IDADE DO VULCANISMO ÁCIDO - INTERMEDIÁRIO NA REGIÃO AMAZÔNICA

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004601

MIGUEL ANGELO STIPP BASEI

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

ORIENTADOR:
PROF. DR. UMBERTO G. CORDANI

SÃO PAULO
- 1977 -

INDICE

RESUMO	
INTRODUÇÃO	
CAPÍTULO I	1
1. METODOLOGIA	1
1.1 O Método Potássio-Argônio	1
1.2 O Método Rubídio-Estrôncio	3
CAPÍTULO II	6
2. EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS	6
CAPÍTULO III	12
3. PROVÍNCIAS RADIOMÉTRICAS DA AMAZÔNIA	12
3.1 Província Radiométrica Transamazônica	16
3.2 Província Radiométrica Juruena-Rio Negro	17
3.3 Província Radiométrica Rondônia	18
3.4 Província Radiométrica Brasileira	18
CAPÍTULO IV	20
4. CONJUNTOS VULCANO-SEDIMENTARES	20
4.1 Conjunto Surumu-Roraima	21
4.2 Conjunto Iriri-Gorotire	24
4.3 Conjunto Teles Pires-Beneficente	28
4.4 Conjunto São Lourenço-Palmeiral	31
4.5 Dados Geológicos Complementares	33
4.5.1 Rochas graníticas associadas	33
4.5.2 Transformações Posteriores	35

CAPÍTULO V	38
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS GEOCRONOLÓGICOS	38
5.1 Resultados Rubídio-Estrôncio	38
5.1.1 Vulcanismo Surumu-Iricoumé	38
5.1.2 Vulcanismo Uatumã-Iriri	47
5.1.3 Vulcanismo Teles Pires-Traíra	56
5.1.4 Vulcanismo São Lourenço	63
5.1.5 Vulcanismo nos países limítrofes	67
5.2 Resultados Potássio Argônio	72
CAPÍTULO VI	79
6. CONCLUSÕES	79
6.1 Considerações genéticas sobre o vulcanismo na Amazônia	79
6.2 Evolução Tectônica Regional	85
AGRADECIMENTOS	90
BIBLIOGRAFIA	92
APÊNDICE 1	112
APÊNDICE 2	126

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1 - Isôcrona de referência do vulcanismo Surumu	40
FIGURA 2 - Isôcrona de referência do vulcanismo Iricoumé	43
FIGURA 3 - Isôcrona de referência do vulcanismo Surumu-Iricoumé	46
FIGURA 4 - Isôcrona de referência do vulcanismo Iriri	48
FIGURA 5 - Isôcrona de referência do vulcanismo Uatumã	52
FIGURA 6 - Isôcrona de referência do vulcanismo Uatumã-Iriri	55
FIGURA 7 - Isôcrona de referência do vulcanismo Teles Pires	57
FIGURA 8 - Isôcrona de referência do vulcanismo Traíra	61
FIGURA 9 - Isôcrona de referência do vulcanismo São Lourenço	65
FIGURA 10- Isôcrona de referência dos Riolitos Dalbana (Suriname)	69
FIGURA 11- Histograma das idades Potássio-Argônio	75
FIGURA 12- Diagrama da evolução Sr^{87}/Sr^{86}	81
FIGURA 13- Diagrama de Condie	83

MAPAS

FIGURA 14- Mapa de localização das amostras datadas	
FIGURA 15- Mapa de distribuição das Províncias Radiométricas e dos Conjuntos Vulcano-Sedimentares	

TABELAS

TABELA 1 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Surumu	41
TABELA 2 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Iricoumé	44
TABELA 3 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Iriri	49
TABELA 4 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Uatumã	53
TABELA 5 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Teles-Pires	58
TABELA 6 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas Traíra	62
TABELA 7 - Análises Rb-Sr disponíveis para as vulcânicas São Lourenço	66
TABELA 8 - Dados Analíticos Rb-Sr em rocha total dos Riolitos Dalbana	70
TABELA 9 - Resultados K-Ar do vulcanismo ácido-intermediário da região Amazônica	76

QUADROS

QUADRO 1 - Razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} do vulcanismo ácido-intermediário da região Amazônica	80
QUADRO 2 - Conjuntos vulcano-sedimentares e Províncias radiométricas	89

RESUMO

No presente trabalho, com base principalmente na interpretação de mais de uma centena de resultados radiométricos do vulcanismo ácido-intermediário, foi possível a caracterização de quatro unidades vulcânicas regionais com idades entre 1900 e 1100 milhões de anos. Essas vulcânicas são associadas a unidades sedimentares, definindo os conjuntos vulcano-sedimentares aqui apresentados.

As idades são caracterizadas por isócronas Rb-Sr em rocha total, apresentando sempre valores mais novos à medida que se avança para SW. Desta forma, o conjunto SURU-MU-RORAIMA é o mais antigo com cerca de 1860 m.a., seguido do IRIRI-GOROTIRE de 1715 m.a., do TELES PIRES-BENEFICENTE com 1560 m.a. e por último do SÃO LOURENÇO-PALMEIRAL com 1140 milhões de anos.

São também caracterizadas e delimitadas o que se julga serem as principais províncias radiométricas da Amazônia, denominadas de Transamazônica, Juruená-Rio Negro, Rondônia e Brasiliana. Isócronas Rb-Sr em rocha total definem as principais fases de cristalização metamórfica, respectivamente ao redor de 2100-1800, 1650 e 1400 milhões de anos. A província Brasiliana conta somente com determinações K-Ar, sempre próximas de 500 milhões de anos.

Na evolução tectônica aqui proposta, a cratonização da região, formando a Plataforma Amazônica, teria ocorrido somente após a estabilização da Província Rondônia, e

não ao término do Ciclo Transamazônico. Nesse esquema os conjuntos vulcano-sedimentares são considerados como molassóides, representando eventos finais dos processos tectono-magmáticos envolvidos na instalação das respectivas províncias radiométricas. O conjunto IRIRI-GOROTIRE não se encaixa no modelo, sendo interpretado como reativação de plataforma do tipo reflexo.

O vulcanismo ácido-intermediário ter-se-ia formado sobre uma crosta continental espessa e às custas da fusão de material crustal. O mecanismo formador pode ser explicado por falhamentos profundos associados a zonas de alto gradiente térmico. As falhas por onde o magma ascendeu criaram em superfície feições tipo "rift", nas quais tanto o material vulcânico como as coberturas sedimentares associadas foram preservados.

INTRODUÇÃO

Em fins de 1972 o PROJETO RADAR NA AMAZÔNIA-RADAM efetuou um convênio com o Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo, visando a realização de determinações radiométricas, as quais, somadas aos dados de campo, permitiriam esboçar a evolução geológica das áreas mapeadas por esse projeto. O autor, como geólogo do RADAM, vinculou-se desde o início a esse convênio, dividindo suas atividades entre os trabalhos de campo e os laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas.

Do contato com a geologia da região amazônica e do interesse despertado pelos problemas relacionados ao magmatismo ácido-intermediário surgiu a idéia desse presente trabalho, que tem por objetivo apresentar uma interpretação para tal fenômeno, fundamentada em grande parte nos dados geocronológicos obtidos.

Desta forma, este trabalho é uma síntese das informações presentemente disponíveis sobre o vulcanismo na Amazônia. Os dados radiométricos já foram em quase sua totalidade apresentados e discutidos separadamente em diferentes regiões, sendo aqui apresentada uma interpretação para toda a região amazônica.

CAPÍTULO I

1. METODOLOGIA

O critério utilizado na escolha das amostras obedeceu aos processos comuns em tais casos, onde, após a fotointerpretação preliminar, iniciou-se uma fase de campo na qual as estruturas e litologias delimitadas foram confirmadas e caracterizadas. Do material coletado em campo foi selecionado, em função do interesse geológico, um conjunto de amostras destinadas às determinações geocronológicas.

1.1. O Método Potássio - Argônio

Os resultados K/Ar aqui apresentados foram compilados da bibliografia e realizados em época em que o Centro de Pesquisas Geocronológicas ainda não dispunha de a parelha para análises Rb/Sr em rotina. Esse procedimento foi utilizado devido à maioria das amostras serem ricas em feldspato potássico, os quais, como é sabido, perdem argônio mesmo à temperatura ambiente, fornecendo dessa maneira idades aparentes mais jovens que a real. Em função do acima exposto discutiremos a metodologia K/Ar empregada no Centro de Pesquisas Geocronológicas de maneira sucinta. Tal procedimento acha-se descrito em detalhe em AMARAL ET AL (1966), com modificações somente no sistema de introdução do "spike", sendo atualmente utilizada a pipetagem direta do reservatório de Ar³⁸

As determinações foram todas executadas em rocha total, sendo as análises químicas de potássio realizadas através do método de Brannock e Berthold (1949), parcialmente modificado. As dosagens de potássio foram executadas por fotometria de chama em aparelho Baird atomic com padrão interno de lítio.

O argônio foi extraído da rocha através de fusão em linha de ultra vácuo, sendo purificado em fornos de cobre e titânio. A esse gás foi adicionada uma quantidade conhecida do isótopo Ar^{38} .

Essa mistura gasosa foi analisada em um espectômetro de massa tipo Reynolds.

As constantes utilizadas foram:

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

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

$$\% \text{ atômica de } K^{40} \text{ em K total} = 1,19 \times 10^{-2}$$

O erro analítico situa-se em torno de 3% para as determinações rotineiras podendo, em alguns casos de amostras com baixo teor de potássio ou com problemas na leitura espectrográfica, atingir valores acima deste nível.

Os dados analíticos completos, aparecem no A pêndice final, numa sequência crescente do número de ordem.

1.2. O Método Rubídio Estrôncio

As rochas vulcânicas dentro do convênio RA DAM-IGUSP foram datadas somente através do método Rb/Sr, sendo esses dados tratados em diagramas isocrônicos de alto valor interpretativo.

Após uma seleção preliminar, essas rochas, no laboratório, sofreram nova escolha, baseada nas análises petrográficas e nas relações Rb^{tot}/Sr^{tot} obtidas previamente por análises semi-quantitativas por fluorescência de raio X. As análises quantitativas de Rb e Sr foram efetuadas por fluorescência de Raio X, estando as técnicas utilizadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas descritas em KAWASHITA (1972). Os valores de Rb^{87}/Sr^{86} apresentados, foram calculados a partir das quantidades totais de Rb e Sr, conforme procedimento discutido por FAIRBAIRN e HURLEY (1970). Ainda segundo KAWASHITA (op. cit) os erros na relação Rb^{87}/Sr^{86} dependem dos valores relativos do Rb e do Sr, e são estimados entre 1,8 e 5,0%.

O tratamento químico obedeceu ao procedimento rotineiro descrito por DEUTSCH ET AL (1965) modificado , constando de ataque de 0,3 gr da amostra pulverizada com 0,5 ml de HPO_4 e 20 a 30 ml de HF. Esse ataque é executado a quente durante cerca de 12 horas até a eliminação total do âcido perclórico. A seguir o resíduo é diluído com HCl 2,62 N e centrifugado. A solução é então passada em uma resina de troca catiônica, a qual, além de eliminar os elementos que i-

Além da emissão de Rb e do Sr, permite a separação entre ambos, evitando desta forma problemas com o isótopo de massa 87, comum a ambos os elementos. Ao material resultante da coluna de troca iônica é adicionada uma gota de HClO_4 . Seca-se novamente até a eliminação total do ácido perclórico, quando então o material está pronto para ser analisado espectrograficamente.

As análises isotópicas foram realizadas em espectrômetro de massa Varian-MAT tipo TH 5 cujas características principais se acham descritas em TORQUATO (1974). Todas as análises de Sr foram normalizadas para $\text{Sr}^{86}/\text{Sr}^{88} = 0,1194$. Os valores analíticos Rb-Sr completos são apresentados nas várias tabelas que acompanham a discussão dos resultados geocronológicos. Em duas das amostras analisadas o Sr total foi obtido por diluição isotópica. Os valores obtidos para o padrão EIMER & AMEND, no mesmo período em que a maioria das análises foi realizada, podem ser observados no quadro abaixo.

ANO	NÚMERO DE DETERMINAÇÕES	$\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$	G
1973	36	0,7083	0,0013
1974	29	0,7082	0,0013
1975	22	0,7084	0,0006

Os cálculos matemáticos foram executados com o auxílio de um computador Burroughs/3500 do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo. Idades

convencionais Rb-Sr foram calculadas usando-se o programa DRBSR desenvolvido no Centro de Pesquisas Geocronológicas por AMARAL e KAWASHITA. Na construção dos diagramas isocrônicos foi utilizado o programa Pisody, segundo YORK (1966), e adaptado por KAWASHITA (1972). Esse método permite o traçado da melhor reta isocrônica levando em consideração os mínimos quadrados cúbicos.

Para cada isócrona apresentada foi calculada a variância média quadrática ponderada ou MSWD (mean square weighted deviates), fator estatístico indicativo da confiabilidade da isócrona.

Os erros apresentados em cada isócrona referem-se a um nível de confiança de 2σ (95%). Tal valor tem um significado matemático, indicando o desvio em relação à melhor reta calculada com o conjunto de pontos analíticos disponíveis.

As constantes consideradas nos cálculos foram:

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

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

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

CAPÍTULO II

2. EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS

Remontam ao século passado as primeiras referências sobre as vulcânicas da Amazônia. Provavelmente deve-se atribuir tal privilégio a J. B. RODRIGUES que, em 1875 apresentou o relatório de sua viagem exploratória aos rios Urubu e Jatapu. Algumas outras referências são encontradas em O. A. DERBY em 1877, quando este descreveu a geologia do baixo Amazonas. Ambos trabalhos se encontram nos Arquivos do Museu Nacional.

Entretanto em 1922 que O. R. ALBUQUERQUE, ao longo do rio Uatumã, se refere a rochas cristalinas com aspectos de pórfitos, aflorantes a partir da cachoeira da Balbina. Este foi o primeiro trabalho a referir-se a rochas extrusivas na região dos rios Uatumã, Erepecuru e Trombetas.

Inúmeros outros trabalhos seguiram-se a este no período de 1920 a 1940. Entre os diferentes autores, notadamente A. I. de OLIVEIRA muito contribuiu para o conhecimento das rochas vulcânicas realizando explorações em ambos os lados do rio Amazonas. Esse mesmo autor em 1940, juntamente com O. H. LEONARDOS, introduziu a denominação Série Uatumã, agrupando às vulcânicas um conjunto de rochas sedimentares não perturbadas juntamente com demais sedimentos dobrados e metamorfizados pelos falhamentos ou por contato com os pórfitos. Essa Série foi colocada pelos autores como embasamento da parte baixa da bacia do Amazonas.

Durante o período de 1950 a 1974 a maior parte das áreas vulcânicas foi reconhecida através de inúmeros trabalhos ao longo dos principais rios. As principais denominações atribuídas às vulcânicas ácidas da região Amazônica são também desse período. Dentre as pesquisas destacam-se os trabalhos de ALMEIDA e NOGUEIRA FILHO (1959) que, no reconhecimento geológico do rio Aripuanã, descreveram quartzo pórfiros sotopostos aos arenitos do Grupo Beneficente. BARBOSA, O. em 1966, no rio Tapajós, empregou pela primeira vez a denominação de Grupo Uatumã citando arcósios intercalados com andesitos e incluindo também vulcânicas ácidas representadas por riodacitos, riolitos e ignimbritos. Esse mesmo autor, com colaboradores, ainda em 1966, criou a Formação Rio Fresco de constituição vulcano-sedimentar, ocorrendo no rio homônimo, afluente do Xingu.

CAPUTO ET AL. em 1971, em relatório técnico da Petrobrás, redefiniu o Grupo Uatumã, limitando a tal denominação somente às rochas vulcânicas da antiga unidade, retirando do referido grupo o conjunto sedimentar.

A Superintendencia do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, através das companhias Geomitec S/A e Geomineração Ltda, promoveu, com fins de pesquisa mineral, o mapeamento da região Tapajós-Jamanxim e Iriri-Curuã. Em 1971 a Geomitec, no rio Jamanxim, correlacionou o conjunto de rochas vulcânicas-ácidas ali observadas à Série Uatumã. No rio Iriri, a Geomineração, em 1972, criou a Formação Iriri atribuindo a esta o extenso magmatismo ácido, representado por riolitos

riodacitos, ignimbritos, piroclastos e intrusivas associadas.

A Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais- CPRM, ainda no período anterior a 1974, realizou inúmeros projetos, a maioria deles para o Departamento Nacional da Produção Mineral-DNPM, que muito contribuíram para o conhecimento da Geologia da Amazônia. Dentre eles, os de maior interesse para o estudo do vulcanismo, são os de LIBERATORII ET AL. (1972), RAMGRAB, BONFIN e MANDETTA (1972) e BRAUN e RAMGRAB (1972). Os primeiros, no projeto Aripuanã-Sucunduri, definiram duas sequências vulcânicas intercaladas pelos arenitos do Grupo Beneficente. Os dois trabalhos seguintes referem-se ao mapeamento geológico do Território Federal de Roraima, onde as vulcânicas da Formação Surumu aparecem com destaque.

A partir de 1974 o volume de informações aumentou consideravelmente, tendo sido apresentado durante os anos de 1974 a 1976 um número considerável de trabalhos. Muito contribuiu para isso o Projeto RADAM, que a partir desse ano começou a publicar os resultados dos trabalhos de reconhecimento regional da Amazônia.

SILVA, G.G., ET AL., apresentaram a geologia da Folha SB-22 Araguaia e parte da SC-22 Tocantins. Esses autores, referindo-se ao Grupo Uatumã, propuseram uma subdivisão em três unidades. A Formação Rio Fresco (BARBOSA ET AL., 1966) representaria a unidade sedimentar basal. Sobre elas haveria uma sequência vulcânica de características in-

intermediárias denominada Formação Sobreiro (Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará- IDESP, 1972), e como unidade superior a Formação Iriri (Geomineração, 1972) constituída por vulcânicas ácidas, ignimbritos, piroclastos e granitos associados.

AMARAL (1974), em seu trabalho sobre o Prê-Cambriano da Amazônia, mantém a correlação entre todas as vulcânicas atribuindo-lhes um único intervalo de idade próximo a 1600 m.a., baseado em determinações K/Ar, e uma única isócrona de referência com cerca de 20 pontos.

Durante o XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia (1974), o RADAM forneceu sua interpretação para a totalidade da área abrangida pelo projeto, através de esboços geológicos das Folhas ao Milionésimo ainda em processamento, e da geologia das áreas cujos volumes já haviam sido divulgados.

Nesse mesmo Congresso, ISSLER e MONTALVÃO apresentaram respectivamente o esboço geológico-tectônico do Craton do Guaporê e do Craton Guianês, sintetizando os conhecimentos até então disponíveis sobre ambas as áreas. FRANKLIN e DREHER, utilizando a amostragem do Projeto RADAM, apresentaram para a parte sul da Amazônia um estudo petrográfico, abrangendo rochas vulcânicas extrusivas e piroclásticas de composição ácida a intermediária, RAMGRAB e SANTOS apresentaram uma síntese sobre o Grupo Uatumã enfocando aspectos estratigráficos, litológicos e cronológicos. BASEI, abordando

o magmatismo ácido na parte sul do rio Amazonas, apresenta uma cronologia para os diferentes eventos vulcânicos associando esses episódios vulcano-plutônicos a fenômenos de reativações do Craton do Guaporê, cujos focos magmáticos migraram de NE para SW.

Em 1975, notadamente na X Conferência Geológica Interguiana muito foi discutido sobre o vulcanismo âcido. Destaca-se dentre os trabalhos, os apresentados por McCANDLESS ET AL, MONTALVÃO, AMARAL & HALPERN e BASEI & TEIXEIRA. McCANDLESS ET AL, realizaram um estudo comparativo entre o vulcanismo presente na parte central do Estado do Pará com os observados nos países vizinhos, notadamente na República da Guiana e Venezuela. MONTALVÃO abordou as rochas vulcânicas e graníticas (Grupo Uatumã) apresentando uma síntese dos conhecimentos do Projeto RADAMBRASIL, disponíveis até então; nesse trabalho associa física e cronologicamente as vulcânicas do Território Federal de Roraima e da parte norte do Estado do Pará com as rochas vulcânicas que ocorrem mais a sul, notadamente no rio Uatumã, colocando todo esse conjunto como resultante de um processo de reativação com duração superior a 300 m.a. AMARAL & HALPERN, associaram todos os conjuntos vulcânicos localizados no Estado do Pará, Amazonas e no Território Federal de Roraima a um único episódio com clímax por volta de 1.600 m.a., na mesma linha das idéias já expressas pelo primeiro autor.

Durante o ano de 1976, no XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, vários foram os trabalhos publicados,

sendo novamente MONTALVÃO e colaboradores, os autores de dois trabalhos relacionados ao magmatismo ácido-intermediário. Em ambos os trabalhos os autores relacionam as manifestações magmáticas, notadamente os corpos granitóides, aos episódios de reativação do Craton Guianês. Ainda no mesmo Congresso, CORDANI & MANTOVANI apresentaram um conjunto de determinações radiométricas para as rochas vulcânicas observadas no curso médio do rio Teles Pires, com valores próximos a 1550 m.a.

O histórico aqui apresentado se limita somente aos trabalhos relacionados às vulcânicas presentes em território brasileiro. Dessa forma os estudos executados nos países vizinhos, serão discutidos e referidos quando se abordar esses conjuntos separadamente.

CAPÍTULO III

3. PROVÍNCIAS RADIOMÉTRICAS DA AMAZÔNIA

Como o interesse maior deste trabalho está voltado para as associações vulcânicas, todo o conjunto que lhe serve de substrato será considerado como embasamento. Desta forma estão englobadas sob esta denominação as rochas ígneas e metamórficas, pertencentes ao complexo cristalino indiferenciado. Também estão agrupadas, todas as faixas metassedimentares tipo Vila Nova e Grão Pará, assim como os granitos anteriores aos episódios vulcânicos.

ISSLER ET AL (1974) denominaram de Complexo Guianense as rochas polimetamórficas que ocorrem ao norte do rio Amazonas. As rochas mais comuns, segundo o mesmo autor, são granulitos, gnaisses, anfibolitos, migmatitos, granitos, granodioritos, gabros e rochas ultrabásicas, definindo dessa maneira uma associação de fácies anfibolitos tal como ocorre nas áreas de escudos em todo o globo.

No Amapá essas rochas compõem a maior parte das exposições pré-cambrianas, principalmente nas regiões da Serra de Tumucumaque e da parte do Território. Sobre esse conjunto são observados os metassedimentos do Grupo Vila Nova, com nítida orientação NW/SE, concordante com a orientação preferencial dos gnaisses e migmatitos Tumucumaque.

Conforme avançamos para oeste as exposições de áreas metamórficas vão diminuindo, ocorrendo na região li

mitada pelos rios Uatumã-Jatapu e Paru d'Oeste extensas coberturas vulcanoclásticas, que vão decrescendo em expressão superficial até atingirem o território de Roraima, onde volta a ocorrer nítido predomínio do embasamento, com o vulcanismo e as coberturas sedimentares restritos à parte norte-nordeste do Território.

Para a Amazônia Meridional, SILVA ET AL (1974) denominaram de Complexo Xingu ao embasamento cristalino indiferenciado, observado na bacia do rio Xingu, sendo tal denominação atualmente utilizada pelos geólogos do Projeto RADAMBRASIL para todo o embasamento observado na Amazônia Meridional. Esse complexo é formado por rochas polimetamórficas em geral de fácies anfibolito. Tais rochas têm suas melhores exposições nas regiões central do Pará, Folhas SB- Araguaia/ SC-22- Tocantins, notadamente entre os rios Xingu, Bacajás, Anapu e Turuê. Sobre essas rochas são encontrados os metassedimentos do Grupo Grão Pará, cuja orientação preferencial é NW/SE, concordante com as estruturas regionais.

O embasamento cristalino na região a sudoeste dos metassedimentos do Grupo Grão Pará encontra-se capeado por extensas coberturas vulcano-sedimentares, que ocorrem até as proximidades da enorme região abrangida pelos sedimentos do Grupo Beneditense. Nessa última região há claro predomínio dos corpos graníticos, enquanto que, ao longo dos rios Fresco, Xingu, Iriri e Jamanxim, a associação vulcano-sedimentar é mais conspícua.

A sul das rochas sedimentares do Grupo Bene

ficente, pode ser observada uma faixa com aproximadamente 150 km de largura formada por rochas metamórficas do fácies anfibolito. Essa faixa é orientada segundo NW/SE, sendo esta tam bém a orientação geral dos elementos direcionais, tais como os falhamentos transcorrentes, os eixos de dobras relacionados ao Grupo Beneficente, e a maior orientação dos granitos sintectônicos tipo Juruena. SILVA ET AL (1974).

Em Rondônia, folha SC 20 Madeira, o embasamento cristalino está intensamente erodido, ocupando grandes áreas, sendo constituído preferencialmente por gnaisses e migmatitos relacionados por LEAL ET AL (1974) ao Complexo Xingu.

Tanto na Amazônia Setentrional como na Meridional, as associações vulcano-plutônicas cobrem rochas do em basamento em que granitos predominam. Neste estágio dos conhe cimentos é impossível, muitas vezes, distinguir os granitos mais jovens daqueles pertencentes aos complexos basais. Nos mapas existentes, de modo geral, as regiões consideradas como "embasamento" devem incluir inúmeros batólitos e stocks graní ticos mais jovens.

Conta-se atualmente com cerca de quatrocentas determinações de idades em amostras de embasamento crista lino para a região amazônica. Grande parte dessas análises foi realizada pelo método Rb/Sr, as quais tratadas através dos diagramas isocrônicos forneceram as bases principais para a divisão da região amazônica em províncias radiométricas.

Essas províncias são regiões com um determi

nado padrão estrutural onde os resultados geocronológicos se distribuem num intervalo de idade bem definido. A significação geotectônica dessas unidades maiores da crosta continental ainda não está bem esclarecida. São aqui consideradas como infraestruturas, agora expostas, de antigos "Mobile Belts", termo esse usado, segundo a definição de ANHAEUSSER ET AL (1969), para cinturões móveis caracterizados por metamorfismo de médio a alto grau, deformação policíclica, granitização, além de possível retrabalhamento da crosta continental mais antiga.

Essas províncias radiométricas devem ser consideradas como uma tentativa de subdivisão do Pré-Cambriano na região amazônica.

A seguir procurar-se-á caracterizar e delimitar o que se julga serem as tres principais províncias radiométricas da Amazônia, que apresentam idades decrescentes de NE para SW, e que são denominadas, respectivamente, de Província Transamazônica, Juruena-Rio Negro e Rondônia.

Isócronas de referência em gnaisses e migmatitos em cada província indicam as épocas principais dos eventos sintectônicos de cristalização metamórfica:

Província Transamazônica 2100-1800 m.a.

Província Juruena-Rio Negro 1650 m.a.

Província Rondônia 1400 m.a.

A quarta província aqui apresentada é constituída pela faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia. As idades

próximas a 500 milhões de anos caracterizam a atuação do ciclo Brasileiro.

3.1. *Província Radiométrica Transamazônica*

Abrange os resultados próximos a 2000 ± 200 m.a., englobando por conseguinte todas as áreas afetadas pelo Ciclo Transamazônico.

Essa província ocupa a quase totalidade do Craton Guianês, indo do Amapá até Roraima, envolvendo todas as áreas entre esses dois territórios. Ao sul afeta a região limitada a E e SE pela faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia e a oeste pelo Grupo Beneficente.

Isócronas de referência efetuadas em rocha total concentram-se no intervalo entre 1800 e 2100 m.a., sendo datados conjuntos isolados em Roraima, Tumucumaque, Amapá, Santarém e Xingu. Os resultados K/Ar, quando efetuados em biotitas e anfibólios, são em sua maioria próximos de 1800 m.a., evidenciando o resfriamento regional do Ciclo Transamazônico. Essa província é bastante complexa, pois os Mobile Belts, como por exemplo os metassedimentos dos Grupos Vila Nova e Grão Pará, são faixas dentro de uma área maior e formada por regiões cratônicas provavelmente mais antigas. A simplificação em uma única província se faz por falta de dados que permitam até o momento a separação dessas áreas.

Dentro dessa província, a região centro-oeste do Amapá merece destaque, pois aí foram observados os va-

lores mais antigos do Complexo Guianense. Resultados confiáveis indicaram cifras ao redor de 2500 m.a. na região da Serra do Iraiapuru. É possível que estudos futuros possibilitem separar núcleos antigos nessa região, isolando-a em uma sub-província de idades mais antigas.

3.2. *Província Radiométria Juruena-Rio Negro*

Inclui-se aqui toda a extremidade oeste do Craton Guianês, folhas Pico da Neblina e Içã. Os resultados geocronológicos Rb/Sr distribuíram-se entre 1500 a 1650 m.a. em idades convencionais. Os dados K/Ar mostraram-se, em sua maioria, entre 1200-1500 m.a. As isócronas, tanto na região norte como na sul se situaram ao redor de 1650 m.a.

Tais idades repetem-se na parte sul, na região dos médios rios Juruena, Teles Pires e Aripuanã. Essa província sul seria limitada a norte e nordeste pelo Grupo Beneficente, a sul pela faixa de dobramentos Paraguai - Araguaia e a oeste faz contato pouco preciso com a província Rondônia.

A concordância do padrão Geocronológico dessas duas áreas permitiu a associação numa única província com idades Rb/Sr entre 1500 e 1700 m.a. Esses resultados definem uma área de embasamento com idades sistematicamente mais jovens do que o Ciclo Transamazônico.

3.3. Província Radiométrica Rondônia

A província Rondônia restringe-se no território Brasileiro somente à Amazônia Meridional.

Sua principal manifestação dá-se na extremidade sudoeste da Amazônia englobando o território de Rondônia e a região do Alto Guaporê em Mato Grosso. Tem como limites, a oeste a Dala Cizandina; a norte os sedimentos terciários da bacia Amazônica; a este e sudeste faz contato, ainda pouco preciso, com a província Juruena- Rio Negro, e a sul é limitada pela faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia.

3.4. Província Radiométrica Brasileira

Essa província é observada na região em estudo, principalmente ao longo do rio Araguaia. Trata-se de um sistema de dobramentos com orientação Norte-Sul, representado pelos metassedimentos dos Grupos Tocantins e Araxã de BARBOSA ET AL, 1966.

As determinações geocronológicas disponíveis até o momento, todas pelo método K/Ar, indicam valores Brasileiros próximos a 500 milhões de anos.

A falta de resultados Rb/Sr em isócronas permite controvérsias quanto à idade de formação dessas ro-

chas, havendo autores como SILVA (1974), AMARAL (1974) e MONTALVÃO (em preparação) que atribuem uma idade de formação mais antiga para essas rochas, associando os resultados K/Ar mais novos, a uma superimposição do Ciclo Brasileiro. De qualquer forma, o último aquecimento durante o Ciclo Brasileiro é inquestionável, o que justifica a caracterização de uma província desta idade, como aqui é interpretado.

CAPÍTULO IV

4. CONJUNTOS VULCANO-SEDIMENTARES

Logo após os episódios tectono- magmáticos do Ciclo Transamazônico, teve início intensa atividade ígnea representada por diversos conjuntos de vulcânicas ácidas a intermediárias em grandes áreas da região Amazônica, notadamente no Estado do Pará, parte norte de Mato Grosso, bem como os territórios de Rondônia e Roraima.

Torna-se bastante difícil a correlação entre diferentes unidades vulcânicas quando estas ocorrem em áreas distintas. A litologia é semelhante, como também a situação estratigráfica, visto que as sequências repousam discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino e são capeadas com intensidades diferentes por rochas sedimentares pré-cambrianas. A diferenciação entre elas só pode ser possível através de resultados geocronológicos.

São aqui caracterizados quatro conjuntos vulcano-sedimentares distintos. As denominações aqui apresentadas para as vulcânicas referem-se às de uso corrente nas áreas onde se observam as melhores exposições dessas rochas.

Os processos tectônicos responsáveis pelo magmatismo são também os prováveis criadores das condições propícias à deposição das coberturas sedimentares pré-cambrianas associadas e sobrepostas a essas vulcânicas. Essa hipóte

se é reforçada quando se verificam as intercalações piroclásticas nas porções basais desses conjuntos sedimentares.

4. 1. *Conjunto Surumu-Roraima*

O Grupo Roraima forma extensos chapadões na parte oeste de Roraima, na Venezuela e na República da Guiana. Inúmeras ocorrências isoladas de coberturas sedimentares pré-cambrianas litologicamente semelhantes são também incluídas nesse grupo.

Trata-se essencialmente de arenitos, que se assentam sobre as vulcânicas da Formação Surumu, sendo observadas na extremidade norte do território de Roraima as melhores exposições de ambas as litologias. Na fazenda Lilás podem ser vistas as escarpas areníticas, sobrepondo-se às vulcânicas riolíticas e riodacíticas. Na folha Tumucumaque os sedimentos estão praticamente ausentes, e as vulcânicas são denominadas Formação Iricoumé. Somente na parte noroeste da área é observada pequena cobertura sedimentar.

Os arenitos Roraima, elevados à categoria de Grupo por REID (1972), são representados em território brasileiro por clásticos de granulação variada com camadas de cherts, o conjunto apresenta alto grau de diagênese e foi originado em ambiente de sedimentação fluvial, deltáico e molassa marinha de águas rasas. (MONTALVÃO, R.M.G., ET AL, 1975).

MCDUGALL ET AL (1963), SNELLING e McCONNEL (1969) e MANDETTA (1970), apresentaram inúmeras idades radiométricas relacionadas ao magmatismo básico (diques e sills) que afetam o Grupo Roraima com resultados no intervalo de 1900 ± 200 milhões de anos.

Os arenitos Tafelberg, correlacionados litologicamente aos arenitos Roraima, devem ser na realidade mais novos, pois PRIEM ET AL (1973), através de isócrona Rb/Sr dos piroclastos intercalados, ^{os}posicionaram ao redor de 1600 m.a. Essa determinação levou AMARAL (1975) a situar o Grupo Roraima nesse mesmo intervalo.

Nota-se, pela literatura disponível, a grande discordância de opiniões a respeito da idade desses sedimentos, bem como das magmáticas básicas que os intrudem. Esse problema, na opinião do autor, deve ser encarado como reflexo da insuficiência de dados geológicos que permitam uma melhor caracterização do conjunto sedimentar. Segundo BELLIZZIA (1975) a extensão desses sedimentos é hoje de cerca de 400.000 Km^2 , mas a unidade pode ter atingido anteriormente área superior a $1.000.000 \text{ Km}^2$. Este elemento adicional leva à suposição de que as ocorrências diversas correlacionadas com o Grupo Roraima poderiam ser formadas em vários episódios de sedimentação relacionados a causas diversas, distintas no tempo e no espaço.

As rochas vulcânicas Surumu-Iricoumé, soto_upostas ao Grupo Roraima, possuem ampla distribuição no estado

do Parã, abrangendo desde as cabeceiras do rio Paru d'Oeste a tê o alto curso do rio Jatapu (Formação Iricoumê) e norte-nordeste do Território Federal de Roraima (Formação Surumu). Os trabalhos regionais mais recentes a tratar dessas vulcânicas são os de MONTALVÃO ET AL (1975) e OLIVEIRA ET AL (1975).

Os autores acima citados indicam para a Formação Surumu uma predominância de tufos e lavas de composição riodacítica a andesítica e mais subordinadamente riolítica, o correndo, segundo extensa faixa com direção EW, desde a região do rio Mau até as cabeceiras do rio Amajari e alto Uraricaas, ambos afluentes do rio Uraricoera, que pode ser considerado, grosso modo, o limite sul dessas vulcânicas. As rochas da Formação Iricoumê apresentam preferencialmente riodacitos e daci tos, e subsidiariamente andesitos, riolitos e tufos, ocupando principalmente o curso dos rios Jatapu, Mapuera, Trombetas, Paru d'Oeste e Marapi.

Esse magmatismo não está restrito ao território nacional, sendo observadas extrusivas ácidas a intermediárias da mesma natureza nos países vizinhos (Venezuela, República Guiana, Suriname), onde formam complexos vulcano-plutônicos com expressão regional. É o caso por exemplo dos Gru pos Burro-Burro e Kuyuwini na Guiana, e das vulcânicas Dalbana e Cuchivero, respectivamente no Suriname e Venezuela.

As vulcânicas Surumu-Iricoumê apresentam, de maneira generalizada, perturbações impostas por intensa cata clase, e intrusão de corpos graníticos batolíticos tipo Serra

do Mel e Mapuera. A Formação Surumu é a mais perturbada, sendo visíveis as transformações impostas a essa unidade por grandes falhamentos com direção NE/SW que, localmente geraram milonitos e muscovita filonitos. Efeitos cataclásticos também foram observados, de maneira mais tênue na Formação Iricoumé.

MONTALVÃO, R.M.G. (1975) admite apenas o metamorfismo localizado, relacionado às falhas e às intrusões granitóides, para as vulcânicas Surumu-Iricoumé em território brasileiro.

4. 2. Conjunto Iriri - Gorotire

Além do conjunto formado pelas vulcânicas da Formação Iriri e pelos sedimentos da Formação Gorotire, está incluído nessa associação o conjunto vulcano-sedimentar que ocorre entre o curso médio dos rios Uatumã e Paru d'Oeste na parte norte da Amazônia. Tal correlação está sendo aqui efetuada com base nos dados radiométricos disponíveis que indicam serem os dois conjuntos associados a um único episódio vulcano-sedimentar, como poderá ser verificado nos capítulos seguintes.

A Formação Gorotire, descrita por BARBOSA ET AL (1966) na região de mesmo nome, próxima ao rio Xingu, é constituída predominantemente por arenitos, arenitos feldspáticos, siltitos, conglomerados e argilitos. Possui ampla distribuição geográfica, notadamente na região dos rios Fresco,

Xingu, Iriri e Jamanxim, e representa ocorrências de coberturas plataformais. Os sedimentos apresentam-se dobrados e metamorfizados localmente devido a falhas e intrusões que os afetam, e são cortados por rochas básicas com idade entre 1400 e 1500 m.a. (AMARAL, 1974). Na região dos rios Xingu e Fresco são reconhecidos dois conjuntos sedimentares. Um deles, mais antigo, é anterior às rochas vulcânicas da Formação Iriri, enquanto que o segundo, posterior às vulcânicas, se apresenta geograficamente mais distribuído. Na opinião do autor, os sedimentos anteriores à Formação Iriri (Formação Rio Fresco) representam molassóides do ciclo Transamazônico, e possuem litologias não observadas nas demais sequências de coberturas plataformais, como o carvão do rio Fresco, ou os sedimentos carbonosos aí observados.

No mapa anexo, os molassóides foram colocados como pertencendo ao embasamento, como todas as unidades pré-vulcânicas.

Os arenitos aqui denominados Gorotire englobam na realidade todas as coberturas sedimentares pré-cambrianas que ocorrem na área, mesmo que possam apresentar eventualmente idades diversas. Assim, no mapa aqui apresentado, as formações sedimentares denominadas por vários autores como Cubencranquem, Triunfo, Riozinho do Afrizio, Prosperança e outros, aparecem na mesma unidade denominada genericamente arenitos tipo Iriri.

São incluídos também na mesma unidade gené-

rica os sedimentos que ocorrem a leste do rio Trombetas e que são cortados por diques básicos com cerca de 1400 m.a., denominados de Formação Sete Quedas por FORMAM (1969). A correlação destes sedimentos com aqueles descritos por PAIVA (1929) no rio Prosperança, tal como proposto por ARAUJO ET AL (1976) mostra-se imprópria, visto que a Formação Prosperança é muito mais recente (Eo Cambriano ou parte superior do Pré-Cambriano Superior).

A denominação aqui utilizada de vulcânicas Uatumã, é restrita às extrusivas ácidas e intermediárias que se situam entre a borda norte da Bacia do Amazonas, na região dos rios Uatumã e Paru d'Oeste, e a linha do Equador. Essa denominação não deve ser confundida com a de Grupo Uatumã, a qual é utilizada de modo generalizado para todas as manifestações vulcânicas na Amazônia, pelo RADAM.

Tais rochas foram estudadas por ARAUJO ET AL (1976), os quais mantiveram a denominação de Formação Iricoumê, que OLIVEIRA ET AL (1975) utilizaram para as rochas vulcânicas observadas mais a norte na folha Tumucumaque (NA 21). Neste trabalho os dados geocronológicos mostram que a Formação Iricoumê é correlacionável em idade com a Formação Surumu sendo ambas mais antigas do que as vulcânicas Uatumã. Segundo ARAUJO (op. cit), nas extrusivas Uatumã predominam riodacitos e riolitos, aparecendo subordinadamente andesitos e dacitos. Termos piroclásticos de composição semelhante ocorrem associados às rochas efusivas.

Essas vulcânicas ocorrem principalmente na calha do rio Uatumã, no médio curso dos rios Jatapu, Capucapu Nhamundã, Mapuera e Cachorro. São observadas também do médio Trombetas até o rio Paru d'Oeste. Ocorrências isoladas de menor expressão entre as bacias desses rios, são frequentes.

As efusivas Uatumã são cobertas ao sul pelos sedimentos da Bacia Amazônica, e reaparecem no Craton do Guaporé, entre Itaituba e o médio curso do rio Iriri. Pode ser observado na Fig. 15 que essas rochas continuam ao longo dos rios Fresco, Xingu, Iriri e Jamanxim, num nítido alinhamento NW/SE.

Na parte sul do Amazonas, as vulcânicas foram estudadas por SILVA ET AL (1974) que mantiveram a denominação de Formação Iriri (Geomineração, 1972) para os termos âcidos, e Formação Sobreiro (IDESP, 1972) para as rochas intermediárias. A Formação Iriri agrupa conjunto de vulcânicas âcidas com predomínio de termos riolíticos e riodacíticos, definidos ao longo do rio Iriri. A Formação Sobreiro é constituída por vulcanismo intermediário a ácido com nítido predomínio dos termos andesíticos.

Para SILVA (op. cit) e também para MONTALVÃO ET AL (1975), OLIVEIRA ET AL (1975) e ARAUJO ET AL (1976) as vulcânicas ácidas são posteriores aos andesitos.

No presente trabalho, no qual o ênfase é tratar as unidades vulcânicas, segundo o episódio tectono-magmático que representam, as Formações Iriri e Sobreiro serão a

grupadas num único conjunto vulcânico denominado Iriri.

4.3. *Conjunto Teles Pires - Beneficente*

As vulcânicas Teles Pires têm sua maior ocorrência ao longo de uma faixa que acompanha toda a borda sul da área de ocorrência dos sedimentos do Grupo Beneficente, que lhe são sobrejacentes. Esse conjunto, como os demais, orientado segundo a direção NW/SE, situa-se na região limítrofe entre os estados de Mato Grosso, Amazonas e Pará.

ALMEIDA & NOGUEIRA FILHO (1959) denominaram de Grupo Beneficente os arenitos observados próximos à localidade de Beneficente, no rio Aripuanã. Segundo tais autores, o ambiente de deposição dos sedimentos seria epinerítico, com sedimentos marinhos de águas rasas transgressivos sobre uma plataforma pré-cambriana estável. As litologias predominantes são conglomerados, arenitos, arenitos conglomeráticos, com níveis pelíticos intercalados.

No alto curso do mesmo rio, na Cachoeira de Dardanelos é observado um pacote arenítico com cerca de 100 metros de espessura, cuja parte basal é constituída por um conglomerado polimítico grosseiro que contém seixos das rochas vulcânicas sobre os quais esses sedimentos repousam. Esses sedimentos foram denominados por ALMEIDA & NOGUEIRA FI

LHO (op. cit) de Formação Dardanelos, sendo aqui correlacionadas ao Grupo Beneficente.

Os arenitos do Grupo Beneficente apresentam-se, em muitos locais, dobrados e metamorfizados, principalmente em sua borda sul como resultado de uma tectônica de falhamentos com basculamento de blocos e intrusões de corpos graníticos.

As rochas vulcânicas Teles Pires distribuem-se no curso médio dos rios Teles Pires, Juruena, Apia-cas, XV de Novembro e no alto curso dos rios Sucunduri e Roosevelt. Ao longo do rio Aripuanã essas rochas ocorrem inicialmente próximo à localidade de Prainha, no estado do Amazonas, e posteriormente formam boas exposições na região da Cachoeira de Dardanelos no alto curso desse rio, já no estado de Mato Grosso.

SILVA ET AL (1974) indicam uma composição predominantemente ácida, representada por riolitos, riodacitos, ignimbritos e piroclásticas, estas últimas de composição riolítica. Os mesmos autores indicam o desenvolvimento de uma tafrogenia posterior ao vulcanismo, com direção preferencial NW-SE, concordante com as feições estruturais regionais da área.

As vulcânicas próximas de Prainha, descritas por ALMEIDA & NOGUEIRA FILHO (1959), mereceram estudo especial pois estão sotopostas aos arenitos Beneficente que, na região, se apresentam levemente metamorfiados. Os estudos

mostram que parte das vulcânicas apresentam claramente evidências desse metamorfismo, o que não ocorre em outros casos. Possivelmente as transformações dos arenitos Beneficente e das vulcânicas podem ser resultantes de metamorfismo dinâmico localizado, ou de contato com intrusões de corpos ígneos.

As amostras 52, 54, 58, 59, 62 e 63 localizadas no interior da estrutura dômica a NW de Humboldt, (ver mapa de localização) mostraram intensa recristalização e transformações, que indicam perturbações posteriores a sua formação, talvez relacionadas ao processo de instalação da estrutura dômica.

Outra região, onde esses vulcânicos aparecem com destaque é próximo ao alto curso do rio Amanã (PA), logo após o término dos sedimentos da Bacia Amazônica. Nessa região, a oeste do rio Tapajós, são também observadas rochas vulcânicas correlacionáveis a Formação Iriri, sendo a diferenciação entre os dois conjuntos realizada somente através de determinações geocronológicas.

A norte da Bacia do Amazonas, na região de Uaupês no Estado do Amazonas, ao longo do rio Traíra na fronteira com a Colômbia ocorrem rochas vulcânicas de composição riolítica-dacítica. Apesar de não constituírem grande expressão geográfica, tais rochas são importantes, pois são as únicas manifestações do vulcanismo ácido extrusivo no extremo noroeste do território brasileiro. Como será verificado

no capítulo seguinte, as idades radiométricas mostram a sua correlação com as vulcânicas Teles Pires.

4.4. *Conjunto São Lourenço - Palmeiral*

Na região noroeste de Rondonia, próximo a São Lourenço, ^omagmatismo ácido intermediário faz-se presente. De modo contrário às demais áreas da Amazônia, esse evento é pouco expressivo em seus componentes extrusivos, havendo nítida supremacia dos corpos graníticos. Os sedimentos associados possuem ampla distribuição na região.

SAYÃO LOBATO ET AL (1967) apresentaram a coluna estratigráfica mais utilizada para o território de Rondônia. Posicionaram logo acima do embasamento os metassedimentos da Formação Mutum-Paraná, e acima destes a Formação Palmeiral. Todo o conjunto é cortado por granitos, alguns deles mineralizados à cassiterita. As rochas vulcânicas estariam relacionadas a esses corpos graníticos, sendo portanto mais jovens que os arcóseos da Formação Palmeiral.

Recentemente LEAL ET AL (1974) apresentaram um esboço geológico da folha Madeira, SC 20, onde questionaram a estratigrafia e correlacionaram a Formação Palmeiral à Formação Prosperança que, segundo esses autores, recobre com as mesmas características, inúmeras áreas próximas ao Igarapé Preto, o Rio Roosevelt e o Rio Machado. Segundo os mesmos autores, esses sedimentos seriam posteriores ao episódio

dio vulcânico. Além disso, com base em imagens de radar, admitem para a região da Serra dos Pacaás Novos a possibilidade de existirem dois conjuntos sedimentares, separados por rochas básicas, correlacionando os sedimentos da parte inferior à Formação Prosperança/Palmeiral e, com dúvidas, os da parte superior aos arenitos da Formação Parecis, tidos como da idade Cretácea.

VERSCHURE & BON (1972) associaram as coberturas sedimentares tipo Mutum-Paraná, Palmeiral e Pacaás Novos a um mesmo episódio, com o que concorda AMARAL (1974), atribuindo as diferenças observadas nessas formações a procesos sedimentares e metamórficos particulares de cada unidade. De modo análogo, no presente trabalho todas as coberturas pré-cambrianas na região estão sendo englobadas genericamente sob a denominação de arenitos tipo Palmeiral, e consideradas estratigraficamente acima do conjunto vulcânico.

As vulcânicas São Lourenço, segundo LEAL ET AL (1974), são compostas predominantemente por riolitos, riodacitos, brechas e tufos riolíticos, sendo representantes de um vulcanismo continental, fissural e explosivo.

As extrusivas formam grandes auréolas ao redor de maciços graníticos, considerados cogenéticos, o que sugere serem as vulcânicas as feições superiores ainda não erodidas desses maciços. O melhor exemplo é o maciço de São Lourenço (KLOOSTERMAN, 1966).

Uma boa exposição dessas vulcânicas com

composição riodacítica, bastante recristalizadas ocorre próxima à estrada BR-319 entre Porto Velho e Abunã alguns quilômetros a sul do rio Jaciparanã (ver mapa de localização das amostras datadas 81 a 85). Essas rochas foram objeto de um estudo geocronológico mais detalhado com a confecção de uma isócrona verdadeira com 5 amostras.

Vulcanismo tipo São Lourenço, apesar da pequena distribuição geográfica em Rondônia, ocorre isoladamente em várias outras regiões, sempre na borda sul ocidental da região Amazônica.

As idades radiométricas são o critério utilizado para correlacionar a este vulcanismo por exemplo, as vulcânicas ácidas do alto curso do rio Branco (CPRM - Projeto Alto Guaporé - 14045'S e 58000'W), e as vulcânicas da Formação Amoguijã (Carta do Brasil, Folha Rio Apa, em preparação - 21044'S e 57041'W).

Os dados mostram que as vulcânicas ácidas tipo São Lourenço se distribuem segundo uma faixa NW-SE descontínua, com várias centenas de quilômetros de extensão, paralela às demais estruturas maiores da região Amazônica.

4.5. Dados Geológicos Complementares

4.5.1. Rochas graníticas associadas

Os conjuntos vulcânicos estão intimamente

relacionados com rochas granitóides subvulcânicas, predominantemente de composição granítica com tendências alaskíticas e com forma geralmente circular. Esses corpos podem ser pouco anteriores, concomitantes ou mesmo pouco mais novos que as extrusivas.

BASEI (1974) demonstrou que a associação vulcano-plutônica é uma constante para todo o magmatismo ácido na parte sul da Amazônia. Desta forma, as vulcânicas da Formação Iriri estão associadas aos granitos tipo Serra da Seringa as vulcânicas Teles Pires aos granitos de mesmo nome e, em Rondônia, extrusivas e intrusivas ocorrem associadas na região de São Lourenço.

A norte do rio Amazonas as rochas vulcânicas Surumu e Iricoumé estão associadas respectivamente a rochas graníticas tipo Serra do Mel e Mapuera. Essas últimas formam extensos batólitos, possuindo de maneira generalizada a mesma idade das rochas extrusivas. Já os granitos Serra do Mel, que afetam as vulcânicas Surumu, formam corpos menores e são sensivelmente mais novos do que as vulcânicas.

As magmáticas Uatumã mostram a mesma associação, em que passagem gradual entre vulcânicas e plutônicas foi observada em diversas ocasiões, como descrevem FORMAM (1969) e MONTALVÃO (1975).

No presente trabalho optou-se pela caracterização somente dos termos extrusivos, pois estes, ao contrário dos granitos, possuem padrão geocronológico coerente, po-

dendo ser agrupados nos quatro conjuntos discutidos. Em adição, sem o auxílio da geocronologia é difícil a caracterização de granitos associados às rochas vulcânicas, já que, numa mesma área, pode haver várias fases graníticas com características semelhantes. É o caso, por exemplo, da região de ocorrência das vulcânicas Iriri, onde, além dos granitos tipo Serra da Seringa, que lhe são associados, existem ainda pelo menos 3 outras fases: granitos tipo Serra dos Carajás, que são anteriores; os do Tipo Velho Guilherme, cratôgenicos e mais novos; e possivelmente granitos antigos associados ao embasamento.

A associação vulcano-plutônica é constatada também nos países vizinhos, onde as vulcânicas tipo Dalbana, Burro-Burro e Cuchivero se encontram intimamente relacionadas com granitos, formando conjuntos de grande expressão regional.

4.5.2. *Transformações Posteriores*

Os conjuntos vulcânicos são considerados cratôgenicos e não metamórficos. Essa é a opinião expressa, por exemplo, nos trabalhos regionais de ALMEIDA (1974), ARAUJO & DREHER (1974), MONTALVÃO (1975), AMARAL (1975) e McCANDLESS ET AL (1975).

Entretanto essas rochas sofreram várias transformações posteriores, de causas e intensidades diversas. O exemplo típico é o vulcanismo Surumu-Iricoumé que, compara-

tivamente aos demais conjuntos vulcânicos se mostra sistematicamente mais perturbado. Em tais rochas são evidentes os efeitos provocados por metamorfismo de contato, em virtude da grande quantidade de corpos graníticos intrusivos tipo Serra do Mel e Mapuera, e pela intensa cataclase observada.

Um recente estudo sobre as transformações sofridas pelas vulcânicas no Suriname foi apresentado por De ROEVER & BOSMA (1975), os quais indicaram essas mesmas duas causas principais para as perturbações. A primeira é associada a metamorfismo de contato, caracterizada principalmente pelo aumento da recristalização das rochas vulcânicas nas bordas dos corpos graníticos, atingindo até o fácies hornblenda hornfels. A segunda é atribuída aos efeitos metamórficos do episódio tectonotermal Nickeriano (PRIEM ET AL, 1968), marcado pela cataclase intensa e pela presença regional de epidoto.

O episódio Nickeriano, que será melhor caracterizado geocronologicamente ao interpretar os resultados K/Ar, se associa a intensa cataclase com direção NE-SW, afetando a parte noroeste do Suriname, notadamente a região dos Montes Bakuys, e atingindo a seguir, na República da Guiana, a região do Complexo de Kanuku e o Granito South Savanna. No Brasil, em Roraima, atravessa todo o território, na extensão da mesma faixa NE-SW, com cerca de 150 km de largura, atingindo as coberturas vulcano-sedimentares e o embasamento polimetamórfico. Nas rochas vulcânicas é evidente a ação da cataclase, dando origem a sericita filonitos.

Os fenômenos observados nas vulcânicas Suru
mu e Iricoumê podem ser encontrados, mais localizados, em to
dos os demais conjuntos vulcânicos. É o caso, por exemplo, da
região de Dardanelos, onde as vulcânicas Teles Pires apresen-
tam efeitos de cataclase e intensa recristalização, sendo
tais características observadas também em Rondônia.

Concluindo, após sua formação, as rochas vul-
cânicas sofreram perturbações posteriores, relacionadas de mo
do geral a falhas e aquecimentos provocados por intrusões gra-
nitóides. Os resultados traduzem-se em recristalização, devi-
trificação, alteração em sericita, carbonatos, clorita e epí-
doto.

CAPÍTULO V

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS GEOCRONOLÓGICOS

5.1. *Resultados Rubídio Estrôncio*5.1.1. *Vulcanismo Surumu - Iricoumé*

Foram analisadas oito amostras das vulcânicas Surumu cujos resultados foram interpretados em diagrama isocrônico em conjunto com 4 datações retiradas da bibliografia disponível. A isócrona de referência obtida (Figura 1) a apresentou idade de 1860 ± 12 m.a. e razão inicial de $0,7041 \pm 0,0005$. Nota-se o bom alinhamento dos pontos analíticos que constituem a reta de 1860 m.a. (1,2,3,4,5). Tais amostras são todas de rochas vulcânicas que não apresentam características cataclásticas.

A idade obtida é atribuída à época de formação dessas rochas. A razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de $0,7041 \pm 0,0005$ que será melhor discutida adiante, é semelhante à maioria dos demais conjuntos vulcânicos, sugerindo baixa relação Rb/Sr no magma formador dessas rochas.

A amostra 1 refere-se a uma intercalação tufácea na parte inferior dos arenitos Roraima. Defende-se sua inclusão na mesma isócrona de referência por causa da exiguidade de tempo existente entre essa manifestação explosiva e

as extrusões riolíticas Surumu, representando esses tufos, na opinião do autor, os extertores da manifestação magmática no território.

As datações, que constam de AMARAL (1974), foram utilizadas somente comparativamente, pois faltam maiores informações petrográficas sobre essas amostras.

O conhecimento petrográfico é necessário por causa da existência de eventos cataclásticos na área, que podem ter modificado o equilíbrio isotópico existente até então, permitindo rejuvenescimentos totais ou parciais do material afetado.

As amostras 9, 10 e 12, todos riolitos, alinham-se sobre ou próximo à reta, possuindo portanto a mesma idade.

Os pontos 6, 7, 8 situam-se claramente abaixo da reta de 1860 m.a., e estão francamente cataclasados, sendo a amostra ¹¹um filonito de rocha vulcânica. Desta forma, parece evidente que os efeitos do metamorfismo dinâmico guardam estreitas relações com o abaixamento da idade dessas vulcânicas. Com relação à amostra 11, AMARAL (1974) não inclui informações petrográficas sendo a suposição de que ela foi afetada dinamicamente apoiada somente pelo seu alinhamento com as demais rochas cataclásticas. A idade aparente deste alinhamento secundário é de 1750 m.a., a mesma que foi obtida para os granitos intrusivos tipo Serra do Mel (BASEI & TEIXEIRA, 1975). Torna-se portanto provável que, além da cataclase, tenham si

FIG.- 1 - Isócrona de referência do vulcanismo SURUMU

TABELA 1. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS SURUMU

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE** m.a
1	Tufo Riólito	0,8450	0,7276	-
2	Riólito Porfirítico	19,95	1,260	1866
3	Dacito Porfirítico	7,324	0,9078	1858
4	Riodacito	9,09	0,9526	1828
5	Riólito	26,10	1,435	1875
6	Riólito Cataclástico	14,76	1,063	1630
7	Filonito	87,11	2,970	1746
8	Dacito Cataclástico	116,9	3,734	1740
9	Riólito	1,730	0,7557	-
10	Riólito	5,760	0,8563	1787
11	Riólito	4,690	0,8181	1640
12	Riólito	2,760	0,7811	-

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,705$

do importantes também os efeitos do aquecimento provocado pela intrusão desses corpos granitoides.

O vulcanismo Iricoumê, predominantemente representado por termos tufáceos ácidos, foi datado através de seis amostras e interpretado em diagrama isocrônico. A idade de 1862 ± 43 m.a., com uma razão inicial de $0,7047 \pm 0,0006$ (Fig. 2) é praticamente a mesma da Formação Surumu. Tal concordância de resultados apoia a idéia já apresentada em trabalhos anteriores, de que ambas as formações pertençam a um mesmo episódio vulcânico.

Na Fig. 2 observa-se o bom alinhamento dos pontos analíticos. As seis amostras utilizadas nos cálculos foram escolhidas dentre um conjunto maior, revelaram-se pobres em Rb comparativamente aos demais conjuntos vulcânicos, fornecendo razões Rb^{87}/Sr^{86} relativamente baixas.

A amostra 19 representa um riódacito cataclástico, cuja idade convencional obtida é de 2093 m.a. Tal valor é muito elevado quando comparado aos demais resultados. Na caracterização da rocha é marcante a atuação de processos de milonitização e recristalização. É possível que esses fenômenos tenham causado uma modificação na relação Rb/Sr da amostra, provocando, dessa maneira, a idade discrepante obtida. Entretanto, não pode ser dispensada a hipótese de que essa idade possa ser atribuída a uma primeira manifestação desse magmatismo anterior ao conjunto ora estudado.

A amostra nº 18, é um hornfels, coletado

FIG.- 2 - Isócrona de referência do vulcanismo IRICOUmé

TABELA 2 ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS IRICOUME

Nº DE ORDEM	ROCHA *	$\text{Rb}^{87} / \text{Sr}^{86}$	$\text{Sr}^{87} / \text{Sr}^{86}$	Idade ** m.a.
13	Meta-Andesito	0,261	0,7123	-
14	Tufo riolítico	0,410	0,7140	-
15	Tufo riodacítico	0,481	0,7186	-
16	Tufo	1,848	0,7566	-
17	Tufo	3,490	0,8011	1848
18	Hornfels	2,487	0,7739	-
19	Meta Riodacito	5,50	9,8769	2093
20	Riolito	6,00	0,8720	1834

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{\text{Rb}} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,705$.

próximo à rocha vulcânica. Esse ponto analítico não foi utilizado nos cálculos, sendo sua proximidade com a reta isocrônica uma evidência adicional de sua associação genética com o vulcanismo.

No alto Trombetas há a ocorrência de vulcânicas ácidas que continuam no Suriname na região do rio Sipaliwini. Nessa área PRIEM ET AL (1971) forneceram resultados convencionais próximos a 1800 m.a., perfeitamente concordantes com os aqui relacionados.

Considerando-se os dois conjuntos vulcânicos isoladamente os resultados são, como já visto, muito semelhantes. A Formação Surumu apresentou a idade de 1860 ± 24 m.a. com $R_i = .7041 \pm 0,0005$ e os resultados para a Formação Iricoumê deram 1862 ± 43 m.a., com $R_i = .7047 \pm 0,0006$.

Após a observação de que ambos os vulcanismos ocorrem relativamente próximos, concentrados na parte norte do estado do Pará e nordeste do território de Roraima, fazendo parte, juntamente com o magmatismo ácido intermediário dos países vizinhos, de um grande episódio vulcânico, se resolveu juntar os dados dos dois conjuntos em um único diagrama isocrônico de referência.

Na Fig. 3 observa-se que os pontos mostram excelente alinhamento, definindo uma reta de 1859 ± 24 m.a., com uma razão inicial de $.7046 \pm 0,0004$. Nessa figura foram colocados somente os pontos analíticos das amostras não cataclásticas. O resultado, como não poderia deixar de ser, é concordan

FIG.- 3 - Isócrona de referência do vulcanismo SURUMU - IRICOUmé

te com os obtidos através das isócronas isoladas, mas apresenta melhor confiabilidade e melhor controle, visto que os pontos referentes à Formação Iricoumé se situam mais próximas da origem, e os representantes da Formação Surumu são os responsáveis pelas maiores relações Rb/Sr.

Reconhecendo-se a dificuldade do estabelecimento de uma idade única para um episódio vulcânico dessa magnitude, é pensamento do autor que, o valor médio, em torno de 1860 m.a., representa idade compatível com a situação geológica inferida de vulcanismo subsequente ao ciclo Transamazônico. Valores pouco acima ou pouco abaixo poderiam representar manifestações recorrentes desse mesmo episódio.

5.1.2. *Vulcanismo Uatumã- Iriri*

O conjunto vulcânico Iriri foi datado através de isócrona de referência Rb/Sr em 1696 ± 70 m.a., com razão inicial de $0,7058 \pm 0,0031$ (Fig. 4).

No cálculo dessa isócrona foram utilizados doze pontos analíticos. Pode ser observada a boa distribuição destes pontos ao longo de toda a reta isocrônica, o que permitiu um bom controle da razão inicial e da inclinação dessa reta.

A razão inicial de 0,7058 é normal quando comparada aos conjuntos já descritos, sendo tal valor aqui in

FIG. - 4 - Isócrona de referência do vulcanismo IRIRI

TABELA 3. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS IRIRI

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE** m.a.
21	Riolito	5,15	0,8373	1690
22	Riodacito	5,43	0,8470	1710
23	Riolito	5,64	0,8545	1740
24	Riolito	10,91	0,9794	1690
25	Tufo	14,00	1,061	1707
26	Riolito	18,81	1,174	1676
27	Riolito	29,43	1,449	1698
28	Andesito	0,382	0,7142	-
29	Andesito	2,210	0,7598	-
30	Andesito	7,600	0,8957	1707
31	Tufo	1,160	0,7347	-
32	Tufo	5,860	0,8364	1525

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,705$

terpretado, como será visto adiante em maior detalhe, como resultante da fusão de material crustal. A idade obtida é atribuída à formação dessas rochas.

Um total de 16 amostras do vulcanismo Uatuma compõe a isócrona de 1725 ± 38 m.a. (Fig. 5). A distribuição dos pontos ao longo da reta é muito boa, possibilitando um bom controle da razão inicial, e também, através das amostras com alta relação Rb/Sr, uma boa precisão para a idade obtida.

As amostras, todas elas vulcânicas ácidas a intermediárias, foram escolhidas dentre um conjunto maior. Somente o riolito (39) evidenciou importantes efeitos cataclásticos. Ao contrário do que ocorreu em Roraima, essa cataclase parece não ter causado desequilíbrio isotópico, a julgar pelo posicionamento desse ponto próximo a reta.

A razão inicial de 0.7035 ± 0.0008 demonstra uma origem a partir de material sub-crustal ou crustal com baixa relação Rb/Sr. Essa relação é muito significativa, conforme será visto mais adiante, baixa quando comparada aos demais conjuntos vulcânicos estudados.

Duas únicas amostras (nº 49 e 50) forneceram resultados convencionais próximos a 1500 m.a. Essas amostras situam-se na extremidade noroeste da folha SA 21 Santa Rê, onde tal manifestação aparentemente mais jovem, parece estar restrita. Sugere-se aqui uma possível recorrência dos episódios magmáticos na área, fato este que merece ser melhor in-

vestigado, visto a grande importância dos episódios com cerca de 1500 m.a. em outras regiões da Amazônia.

Desta forma, apesar dos conjuntos vulcânicos Uatumã e Iriri fazerem parte do mesmo episódio com clímax próximo a 1700 m.a., o local de origem de ambos foi diferente, sendo o Iriri provavelmente originado por fusão de material crustal com relação Rb/Sr mais elevada.

Pelas mesmas razões expostas anteriormente, quando da construção da isócrona Surumu-Iricoumê, é agora apresentada a isócrona de referência para o conjunto Uatumã-Iriri. Somam-se aqui todos os pontos de ambas isócronas num total de 28 análises.

O resultado obtido de 1715 ± 32 m.a. (Fig. 6) com razão inicial de 0.7039 ± 0.0009 permite algumas considerações. Os pontos, que influenciavam na razão inicial da isócrona Iriri, perderam agora essa característica, pois as vulcânicas Uatumã pelas suas baixas razões Rb/Sr permitem um bom controle da razão inicial dessa isócrona de referência, ficando a inclinação da reta isocrônica fortemente condicionada pelos pontos analíticos das vulcânicas Iriri, as quais possuem razões Rb/Sr mais altas.

Essa isócrona global mostra um intervalo comum para esse paroxismo, cuja idade pode ser explicada pela influência das amostras com altas relações Rb/Sr do vulcanismo Iriri recalculadas agora com uma razão inicial mais baixa.

FIG-5 - Isócrona de referência do vulcanismo UATUMÃ

TABELA 4. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS UATUMÁ

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE** m.a.
33	Tufo	0,6410	0,7193	-
34	Riolito	0,873	0,7260	-
35	Andesito	0,8860	0,7278	-
36	Riodacito	1,303	0,7386	-
37	Dacito	2,102	0,7574	-
38	Riodacito	2,185	0,7576	-
39	Riolito	2,536	0,7666	-
40	Riolito	3,494	0,7891	1620
41	Riodacito	4,765	0,8319	1789
42	Riolito	6,701	0,8760	1714
43	Dacito	6,887	0,8780	1680
44	Riolito	7,74	0,9038	1700
45	Riolito	8,367	0,9150	1690
46	Riolito	9,954	0,9683	1780
47	Riolito	21,18	1,237	1688

TABELA 4. Continuação

48	Riolito	15,55	1,108	1740
49	Riolito	8,326	0,8919	1510
50	Riolito	10,70	0,9425	1490

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,705$

FIG.- 6 - Isócrona de referência do vulcanismo UATUMÃ - IRIRI

5.1.3. *Vulcanismo Teles Pires- Traíra*

A idade de 1561 ± 38 m.a. foi obtida em diagrama isocrônico traçado a partir de 23 análises de rochas vulcânicas (Fig. 7). A maioria dessas amostras foi coletada a sul do Grupo Beneficente, no expressivo conjunto vulcânico que delimita toda a borda sul desse Grupo. Essa idade é interpretada como de formação dessas vulcânicas.

A razão inicial de $0,7054 \pm 0,0015$ permite supor que, de maneira análoga aos demais conjuntos vulcânicos, essas rochas evoluíram a partir da fusão parcial de material crustal com baixa relação Rb/Sr.

O cálculo da isócrona foi realizado utilizando-se também os resultados apresentados por CORDANI ET AL (1976). Essas amostras foram coletadas ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém, pouco antes desta estrada atingir os sedimentos do Grupo Beneficente a sul de Cachimbo. Essas vulcânicas de composição riolítica apresentaram algumas idades discrepantes (66 e 71). O teor bastante baixo do Sr dificultou em muito a sua dosagem, sendo possível que imprecisões na quantificação desse elemento tenham causado as discrepâncias observadas. É possível também que esses resultados sejam produto da influência de falhamentos e alta mobilidade do Sr.

A amostra 55, um riódacito cataclástico apresentou a idade convencional de 1661 m.a. Esse valor é muito e levado para as vulcânicas Teles Pires. Essa amostra coletada

FIG. - 7 - Isócrona de referência do vulcanismo TELES PIRES

TABELA 5. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS TELES PIRES

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ / Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ / Sr ⁸⁶	IDADE** m.a.
51	Riodacito	1,934	0,7499	-
52	Dacito	3,021	0,7739	1535
53	Dacito	3,350	0,7844	1592
54	Dacito	2,318	0,7485	-
55	Riodacito	3,322	0,7871	1661
56	Tufo	5,589	0,8281	1482
57	Riolito	5,985	0,8480	1606
58	Dacito	6,900	0,8607	1518
59	Riodacito	6,897	0,8669	1579
60	Riolito	7,326	0,8792	1599
61	Riolito	14,89	1,059	1600
62	Riolito	20,59	1,188	1578
63	Riolito	22,72	1,220	1524
64	Riolito	24,38	1,247	1497
65	Riolito	60,96	2,041	1475

TABELA 5. continuação

66	Riolito	108,9	3,450	1694
67	Riolito	178,6	4,762	1525
68	Riolito	47,40	1,798	1542
69	Riolito	48,13	1,817	1554
70	Riolito	49,24	1,884	1610
71	Riolito	121,0	3,871	1755
72	Riolito	28,95	1,232	1227
73	Riolito	2,820	0,7709	-
74	Riolito	7,010	0,8608	1511
75	Riolito	6,140	0,8472	1574

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,705$

no rio Branco, um afluente da margem esquerda do rio Aripuanã devido ao seu grau de recristalização e transformação, sugestivo de um metamorfismo dinamo-termal, deverá provavelmente ser retirada da isócrona das rochas vulcânicas Teles Pires. É possível que esta rocha represente uma manifestação vulcânica anterior.

O riolito 72, amostra coletada no rio Teles Pires, forneceu a idade anômala para a região, de 1227 ± 39 m.a. É provável que essa idade seja produto das transformações sofridas pela rocha, cuja matriz se mostra recristalizada, rica em sericita e com lamelas espessas de muscovita. Possivelmente a formação desses minerais secundários alterou a relação Rb/Sr fornecendo, por conseguinte a idade anômala.

As amostras 73, 74 e 75, obtidas em AMARAL (1974), representam provavelmente a continuação a norte do Grupo Beneficente do vulcanismo Teles Pires. Essas amostras próximas ao alto curso do rio Amanã forneceram idades ao redor de 1550 m.a.

Uma outra ocorrência de rochas vulcânicas ã cidas é referida por DREHER (1976) próxima aos rios Ciriqui e Curuquete, sudoeste do Amazonas, onde há um nível de rochas piroclásticas cobertas por rochas sedimentares sendo o conjunto cortado por uma associação gabro-anastosítica datada entre 1100 e 1300 m.a. Essas rochas, de ocorrência local, ao que tudo indica são mais antigas que as vulcânicas da região Abunã-São Lourenço, sendo possível que sejam correlacionáveis

FIG.- 8 - Isócrona de referência do vulcanismo TRAÍRA

TABELA 6. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS TRAÍRA

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE** m.a.
76	Dacito	2,166	0,7542	-
77	Riolito	2,476	0,7641	-
78	Riolito	6,465	0,8472	1429
79	Riolito	6,599	0,8553	1482
80	Riolito	17,20	1,077	1436

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,710$

ãs vulcânicas Teles Pires.

A ocorrência de rochas vulcânicas no extremo-noroeste do estado do Amazonas, localizadas no rio Traíra, permitiu o traçado de uma isôcrona com cinco pontos, cuja idade obtida é 1447 ± 58 m.a. (Fig. 8). Esse conjunto, devido às dimensões restritas, pode ser considerado como uma isôcrona verdadeira. Essas amostras todas, com exceção da amostra 76, um dacito, são riolitos, sem indícios de metamorfismo ou recristalização.

A razão inicial de $0,710 \pm 0,002$ é alta, sendo aqui interpretada como resultante da fusão de material crustal com alta relação Rb/Sr. A imprecisão nessa razão deve-se à ausência de pontos analíticos próximos à origem.

A amostra 80, que apresenta a idade convencional mais baixa, devido a sua relação Rb/Sr bastante alta, é um forte condicionante da inclinação da reta isocrônica, afetando em muito todos os demais resultados.

1.4. Vulcanismo São Lourenço

Confirmando as idades convencionais anteriormente conhecidas, foi obtida através de diagrama isocrônico a idade de 1140 ± 46 m.a. No traçado dessa isôcrona foram utilizadas um total de oito amostras de riolitos e riocitos localizados próximos a Abunã e São Lourenço, Folha SC 20 VC.

O valor de $0,7197 \pm 0,0039$ obtido para a razão inicial é bastante alto, diferente daquele apresentado pelos demais conjuntos vulcânicos. Esse valor é superior ao apresentado por PRIEM (1971) para as rochas graníticas e sugere terem sido essas rochas formadas a partir de refusão de material crustal com alta relação Rb/Sr.

As amostras de 81 a 85 são de um único ponto, localizado ao lado da estrada de ferro Madeira-Mamoré próximo a Abunã. Essas amostras são riódacitos, algo recristalizados que, juntamente com as amostras 88, 89 e 90 três riolitos de São Lourenço, definem a isócrona de 1140 m.a. (Fig.9).

As amostras discutidas a seguir não foram incluídas nos cálculos da isócrona sendo plotados no diagrama somente comparativamente.

Duas amostras, os riódacitos 86 e 87, coletados no alto curso do rio Branco, a sudeste de Cuiabá, correlacionados ao vulcanismo São Lourenço foram plotadas no diagrama isocrônico. Esses pontos analíticos alinham-se segundo uma reta paralela a isócrona de 1140 m.a. indicando uma razão inicial mais baixa.

Essa correlação prende-se ao fato dessas amostras terem fornecido idades próximas a 1100 m.a., sendo provável que se tratem de manifestações mais para o sul, de um mesmo episódio vulcânico que teria afetado toda a borda sudoeste do Craton do Guaporé. Por motivos análogos, são também aqui incluídas as amostras 91, 92 e 93 um riódacito e duas

FIG.-9 - Isócrona de referência do vulcanismo SÃO LOURENÇO

TABELA 7. ANÁLISES Rb-Sr DISPONÍVEIS PARA AS VULCÂNICAS SÃO LOURENÇO

Nº DE ORDEM	ROCHA*	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE**
81	Riodacito	1,298	0,7472	-
82	Riodacito	2,548	0,7658	-
83	Riodacito	3,235	0,7741	1136
84	Riodacito	3,991	0,7870	1138
85	Riodacito	5,021	0,8088	1198
86	Riodacito	5,94	0,8080	1206
87	Riodacito	9,82	0,8644	1002
88	Riolito	12,37	0,9074	1027
89	Riolito	77,00	2,040	1166
90	Riolito	5,744	0,8165	1139
91	Riodacito	3,501	0,7770	1106
92	Brecha vulcânica	4,591	0,7815	911
93	Brecha vulcânica	7,370	0,8706	1379

* Análises em rocha total

** Idades calculadas com $\lambda_{rb} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $r_i = 0,720$

brechas vulcânicas, coletadas ainda mais ao sul próximas a Porto Murtinho.

5.1.5. *Vulcanismo nos países limítrofes*

São conhecidas associações vulcânicas p_os transamazônicas no Suriname, República das Guianas e Venezuela. Nos tres países a distribuição dessas rochas decresce se guindo-se rumo SW. No Suriname a associação vulcano-plutônica que inclui os Riolitos Dalbana ocupa cerca de 60% das exposições pré-Cambrianas do país. Tal proporção decresce bastante na República da Guiana onde essas rochas ocorrem somente na parte noroeste do território (Formação Iwokrama) e na região sul próximo à fronteira com o Brasil (Grupo Kuyuwini). Na Venezuela, vulcânicas ácidas são encontradas na região de Cuchivero, próximas aos granitos de Santa Rosalia e São Pedro, recebendo a denominação de vulcânicas Caicara.

No Suriname, PRIEM ET AL (1971) apresentam idade de 1810 ± 40 m.a. para a associação vulcano-plutônica. Utilizando-se somente as análises das rochas vulcânicas foi construída uma isócrona em rocha total que forneceu a idade de 1830 ± 65 (2σ) m.a., com uma razão inicial de $0,7056 \pm 0,0012$. Esse resultado é praticamente idêntico ao obtido para o vulcanismo Surumu-Iricoumê em território brasileiro. Os dados analíticos encontram-se listados na tabela 8, e o diagrama isocrônico consta da Fig. 10.

Para a República da Guiana BERRANGÉ, através de isócrona Rb/Sr, indica a idade de 1814 ± 64 m.a. (*in* BERRANGÉ, 1973) para o Grupo Kuyuwini e o correlaciona ao Grupo Burro-Burro (Formação Iwokrama). SNELLING & BERRANGÉ (1970) apresentaram para a Formação Iwokrama tres idade próximas a 1900 milhões de anos com análises em rocha total, muscovita e feldspato potássico. Esses resultados, quando recalculados para $\lambda = 1,47 \times 10^{-11}$ anos⁻¹, correspondem ao mesmo intervalo obtido no Suriname e no Brasil. Uma única determinação em biotita do Grupo Kuyuwini forneceu a idade 1260 ± 60 sendo interpretada como reflexo do episódio tectono-termal Nickeriano.

Na Venezuela, GAUDETTE, H.E. ET AL (1977) apresentam tres análises das vulcânicas Caicara. Os resultados fornecem idade isocrônica de 1736 ± 14 milhões de anos ($\lambda_{Rb} = 1,39 \times 10^{-11}$ anos⁻¹). Essa idade é ainda discutível e preliminar, visto que trabalhos de campo demonstraram a associação dessas vulcânicas aos granitos de São Paulo e Santa Rosália, que fornecem em isócrona idade ^{de} 1835 m. a. (recalculada para $\lambda = 1,47 \times 10^{-11}$ anos⁻¹).

Os resultados acima permitem que se associe os conjuntos vulcânicos observados no Suriname, Guiana, Venezuela e parte norte do território brasileiro, a um único episódio magmático, subsequente ao Ciclo Transamazônico com clímax entre 1830 e 1860 milhões de anos.

Na região de Tafelberg (Suriname) PRIEM ET

FIG. - 10 - Isócrona de referência dos riolitos DALBANA (SURINAME)

TABELA 8. DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr EM ROCHA TOTAL DOS RIOLITOS DALBANA

Nº DE CAMPO	ROCHA	Rb _{ppm}	Sr _{ppm}	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶
67/SUR/25	Quartzo-queratôfiro	80,7	65,7	3,59	0,8046
67/SUR/26	Riolito a duas micas	152	118	3,77	0,8076
67/SUR/28	Muscovita-Riolito	155	217	2,07	0,7619
68/SUR/32	Biot.-Horn.-Riolito	153	292	1,53	0,7478
68/SUR/33	Riolito	135	251	1,57	0,7433
68/SUR/34	Biot.-Horn.-Riolito	198	277	2,08	0,7644
68/SUR/36	Riolito	186	176	3,10	0,7883
68/SUR/38	Biotita-Riolito	130	330	1,14	0,7368
68/SUR/39	Biot.-Horn.-Riolito	117	493	0,69	0,7209
68/SUR/41	Riolito	127	99	3,71	0,8016
68/SUR/51	Riolito	166	212	2,27	0,7672
68/SUR/52	Alcali-Riolito	256	36	21,98	1,3239
68/SUR/54	Riodacito-Pôrfiro	178	226	2,29	0,7710
68/SUR/56	Riodacito-Pôrfiro	124	516	0,69	0,7285
69/SUR/60	Riolito	175	61,4	8,44	0,9305

TABELA 8. continuação

69/SUR/62	Alcali-Riol.Pôrfiro	164	101	4,75	0,8397
69/SUR/64	Alcali-Riolito	181	71,6	7,46	0,9046
69/SUR/66	Alcali-Riol.Pôrfiro	92,6	192	1,41	0,7467

Os valores acima relacionados, utilizados no cálculo da isôcrona ao lado, foram obtidos em PRIEM ET AL (1971) e representam a média dos valores apresentados. Nessa mesma isôcrona o número ao lado dos pontos representa o ultimo número constante da denominação de campo da amostra analisada.

AL (1973) realizaram a datação de rochas piroclásticas intercaladas em uma sequência sedimentar, para as quais obtiveram a idade de 1599 ± 18 milhões de anos, através de diagrama isocrônico com 14 pontos. A razão inicial obtida foi de $0,7075 \pm 0,0032$, sendo considerada pelos autores como normal para as rochas magmáticas. Essa é a única ocorrência de rochas vulcânicas ácidas com tal idade na parte nordeste do Escudo das Guianas. Essas rochas são indubitavelmente mais novas que aquelas até agora discutidas e representam um episódio recorrente do magmatismo ácido, de caráter local.

5.2. Resultados Potássio Argônio

Através da observação da Fig. (11), pode-se, de imediato, tirar duas conclusões. A primeira delas é que os resultados K/Ar são sistematicamente mais jovens do que a idade de Rb/Sr em rocha total, considerada representativa da época de formação dessas rochas. A segunda se refere ao grau de espalhamento desses resultados, cobrindo um período de mais de mil milhões de anos. Uma análise mais criteriosa mostra entretanto que outras inferências podem também ser obtidas.

São aqui consideradas algumas análises do Suriname por serem as únicas disponíveis nos países limítrofes. Esses dados referem-se aos riolitos Dalbana e aos níveis piroclásticos de Tafelberg, parecendo representar em ambos os casos valores próximos à idade de formação das rochas. A amo

tra 67/SUR 28, a única a indicar sensível perda de argônio, localiza-se na parte noroeste do país, na continuação da importante zona de transcorrência de Takutu. Consultando-se PRIEM ET AL (1971) pode-se perceber que os resultados mais novos que 1500 milhões de anos, se situam nas proximidades dessa mesma zona transcorrente, que continua na República da Guiana e no Brasil, onde os resultados aparentes também se mostram mais novos. É o caso, por exemplo, das vulcânicas Surumu, cujas idades k-Ar se distribuem entre 1050 e 1300 milhões de anos. Estas rochas estão visivelmente falhadas e transformadas sendo tal perturbação atribuída ao Episódio Tectonotermal Nicariano (PRIEM ET AL, 1968), responsável pelo rejuvenescimento isotópico.

Somente quatro resultados são pouco para permitir grandes conclusões a respeito das vulcânicas Iricoumê e Uatumã. Nessas últimas, as tres datações forneceram valores distintos, sendo um deles próximo à idade de formação dessas rochas e dois outros no intervalo entre 950 e 1100 m.a. O único dado a respeito da Formação Iricoumê está próximo 1250 milhões de anos.

Os resultados K/Ar para as vulcânicas Iriri e Teles Pires na região sul mostram um espalhamento bastante grande entre 950 e 1300 milhões de anos, com duas concentrações principais ao redor de 1050 e 1250. Apesar de haver uma certa concordância com os picos observados na região norte, a região sul não mostra evidências, no campo, da ação generalizada de algum principal episódio cataclástico.

O padrão obtido onde os resultados se distribuem caoticamente, sendo observadas idades jovens e antigas próximas umas das outras torna improvável a idéia da atuação de algum fenômeno em escala regional, sendo provável que as diferenças sejam produto de perturbações em escala local. Os fenômenos responsáveis pelo abaixamento das idades K/Ar podem estar relacionadas a: perda contínua de argônio por minerais não retentivos (feldspato potássico) e /ou por aquecimentos causados por intrusões mais novas, de corpos granitoides e diques básicos. Particularmente para a região de Rondônia, os resultados K/Ar, em número de dois, situam-se próximos a 900 milhões de anos, idade de alguns dos granitos estaníferos da região.

Resumindo, os dados K/Ar pouco contribuem para o esclarecimento da idade de formação do vulcanismo, funcionando quase sempre como indicadores de aquecimentos e/ou perturbações superimpostas a essas rochas. Tal fato fica claro quando é possível comparar os dados K/Ar aos resultados Rb/Sr obtidos para as mesmas rochas.

FIG.- II- HISTOGRAMA K-AR

TABELA 9. RESULTADOS K/Ar DO VULCANISMO ÁCIDO INTERMEDIÁRIO DA REGIÃO AMAZÔNICA.

Nº de Ordem	Nº de Campo	Rocha	%K	Ar ⁴⁰ rad ⁻⁵ cc/g.10 ⁻⁵	%Ar ⁴⁰ atmosf.	Idade m.a.	Erro m.a.	Ref.*
REGIÃO NORTE								
7	M54C	Filonito	8,87	83,19	0,48	1530	30	2
9	RR72	Riolito	3,627	25,05	1,17	1229	48	1
10	RR64	Riolito	4,046	23,63	2,52	1084	49	1
11	RR61	Riolito	3,839	22,64	1,02	1092	41	1
12	RR76	Riolito	3,614	26,50	0,95	1284	55	1
34	W1	Riolito	3,924	38,80	27,72	1584	75	1
94	RR96	Riolito	3,574	12,52	3,97	721	36	1
95	RR95	Riolito	3,654	21,27	2,15	1102	57	1
96	11A66	Riolito	4,249	31,11	7,64	1288	38	1
97	A2122	Riolito	3,317	19,29	1,21	1081	49	1
98	TR80	Andesito	4,838	24,99	2,38	986	41	1

TABELA 9. Continuação

REGIÃO SUL									
28	PA272	Andesito	3,331	19,14	2,09	1071	51	1	
29	PA267	Andesito	5,115	28,31	1,44	1040	48	1	
30	SF1	Andesito	4,859	15,07	3,95	651	28	1	
31	PA207	Tufo	2,025	16,48	17,65	1383	53	1	
32	PA210	Tufo	4,029	45,22	1,59	1723	59	1	
73	AM7	Riolito	3,652	35,31	0,50	1560	17	1	
74	AM82	Riolito	3,765	24,86	1,62	1189	46	1	
75	AM122	Riolito	3,744	25,48	1,55	1216	49	1	
89	MSL4	Riolito	3,377	15,93	3,91	918	14	1	
90	SL	Riolito	4,604	21,18	0,62	900	24	1	
99	PA285	Andesito	1,978	16,41	5,24	1403	15	1	
100	PA264	Andesito	3,152	17,53	1,78	1045	42	1	
101	PA281	Andesito	3,207	21,75	58,78	1213	57	1	
102	IR47	Dacito	3,744	11,80	12,74	660	39	1	
103	PA214	Tufo	3,924	17,20	3,22	866	35	1	
104	IR6	Ignimbrito	4,262	29,97	2,31	1245	52	1	

TABELA 9. continuação

105	IR48	Riolito	2,873	19,61	7,40	1218	46	1
106	4/66/163	Riolito	3,022	18,68	2,89	1132	51	1
107	AM70	Riolito	1,063	6,21	3,24	1085	45	1
108	JX12	Riolito	4,277	32,55	1,13	1313	20	1
109	AH25	Andesito	2,495	12,70	1,1	980	30	3
110	AMIAM	Riolito	3,281	19,32	1,66	1091	42	1

As constantes utilizadas estão referidas na pag.2

*1. Síntese apresentada por AMARAL, 1974

2. BASEI e TEIXEIRA, 1975

3. DOCEGEO- dado inédito.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES

6.1. *Considerações Genéticas Sobre o Vulcanismo na Amazônia*

Na falta de dados geoquímicos pouco pode ser dito sobre a geração do magma parental dessas rochas vulcânicas, a não ser algumas considerações superficiais, que teriam por suporte principal os dados isotópicos disponíveis e o conteúdo geral de Rb e de Sr.

No quadro 1 relacionam-se os valores das razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} obtidas através de isócronas para os diferentes conjuntos vulcânicos estudados. É acrescentado o intervalo de variação fornecido pelo computador, que fornece indicação a respeito da qualidade dos dados e sua dispersão em relação a cada uma das isócronas.

Pode ser observado que várias razões situam se entre 0,704 e 0,706, sendo duas delas nitidamente mais elevadas, caso das vulcânicas Traíra e São Lourenço. Esses valores mais altos destoam do conjunto, sendo aqui interpretados como evidências fortes de processos de refusão crustal.

As variações das razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} são atribuídas a diferenças entre as diversas câmaras magmáticas.

VULCANISMO	IDADE m.a.	Nº DE PONTOS empregados no cálculo	$\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ mais próximo da <u>o</u> rigem	$\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial	MSWD
SURUMU	1860	5	0,845	$0,7041 \pm 0,0005$	0,43
IRICOUÉ	1866	6	0,261	$0,7047 \pm 0,0006$	0,50
UATUMÁ	1725	16	0,641	$0,7035 \pm 0,0008$	0,83
IRIRI	1696	12	0,382	$0,7058 \pm 0,0031$	1,38
TELES PIRES	1561	23	1,93	$0,7054 \pm 0,0015$	1,13
TRAÍRA	1447	5	2,17	$0,710 \pm 0,002$	0,57
SÃO LOURENÇO	1140	8	1,30	$0,7197 \pm 0,0039$	3,62

QUADRO 1. Razões iniciais $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ do vulcanismo ácido intermediário da região Amazônica.

FIG.- 12 - DIAGRAMA DE EVOLUÇÃO Sr^{87}/Sr^{86}

cas geradoras dessas rochas.

A Fig. 12 mostra que as relações iniciais Sr^{87}/Sr^{86} de todos os conjuntos vulcânicos se situam acima da linha de crescimento do manto superior. Isto significa que essas rochas não se formaram de material derivado diretamente de diferenciados do manto, pois nesse caso seria de se esperar valores mais baixos para as relações Sr^{87}/Sr^{86} iniciais. Por outro lado, existe a possibilidade de que esse material, uma vez formado na interface crosta-manto, tenha sofrido um processo de contaminação crustal durante sua ascensão até níveis superiores da crosta, fornecendo desta maneira as relações mais altas. Essa hipótese sofre restrições quando leva-se em consideração o enorme volume do material material vulcânico extravasado, o qual diluiria a contaminação tornando-a sem expressão.

Outra possibilidade, aqui aceita como mais viável, seria a formação dessas rochas a partir da diferenciação de material resultante da fusão parcial ou total do material crustal. Desta forma, tendo como suporte as relações Sr^{87}/Sr^{86} obtidas nos diagramas isocrônicos (Quadro 1), pode-se aventar várias possibilidades alternativas, que explicariam a formação dos diferentes conjuntos vulcânicos. Como exemplo, para explicar a formação das vulcânicas Surumu e Iri-coumê, pode-se supor que as rochas crustais do embasamento tenham sido formadas durante o Ciclo Transamazônico (~2100 m. a.). Posteriormente, próximo a 1850 milhões de anos, parte da crosta foi aquecida sofrendo fusão, gerando as rochas vulcâni-

FIG.-13- Diagrama de CONDIE

cas Surumu e Iricoumé que, formadas em localidades diferentes, evoluíram a partir de diferentes relações Rb/Sr (Fig.12).

Episódios similares geradores de magma ter-se-iam repetido próximo a 1700, 1500 e finalmente a 1000 m.a. formando os conjuntos vulcânicos dessa idade através da migração regional dos focos magmáticos de NE para SW.

Utilizando-se o gráfico apresentado por CONDIE, K. C. (1973), Fig. 13, verifica-se que, na época de formação desses conjuntos vulcânicos, a crosta já teria uma espessura superior a 30 km, o que permitiria a formação dos magmas e sua posterior subida para a superfície. O calor necessário à fusão, bem como o mecanismo formador, poderiam ser explicados por falhamentos profundos associados a zonas de alto gradiente térmico. As falhas seriam os próprios condutos pelos quais as vulcânicas subiriam, formando em superfície feições tipo "rifts", nos quais tanto o material vulcânico como as coberturas sedimentares associadas seriam preservadas.

Mecanismo semelhante foi proposto por GAUDETTE ET AL (1977) que, sob o ponto de vista da tectônica global, explica a formação do granito Rapakivi de El Parguaza como resultante de efeitos tensionais intra-placas associados a zonas de alto gradiente térmico com baixa migração de material aquecido de zona sub-crustais.

A região Amazônica entre 1900 e 900 m.a., portanto num espaço de 1000 milhões de anos, permaneceu como uma região favorável ao desenvolvimento de processos térmicos

de plataforma que tiveram início com o vulcanismo Surumu-Iricoumé e término nos granitos estaníferos na Rondônia. Tais focos de calor não afetaram a Amazônia como um todo, ocorrendo em áreas específicas e sempre com idades mais novas conforme se avança para SW, confirmando a migração dos focos magmáticos anteriormente referida pelo autor (BASEI, 1974).

Em resumo, o vulcanismo, segundo o esquema aqui proposto, ter-se-ia formado sobre uma crosta continental espessa, e às custas da fusão desse mesmo material crustal.

6.2. *Evolução Tectônica Regional*

Não pode ser discutida a significação tectônica desses conjuntos vulcânicos, isolando-os do contexto geológico regional. Por esse motivo, serão aqui efetuados comentários sobre a evolução tectônica pré-Cambriana de toda a região amazônica brasileira. Inúmeros trabalhos que versam sobre o assunto já foram publicados destacando-se entre eles, SUSZCZINSKI (1970), FERREIRA (1972), ALMEIDA (1974), ISSLER (1974) e MONTALVÃO (1975). Nesses trabalhos, tanto o Escudo das Guianas como o Craton do Guaporé são considerados como uma grande unidade consolidada ao final do ciclo Transamazônico, sendo suas feições mais recentes atribuídas genericamente a processos de reativação em áreas cratônicas.

A evolução ora proposta é fundamentalmente

diferente, e baseada na própria origem das províncias radiométricas definidas no início deste trabalho. Resumindo as idéias do autor, a cratonização da região amazônica não ocorreu de maneira uniforme em toda sua extensão, ao término de um único ciclo, mas sim após vários episódios tectono-magmáticos sempre mais novos de NE para SW.

Nesse esquema, a província Transamazônica foi a primeira a se formar, logo após o término do Ciclo Transamazônico, o qual, pelo envolvimento de núcleos mais antigos formou extensas áreas de crosta continental. Nessa província, as faixas metassedimentares tipo Vila Nova e Grão Pará, são os melhores testemunhos. O conjunto vulcano-sedimentar Surumu-Roraima, datado ao redor de 1860 milhões de anos, constitui um molassóide desse episódio, representando a transição para condições estáveis.

No intervalo entre 1700 e 1500 m.a., sobre essa mesma província instalou-se o conjunto vulcano-sedimentar Iriri-Gorotire. Essa associação pode representar um episódio de reativação do tipo reflexo (SHCHEGLOV, 1970), ou reativação (NAGIBINA, 1967), que teria como causa indireta o desenvolvimento, ao longo de toda a borda oeste da província Transamazônica, da faixa móvel Juruena-Rio Negro. Essa província teve seu clímax metamórfico próximo a 1650 m.a., mas os episódios tectono-magmáticos terminaram ao redor de 1500 m.a., com a formação do conjunto vulcano-sedimentar Teles Pires-Beneficente, que marca o início da cratonização da área.

A seguir, na extremidade sudoeste da região Amazônica ocorreu um episódio tectono-magmático de grande magnitude, marcado por isócronas Rb/Sr em rocha total entre 1200 e 1400 m.a., definindo a província Rondônia. O magmatismo é muito intenso, sendo o conjunto vulcano-sedimentar São Lourenço-Palmeiral (cerca de 1100 m.a.) o fecho de tal processo.

Enquanto em Rondônia ocorriam os episódios tectono-magmáticos relativos à província de mesmo nome, na Amazônia Setentrional ocorria o evento cataclástico Nickeriano ou K'Mudku, datado em 1200 ± 100 m.a. A diferença entre a caracterização tectônica de ambas as regiões é marcante, visto que na Rondônia os episódios, como os demais anteriormente definidos, foram responsáveis por formação de rochas, magmatismo e deformação das coberturas; enquanto que na Amazônia Setentrional ocorria tão somente intensa cataclase e o rejuvenescimento das idades K/Ar ao longo dos falhamentos maiores.

Desta forma, a região Amazônica somente com a estabilização da Província Rondônia (1100 m.a.) e não ao término do Ciclo Transamazônico (1800 m.a.) ter-se-ia constituído na "Plataforma Amazônica" tal como definida por SUSZC - ZINSKI (1970), e aceita posteriormente por vários outros autores.

É importante notar que os episódios ora apresentados não concordam no tempo e na significação tectônica com os eventos Paraense, Madeirense e Rondoniense apresentados por AMARAL (1974). Esse autor define tais episódios como reativações autônomas (SHCHEGLOV, 1970), associando-as so-

mente a manifestações magmáticas e perturbações das coberturas pré-existentes.

Após o término do episódio tectono-magmático da Província Rondônia toda a região Amazônica passou a comportar-se como uma área estável, funcionando ao final do Pré-Cambriano como antepaís para a evolução da faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia de idade brasileira (500-600 m.a.). Finalmente, após o Ciclo Brasileiro, toda a região passou a integrar a Plataforma Sul Americana (ALMEIDA, 1971).

Com os dados disponíveis e baseado no acima exposto, pode ser apresentado o esquema do Quadro 2, que mostra claramente as relações de idade entre os conjuntos vulcano-sedimentares e as respectivas províncias radiométricas.

PRINCIPAIS ASSOCIAÇÕES	IDADE m.a.
PROVÍNCIA RADIOMÉTRICA BRASILIANA	500-600
ARENITOS TIPO PALMEIRAL	> 900
VULCÂNICAS SÃO LOURENÇO	~1100
PROVÍNCIA RADIOMÉTRICA RONDONIA	1100-1400
ARENITOS TIPO BENEFICENTE	>1400
VULCÂNICAS TELES PIRES E TRAÍRA	1560
PROVÍNCIA RADIOMÉTRICA JURUENA-RIO NEGRO	1450-1700
ARENITOS TIPO GOROTIRE	>1450
VULCÂNICAS IRIRI E UATUMÁ	~1700
ARENITOS TIPO RORAIMA	>1800
VULCÂNICAS SURUMU E IRICOUÊ	~1860
PROVÍNCIA RADIOMÉTRICA TRANSAMAZÔNICA	>1800

QUADRO 2. CONJUNTOS VULCANO SEDIMENTARES E PROVÍNCIAS RADIOMÉTRICAS

AGRADECIMENTOS

O autor manifesta gratidão a seu orientador Professor Doutor Umberto Giuseppe Cordani, reconhecendo-o como responsável por grande parte dos meritos desse trabalho; também ao Professor Doutor Koji Kawashita pelo apoio recebido durante todo o período de preparação do presente estudo.

Expressa seus agradecimentos a todas as pessoas e entidades que contribuíram para a realização do presente trabalho. Em especial agradece:

A toda a equipe do Projeto RADAMBRASIL pe auxílio prestado na fase inicial do trabalho. Em especial ao Diretor da Divisão de Geologia, Guilherme Galeão da Silva e aos geólogos Raimundo Garcia Montenegro de Montalvão, Wilson Teixeira, Colombo Tassinari e Roberto Dall'Agnol;

A geóloga Ana Maria Dreher pela ajuda prestada nos estudos microscópicos e pela revisão das análises já disponíveis;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de complementação salarial recebida durante parte da pesquisa;

As companhias: Rio Doce Geologia e Mineração (Docegeo), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), bem como ao Departamento Nacional da Produção Mine

ral pela liberação dos dados, sem os quais parte desse trabalho seria impossível;

Ao pessoal do Centro de Pesquisas Geocronológicas, Claudio Comerlatti, José Elmano Gouveia, Claudio dos Santos, José Roberto de Medeiros, Key Sato, Lourdes Marques e Ivone e Helen Sonoki, pela inestimável ajuda recebida nos trabalhos laboratoriais;

A Srta. Ana D'Auria pela dedicação nos trabalhos de datilografia e montagem dos textos;

Ao Senhor Jaime Alves da Silva e a equipe do setor Gráfico pela impressão e individualização dos exemplares.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, O. R. de - 1922 - Reconhecimentos Geológicos do Valle do Amazonas. Serv. Geol. Min. Bol. (3): 84 pp.
- ALMARAZ, J. S. - 1967 - Determinações K-Ar na Região do Curso Médio do Tocantins. Bol. Soc. Bras. Geol. 16 (1): 121-126.
- ALMEIDA, F. F. M. de & Nogueira Filho, J. do V. - 1959 - Reconhecimento geológico do Rio Aripuanã. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (199): 43 pp.
- ALMEIDA, F. F. M. de - 1967 - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (241) 36 pp.
- ALMEIDA, F. F. M. de; Melcher, G. C.; Cordani, U. G.; Kawa-shita, K. and Vandoros, P.- 1968 - Radiometric Age determinations from Northern Brazil. Bol. Soc. Brasil. Geol. 17 (1): 3-14.
- ALMEIDA, F. F. M. de - 1969 - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. Anais XXIII Congr. Bras. Geol. 29-46.

- ALMEIDA, F. F. M. de - 1971 - Geochronological division of the Precambrian of South America. Rev. Bras. Geoc. 1 (1): 13-21.
- ALMEIDA, F. F. M. de - 1974 - Evolução Tectônica do Craton do Guaporê comparada com a do Escudo Báltico - Rev. Bras. Geoc. 4 (3): 191-204.
- ALMEIDA, F. F. M. de - 1977 - Chronotectonic Boundaries for Precambrian time divisions in South America. Trabalho apresentado na Reunião da Comissão de Subdivisão do Pré-Cambriano, na África do Sul.
- ALMEIDA, L. F. G. de; Melo, S. C. e Frianga, G. L. - 1972 - A geologia e perspectivas econômico-minerais da Estrada de Integração Nacional Cuiabá-Santarém (trecho Cuiabá-Cachimbo). Anais XXVI Congr. Bras. Geol. 1: 121-128.
- AMARAL, G.; Cordani, U. G.; Kawashita, K. & Reynolds, J. H. - 1966 - Potassium-Argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. et Cosmoch. Acta. 30: 159-189.
- AMARAL, G.; Ramgrab, G. É.; Oliveira, I. W. B.; Mandetta, P. & Damião, R. N. - 1970 - Determinações geocronológicas e considerações sobre a estratigrafia do Pré-Cambriano na porção setentrional do Território de Roraima. (Res) Bol. XXIV Congr. Bras. Geol. (1): 77-80.

- AMARAL, G. - 1974 - Geologia Prê-Cambriana da Região Amazônica . Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo 212 p.
- AMARAL, G. Halpern, M. - 1975 - K/Ar and Rb/Sr. Age studies on the extensive Precambrian volcanism of the Brazilian Amazon Region. Anais X Conf. Geol. Inter Belém p. 474 - 487.
- ANDRADE RAMOS, J. R. de - 1954 - Reconhecimento geológico no Alto Rio Fresco, Estado do Pará. Rel. An. Diretor Div. Geol. Min. D.N.P.M.: 58-62.
- ARAUJO, J. F. V.; Dreher, A. M. - 1974 - Rochas vulcânicas ácidas e subvulcânicas no leste da Amazonia. Anais XXVIII Congr. Bras. Geol. (5): 161-170.
- ARAUJO, J. F. V.; Montalvão, R. M. G. de; Lima, M. I. C. de; Fernandes, P. E. C. A.; Cunha, F. M. B. de; Fernandes, C. A. C.; Basei, M. A. S. - 1976 - Geologia da Folha SA 21 - Santarém. In: Brasil. Levantamento de Recursos Naturais (10): p. 19-130.
- BARBOSA, O. & Andrade Ramos, J. R. de - 1959 - Território do Rio Branco. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (196) 48 pp.

- BARBOSA, O.; Andrade Ramos, J. R. de; Gomes, F. A. & Helbold, R. - 1966 - Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do "Projeto Araguaia". Div. Geol. Min. D. N. P. M. Monogr. (19): 94 pp. ilus.
- BARBOSA, O. - 1966 - Geologia básica e econômica do Médio Tapajós. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (126): 35 pp.
- BASEI, M. A. S. - 1974 - Estudo Geocronológico do Magmatismo ácido da Região Meridional da Amazônia. Anais do XXVIII Congr. Bras. Geol. (6): 287-296.
- BASEI, M. A. S.; Teixeira, W.- 1975 - Geocronologia do Território de Roraima. Anais X Conf. Geol. Inter. Belém. p. 453-473.
- BERRANGÉ, J. P. - 1973 - A synopsis of the geology of southern Guyana, London, Inst. Geol. Sci. Overseas Div., 16 p. (Report, 26).
- BISSCHOPS, J. H. - 1969 - The Roraima formation in Surinam. Geol. Mijnbouw. Hagus, 27: 109-118.
- BOSMA, W. and Roevers, E. W. F. de - 1973 - Result of Recent Geological Studies in Suriname. Resumos II Congr. Lat. Am. Geol.: 237-238.

- BOUMAN, Q. C. - 1959 - The Roraima Formation. Northern part of the Territorio do Rio Branco. PETROBRÁS, Rel. (350a): 17 p.
- BRAUN, O. P. G. & Ramgrab, G. E. - 1972 - Geologia do Território de Roraima (Res.) - Bol. XXVI Congr. Bras. Geol. (2): 68-70.
- BRAUN, O. P. G. - 1973b - Principais aspectos estruturais e tectônicos do "Escudo Amazônico" e seu relacionamento com os sistemas orogênicos limítrofes. Bol. XXVII Congr. Bras. Geol. (2): 188-190.
- BRITO NEVES, B. B. - 1971 - Síntese da geologia e bibliografia das coberturas e dobramentos Pré-silurianos. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 59, Recife, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Nordeste, 51 p. (Boletim 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.
- CARVALHO, P. F. de - 1926 - Vale do rio Tapajós. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro, 15-35, 88 il.
- CONDIE, K. C. - 1973 - Archean Magmatism and Crustal Thickening. Bull. Geol. Soc. Amer. 84: 2981-2992- ilus.

- CORDANI, U. G. - 1968 - Esboço da Geocronologia Pré-Cambriana da América do Sul. In: An. Acad. Bras. Cienc. Rio de Janeiro, 40 (Suplemento): 47-51.
- CORDANI, U. G. & Almaraz, J. S. - 1969 - Delimitação entre províncias geocronológicas Pré-Cambrianas ao longo do Rio Gurupi, Norte do Brasil. Bol. XXIII Congr. Bras. Geol. (1): 89.
- CORDANI, U. G.; Mantovani, M. S. M. - 1976 - Idades Rb/Sr de Rochas Magmáticas da região do curso médio do rio Teles Pires. XXIX Congr. Bras. Geol. Resumos: p. 229.
- DALL'AGNOL, R.; Dreher, A. N.; Araujo, J. F. V.; Abreu, A. S. - 1975 - Granito Surucucu. Anais X Conf. Geol. Inter Belém. p. 340-388.
- DERBY, O. A. - 1877 - Contribuições para a geologia da Região do Baixo Amazonas. Arq. Mus. Nac. 2: 77-104.
- DREHER, A. M.; Araujo, J. F. V.; Abreu, A. S. - 1976 - Associação Básico-Anortosítica dos rios Curuquete e Ciriquire - Município de Labrea, Estado do Amazonas XXIX Congr. Bras. Geol. Resumo- p. 191.
- FERNANDES, P. E. C. A.; Cunha, F. M. B. da; Montalvão, R. G. M. de; Oliveira, A. S. - 1974 - Esboço Geológico da Folha SA 21- Santarém. Anais XXVIII. Congr. Bras Geol. 4 : 299-308.

- FERREIRA, E. O. - 1959 - Contribuição à litologia da Série Uatumã. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (185): 31p.
- FERREIRA, E. O. - 1972 - Carta Tectônica do Brasil. Nota Explicativa. M. M. E. - D. N. P. M. Bol. (1): 19 pp.
- FORMAN, J. M. A. - 1969a - Rio Trombetas - M. M. E. - D. N. P. M. - 5º Distrito, Rel. (177): 58 pp.
- FORMAN, J. M. A. - 1969b - Rio Curuã. M. M. E. - D. N. P. M. - 5º Distrito, Rel. (337): 39 pp.
- FORMAN, J. M. A. - 1969c - Rio Erepecuru - M. M. E. - D. N. P. M. - 5º Distrito, Rel. (388): 60 pp.
- FORMAN, J. M. A. - 1969d - Rio Mapuera - M. M. E. - D. N. P. M. - 5º Distrito, Rel. (345): 44 pp.
- GAUDETTE, H. E.; Mendoza, V.; Hurley, P. M.; Fairbairn, W.; 1977 - Geology and Age of the Parguaza Rapakivi Granite, Venezuela. 25º Progress Report, For-1974-1976. MIT. Geochronology Laboratory, p. 50-59.
- GOMES, C. B.; Amaral, G.; Kawashita, K. & Giancursi, F. D. - 1971 - Geocronologia da área da Serra dos Carajás-PA. (Res.) Soc. Bras. Geol. Nucl. S. Paulo, Publ. Esp. (1): 162-163.

- GOMES, C. B.; Cordani, U. G.; Basei, M. A. S. - 1975 - Radiometric age determinations from the Serra dos Carajas area, northern Brazil. Bull. Geol. Soc. Am. ; 86: 939-942.
- GUIMARÃES, D. - 1930 - A Província Magmática de Roraimã. Serv. Geol. Min. Bol. (45).
- GUIMARÃES, D. - 1947 - A Província Magmática de Roraima. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Bol. (121): 109 pp.
- GUIMARÃES, D. - 1969 - Considerações sobre a origem dos depósitos de cassiterita do Território de Rondonia. D. N. P. M.- D. F. P. M. Avulso (98): 7 pp.
- HAMA, M. - 1975 - Relatório de Geocronologia- Projeto Alto Guaporé. C. P. R. M. (inédito).
- HEBEDA, E. H. and Priem, H. N. A. - 1970 - Geochronology and K-Ar Studies of the Precambrian Doleritic-Gabbroic intrusions in Suriname- Z.W.O. Laboratorium voor Isotopen-Geologie Ann. Report: 21-34.
- HEBEDA, E. H.; Boelrijk, N. A. I. M.; Priem, H. N. A.; Verdu-
men, E. A. Th. and Verschure, R. H. - 1973 -Excess Radiogenic argon in the Precambrian Avanavero Dolerite in western Suriname (South America). Earth & Plan. Letters 20 (2): 189-200.

- HUANG, T. K & Chun-Fa - 1962 - A preliminary investigation of the evolution of the earth's crust from the point of view of a polycyclic tectonic movements. *Scientia Sinica*, Peking 11 (10): 1378-1442.
- HURLEY, P. M.; Almeida, F. F. M. de; Melcher, G. C.; Cordani, U. G.; Rand, J. R.; Kawashita, K.; Vandomos, P.; Pinson, W. H. Jr. and Fairbain, H. W.- 1967- Test of Continental Drift by comparison of radiometric ages. *Science* 157 (3788): 495-500.
- HURLEY, P. M.; Melcher, G. C.; Pinson, W. H. Jr. and Fairbairn H. W. - 1968b - Some orogenic episodes in South America by K-Ar and whole rock Rb-Sr dating. *Can. jour. Earth Sci.* 5: 633-638.
- 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 - Geologia da Folha SA-22, Belém. *In Brasil , Levantamento de Recursos Naturais* (5): p. 1-60.
- ISSLER, R. S. - 1974 - Esboço Geológico - Tectônico do Craton Guaporé- XXVIII Congr. Bras. Geol. (Res.) 1:p. 559-665.
- ISSLER, R. S. - 1975 - Geologia do Craton Guianês e suas possibilidades metalogenéticas. *Anais X Conf. Geol. Inter. Belém*, p. 47-74.

- JHARAP, S. E. - 1975 - Geology of the Linker Coppename Area , Western Suriname. Anais X Conf. Geol. Inter. Belém p. 267-277.
- KAWASHITA, K.- 1972 - O método Rb-Sr em rochas sedimentares. A plicação para as bacias do Paraná e Amazonas; Tese de Doutorado. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.
- KEATS, W. - 1973 - The Roraima Formation in Guyana: A revised stratigraphy and a proposed environment of deposition. Res. II Congr. Lat. Am. Geol.: 183.
- KHAIN, V. Ye. & Sheynmann, Yu. M.- 1962 - Hundreth annyver-sary of the Geosynclinal theory. Int. Geol. Rev. 4 (2): 166-197.
- KHAIN, V. Ye. - 1965 - The Geosynclinal process and evolution of tectonosphere. Int. Geol. 7 (12): 2213-2222.
- KLOOSTERMAN, J. B. - 1966 - Granites and rhyolites of São Lourenço: a volcano-plutonic complex in Southern Amazonia. Eng. Min. Met. 44 (262): 169-171.
- KLOOSTERMAN, J. B.- 1968 - Uma Província do Tipo Nigeriano no Sul da Amazonia. Eng. Min. Met. 47 (278): 59-64.
- KLOOSTERMAN, J. B. - 1973 - Giant Ringvolcanoes on the Guiana Shield. II Congr. Lat. Am. Geol. (Caracás): 14 pp.

- KOVACH, A.; Fairbairn, H. W.; Hurley, P. M.; Basei, M. A. S.; Cordani, U. G. - 1976 - Reconnaissance Geochronology of basement rocks from the Amazonas and Maranhão Basins in Brazil. *Precambrian Research* (3): 471-480.
- KRÖNER, A. - 1977 - The Precambrian geotectonic evolution of Africa: Plate Accretion versus Plate Destruction. *Precambrian Research*, 4: 162-213.
- LEAL, J. W. L.; Silva, G. H.; Salum, O. A. L.; Silva, L. L. da Dreher, A. M.; Basei, M. A. S. - 1974 - Esboço Geológico de Parte da Folha SC- 20, Porto Velho, *Anais XXVIII Congr. Bras. Geol.* (4): 269-276.
- LEAL, J. W. L.; Silva, G. H.; Santos, D. B. dos; Teixeira, W; Lima, M. I. C. de; Fernandes, C. A. C.; Pinto, A. C. - Geologia da Folha SC-20, Porto Velho. In *Brasil. Levantamento de Recursos Minerais* (no prelo).
- LEONARDOS, O. H. - 1940 - Geologia da Bacia do Tocantins. In: *Rel. da Diretoria para 1938. D. N. P. M.- D. F. P. M.- Bol.* (41): 102-115.
- LIBERATORE, G. - 1972 - Projeto Aripuanã-Sucunduri. Relatório Final. C. P. R. M.- Manaus, D. N. P. M., 8 volumes R. A. T. nº 2.000.

LIMA, M. I. C. de; Montalvão, R. M. G. de; Issler, R. S. ; Oliveira, A. S.; Basei, M. A. S.; Araujo, J. F. V.; Silva, G. G. da - 1974 - Geologia da Folha NA/NB - 22- Macapá. In: Brasil. Levantamento de Recursos Naturais (6) p. 1-120.

LIMA, M. I. C. de; Montalvão, R. M. G. de; Issler, R. S.; Oliveira, A. S.; Basei, M. A. S.; Araujo, J. F. V. ; Silva, G. G. da - 1974 - Geologia da Folha NA/NB - 22- Macapá. Anais XXVIII Congr. Bras. Geol. (4) : 123-136.

MCCANDLESS, G. C.; Hirata, W. K.; Teixeira, J. T.; Meyer, D. J. K.- 1975 - O complexo ígneo ácido da região Central do Pará. Anais X Conf. Geol. Inter. Belém .p. 278-285.

MAIJER, C. and Verhofstad , J.- 1969 - Notes on volcanic rocks in Suriname. Geol. Mijnb. Dienst. (20)49-51.

MANDETTA, P. - 1970 - Datações geocronológicas de rochas do Território Federal de Roraima. Div. Geol. Min. D. N. P. M. Rel. nº 1472.

MARTIN-BELLIZZIA, C. - 1968 - Edades isotópicas de rocas Venezo-lanas. Bol. Geol. 10 (9): 356-380.

- MARTIN - BELLIZZIA, C. - 1972 - Paleotectônica del Escudo de Guayana. Anais IX Conf. Geol. Inter. Guayana. (6) p. 251-305.
- MASAYTIS, V. L. & Staritskiy, Yu. G. - 1967 - The "Diwa"-Structures of East Asia. Int. Geol. Rev. 9 (2) : 230-238.
- MCDUGALL, I.; Compston, W. and Hawkes, D. D. -1963 - Leakage of radiogenic argon and strontium from minerals in Proterozoic dolerites from British Guiana. Nature 198 (4880): 564-567.
- MCDUGALL, I. - 1968 - Isotopic Dating of the Roraima Dolerites. Geophys. Journal. 16: 141-145. Londres.
- MELCHER, G. C.; Isotta, C. A. L. - 1968 - Idades radiométricas de algumas rochas do embasamento da região amazônica. Res. XXII Congr. Bras. Geol. 81-82.
- MIKHAYLOV, A. Ye. - 1970 - The development of geosynclines and folding. Int. Geol. Rev. 12 (12): 1490-1495.
- MONTALVÃO, R. M. G. de - 1975 - Grupo Uatumã no Craton Guianês. Anais X Conf. Geol. Inter. Belém. p.286-339.
- MONTALVÃO, R. M. de; Muniz, M. de B.; Issler, R. S. ; Dall'Agnol, R.; Lima, M. I. C.; Fernandes, P. E. C. A.; Silva, G. da - 1975 - Geologia do Território Federal de Roraima. Anais X Conf. Geol. Inter. Belém. p. 198-218.

- MONTALVÃO, R. M. G. de; Muniz, M. B.; Issler, R. S. ;
Dall'Agnol, R.; Lima, M. I. C. de; Fernandes, P. E.
C. A.; Silva, G. C. da - 1975 - Geologia das Fo-
lhas NA-20- Boa Vista e Parte das Folhas NA-21 Tu-
mucumaque. NB-20 Roraima e NB-21. In: Brasil. Le-
vantamento de Recursos Naturais (8): p. 15-136.
- MONTALVÃO, R. M. G. de - 1976 - Esboço Geológico-Tectônico do
Craton Guianês. Rev. Bras. Geoc. 6 (4): p. 230-245
- MOORBATH, S.; 1977 - The Oldest rocks and the Growth of Con-
tinents. Scientific American March. p. 92-104.
- MOURA, P. de - 1932 - Reconhecimentos geológicos no Vale do
Tapajós. Serv. Geol. Min. Bol. (67): 53 pp.
- MOURA, P. de - 1938 - Geologia do Baixo Amazonas. Serv. Geol.
Min. Bol. (91): 94 pp. Rio de Janeiro.
- MURATOV, M. V. & Knipper, A. L. - 1967 - Problems of the rela-
tion between tectonics and magmatism. Rev. Geotec-
tonics. Washington (3): 198-201.
- MURATOV, M. V. - 1968 - Geosynclinal folded belts and systems
stages of development and igneous activity. Int.
Geol. Rev. 10 (12): 1386-1402.
- NAGIBANA, M. S. - 1967 - Tectonic Structures related to acti-
vation and revivation. Geotectonics (4): 213-218.

OLIVEIRA, A. I. de - 1926 - Rio Parauary. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro 15: 12-27, 11.

OLIVEIRA, A. I. de - 1928 - Reconhecimento geológico no Rio Xingu. Estado do Pará. Serv. Geol. Min. Bol. (29): 55 pp.

OLIVEIRA, A. I. de - 1928 - Através da Guyana Brasileira pelo Rio Erepecuru, Estado do Pará. Serv. Geol. Min. Bol (31): 1-39.

OLIVEIRA, A. I. de - 1929 - Bacia do Rio Branco, Estado do Amazonas, Serv. Geol. Min. Bol. (37): 71 pp.

OLIVEIRA, A. S.; Montalvão, R. G. M. de; Pitthan, J. H. L.; Abreu, A. S. - 1974 - Esboço Geológico da Folha NA-21 - Tumucumaque. Anais XXVIII Congr. Bras. Geol. (4): 289-298.

OLIVEIRA, A. S.; Fernandes, C. A. C.; Issler, R. S.; Abreu, A. S.; Montalvão, R. M. G. de; Teixeira, W. - 1975 - Geologia da Folha NA-21 Tumucumaque e Parte da Folha NB-21. In: Brasil. Levantamento de Recursos Naturais (9): p. 17-97.

PAIVA, G. - 1929a - Reconhecimentos geológicos nas fronteiras do Brasil com a Venezuela e Colombia. Rel. An. Diretor Serv. Geol. Min., 1928: 15-21.

- PAIVA, G. - 1929b - Vale do Rio Negro. Serv. Geol. Min. Bol. (40): 62 pp.
- PAIVA, G. - 1939 - Alto Rio Branco. Serv. Geol. Min. Bol. (99) 44 pp.
- PINSON, W. H. Jr.; Hurley, P. M.; Melcher, E. and Fairbairn, H. W. - 1962 - K-Ar and Rb-Sr ages of biotites from Colombia, South America. Geol. Soc. Am. Bull. 73: 907-910.
- POTAPOV, I. I. - 1961 - Classification of tectonic forms. Int. Geol. Rev. 3 (12): 1168-1173.
- PRIEM, H. N. A.; Boelrijk, N. A. I. M.; Verschure, R. H.; Hebeda, E. H. and Verdurmen, E. A. Th. - 1970 - Isotopic geochronology in Suriname. 8th Guiana Geol. Conf., Georgetown (Guyana).
- PRIEM, H. N. A.; Boelrijk, N. A. I. M.; Hebeda, E. H.; Verschure, R. H. and Bon, E. H. - 1971 - Granitic Complexes and associated Tin Mineralizations of "Grenville" age in Rondonia, Western Brazil. Geol. Soc. Am. Bull. 82: 1095-1102.
- PRIEM, H. N. A.; Boelrijk, N. A. I. M.; Hebeda, E. H.; Verdurmen, E. A. Th. and Verschure, R. H. - 1971 - Isotopic Ages of the Trans-Amazonian acidic Magmatism and the Nickerie Metamorphic episode in the Precambrian Basement of Suriname, South America. Geol. Soc. Am. Bull. 82: 1667-1680.

- PRIEM, H. N. A.; Boelrijk, N. A. I. M.; Hebeda, E. H.; Verdurmen, E. A. Th. and Verschure, R. H. - 1973 - Age of the Precambrian Roraima Formation in north-eastern South America: evidences from isotopic dating of Roraima piroclastic volcanics in Suriname. *Geol. Soc. Am. Bull.* 84 (5): 1667-1684.
- RAMGRAB, G. E.; Santos, J. O. S. - 1974 - O grupo Uatumã. *Anais do XXVIII Congr. Bras. Geol.* (2): 87-94.
- ROEVER, E. W. F.; Bosma, W. - 1975 - Precambrian magmatism and regional metamorphism in Suriname. *Anais X Conf. Geol. Intern. Belém.* p. 123-163.
- SALOP, L. I. & Scheinmann, Yu. M. - 1969 - Tectonic history and structures of platforms and shields. *Tectonophysics*, Amsterdam, Elsevier, 7 (5-6): 565-597.
- SANTOS, D. B. dos; Fernandes, P. E. C. A.; Dreher, A. M.; Cunha, F. M. B. da; Basei, M. A. S. - 1974 - Esboço Geológico da Folha SB-21 Tapajós. *Anais XXVIII Congr. Bras. Geol.* (4): 277-288.
- 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 da Folha SB-21 Tapajós. In: *Brasil. Levantamento de Recursos Naturais* (7) p-15-116.

- SHCHEGLOV, A. D. - 1970 - Main types of areas of tectono-magmatic activation. *Int. Geol. Rev.* 12 (12): 1473-1479.
- SHEYNMANN, Yu. M. - 1967 - Some relationships between magma and tectonics. *Rev. Geotectonics* (5): 294-298.
- SILVA, G. G. da; Lima, M. I. C. de; Andrade, A. R. F. de; Issler, R. S.; Guimarães, G. - 1974 - Geologia das Folhas SB-22 Araguaia e Parte de SC-22 Tocantins. In: Brasil. Levantamento de Recursos Naturais (4): p. 1-143.
- SILVA, G. G. da; Lima, M. I. C. de; Andrade, A. R. F. de; Guimarães, G.; Issler, R. S. - 1974 - Geologia das Folhas SB-22 Araguaia e Parte da SC-22 Tocantins. *Anais do XXVIII Congr. Bras. Geol.* (4): 137-142.
- SILVA, G. H.; Leal, J. W. L.; Salum, O. A. L.; Dall'Agnol, R.; Basei, M. A. S. - 1974 - Esboço Geológico de Parte da Folha SC-21 Juruena. *Anais XXVIII Congr. Bras. Geol.* (4): 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. *Rev. Bras. Geoc., São Paulo*, 4 (1): 41-49.

SNELLING, N. J. - 1963 - Age of the Roraima Formation, British Guiana. *Nature* 198 (4885): 1079.

SNELLING, N. J. - and McConnell, R. B. - 1969 - The Geochronology of Guyana. *Geol. en Mijn.* 48 (2): 201-213.

SNELLING, N. J. - and Berrangé, J. P. - 1969 - The Geochronology of Guyana, 2. Results obtained in the period 1966-1969. Paper presented at the 8th Guiana Geol. Conf. Georgetown.

SUDAM/GEOMINERAÇÃO - 1972 - Pesquisa Mineral no Iriri/Curuã . Relatório Preliminar. SUDAM-DRN-DRM, 62 pp, ilus .

SUDAM/GEOMITEC - 1972 - Pesquisa mineral no Tapajós/Jamanxim-SUDAM-DRN-DRM, 172 pp.

SUDAM/HIDROSERVICE - 1973 - Geologia e Recursos Minerais. In: "Plano de Desenvolvimento Integrado de Área de Bacia do Rio Tocantins". IV: 29-260.

SUSZCZYNSKI, E. - 1970 - La geologie et la tectonique de La Plataforma Amazoniense. *Geol. Rundsch.* 59 (3):1232-1253. Stuttgart.

TASSINARI, C. C. G.; Teixeira, W. - 1976 - Estudos Geocronológicos da parte norte da Folha SA-19-Içã (inédito).

TEIXEIRA, W.; Basei, M. A. S.; Tassinari, C. C. G. - 1976-Geocronologia das Folhas Tumucumaque e Santarém. XXIX Congr. Bras. Geol. Resumos. p. 193.

TORQUATO, J. R. - 1974 - Geologia do Sudoeste de Moçâmedes e suas Relações com a Evolução Tectônica de Angola . Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 243 p.

TUYEZOV, I. K. - 1967 - Transition stages of ancient platforms in USSR. Int. Geol. Rev. 9 (4): 584-597.

VERSCHURE, R. H. and Bon, E. H. - 1972 - Geology and Geochronology of Tinbearing volcano-plutonic complexes in Rondonia (western Brazil); reflection on the genesis of this type of magmatism. Z.W.O. Laboratorium voor Isotopen Geologie Ann. Rep.: 177-198.

APÊNDICE 1 - DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS

É aqui descrita a maioria das amostras utilizadas no presente trabalho, cujas análises foram realizadas no CPGeo. Não constam dessa relação as amostras cujos dados analíticos foram retirados de trabalhos que não forneciam detalhes petrográficos.

Procurou-se nas descrições resumidas dar-se ênfase aos aspectos texturais e mineralógicos. A listagem que segue está organizada numa sequência crescente do número de ordem das amostras, sendo essas agrupadas dentro dos respectivos conjuntos vulcânicos.

Vulcânicas Surumu

1. Tufo vítreo e de cristais - com composição ácida ignimbrítica. Quartzo e feldspatos compõem os cristais sendo entre os últimos o plagioclásio predominante.
3. Dacito Porfirítico - rocha de textura porfirítica em que os fenocristais de plagioclásio e feldspato alcalino estão envoltos por uma matriz microcristalina levemente orientada. Os fenocristais encontram-se bastante alterados para sericita, epidoto e argilo-minerais, enquanto que a matriz está recristalizada contendo núcleos onde se associam biotita, clorita, epidoto, esfeno e opacos.

4. Riolito cataclástico - Ocorre o desenvolvimento de sericita-muscovita com recristalização da matriz.
5. Riolito Porfirítico - rocha porfirítica em que os fenocristais de ortoclásio perítico e quartzo são envolvidos por uma matriz hemi-vítrea que abrange de 70 a 80% da rocha. Esta matriz apresenta-se localmente orientada e além de quartzo e feldspatos apresenta disseminações de sericita, clorita, epídoto e opacos.
7. Sericita-filonito - Rocha proveniente de cataclase de rocha vulcânica com sericita perfazendo 99% da rocha. Foram observados também opacos, zircão e óxido de ferro disseminados.

Vulcânicas Inicoumé

13. Meta andesito - Rocha de composição intermediária submetida a metamorfismo de baixo grau. Sua composição mineralógica principal é dada por plagioclásio, tremolita-actinolita, biotita, clorita, epídoto e quartzo. A textura é blastoporfirítica com matriz recristalizada.
14. Tufo de cristais - Apresenta uma composição riolítica sendo constituído por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio sódico, epídoto, clorita, opacos, carbonatos e sericita. A textura é porfirítica com os fenocristais de quartzo e feldspatos envolvidos por uma matriz muito fina.

15. Tufo de cristais Riodacítico - Caracterizado pela presença de fragmentos de cristais e pequenos fragmentos de rocha dispostos em níveis que indicam os planos de estratificação ou deposição. A mineralogia é constituída principalmente por quartzo, ortoclásio, microclíneo e plagioclásio (andesina-oligoclásio).
- 16 e 17. Tufo - Constituído por material muito fino, havendo alternância de leitos de espessuras milimétricas que se distinguem pela ausência ou presença de diminutos cristalitos. Além do material devitrificado que compõe grande parte da rocha pode-se distinguir: quartzo, plagioclásio, biotita, opacos, piroxênio, feldspato potássico, apatita.
19. Riodacito Cataclástico - Rocha onde os efeitos da cataclase e recristalização são indiscutíveis. Constituída por fenoclastos de microclíneo e quartzo imersos em fina matriz recristalizada, esta última formada principalmente por quartzo e feldspato em arranjo granular sendo a orientação dada pela hastingsita.

Vulcânicas Inini

22. Riodacito - apresenta uma matriz de quartzo, feldspato potássico e alguns microcristais de biotita. Os fenocristais são de quartzo corroído, plagioclásio e microclina. Acessoriamente aparecem opacos, apatita e zircão sendo epidoto, sericita e clorita os produtos secundários.

24. Riolito - Rocha porfirítica com fenocristais de quartzo, feldspato potássico e raros plagioclásios sericitizados. A matriz é rica em esferulitos e quartzo recristalizado. Sua textura varia de cripto a microcristalina apresentando ainda alguma sericita e carbonatos.
25. Tufo Ignimbrítico - Trata-se de rocha piroclástica do tipo tufo vítreo ignimbrítico exibindo textura vitroclástica. Palhetas de biotita estiradas acompanham em concordância as estruturas de escoamento. Em associação, observam-se cristais de quartzo e feldspato. Microfilonetes de calcita e óxido de ferro atravessam a rocha.
26. Riolito - Rocha porfirítica com frequentes fenocristais anédricos de quartzo e feldspato potássico com contornos corroídos. A matriz é felsítica, microcristalina e rica em estruturas esferulíticas e intercrescimento granofíricos.
27. Riolito - Rocha porfirítica com fenocristais de quartzo de feldspato potássico de pequeno tamanho além de raros plagioclásios sericitizados em meio a uma matriz homogênea microcristalina quartzo-feldspática, rica em carbonato secundário com alguma sericita e óxido de ferro.

Vulcânicas Uatumã

33. Tufo lítico e de cristais - Rocha piroclástica contendo cristais, fragmentos de cristais e de rochas, estes últimos com dimensões que podem ultrapassar 4 mm, envolvidos por matriz desvitrificada. Os cristais e seus fragmentos são de plagioclásio sódico (oligoclásio), ortoclásio e quartzo, sendo o último um constituinte frequente em alguns fragmentos de rocha e que ocorre também preenchendo cavidades circulares.
35. Traquí-andesito - Rocha de textura porfirítica contendo fenocristais de plagioclásio sódico, de até 6 mm de tamanho, e mais raramente de quartzo, biotita e opacos. A matriz é microcristalina, traquítica, apresentando localmente intercrescimentos quartzo-feldspáticos. Compõe-se essencialmente pelos mesmos minerais que formaram os fenocristais apresentando ainda actinolita, apatita, zircão e clorita.
36. Riodacito - Rocha de textura porfirítica com cristais de 2 a 4 mm, euédricos e subédricos, de quartzo, ortoclásio, plagioclásio sódico e hornblenda (provavelmente uma variedade hastingsítica). Os feldspatos são do tipo ortoclásio algo pertíticos. A matriz é constituída principalmente por quartzo, feldspato e anfibólio.

37. Dacito - Caracterizado por esparsos fenocristais dispostos isoladamente ou em agregados, envolvidos por matriz finamente cristalina, constituída principalmente por quartzo e feldspato alcalino, pontilhada por opacos e mais raramente por clorita, leucoxênio, carbonato e argilo-minerais. Os fenocristais são de andesina e ortoclásio, este último ocasional.
38. Riodacito - Textura porfirítica com fenocristais de 2 a 3 mm de feldspatos e quartzo em matriz criptocristalina. A mineralogia é constituída de quartzo, ortoclásio, oligoclásio-andesina, opacos, apatita, epídoto, sericita, carbonatos, óxido de ferro e argilo minerais.
39. Ríolito - Rocha de textura porfirítica com matriz microfelsítica. Os fenocristais apresentam-se pouco desenvolvidos, às vezes mostrando fenômenos de reabsorção magmática. A mineralogia principal é constituída por quartzo microclíneo, plagioclásio sódico, epídoto, apatita, sericita, opacos, clorita e biotita.
40. Ríolito cataclasado - Textura porfirítica constituída por fenocristais de quartzo, feldspato e biotita. Cortam a rocha fraturas preenchidas por minerais secundários. O quartzo forma fenocristais automorfos com bordas que sugerem corrosão magmática. O ortoclásio pertítico é o feldspato principal sendo albita-oligoclásio o plagioclásio mais frequente. A textura e a mineralogia sugerem ter essa rocha sofrido ação hidrotermal e cataclase.

41. Riodacito - Rocha com textura porfirítica, sendo o oligoclásio o fenocristal mais abundante. A matriz é microcristalina de composição quartzo-feldspática contendo ainda frequentes opacos, sericita e carbonato dispersos. A rocha é cortada por veios de quartzo onde se associam carbonato, epidoto, feldspato e material ferruginoso.
42. Riolito - Rocha com textura porfirítica sendo frequentes os fenocristais de feldspato e quartzo. Os primeiros são dominantes sendo o ortoclásio micropertítico mais abundante que o plagioclásio, ocorrendo por vezes ambos juntos formando aglomerados. A matriz é abundante e tem granulação fina, sendo constituída por denso intercrescimento quartzo-feldspático.
45. Riolito - Rocha com textura porfirítica constituída por fenocristais que não excedem 3 mm na maior dimensão envolvidos em massa microcristalina, esta apresentando linha de fluxo. O fenocristal que predomina é o ortoclásio pertítico, seguindo por oligoclásio e quartzo. A matriz é quartzo feldspática, afetada por ação hidrotermal ou deutérica.
47. Riolito - Rocha porfirítica com fenocristais de feldspato alcalino micropertítico e quartzo, possuindo granulação bastante diversificada, porém sempre ressaltados da matriz muito fina constituída por um denso intercrescimento micrográfico quartzo feldspático. Ainda na matriz são observados sericita, carbonato, óxido de ferro, epidoto e zircão.

48. Riolito - Rocha de textura porfirítica, contendo feno - cristais de feldspatos. Entre eles, o microclíneo sobrepuja o ortoclásio e ambos são mais abundantes que o plagioclásio (oligoclásio). A matriz é de granulação fina, quartzo-feldspática, sendo comumente observados inter - crescimentos entre estes minerais, havendo em certos locais a presença de esferulitos.
49. Riolito - Textura porfirítica brechada, onde os fenocristais alcançam em média 3 mm de tamanho. Dentre estes destacam-se o ortoclásio peritítico, por vezes totalmente envolvido por intercrescimentos grâficos seguido pelo quartzo automorfo e pelo plagioclásio oligoclásico. Zircão, opacos, sericita e argilo-minerais completam a mineralogia observada.
50. Riolito - Rocha de textura porfirítica, sendo observados raros fenocristais, todos de ortoclásio microperitítico. A matriz é abundante, microcristalina, de composição quartzo-feldspática, estando a ela associados sericita, opacos, leucóxênio, zircão e apatita.

Vulcânicas Teles Pires

51. Riodacito cataclástico - Rocha de textura cataclástica constituída por fenoclastos de plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo envolvidos por uma matriz fortemente orientada à base de quartzo e feldspato microcristalinos, biotita, epidoto, clorita, sericita, opacos e outros acessórios.
53. Dacito Cataclástico - Textura porfirítica com fenocristais de feldspato com até 0,5 cm, em matriz finamente cristalina. Os fenocristais são em sua maioria de plagioclásio que foram por vezes substituídos por microclíneo. A matriz tem aspecto idêntico à das rochas vulcânicas ácidas, somente mais grosseira.
55. Riodacito Cataclástico - Rocha com textura porfiroclástica contendo fenoclastos de plagioclásio e microclíneo englobados por uma matriz quartzo-feldspática bastante recristalizada que contém ainda biotita, clorita, esfero e opacos. A matriz tem textura semelhante a um fino mosaico, sendo localmente mais grosseira.
58. Dacito cataclástico - Rocha com textura blastoporfirítica composta por plagioclásio transformado e algum quartzo, envolvidos por uma matriz fina, quartzo feldspática recristalizada e igualmente alterada em carbonato, sericita, epidoto recobrando-se por fina película de óxido de ferro. Ocorrem ainda na rocha, isoladamente, zircão e apatita.

59. Riodacito cataclástico - Rocha com textura porfirítica, contendo fenocristais de plagioclásio, quartzo e raro feldspato alcalino envolvidos por uma massa fundamental quartzo feldspática microcristalina que sofreu recristalização. Esta recristalização não chegou a afetar toda a rocha igualmente, restando vários núcleos com textura criptocristalina.
60. Riolito Pôrfino - Textura porfirítica fluidal, com fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio. A mineralogia essencial é constituída por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, ocorrendo subordinadamente muscovita, apatita, zircão, magnetita e carbonatos.
- 61 e 64. Vulcânica ácida - Rocha porfirítica. Os feldspatos que constituem fenocristais estão geralmente sericitizados e imersos numa matriz quartzo-feldspática bastante recristalizada. Acessoriamente ocorrem opacos, sericita, zircão e óxido de ferro.
- 62 e 63. Riolito Cataclástico - A textura é porfirítica e os únicos fenocristais presentes são de quartzo, subêdricos a arredondados. A matriz, recristalizada, é constituída por um fino intercrescimento de quartzo e feldspato contendo pequenos cristais de sericita, biotita cloritizada, clorita, carbonato, epídoto e opacos dispersos. Observou-se a presença de turmalina.

65. Riolito - Pequenos e raros fenocristais euédricos de quartzo e feldspato conferem à rocha uma textura porfirítica. A matriz é criptocristalina de composição felsítica orientada, contendo "lentes" eutaxíticas. Ocorre uma forte disseminação de óxido de ferro por toda a rocha. Localmente são observados alguns núcleos de clorita.
66. Riolito - Textura porfirítica com fenocristais de quartzo e feldspato potássico imersos numa matriz felsica microcristalina, bastante orientada. São observadas estruturas eutaxíticas distribuídas paralelamente à orientação da rocha. Ocorre ligeira desvitrificação da matriz.
67. Riolito - Rocha com textura porfirítica com fenocristais de quartzo e feldspato potássico, os últimos algo argilizados. A matriz é essencialmente quartzo-feldspática com disseminação de sericita e opacos. São observadas estruturas que lembram fragmentos vítreos ou "shards" atualmente recristalizados e dispostos caoticamente ou localmente orientados conferindo à rocha um aspecto fluidal.
68. Riolito - A mineralogia da rocha compreende quartzo, sanidina, pertita, sericita, biotita, epidoto, clorita e óxido de ferro. A textura é porfirítica com os fenocristais de quartzo e feldspatos imersos em matriz felsítica microcristalina bastante impregnada por óxido de ferro.

69. Riolito - Rocha de textura porfirítica com raros fenocristais de quartzo e feldspato potássico, numa matriz microcristalina desvitrificada apresentando algumas estruturas eutaxíticas. Alguns opacos e rara sericita também podem ser observados.
70. Riolito - Rocha com textura porfirítica com esparsos fenocristais de quartzo e feldspato potássico imersos em matriz cripto a microcristalina, orientada, principalmente ao redor das estruturas eutaxíticas. Rara sericita e alguns opacos podem ser observados.
71. Riolito - Textura porfirítica com raros e pequenos fenocristais de quartzo e feldspato potássicos, imersos numa matriz felsítica hemivítrea a microcristalina com nítido aspecto fluidal. A matriz apresenta uma série de estruturas lenticulares e paralelas, semelhantes às estruturas eutaxíticas dos ignimbritos. Ocorre finíssima disseminação de óxido de ferro em toda a matriz.

Vulcânicas Traíra

72. Riolito - Textura porfirítica com fenocristais euédricos de quartzo e feldspato potássico perítico, algo argilizados, imersos numa matriz quartzo-feldspática, recristalizada e bastante sericitizada. São observados ainda alguns fenocristais de plagioclásio sericitizado e de muscovita provavelmente oriundos da alteração da biotita.

Vulcânicas Traíha

76. Dacito - A textura é porfirítica com fenocristais de feldspato. O quartzo forma abundantes e densos intercrescimentos micrográficos por vezes com aspecto plumoso. Ocorrem também hornblenda, apatita, titanita e frequentes opacos na rocha.
77. Riolito - Rocha vulcânica ácida, muito parecida com a amostra 78. Os fenocristais são de quartzo e feldspato potássico imersos em matriz felsítica microcristalina. Difere da amostra citada pela riqueza em óxido de ferro.
78. Riolito - Rocha vulcânica riolítica com fenocristais compondo 30 a 40% da lâmina, constituídos por quartzo e feldspato potássico, com predomínio do primeiro. A matriz tem granulação muito uniforme e o aspecto homogêneo, sendo de natureza felsítica. Sericita e clorita são comuns na mesóstase. Opacos, epidoto e zircão são vistos ocasionalmente.
79. Riolito - Vulcânica ácida, inalterada e sem de formação cataclástica.

80. Riolito - Textura porfirítica com fenocristais de granulação média de quartzo e ortoclásio em matriz felsítica microgranular. Além dos minerais citados a rocha contém ainda sericita, clorita, opacos, zircão e epídoto.

Vulcânicas São Lourenço

- 81 a 85. Riodacito Recristalizado - Rocha de textura porfirítica composta por fenocristais de plagioclásio, quartzo e feldspato alcalino em meio a uma matriz recristalizada de aspecto sacaróide, composta essencialmente de quartzo e feldspato. Mais subordinadamente tem-se a presença de clorita, sericita e biotita dispersas ou formando núcleos.
91. Riodacito Porfirítico - Rocha de textura porfirítica com fenocristais euédricos e fragmentárias de plagioclásio e mais raramente de feldspato alcalino e quartzo em meio a uma matriz micro a criptocristalina quartzo-feldspática. São frequentes os minerais secundários como sericita, carbonato e clorita. Pequenos cristais de biotita e opacos ocorrem dispersos através da matriz.

APÊNDICE 2. DETERMINAÇÕES Rb-Sr. DADOS ANALÍTICOS

Vulcânicas Surumu

Nº de Ordem	Nº de Campo	Rocha *	Rb ppm	Sr ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade m.a.**	Erro	Ref. ***
1	JMR110	Tufo Riolítico	74,0	254,1	0,8450	0,7276	-	-	1
2	MM76	Riolito	159,0	24,03	19,95	1,260	1866	52	1
3	M28	Dacito porfiro	153,8	62,00	7,324	0,9078	1858	60	1
4	MM64	Riodacito	175,8	57,03	9,09	0,9526	1828	47	1
5	M47B	Riolito	168,7	19,78	26,10	1,435	1875	52	1
6	M73	Riolito Cataclástico	125,5	45,55	14,76	1,063	1630	50	1
7	M54C	Filonito	426,7	17,05	87,11	2,970	1746	39	1
8	M41	Dacito Cataclástico	445,1	14,03	116,9	3,734	1740	40	1
9	RR72	Riolito	-	-	1,730	0,7557	-	-	2
10	RR64	Riolito	-	-	5,760	0,8563	1786	-	2
11	RR61	Riolito	-	-	4,690	0,8181	1640	-	2
12	RR76	Riolito	-	-	2,760	0,7811	-	-	2

APÊNDICE 2. continuação

Vulcânicas Iriracumã

13	PT27	Meta-Andesito	54,7	606,1	0,261	0,7123	-	-	3
14	PT464	Tufo Rioliítico	104,5	738,2	0,410	0,7140	-	-	3
15	PT01A	Tufo Riodacítico	93,7	564,2	0,481	0,7186	-	-	3
16	ASA60	Tufo	102,5	161,4	1,848	0,7566	-	-	3
17	ASA60I	Tufo	255,1	213,6	3,490	0,8011	1848	81	3
18	CAPT12	Hornfels	166,9	195,6	2,487	0,7739	-	-	3
19	PT06A	Riodacito Cataclástico	138,1	73,9	5,501	0,8769	2093	71	3
20	8A66	Riolito	-	-	6,00	0,8720	1834	55	3

Vulcânicas Iriri

21	AS230	Riolito	199,1	113,3	5,15	0,8373	1590	60	4
22	AL90	Riodacito	222,0	118,0	5,43	0,847	1710	70	4
23	AL961	Riolito	157,8	82,1	5,64	0,8545	1740	60	4

APÊNDICE 2. continuação

24	JW06	Riolito	124,6	33,0	10,91	0,9794	1690	36	4
25	PT16AAS50	Tufo	148,7	30,1	14,00	1,061	1707	41	4
26	AV05	Riolito	168,1	23,5	18,81	1,174	1676	60	4
27	AA101	Riolito	213,5	20,1	29,43	1,449	1698	50	4
28	PA272	Andesito	-	-	0,382	0,7142	-	-	2
29	PA267	Andesito	-	-	2,210	0,7598	-	-	2
30	SF1	Andesito	-	-	7,600	0,8957	1707	51	2
31	PA207	Tufo	-	-	1,160	0,7347	-	-	2
32	PA210	Tufo	-	-	5,860	0,8364	1525	46	2

Vulcânicas Uatumã

33	PT27A	Tufo de cristal	17,1	529,7	0,6410	0,7193	-	-	3
----	-------	-----------------	------	-------	--------	--------	---	---	---

APENDICE 2. continuação

34	W1	Riolito	-	-	0,873	0,7260	-	-	2
35	J3	Andesito	139,9	457,9	0,8860	0,7278	-	-	3
36	PT04A	Riodacito	151,0	336,6	1,303	0,7386	-	-	3
37	PT29A	Dacito	112,0	155,0	2,102	0,7574	-	-	3
38	PT14	Riodacito	157,5	209,7	2,185	0,7576	-	-	3
39	SP007	Riolito	147,1	168,9	2,536	0,7666	-	-	3
40	PT20A	Riolito Cataclástico	163,9	136,9	3,494	0,7891	1620	80	3
41	PT32	Riodacito	157,7	97,0	4,765	0,8319	1789	62	3
42	SP004	Riolito	169,6	74,5	6,701	0,8760	1714	60	3
43	MA35A	Dacito Porfiro	164,1	67,3	6,887	0,8780	1680	-	5
44	AD230	Riolito	212,0	84,6	7,74	0,9038	1700	50	5
45	PT25	Riolito	185,2	65,4	8,367	0,9150	1690	60	3
46	MA6173A	Riolito	279,1	74,2	9,954	0,9683	1760	-	5
47	PTB2	Riolito	248,2	35,7	21,18	1,237	1688	49	3
48	CAPT06	Riolito	203,6	39,4	15,55	1,108	1740	50	3
49	PT31	Riolito	270,0	95,6	8,326	0,8919	1510	50	3

APÊNDICE 2. continuação

50	PT03	Riolito	243,7	67,5	10,70	0,9425	1490	50	3
----	------	---------	-------	------	-------	--------	------	----	---

Vulcânicas Teles Pires

51	PT49	Riodacito Cataclástico	161,7	243,1	1,934	0,7499	-	-	4
52	6.500HB	Dacito Cataclástico	76,6	73,9	3,021	0,7739	1535	84	4
53	PT04A	Dacito Cataclástico	204,4	177,9	3,350	0,7844	1592	111	4
54	7.300HB	Dacito Cataclástico	38,3	47,87	2,318	0,7485	-	-	4
55	PTG05C	Riodacito Cataclástico	153,9	135,2	3,322	0,7871	1661	77	4
56	PT44	Tufo Dacítico	169,0	88,6	5,589	0,8281	1482	57	4
57	PT38	Riolito	57,9	28,26	5,985	0,8480	1606	50	4
58	7.320HB	Dacito	75,2	31,89	6,900	0,8607	1518	46	4
59	4.900HB	Riodacito	113,5	48,40	6,897	0,8669	1579	54	4
60	W251	Riolito	227,4	91,40	7,326	0,8792	1599	54	4

APÊNDICE 2. continuação

61	PT21AB	Riolito	156,5	31,19	14,89	1,059	1600	44	4
62	7.050HB	Riolito	129,7	19,10	20,59	1,188	1578	47	4
63	7.050HB	Riolito	132,2	17,70	22,72	1,220	1524	49	4
64	PT21AA	Riolito	159,5	19,71	24,38	1,247	1497	38	4
65	CB55	Riolito	204,3	10,98	60,96	2,041	1475	35	6
66	CB36	Riolito	248,0	8,38	108,9	3,450	1695	45	6
67	CB34	Riolito	230,5	5,23	178,6	4,762	1525	45	6
68	PT10B.2	Riolito	180,7	12,00	47,40	1,798	1542	36	4
69	CB39	Riolito	174,7	11,66	48,13	1,817	1555	35	6
70	CB56	Riolito	179,5	11,78	49,24	1,884	1610	35	6
71	CB37	Riolito	226,8	7,12	121,0	3,871	1755	50	6
72	TP10	Riolito	260,5	27,4	28,95	1,232	1227	39	4
73	AM7	Riolito	-	-	2,820	0,7709	-	-	2
74	AM32	Riolito	-	-	7,010	0,8608	1511	45	2
75	AM122	Riolito	-	-	6,140	0,8472	1574	47	2

APÊNDICE 2. continuação

Vulcânicas Traíra

76	TRHN26.1	Dacito	96,90	130,0	2,166	0,7542	111	5	7
77	PT26D	Riolito	115,5	135,3	2,476	0,7641	111	5	7
78	PT26A	Riolito	116,3	52,8	6,465	0,8472	1429	49	7
79	PT03/SC-ED17	Riolito	112,0	49,9	6,599	0,8553	1482	56	9
80	PT26B	Riolito	193,7	33,8	17,20	1,077	1436	42	7

Vulcânicas São Lourenço

81	PT45IF	Riodacito	94,8	211,9	1,298	0,7472	-	-	8
82	PT45IA	Riodacito	153,0	174,5	2,548	0,7658	-	-	8
83	PT45IC	Riodacito	182,8	164,7	3,235	0,7741	1136	86	8
84	PT45IB	Riodacito	195,0	142,3	3,991	0,7870	1138	65	8
85	PT45ID	Riodacito	212,9	124	5,021	0,8088	1198	54	8
86	AJI38	Riodacito	167,5	82,4	5,94	0,8080	1206	36	9
87	JG70	Riodacito	157,6	47,2	9,82	0,8644	1002	30	9

APÊNDICE 2. continuação

88	SR62C	Riolito	225,0	53,6	12,37	0,9074	1027	24	10
89	MSL4	Riolito	-	-	77,00	2,040	1166	35	2
90	1153CR61	Riolito	-	-	5,744	0,8165	1139	42	8
91	CSF3	Riodacito	98,6	82,1	3,501	0,7770	1106	62	11
92	CSF4	Brecha vulcânica	113,8	72,3	4,591	0,7815	911	43	11
93	CSF5	Brecha vulcânica	139,2	55,5	7,370	0,8706	1379	38	11

* Todas as determinações foram efetuadas em rocha total

** Idade convencional utilizando-se $\lambda = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$ e $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}) = 0,705$. Para as vulcânicas Traíra e São Lourenço foram usadas respectivamente 0,710 e 0,720.

*** Referências

1. BASEI e TEIXEIRA, 1975	6. CORDANI e MANTOVANI, 1976
2. AMARAL, 1974	7. TASSINARI e TEIXEIRA, 1976
3. TEIXEIRA, BASEI e TASSINARI, 1976	8. LEAL ET AL (no prelo)
4. BASEI, 1974	9. HAMA, 1975
5. DOCEGEO, dados inéditos	10. BARRETO ET AL (inédito)
	11. CARTA DO BRASIL- FOLHA RIO APA
(em preparação)

Fig. 14- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DATADAS

Fig. 15 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DAS PROVÍNCIAS RADIOMÉTRICAS E DOS CONJUNTOS VULCANO - SEDIMENTARES DA REGIÃO AMAZÔNICA