CORDANI, U.G. & BASEI, M.A.S. - 1975 - Radiometric ages from the Serra dos Carajás Area, Northern Brazil. Geol. Soc. Am. Bull., 86: 939-942.
- GUIMARÃES, D. - 1929 - O processo de hyperstenização das rochas do alto rio Branco. An. Acad.Bras. Cl, Rio de Janeiro, 1 (4): 191-195.
- GUIMARÃES, D. - 1930 - A província magmática do Roraima, Brasil septentrional. B.Serv.Geol.Min., Rio de Janeiro, (45): 57p.

GUIMARÃES, D. - 1947 - A província magmática do Roraima. B. Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, (121): 109p.

HEBEDA, E.H.; BOELRIJK, N.A.I.M.; PRIEM, H.N.A.; VERDUMEN, E.A. Th. & VERSCHURE, R.H. - 1971 - Excess radiogenic argon in the precambrian Avanavero dolerite in Western Suriname (South America) Z.W.O. Laboratium voor Isotopen Geologie. Amsterdam, 1970: 17-36.

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

ISSLER, R.S. - 1975a - Magmatismo alcalino no Crãton Guianês. In: Conferência Geológica Interguianas, 10 a. Anais... Departamento Nacional da Produção Mineral, 1975, p.103-122, Belém.

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

ISSLER, R.S.; ANDRADE, A.R.F. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; GUIMARÃES, G.; SILVA, G.G. da & LIMA, M.I.C. de - 1974 - In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha SA 22 Belém. Rio de Janeiro. 1/60p. (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

IWANUCH, W. - 1976 - Idades Rb/Sr das alcalinas do "Domo do Sucunduri", AM. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29º, Belo Horizonte. Resumo das Comunicações. Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol. p.196.

KAWASHITA, K. - 1972 - O método Rb/Sr em rochas sedimentares. Aplicação para as bacias do Paraná e Amazonas. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 111p. (Tese de Doutorado).

- KRUNER, A. - 1977 - The Precambrian geotectonic evolution of Africa: plate accretion versus plate destruction. Precambrian Research. Amsterdam, 4: 163-213.
- LEAL, J.W.L.; SILVA, G.H.; SALUM, O.A.L.; SILVA, L.L.de; DREHER, A.M. & BASEI, M.A.S. - 1974 - Esboço Geológico de parte da Folha SC 20 Porto Velho. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28º, Porto Alegre. Resumo das Comunicações. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol. (Bol.Especial, 1).
- LIMA, M.I.C. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; OLIVEIRA, A. da S.; BASEI, M.A.S.; ARAUJO, J.F.V. & SILVA, G. G. da - 1974 - Geologia In: BRASIL Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB 22 Macapá. Rio de Janeiro, 1/120 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).
- MANDETTA, P. - 1970 - Datações geocronológicas de rochas do Território Federal de Roraima. Belém, DNPM, 1970, Rel. nº 1472.
- MCCANDLES, G.C.; HIRATA, W.K.; TEIXEIRA, J.T. & MEYER, D. J. K. - 1975 - O Complexo ígneo ácido da região central do Pará. Anais...Conf.Geol. Interguianas, 10a. Belém.
- MCDUGALL, I. - 1968 - Isotoping dating of the Roraima dolerites. Geophys. J. London, 16: 141-145.
- MCDUGALL, I.; COMPSTON, W.; HAWKES, D.D. - 1963 - Leakage of radiogenic argon and strontium from minerals in proterozoic dolerites from British Guiana. Nature, London, 198 (4880): 564-567.
- MONTALVÃO, R.M.G. de - 1976 - Esboço Geológico - Tectônico do Cráton Guianês. R.Bras.Geoc., São Paulo 6(4): 230-245.

- MONTALVÃO, R.M.G. de & PITHAN, J.H.L. - 1974 - Grupo Tunuĩ. Belém, Projeto RADAM, 7p. (Relatório Interno RADAM, 44-G).
- MONTALVÃO, R.M.G. de; MUNIZ, M. de B.; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, P.E.C.A. & SILVA, G.G. da - 1975 - Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha NA 20 Boa Vista e parte das folhas NA 21 Tumucumaque, NB 20 Roraima e NB 21. Rio de Janeiro. 428p. (Levantamento de Recursos Naturais, 8).
- OLIVEIRA, A.I. de - 1929 - Bacia do Rio Branco. Estado do Amazonas. B. Serv. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, (37): 71p.
- OLIVEIRA, A.S.; FERNANDES, C.A.C.; ISSLER, R.S.; ABREU, A.S.; MONTALVÃO, R.M.G. de & TEIXEIRA, W. - 1975 - Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha NA 21 Tumucumaque e parte da Folha NB 21. Rio de Janeiro, 361p. (Levantamento de Recursos Naturais, 9).
- PAIVA, G. de - 1939 - Alto Rio Branco. B. Serv. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, (99): 44p.
- 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: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA 19 Pico da Neblina. Rio de Janeiro, 366p. (Levantamento de Recursos Naturais, 11).
- PRIEM, H.N.A. - 1968 - Isotopic age determinations on Suriname rocks, III. Proterozoic and Permo-Triassic basalt magmatism in the Guyana Shield. Geol. Mijnbouw, Hagne, 47 (1): 17-20.

- PRIEM, H.N.A. - 1970 - Additional K-Ar measurements on Permo-Triassic dolerites from Suriname. Z.W.O. Laboratorium voor Isotopen Geologie. Ann. Rep.: 87-88.
- PRIEM, H.N.A. - 1973 - Age of the Pre-Cambrian Roraima formation in Northeastern South America: evidence from isotopic dating of Roraima piroclastic volcanic rocks in Suriname. Geol. Soc. Am. Bull.; Colorado, 84(5): 1667-1684.
- 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. Am. Bull. 82: 1095 - 1102.
- PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; HEBEDA, E.H.; VERDUMEN, E.A.Th. & VERSCHURE, R.H. - 1971a - Isotopic Ages of Trans-Amazonian acidic Magmatism and the Nickerie Metamorphic episode in the Precambrian Basement of Suriname, South America. Geol. Soc. Am. Bull. 82: 1667-1680.
- RANGRAB, G.E.; BONFIM, L.F. da C. & MANDETTA, P. - 1972 - Projeto Roraima, 2a. fase. Manaus, DNPM/CPRM, 9v.
- REZENDE, W.M. de & BRITO, C.G. de - 1973 - Avaliação geológica da Bacia Paleozóica do Amazonas. Bol. XXVII Congr. Bras. Geol. (2):150.
- SANTOS, D.B. dos; FERNANDES, P.E.C.A.; DREHER, A.M.; CUNHA, F.M.B. da; BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, J.B.G. - 1975 - Geologia In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL Folha SB 21 Tapajós. Rio de Janeiro, 409p. (Levantamento de Recursos Naturais, 7) .

- SANTOS, J.O.S. & SALAS, H.T. - 1974 - Notas sobre a primeira ocorrência de rochas alcalinas no Território Federal de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28º, Porto Alegre, 1974. Resumo das Comunicações. Porto Alegre, Soc.Bras.Geol. (Bo1.1) p. 312-413.
- SILVA, G.G.da; LIMA, M.I.C. de; ANDRADE, A.R.F.de; ISSLER, R.S. & GUIMARÃES, G. - 1974 - Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Folha SB 22 Araguaia e parte da folha SC 22 Tocantins. Rio de Janeiro, 1/143p. (Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- SILVA, G.H.; LEAL, J.W.L.; SALUM, O.A.L.; DALL'AGNOL, R. & BASEI, M.A.S. - 1974 - Geologia de parte da Folha SC 21 Juruena. In: Congresso Brasileira de Geologia, 28º, Porto Alegre. Anais...Soc.Bras.Geol., v.6, p.309-320.
- SINGH, S. - 1974 - The tectonic evolution of that portion of the Guyana shield represented in Guyana; an evaluation of the present status of investigations and correlations across the Guyana shield. R.Bras.Geoc., São Paulo, 4(1): 41-49.
- SNELLING, N.J. - 1963 - Age of the Roraima formation, British Guyana. Nature, London, 198 (4885): 1079-1080.
- SNELLING, N.J. & McCONNELL, R.B. - 1969 - The geochronology of Guyana. Geol. Mijnbown, Hagne, 48(2): 201-213.
- STOCKWELL, C.H. - 1961 - Structural Provinces, Orogenies, and Time-Classification of the rocks of the Canadian Precambrian Shield. Geological Survey of Canada. Ottawa, paper 61-17 (report 2): 108-118.

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

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

SUSZCZYNSKI, E.F. - 1970 - La géologie et la tectonique de la plateforme Amazonienne. Geol. Rundschau, Stuttgart , 59 (3): 1232-1253.

TASSINARI, C.C.G. & TEIXEIRA, W. - 1976 - Geocronologia da parte oriental da folha SC 19 Rio Branco. Belém, Projeto RADAMBRASIL. (Relatório Interno RADAMBRASIL - 84G).

TASSINARI, C.C.G. & TEIXEIRA, W. - 1976a - Estudos Geocronológicos da parte norte da folha SC 19 Içã. Belém, Projeto RADAMBRASIL. (Relatório Interno, RADAMBRASIL, 102-G).

TASSINARI, C.C.G. & TEIXEIRA, W. - 1977 - Geocronologia da folha SB 20 Purus. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 15p. (Relatório Interno RADAMBRASIL).

TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S. & TASSINARI, C.C.G. - 1976 - Geocronologia das Folhas Tumucumaque e Santarém. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29º, Belo Horizonte. Resumo das Comunicações Belo Horizonte, Soc. Bras. Geol., - (Bol. 1) p.193.

TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G. - 1976 - Geocronologia e considerações sobre a evolução geológica da Folha NA 19 Pico da Neblina. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 17p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 60-G).

TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G. - 1977 - Estudo geocronológico Rb/Sr e K/Ar da Folha SC 20 Porto Velho. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 32p. (Relatório Interno RADAMBRASIL).

TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G. - 1977a - Estudo geocronológico da Folha SA 20 Manaus. Belém, Projeto RADAMBRASIL, 16p. (Relatório Interno RADAMBRASIL).

THOMAZ, A.F.; CORDANI, U.G. & MARINO, O. - 1974 - Idades K/Ar de rochas basálticas da bacia Amazônica e sua significação tectônica regional. In: Congr.Bras.Geol., 289, Porto Alegre. v.6, p. 273-278.

TORQUATO, J.R. - 1974 - Geologia do Sudoeste de Moçâmedes e suas relações com a evolução tectônica de Angola. São Paulo, Universidade Instituto de Geociências, 243p. (Tese de Doutorado).

VERSCHURE, R.H. & BON, E.H. - 1972 - Geology and Geochronology of Tin-Bearing Volcano-plutonic complexes in Rondônia (western Brazil): reflexion on the genesis of this type of magmatism. Z.W.O. Laboratorium voor Isotopen Geologie Ann. Rep.: 177-198.

ANEXO 1: REFERÊNCIAS CONSTANTES NOS APÊNDICES 1, 1A, 2 e 2A

FONTES:

1. RADAMBRASIL *
2. CPRM (dado inédito, CPGeo) *
3. DOCEGEO (dado inédito, CPGeo) *
4. IDESP (dado inédito, CPGeo)
5. Amara1 (1974) **
6. Thomaz Filho et al. (1974) **
7. Cordani e Mantovani (dado inédito, CPGeo) *

LOCALIZAÇÃO POR FOLHA AO MILIONÉSIMO:

- A. Folha NA 19 Pico da Neblina
- B. Folha NA/NB 20 Boa Vista
- C. Folha NA 21 Tumucumaque
- D. Folha NA/NB 22 Macapã
- E. Folha SA 19 Içã
- F. Folha SA 20 Manaus
- G. Folha SA 21 Santarém
- H. Folha SA 22 Belém
- I. Folha SB 19 Juruá
- J. Folha SB 20 Purus
- K. Folha SB 21 Tapajós
- L. Folha SB 22 Araguaia
- M. Folha SC 20 Porto Velho
- N. Folha SC 22 Tocantins
- O. Folha SC 21 Juruena
- P. Folha SB 18 Javari

Obs.: * Apresentado com permissão

** Publicado

APÊNDICE 1 - DADOS ANALÍTICOS K-Ar PARA AS ROCHAS BÁSICAS

Ordem	Nº Campo	Folha**	Litologia	Mineral	Nº Lab	%K	Ar ⁴⁰ _{rad} $\frac{(\text{ccSTP})}{\text{g}} \times 10^{-6}$	%Ar ⁴⁰ _{atm}	Idade (m.a.)	Ref.
1	SACHX263	SB21XC	Dolerito	PLAG.	3.691	1,11*	158,50	11,56	2.000 ± 95	4K
2	PTB/UC19	NA21YD	Hip.Oliv.Diabásio	PLAG.	3.173	0,10	13,00	9,07	1.946 ± 57	1C
3	N5F7	SB22ZA	Diabásio	RT	2.104	2,65	348,20	1,18	1.905 ± 58	5L
4	RR68	NB20ZD	Diabásio	RT	1.889	0,72	94,15	4,09	1.891 ± 69	5B
5	MIF03	SC22XA	Diabásio	RT	2.623	0,75	97,99	2,58	1.886 ± 40	4N
6	RR67.3	NB20ZD	Diabásio	RT	1.820	0,50	57,84	26,93	1.757 ± 81	5B
7	PNJF04	NA20ZB	Gabro	PLAG.	-	0,34	36,14	2,69	1.646 ± 55	5B
8	RR148	NB20ZB	Gabro	RT	1.720	0,91	94,42	8,03	1.635 ± 60	5B
9	RR70.1	NB20ZB	Diabásio	RT	1.893	0,71	69,96	5,49	1.574 ± 60	5B
10	CREI40	SB21ZA	Diabásio	PLAG.	-	1,57	150,50	0,90	1.553 ± 26	1K
14	6/628/69	SB22YD	Diabásio	RT	1.883	2,14	195,00	2,36	1.496 ± 55	5L
15	PA393	SB22YD	Diabásio	RT	1.872	0,44	40,15	7,58	1.492 ± 16	5L
16	AM310	SB22YD	Diabásio	RT	3.206	0,79	71,70	14,10	1.491 ± 31	3L
17	N5F7	SB22ZA	Diabásio	RT	2.105	5,37	485,20	2,25	1.488 ± 13	5L
18	AS229B	SB21XB	Diabásio	RT	-	2,27	202,20	0,40	1.475 ± 65	1K
19	23A66	SB22YD	Gabro	RT	817	1,99	171,70	5,82	1.439 ± 38	5L
20	PT26.2	SB20ZD	Diabásio	RT	3.569	1,78*	151,80	0,48	1.429 ± 16	1J
21	PT292D	NA20VD	Diabásio	PLAG.	-	1,28	108,00	4,95	1.420 ± 58	5B

APÊNDICE 1 - continuação

22	PTJ8	SA21VA	Diabásio	PLAG.	3.203	1,09	92,44	3,70	1.420 ± 32	1G
23	PT36	SB20ZB	Metadiabásio	RT	3.576	1,59*	126,10	1,63	1.420 ± 22	1J
24	TR79	SA21VB	Diabásio	RT	1.944	1,85	154,00	2,19	1.408 ± 50	5G
25	PT17	SA21VB	Diabásio	PLAG.	3.199	2,93	238,00	0,80	1.385 ± 39	1G
26	PTJ7	SA21VA	Diabásio	RT	3.240	0,78	62,77	1,30	1.376 ± 19	1G
27	PT21B	SA21VA	Oliv.Diabásio	PLAG.	3.201	0,76	61,78	2,00	1.375 ± 37	1G
28	PT26.1	SC20XD	Basalto	RT	3.568	2,14*	171,30	2,20	1.366 ± 18	1M
29	PT18.1	SB20ZB	Oliv.Diabásio	PLAG.	3.588	0,66*	52,90	1,59	1.366 ± 15	1J
30	CUJ-1	NA20VB	Diabásio	RT	1.887	0,70*	54,11	33,66	1.336 ± 65	5B
31	IMM30C	NA21ZA	Basalto	RT	3.680	1,21*	93,00	1,06	1.333 ± 67	4C
32	CB15	SC21ZB	Diabásio	RT	3.402	0,88	67,90	1,15	1.333 ± 43	70
33	CB11	SC21ZB	Diabásio	RT	3.401	2,76	210,10	0,41	1.321 ± 58	70
34	CB19	SC21ZB	Gabro	PLAG.	3.400	0,79	57,20	9,19	1.272 ± 20	70
35	RON16	SC20VD	Gabro	ANF.	-	0,16	11,20	75,00	1.244***	5M
36	1518AA143	SC20VC	Gabro	RT	3.486	1,37*	96,30	6,38	1.243 ± 15	2M
37	PT11.III	SB20ZD	Diabásio	PLAG.	3.578	1,65*	115,80	1,57	1.241 ± 15	1J
38	PT60.2	SC20VA	Oliv.Diabásio	RT	3.334	2,07*	136,90	0,70	1.188 ± 13	1M
39	PT09.II	SB20ZD	Metadiabásio	PLAG.	3.585	2,51*	161,60	0,85	1.167 ± 25	1J
40	PT29	SA21VA	Oliv.Diabásio	PLAG.	3.181	2,66	170,30	0,80	1.164 ± 62	1G
41	1518.JA257	SC20VC	Diabásio	RT	3.487	0,84*	54,11	2,57	1.164 ± 23	2M

APÊNDICE 1 - continuação

42	PT99	SC20VA	Quartzo Gabro	PLAG.	3.335	0,70*	44,70	4,40	1.153 ± 91	1M
43	PT73.2	SC20VA	Leucogabro	PLAG.	3.313	1,30	82,90	3,20	1.132 ± 12	1M
44	PT99.10	SC20VA	Quartzo Gabro	PLAG.	3.289	1,80	111,50	1,20	1.127 ± 19	1M
45	PT06	SA20XD	Leucogabro	PLAG.	3.625	3,72*	227,70	0,54	1.123 ± 14	1F
46	PT26.7	SC20ZA	Diabásio	RT	2.985	1,28	76,70	1,40	1.108 ± 25	1M
47	1153CM233A	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.432	1,98*	117,40	2,67	1.098 ± 17	2M
48	PT73.1/1	SC20VA	Diabásio	RT	3.288	0,90	55,00	1,10	1.095 ± 32	1M
49	1520HM319	SA20XD	Gabro	PLAG.	3.424	0,64*	37,87	3,18	1.090 ± 13	2F
50	1510MP100	SB21XC	Troctolito	RT	3.364	0,41*	23,41	14,93	1.072 ± 18	2K
51	PT99.6	SC20VA	Gabro Porf.	PLAG.	3.266	1,00	56,50	3,80	1.050 ± 23	1M
52	1510MP26	SB21XC	Troctolito	PLAG.	3.182	0,54	31,75	6,93	1.043 ± 27	2K
53	PA264	SA22YD	Basalto	RT	-	3,15	174,70	1,78	1.040 ± 46	5H
54	PT74	SC20YB	Basalto	RT	3.434	1,48*	81,55	0,98	1.038 ± 14	1M
55	PT81.2	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.415	1,85*	96,41	0,68	991 ± 10	1M
56	1153AAR332	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.422	0,88*	45,72	6,13	988 ± 22	1M
57	EV14	SB22XC	Diabásio	RT	2.626	0,71	36,50	11,05	986 ± 47	1L
58	PT26E	SA19VB	Diabásio	RT	3.411	0,74*	38,15	4,02	984 ± 12	1E
59	1153CMR232	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.423	0,26*	13,19	7,19	982 ± 18	1M
60	PT81A	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.433	1,85*	95,14	0,53	982 ± 10	1M
61	N4F5	SB22ZA	Diabásio	RT	2.102	3,11	157,80	2,46	973 ± 34	5L

APÊNDICE 1 - continuação

62	1153AAR335	SC20YB	Basalto Alt.	RT	3.431	1,07*	53,73	1,91	967 ± 17	1M
63	N4F5(Rep.)	SB22ZA	Diabásio	RT	2.103	2,67	131,80	5,63	951 ± 14	5L
64	PT35A	SA19VB	Diabásio	PLAG.	3.409	1,11*	53,90	3,56	941 ± 14	1E
65	AN84C	SA21VA	Diabásio	PLAG.	3.607	0,91*	39,44	2,79	854 ± 12	2G
66	JF01	SA21VC	Diabásio	PLAG.	3.594	2,45*	103,10	1,06	839 ± 22	2G
67	AA7-37	SB22ZA	Diabásio	RT	749	1,22	28,60	23,94	512 ± 20	5L
68	AS297	SA22ZC	Basalto	RT	2.920	0,25	5,85	17,20	510 ± 15	3H
69	AS296	SA22ZC	Basalto	RT	2.921	0,55	12,75	17,40	509 ± 15	3H
70	OFS74	SB22XC	Diabásio	RT	1.793	0,68	15,80	15,69	507 ± 29	5L
71	66A66	SA22ZC	Diabásio	RT	921	1,84	42,10	3,12	501 ± 18	5H
72	JLR665	NA22VC	Diabásio	RT	-	0,61	12,73	28,50	463 ± 18	5D
73	CA110	SA21XB	Diabásio	RT	1.941	1,80	33,43	27,17	416 ± 7	5G
74	RR143	NA20XB	Diabásio	RT	1.698	0,49	8,18	24,12	372 ± 22	5B
75	RR226	NA20XB	Diabásio	RT	1.885	0,35	0,35	5,49	356 ± 32	5B
76	17528	SB22XC	Diabásio	RT	2.560	0,15	2,30	82,14	348 ± 20	5L
77	FGST1AM	SB19YA	Basalto	RT	638	0,96	12,79	6,69	307 ± 12	5I
78	AP106	SA22ZC	Basalto	RT	2.722	0,61	7,70	35,10	300 ± 50	5H
79	MA1PA40	SA21ZB	Basalto	PLAG.	1.309	0,22	2,43	69,00	259 ± 6	6G
80	JLR514	NA22VD	Diabásio	PLAG.	-	0,90	9,67	47,10	254 ± 27	5D

APÊNDICE 1 - continuação

81	MIAB32	SA20VA	Diabásio	PLAG.	3.609	0,74*	7,83	16,80	248 ± 4	1F
82	IÇEA24	NA19ZA	Diabásio	RT	3.252	0,75	7,77	6,44	242 ± 5	1A
83	MA1PA35	SA21ZB	Basalto	RT	1.311	0,35	3,35	64,50	232 ± 19	6G
84	AA7-2	SB22XC	Diabásio	RT	844	0,28	2,80	69,70	232 ± 22	5L
85	GS08	NA22VB	Diabásio	PLAG.	-	0,45	4,43	41,30	227 ± 10	5D
86	CR/A0372	NA22VB	Diabásio	PLAG.	-	0,51	4,87	29,10	224 ± 17	5D
87	PT66II	SB20ZD	Diabásio	PLAG.	3.583	0,87*	8,21	20,50	222 ± 3	1J
88	LAST-1AM	SB20VD	Diabásio	RT	10	0,40	3,72	73,40	219 ± 7	5J
89	PT23.II	SB20ZD	Diabásio	RT	3.577	0,40*	3,69	61,40	218 ± 8	1J
90	IÇEA42A	NA19YB	Diabásio	RT	3.250	0,76	6,99	18,57	218 ± 2	1A
91	IBST1PA	SA22VB	Diabásio	RT	-	0,73	6,55	17,68	213 ± 7	5H
92	NO1AM	SB21VA	Basalto	PLAG.	2.805	0,35	2,97	63,60	210 ± 21	6K
93	13178	SB22ZA	Diabásio	RT	2.558	0,70	6,20	82,95	210 ± 14	5L
94	PT02A(NERL63)	SA20ZB	Diabásio	RT	3.601	0,42*	3,68	21,20	209 ± 8	1F
95	NOVA OLINDA	NA20XD	Basalto	RT	1.900	1,79	15,64	36,90	208 ± 14	5B
96	JLR667B	NA22VD	Diabásio	PLAG.	-	0,18	1,54	42,40	207 ± 18	5D
97	RP1PA	SA22VA	Basalto	RT	2.958	0,78	6,69	42,00	204 ± 6	6H
98	AD405	SB22XC	Diabásio	RT	3.209	0,75	6,36	15,60	203 ± 6	3L
99	PT09/EP06	NA21YB	Diabásio	PLAG.	3.325	1,06	8,96	13,90	202 ± 9	1A

APÊNDICE 1 - continuação

100	PT02	NA21ZA	Diabásio	PLAG.	3.073	0,79	6,69	25,20	201 ± 23	1C
101	RR203.4	NA21VA	Gabro	RT	1.895	0,60	5,10	56,68	201 ± 18	5C
102	MA7AM	SA21YC	Diabásio	RT	3	0,45	3,72	16,03	196 ± 7	5F
103	AB7	SA22YC	Diabásio	PLAG.	2.994	0,58	4,59	45,40	188 ± 6	1H
104	PTX	SA21XD	Diabásio	PLAG.	3.198	0,38	2,95	32,30	183 ± 14	1G
105	RR202.1	NA20XB	Basalto	RT	1.901	0,83	6,22	75,51	179 ± 33	5B
106	AM104	SB20ZD	Diabásio	RT	-	0,07	5,36	39,47	179 ± 3	5J
107	RTG4-67	NA21VC	Basalto	RT	1.075	1,37	10,11	31,31	177 ± 16	5B
108	PT17C	SB21YD	Diabásio	RT	-	0,98	7,26	27,30	177 ± 8	1K
109	JLR530	NA20VD	Diabásio	PLAG.	-	0,65	4,76	10,70	176 ± 9	5B
110	M114	SA21XD	Diabásio	PLAG.	3.200	0,31	2,27	35,30	175 ± 15	1G
111	AB4	SA22YC	Diabásio	PLAG.	2.779	0,71	5,09	20,27	171 ± 9	1H
112	CS2AM	SA20ZC	Basalto	RT	2.831	0,61	4,29	50,90	165 ± 7	6C
113	BV-CARAC.	NA20XD	Basalto	RT	1.906	0,42	2,78	82,04	161 ± 17	5B
114	NOVA OLINDA	NA20XD	Basalto	RT	1.913	1,79	11,26	26,28	152 ± 13	5B
115	2-67-34	NA20XB	Basalto	RT	1.071	1,37	10,10	30,80	151 ± 38	6B
116	RR221.1	NA20XD	Basalto	RT	1.891	0,37	2,30	80,18	151 ± 14	5B
117	RR223.1	NA20XD	Basalto	RT	1.888	1,18	7,24	34,44	148 ± 9	5B
118	RTG-2-67	NA21ZC	Basalto	RT	1.090	0,93	5,66	31,52	146 ± 4	5C
119	PT11A	SB21XA	Diabásio	PLAG.	-	0,54	3,21	27,80	144 ± 6	1K

APÊNDICE 1 - continuação

120	PT09B	SA21XC	Diabásio	RT	3.242	0,48	2,84	10,60	143 ± 6	1G
121	MA1PA31	SA21ZB	Basalto	PLAG.	1.310	0,36	2,09	40,70	140 ± 6	6G
122	M143	SA21XD	Diabásio	PLAG.	3.197	0,39	2,16	47,50	135 ± 53	1G
123	AB9	SA22YC	Diabásio	PLAG.	2.776	0,31	1,69	42,00	130 ± 6	1G
124	RR156	NB20ZD	Basalto	RT	1.697	1,02	5,33	76,50	127 ± 12	5B
125	MA2AM	SA21ZB	Basalto	PLAG.	2.754	0,33	1,71	57,70	126 ± 6	6G
126	AT36	SA22ZC	Gabro	PLAG.	2.731	0,21	0,89	97,30	105 ± 15	1H

Constantes utilizadas:

$$\lambda_{\beta} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_{\epsilon} = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\% \text{ atom.de } K^{40} \text{ em } K^{\text{tot}} = 0,0119$$

Obs.:

* por Absorção Atômica

** Folha 1:250.000

*** erro analítico não disponível no trabalho original
(Para referências, consultar Anexo 1)

APÊNDICE 1A: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DO HORNFELS DO DIABÁSIO PEDRA PRETA

Nº Ordem	Nº Campo	Folha*	Litologia	Nº Lab	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Sr^{87}/Sr^{86**}	Rb^{87}/Sr^{86}	Idade (m.a.)	Ref.
11	MM96	NA20ZD	Hornfels	1.098	219,1	101,9	0,8778	6,33	1.830 ± 60	1B
12	MM95	NA20ZD	Hornfels	1.095	211,8	122,5	0,8412	5,07	1.800 ± 70	1B
13	MM94	NA20ZD	Hornfels	1.097	203,4	132,3	0,8254	4,50	1.800 ± 70	1B

Constantes utilizadas:

Obs.:

$$\lambda_{Rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

* Folha 1:250.000

$$Rb^{85}/Rb^{87} = 2,59$$

(Para referências, consultar Anexo 1)

$$(Sr^{87}/Sr^{86})_i = 0,705$$

** valores normalizados para $Sr^{86}/Sr^{88} = 0,1194$

ANÁLISES EM ROCHA TOTAL

APÊNDICE 2: DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr PARA O MAGMATISMO ALCALINO

Nº Ordem	Nº Campo	Folha***	Litologia	Nº Lab	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ *	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade (m.a.)	Ref.
127	PT16	NA21ZD	Quartzo Sienito	639	72,6	42,9	0,8392	4,950	1.806 ± 69	1C
128	ID2	NA22YA	Litchfieldito	692	219,1	33,0	1,1710	18,640	1.680 ± 63	1D
129	ID3	NA22YC	Alcali Sienito	693	108,4	20,2	1,0460	14,930	1.537 ± 38	1D
130	ID1	NA22YA	Nefelina Sienito	694	250,2	60,1	0,9357	11,640	1.335 ± 39	1D
131	PT40	NA21YD	Quartzo Sienito	1.120	118,5	13,9	1,2268	25,610	1.479 ± 49	1C
132	RCM06	SA21XD	Nordmarkito	2.862	743,6	33,5	2,3345	74,580	1.470 ± 34	4G
133	M02	SC21VA	Sienito	954	178,2	8,4	2,1376	69,219	1.394 ± 40	10
134	W-129	SC21VA	Fonolito	1.255	271,5	10,5	2,1798	85,736	1.160 ± 36	10
135	PT66B	SC20XB	Granito a biotita	2.961	390,3	12,8	2,8964	105,740	1.393 ± 35	1M
136	PT66A1	SC20XB	Quartzo Sienito	1.920	133,4	340,7	0,7267	1,136	1.289 ± 179	1M
137	PT66.1(Topo)	SC20XB	Quartzo Sienito	2.047	204,3	31,2	1,0621	19,620	1.227 ± 33	1M
138	PT66A3	SC20XB	Quartzo Sienito	2.050	180,2	130,6	0,7711	4,020	1.109 ± 52	1M
139	PT99-11	SC20VA	Quartzo Monzonito	1.767	364,5	58,1	1,0606	18,797	1.275 ± 37	1M
140	PT46A2	SC20VB	Pir.Anf.Sienito	1.844	112,8	102,8	0,7642	3,195	1.249 ± 60	1M
141	PT46	SC20VB	Anf.Pir.Sienito	1.837	77,3	142,2	0,7331	1,578	1.201 ± 104	1M
142	HS05	SC21YA	Granito	755	249,7	14,4	1,6730	54,310	1.202 ± 30	10
143	GG06.1	SC21YA	Sienito	758	100,2	14,9	1,0490	19,820	1.169 ± 33	10

ÍNDICE 2 - continuação

144	HS06	SC21YA	Sienito	753	88,2	284,3	0,7202	0,900	1.138 ± 254	10
145	GG06.2	SC21YA	Sienito	756	98,7	14,9	1,0330	19,480	1.135 ± 33	10
146	GG01P1	SC21YA	Sienito	757	102,8	149,6	0,7380	1,986	1.122 ± 130	10
147	GG01P2	SC21YA	Sienito	754	95,8	178,6	0,7301	1,557	1.087 ± 171	10
148	RON7	SC20XC	Quartzo Monzonito	-	356,0	201,0	0,7900	5,200	1.102 ****	5M
149	PT77.3	SC20VC	Cancr.Aeg.Traquito	1.847	173,8	331,1	0,7460	1,526	-	1M
150	AFR214	SC20VC	Traquito	2.248	163,2	45,9	0,8612	10,451	950 ± 31	1M
151	RON8	SC20XC	Biotita Sienito	-	263,0	15,3	1,4580	54,900	926 ****	5M
152	CAP09A1	SB18ZC	Quartzo Sienito	2.013	132,3	204,0	0,7158	1,878	210 ± 96 (**)	1P
153	CAP08A1	SB18ZC	Quartzo Traquito	2.014	124,3	98,6	0,7187	3,652	162 ± 51 (**)	1P
154	1156-130	NA20ZC	Nefelina Sienito	1.083	466,9	35,2	0,7668	38,400	102 ± 6	1B
155	1156-130	NA20ZC	Nefelina Sienito	1.071	466,9	35,2	0,7649	38,610	95 ± 8	1B

Constantes utilizadas:

Obs.:

$$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i = 0,705$$

$$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i = 0,710$$

$$\text{valores normalizados para } ^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$$

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

$$\text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87} = 2,59$$

ANÁLISES EM ROCHA TOTAL

*** Folha 1:250.000

**** erro analítico não disponível no trabalho original
(Para referências, consultar Anexo 1)

APÊNDICE 2A: DADOS ANALÍTICOS K/Ar PARA O MAGMATISMO ALCALINO

N.º Ordem	Nº Campo	Folha**	Litologia	Mineral	Nº Lab	%K	Ar ⁴⁰ _{rad} (ccSTP) g x 10 ⁻⁶	%Ar ⁴⁰ _{atm}	Idade (m.a.)	Ref.
156	GG01P2	SC21YA	Sienito	Biot.	2.911	4,05	260,80	2,09	1.169 ± 57	10
157	RON7	SC20XC	Hornbl. Biot. Qtzo. Monzonito	Biot.	-	7,12	387,50	1,20	1.035***	5M
158	PT14II	NA21YB	Nefelina Sienito	Ortocl.	3.059	10,08	547,50	1,60	1.026 ± 28	1C
159	RR78	NA20ZD	Sienito	RT	1.852	4,00	190,40	2,35	924 ± 10	5B
160	PT77.3	SC20VC	Cancr. Aeg. Traquito	RT	3.413	4,21	185,90	0,88	872 ± 10	1M
161	PT09	SA21VA	Monzonito	Feldsp.	3.195	3,06	12,19	8,00	803 ± 60	1G
162	CAP09A1	SB18ZC	Quartz Sienito	RT	3.414	4,68*	47,43	5,65	238 ± 3	1P

Constantes utilizadas:

$$\lambda_p = 0,530 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_e = 0,585 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\% \text{ atom. de K}^{40} \text{ em K}^{\text{tot}} = 0,0119$$

Obs.:

* por Absorção Atômica

** Folha 1:250.000

*** erro analítico não disponível no trabalho original

(Para referências, consultar Anexo 1)

FIGURA 3 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO MAGMATISMO BÁSICO E ALCALINO NAS PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICO-ESTRUTURAIS DA REGIÃO AMAZÔNICA