UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO GEOCRONOLÓGICA DA
REGIÃO AMAZÔNICA DA VENEZUELA**

Fernando José Barrios

Orientador: Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Geologia Geral e de Aplicação

São Paulo
1983

19
217

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004608

CARACTERIZAÇÃO GEOCRONOLÓGICA DA
REGIÃO AMAZÔNICA DA VENEZUELA

Fernando José Barrios

Orientador: Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	<u>Dr. Umberto G. Cordani</u>	<u>U. Cordani</u>
Examinadores:	<u>Dr. Benjamim Bley de B. Neves</u>	<u>Benjamim Bley de B. Neves</u>
	<u>Dr. Jorge S. Bettencourt</u>	<u>Jorge Silva Bettencourt</u>

São Paulo
1983

ÍNDICE

RESUMO

CAPÍTULO I	- INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II	- MÉTODOS EXPERIMENTAIS	6
1.	Método Potássio-Argônio	6
2.	Método Rubídio-Estrôncio	8
3.	Método Urânio-Chumbo	12
CAPÍTULO III	- GEOLOGIA REGIONAL DO CRÁTON AMAZÔNICO	15
1.	Caracterização Geotectônica do Cráton Amazônico	15
2.	Províncias geocronológicas do Embasamento do Cráton Amazônico.	19
CAPÍTULO IV	- DOMÍNIOS PETROTECTÔNICOS DO TERRITÓRIO FEDERAL AMAZONAS DA VENEZUELA E ÁREAS CIRCUNVIZINHAS.	26
1.	Considerações sobre a sistemática proposta por Mendoza et.al. (1977).	26
2.	Domínio Petrotectônico Ventuari no Território Amazonas de Venezuela: Caracterização.	29
3.	Domínio Petrotectônico Casiquiare: Caracterização Sucinta.	34
4.	Domínio Petrotectônico Siapa no Território Amazonas de Venezuela: Caracterização Resumida.	36
5.	Geologia da Região Sudoeste do Estado Bolívar Venezuela.	37
6.	Geologia Regional da área noroeste do Território Federal de Roraima, no Brasil.	38
7.	Geologia da Parte Setentrional do Estado de Amazonas do Brasil.	39
8.	Geologia da Parte Oriental da Amazônia Colombiana.	40

1. Sistemática Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircões para os gnaisses do Orinoco-Parú-Ventuari (Domínio Petrotectônico Ventuari). 43
2. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas plutônicas do Orinoco-Ventuari-Parú (Domínio Ventuari) 49
3. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas gnáissicas e vulcano-plutônicas do alto Orinoco (Domínio Ventuari). 51
4. Sistemática Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircões, para os granitos anorogênicos do Domínio Ventuari. 56
5. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico-gnáissicas da bacia do rio Atabapo (Domínio Petrotectônico Casiquiare). 64
6. Sistemática Rb-Sr em rocha total para rochas granítico-gnáissicas da bacia do Casiquiare-Rio Negro - (Domínio Casiquiare). 67
7. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico-gnáissicas do rio Siapa (Domínio Petrotectônico Siapa). 74
8. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico-gnáissicas do alto rio Caura (Estado Bolívar, Venezuela). 74
9. Sistemática Rb-Sr em rocha total para rochas do setor setentrional do Estado do Amazonas, Brasil. 79
10. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas do setor noroeste do Território Federal de Roraima, Brasil. 88
11. Sistemática Rb-Sr em rocha total, para amostras do setor oriental da Amazônia Colombiana. 88
12. Sistemática K-Ar. 91
 - 12.1. Sistemática K-Ar para as rochas regionais. 97

12.1.a. Idades maiores que 1700 m.a.	97
12.1.b. Idades compreendidas entre 1400 e 1600 m.a.	99
12.1.c. Idades compreendidas entre 1200 e 1400 m.a.	100
12.1.d. Idades menores que 1200 m.a.	101
12.2. Idades K-Ar em rochas vulcânicas anorogênicas (extrusivas ácidas, diques básicos e maciços alcalinos).	101
 CAPÍTULO VI - EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA REGIONAL	 103
1. Evolução crustal da região localizada ao nordeste do Rio Orinoco.	103
2. Evolução crustal da região localizada ao sudoeste do Rio Orinoco.	105
3. Eventos de vulcano-plutonismo anorogênico.	106
4. Reativações tectônicas com intrusões de diques de diabásio e maciços alcalinos.	108
 AGRADECIMENTOS	 112
 BIBLIOGRAFIA	 114

FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de localização da área em estudo.	3
FIGURA 2 - Mapa de localização das amostras datadas	5
FIGURA 3 - Unidades Geotectônicas maiores da América do Sul.	16
FIGURA 4 - Províncias Geocronológicas-Estruturais da região Amazônica.	22
FIGURA 5 - Províncias Petrotectônicas do Território Amazonas, Venezuela.	27
FIGURA 6 - Domínios Petrotectônicos do Território Amazonas, Venezuela.	31
FIGURA 7 - Isócrona Rb-Sr de referência dos gnaisses do Orinoco-Ventuari-Parū.	45
FIGURA 8 - Diagrama Concórdia dos gnaisses de Macabana.	47
FIGURA 9 - Diagrama Concórdia dos gnaisses de Minicia.	47
FIGURA 10 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência das rochas plutônicas do Orinoco-Ventuari-Parū.	52
FIGURA 11 - Diagrama isocrônico de gnaisses e vulcano-plutônicas do Alto Orinoco.	55
FIGURA 12 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para o Granito do Parguaza.	60
FIGURA 13 - Diagrama Concórdia para o Granito do Parguaza.	62
FIGURA 14 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência dos granitos anorogênicos do Domínio Ventuari, Venezuela.	63

FIGURA 15 - Diagrama Rb/Sr isocrônico de referência das rochas granítico-gnâissicas regionais do rio Atabapo.	66
FIGURA 16 - Isôcrona Rb/Sr dos granitóides tonalíticos do rio Atabapo.	68
FIGURA 17 - Isôcrona do Granito do Atabapo.	69
FIGURA 18 - Diagrama isocrônico de referência das rochas granítico-gnâissicas da Bacia Casiquiare-Rio Negro.	72
FIGURA 19 - Isôcrona do Granito de São Carlos.	73
FIGURA 20 - Isôcrona de referência das rochas granítico-gnâissicas regionais do Domínio Siapa, Venezuela.	76
FIGURA 21 - Isôcrona de referência dos gnaisses do Alto Caura, Estado Bolívar.	78
FIGURA 22 - Isôcrona de referência das rochas vulcano-plutônicas do alto Caura, Estado Bolívar.	80
FIGURA 23 - Diagrama isocrônico das rochas granítico-gnâissicas regionais do norte do Estado do Amazonas, Brasil.	82
FIGURA 24 - Diagrama isocrônico Rb/Sr para os biotita granitóides a titanita do alto Rio Negro.	83
FIGURA 25 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os granitóides a duas micas do norte do Estado do Amazonas, Brasil.	85
FIGURA 26 - Diagrama isocrônico de referência dos granitóides a duas micas do norte do Estado do Amazonas, Brasil.	86

FIGURA 27 - Diagrama isocrônico Rb/Sr para o vulcanismo <u>ácido</u> a intermediário da região Alto Rio Negro.	87
FIGURA 28 - Diagrama isocrônico Rb/Sr de referência para os granitos anorogênicos de Surucucu.	90
FIGURA 29 - Mapa de localização das Idades K/Ar das rochas regionais.	95
FIGURA 30 - Mapa de localização das rochas vulcânicas anoro <u>gênicas</u> .	96
FIGURA 31 - Histograma de frequência de idades K/Ar das ro <u>chas</u> regionais.	98
FIGURA 32 - Províncias Geocrono-estruturais da <u>área</u> estudada.	104

TABELAS

TABELA I - Dados analíticos Rb/Sr dos gnaisses do Orinoco-Ventuari-Parú.	44
TABELA II - Dados analíticos U/Pb dos gnaisses do Orinoco-Ventuari-Parú.	48
TABELA III - Dados analíticos Rb/Sr das rochas plutônicas do Orinoco-Ventuari-Parú.	50
TABELA IV - Dados analíticos Rb/Sr dos gnaisses e rochas vulcano-plutônicas do alto Orinoco.	54
TABELA V - Dados analíticos Rb/Sr referentes aos granitos anorogênicos do Domínio Ventuari.	58
TABELA VI - Dados analíticos U/Pb em zircões do Granito do Parguaza.	59
TABELA VII- Dados analíticos Rb/Sr referentes as rochas granítico-gnáissicas do rio Atabapo.	65
TABELA VIII- Dados analíticos Rb/Sr das rochas granítico - gnáissicas da bacia do Casiquiare-Rio Negro.	71
TABELA IX - Dados analíticos Rb/Sr das rochas granítico - gnáissicas do Siapa.	75
TABELA X - Dados analíticos Rb/Sr das rochas granítico - gnáissicas do Caura (Estado Bolívar).	77
TABELA XI - Dados analíticos Rb/Sr das rochas do norte do Estado de Amazonas, Brasil.	81
TABELA XII - Dados analíticos Rb/Sr das rochas do setor no	

roeste do Território Federal de Roraima, Bra- sil.	89
TABELA XIII - Dados analíticos K/Ar para as rochas regio - nais.	92
TABELA XIV - Idades K/Ar das rochas vulcânicas anorogêni- cas.	93
TABELA XV - Quadro Comparativo de amostras com idades Rb/Sr e K/Ar.	94

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Nos últimos quinze anos os conhecimentos geológicos da região amazônica evoluíram muito, ao ponto tal que na atualidade já existem cartas geológicas ao milionésimo da maior parte das porções brasileira e colombiana, enquanto que na Venezuela foram completados levantamentos geológicos em escala 1: 500.000.

No Brasil as pesquisas geológicas foram coordenadas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral do Ministério das Minas e Energia, através da execução do Projeto RADAMBRASIL, enquanto que na Colômbia foram efetuadas pelo PRORADAM E INGEOMINAS. Na Venezuela essas pesquisas foram realizadas pela Comissão para o Desenvolvimento do Sul (CODESUR) e pela Divisão de Explorações Geológicas do Ministério das Minas e Energia (MEM). Essa última entidade, levando em consideração a importância da geocronologia na interpretação geológica de áreas precambrianas, realizou, entre 1976 e 1978, programas de reconhecimento geocronológico de quase todo o Território Federal Amazonas da Venezuela. Tais investigações foram efetuadas em cooperação com o Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da Universidade de São Paulo (USP), Brasil, e com o Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) dos Estados Unidos da América (USA).

O objetivo fundamental deste estudo concentra-se na caracterização geocronológica do Território Federal Amazonas da Venezuela e das áreas circunvizinhas (Brasil e Colômbia). Conta-se para isto com mais de trezentas datações geocronológicas, obtidas por diferentes métodos, em rochas dessa região. Neste trabalho será feita uma interpretação e/ou reinterpretação das análises isotópicas existentes em função dos eventos geológicos e unidades geotectônicas maiores que foram reconhecidos na re-

gião amazônica. A integração dos dados geocronológicos servirá para definir as principais províncias petrotectônicas e/ou geocrono-estruturais e, posteriormente será elaborado o modelo geológico que melhor se ajuste ao contexto global do Cráton Amazônico. A razão principal pela qual foi escolhida a área acima referida reside no fato de existirem dados de campo que indicam a possível presença nessa região do limite entre duas províncias geotectônicas maiores.

A região motivo deste estudo, do ponto de vista geológico, constitui parte integrante da Plataforma Brasileira (Almeida, 1967), situando-se na porção setentrional do Cráton Amazônico (Almeida et al, 1976). A área em discussão posiciona-se entre os paralelos 01º de latitude sul e 06º de latitude norte, e entre os meridianos 63º e 71º de longitude oeste. Na Venezuela ocupa tudo o Território Federal do Amazonas e parte do Estado Bolívar; no Brasil compreende partes do Território Federal de Roraima e do Estado do Amazonas enquanto que na Colômbia abrange quase toda a região amazônica (figura 1).

Os rios principais que drenam a área em estudo são o Orinoco, Ventuari, Casiquiare, Siapa, Negro, Caura e Paragua no território venezuelano; o setor brasileiro é banhado pelos rios Uaupés, Içana, Negro, Catrimani, Mucajaí, Uraricoera, Parima, Traíra, Tiquié e Içã enquanto que a área colombiana é afetada pelos cursos dos rios Vaupés, Guainía, Guaviare, Vichada, Inirida, Apaporis, Cuduyarí e Piraparaná.

A porção ocidental da área é caracterizada pelo seu relevo quase totalmente arrasado, aparecendo as vezes alguns remanescentes isolados de rochas metassedimentares e graníticas; o setor oriental, pelo contrário, é muito acidentado, ocorrendo algumas elevações superiores a 2000 metros. A maior parte da região em estudo é densamente selvática e alagadiça, fatores esses que combinados à forte alteração meteórica, provocam mascaramento das relações de campo; por tal razão, quando elas existem, não são contínuas, sendo que geralmente desaparecem entre aflo-

Fig.1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.

ramentos.

Foram utilizadas na interpretação geológica da região 277 determinações geocronológicas efetuadas pelo método Rb/Sr, 76 pelo método K/Ar e 16 pelo método U/Pb. Os dados analíticos relativos a estas datações aparecem distribuídos em várias tabelas, enquanto que a localização geográfica das amostras analisadas pode ser vista na figura 2. Verifica-se que as amostras datadas foram coletadas ao longo dos rios que drenam a área e nos seus tributários, nas principais estradas que existem na região e com a ajuda de helicópteros em áreas de acesso difícil.

O autor deste trabalho integrou a equipe de geólogos do Ministério das Minas e Energia da Venezuela que realizou as pesquisas geológicas do Território Amazonas; como tal teve a possibilidade de participar, direta ou indiretamente, na maioria dos estudos geológicos efetuados nessa região. Além disso, participou das comissões que fizeram os estudos de reconhecimento geocronológico, e trabalhou na preparação e análise da maioria das amostras datadas.

CAPÍTULO II

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

As análises isotópicas apresentadas neste trabalho foram obtidas pelos métodos geocronológicos Rb/Sr, K/Ar e U/Pb em amostras de rocha total e em minerais separados.

Os resultados K/Ar, assim como grande parte das análises Rb/Sr foram efetuados nos laboratórios do CPGeo da USP (Basei e Teixeira, 1975; Basei, 1977; Teixeira, 1978; Tassinari et.al., 1978; Barrios e Rivas, 1978 a e b; Cordani et.al., 1979; Tassinari, 1981). As determinações U/Pb e grande número de análises Rb/Sr foram feitas nos laboratórios do MIT (Olszewski Jr. et.al., 1977; Gaudette et.al., 1977; Gaudette et.al., 1978; Gaudette e Olszewski Jr., 1981) enquanto que uma quantidade relativamente pequena de datações Rb/Sr e K/Ar foram obtidas no ZWO de Amsterdam, Holanda (Priem et.al., 1978). Nos itens que se seguem serão abordados alguns aspectos interpretativos relativos aos métodos K/Ar, Rb/Sr e U/Pb, dando-se ênfase aos aspectos operacionais do laboratório de São Paulo, em relação aos métodos K/Ar e Rb/Sr, onde a maioria das determinações foi realizada pessoalmente pelo autor deste estudo.

1. Método Potássio-Argônio

O método de datações K/Ar fundamenta-se no esquema de decaimento do isótopo radioativo K^{40} ao isótopo radiogênico Ar^{40} . Para datar sistemas naturais (minerais e rochas) pelo método citado é preciso que: a) o material datado contenha potássio em quantidades mensuráveis com precisão; b) o argônio radiogênico retido no sistema seja factível de medição quantitativa precisa; c) a quantidade de argônio primário no sistema seja mínima ou nula e d) o esquema de decaimento $K^{40} - Ar^{40}$ permaneça

sem modificações, isto é, não experimente ganhos e/ou perdas de Ar e K em época posterior ao evento a ser datado.

As condições a, b e c na maioria dos casos não apresentam problemas já que existem minerais potássicos (micas, feldspatos, anfibólios) que retêm nos seus retículos muito pouco ou quase nada de argônio primário, armazenando, pelo contrário, quantidades de argônio radiogênico medíveis com precisão; além disso na atualidade existem técnicas de medição (diluição isotópica, por exemplo) que permitem detectar quantitativamente grande número de elementos químicos ao nível de partes por bilhão (ppb).

As principais dificuldades referem-se à condição de sistema fechado do sistema químico K/Ar: o argônio é um gás inerte que pode difundir-se através dos sólidos; esse processo é facilitado pela temperatura a qual é submetido o sistema no ambiente geológico no qual reside; a experiência geocronológica tem permitido a inferência de um intervalo de temperaturas relativamente pequeno, característico para cada mineral, através do qual passa-se da perda completa do argônio radiogênico para a retenção total; foi denominada temperatura de bloqueio, sendo que ela muda de um mineral para outro, alcançando valores mais altos naqueles mais retentivos; a temperatura de fecho dos anfibólios e de alguns plagioclásios, por exemplo, é maior que a temperatura do fecho das micas.

Em conclusão pode-se dizer que, do ponto de vista físico, as idades K/Ar representam a época na qual começou a retenção quantitativa do argônio radiogênico; por tanto, as mesmas devem ser consideradas como idades mínimas ou de resfriamento. Esse fator, longe de limitar ao método, permite pelo contrário que ele seja utilizado numa grande variedade de situações geológicas; uma amostragem adequada, por exemplo, pode permitir o esboço da história termal de rochas metamórficas e plutônicas de resfriamento lento. De outra parte, a homogeneidade regional das idades obtidas em biotitas extraídas de amostras de áreas cratônicas e orogênicas pode ser utilizada para delimitar províncias estruturais

e/ou geocronológicas.

As determinações geocronológicas K/Ar efetuadas no CPGeo e no ZWO aparecem nas tabelas respectivas deste texto. Detalhes das técnicas empregadas em São Paulo acham-se descritas em Amaral et.al.(1966) e Kawashita et.al.(1974); as técnicas utilizadas no ZWO de Holanda são descritas por Priem et.al.(1978).

Em São Paulo, no CPGeo, as análises espetrométricas, foram feitas em aparelho Nuclide, tipo Reynolds, de fonte gasosa, cujas características são descritas por Kawashita et.al. (op. cit.). Os resultados obtidos foram tratados analiticamente num computador Burroughs 6500 do Centro de Computação Eletrônica(CCE) da USP, utilizando-se o programa DARGON estabelecido por Kawashita (1972). Neste laboratório, as determinações K/Ar estão sujeitas a um erro experimental de aproximadamente 3%, valor este que pode chegar até a 10% quando a concentração de potássio é muito pequena, ou a contaminação com argônio atmosférico é elevada.

As constantes utilizadas nos cálculos analíticos foram as recomendadas por Steiger e Jäger (1978), achando-se relacionadas abaixo:

$$\lambda_B = 0.496 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{tot}} = 0.581 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\% \text{atm. de } K^{40} \text{ em } K^{\text{tot.}} = 0.1167$$

$$\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{36} = 295.5$$

$$K^{39} = 93.258\%$$

2. Método Rubídio-Estrôncio

O método de datações Rb/Sr baseia-se no decaimento

radioativo do isótopo Rb^{87} ao isótopo radiogênico Sr^{87} . Constitui-se num dos métodos geocronométricos de maior sucesso já que pode ser utilizado com relativo êxito na datação de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Além disso, a ubiquidade do rubídio permite que possa ser aplicado em grande variedade de materiais (minerais e amostras de rocha total).

As idades Rb/Sr obtidas em minerais micáceos são mínimas, ou de resfriamento, e para todos os efeitos podem ser consideradas equivalentes às idades K/Ar . Tal questão deve-se fundamentalmente ao fato do estrôncio poder escapar-se, com relativa facilidade, dos retículos minerais das micas, que não lhe são favoráveis.

As idades obtidas em amostras pulverizadas de rocha total, que geralmente são maiores que as obtidas em minerais, quase sempre representam a época de formação da rocha datada. Isto é devido ao fato de o estrôncio radiogênico sair de uns minerais e entrar em outros, redistribuindo-se ao nível de rocha total. Assim, a escolha do tamanho adequado da amostra a ser datada é premissa fundamental para garantir a condição de fechamento do sistema químico Rb/Sr . Alguns autores (Moorbath, 1975; Cordani, 1980) consideram que amostras de mão, cujo tamanho seja dez vezes maior ao maior mineral visível, são suficientes para garantir tal premissa.

Os dados analíticos obtidos em rocha total, de várias amostras cogenéticas, possibilitam a determinação da época real de formação da unidade litológica através do uso de diagramas isocrônicos. Tal método foi inicialmente proposto por Compston e Jeffery (1959) e posteriormente modificado por Nicolaysen (1961). Baseia-se numa solução matemática da equação que permite determinar a quantidade de estrôncio radiogênico acumulado em sistemas naturais que contêm rubídio, a saber:

$$(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_m = (\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i + \text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}(e^{\lambda t} - 1)$$

onde $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_m$ mede-se diretamente no material a ser datado ; $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$ é a composição isotópica inicial do estrôncio no sistema; $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ é medido ou calculado a partir dos teores de rubídio e estrôncio do material; λ é a constante de desintegração do Rb^{87} e " t " representa a idade do material.

A equação anterior, na forma que está escrita, é do tipo $Y = b + a X$, onde $Y = (\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_m$; $b = (\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$; $a = (e^{\lambda t} - 1)$ e $X = \text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$. Quando os valores medidos em amostras de rocha total são plotados num sistema de coordenadas retangulares, obtem-se uma linha reta, denominada "isôcrona" (Compton e Pidgeon, 1962). O coeficiente angular dessa reta é proporcional à idade do sistema, enquanto que o intercepto com o eixo das ordenadas produz a relação inicial do estrôncio. Cabe assinalar que a dita solução é válida somente quando as amostras de rocha pertencem seguramente à mesma unidade litológica e foram formadas durante o mesmo processo petrogenético; só neste caso devem ter idade e razão inicial do estrôncio idênticas.

O valor da razão inicial do estrôncio do sistema datado é um parâmetro petrogenético muito importante, que funciona como indicador do tipo de material do qual foi derivado tal sistema; por exemplo, pode-se inferir a partir de tal relação se uma rocha magmática foi originada a partir de processos de diferenciação de material do manto, ou então se formou a partir de rochas com longa vivência crustal.

Os dados analíticos das determinações Rb/Sr que se apresentam neste estudo aparecem nas várias tabelas que serão discutidas no texto; uma descrição das técnicas empregadas no CPGeo, na preparação e análises pelo método supracitado aparecem em Kawashita et.al. (op.cit.). Em resumo, as amostras datadas foram trituradas e pulverizadas, a frações inferiores aos 200 mesh, em moinhos de mandíbula e de bolas de tungstênio, respectivamente; o material foi analisado por fluorescência de raios X segundo metodologia desenvolvida no CPGeo, cujos detalhes também aparecem em Kawashita et.al.(op.cit.). Dessa forma, são obtidas as

concentrações aproximadas de rubídio e estrôncio, as quais são utilizadas para seleção das amostras com vistas à construção de isócronas. Para estas, a fim de obter as concentrações precisas de Rb e Sr, foram feitas análises quantitativas por raios X sempre que as concentrações de rubídio e estrôncio situaram-se entre 50 e 500 ppm; para valores fora desse intervalo foi utilizada a técnica de diluição isotópica. Aspectos relacionados com as técnicas empregadas no MIT e no ZWO aparecem descritos em Gaudette et.al. (1977), Olszewski Jr. et.al. (1977) e Priem et.al. (1978) respectivamente.

No CPGeo, as amostras a serem analisadas espectrometricamente, são atacadas quimicamente segundo a metodologia seguinte (Kawashita et.al, op.cit.): 0.3 gramas de amostra são pesados em cápsulas de teflon ou platina previamente descontaminadas; posteriormente são dissolvidos numa mistura de HF e HClO₄ e evaporados até a secura; o resíduo obtido é diluído numa solução de HCl 2.66 N e transferido para uma coluna de troca iônica onde são eliminados aqueles elementos que inibem a emissão do rubídio e estrôncio. As frações recuperadas são evaporadas até a secura, e os resíduos secos representam extratos puros de rubídio e estrôncio que estão prontos para serem analisados no espectrômetro de massas. As análises espectrométricas foram efetuadas em aparelho VARIAN MAT TH5, de fonte sólida, ao qual foi acoplado recentemente um computador HP9825B; as características do equipamento aparecem descritas em Torquato (1974).

No CPGeo as idades são calculadas no computador acoplado ao espectrômetro, ou no computador Burroughs 6500 do CCE da USP. As idades convencionais foram determinadas utilizando-se os programas DRBSR e DRSRN desenhados por Kawashita (op.cit.) e modificados por I. Sonoki. As isócronas foram obtidas segundo as equações de regressão de York (1966), as quais foram adaptadas e desenvolvidas no programa DISODY (Kawashita, op.cit.) que permite encontrar a melhor reta e o índice de correlação entre os diversos pontos.

Os dados analíticos Rb/Sr apresentados neste trabalho foram calculados com as constantes recomendadas por Steiger e Jäger (op.cit.), relacionadas abaixo:

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

$$(\text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87})_{\text{N}} = 2.6039 \pm 0.0047$$

$$(\text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87})_{\text{S}} = 0.01861 \pm 0.00003$$

$$q_{\text{S}} \text{Rb}^{87} = 0.03198 \pm 0.00004 \text{ mol/gr.}$$

No CPGeo, os erros experimentais são da ordem de 3% para as relações $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ e de 0,3% para as razões isotópicas $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$.

Em vários casos foram usadas isócronas de referência; tais diagramas não são mais que linhas de referência com idades e razões iniciais pré-fixadas que permitem visualizar o posicionamento dos pontos analíticos Rb/Sr de amostras de rochas que aparecem distribuídas numa ampla área geográfica; nesses casos geralmente desconhece-se se as amostras tratadas no diagrama são cogenéticas. O valor da razão inicial do estrôncio, em combinação com os parâmetros estatísticos que avaliam a qualidade da reta (MSWD), podem indicar se a isócrona de referência representa (ou não) a época de atuação de algum processo petrogenético regional, formador de rochas, e geologicamente significativo.

3. Método Urânio-Chumbo

Os isótopos naturais do urânio dão lugar, por emissão de partículas alfa e beta, a duas séries de desintegração radioativas que se iniciam com os isótopos U^{238} e U^{235} e terminam com os isótopos radiogênicos estáveis Pb^{206} e Pb^{207} , respectivamente. Esses esquemas de decaimento tem-se mostrado como relógios geológicos muito eficientes, transformando-se na base de sustentação do método geocronométrico U/Pb.

As idades calculadas pelos métodos independentes $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ e $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ teoricamente deveriam ser iguais; em 90% dos casos práticos entretanto acontece o contrário, podendo ser demonstrado em muitas ocasiões que tal questão ocorre pelo fato dos materiais analisados não serem sistemas químicos fechados. Para que um material natural forneça idades U/Pb geologicamente significativas é preciso que, além de conter urânio, retenha quantitativamente os radionuclídeos e seus produtos, e que as séries de desintegração mantenham-se em equilíbrio radioativo. Existem vários materiais, que cumprem razoavelmente com esses requisitos; o mais utilizado porém, é o zircão, porque tem a vantagem com relação aos outros de ser um mineral acessório comum na maioria das rochas, e ser altamente resistente a ação de processos intempéricos e metamórficos. Amostras de rocha total, pelo contrário, são pouco utilizadas, pelo fato do urânio ser um elemento muito móvel em ambientes oxidantes.

Os dados analíticos U/Pb geralmente são tratados num diagrama chamado "Concórdia" (Wetherill, 1956a) o qual representa o lugar geométrico dos pontos analíticos para os quais as idades $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ e $\text{Pb}^{207}/\text{U}^{235}$ são iguais. Muitos estudos efetuados pelo método U/Pb em minerais uraníferos diversos (ver por exemplo York e Farquhar, 1972; Faure, 1977; Jäger e Hunziker, 1979) têm mostrado que, salvo raras exceções, os pontos analíticos situam-se fora da curva, formando quase sempre arranjos lineares que interceptam a curva Concórdia em dois pontos: o superior, que representa a época de cristalização do material datado, e o inferior que indica muitas vezes a época em que ocorreu significativa perda de chumbo radiogênico. Existem vários modelos que tentam explicar o significado da interceptação inferior; os mais conhecidos são o de perdas episódicas de chumbo proposto por Wetherill (1956 b) e o de difusão contínua de Tilton (1960). Maiores detalhes destes e outros modelos pouco conhecidos aparecem em Faure (op.cit.) e Jäger e Hunziker (op.cit.).

A morfologia dos zircões é frequentemente utili-

zada como indicador do tipo de processo formador da rocha em estudo. Em rochas metamórficas, por exemplo, aparecem zircões arredondados e subedrais que sugerem uma origem detrítica para os mesmos; noutros casos, tanto em metassedimentos como em meta-ígneas ocorrem zircões zoneados e com sobrecrecimentos que indicam recristalizações sucessivas. A interpretação das idades U/Pb muda em função da morfologia dos zircões, bem como da situação geológica, e do tipo de rocha; quando são datadas rochas ígneas, por exemplo, os pontos analíticos definem cordas cujo intercepto superior com a Concórdia fornece a época de cristalização primária e/ou de recristalização metamórfica do mineral datado.

Cumprе assinalar que a idade dos zircões extraídos de uma rocha qualquer não coincide necessariamente com a época de formação da mesma; isto é devido ao fato dos zircões serem materiais altamente refratários que podem sobreviver inclusive a processos de fusão de materiais pré-existentes.

Os resultados U/Pb que são discutidos neste trabalho aparecem na tabela 2 e 6 ; a preparação e análise das amostras foi feita no MIT (USA). Os detalhes referentes a preparação, análise e instrumental utilizado encontram-se em Olszewski Jr. et.al. (op.cit.), Gaudette et.al. (op.cit.) e Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.).

CAPÍTULO III

GEOLOGIA REGIONAL DO CRÂTON AMAZÔNICO

O termo "Crâton Amazônico" foi utilizado por Almeida et.al. (op.cit.) para designar a maior unidade geotectônica Sin-Brasiliana que forma parte da Plataforma Brasileira (Almeida, 1967). Consideram os autores citados que tal unidade está constituída por um megabloco antigo, contornado por faixas dobradas, cujo embasamento consolidou-se em tempos prebrasilianos. O crâton teria como limites, segundo os autores citados, a faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia ao sul e sudeste, a faixa Andina ao oeste e noroeste e o Oceano Atlântico ao norte e nordeste (figura 3).

1. Caracterização Geotectônica do Crâton Amazônico

O substrato do Crâton Amazônico aflora em duas grandes áreas que foram separadas de forma natural pela bacia do rio Amazonas: o Escudo das Guianas (Martin, 1968) no norte e o Craton do Guaporê no sul (Almeida, 1964). A porção setentrional tem sido indistintamente chamada, além do nome já citado, de Crâton Guianês (Issler et.al., 1974) e Província Estrutural Rio Branco (Almeida et.al., 1981). O setor meridional por seu lado, além do nome supra-referido, tem sido denominado Plataforma do Guaporê (Amaral, 1974) e Província Estrutural Tapajós (Almeida et.al., op.cit.).

O embasamento está integrado por complexos de rochas metamórficas e/ou polimetamórficas de médio a alto grau, que foram afetadas por deformação policíclica e/ou polifásica, granitização, migmatização, e metassomatismo. Estes conjuntos estão constituídos por gnaisses diversos, granulitos muitas vezes retrometamórficos, granitos e rochas afins, evidenciando

Fig. 3-UNIDADES GEOTECTÔNICAS MAIORES DA AMÉRICA DO SUL
(modificado de Cordani e Brito Neves, 1982).

histórias geológicas complexas, que se estendem em algumas regiões desde o Arqueano inferior. Estudos geocronológicos (Cordani et.al., 1979; Montgomery, 1979) têm mostrado que as rochas consideradas como embasamento apresentam idades que variam entre 3400 m.a. na borda nordeste, e 1100 m.a. no setor ocidental do cráton.

Repousando discordantemente e/ou às vezes intercaladas no "embasamento" cristalino aparecem seqüências de rochas supracrustais, de baixo grau metamórfico, que foram fortemente tectonizadas. As maiores exposições destas associações aparecem na borda nordeste do cráton, sendo que ocorrências isoladas existem em quase toda a região amazônica, recebendo denominações diversas segundo a área geográfica de exposição (Supergrupos Barama-Mazaruni e Pastora; Grupos Vila Nova, Grão Pará, Marowijne, Paramaca, Cauarane, Tunuĩ, Comemoração, São Ignácio; Formações La Esmeralda, Cinaruco, Guainia, La Pedrera e Piraparanã). Genericamente pode-se dizer que as ditas associações são integradas por metalavas básicas a ácidas, intercalações de metassedimentos pelíticos/ferríferos, complexos ultramáficos e conjuntos granítico-gnáissicos associados. Certos autores, baseados no tipo de tectônica, metamorfismo e associações litológicas, consideram que alguns destes conjuntos são do tipo "greenstone belt" (Gibbs e Olszewski Jr., 1982; Dougan, 1976; Moreno e Mendoza, 1975 b; Gonzalez de Juana et.al., 1980).

Discordantes acima do embasamento cristalino ou das seqüências supracrustais, ocorrem associações vulcano-sedimentares pouco ou nada tectonizadas e metamorfizadas; essas manifestações têm uma ampla distribuição no cráton, sendo que as maiores exposições aparecem em sua região central. Alguns destes conjuntos foram estudados por Basei (1977), considerando-os como associações "molassóides" que foram formadas ao final dos eventos tectonomagmáticos maiores reconhecidos na região amazônica.

As rochas vulcânicas são do tipo continental, com

afinidades calcoalcalinas (Mendoza, 1977), compreendendo riólitos, riodacitos, dacitos, andesitos subordinados e piroclásticas associadas. Essas rochas têm recebido denominações diversas (Surumú, Iricoumé, Irirí, Caicãra, Dalbana, etc.), sendo que nos mapas geológicos do Projeto RADAM estão incluídas no Grupo Uatumã. Estudos geocronológicos dessas efusivas forneceram um padrão geocronológico que varia entre 1900 e 1000 m.a. (Basei, op.cit.; Cordani et.al., op.cit.; Priem et.al., op.cit.), aparecendo as ocorrências mais jovens na borda ocidental do crãton.

As efusivas supracitadas frequentemente se associam com rochas plutônicas graníticas que apresentam o mesmo quadro geocronológico. As plutônicas aparecem sob formas e tamanhos diferentes, alcançando em algumas ocasiões enormes dimensões: composicional e texturalmente são variadas, predominando os termos granodioríticos, sieníticos e graníticos sensu stricto, muitas delas com textura rapakivi e mineralização de estanho. Do ponto de vista geotectônico, localizam-se preferencial e/ou marginalmente no interior das áreas afetadas pelo vulcanismo e ao longo ou na interseção de falhas; similarmente às efusivas, as quais geralmente intrudem, apresentam padrão geocronológico que varia entre 1800 a 1000 m.a..

As coberturas sedimentares, associadas as rochas vulcanoplutônicas supracitadas, intercalam-se ou sobrepõem-se nestas ou nas rochas mais antigas. São pacotes de sedimentos que não apresentam sinais de tectonismo/metamorfismo, constituindo corpos tabulares, horizontais a sub-horizontais, de quartzo-arenitos, que em alguns lugares atingem alturas acima de 3.000 metros. Exposições dessas coberturas aparecem tanto na região setentrional quanto na meridional (Roraima, Rio Fresco, Beneficente, Pacãas Novos, Caiabis). Estudos geocronológicos indiretos, efetuados em rochas básicas intrusivas e em intercalações de piroclásticas ácidas, revelaram que as seqüências são de idades diferentes entre si, indicando, em alguns casos, uma longa duração dos eventos deposicionais.

Sedimentação fanerozóica ocorre em todo o cráton amazônico, sendo possível inclusive que algumas das coberturas consideradas precambrianas, realmente sejam do Fanerozóico. Depósitos paleozóicos são escassos, restringindo-se a ocorrências isoladas na borda norte do cráton (Formações Hato Viejo e Carri-zal; ver Gonzalez de Juana et.al., op.cit., pág. 141-142) e ocidental (Formação Araracuara, Galvis et.al., op.cit., pág.61). Durante o Meso/Cenozóico formaram-se na borda ocidental do cráton as bacias pericratônicas de sedimentação dos Llanos e de Beni ; no interior do craton as manifestações sedimentares meso- cenozóicas, concentram-se no Graben de Takutu e em grandes áreas dos interflúvios Rio Branco-Uraricoera e Takutu-Surumu. Depósitos aluvionares recentes são encontrados em quase todos os rios que drenam a região amazônica.

Atividade magmática de natureza básico/ alcalina afetou o Cráton Amazônico em vários períodos da evolução geológica regional. As manifestações básicas aparecem sob forma de diques, sills, pequenos stocks e derrames enquanto que as rochas alcalinas apresentam-se em formas circulares, ovais e elipsoidais. As rochas básico/alcalinas são condicionadas por zonas de fraqueza tectônica que seccionam todo o cráton, sendo possível que essas rochas estejam diretamente ligadas à evolução geotectônica do embasamento, representando manifestações magmáticas terminais e cratogênicas de episódios tectonomagmáticos diferentes, ocorridos no precambriano (Teixeira, 1978). O magmatismo básico/alcalino do fanerozóico, segundo Teixeira (op.cit.), representa fenômenos ígneos ligados à abertura do Atlântico. O padrão geocronológico das rochas básico/alcalinas do cráton apresenta idades que variam entre 1950 m.a. e 120 m.a. (Teixeira, op.cit.; Cordani et.al., op.cit.).

2. Províncias Geocronológicas do Embasamento do Cráton Amazônico

Estudos geocronológicos efetuados por diversos

métodos geocronométricos, em diversas rochas do cráton amazônico, foram de primordial importância na interpretação da evolução geotectônica dessa entidade. Esses trabalhos têm permitido reconhecer a maioria dos eventos geológicos acontecidos nessa megaporção da Plataforma Brasileira, sendo possível um melhor posicionamento das unidades geológicas que a integram.

Foi justamente a partir de estudos geocronológicos que vários autores (Amaral, 1974; Basei, 1974, 1977; Mendoza, 1973; Gaudette et. al., 1977; Priem et.al., op.cit.) perceberam que, de um modo geral, as idades das formações geológicas que constituem o cráton diminuem na direção nordeste-sudoeste. Estudos geocronológicos foram também os fundamentos pelos quais Basei (1977), Teixeira (1978), Cordani et.al. (op.cit.), Tassinari (1981) e Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) elaboraram esquemas geoevolutivos do cráton e de suas províncias.

Tendo em vista o caráter deste estudo, baseado fundamentalmente em dados geocronológicos e em parâmetros similares aos empregados pelos autores supracitados, é preciso na opinião do autor, descrever os aspectos principais das investigações por eles estudadas.

Basei (op.cit.), baseando-se na análise de várias centenas de datações isotópicas de rochas da região amazônica, dividiu o cráton em quatro províncias radiométricas: Transamazônica (2200-1800 m.a.), Juruena-Rio Negro (1700-1500 m.a.), Rondoniana (1400-1200 m.a.) e Brasiliana (600-500 m.a.). Tal autor considerou que as províncias propostas apresentavam padrão estrutural coerente em toda a sua extensão e idades distribuídas num intervalo de tempo definido, representando portanto, a infraestrutura de faixas móveis (segundo definição de Anheusser, 1969) precambrianas desenvolvidas em episódios tectonomagmáticos diferentes. Acrescenta Basei (op.cit.) que o vulcanismo ácido/intermediário que afeta essas províncias junto com as coberturas sedimentares associadas, deve ser considerado como "molassóide" que representa os estágios finais dos processos formadores das pro-

víncias supracitadas.

Cordani et.al. (op.cit.) apoiando-se em estudos geocronológicos, geológicos e petrológicos, elaboraram um modelo de evolução geotectônica do Cráton Amazônico similar aos que foram propostos para a evolução geológica de África, Canadá e Austrália. Segundo esse esquema o Cráton deve ser considerado como resultado do desenvolvimento de três cinturões móveis precambrianos (Maroni-Itacaiúnas, 2200-1800 m.a.; Rio Negro-Juruena, 1700-1400 m.a.; Rondoniano, 1400-1000 m.a.) ao redor de um fragmento estável antigo (Província geocronológico-estrutural Amazônia Central (figura 4). Os autores citados separaram da província Transamazônica de Basei (op.cit.) o núcleo da província Amazônia Central, distinguindo-a da faixa móvel Maroni-Itacaiúnas pela sua clara vocação cratônica desde tempos muito antigos e pelo padrão estrutural diferente.

A província Amazônia Central, segundo Cordani et.al.(op.cit.), está integrada por blocos tectônicos separados por grandes zonas de falhas, tendo como característica a sua vocação cratônica, fato esse evidenciado pelas extensas coberturas sedimentares sobrepostas nela. Acreditam os autores citados que o vulcanoplutonismo que ocorre nessa província representa atividade magmática reflexa, provocada pelo desenvolvimento das faixas móveis citadas enquanto que o magmatismo básico/alcalino é produto de reativações ocorridas ao longo das falhas maiores. O "embasamento" desta província, segundo Cordani et.al. (op.cit.), apresenta padrão geocronológico situado no Transamazônico, com idades compreendidas entre 2200 e 1800 m.a., com algumas datações isoladas mais antigas. Apesar disso, os autores no meados, admitem que a maior parte desta entidade foi formada em tempos arqueanos, tendo sofrido, sob condições cratônicas, remobilização e introdução de granitos no Transamazônico.

Ainda segundo Cordani et.al.(op.cit.) a faixa móvel Maroni-Itacaiúnas desenvolveu-se na borda oriental da província Amazônia Central durante a atuação do Ciclo Transamazônico. Os

Fig. 4 - PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICAS-ESTRUTURAIS DA REGIÃO AMAZÔNICA

autores supracitados acreditam que os conjuntos meta vulcano - sedimentares que ocorrem na região nordeste do cráton representam a supraestrutura preservada da referida faixa enquanto que complexos granítico-gnáissicos associados a elas constituem a infraestrutura. As rochas desta entidade geotectônica apresentam um quadro geocronológico cujas idades variam entre 2200 e 1800 m.a., sendo que no seu interior aparecem núcleos arqueanos que foram preservados à orogênese Transamazônica (Imataca, Kanukū). A existência destes núcleos antigos levaram aos autores citados a sugerir que a província Maroni-Itacaiúnas foi desenvolvida por retrabalhamento de material pré-existente, de longa vida crustal.

Ao final do Transamazônico, ainda segundo os mesmos autores citados, desenvolveu-se na borda ocidental da província Amazônia Central, a faixa móvel Rio Negro-Juruena. Ela está integrada predominantemente por rochas orto-gnáissicas, aparecendo de forma subordinada associações vulcano-plutônicas de caráter subsequente e coberturas de plataforma que representam a época de inversão do evento geodinâmico. Existem ainda, tanto na faixa quanto no cráton, rochas básico/alcalinas que os autores citados consideram representantes de magmatismo terminal e cratogênico respectivamente. O padrão geocronológico desta entidade segundo Cordani et.al. (op.cit.) apresenta-se no tempo, entre 1700 e 1400 m.a.

Tassinari (op.cit.) fez uma descrição pormenorizada da província Rio Negro-Juruena, indicando que a mesma está integrada por rochas granítico-gnáissicas predominantes, escassas rochas supracrustais, associações vulcano-plutono-sedimentares e magmatismo básico/alcalino que representam respectivamente a infraestrutura, supraestrutura, vulcanismo subsequente/molassóides, magmatismo terminal e atividade ígnea cratogênica relacionadas com o evento geodinâmico que formou a província citada. Conclui Tassinari (op.cit.) acrescentando que a faixa móvel foi desenvolvida a partir de material simático, por meio de processos de subducção e/ou colisão de placas litosféricas que propiciaram a formação de um sistema de arcos magmáticos.

Modelo similar ao de Tassinari (op.cit.), foi proposto por Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.), para o setor setentrional da província Rio Negro-Juruena. Esses autores obtiveram um padrão geocronológico, que forneceu idades compreendidas entre 1850 e 1750 m.a. para rochas granítico-gnáissicas do embasamento, e valores em torno de 1500 m.a. para granitos anorogênicos e/ou postectônicos. Segundo os autores citados, em torno de 1900 m.a., ocorreu na borda noroeste do cráton, subducção de uma placa oceânica, no sentido nordeste, que propiciou a formação de um arco de ilhas, acontecendo colisão continental em torno de 1850 m.a.. Segundo Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) a colisão provocou um processo orogênico que culminou por volta de 1750 m.a.. Os autores citados finalizam propondo a existência de uma zona de sutura (Geosutura del Amazonas) que coincide aproximadamente com o limite assinalado por Tassinari (op.cit.) para as províncias Amazônia Central e Rio Negro-Juruena. Cabe assinalar que estudos gravimétricos de reconhecimento efetuados no Território Federal Amazonas de Venezuela (Perarnau e Graterol, 1981) indicaram a presença de uma anomalia gravimétrica negativa, cujo eixo coincide com o curso médio do rio Ventuari (setor compreendido entre a boca do rio Marueta e a boca do rio Marieta), situado a aproximadamente 100 kms ao nordeste da geosutura supracitada. Esses autores, a partir de comunicação pessoal dada por C.Martin, concluíram que a anomalia corresponde a uma descontinuidade relacionada com uma borda continental antiga, zona de sutura ou "fossa tectônica".

Na borda ocidental da província Rio Negro-Juruena foi desenvolvida, segundo Cordani et.al. (op.cit.), a faixa môvel Rondoniana, no intervalo de tempo compreendido entre 1400 e 1100 m.a.. Nesta província, segundo eles, predominam rochas da infraestrutura, com vulcanoplutonismo subsequente e sedimentação presentes em menor quantidade; ocorrem também manifestações de magmatismo básico terminal e abundante plutonismo granítico cratogênico com mineralização de estanho. Aparecem ainda núcleos antigos preservados, com idades entre 1500-1600 m.a., fato que levou a Cordani et.al.(op.cit.) a acreditar numa origem ensiálica para esta faixa móvel.

Além do trabalho já citado de Cordani et.al. (op. cit.), existem outros estudos de sínteses regional do Cráton Amazônico ou de megaporções dele. Merecem destaque os de Choubert (1969), Susczynski (1970), Martin (1968, 1972), Mendoza (1973, 1977), Amaral (1974), Almeida (1974, 1978), Montalvão (1975, 1975b), Almeida et.al.(1976), Mendoza et.al. (1977), Galvis et. al. (1979), Montalvão e Bezerra (1980), Kroonenberg (1981), Almeida et.al. (1981), Cardoso Lima, et.al. (1982).

CAPÍTULO IV

DOMÍNIOS PETROTECTÔNICOS DO TERRITÓRIO FEDERAL AMAZONAS DA VENEZUELA E ÁREAS CIRCUNVIZINHAS

Como foi dito anteriormente, a região objeto deste trabalho abrange parte dos territórios da Venezuela, Brasil e Colômbia (figura 4). Na Venezuela compreende todo o Território Federal Amazonas e a parte sudoeste do Estado Bolívar; no Brasil ocupa partes do Território Federal de Roraima e do Estado de Amazonas enquanto que na Colômbia abrange quase toda a região amazônica. Do ponto de vista geotectônico a porção setentrional da região em pauta abrange setor importante da província Amazônia Central enquanto que a meridional compreende a maior parte do setor norte da província Rio Negro-Juruena. Em continuação será apresentado um esboço geológico das áreas citadas, com um relato sintético das unidades litológicas que as integram.

1. Considerações sobre a Sistemática proposta por Mendoza et.al. (1977)

Mendoza et.al. (1977), baseando-se em parâmetros geomorfológicos, geofísicos, estruturais, metamórficos, geoquímicos, geocronológicos e no tipo de associações litológicas dividem o Território Federal Amazonas da Venezuela em cinco províncias petroectônicas: Ayacucho, Manapiare, Alto Orinoco, Casiquiare e Siapa (figura 5).

Segundo tais autores a Província Ayacucho está integrada por um embasamento moderadamente tectonizado/metamorfizado constituído por rochas vulcânicas ácidas a intermediárias associadas a rochas plutônicas graníticas. O embasamento foi afetado por uma associação vulcano-hipoabissal -plutônica do tipo anorogênico e recoberto por coberturas sedimentares de plataforma. Es-

Fig. 5- PROVINCIAS PETROTECTÔNICAS DO TERRITÓRIO AMAZÔNAS, VENEZUELA
(segundo Mendoza et. al., 1977)

tudos de campo posteriores realizados pelo MEM (ver Rivas, 1981) revelaram que o embasamento desta província está constituído por rochas granítico-gnáissicas de metamorfismo de grau médio (fácies anfibolito). As coberturas de plataforma, por outro lado, repousam indistintamente acima do embasamento, das associações vulcano-plutônicas tipo Grupo Cuchivero (Mendoza, 1974b) e dos granitos anorogênicos tipo Parguaza (Mc Candless, 1965).

Ainda segundo Mendoza et.al. (op.cit.), a Província Manapiare está constituída por gnaisses tonalíticos, com intercalações de rochas básicas/metabásicas, consideradas equivalentes ao Complexo de Supamo (que ocorre na região oriental do Estado Bolívar em estreita associação com rochas supracrustais, Menendez, 1968); essas rochas apresentam metamorfismo de grau médio (fácies anfibolito) e formam o embasamento da província; além disso, as mesmas são cortadas por associações vulcano-plutônicas, similares as que aparecem na Província Ayacucho. Os autores mencionados reportam ainda a presença de rochas metassedimentares fortemente tectonizadas que consideram similares à Formação Cinaruco, de coberturas sedimentares correlacionadas com o Grupo Roraima (Reid, 1972) e de um complexo carbonatítico intrusivo (Cerro Impacto) que presumem seja de idade mesozóica.

A Província Alto Orinoco, de acordo com os mesmos autores, é litológica e tectonicamente complexa, compreendendo rochas plutônicas pouco tectonizadas, intrusivas num complexo granítico-gnáissico que é considerado como o embasamento e ao qual correlacionam com o já citado Complexo de Supamo. Nessa província também ocorrem rochas graníticas anorogênicas tipo Parguaza, metassedimentares (Formação Esmeralda, Sellier de Civrieux, 1966), associações vulcano-plutônicas similares às existentes nas províncias antes descritas e coberturas de plataforma tipo Roraima.

Mendoza et.al. (op.cit.) adicionalmente consideram a Província Casiquiare como uma entidade muito complexa, apresentando-se integrada por um conjunto granítico-gnáissico intrudido por granitos postectônicos (Granito de São Carlos). Os linea

mentos estruturais regionais são variáveis, predominando as direções NW-SE na região setentrional enquanto que na meridional orientam-se segundo E-W, NE-SW e NS. Segundo Mendoza et.al. (op.cit.), o embasamento desta província é similar ao Complexo Guianense do Brasil (Issler et.al., 1974) e, uma vez mais, ao Complexo de Supamo.

Finalmente, a Província Siapa, compõe-se de rochas metassedimentares e metavulcânicas fortemente deformadas, intercaladas e/ou suprajacentes a granitoides e gnaisses quartzofeldspáticos. Todas essas rochas são recobertas por sedimentos que os autores mencionados consideram equivalentes ao Grupo Roraima. Os lineamentos estruturais desta província seguem rumos EW a N70E. Sugerem os mesmos autores que os gnaisses constituem o embasamento, podendo as supracrustais ser equivalentes ao Grupo Vila Nova do Brasil. Segundo eles a Província Siapa é em parte similar a Província Casiquiare enquanto que os gnaisses do embasamento são similares ao Complexo de Supamo e ao Complexo Guianense.

Dos itens anteriores pode-se inferir que as províncias Ayacucho, Manapiare e Alto Orinoco são muito similares: o embasamento delas é um conjunto granítico-gnaissico de características semelhantes; em todas elas aparecem rochas supracrustais com parâmetros estruturais, metamórficos e litológicos similares; são frequentes as associações vulcano-plutônicas de caráter subsequente e de rochas graníticas do tipo anorogênico; aparecem também, em cada uma delas, coberturas sedimentares espessas que indicam períodos prolongados de estabilidade tectônica. Por todas essas razões propõe-se neste trabalho a integração numa única entidade das províncias Ayacucho, Manapiare e Alto Orinoco, sugerindo-se para ela o nome de Domínio petrotectônico Ventuari; propõe-se esse nome pelo aparecimento na bacia do rio homônimo, das melhores exposições da mencionada associação.

2. Domínio Petrotectônico Ventuari no Território Amazonas da Venezuela: Caracterização Resumida

O domínio petrotectônico Ventuari abrange a

maior parte do Território Amazonas da Venezuela, situando-se geograficamente ao leste do curso do rio Orinoco, estendendo-se para o Estado Bolívar e o Território Federal de Roraima no Brasil (figura 6). Esta região, segundo as características que apresenta, pode ser considerada como parte da Província Amazônica Central de Cordani et.al. (op.cit.).

O "embasamento" da região, como já foi dito, é constituído por um complexo granítico-gnaissico de composição quartzo-diorítica a granodiorítica que ocorre em maior proporção na bacia do rio Ventuari. Apresenta tendências estruturais predominantes segundo NW-SE e NS, com direções NE-SW subordinadas e grau metamórfico da fácies anfibolito. São rochas de granulação média a grosseira que em alguns lugares aparecem intercaladas com rochas básicas/metabásicas (bacia do rio Manapiare). Os termos quartzo-dioríticos são mesocráticos, sendo constituídos essencialmente por plagioclásio, hornblenda e biotita, com quantidades menores de quartzo e epidoto. Em áreas seccionadas por grandes falhas os gnaisses são de natureza cataclástica, desenvolvendo grande quantidade de minerais secundários. As rochas metabásicas intercaladas nos gnaisses apresentam tendência estrutural concordante com as encaixantes e grau metamórfico similar (Talukdar e Colvée, 1977); estudos petrográficos indicaram (Soares, 1982) que essas rochas são de origem ígnea, com variações texturais que vão de anfibolitos a metagabros.

Associadas aos gnaisses do "embasamento" ocorrem rochas plutônicas de caráter mesocrático e composição quartzo-diorítica a granodiorítica. São rochas ligeiramente deformadas e recrystalizadas, ricas em plagioclásio, hornblenda verde e biotita marrom, com quantidades menores de quartzo, microclínio e piroxênio.

Rochas supracrustais de baixo grau metamórfico, aparecem como pequenos remanescentes isolados por todo o Domínio Ventuari. As maiores exposições ocorrem nos rios Cinaruco, Paraguaza e Villacoa, nas bases dos Picos Duida e Yapacana e nas ser

Fig. 6- DOMÍNIOS PETROTECTÔNICOS DO TERRITÓRIO AMAZONAS, VENEZUELA

ras Gavilão, Gallinero e Moriche, desconhecendo-se as suas relações com o "embasamento". Genericamente pode-se dizer que são constituídas por espessos pacotes de conglomerados oligo-mixtos, quartzitos ortoquartzíticos a subgrauvâquicos e filitos localmente associados e/ou interestratificados com rochas metavulcânicas de composição ácida a intermediária; os metaquartzitos desenvolvem grande variedade de minerais metamórficos (muscovita, cloritoide e epidoto) aparecendo andalusita e sillimanita nas vizinhanças de corpos intrusivos. Estruturalmente são caracterizadas pelo desenvolvimento de dobras apertadas, xistosidade e presença de falhas de empurrão de pequena escala. As vulcânicas associadas estão fortemente alteradas e cisalhadas, apresentando foliação cataclástica. Ghosh (1981) acredita, segundo as características litológicas dos sedimentos, que essas seqüências depositaram-se em ambientes parálicos continentais.

Fenômenos cratogênicos dentro deste domínio são representados por associações vulcano-plutônicas de tendências calco-alcalinas (Mendoza, 1977), vulcano-plutônicas de afinidade toleítica (Mendoza, 1975; Mendoza et.al. op.cit.; Rivas, 1981) e coberturas sedimentares de plataforma. As vulcano-plutônicas de tendência calco-alcalina são abundantes em toda a região do Ventuari, aparecendo as melhores ocorrências nos rios Parucito, Asita, Iguana, Ventuari, Parū, Padamo, Guapuchí e Alto Orinoco. Estas rochas foram estudadas por Mendoza (op.cit.) e Talukdar e Colveé (1975a, 1977), os quais distinguiram riólitos, riodacitos, dacitos, andesitos subordinados e piroclásticas associadas; textualmente esses autores reconheceram lavas tobáceas, pumitas e ignimbritos. Estas efusivas apresentam-se moderadamente tectonizadas e muito levemente metamorfizadas. As rochas plutônicas associadas às efusivas, nas mesmas áreas onde aparecem aquelas, são intrusivas no "embasamento" e às vezes nas próprias vulcânicas. Trata-se de rochas porfídicas de granulação grosseira, ricas em quartzo e feldspato alcalino; plagioclásio, hornblenda e biotita aparecem em segundo plano enquanto que epidoto, esfeno, e apatita são acessórios comuns. Geralmente estão pouco tectonizadas e recristalizadas, sendo que em alguns casos desenvolvem folia-

ção cataclástica. Também foi observado no campo uma completa gradação de rochas efusivas até granitos subvulcânicos (bacia do rio Parucito). Estudos geoquímicos sugerem que essas plutônicas são consanguíneas com as efusivas (Mendoza, 1975).

Plutonismo anorogênico, de tendências toleíticas, representado pelas intrusivas graníticas tipo Parguaza, ocorre extensamente dentro do Domínio Ventuari, encontrando-se as maiores exposições no setor noroeste, bacia do rio Sipapo, onde constituem um enorme batólito (aprox. 10.000 km² de área) integrado por diversas intrusões de composição granodiorítica a granítica, caráter subvulcânico e textura rapakivi predominante. Evidências de campo mostraram que em alguns lugares os magmas alcançaram a superfície constituindo derrames de lavas riódacíticas (altos cursos dos rios Guapuchí, Sipapo, Guayapo e Cuao). A associação citada é intrusiva no complexo basal e nas vulcanoplutônicas calco-alcalinas, sendo recoberta discordantemente por coberturas sedimentares (bacias dos rios Suapure e Sipapo). Estudos gravimétricos (Perarnau e Graterol, op.cit.) sugerem espessuras em torno de 10 kms. para a mencionada associação.

Coberturas sedimentares precambrianas aparecem esparças pela região petrotectônica do Ventuari. Alí constituem remanescentes isolados que repousam discordantemente acima de unidades litológicas de idades diferentes (rios Cuao, Sipapo, Autana, Parucito, Manapiare, Parú, Alto Orinoco). Estruturalmente são caracterizadas por mergulhos suaves a horizontais, falhas de gravidade verticais a subverticais ocasionais, falhas de empurrão escassas a raras, dobras abertas e monoclinais escassas e lineamentos estruturais e/ou de fraturamento predominantes segundo no roeste-sudeste. Podem ser consideradas isentas de metamorfismo, sendo que em alguns lugares desenvolvem minerais metamórficos por efeitos intrusivos ou de carga (Ghosh, 1981; Urbani, 1977; Keighley, 1981). As coberturas sedimentares que ocorrem no Domínio Ventuari apresentam diferenças notáveis: segundo Ghosh (op.cit.) as coberturas que afloram na bacia do rio Sipapo são constituídas por conglomerados basais oligo-mixtos, quartzo-arenitos e felds-

pato-arenitos que repousam discordantes acima das intrusivas anogênicas; as que ocorrem no rio Parú constituem espessos corpos tabulares constituídos por grandes pacotes filíticos e camadas delgadas de argila com laminação carbonática microscópica, que jazem discordantes sobre rochas vulcano-plutônicas tipo Cuchivero. Na boca do rio Ventuari (Morro de Yapacana) pelo contrário, são constituídas por quartzitos quase puros que descansam acima de rochas supracrustais fortemente redobradas. Estudos de paleocorrentes sugerem (Ghosh, op.cit.) que as fontes dessas coberturas estavam situadas ao sul, leste e sudeste.

Magmatismo básico é pouco conhecido na região do Ventuari; as ocorrências registradas restringem-se a corpos intrusivos de diabásio (diques e sills) que cortam as seqüências já citadas. Nas nascentes dos rios Ocamo e Orinoco, fronteira com o Brasil, foram reconhecidos em imagens de radar corpos intrusivos que se estima sejam rochas básicas. Coisa similar acontece com o magmatismo alcalino, o qual praticamente se reduz a um sienito alcalino intrusivo na seqüência de Cerro Duida (Alto Orinoco) e um complexo carbonatítico que ocorre na região noroeste do domínio.

As características geológicas desta província são muito similares as apresentadas pelas áreas drenadas pelo rio Caura no Estado Bolívar e pelo setor noroeste do Território Federal de Roraima no Brasil, mais especificamente a porção drenada pelos rios Parima e Uraricoera.

3. Domínio Petrotectônico Casiquiare: Caracterização Sucinta

O domínio petrotectônico Casiquiare abrange todo o sudoeste do Território Federal Amazonas da Venezuela, caracterizando-se pelo seu relevo profundamente arrasado e pela predominância de rochas granítico-gnáissicas ortometamórficas, com ausência quase total de rochas supracrustais, associações vulcano-plutônicas, coberturas de plataforma e magmatismo básico/alca

lino. Os lineamentos tectônicos regionais são variáveis, predominando os de direção noroeste-sudeste na região setentrional, e os de direção este-oeste na meridional; em ambas as áreas ocorrem localmente blastomilonitos.

Os principais tipos de rochas que integram esta região são meta-plutônicas de composição quartzo-diorítica a granítica que apresentam uma grande variedade de estruturas migmatíticas; estão afetadas por metamorfismo de grau médio, reconhecendo-se em grande número de casos, evidências de retrometamorfismo. Até o momento não foram reconhecidas paragêneses granulíticas em rochas deste domínio.

Seqüências supracrustais são escassas no domínio petroectônico em descrição, ocorrendo apenas em dois lugares: na base do Pico da Neblina (Ghosh, 1981) e nas vizinhanças de São Antonio do Orinoco (rio Cariche). Apresentam características estruturais, metamórficas e litológicas similares às das rochas supracrustais que ocorrem no domínio do Ventuari, associando-se também com rochas metavulcânicas.

Associações vulcano-plutônicas similares as que ocorrem no Domínio Ventuari não foram reconhecidas dentro do Domínio Casiquiare enquanto que o magmatismo básico é escasso, restringindo-se apenas a gabros, intrusivos no "embasamento", que aparecem nos baixos cursos dos rios Atabapo, Siapa, Pasimoni e no curso do rio São Miguel.

Rochas plutônicas intrusivas no embasamento afloram nos rios Atabapo, Casiquiare, Rio Negro, Siapa, Atacavi, Guasacavi, San Miguel e Caname. Os que ocorrem na bacia do rio Atabapo foram chamados "Granito de Atabapo" (Mendoza et. al., op. cit.); os que aparecem na bacia do rio Casiquiare foram denominados "Granito de São Carlos" (Mendoza et.al., op. cit.).

Coberturas sedimentares ocorrem unicamente no extremo sul da área, onde formam parte da Serra do Pico da Neblina.

na. Esses pacotes de sedimentos são constituídos por quartzo-arenitos que repousam sobre rochas supracrustais. Essas coberturas foram consideradas equivalentes com similares do Grupo Roraima.

Em síntese, o domínio petrotectônico do Casiquiare apresenta predomínio de rochas cristalinas ortognáissicas, considerando-se neste trabalho que ela faz parte da Província Rio Negro-Juruena de Tassinari (1981).

4. Domínio Petrotectônico Siapa no Território Amazonas da Venezuela: Caracterização Resumida

O domínio petrotectônico Siapa ocupa a extremidade meridional do Território Amazonas da Venezuela; esta entidade apresenta como característica a impressão de lineamentos estruturais regionais praticamente ortogonais, (predominantes segundo E-W e N70E), aos que afetam as províncias Casiquiare (setor setentrional) e Ventuari. O "embasamento" dessa entidade está integrado por gnaisses quartzo-feldspáticos e granitóides, de composição granodiorítica a granítica, fortemente deformados e cataclasados, afetados por metamorfismo de grau médio e efeitos retro metamórficos (fácies epidoto-anfibolito).

As seqüências supracrustais são relativamente abundantes nesta província, apresentando-se seja de modo discordante, seja intercaladas com as rochas cristalinas. Mendoza et. al. (op.cit.) consideraram que estas seqüências são correlacionáveis com o Grupo Vila Nova.

Coberturas sedimentares de plataforma são escassas dentro da Província Siapa, aparecendo uma única ocorrência importante, a qual, possivelmente seja uma prolongação da Serra do Pico da Neblina. Tais sedimentos aparecem discordantemente sobre as seqüências do embasamento supracitadas, sendo constituídas por quartzo-arenitos maduros praticamente monominerálicos.

Durante os estudos de reconhecimento geológico da Província Siapa não foram identificadas associações vulcano-plutônicas, plutonismo anorogênico e/ou postectônico nem magmatismo básico/alcalino.

A região acima descrita se situa na prolongação de uma faixa metamórfica de alto grau que foi incluída por Cardoso Lima et.al. (1982) no Cinturão Granulítico da Guiana Central. Segundo os autores citados a tal faixa metamórfica é significativa de uma estrutura tipo "mobile belt" segundo definições de Kröner (1977) e Cordani (1978). Como hipóteses alternativa indicam que a mesma pode também representar um lineamento perene profundo com origem no Arqueano que foi reativado em diversas épocas.

5. Geologia da Região Sudoeste do Estado Bolívar, Venezuela

A região sudoeste do Estado Bolívar compreende as bacias dos altos cursos dos rios Caura e Paragua, as quais foram geologicamente estudadas por Tepedino (1981) e Moreno et. al. (1981) respectivamente. Em termos geológicos é muito similar com a região do domínio petroectônico do Ventuari do Território Amazonas de Venezuela e com a porção noroeste-norte do Território Federal de Roraima, no Brasil.

Na região drenada pelos médio e alto cursos do rio Caura, Tepedino (op.cit.) reconheceu as unidades litológicas seguintes: a) um "embasamento" cristalino constituído por rochas granítico-gnáissicas que considera equivalentes com o Complexo de Supamo; b) seqüências supracrustais integradas por metassedimentos e metavulcânicas que ocorrem no rio Yuruani, tributário do Caura, as quais correlaciona com a Formação Yuruari (Körol, 1965); c) rochas vulcano-plutônicas de caráter ácido a in-

intermediário que considera similares às do Grupo Cuchivero (Mendoza; 1974b); d) seqüências sedimentares espessas que sobrepõem-se às unidades citadas admitidas como similares ao Grupo Roraima; e) magmatismo básico em forma de stocks e diques intrusivos em todas as associações citadas.

Moreno et.al. (op.cit.) identificaram no Alto Paragua um "embasamento" constituído por associações vulcano-plutônicas similares as descritas por Tepedino (op.cit.) na região do Caura. Reconheceram ainda espessos pacotes de sedimentos que correlacionaram com o Grupo Roraima, além de abundante magmatismo básico/ultrabásico intrusivo nas coberturas. Esses autores não indicaram a presença de magmatismo alcalino nem cratogênico.

6. Geologia Regional da Área Noroeste do Território Federal de Roraima, no Brasil

O setor ocidental do Território Federal de Roraima do Brasil compreende a área drenada pelos rios Uraricoera, médio Mucajaí, Parima, Auari, Uauaris, altos Demini, e Catrimani. Sob o ponto de vista geológico essa região foi estudada por Montalvão et.al. (1975), Dall'Agnolle Dreher (1975) e Santos (1981, 1982).

Montalvão et.al. (op.cit.) e Dall'Agnolle e Dreher (op.cit.) reconheceram no setor ocidental do Território Federal de Roraima duas áreas distintivas: a primeira abrange todo o setor noroeste, compreendendo a área drenada pelos rios Uraricoera, Parima, Auari e Uauaris. Geologicamente está integrada por rochas granítico-gnáissicas de composição essencialmente tonalítica que se associam com quantidade expressiva de anfibólitos e de granulitos restritos; rochas supracrustais sobrepõem-se discordantemente e/ou se intercalam com o "embasamento" cristalino, enquanto que associações vulcano-sedimentares são discordantes. Tanto as rochas cristalinas quanto as supracrustais apresentam padrão estrutural com direções predominantes segundo NW-SE. Rochas plutônicas de caráter subvulcânico, que frequentemente se as

sociam com as efusivas, são intrusivas no "embasamento"; do mesmo modo, são expressivas as ocorrências de corpos anorogênicos intrusivos (tipos Surucucū) e de magmatismo básico/ultramáfico (Santos et.al., 1981). As características geológicas desta região são muito similares com as do domínio do Ventuari e do alto rio Cau - ra, ambas contíguas.

A segunda ocorre no setor sul-ocidental, abrangendo a área drenada pelo curso médio do rio Mucajaí e pelos altos cursos dos rios Catrimani e Demini. Está constituída predominantemente por granitóides e gnaisses quartzo-feldspáticos de composição essencialmente granodiorítica, associados a granulitos restritos, que apresentam padrão estrutural com direções praticamente ortogonais ao padrão da região noroeste (E-W a N70E). Nesta região não foram reconhecidas rochas supracrustais, associações vulcano-plutônicas, nem coberturas precambrianas de plataforma. Este setor apresenta muita semelhança (apesar da não ocorrência nessa área de rochas granulíticas) com o domínio do Siapa da Venezuela.

7. Geologia da Parte Setentrional do Estado de Amazonas do Brasil

A parte norte do Estado do Amazonas compreende toda a região afetada pelo alto curso do Rio Negro e seus tributários (Uaupês, Içana, Xiê, Cauabari, Aiarí, Padauari, Traíra, Papurí e Demini). Está constituída por um complexo cristalino no qual predominam granitóides e gnaisses quartzo-feldspáticos secundados por gnaisses pelíticos, anfibolitos e cataclasitos com estruturas migmatíticas diversas (Montalvão et.al., op.cit.; Pinheiro et.al., 1976; Dall'Agnoll e Abreu, 1976). Dentro desse conjunto predominam biotita granitóides e gnaisses a titanita (setor oriental) secundados por granitóides e gnaisses a duas micas (bacia do rio Uaupês). O conjunto apresenta tendências estruturais predominantes segundo NW-SE (no setor ocidental) e NE-SW no resto da região. Na área em descrição não foram reconhecidas associações vulcano plutônicas similares às que aparecem no Território de Roraima. A única ocorrência importante localiza-se no curso do rio

Traíra (Fernandes et.al., 1977) onde predominam riólitos, riodacitos e dacitos sobre andesitos e piroclásticas. No curso do rio Tiquiê afloram corpos graníticos de caráter intrusivo que estão provavelmente associados às vulcânicas do Traíra (Pinheiro et.al. op.cit.).

As exposições de rochas supracrustais desta área são representadas por quartzitos puros, micáceos e ferruginosos, filitos, xistos, conglomerados intraformacionais, metavulcânicas e cataclasitos (Grupo Tunuï) que sobrepõem-se ao complexo cristalino; essas seqüências estão fortemente deformadas e apresentam metamorfismo de baixo grau (Pinheiro et.al., op.cit.).

Coberturas sedimentares são relativamente restritas nesta região, aparecendo apenas na fronteira com a Venezuela onde constituem as serras do Barueri, Padre, Pirapuén, Pico da Neblina e Trinta e Um de Março. São seqüências integradas por arenitos orto-quartzíticos intercalados com conglomerados, filonitos e quartzitos dinamotermiais secundários.

Magmatismo básico, em forma de diques intrusivos no complexo granítico-gnáissico, aparece esparsamente por toda a região, concentrando-se na bacia do rio Içana. Manifestações alcalinas precambrianas não foram reconhecidas na área em descrição, aparecendo apenas uma ocorrência fanerozóica denominada Carbonatito dos Seis Lagos.

Esta área, como já foi dito, apresenta características muito semelhantes com o Domínio Petrotectônico Casiquiare na Venezuela, com o setor sudoeste do Território de Roraima e com a porção sudeste da Amazônia Colombiana (áreas vizinhas da bacia do rio Uaupés).

8. Geologia da Parte Oriental da Amazônia Colombiana

A parte oriental da amazônia colombiana, segundo

Galvis et.al. (1979) e Kroonenberg (1981), está integrada por um complexo cristalino (Complexo do Mitú, Galvis et.al., op.cit.) no qual predominam gnaisses quartzo-feldspáticos, granitóides, anfibolitos, gnaisses pelíticos e cataclasitos de mineralogia relativamente monótona. Segundo esses autores, o conjunto não apresenta tendências estruturais definidas, sendo afetado por metamorfismo regional de grau médio, notando-se frequentemente, sinais de retrometamorfismo.

Kroonenberg (op.cit.) assinala que o complexo cristalino é sotoposto discordantemente por rochas metassedimentares que constituem a Formação Guainia (De Boorder, apud Kroonenberg, op.cit.), La Pedrera e Piraparanã (Galvis, et.al., op.cit.). Galvis et.al. (op.cit.) acham pelo,contrário, que as supracrustais são representadas pelos metassedimentos dobrados da Formação La Pedrera enquanto que aqueles que foram agrupados como Formações Guainia e Piraparanã são coberturas sedimentares similares ao Grupo Roraima.

Nesta região é notável a ausência de associações vulcano-plutônicas. Existem apenas os derrames de lavas riodacíticas e piroclásticas que formam parte da Formação Piraparanã (vulcânicas de Yaca-Yaca), plutões intrusivos que ocorrem na bacia do rio Apaporis (De Boorder, apud Kroonenberg, op.cit.) e plutonismo anorogênico (tipo Parguaza) que ocorre extensivamente no setor norte da região em descrição.

Magmatismo básico/alcalino é escasso sendo representado por diques e corpos granofíricos intrusivos e por um sienito alcalino do fanerozóico (Sienito nefelínico de São José do Guaviare). Galvis et.al. (op.cit.) reportam ainda a presença de coberturas paleozóicas (Formação Araracuara), depósitos do Terciário e aluviões do Quaternário.

As características da região em pauta são similares às apresentadas pelas rochas que integram o Domínio Casiquiare da Venezuela e as apresentadas por rochas do setor ocidental do Estado do Amazonas do Brasil.

CAPÍTULO V

GEOCRONOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas e discutidas as análises geocronológicas das amostras datadas na região em estudo. Foram obtidas 369 determinações isotópicas, das quais 277 correspondem a análises feitas pelo método Rb/Sr em minerais e rocha total, 16 a análises feitas pelo método U/Pb em zircões cogenéticos e 76 a datações efetuadas pelo método K/Ar em minerais e rocha total.

Em grande número de casos, os resultados Rb-Sr obtidos permitiram a construção de diagramas isocrônicos que na opinião do autor possuem significado geológico referente a episódios principais, formadores de rochas. Na maioria das isócronas os pontos analíticos apresentam boa distribuição e alinhamento, sendo que os parâmetros que testam a qualidade da melhor reta selecionada (MSWD), indicaram a existência da boa probabilidade das amostras analisadas serem cogenéticas, ou seja, formadas no mesmo episódio tectonomagmático, a partir de material fonte, com razão isotópica do estrôncio similar.

As determinações feitas pelo método U-Pb foram tratadas em diagrama "concórdia" (Gaudette et.al., 1978; Gaudette et.al., 1977) e, nos casos específicos considerados, as linhas "discórdia" obtidas, forneceram resultados que, em geral, convalidaram aqueles obtidos pelo método Rb-Sr em rocha total.

As idades obtidas pelo método K-Ar mostraram grande dispersão, sendo que algumas delas correspondem à época de resfriamento dos eventos geotectônicos principais, nos quais houve formação de segmentos crustais; outras, alternativamente, podem representar a influência de eventos anorogênicos e/ou tectonotermiais.

A discussão que se segue será baseada em fundamentos metodológicos e regionais. Nesse sentido, serão tratados separadamente os conjuntos homogêneos de datações, por províncias, sub-províncias ou regiões, com base na classificação apresentada no capítulo anterior.

1. Sistemática Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircões para os gnaisses do Orinoco-Ventuari-Parú (Domínio petrotectônico Ventuari)

Gaudette e Olszewski Jr. (1981) apresentaram 13 determinações, obtidas pelo método Rb-Sr em rocha total, referentes aos gnaisses considerados como "embasamento" do Domínio Ventuari. Os dados analíticos das referidas determinações aparecem na tabela I, notando-se que 7 deles pertencem aos "migmatitos de Minícia", 4 aos gnaisses quartzo-dioríticos do Parú e 2 ao "augen-gnaisse de Macabana". Caracterização petrográfica e petrológica desses gnaisses consta de Mendoza et.al. (1977), Rivas (1981) e Gaudette e Olszewski Jr. (1981).

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) elaboraram um diagrama isocrônico Rb/Sr de referência dos gnaisses supracitados, que forneceu uma idade de 1826 ± 34 m.a. e uma razão inicial (Sr^{87}/Sr^{86}) de 0.7027 ± 0.0008 (figura 7). Essa idade é interpretada como a época de formação dos gnaisses, enquanto que a baixa relação do estrôncio é sugestiva de fontes subcrustais para esses litotipos. O valor do MSWD é relativamente alto (3.08), indicando possivelmente que algumas das amostras não são rigorosamente cogenéticas. Isto é evidenciado na figura 7, onde se nota uma certa dispersão dos pontos analíticos; é muito provável que tal espalhamento seja devido a que realmente algumas das amostras possuam razões iniciais do estrôncio ligeiramente diferentes.

Adicionalmente, Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) separaram populações de zircões, de amostras do mesmo afloramen-

TABELA I - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DOS GNAISSES DO ORINOCO-VENTUARI-PARU

<u>Migmatitos de Minicia</u>							
Nº Ordem	Nº Campo	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
24	R8697	132	169	2.272	0.7609	1711	1
25	R8698A	150	339	1.287	0.7374	1754	1
25	R8698B	128	229	1.629	0.7434	1646	1
25	R8722	162	298	1.580	0.7458	1796	1
25	R8723	134	342	1.133	0.7289	1465	1
26	R8724	116	504	0.6689	0.7198		1
28	R8727	161	296	1.576	0.7418	1621	1

<u>Augen-Gnaiss de Macabana</u>							
31	R8699	300	198	4.450	0.8215	1826	1
34	R8747	236	145	4.754	0.8264	1771	1

<u>Gnaisses Quartzo-Dioríticos do Paru</u>							
36	R8734	89.9	693	0.3758	0.7133		1
39	R8743	60.8	745	0.2367	0.7103		1
42	R8748	224	189	3.4650	0.7943	1794	1
45	R8752	116	489	0.6910	0.7241		1

Referência: Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

Análises realizadas em rocha total

*Idade Convencional calculada com:

$$(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0.7050$$

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

Fig. 7- ISÓCRONA Rb- Sr DE REFERÊNCIA DOS GNÁISSES DO ORINOCO-VENTUARI-PARÚ
(extraída de Gaudette e Olszewski Jr, 1981).

to, dos gnaisses de Minícia e Macabana, respectivamente. Segundo esses autores, os zircões de ambos os tipos de gnaisses apresentam características similares: são de cores róseas a marrom claro, de aspecto nublado e de formas arredondadas a subedrais; os grãos individuais apresentam fraturamento irregular, inclusões de material escuro, zoneamento e sobrecrecimentos euedrais; estes últimos envolvem núcleos arredondados a subedrais. As frações mais finas são euedrais, de cores claras, e não apresentam zoneamento. A morfologia dos zircões é indicativa de protólitos sedimentares para esses gnaisses, enquanto que os sobrecrecimentos e os zoneamentos sugerem a ação de um forte episódio metamórfico que provocou recristalização.

Os zircões dos gnaisses em discussão foram analisados pelo método U-Pb (Gaudette et.al., 1977), aparecendo os resultados obtidos na tabela II. Constata-se ali que os zircões extraídos do augen-gnaisse de Macabana são mais ricos em urânio e chumbo que os pertencentes aos migmatitos de Minícia. Igualmente, percebe-se que as frações mais finas de zircões de ambos os tipos de rochas são mais ricas em urânio e chumbo que as populações maiores.

Os pontos analíticos dos zircões extraídos dos gnaisses de Minícia e Macabana foram tratados em diagrama "concordia", onde definiram arranjos lineares. As intercepções superiores com a curva forneceram idades de 1859 e 1823 m.a. respectivamente, enquanto que os interceptos inferiores acusaram 484 m.a. e 424 m.a. (figuras 8 e 9).

As idades fornecidas pelas intercepções superiores foram interpretadas como significativas da época de cristalização dos zircões analisados. Essas idades, que são concordantes com as obtidas pelo método Rb-Sr, indicam a ação de um forte episódio metamórfico que provocou rehomogeneização total dos sistemas químicos Rb-Sr e U-Pb. A baixa razão isotópica de estrôncio desses metassedimentos sugere que os mesmos foram derivados de fontes extraídas do manto e/ou crosta inferior, cuja vida crustal era relativamente curta; talvez vulcanoclásticas e/ou corpos

Figs. 8,9-DIAGRAMAS CONCORDIA DOS GNAISSES DE MACABANA E MINICIA

TABELA II - DADOS ANALÍTICOS U/Pb DOS GNAISSES DO ORINOCO-VENTUARI-PARU

<u>Migmatitos de Minicia</u>									
Nº	Ordem	Nº Campo	U(ppm)	Pb(ppm)	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵ *	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸ **	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶	Referência
24		8697(mix.)	395.1	122.3	1201	4.3857	0.29036	0.10955	1
24		8697(mix.)	402	124.2	1580	4.4901	0.29194	0.11279	1
24		8697(140)	369.6	120.7	1084	4.7023	0.30389	0.11223	1
24		8697(140)	380.6	119.4	1727	4.6174	0.29924	0.11191	1
24		8697(270)	450.3	141.1	1067	4.4755	0.29113	0.11149	1
<u>Augen-Gnaisse de Macabana</u>									
31		8699(mix.)	1097.4	288.3	1734	3.5148	0.24156	0.10553	1
31		8699(mix.)	825.4	267.5	1219	4.4376	0.29289	0.10989	1
31		8699(mix.)	1067.3	264.9	1896	3.4035	0.2358	0.10469	1
31		8699(200)	870.8	270.8	1553	4.4523	0.29584	0.10915	1
31		8699(200)	1055	317.4	915	4.2915	0.28558	0.10899	1

Referência: Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

$$* \lambda U^{235} = 0.984850 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$** \lambda U^{238} = 0.155125 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

Nota : correção para chumbo moderno foi feita com brancos cujas relação isotópicas foram:

$$Pb^{204} : Pb^{206} : Pb^{207} : Pb^{208} = 1 : 20.75 : 19.82 : 30.50$$

intrusivos pretectônicos retrabalhados (erodidos).

As idades fornecidas pelos interceptos inferiores, segundo Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) são compatíveis com resultados obtidos na região nordeste do Cráton Amazônico, acrescentando que as mesmas possivelmente sejam representativas de um episódio metamórfico ocorrido no Paleozóico. Com relação a tal idéia deve-se indicar que até hoje não foram achadas evidências, da atuação nessa época, de um episódio metamórfico regional que tenha afetado a porção setentrional do cráton. É opinião do autor deste estudo que a interpretação dos autores supracitados é devida ao modelo utilizado, fundamentado em perdas episódicas de chumbo. Se o modelo adotado fosse o de difusão contínua, evidentemente, tais idades não teriam significado geológico.

2. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas plutônicas do Orinoco-Ventuari-Parú (Domínio Ventuari).

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) e Barrios e Rivas (1978 a) fizeram estudos geocronométricos, pelo método Rb-Sr, em rochas plutônicas diversas que ocorrem nas mesmas áreas de exposição dos gnaisses acima descritos. Algumas dessas rochas são intrusivas nos próprios gnaisses, em rochas plutônicas ou em rochas vulcânicas, sendo inclusive abundantes os tipos subvulcânicos e com textura rapakivi. Detalhes da petrografia, modo de ocorrência e geoquímica de elementos maiores dessas rochas podem ser achados em Mendoza et.al. (1977), Rivas (1981), Barrios (1981) e Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.).

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) apresentaram 20 determinações analíticas pelo método Rb-Sr, das rochas plutônicas mencionadas, enquanto que Barrios e Rivas (op.cit.) obtiveram mais 9 datações, também em rocha total. Os dados analíticos de todas essas determinações são relacionados na tabela III.

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) apresentaram

TABELA III - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS PLUTÔNICAS DO ORINOCO-VENTUARI-PARD

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
27	R8726	granito	199	219	2.638	0.7623	1509	1
29	R8728	qtzo.diorito	131	440	0.8651	0.7223		1
30	R8730	granito	207	93.2	6.542	0.8806	1866	1
35	R8733	granito	179	189	2.753	0.7743	1747	1
33	R8732	qtzo.diorito	96.6	287	0.9774	0.7286		1
38	R8735	qtzo.diorito	135	671	0.5834	0.7139		1
**	R8736	qtzo.diorito	60.2	840	0.2078	0.7122		1
39	R8739	qtzo.diorito	94.3	313	0.8762	0.7277		1
39	R8740	qtzo.diorito	121	360	0.9771	0.7263		1
39	R8741	qtzo.diorito	140	668	0.6073	0.7199		1
39	R8742	qtzo.diorito	97.1	562	0.5015	0.7229		1
39	R8744	qtzo.diorito	139	530	0.7586	0.7219		1
39	R8745	granodio.	144	315	1.332	0.7350	1574	1
39	R8746	qtzo.diorito	131	501	0.7597	0.7187		1
43	R8749	granodio.	132	381	1.0050	0.7309	1791	1
45	R8751A	granodio.	189	326	1.6860	0.7463	1706	1
45	R8753	qtzo.diorito	106	983	0.3119	0.7121		1
61	R8757	granito	269	58.4	13.80	1.0420	1700	1
62	R8765	granito	240	183	3.837	0.7959	1652	1
87	964	granito	116.8	231	1.470	0.7371	1526	2
68	5056	granito	209.5	254.6	2.390	0.7581	1544	2
67	5052	granito	340.7	85.5	11.83	0.9656	1534	2
66	5049	granito	279.6	193.1	4.240	0.8110	1740	2
64	5033	granito	164.8	174.2	2.76	0.7735	1728	2
63	5030	granito	117.2	196.9	1.73	0.7389	1369	2
65	5036	granito	187.9	148.3	3.70	0.8017	1816	2
69	5068	granito	256.4	184.7	4.05	0.7939	1527	2
60	253	granito	348.8	99	10.41	0.9192	1436	2
45	R8754	granodio.	213	315	1.973	0.7704	2300	1

Referências: 1 - Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

2 - Barrios e Rivas (1978a)

*Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

** localização geográfica não relacionada no trabalho original

um diagrama isocrônico construído com as 20 datações por eles obtidas (figura 10); a idade fornecida pela melhor reta de referência foi de 1805 ± 27 m.a., para uma razão $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7024 ± 0.0006 . A partir desses resultados os autores mencionados concluíram que as diversas rochas plutônicas são relacionadas, tendo-se formado a partir de uma fonte comum, por processos de fusão ocorridos em épocas diversas.

As determinações Rb-Sr obtidas por Barrios e Rivas (op.cit.) foram aqui acrescentadas ao diagrama isocrônico de Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.). O conjunto de pontos não formou um único alinhamento; pelo contrário, apresentou uma grande dispersão podendo ser delimitada por retas isocrônicas de referência com idades de 2200 m.a. e 1500 m.a. aproximadamente (ver figura 10). É opinião do autor deste trabalho que tal quadro é mais coerente com a geologia regional da área, considerando-se a idade mais antiga como significativa da época de intrusão de corpos graníticos anteriores e/ou pre-tectônicos ao Ciclo Transamazônico. Estas intrusivas foram preservadas ao evento metamórfico ocorrido em torno de 1850 m.a.. A idade mais nova, por outro lado, corresponde à época de intrusão de corpos anorogênicos que são expressivos nessa região e que ainda não tinham sido separados dos plutões mais antigos.

3. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas gnáissicas e vulcano-plutônicas do alto Orinoco (Domínio Ventuari)

Nos altos cursos dos rios Orinoco, Ocamo, Padamo e Iguapo ocorrem rochas gnáissicas cataclásticas, vulcânicas (também cataclásticas), rochas plutônicas associadas as vulcânicas e um maciço alcalino intrusivo, que foram geológica e petrologicamente caracterizadas por Mendoza et.al. (1977), Keighley (1981), Soares (comun.pessoal), Gaudette e Olszewski Jr. (1981), e Barrios e Rivas (1978 a). Estudos geocronológicos dessas rochas foram efetuados por Barrios e Rivas (op.cit.), e Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) os quais obtiveram um total de 17 determina

Fig. 10 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr DE REFERÊNCIA DAS ROCHAS PLUTÔNICAS DO ORINOCO-VENTUARI-PARÚ (Domínio Ventuari)

ções radiométricas pelo método Rb-Sr em rocha total. Os resultados dessas análises são relacionados na tabela IV.

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) apresentaram uma isócrona do "granito do Padamo", construída com amostras cogenéticas, que forneceu uma idade de 1805 ± 60 m.a. para uma razão $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7059 ± 0.0016 (figura 11). Esses autores interpretaram a idade obtida como significativa da época de intrusão do mencionado granito, sugerindo ainda, que tal corpo formou-se durante a atuação do mesmo episódio tectonomagmático reconhecido na bacia do rio Ventuari. Com efeito, ao comparar os resultados obtidos na área do alto Orinoco com os apresentados pelas rochas plutônicas do Orinoco-Ventuari-Parū, nota-se a concordância das idades ao passo que as razões isotópicas do estrôncio são diferentes. Tal questão sugere que, efetivamente, ambos os conjuntos de rochas foram formados como consequência do mesmo processo, seja a partir da mesma fonte, com ocorrência de certo grau de contaminação do material subcrustal (que originou as plutônicas do Padamo), seja através de fontes realmente diferentes (material mais profundo para as plutônicas do Ventuari).

Na isócrona apresentada por Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.), foram acrescentadas as amostras analisadas por Barrios e Rivas (op.cit.), tratando-se de dois pontos do granito do Padamo, três dos gnaisses cataclásticos e dois das vulcânicas associadas ao granito do Padamo. Nota-se no diagrama que os pontos analíticos pertencentes ao granito do Padamo e as vulcânicas se situam na isócrona, fato esse que sugere a cogeneticidade de ambos os tipos de rochas. Os gnaisses, por outro lado, apresentam um comportamento diferente: os pontos analíticos dessas rochas definem um alinhamento que fornece uma idade em torno de 1200 m.a., para uma alta relação inicial do $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ (aproximadamente 0.7230). Esses valores destoam do conjunto regional, desconhecendo-se se tal comportamento obedece ao fato das amostras serem fortemente cataclásticas, cujo sistema Rb-Sr foi aberto, ou, ao contrário, trata-se de litotipos que repre-

TABELA IV - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DOS GNAISSES E ROCHAS VULCANO-PLUTÔNICAS DO ALTO ORINOCO

<u>Granito do Padamo</u>							
Nº Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
79	UNH10	173	372	1.350	0.7402	1812	1
80	UNH11A	234	450	1.508	0.7451	1845	1
80	UNH11B	214	469	1.326	0.7411	1893	1
73	UNH12	195	324	1.750	0.7514	1843	1
73	UNH13	169	330	1.484	0.7445	1845	1
71	UNH14	204	135	4.408	0.8199	1806	1
71	UNH15A	192	201	2.784	0.7789	1845	1
71	UNH15B	169	200	2.462	0.7698	1830	1
79	5150	250.1	437.6	1.660	0.7452	1683	2
82	5215	194	561.7	1.000	0.7300		2
<u>Rochas Vulcânicas (Riôlitos)</u>							
77	5127	248	82.6	8.880	0.9221	1700	2
78	5132	249.2	83.8	8.800	0.9359	1823	2
<u>Gnaisses Cataclásticos do Padamo</u>							
74	5114	248.2	335.3	2.150	0.7575	1696	2
75	5118	288.1	181.5	4.640	0.8001	1429	2
76	5120	367.4	65.3	16.76	0.9992	1225	2
<u>Sienito Nefelínico do Iguapo</u>							
72	116A	431.9	15.44	95.18	2.5030	1318	3
72	266A	505	7.35	307.98	6.3270	1274	3

Referências: 1 - Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

2 - Barrios e Rivas (1978a)

3 - Este estudo

*Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

Fig.II - DIAGRAMA ISOCRÔNICO DE GNAISSES E VULCANO-PLUTÔNICAS DO ALTO ORINOCO.
(T.F.A, Venezuela)

sentam a época de reativação tectonotermal do sistema de falhamentos que afetam a região em discussão. No caso de se tratar de uma reativação tectonotermal, a mesma deve ter-se processado em altas temperaturas, pois só desta forma seria possível a homogeneização isotópica do estrôncio em grande escala.

A rocha intrusiva alcalina (Sienito do Iguapo) do alto Orinoco foi datada pelo método Rb-Sr em rocha total, não sendo possível a construção de diagrama isocrônico, devido ao baixo teor de estrôncio que ocorre nessas rochas. De toda forma, os valores elevados da relação Rb-Sr, aliados ao fato desse corpo intrusivo ser de resfriamento relativamente rápido, permitem supor que as idades convencionais são próximas da idade de intrusão do mencionado corpo. O valor da idade convencional situa-se próximo de 1300 m.a., considerando-se neste trabalho que a mesma represente a época de atividade magmática cratogênica ligada a reativação dos alinhamentos estruturais nos quais o mencionado corpo se situa. A idade obtida no sienito do Iguapo é similar com a idade dos gnaisses cataclásticos do Padamo, os quais estão relativamente próximos e localizados na mesma estrutura tectônica. Tal questão, na opinião do autor, fornece significativo apoio geológico aos resultados obtidos nos mencionados gnaisses, e ambas manifestações parecem estar ligadas aos processos de reativação provocados pela colisão da área estável com a placa Rondoniana (Teixeira, 1978; Cordani et.al., 1979; Tassinari, 1981).

4. Sistemática Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircões, para os granitos anorogênicos do Domínio Ventuari

O magmatismo anorogênico é abundante dentro do domínio Ventuari, ocorrendo as maiores exposições no setor noroeste da região, onde constituem um extenso batólito, cuja área é estimada em torno de 10.000 km² (Mendoza et.al., 1977). O mencionado corpo está integrado por um conjunto de plutões intrusivos (granito do Parguaza, granito de São Pedro, granodiorito do Sipapo, riocitos do Guayapo, granito do Marieta), de natureza anorogênica,

texturas e composições variadas, que foram petrográfica, geoquímica e petrologicamente caracterizados por Mendoza (1972,1975) , Mendoza et.al. (op.cit.), Bangarter (1981), Gaudette et.al.(1978) e Rivas (1981).

Rochas pertencentes ao batólito supracitado, foram geocronologicamente estudadas por Gaudette et.al. (op.cit.), Olszewski Jr. et.al. (1977), Barrios e Rivas (1978 a), e Gaudette e Olszewski Jr. (1981). Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.) apresentaram 8 determinações efetuadas pelo método Rb-Sr em rocha total; Gaudette et.al. (op.cit.) obtiveram 5 determinações pelo método Rb-Sr em rocha total e em minerais separados e 6 pelo método U-Pb em zircões cogenéticos, enquanto que Barrios e Rivas (op.cit.) apresentaram 15 determinações também obtidas pelo método Rb-Sr em rocha total. Os dados analíticos de todas essas determinações aparecem nas tabelas V e VI.

Gaudette et.al. (op.cit.) apresentaram uma isócrona de referência do granito do Parguaza, construída com pontos analíticos obtidos em amostras providas da bacia do rio Suapure (setor setentrional do batólito). A isócrona obtida (figura 12) forneceu uma idade de 1531 ± 39 m.a. e uma razão do Sr^{87}/Sr^{86} inicial de 0.7000 ± 0.0010 , utilizando-se $\lambda_{Rb} = 1.39 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$, o que corresponde a uma idade próxima a 1500 m.a. se calculada com $\lambda_{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$. Essa idade foi considerada pelos autores citados como a época de formação do batólito granítico a partir de material-fonte tipo manto. Na mesma isócrona foi incluído um ponto analítico de um feldspato alcalino e a idade obtida foi de 1250 m.a., sendo interpretada como reflexo de um aquecimento ocorrido por ocasião de desenvolvimento da fase pós-tectônica do evento Rondoniano.

Dados analíticos U-Pb foram também obtidos por Gaudette et.al.(op.cit.) em zircões extraídos de amostras do mesmo granito; os pontos analíticos dessas determinações foram representados em diagrama concórdia, onde definiram uma linha discordia, cuja interceptação superior com a curva acusou uma idade

TABELA V - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr REFERENTES AOS GRANITOS ANOROGENICOS DO DOMÍNIO VENTUARI

<u>Granito do Parquaza (área do rio Suapure, Estado Bolívar)</u>							
Nº Ordem	Nº Campo	Rb ⁸⁷ (ppm)	Sr ⁸⁷ (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
3A **	8177	52.55	17.47	2.97	0.7645	1397	4
3B	8178	71.68	10.85	6.53	0.8405	1446	4
3C	8178F	126	14.14	8.81	0.8804	1388	4
3D	8182	54.63	17.44	3.10	0.7662	1377	4
3E	8183	58.65	17.00	3.41	0.7746	1423	4
<u>Granito de São Pedro (Território Federal Amazonas, setor noroeste)</u>							
1	R8716	639	24.2	90.86	2.639	1481	1
2	R8717	240	155	4.549	0.8010	1480	1
3	R8718	412	80.3	15.32	1.0060	1373	1
4	R8719	592	40.8	45.70	1.6140	1386	1
5	R8720	328	88.8	10.89	0.9014	1260	1
19	2096A	303.4	147.1	6.040	0.8275	1414	2
20	2089	538.4	37.6	45.00	1.5731	1346	2
21	2101	451.1	61.00	22.33	1.1440	1371	2
<u>Granito do Marieta (Território Federal Amazonas, setor noroeste)</u>							
11	R8755	142	222	1.853	0.7493	1658	1
9	R8756	506	34.0	47.1	1.6440	1390	1
9	1152	574	37.2	48.66	1.6114	1300	2
8	1252	520	54.7	29.01	1.2546	1322	2
7	1253	522.9	17.81	100.68	2.5769	1310	2
12	1290	463.5	35.6	40.27	1.3997	1205	2
<u>Granodiorito do Sipapo (Território Federal Amazonas, setor noroeste)</u>							
13	1380	329.2	103.8	9.35	0.8938	1408	2
14	1381	354.9	109.3	9.58	0.9024	1437	2
15	529	295.3	104.2	8.35	0.8825	1482	2
16	533	300.9	100.6	8.81	0.8812	1395	2
<u>Riodacitos do Guayapo (Território Federal Amazonas, setor noroeste)</u>							
17	546A	318.9	104.1	9.03	0.8859	1398	2
18	550	333.5	117.8	8.33	0.8745	1418	2
22	2404	293.4	102	8.47	0.8766	1412	2
<u>Aplitos</u>							
6	1082B	476	33.8	44.03	1.5180	1288	2
**	UNH64	436	22.0	64.68	1.9780	1375	1

Referências: 1 - Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

2 - Barrios e Rivas (1978a)

4 - Gaudette et.al. (1978)

*Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$; $\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

** localização geográfica não relacionada no trabalho original

TABELA VI - DADOS ANALÍTICOS U-Pb EM ZIRCÕES DO GRANITO DO PARGUAZA

Nº Ordem	Nº Campo	U ²³⁸	Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶	Referência
3F	* 8180(100)	1.871	0.4295	1050	0.10055	0.15347	0.2295	2.9930	0.09463	4
3G	8182(100)	1.792	0.3728	1234	0.10954	0.17288	0.2080	2.7185	0.09824	4
3H	8182(mix)	1.909	0.3666	584	0.11699	0.20357	0.1920	2.4586	0.09295	4
3I	8182(mix)	1.7842	0.3147	1382	0.10255	0.16973	0.1764	2.2454	0.09238	4
3J	8183(140)	2.4786	0.4731	800	0.11007	0.16758	0.1909	2.4334	0.09251	4
3K	8184(140)	2.068	0.4008	201	0.16254	0.32675	0.1938	2.4764	0.09274	4

Referência: 4 - Gaudette et.al. (1978)

Nota: * amostras localizadas fora da área em estudo; os teores de U²³⁸ e Pb²⁰⁶ são em micromoles/gramo

Fig.12-DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb / Sr DE REFERÊNCIA PARA O GRANITO DO PARGUAZA

de 1540 ± 20 m.a.; a interceptação inferior forneceu uma idade de 265 m.a. (figura 13). A idade superior, neste caso concordante com a idade isocrônica Rb-Sr, foi considerada como a própria época de formação da rocha analisada. Para a idade relativa ao intercepto inferior não há registro de explicação, supondo-se neste estudo que a mesma não possui significado geológico. Cumpre salientar que o autor deste trabalho concorda com a interpretação dada pelos autores supracitados no que diz respeito ao setor norte do batólito; com relação ao resto do corpo a situação é diferente como demonstram os dados de campo e geocronológicos que serão discutidos nos itens que se seguem.

Gaudette e Olszewski Jr. (1981) não apresentaram diagrama isocrônico para os dados analíticos referentes aos granitos anorogênicos do Território Federal Amazonas da Venezuela; esses autores argumentaram que as amostras dessa área não eram rigorosamente cogenéticas, razão pela qual não forneceram uma boa correlação linear. Acrescentam esses autores que aqueles corpos com textura rapakivi abundante, provavelmente representam intrusivas associadas ao granito do Parguaza que foram intrudidas em épocas diferentes; aqueles corpos com pouca ou nenhuma textura rapakivi possivelmente são intrusivos não relacionados ao Parguaza.

Neste trabalho é apresentado um diagrama isocrônico de referência montado com os pontos analíticos dos granitos anorogênicos do Território Federal Amazonas (figura 14). A melhor reta selecionada forneceu uma idade próxima de 1350 m.a. e uma alta razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} , de 0.7135. Nota-se no diagrama que há uma grande dispersão dos pontos analíticos. Tal questão faz pensar que efetivamente nessa região ocorreram vários episódios de magmatismo anorogênico num intervalo de tempo compreendido entre 1550 m.a. e 1300 m.a.. Desconhece-se se os distintos corpos foram formados durante um único processo, supondo-se neste estudo que eles estejam relacionados com o fechamento do evento Rio Negro-Juruena. As diferenças entre as razões isotópicas de estrôncio inicial no setor norte e sul do

Fig. 13- DIAGRAMA CONCÓRDIA PARA O GRANITO DO PARGUAZA

Fig. 14 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr DE REFERÊNCIA DOS GRANITOS ANOROGÊNICOS DO DOMÍNIO VENTUARI, VENEZUELA

batólito podem ser explicadas como consequência de esses corpos, serem provindos de fontes diferentes; outra hipótese poderia ser que no setor sul do corpo houve quantidade significativa de contaminação dos magmas precursores, com material de natureza crustal.

5. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico - gnáissicas da bacia do rio Atabapo (Domínio petrotectônico Casiquiare)

O conjunto de rochas granítico-gnáissicas que ocorrem na bacia do rio Atabapo foram geocronologicamente estudadas por Barrios e Rivas (1978 a), Barrios et.al. (1981) e Gaudette e Olszewski Jr. (1981). Esses autores apresentaram um total de 31 determinações, todas elas obtidas pelo método Rb-Sr em rocha total. Neste trabalho são apresentadas mais 10 determinações em rochas dessa região, também obtidas pelo método Rb-Sr em rocha total. Na tabela VII são relacionados os dados analíticos de todas essas determinações.

Neste estudo é apresentado um diagrama isocrônico construído com todos os dados analíticos Rb-Sr da região em pauta (figura 15). Pode ser visto, na figura referida, que os pontos não definem um único alinhamento, formando, em verdade, um "leque" cujos limites externos podem ser determinados por duas retas isocrônicas de referência: uma superior que fornece uma idade próxima de 1800 m.a., e uma inferior cuja idade se situa em torno de 1500 m.a.. As relações de Sr^{87}/Sr^{86} inicial são de 0.7030 e 0.7060 respectivamente. Os resultados obtidos induzem a pensar que a região em discussão foi palco de um evento tectonomagmático maior, posterior ao Transamazônico, no intervalo de tempo compreendido entre aproximadamente 1800 m.a. e 1500 m.a.. Durante o desenvolvimento do mesmo houve uma importante contribuição de material extraído do manto, fato este atestado pelas baixas razões isotópicas de estrôncio.

Visando caracterizar melhor a época sintectônica

TABELA VII - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr REFERENTES AS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS DO RIO ATABAPO

Granito do Atabapo (Domínio Casiquiare, setor setentrional)							
Nº Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
23A	UNH67	214	211	2.9550	0.7832	1838	1
23B	UNH78	240	196	3.5610	0.7960	1770	1
23C	UNH79**	218	192	3.3090	0.7853	1687	1
23D	R8693**	426	306	4.0720	0.7968	1573	1
23E	R8695	252	176	4.1770	0.8081	1714	1
23F	R8696	164	218	2.1930	0.7626	1829	1
Granitóides tonalíticos (Domínio Casiquiare, setor setentrional)							
131	UNH68A	239	151	4.6310	0.8273	1834	1
131	UNH68B	252	149	4.9520	0.8317	1778	1
131	UNH69	281	160	5.1330	0.8361	1771	1
137	UNH70	234	210	3.2510	0.7888	1792	1
137	UNH72	242	173	4.0760	0.8101	1787	1
127	5511	222.4	165.8	3.9200	0.7975	1643	2
126	5523	248	163.6	4.4400	0.8190	1787	2
141	5486	286.7	135.1	6.2400	0.8630	1760	2
130	5506	279.8	152.8	5.3700	0.8430	1786	2
129	5507	326.1	107.5	8.9800	0.9357	1786	2
124	5528	263.9	155.8	4.9700	0.8341	1807	2
123	5532	238.9	179	3.9000	0.8061	1802	2
139	2439	240.7	191.1	3.6800	0.7972	1743	2
120	10514	189.7	210.6	2.63	0.7787	1950	3
128	BA54	273.4	147.7	5.43	0.8435	1774	3
Augen-Gnaiss do Caname (Domínio Casiquiare, setor setentrional)							
137	5500	287.9	192.2	4.38	0.7969	1463	2
136	2438	226	216.3	3.04	0.7714	1518	2
135	RE57	169.9	204.0	2.42	0.7603	1589	3
132	BA28	101.3	724.9	0.40	0.7129		3
133	BA29	113.0	724.9	0.45	0.7138		3
134	BA31	152.6	295.9	1.50	0.7386	1561	3
Granito do Atacavi (Domínio Casiquiare, setor setentrional)							
118	10566	366.8	140.7	7.67	0.8705	1504	3
122	10598A	388.3	95.6	12.08	0.9857	1618	3
119	10564A	418.0	51.28	24.79	1.2238	1458	3
117	10574	346.5	39.88	26.58	1.2897	1532	3
121	10586	396.32	74.24	15.98	1.0619	1555	3
Aplitos Intrusivos no granito do Atabapo (Domínio Casiquiare, setor setentrional)							
23	R8694	459	10.4	190.3	5.667	1814	1
23	R8721	482	82.3	20.4	2.775	6804	1
23	UNH7	240	155	4.554	0.8591	2346	1
23	UNH8	190	190	2.912	0.7851	1908	1
23	UNH9	195	54.9	10.56	0.9812	1818	1
23	UNH66	259	73.6	10.46	0.9930	1910	1
23	UNH76	332	25.8	40.97	1.752	1772	1
23	UNH77	346	122	8.366	0.9046	1660	1
137	UNH71***	258	21.3	44.7	1.852	1784	1

Referências: 1 - Gaudette e Olszewski Jr. (1981)

2 - Barrios e Rivas (1978a)

3 - Este estudo

* Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$
 $\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

** pontos não incluídos na regressão

*** aplito intrusivo nos gnaisses tonalíticos do Atabapo

Fig. 15- DIAGRAMA Rb/Sr ISOCRÔNICO DE REFERÊNCIA DAS ROCHAS GRANÍTICO - GNÁISSICAS REGIONAIS DO ATAPAPO (Domínio Casiquiare, setor setentrional-Venezuela)

do evento acima mencionado foi construído um diagrama isocrônico com amostras cogenéticas dos granitoides tonalíticos do rio Atabapo (figura 16). A idade obtida foi de 1782 ± 72 m.a. para uma razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de 0.7041 ± 0.0050 . Nesse diagrama pode-se notar que não há um bom controle da parte inicial da reta, razão pela qual o erro na relação inicial de estrôncio é relativamente alto. Apesar disso, o valor do MSWD (1.23) indica a boa qualidade da isôcrona obtida, sendo portanto confirmada a cogeneticidade das amostras analisadas. Os resultados obtidos no diagrama acima referido são interpretados como representativos da época de formação dos mencionados granitoides, tendo como fonte precursora material de natureza subcrustal.

Gaudette e Olszewski Jr. (op.cit.), com amostras do mesmo afloramento, construíram uma isôcrona referente ao granito de Atabapo (figura 17) que forneceu uma idade de 1624 ± 101 m.a. e uma razão do $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7123 ± 0.0045 . A idade é considerada como a época de formação do mencionado corpo, enquanto que a alta relação do estrôncio sugere, como fonte desse granito, um protólito com longa vivência crustal. Os autores supracitados fizeram também determinações Rb-Sr, em rocha total, de aplitos intrusivos no granito do Atabapo. Na figura 15 pode-se notar que os pontos analíticos desses aplitos apresentam uma grande dispersão, desconhecendo-se a causa de tal comportamento. Tentativamente este espalhamento pode ser atribuído à mobilidade química posterior à cristalização, ou mesmo a presença de várias gerações de aplitos com razões isotópicas do estrôncio diferentes.

6. Sistemática Rb-Sr em rocha total para rochas granítico-gnáissicas da bacia do Casiquiare-Rio Negro (Domínio Casiquiare)

No setor meridional do domínio petrotectônico Casiquiare, na bacia dos rios Negros e Casiquiare, ocorre um conjunto de rochas granítico-gnáissicas de relações complexas que foram estudadas geocronologicamente por Barrios e Rivas (1978 a),

Fig.16- ISÓCRONA Rb/Sr DOS GRANITÓIDES TONALÍTICOS DO ATABAPO

Fig. 17- ISÓCRONA DO GRANITO ATABAPO
 (extraído de Gaudette e Olszewski Jr, 1981).

e Gaudette e Olszewski Jr. (1981). Esses autores obtiveram um total de 40 determinações pelo método Rb-Sr em rocha total, cujos dados constam da tabela VIII.

Nesta pesquisa é apresentada uma isócrona de referência montada com os dados analíticos de todas as determinações existentes na região em pauta. Desta forma foi obtido na figura 18 um campo de dispersão cujos limites são isócronas de referência que fornecem idades de 1750 e 1400 m.a. respectivamente, com razões do Sr^{87}/Sr^{86} inicial próximas de 0.7060. Como pode ser notado as idades são similares às aquelas obtidas nas rochas do Atabapo, existindo uma pequena diferença nas relações iniciais de estrôncio. Apesar disso, pode-se dizer que ambas as regiões foram formadas durante a atuação do mesmo evento tectonomagmático, ocorrendo nas duas áreas importante contribuição de material subcrustal. Na figura 18 pode ser visto que há dois pontos situados acima da isócrona superior, desconhecendo-se se eles representam fragmentos antigos preservados, ou se, pelo contrário, correspondem a rochas cujo sistema químico Rb-Sr foi aberto. O ponto 5287, por outro lado, localiza-se bem abaixo da isócrona inferior. Em lâmina delgada foi possível verificar que essa amostra apresenta avançado estágio de alteração meteórica.

Apresenta-se também, neste estudo, uma isócrona construída com pontos analíticos referentes a amostras cogenéticas do granito de São Carlos (figura 19). A reta obtida forneceu uma idade de 1571 ± 20 m.a. e uma relação Sr^{87}/Sr^{86} inicial de 0.7034 ± 0.0011 . Essa idade é interpretada como a época de formação do mencionado granito, sugerindo-se ainda que o mesmo foi derivado de material extraído do manto com pouca ou nenhuma residência crustal. Cabe assinalar que o granito de São Carlos é uma rocha que apresenta, a nível mesoscópico, xenólitos de gnaisses tonalíticos similares aos que ocorrem no rio Casiquiare; além disso, o mencionado corpo não revela sinais de tectonismo/ metamorfismo. Esses fatos sugerem que o mencionado granito é uma intrusiva de natureza posttectônica.

TABELA VIII - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNAISSICAS DA BACIA CASIQUIARE-RIO NEGRO (DOMÍNIO CASIQUIARE, SETOR MERIDIONAL)

Gnaisses							
Nº Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
	UNH27A**	292	153	5.621	0.8497	1796	1
	UNH27B**	291	148	5.783	0.8521	1772	1
	UNH28A**	370	99.5	11.02	0.9339	1450	1
	UNH28B**	267	80.9	9.764	0.9329	1624	1
	UNH29**	393	217	5.309	0.8219	1536	1
	UNH32**	275	179	4.485	0.8318	1956	1
	UNH33**	311	189	4.82	0.8253	1736	1
84	5287	292.6	209.9	4.07	0.7815	1312	2
85	5290	205.1	169.3	3.53	0.7851	1577	2
96	5449	218.6	140.8	4.55	0.8270	1864	2
6314	6314	201.5	266.6	2.20	0.7579	1676	3
98	6192	211.6	253	2.43	0.7628	1597	3
112	6538	230.9	190.8	3.53	0.7953	1717	3
Rochas Metaplutônicas							
86	UNH19	165	150	3.225	0.7886	1811	1
88	UNH21A	279	71.8	11.57	0.9906	1719	1
88	UNH21B	271	70.2	11.50	0.9986	1776	1
89	UNH22	216	231	2.729	0.7697	1653	1
89	UNH23	226	148	4.473	0.8206	1798	1
91	UNH24	132	437	0.8774	0.7266		1
91	UNH25A	179	344	1.509	0.7392	1576	1
91	UNH25B	191	342	1.622	0.7427	1618	1
91	UNH26	149	503	0.8605	0.7247		1
97	5386	134.6	360.2	1.08	0.7331	1802	2
83	5271	276.7	204	3.96	0.7964	1605	2
86	5310	207	200.8	3.01	0.7797	1728	2
87	5322	296.1	177.2	4.89	0.8252	1709	2
91	5360	181.9	262.2	2.02	0.7609	1922	2
92	5362	264.3	270.1	2.85	0.7686	1554	2
90	5359	142.5	340.1	1.22	0.7376	1863	2
70	5260	407.9	13.68	108.4	3.373	1719	2
114	6577	192.7	237.2	2.36	0.7648	1758	3
115	6580	151.9	512	0.86	0.7255		3
116	6585	158.6	337.8	1.36	0.7366	1612	3
Granito de São Carlos							
93A	UNH30	411	82.7	14.87	1.038	1561	1
93B	UNH31	396	87.5	13.47	1.007	1560	1
94C	UNH34A	264	349	2.195	0.7519	1486	1
94D	UNH34B	254	324	2.277	0.7563	1567	1
94E	5414	260.8	322.6	2.35	0.7557	1502	2
94F	5415	269	229.5	3.42	0.7779	1486	2
88	UNH20***	197	23.5	25.60	1.295	1600	1

Referências: 1 - Gaudette e Olszewski Jr. (1981)
 2 - Barrios e Rivas (1978a)
 3 - Este estudo

* Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$
 $\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

** Localização geográfica não relacionada no trabalho original

*** Apito intrusivo nas metaplutônicas

Fig. 18 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO DE REFERÊNCIA DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS DA BACIA CASIQUIARE - RIO NEGRO (Domínio Casiquiare, setor meridional)

Fig. 19 - ISÓCRONA DO GRANITO DE SÃO CARLOS
(Domínio Casiquiare)

7. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico - gnáissicas do rio Siapa (Domínio petrotectônico Siapa)

Neste estudo são apresentadas 8 determinações Rb-Sr em rocha total, referentes às rochas granítico-gnáissicas regionais da bacia do rio Siapa. Os dados analíticos obtidos constam da tabela IX.

Os dados analíticos Rb-Sr foram tratados em diagrama isocrônico, obtendo-se uma reta que forneceu uma idade de 1693 ± 33 m.a. e uma relação inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0.7059 ± 0.0007 . (figura 20). O valor do MSWD (0.36) sugere a cogeneticidade das amostras analisadas, interpretando-se portanto a idade obtida como a época de formação das rochas. Pode-se notar que os valores obtidos na isócrona citada se situam no intervalo já verificado na região do Casiquiare. Na figura 19 pode-se perceber que o ponto H-543 situa-se fora da isócrona; neste caso também foi verificada a existência de forte alteração meteórica.

8. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas granítico-gnáissicas do alto rio Caura (Estado Bolívar, Venezuela)

Na região afetada pela bacia do alto curso do rio Caura ocorrem rochas gnáissicas e vulcano-plutônicas cujas primeiras determinações geocronológicas são apresentadas neste trabalho. Foram obtidas 20 determinações pelo método Rb-Sr em rocha total, sendo que os dados analíticos aparecem na tabela X.

Os pontos analíticos das rochas gnáissicas definiram uma isócrona de referência que forneceu uma idade de 1819 ± 64 m.a. e uma razão Sr^{87}/Sr^{86} inicial de 0.7021 ± 0.0019 (figura 21). Esses valores são similares aos obtidos nos gnaisses do Domínio Ventuari, interpretando-se aqui que os mesmos representem a época de formação dessas rochas, tendo como precursores, materiais subcrustais com pouca vida crustal.

TABELA IX - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS DO SIAPA

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
105	H506	gnaisse	94.3	727.6	0.38	0.7148		3
106	H508B	gnaisse	148.4	258.8	1.67	0.7440	1629	3
101	H583	granito	186.3	298.1	1.82	0.7496	1708	3
103	H543	gnaisse	222.7	354.9	1.82	0.7404	1355	3
102	H584	granito	247.1	292.8	2.46	0.7650	1700	3
106	H508A	gnaisse	116	475.3	0.71	0.7231		3
100	H580	gnaisse	202.8	321.8	1.83	0.7475	1616	3
107	H514	gnaisse	198.4	187.8	3.08	0.7786	1664	3

Referência: 3 - Este estudo

* Idade Convencional calculada com: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7050$

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1.42 \times 10^{-11} \text{anos}^{-1}$$

Fig. 20- ISÓCRONA DE REFERÊNCIA DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS REGIONAIS DO DOMÍNIO SIAPA, VENEZUELA.

TABELA X - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS DO CAURA (ESTADO BOLIVAR)

Rochas Gnáissicas								
Nº	Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
55		Mt1036	165.1	268.4	1.79	0.7497	1741	3
48		Ac316	208.9	44.80	13.95	1.0559	1749	3
309		Ac309	129.4	378.5	0.99	0.7287		3
53		Mt858	141.0	186	2.21	0.7623	1805	3
46		Mt1044	134.4	302.9	1.29	0.7311	1412	3
**		Ac355	252.6	127.1	5.84	0.8575	1816	3
Rochas Plutônicas								
51		Ac348	80	499.7	0.46	0.7142		3
57		Mt1061	101.8	289.8	1.02	0.7276	1547	3
49		Ac345	121.4	67.3	5.29	0.8431	1814	3
302		Ac302	144	154.6	2.71	0.7756	1808	3
50		Ac346	125.5	49.2	7.52	0.8981	1785	3
306		Ac306	191.1	111.7	5.01	0.8314	1754	3
54		Mt868	101.8	442.2	0.67	0.7196		3
Rochas Vulcânicas								
**		P251	136.7	147.5	2.70	0.7760	1827	3
**		P804	177.6	23.25	23.41	1.3076	1790	3
58		4003	119.8	74.7	4.7	0.8241	1763	2
59		4007	171.1	70.8	7.12	0.8933	1836	2
60		228	130.3	126	3.02	0.7817	1769	2
61		225	119.6	205.3	1.69	0.7534	1983	2

Referência: 2 - Barrios e Rivas (1978a)

3 - Este estudo

** Amostras localizadas fora da área em estudo.

Fig. 21- ISÓCRONA DE REFERÊNCIA DOS GNÁISSES DO ALTO CAURA, ESTADO BOLIVAR.

As determinações analíticas das rochas vulcano-plutônicas permitiram a construção de uma isócrona de referência cuja idade foi de 1830 ± 23 m.a. e relação $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7018 ± 0.0006 (figura 22). Esses resultados são praticamente iguais aos obtidos nos gnaisses acima descritos, indicando que a atividade magmática foi quase contemporânea com o processo metamórfico que gerou os gnaisses. A baixa razão do estrôncio também sugere fontes subcrustais para estes litotipos.

9. Sistemática Rb-Sr em rocha total para rochas do setor setentrional do Estado de Amazonas, Brasil

A região norte do Estado do Amazonas (Brasil), foi caracterizada geocronologicamente por Tassinari (1981), o qual apresentou 57 determinações radiométricas efetuadas pelo método Rb-Sr em rocha total, em amostras de litotipos que ocorrem na mencionada região. Os resultados obtidos nessas análises são apresentados na tabela XI.

Os pontos analíticos das rochas granítico-gnâissicas regionais ao serem tratados em diagrama isocrônico mostraram uma grande dispersão; as retas isocrônicas que delimitam tal campo de dispersão forneceram idades próximas de 1700 e 1525 m.a., com razões $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ iniciais de 0.7023 e 0.7051 respectivamente (figura 23). Esses resultados são similares aos que foram obtidos no domínio petrotectônico Casiquiare e aos determinados por Tassinari (op.cit.) na região em pauta, sendo interpretados como significativos da época de desenvolvimento da infraestrutura da faixa móvel Rio Negro-Juruena.

Tassinari (op.cit.) apresentou um diagrama isocrônico referente aos biotita granitóides a titanita que ocorrem na região drenada pelos rios Uaupés e Papurí (alto rio Negro). Essa isócrona (figura 24) forneceu uma idade de 1709 ± 17 m.a. e uma relação $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7030 ± 0.0006 . A idade obtida é interpretada como a própria época de formação desses granitóides,

Fig. 22-ISÓCRONA DE REFERÊNCIA DAS ROCHAS VULCANO-PLUTÔNICAS DO ALTO CAURA, ESTADO BOLIVAR.

TABELA XI - DADOS ANALITICOS RB/SF DAS ROCHAS DO NORTE DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL

Nº Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb/Sr	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
153	129	251.1	68.9	10.8	0.9507	1584	
204	92	119.2	136.2	1.76	0.7459	1611	
193	81	112.6	119.2	0.72	0.7221	1611	
195	82A	153.6	275.3	1.62	0.7411	1550	
198	85A	104.9	255	1.19	0.7253	1191	
199	86A	141.6	106.7	3.87	0.7981	1672	
202	89	62.4	386.8	0.46	0.7156	1672	
189	77	384	189.9	5.93	0.8367	1548	
187	75	253.7	517.3	1.42	0.7342	1432	
185	73A	214.4	250.6	2.49	0.7591	1514	
176	56A	215.7	118.3	5.34	0.8347	1689	
183	70	171.5	515.3	0.96	0.7265	1689	
182	71	162.2	341.6	1.38	0.7368	1607	
168	99	245.3	238.6	2.99	0.7701	1516	
173	58A	197.7	290.4	1.98	0.7549	1752	
145	128	352.3	105.5	9.86	0.9147	1481	
142	63	176.7	340	1.51	0.7416	1689	
143	101	306.9	118.2	5.63	0.8690	1497	
151	102	281.4	142.9	5.77	0.8378	1602	
150	103	204	144.4	4.13	0.8045	1678	
176	228	405.8	405.8	1.63	0.7427	1610	
155	105A	222	89.3	7.32	0.8850	1711	
179	67	154.6	141.3	3.19	0.7818	1676	
167	65	204.4	154	3.87	0.7921	1565	
178	66	138.2	268.3	1.49	0.7422	1730	
178	66	226.2	214.3	3.07	0.7808	1713	
178	66	195.4	321.8	1.76	0.7457	1608	
161	117	77.0	493	0.45	0.7141	1797	
164	114	186.1	256.1	2.11	0.7502	1492	
160	118A	168.3	357	1.36	0.7324	1399	
104	104	113.5	341.4	0.96	0.7231	1652	
112A	112A	149.4	392.4	1.10	0.7312	1652	
116	116	166.2	213.3	3.26	0.7550	1536	
119	119	214.8	281	2.22	0.7517	1465	
158	120	168.8	269	1.82	0.7440	1492	
157	121	291	158.3	5.37	0.8111	1737	
163	115	212.9	205.3	3.01	0.7596	1264	

Muscovita-Biotita Granitóides							
190	79	336.6	156.8	6.30	0.8474	1575	
192	80	303	112.5	7.92	0.8777	1518	
186	74	214.4	250.6	2.49	0.7591	1514	
188	76	253.7	517.3	1.42	0.6342	1432	
170	61	308.3	119.3	7.59	0.8550	1379	
172	59	340.5	100.3	10.0	0.8966	1336	
169	62	290.8	167.9	5.06	0.8062	1395	
175	57	344.5	98.5	10.3	0.8997	1317	
171	60	300.6	49.4	18.3	1.0977	1496	
174	54	659.4	168.5	11.5	0.9170	1280	
126	126	352.3	105.5	9.66	0.9147	1481	
194	98	303	112.5	7.93	0.8777	1518	
200	87	141.6	106.7	3.87	0.7981	1672	
191	78	384	189.9	5.92	0.8367	1548	
196	83	336.6	156.8	6.30	0.8474	1575	

Vulcânicas do Rio Tira							
208	95	112	49.9	6.59	0.8553	1586	
209A	96A	115.5	135.8	2.47	0.7641	1662	
209B	96B	116.3	152.8	6.46	0.8472	1533	
209D	96D	96.9	130.0	2.16	0.7542	1581	
209C	96C	193.7	33.8	17.10	1.0760	1506	

Referências: 5 - Tassinari (1981)

$(S^{87}/S^{86})_0 = 0.7050$

$\gamma_{87} = 1.42 \times 10^{-11}$ anos⁻¹

Fig. 23- DIAGRAMA ISOCRÔNICO DAS ROCHAS GRANÍTICO-GNÁISSICAS REGIONAIS DO NORTE DO ESTADO DO AMAZONAS-BRASIL

Fig.24- DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb / Sr PARA OS BIOTITA – GRANITÓIDES A TITANITA
 (Região Alto Rio Negro – extraída de Tassinari, 1981).

sendo que a baixa razão isotópica do estrôncio indica que as fontes são de natureza subcrustal.

Tassinari (op.cit.) apresentou também, um diagrama isocrônico referente aos granitóides a duas micas da bacia do alto rio Negro (figura 25). Nesse diagrama foram obtidas duas retas de referência que forneceram idades de 1451 ± 11 m.a. e 1268 ± 23 m.a. respectivamente, e relações iniciais $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de 0.7150 ± 0.0020 e 0.7130 ± 0.0020 . O autor citado sugere que esses granitóides foram formados a partir de material crustal, possivelmente dos biotita granitóides a titanita supracitados, indicando, além disso, que as razões diferentes seriam sugestivas de fontes distintas.

Analisando as isócronas de Tassinari (op.cit.) nota-se que a reta superior foi construída com amostras provindas da bacia do rio Uaupês, enquanto que a outra foi montada com amostras do rio Xiê. É parecer do autor deste estudo que os pontos analíticos 74,76,78,79,80,83,87 e 98, os quais são da mesma área, definem uma isócrona com idade em torno de 1500 m.a. e razão inicial do estrôncio próxima de 0.7080 (figura 26); esse quadro é mais condizente com a geologia regional, já que na região do Mitú (Colômbia), imediatamente vizinha, foram obtidos resultados isocrônicos em torno dessa idade. Em síntese pode-se dizer que os granitóides do Uaupês/Içana foram formados durante a fase pós-tectônica do evento Rio Negro-Juruena, enquanto que os do rio Xiê possivelmente se originaram por fusão dos biotita granitóides e/ou dos granitóides a duas micas de Uaupês/Içana, processo este quiçás provocado pela ação do evento Rondoniano.

Finalmente Tassinari (op.cit.) apresentou uma isócrona referente a rochas vulcânicas que ocorrem no rio Traíra (alto rio Negro). A reta definida forneceu uma idade de 1496 ± 30 m.a. e uma relação $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0.7100 ± 0.0020 (figura 27). Aquele autor concluiu a partir desses valores que as efusivas foram derivadas por fusão de material crustal, durante a época de inversão do evento geodinâmico Rio Negro-Juruena.

Fig.25-DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr DE REFERÊNCIA PARA OS GRANITÓIDES A DUAS MICAS DO NORTE DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL.

Fig. 27-DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr PARA O VULCANISMO ÁCIDO A INTERMEDIÁRIO DA REGIÃO ALTO RIO NEGRO.

10. Sistemática Rb-Sr em rocha total para as rochas do setor noroeste do Território Federal de Roraima, Brasil

O setor noroeste do Território de Roraima (Brasil) foi geocronologicamente estudado por Basei e Teixeira (1975), os quais apresentaram 9 determinações radiométricas Rb-Sr efetuadas em amostras de rocha total. Os dados analíticos dessas determinações estão relacionados na tabela XII, notando-se que a maioria deles corresponde a granitos anorogênicos. Segundo os autores mencionados, na área em discussão, não foi possível construir diagramas isocrônicos das rochas do embasamento, devido ao baixo teor de rubídio das mesmas.

Com os pontos analíticos pertencentes às intrusivas anorogênicas da Suite Surucucú, Tassinari (op.cit.) elaborou uma isócrona de referência que forneceu uma idade de 1431 m.a. e uma razão Sr^{87}/Sr^{86} inicial de 0.7130 (figura 28). A idade foi interpretada como significativa da época principal de colocação na crosta superior dos corpos graníticos, acrescentando-se que a mencionada atividade provavelmente começou em torno de 1550 m.a. Cabe assinalar que esses resultados são similares aos obtidos nos granitos anorogênicos do domínio Ventuari, supondo-se portanto que os episódios de magmatismo anorogênico que atingem extensão regional no setor noroeste do Cráton Amazônico estão ligados ao mesmo processo geotectônico: desenvolvimento do evento Rio Negro-Juruena.

11. Sistemática Rb-Sr, em rocha total, para amostras do setor oriental da Amazônia Colombiana

As rochas da parte oriental da região amazônica colombiana foram estudadas geocronologicamente por Priem et. al. (1978). Esses autores apresentaram 40 determinações radiométricas pelo método Rb-Sr em rocha total. Eles não indicam no seu trabalho os dados analíticos obtidos, mostrando unicamente as isócronas de referência. Segundo Priem et.al. (op. cit.) na re-

TABELA XII - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr DAS ROCHAS DO SETOR NOROESTE DO TERRITÓRIO FEDERAL DE RORAIMA, BRASIL

Nº Ordem	Nº Campo	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade*	Referência
Granitos Anorogênicos							
215	Suru 1	458.3	21.15	71.9	2.3170	1560	6
214	Suru 2	334.2	95.70	10.3	0.9330	1541	6
216	Pt01A	289	37.9	23.1	1.1860	1451	6
213	PT301	204.7	159.8	3.7	0.7880	1547	6
217	PT297	437.5	30.1	45.9	1.6340	1411	6
Rochas do Embasamento							
305A	305A	144	177	2.37	0.7643	1680	6
BE-1	BE1	155	141	3.19	0.7818	1620	6
01-A	PT01A	103	426	0.703	0.7213		6
02	PT02	73.9	671	0.319	0.7101		6

Referência: 6 - Basei e Teixeira (1975)

*Idade Convencional Calculada com:

$$(Sr^{87}/Sr^{86})_i = 0.7050$$

$$\lambda_{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

Fig.28-DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/Sr DE REFERÊNCIA PARA OS GRANITOS ANOROGÊNICOS DE SURUCUCU.

gião do Mitú as rochas do embasamento apresentam uma idade isocrônica de 1575 m.a., com uma razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0.7030. Esses autores consideram que tal atividade representa a ação do evento tectonomagmático Parguazensis. Esses resultados são similares aos apresentados pelos granitóides a duas micas do Uaupés, supondo-se neste estudo que tais litotipos também representam rochas da infraestrutura do cinturão móvel Rio Negro-Juruena.

Na região de São Felipe, curso do alto rio Negro, as rochas do embasamento, quando tratadas em diagrama isocrônico, mostraram uma grande dispersão, com idades compreendidas entre 1780 e 1450 m.a.. Esses valores foram interpretados por Priem et. al. (op.cit.) como significativos da ação dos eventos Transamazônico e Parguazensis respectivamente. O padrão geocronológico desta região é muito similar aos obtidos por Tassinari (op.cit.) e pelo autor deste trabalho no curso do rio Negro e no domínio Casiquiare respectivamente.

Finalmente Priem et.al. (op. cit.) apresentaram um diagrama isocrônico construído com amostras cogenéticas das rochas vulcânicas de Yaca-Yaca. A idade isocrônica obtida foi de 920 m.a. e a razão inicial do estrôncio de 0.7340. Segundo os autores citados os valores obtidos não são geologicamente significativos, representando provavelmente a ação de um episódio metamórfico que rehomogeneizou parcialmente o sistema isotópico Rb-Sr das mencionadas efusivas. Acreditam Priem et.al. (op.cit.) que a idade real dessas vulcânicas esteja situada em torno de 1200 m.a.

12. Sistemática K-Ar

Na região em estudo foram obtidas, até o presente, um total de 76 determinações radiométricas, efetuadas pelo método K-Ar, em minerais e rocha total. Nas tabelas 13 e 14 relacionam-se os dados analíticos dessas determinações, enquanto que na tabela 15 apresenta-se um quadro comparativo daquelas amostras datadas pelo método Rb-Sr e pelo método K-Ar. Nas figuras 29 e 30,

TABELA XIII - DADOS ANALÍTICOS K-Ar PARA AS ROCHAS REGIONAIS

Idades Maiores que 1700 m.a.								
Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Materia	k(%)	Ar ⁴⁰ rad (ccSTP x 10 ⁻⁴)	Ar atm(%)	Idade	Referência
303	303H	Granulito	Píroxênio	1.187	1.473	0.61	1840	6
218	292B	Gnaíse	Biotita	6.163	7.397	0.99	1800	6
R273A	R273A	Anfibolito	Anfibólico	0.4629	5.434	3.00	1780	6
294C	294C	Anfibolito	Anfibólico	0.3796	4.642	3.00	1820	6
40	477	Granito	Biotita	5.2597	6.468	0.92	1830	2
47	876	Tonalito	Biotita	2.4230	2.768	2.74	1743	2
148	124	Anfibolito	Anfibólico	0.2600	0.3105	3.61	1794	5
Idades entre 1400 e 1600 m.a.								
54	MT868	Granito	Biotita	7.476	6.715	12.0	1488	3
140	5489	Granito	Biotita	6.631	6.264	0.82	1535	2
115	6580	Granito	Biotita	3.460	2.844	1.95	1400	3
199	86	Anfibolito	Anfibólico	1.110	9.187	3.51	1406	5
183	70	Anfibolito	Anfibólico	0.500	4.329	0.55	1450	5
185	738	Anfibolito	Biotita	4.660	4.384	1.25	1535	5
195	82	Granodíolo	Biotita	5.81	5.284	2.17	1501	5
205	91	Anfibolito	Anfibólico	0.78	7.251	3.28	1517	5
203	90	Anfibolito	Anfibólico	0.78	6.748	1.05	1445	5
Idades entre 1200 e 1400 m.a.								
52	AC330	Diorito	Biotita	7.168	5.399	18.80	1316	3
56	MT1054	Granito	Biotita	7.251	5.424	13.81	1311	3
44	F801	Metagabro	Plagiocl.	0.296	2.390	9.62	1383	3
32	239	Granito	Biotita	6.854	5.519	1.68	1373	2
240	240	Granito	Biotita	7.200	5.522	2.07	1335	2
104	H534	Granito	Biotita	6.630	4.383	4.79	1199	3
108	H520	Granito	Biotita	7.600	5.387	14.63	1261	3
110	5447B	Gnaíse	Biotita	6.959	5.023	0.83	1269	2
95	5406	Gnaíse	Biotita	7.242	5.571	0.23	1329	2
91	5360	Granodíolo	Biotita	6.956	5.497	1.10	1363	2
112	6538	Gnaíse	Biotita	6.847	5.604	1.89	1396	3
113	6555	Granito	Biotita	7.709	6.297	10.67	1394	3
184	72	Gnaíse	Biotita	6.620	4.897	1.12	1299	5
201	88	Gnaíse	Biotita	5.920	4.716	0.86	1369	5
173	58	Gnaíse	Biotita	7.440	5.948	1.02	1372	5
198	858	Anfibolito	Anfibólico	1.07	0.8086	1.12	1319	5
149	125	Gnaíse	Biotita	4.47	3.068	1.08	1231	5
206	93	Gnaíse	Biotita	6.31	4.980	3.88	1360	5
207	94	Gnaíse	Muscovita	8.65	6.549	1.05	1321	5
181	69	Gnaíse	Anfibólico	1.20	0.947	2.04	1360	5
154	123	Qtz.dior.	Biotita	6.06	4.423	0.69	1287	5
212	112	Qtz.dior.	Biotita	7.20	5.300	0.78	1295	5
160	118	Granito	Biotita	7.48	5.326	0.73	1265	5
156	122	Granito	Biotita	7.06	4.928	0.51	1248	5
144	100	Xisto	Muscovita	7.87	5.828	12.4	1301	5
*	PRA-1	Granito	Biotita	-	-	-	1266	7
*	PRA-4	Granito	Biotita	-	-	-	1279	7
*	PRA-11	Gnaíse	Biotita	-	-	-	1309	7
*	PRA-11	Gnaíse	Muscovita	-	-	-	1279	7
*	PRA-12A	Gnaíse	Biotita	-	-	-	1317	7
*	PRA-12A	Gnaíse	Muscovita	-	-	-	1297	7
*	PRA-14	Granito	Biotita	-	-	-	1286	7
*	PRA-17	Gnaíse	Biotita	-	-	-	1264	7
*	PRA-19	Gnaíse	Biotita	-	-	-	1265	7
*	PRA-23	Gnaíse	Biotita	-	-	-	1240	7
*	PRA-24	Granito	Biotita	-	-	-	1276	7
*	PRA-24	Granito	Muscovita	-	-	-	1276	7
Idades Menores que 1200 m.a.								
197	84	Gnaíse	Biotita	4.72	2.938	3.22	1149	6
177	55	Filonito	Muscovita	8.37	4.655	1.84	1053	5
111	6510	Granito	Biotita	6.216	3.877	1.48	1148	3
131	5504	Gnaíse	Biotita	6.459	2.908	1.45	905	2

Referências: 2 - Barrios e Rivas (1978b)

3 - Este estudo

5 - Tassinari (1981)

6 - Basei e Teixeira (1975)

7 - Priem et.al. (1978)

Constantes utilizadas no cálculo das idades:

$$\lambda_B = 0.496 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{tot.}} = 0.581 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

* amostras sem número de ordem e sem dados analíticos

$$\% \text{ atom. de K}^{40} \text{ em K}^{\text{total}} = 0.1167$$

TABELA XIV - IDADES K-Ar DE ROCHAS VULCÂNICAS ANOROGENICAS

Diques Básicos									
Nº	Ordem	Nº Campo	Litologia	Material	K(%)	Ar ⁴⁰ rad. (ccSTP x 10 ⁻⁴)	Ar atm.(%)	Idade	Referência
219		292D	Diabásio	Plagiocl.	1.281	1.080	5.00	1420	6
160		119	Diabásio	Rocha tot.	1.780	1.518	0.48	1436	5
P538		P538	Diabásio	Plagiocl.	1.647	1.234	1.43	1312	3
281		MIAB32	Diabásio	Plagiocl.	0.74	0.078	16.8	248	8
282		ICEA24	Diabásio	Rocha tot.	0.75	0.078	6.44	242	8
290		ICA42A	Diabásio	Plagiocl.	0.76	0.0699	18.57	218	8
299		PT09/EP06	Diabásio	Rocha tot.	1.06	0.0896	13.90	202	8
221		CUJ-1	Diabásio	Rocha tot.	0.70	0.5411	33.66	1340	8
3260		3260	Diabásio	Plagiocl.	1.968	1.286	1.14	1188	3
210		97	Diabásio	Rocha tot.	0.74	0.382	4.02	984	5
211		306	Diabásio	Plagiocl.	1.11	0.539	3.56	941	5
Extrusivas Ácidas									
*		PRA-5	Vulcânica	Biotita	-	-	-	776	7
*		PRA-6	Vulcânica	Biotita	-	-	-	766	7
*		PRA-7	Vulcânica	Biotita	-	-	-	795	7
*		PRA-8	Vulcânica	Biotita	-	-	-	732	7
*		PRA-9	Vulcânica	Biotita	-	-	-	745	7
*		PRA-10	Vulcânica	Biotita	-	-	-	772	7
Maciços Alcalinos									
72		266A	Sienito	Anfibólito	0.979	0.715	3.16	1288	3
72		287A	Sienito	Nefelina	5.535	3.794	1.85	1230	3

Referências: 3 - Este estudo

5 - Tassinari (1981)

6 - Basei e Teixeira (1975)

7 - Priem et.al. (1978)

8 - Teixeira (1978)

Constantes Utilizadas: $\lambda_B = 0.496 \times 10^{-9} \text{ anos}^{-1}$ $\lambda_{\text{tot}} = 0.581 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$ % atom de K⁴⁰ em K^{total} = 0.1167

* Amostras sem dados analíticos

TABELA XV - QUADRO COMPARATIVO DE AMOSTRAS COM IDADES Rb-Sr e K-Ar

Nº Ordem	Nº Campo	Litologia	Idade Convencional-Idade Isocrônica		Material	Idade
			Rb/Sr			
195	82	Granodio.	1550	1700	Biotita	1501
198	85	Anfibólito	-	1500	Anfibólito	1319
199	86	Anfibólito	1672	1700	Anfibólito	1406
185	73	Anfibólito	1514	-	Biotita	1535
173	58	Gnaiss	1752	1700	Biotita	1372
183	70	Anfibólito	-	1700	Anfibólito	1450
212	112	Qtz.diorito	1652	1700	Biotita	1295
160	118	Granito	1399	-	Biotita	1265
115	6580	Granito	-	1750	Biotita	1400
112	6538	Gnaiss	1717	1750	Biotita	1396
72	266A	Sienito	1274	-	Anfibólito	1288
54	MT868	Granito	-	1830	Biotita	1488
91	5360	Granodio.	1922	1750	Biotita	1363
*	PRA-1	Granito	-	1575	Biotita	1266
*	PRA-4	Granito	-	1575	Biotita	1279
*	PRA-11	Gnaiss	-	1575	Biotita	1309
*	PRA-11	Gnaiss	-	1575	Muscovita	1279
*	PRA-12A	Gnaiss	-	1575	Biotita	1317
*	PRA-12A	Gnaiss	-	1575	Muscovita	1297
*	PRA-14	Granito	-	1575	Biotita	1286
*	PRA-17	Gnaiss	-	1780 - 1450	Biotita	1264
*	PRA-19	Gnaiss	-	1780 - 1450	Biotita	1265
*	PRA-23	Gnaiss	-	1780 - 1450	Biotita	1240
*	PRA-24	Granito	-	1780 - 1450	Biotita	1276
*	PRA-24	Granito	-	1780 - 1450	Muscovita	1276
*	PRA-5	Vulcânica	-	920	Biotita	776
*	PRA-6	Vulcânica	-	920	Biotita	766
*	PRA-7	Vulcânica	-	920	Biotita	795
*	PRA-8	Vulcânica	-	920	Biotita	732
*	PRA-9	Vulcânica	-	920	Biotita	745
*	PRA-10	Vulcânica	-	920	Biotita	772

* amostras sem número de ordem

Fig. 29 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS IDADES K-Ar DAS ROCHAS REGIONAIS

Fig. 30- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ROCHAS VULCÂNICAS ANOROGÊNICAS

por outro lado, mostra-se a localização das rochas regionais e a norogênicas datadas, enquanto que a figura 31 refere-se a um histograma de frequência das idades K-Ar obtidas nas rochas regionais.

Nas tabelas 13 e 14 pode-se observar que 46 determinações foram obtidas em biotitas, 10 em anfibólios, 7 em plagioclásios, 6 em muscovitas, 5 em rocha total, 1 em nefelina e 1 em piroxênio. Percebe-se também, nas tabelas citadas, uma grande dispersão das idades, com valores compreendidos entre 200 e 1850 m.a..

A seguir serão discutidos os resultados obtidos, enfatizando-se o seu significado geológico, em termos dos eventos geotectônicos regionais reconhecidos no Cráton Amazônico.

12.1. Sistemática K-Ar para as rochas regionais

No histograma da figura 31 pode-se verificar que foram obtidas 57 datações K-Ar das rochas regionais, das quais 40 determinaram-se em biotitas, 9 em anfibólios, 6 em muscovita, 1 em plagioclásio e 1 em piroxênio. É possível conferir, além disso, que as idades definem três picos principais: um deles localiza-se no intervalo de idades 1800-1850 m.a., o outro é definido por idades compreendidas entre 1500 e 1550 m.a., enquanto que o último e mais significativo é formado por idades compreendidas entre 1250 e 1350 m.a..

12.1.a. Idades maiores que 1700 m.a.

Na figura 29 nota-se que as idades superiores a 1700 m.a. se localizam na região considerada mais antiga, isto é, na área integrada pelo Domínio petroectônico Ventuari e pelas regiões geológicas do alto rio Caura (Estado Bolívar) e setor noroeste do Território Federal de Roraima (Brasil). Os va-

Fig. 31 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DE IDADES K-Ar DAS ROCHAS REGIONAIS

lores obtidos nessa região são aqui interpretados como significativos do resfriamento do Ciclo Transamazônico e/ou eventos anteriores. Existe uma exceção referente a amostra 124, que representa um anfibolito localizado na bacia do alto rio Negro. Segundo Tassinari (1981), essa idade pode representar um núcleo antigo preservado, que foi parcialmente rejuvenescido, ou alternativamente, a ocorrência de retentividade total do argônio radiogênico por parte dos anfibólitos, os quais teriam-se formado durante a fase sintectônica do evento Rio Negro-Juruena. Cumpre salientar que a idade obtida na amostra 303H deve ser encarada com reserva pois ela foi determinada num piroxênio e como se sabe, esses minerais não são favoráveis para datações K-Ar. Além disso, o teor de potássio reportado é muito alto, o que faz suspeitar que o concentrado mineral analisado era muito impuro. É muito possível, portanto, que o potássio determinado provenha de inclusões e/ou fragmentos agregados.

12.1.b. Idades compreendidas entre 1400 e 1600 m.a.

As datações compreendidas no intervalo de idades 1400-1600 m.a., correspondem a amostras que se localizam no domínio petroectônico Casiquiare e na região geológica afetada pela bacia do alto rio Negro, havendo apenas uma exceção que se refere a amostra MT 868. Essas datações, na opinião do autor, representam a época de resfriamento da fase sintectônica do evento Rio Negro-Juruena.

A exceção mencionada representa um granito subvulcânico que se localiza na região do alto rio Caura. Na tabela 15 pode-se perceber que essa rocha forneceu uma idade Rb-Sr de 1830 m.a., enquanto que a sua idade K-Ar em biotita foi de 1488 m.a.. A idade K-Ar é aqui interpretada como a época de rejuvenescimento isotópico das micas do mencionado corpo, como consequência de aquecimento provocado, seja pelo extenso magmatismo anorogênico que afeta a área, seja pela ação do evento Rio Negro-Juruena.

12.1.c. Idades compreendidas entre 1200 e 1400 m.a.

Um maior número de datações, como já foi dito, concentra-se no intervalo de tempo agora em discussão. Esse agrupamento define uma curva de "Gauss" envolvendo 36 datações distribuídas geograficamente em toda a área, das quais 31 localizam-se nos domínios petrotectônicos Casiquiare, Siapa e similares de Colombia e Brasil, e 5 no domínio Ventuari e similares. Dentro da região citada em primeiro lugar, observa-se que idades em torno de 1300 m.a. (pico principal da curva) situam-se preferencialmente no alto curso do rio Negro (setor brasileiro), no território afetado pelos alinhamentos estruturais que são prolongamento do lineamento de Takutu.

Neste estudo considera-se que algumas das idades referentes ao intervalo em discussão, é dizer, aquelas que constituem o "rabo" do lado mais antigo da curva, podem representar o resfriamento da fase postectônica do evento Rio Negro-Juruena. O resto de datações é interpretado como reflexo de aquecimentos ocorridos sobre a área cratônica durante a fase principal do evento Rondoniano que teria-se desenvolvido na borda sudoeste do Craton Amazônico entre 1100 e 1400 m.a. atrás. Cumpre assinalar que algumas biotitas e anfibólios de rochas da bacia Uaupês/Içana, por causas até agora desconhecidas escaparam ao aquecimento do evento Rondoniano. Deve-se dizer também, que na opinião do autor, a região do alto rio Negro representava um nível crustal mais profundo, durante a atuação do evento geodinâmico supracitado, tendo por conseguinte uma história de resfriamento mais prolongada.

Das 5 amostras localizadas no domínio Ventuari e similares das áreas vizinhas, 2 correspondem a granitos anorogênicos (239 e 240) e as restantes a um metagabro (FB01), um diorito (AC330) e um granito subvulcânico (MT1059). Os resultados obtidos nos granitos anorogênicos (tipo surucucu) podem ser considerados próximos da época de formação, interpretando-se tal tipo de atividade magmática, como manifestação ígnea reflexa, na área

estável, provocada pela atuação do evento Rio Negro-Juruena. As outras idades, no entender do autor, representam um aquecimento posterior que rejuvenesceu as micas e plagioclásios. Tal aquecimento pode ter ocorrido durante a fase sintectônica do evento Rondoniano, ou então nos episódios de magmatismo anorogênico que afetaram a região. Nesse sentido cumpre salientar que a tabela 14 reúne idades K-Ar de rochas básicas e alcalinas referentes ao mesmo intervalo, podendo exibir significação tectônica similar a do magmatismo anorogênico supracitado.

12.1.d. Idades menores que 1200 m.a.

As idades K-Ar deste intervalo de tempo são escasas, limitando-se a 4 datações que correspondem a 2 gnaisses (84 e 5504), um filonito (55) e um granito (6510). Essas amostras são de rochas que se localizam no domínio Casiquiare e na bacia do alto rio Negro, considerando-se neste estudo, que as idades obtidas em três delas representam a superimposição de um evento tectonotermal de idade próxima a 1100 m.a.. A outra idade (referente a amostra 5504), na opinião do autor, representa a época de reativação termotectônica das falhas que afetam aquela área.

12.2. Idades K-Ar em rochas vulcânicas anorogênicas (extrusivas ácidas, diques básicos e maciços alcalinos)

Na região em pauta foram obtidas 19 datações K-Ar, em minerais e rocha total de rochas vulcânicas anorogênicas, sendo que 11 correspondem a determinações efetuadas em diques básicos, 6 a idades obtidas em extrusivas ácidas e 2 a datações de um maciço alcalino (tabela 14). Cabe assinalar que as idades do magmatismo anorogênico discutido neste item, são consideradas pelo autor desta pesquisa, como a própria época de formação dessas rochas. Isto é devido ao fato do resfriamento dessas rochas ser muito rápido.

O quadro geocronológico K-Ar dos diques básicos a

presentou grande dispersão, podendo distinguir-se, a grosso modo, dois agrupamentos de idades: um deles corresponde a manifestações precambrianas e o outro a atividade fanerozóica (Permo-Triássica). O fenômeno ígneo precambriano apresenta-se disperso por toda a área enquanto que aquele do fanerozóico se concentra na bacia do rio Içana. As rochas básicas precambrianas representam, na opinião do autor, magmatismo básico terminal e/ou reflexo associado ao desenvolvimento dos eventos Rio Negro-Juruena e Rondoniano. As idades fanerozóicas, por outro lado, representam a época de atividade ígnea ligada a fenômenos de deriva continental (Teixeira, 1978).

As rochas extrusivas ácidas (lavas traquíticas de Yaca-Yaca, Colombia) forneceram idade K-Ar em torno de 750 m.a., enquanto que sua idade Rb-Sr em isócrona foi de 920 m.a. (tabela 14). Essas rochas repousam discordantemente acima do embasamento cristalino e segundo os pesquisadores que as estudaram (Galvis et al., 1979; Priem et al., 1978) estão fortemente alteradas. Priem et al. (op.cit.) acreditam que a idade isocrônica não é a de formação das efusivas, mas sim representante de um episódio metamórfico que provocou rehomegeneização isotópica parcial do sistema químico Rb-Sr. Ao mesmo tempo pensam que as idades K/Ar possivelmente representem a ação de outro episódio metamórfico que rejuveneceu as micas das efusivas. Segundo os autores citados, ambos os episódios metamórficos não afetaram as rochas do embasamento. Cabe assinalar que as idades Rb/Sr possivelmente possuam significado geológico, pois no setor brasileiro do rio Uaupés, ocorrem rochas básicas com idades similares. Com relação as datações K/Ar, deve-se dizer que são de difícil interpretação, sendo mesmo possível que careçam de significação geológica. No entanto, a concordância dos resultados (tabela 14) é realmente expressiva.

O maciço alcalino datado neste estudo (sienito do Iguapo) acusou idades, Rb-Sr convencional e K-Ar em minerais, concordantes (tabela 15), considerando-se que representam a época de formação do mencionado corpo. Tal atividade ígnea, na opinião do autor, é vinculada ao magmatismo cratogênico ligado ao fechamento da evolução tectonomagmática do evento Rio Negro-Juruena.

CAPÍTULO VI

EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA REGIONAL

O conjunto de dados geológicos e geocronológicos discutidos nos capítulos anteriores, apesar de ainda serem escassos, permitiram o reconhecimento de vários episódios tectono magmáticos que, na opinião do autor, foram de importância fundamental na evolução geológica regional da área em estudo. A continuação apresenta-se uma síntese referente aos eventos tectono magmáticos caracterizados, posicionando-os no espaço e no tempo. Para facilitar o texto a região em estudo será dividida em duas áreas, separadas pelo curso do rio Orinoco: uma localizada ao nordeste e a outra consequentemente ao sudoeste do mesmo rio (figura 32).

1. Evolução Crustal da Região Localizada ao Nordeste do Rio Orinoco

Os estudos geocronológicos mostraram que as rochas granítico-gnáissicas mais antigas localizam-se na região situada ao nordeste do rio Orinoco. Efetivamente, rochas gnáissicas consideradas como o embasamento da bacia do alto Caura (Estado Bolívar, Venezuela), forneceram idade isocrônica Rb-Sr de 1819 ± 64 m.a., e uma relação $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})$ inicial de 0.7021 ± 0.0019 . No setor noroeste do Território Federal de Roraima (Brasil), por outro lado, não foram obtidas idades isocrônicas Rb-Sr das rochas do embasamento. No entanto, idades minerais K-Ar foram da ordem de 1800 m.a.. Já no domínio petroectônico Ventuari (Território Federal Amazonas, Venezuela), os gnaisses do embasamento forneceram idade isocrônica Rb-Sr de 1826 ± 34 m.a. e relação $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})$ inicial de 0.7027 ± 0.0008 . Algumas das rochas gnáissicas do domínio Ventuari também foram datadas pelo método U-Pb em zircões, fornecendo idade concórdia

Fig. 32 - PROVÍNCIAS GEOCRONO-ESTRUTURAIS DA ÁREA ESTUDADA

em torno de 1850 m.a.. Cabe assinalar ainda, que dados geocronológicos Rb-Sr revelaram a presença, no domínio Ventuari, de rochas plutônicas antigas, com idades em torno de 2200 m.a. (ver figura 10, capítulo V).

As idades acima referidas (próximas de 1850 m.a.) concordantes por diferentes métodos geocronológicos, são representativas, no entender do autor, da época de atuação de um evento tectonomagmático regional durante o qual houve formação de crosta. As baixas relações iniciais isotópicas de estrôncio sugerem ainda que as rochas da infraestrutura da região nordeste, foram formadas a partir de material extraído do manto com pouca ou nenhuma residência crustal. Considera-se portanto, que a região em pauta representa um segmento crustal consolidado no final do evento supracitado, isto é, no final do ciclo Transamazônico. Testemunhas de tal questão são representadas por associações vulcano-plutono-sedimentares, isentas de metamorfismo, que como veremos mais adiante apresentam idades próximas a 1800 m.a.. Finalmente se conclui, a partir dos dados suprarreferidos que a região em discussão forma parte da província Amazônia Central de Cordani et.al. (1979).

2. Evolução Crustal da Região Localizada ao Sudoeste do Rio Orinoco

As rochas granítico-gnâissicas que integram a região localizada ao sudoeste do rio Orinoco, isto é, aquela área constituída pelos domínios Casiquiare e Siapa, as regiões geológicas do alto rio Negro (Brasil) e do setor sudeste da amazônia colombiana, apresentaram padrão geocronológico com idades compreendidas entre 1780 e 1500 m.a. e relações iniciais de estrôncio entre 0.7030 e 0.7060. Esse padrão é diferente daquele apresentado pelas rochas da infraestrutura da região nordeste já citada, acreditando-se neste estudo, que o mesmo seja representativo de um evento tectonomagmático regional diferente do Transamazônico. Nesse sen-

do admite-se, tal como foi sugerido por Cordani et.al.(op.cit.) e por Tassinari (1981), que a área em pauta representa o substrato de uma faixa móvel que foi desenvolvida durante a atuação do evento supracitado. Esse evento geodinâmico foi denominado "Rio Negro-Juruena" (Tassinari, op.cit.), tendo sido verificado que a sua fase sintectônica principal ocorreu em torno de 1780 m.a. (ver figura 15, capítulo V). Em adição, as baixas relações iniciais de estrôncio, das rochas regionais dessa área, indicam que a maioria dos litotipos são ortometamórficos que foram diferenciados do manto na época de sua formação. Finalmente admite-se, em razão do acima exposto, que o setor sudoeste da área motivo desta pesquisa constitui a parte setentrional da província Rio Negro-Juruena.

3. Eventos de Vulcano-Plutonismo Anorogênico

Os dados geológicos e geocronológicos referentes a área em estudo permitiram reconhecer e caracterizar a presença de vários episódios de vulcano-plutonismo anorogênico, de caráter ácido a intermediário, que na opinião do autor, estão relacionados com o desenvolvimento dos eventos tectonomagmáticos reconhecidos previamente.

Podem ser distinguidos, em razão da idade, quatro agrupamentos de episódios vulcano-plutônicos: o primeiro refere-se àquelas associações vulcano-plutônicas que ocorrem na região antiga (área nordeste) e são contemporâneos com o final do evento tectonomagmático Transamazônico. O segundo agrupamento compreende rochas vulcano-plutônicas que aparecem em ambas as áreas (nordeste e sudoeste do Orinoco) e são contemporâneas com o evento Rio Negro-Juruena. O terceiro agrupamento trata-se de vulcano-plutônicas que ocorrem na região nordeste que são contemporâneas ao evento Rondoniano, enquanto que o quarto refere-se a efusivas ácidas posteriores ao evento Rondoniano.

Associações referentes ao primeiro grupo ocorrem extensamente no domínio Ventuari e bacia do alto rio Caura. Nes-

nas áreas as vulcano-plutônicas aparecem associadas com coberturas sedimentares de plataforma e repousam discordantemente acima das rochas do embasamento. Algumas dessas rochas foram datadas pelo método Rb-Sr, fornecendo idade isocrônica de 1830 ± 23 m.a. e relação inicial ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$) de 0.7018 ± 0.0006 . Admite-se a partir desses resultados que o vulcano-plutonismo citado é subsequente ao ciclo Transamazônico, marcando a inversão do evento geodinâmico citado. A baixa razão inicial de estrôncio, por outro lado, sugere que esses litotipos foram derivados do manto superior.

Associações vulcano-plutônicas contemporâneas aos eventos Rio Negro-Juruena e Rondoniano são expressivas na região nordeste enquanto que na sudoeste são pouco significativas. Na região nordeste são representadas pelas suites intrusivas de Surucucú e Parguaza e na sudoeste pelas vulcânicas do Traira. As suites de Surucucu e Parguaza apresentaram padrão geocronológico com idades compreendidas entre 1550 e 1350 m.a. e relações isotópicas do estrôncio inicial em torno de 0.7135. As vulcânicas do Traira por outro lado, forneceram idade isocrônica de 1496 m.a. e relação inicial do estrôncio de 0.7100.

Os dados acima expostos indicam que o vulcano-plutonismo representado pelas intrusivas de Surucucu, Parguaza e pelas vulcânicas do Traira está relacionado ao desenvolvimento da província Rio Negro-Juruena, marcando a mudança da mencionada entidade de condições de instabilidade tectônica para condições cratônicas. Pode-se supor ainda que o plutonismo da região nordeste ocorreu em vários episódios e que as diversas intrusivas foram derivadas de materiais de natureza crustal, tal como sugerem as altas relações isotópicas.

O último agrupamento de rochas vulcânicas refere-se a rochas efusivas, ácidas a intermediárias, que ocorrem na bacia do rio Uaupês (Lavas traquíticas de Yaca-Yaca, Colombia) que são posteriores ao evento Rondoniano. Essas lavas forneceram idade isocrônica Rb-Sr de 920 m.a. e relação inicial de estrôncio de 0.7345. Na opinião do autor essas rochas representam vulcanis

mo subsequente ao evento Rondoniano sendo derivadas de material de natureza crustal.

4. Reativações tectônicas com intrusões de diques de diabásio e maciços alcalinos

O desenvolvimento dos eventos tectonomagmáticos referidos em itens anteriores provocaram a reativação termotectônica de zonas de fraqueza regionais que afetam ao Cráton Amazônico. Essas reativações foram acompanhadas por manifestações ígneas básicas e alcalinas e por aquecimentos que em certos casos provocaram reequilíbrio isotópico e rejuvenescimento das micas de rochas regionais.

Os dados K-Ar obtidos em diques básicos indicaram a presença de dois agrupamentos: o primeiro referente ao Precambriano, com idades compreendidas entre 950 e 1400 m.a., e o outro do Fanerozóico com idades entre 200 e 250 m.a.. O magmatismo básico precambriano, com idades situadas entre 1200 e 1400 m.a. se localiza preferencialmente ao longo de zonas de fraqueza que seccionam ao Cráton Amazônico (lineamentos de Takutu e Melo Nunes, sistema de falhas Bolívar-Guri) e provavelmente representa magmatismo básico terminal associado ao fechamento da evolução da província Rio Negro-Juruena. O magmatismo básico com idades em torno de 950 m.a. - 1000 m.a., se situa na bacia do rio Uaupés (Brasil) e, na opinião do autor, está relacionado com o vulcanismo ácido de Yaca-Yaca, representando os estágios finais do evento Rondoniano. O vulcanismo básico fanerozóico, pelo seu lado, se concentra na bacia do rio Içana (Brasil) admitindo-se neste estudo que esteja ligado a processos de deriva continental ocorridos no Permo-Triássico.

O magmatismo alcalino, como já foi visto, afeta a parte meridional do domínio Ventuari, sendo representado pelo sienito alcalino do Iguapo (alto rio Orinoco). Esse corpo forneceu idades Rb-Sr convencional e K-Ar em minerais concordantes, em

torno de 1300 m.a.. Como já foi dito em parágrafos anteriores, admite-se neste estudo que o mencionado corpo representa atividade de cratogênica ligada ao fechamento da evolução tectonomagmática da província Rio Negro-Juruena.

Dentro do domínio Ventuari foi caracterizada geocronologicamente a presença de gnaisses cataclásticos cuja idade isocrônica Rb-Sr foi de aproximadamente 1200 m.a., com uma relação inicial em torno de 0.7200. No entender do autor deste estudo, esse padrão é resultante do reequilíbrio isotópico do sistema Rb-Sr desses gnaisses, o qual possivelmente foi provocado pela reativação termotectônica das falhas que afetam essa região.

Na província Rio Negro-Juruena, na bacia do rio Içana, ocorrem granitóides a duas micas que forneceram idade isocrônica de 1268 m.a. e relação inicial de estrôncio de 0.7130. Esses granitóides foram considerados por Tassinari (op.cit.) como produtos reflexos da atuação do evento Rondoniano, acrescentando ainda, que os mesmos possivelmente sejam derivados da refusão de rochas regionais da província Rio Negro-Juruena. O autor deste trabalho acredita, pelo contrário, que os referidos granitóides foram reequilibrados isotopicamente como consequência da reativação dos alinhamentos estruturais que afetam aquela região.

A partir dos dados apresentados nos itens anteriores, podemos sumarizar a evolução geotectônica da área em estudo da seguinte maneira:

1) Entre 2200 e 1900 m.a., ocorreram na região nordeste (mais antiga), intrusões de rochas plutônicas e episódios vulcânicos. Essas rochas foram posteriormente retrabalhadas, dando lugar, por erosão, aos sedimentos precursores dos gnaisses de Minícia e Macabana. Cumpre assinalar que os dados geológicos indicam que a maior parte da crosta da região em pauta foi formada em épocas pré-transamazônicas. Isto é reforçado por algumas idades Rb-Sr isocrônicas de rochas plutônicas do domínio Ventua-

ri (figura 10).

2) Em torno de 1850 m.a., a região nordeste foi palco de um evento tectonomagmático regional durante o qual houve importante processo de acreção-diferenciação manto-crosta. Isto é atestado pelas baixas razões isotópicas iniciais do estrôncio das rochas granítico-gnáissicas regionais, as quais são, na sua maioria ortometamórficas.

3) O evento regional foi imediatamente seguido por epirogêneses, tectônica de blocos, episódios vulcano-plutônicos e sedimentação de coberturas de plataforma. Estes processos iniciaram-se em torno de 1830 m.a., segundo evidenciam as idades das vulcano-plutônicas.

4) Em torno de 1780 m.a., a região sudoeste foi afetada pela ação de um novo episódio tectonomagmático regional. Nesta área o mencionado episódio se prolongou por um período próximo de 300 m.a., finalizando-se por volta de 1450 m.a.. Durante esse evento também ocorreu importante contribuição de material extraído do manto e apreciável processo de acreção crustal.

5) O desenvolvimento do evento Rio Negro- Juruena provocou, na área estável adjacente, diversos episódios de plutonismo anorogênico que se iniciaram em torno de 1550 m.a. e finalizaram por volta de 1350 m.a.. Esses, episódios são acompanhados por tectônica de blocos e sedimentação de novas coberturas de plataforma. Enquanto isso, na mesma época de início do plutonismo anorogênico, ocorreu sobre a própria província Rio Negro-Juruena, vulcanismo ácido e sedimentação de coberturas, que são representados pelas vulcânicas do Traíra e pelas coberturas sedimentares da serra do Pico da Neblina e similares da área.

6) O desenvolvimento, na borda sudoeste do Cráton Amazônico, do evento Rondoniano, provocou nas áreas estáveis, reativações termotectônicas que foram acompanhadas por vulcanismo ácido a intermediário, pela intrusão de diques básicos e ma-

ciços alcalinos e por rejuvenescimentos e reequilíbrio isotópico de algumas rochas regionais.

7) Finalmente a região em estudo se comportou como área estável desde o fim do evento Rio Negro-Juruena, sendo apenas afetada por epirogêneses e reativações tectônicas que são acompanhadas, em certos casos, por magmatismo básico e alcalino.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar o mais profundo agradecimento a seu orientador Professor Doutor Umberto Giuseppe Cordani pelas inúmeras sugestões, longas discussões e pelo grande interesse e dedicação que demonstrou durante o desenvolvimento deste trabalho. Os agradecimentos são extensivos ao Professor Doutor Koji Kawashita pelo apoio científico e analítico fornecido durante a fase laboratorial deste estudo.

O autor agradece aos geólogos Wilson Teixeira , Raimundo Montalvão e Colombo C.G.Tassinari. Aos dois primeiros porque gentilmente cooperaram na correção gramatical e ortográfica do texto. Ao último porque desinteressadamente forneceu ao autor a maioria dos dados de campo e bibliográficos da região amazônica brasileira.

O autor agradece também às Direções de Recursos Humanos e de Geologia do Ministério das Minas e Energia da Venezuela, as quais permitiram, econômica e administrativamente, a realização deste trabalho. Meus agradecimentos são também extensivos ao Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil (CNPq) pelo auxílio financeiro dado, durante grande parte do curso.

Ao Doutor Angel Fonseca, Diretor da Direção de Investigações Geoanalíticas e Tecnológicas do Ministério das Minas e Energia da Venezuela, pela licença concedida ao autor para finalizar este trabalho.

Ao quadro de funcionários do Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP, a saber: Claudio Comerlatti, Claudio dos Santos, Helen Sonoki, Ivone Sonoki, José Roberto Medeiros , José Elmano Gouveia, Jorge Gouveia de Almeida, Kei Sato e Margarida Martins pela ajuda prestada na obtenção dos dados geocronológicos.

A Sra. Claudete Salinas Franzosi, responsável pe
lo trabalho de datilografia.

A Sra. Itacy Kroehne e ao Sr. Walter Loureiro Ma-
deira pela confecção dos desenhos dos mapas e figuras que cons-
tam neste estudo.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M.de - 1964 - Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. Div.Geol.Min., Bol.215, 137 p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1967 - Origem e evolução da Plataforma Brasileira.Div.Geol.Min.DNPM, Bol. (241), 36 p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1971 - Geochronological division of the Precambrian of South America. Rev.Bras.Geoc., São Paulo, 1(1): 13-21.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1974 - Evolução Tectônica do Crãton do Guaporé comparada com a do Escudo Báltico. Rev.Bras.Geoc. São Paulo, 4 (3): 191-204.
- ALMEIDA, F.F.M.de; Hasui, Y. e BRITO NEVES, B.B.de - 1976 - The upper precambrian of South America.Bol.Ig., Inst.Geoc.,USP, 7: 45-80, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1978 - A Evolução dos Crãtons Amazônico e de São Francisco comparada com a de seus homólogos do Hemisfério Norte. Anais do XXX Congr. Bras.Geol., 6, 2393-2407, Recife.
- ALMEIDA, F.F.M.de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. e FUCK, R.A. - 1981 - Brazilian Structural Provinces: An Introduction.Earth Sci.Rev., 17: 1-29. Amsterdam.
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. e REYNOLDS, J.H.-1966 - Potassium-Argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. et. Cosm. Acta, 30: 159-189, Oxford.
- AMARAL, G. - 1974 - Geologia pre-Cambriana da região Amazônica. Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências,USP,212p., São Paulo.

- ANHAUSSER, C.R.; MASON, R.; VILJOEN, M.J. e VILJOEN, R.P.- 1969-
A reappraisal of some aspects of Precambrian Shield Geology.
Geol.Soc.Am.Bull., 80: 2175-2200.
- BANGARTER, G. - 1981 - Estudio sobre la petrogénesis de las mine-
ralizaciones de Nb, Ta, Sn en el Granito Rapakivi de El Par-
guaza y sus diferenciaciones. Simposium Amazônico, Resume -
nes, Puerto Ayacucho, Venezuela.
- BARRIOS, F.J. e RIVAS, D. - 1978a - Reconocimiento Geocronológi-
co del Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Ministério
de Energia y Minas (Relatório Interno).
- BARRIOS, F.J. e RIVAS, D. - 1978b - Algumas edades K-Ar de rocas
del Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Ministério de
Energia y Minas (Relatório Interno).
- BARRIOS, F.J. - 1981 - Geologia de la sub-región Atabapo-Guarĩnu
ma, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Simposium Amazô-
nico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).
- BARRIOS, F.J.; RIVAS, D.; CORDANI, U.G. e KAWASHITA, K. - 1981 -
Geocronologia del Territorio Federal Amazonas, Venezuela .
Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa)
- BASEI, M.A.S. - 1974 - Estudo geocronológico do magmatismo ácido
da Região Meridional da Amazônia. Anais do XXVIII Cong.Bras.
Geol. (6): 287-296, Porto Alegre.
- BASEI, M.A.S. e TEIXEIRA, W. - 1975 - Geocronologia do Territô-
rio de Roraima. Em: Conferência Geológica Interguianas, 10^a,
DNPM, 253-273, Belém.
- BASEI, M.A.S. - 1977 - Idade do vulcanismo ácido-intermediário na
região Amazônica. Dissertação de Mestrado, Inst.Geoc., USP,
133p., São Paulo.

- CHOUBERT, B. - 1969 - Les Guyano-Eburneides de l'amerique du Sud e de l'Afrique Occidentale. Essais de comparaison geologi - que. B., B.R.G.M., Sect. 4, 4, 39-68, Paris.
- COMPSTON, W. e JEFFERY, P.M. - 1959 - Anomalous Common Strontium in granite. Nature, 184, 1792-1793.
- COMPSTON, W. e PIDGEON, R.T. - 1962 - Rubidium-Strontium Dating of Shales by the total-rock Method. Jour.Geoph.Res., 67, 3493 - 3502.
- CORDANI, U.G. - 1978 - Comentários filosóficos sobre evolução geológica pre-cambriana. Publ.Esp.Soc.Bras. Geol., Núcleo da Bahia, Salvador.
- CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S. e KAWASHITA, K. - 1979 - Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. Actas do II Cong.Geol.Chile no, 4, 137-148. Arica, Chile.
- CORDANI, U.G. - 1980 - Fundamentos de interpretação geocronológica. In: Interpretação de dados geocronológicos. XXXI Congr. Bras.Geol., Bol. 6:3-22.
- DALL'AGNOLL, R. e DREHER, A.M. - 1975 - Petrografia e amostragem do Bloco D-IV, Belém, Projeto RADAM (Relatório Interno).
- DALL'AGNOLL, R. e ABREU, A.S. - 1976 - Características Petrográficas e Petroológicas do Complexo Guianense na Folha NA.19 Pico da Neblina. Anais do XXIX Congr. Bras.Geol., 2, 321 - 350, Belo Horizonte.
- DOUGAN, T.W. - 1976 - Origin of trondhjemitic biotite - quartz - oligoclase gneisses from the Venezuelan Guyana Shield. Pre-cambrian Res., 3: 317-342.
- FAURE, G. - 1977 - Principles of Isotope Geology. Wiley and Sons, 464 p.

- FERNANDES, P.E.C.A.; PINHEIRO, S.S. da; MONTALVÃO, R.M.G.de; ISSLER, R.S.; ABREU, A.S. e TASSINARI, C.C.G. - 1977 - Geologia In: Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAMBRASIL, D.N.P.M., Folha SA. 19 Içã, 14; 121 p., Rio de Janeiro.
- GALVIS, V.J.; HUGUETTI, G.A. e RUGE, T.P. - 1979 - Geologia de la Amazônia Colombiana. Bol. Geol. Ingeominas, Vol. XXII, 3: 1-153. Bogotá, Colombia.
- GAUDETTE, H.; OLSZEWSKI, Jr., W.J. e MENDOZA, V. - 1977 - U-Pb zircon ages of the Minicia and Macabana Gneisses, Amazonas Territory, Venezuela. V Congreso Geológico Venezolano, Vol. II, 527-536, Caracas.
- GAUDETTE, H.; MENDOZA, V.; HURLEY, P.M. e FAIRBAIRN, H.W. - 1978 - Geology and age of the Parguaza rapakivi granite, Venezuela. Bull. Geol. Soc. Amer., 89, 1335-1340.
- GAUDETTE, H.E. and OLSZEWSKI Jr. W.J. - 1981 - Geochronology of the Basement Rocks, Amazonas Territory, Venezuela. Simposium Amazônico. Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).
- GHOSH, S.K. - 1977 - Geologia del Grupo Roraima en el Territorio Federal Amazonas de Venezuela. V Congr. Geol. Ven., Vol. I, 167-193, Caracas.
- GHOSH, S.K. - 1981 - Geology of the Roraima Group and its Implications. Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).
- GIBBS, A.K. and OLSZEWSKI, Jr. - 1982 - Zircon U-Pb ages of Guyana Greenstone -Gneiss Terrain. Precambrian Res., 17:199 - 214, Amsterdam.
- GONZALEZ DE JUANA, C.; ITURRALDE, A.J.M. e PICARD, C.X. - 1980 - Geologia de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Vol. I e II, FONINVES, Caracas.

- ISSLER, R.S.; ANDRADE, A.R.F.de; MONTALVÃO, R.M.G. de; GUIMARÃES, G.; SILVA, G.G. da e LIMA, M.I.C.de - 1974 - In:Brasil,DNPM, Projeto RADAM, Folha SA22, Belém, Rio de Janeiro.
- JAGER, E. e HUNZIKER, J. - 1979 - Lectures in Isotope Geology . Springer-Verlag, 329p.
- KAWASHITA, K. - 1972 - O método Rb/Sr em rochas sedimentares. Aplicação para as bacias do Paraná e Amazonas. Inst.Geociências, Universidade de São Paulo, 111 p. (Tese de Doutorado).
- KAWASHITA, K.; MANTOVANI, M.; THOMAZ, F.A.; TORQUATO, J.R.; BERENHOLC, M. - 1974 - Método radiométrico Rubídio-Estrôncio : Procedimentos das análises no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo, 106 p.
- KEIGHLEY, J.R. e HERRERO, E. - 1981 - Exploración Geoconómica en el Sur-Este del Territorio Federal Amazonas. Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).
- KOROL, B. - 1965 - Estratigrafia de la Serie Pastora en la región Guasipati-El Dorado. Bol.Geol. M.M.H.; 7 (13): 3-17,Caracas.
- KRÖNER, A. - 1977 - The Precambrian Geotectonic evolution of Africa: plate accretion vs.plate destruction. Precambrian Res. , 4: 163-213, Amsterdam.
- KROONENBERG, B.S. - 1981 - El borde occidental del Escudo de Guayana en Colombia. Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).
- LIMA, M.I.C.de; OLIVEIRA, E.P.de e TASSINARI, C.C.G. - 1982 - Cinturões granulíticos da porção setentrional do Cráton Amazônico.
- MARTIN, B.C. - 1968 - Idades Isotópicas de Rocas Venezolanas.Bol. Geol. M.M.H., Vol.X, 19: 356-380, Caracas.

- MARTIN, C. - 1972 - Paleotectónica del Escudo de Guayana. IX Conf. Geol. Inter-Guayanas, Bol.Geol., Publ.esp.6, 251-305, Ciudad Guayana, Venezuela.
- MCCANDLESS, G.L. - 1968 - Reconocimiento geológico de la región occidental del Estado Bolívar, Bol.Soc.Ven. Geol., 7, 13. Caracas.
- MENDOZA, S.V. - 1972 - Geología del área del río Suapure, parte noroccidental del Escudo de Guayana, Estado Bolívar, Venezuela. IX Conf.Geol. Inter-Guayanas, Bol.Geol., Publ. esp.6, 306-338, Ciudad Guayana, Venezuela.
- MENDOZA, S.V. - 1973 - Evolución Tectónica del Escudo de Guayana. II Congr.Latino-Americano Geol., Publ. esp.7, 3: 2238-2270, Caracas.
- MENDOZA, S.V. - 1974b - Geology of the Suapure river area, NW Guiana Shield, Venezuela. Universidad de New York, Binghamton, U.S.A., 230 p. (Tesis de Doctorado).
- MENDOZA, S.V. - 1975 - Estudios geoquímicos del no tectonizado Granito rapakivi del Parguaza, noroeste Guayana Venezolana. X Conf.Geol. Inter-Guianas, 628-656, Belém, Brasil.
- MENDOZA, S.V. - 1977 - Petrogénesis de rocas volcánicas (piroclásticas) precámbricas del noroeste del Escudo de Guayana, Venezuela. V Congr.Geol.Ven., Vol.II, 555-589, Caracas.
- MENDOZA, S.V.; MORENO, L.; BARRIOS, F.J.; RIVAS, D.; MARTINEZ, J.; LIRA, P.; SARDI, G. e GHOSH, S.K. - 1977 - Geología de la parte norte del Territorio Federal Amazonas, Venezuela (Informe de Progreso). V Cong. Geol. Ven., Vol.I, 363-404. Caracas.
- MENENDEZ, V. de V.A. - 1968 - Revisión de la estratigrafía de la Provincia de Pastora según el estudio de la región de Guasi-

pati, Guayana Venezolana. Bol.Geol.M.M.H., 9(10): 309-338. Ca
racas.

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

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

MONTALVÃO, R.M.G.de e BEZERRA, P.E.L. - 1980 - Geologia e Tectô-
nica da Plataforma (Crãton) Amazônica (Parte da Amazônia Le-
gal Brasileira), Rev.Bras.Geoc., 10 (1): 1-27, São Paulo.

MONTGOMERY, C.W. - 1979 - Uranium-Lead geochronology of the
Archaean Imataca Series, Venezuelan Guyana Shield. Contr. Mi-
neral.Petrol., 69, 167-176.

MORENO, L.A. e MENDOZA, S.V. - 1975b - Petroquímica de rocas
graníticas del Alto Supamo, Guayana Venezolana. X Conf. Geol.
Interguayanas, 430-452, Belém, Brasil.

MORENO, L.A.; LIRA, P. e RYSZARD, T. - 1981 - Geologia del Alto
Paragua. Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela. (em
prensa).

MOORBATH, S. - 1975b - Geological Interpretation of whole- rock
isochron dates from high grade gneiss terranes. Nature, 255:
:391.

NICOLAYSEN, L.O. - 1961 - Graphic interpretation of discordant a
ge measuraments of metamorphic rocks. Ann.New York Acad.Sci,
91, 198-206.

OLSZEWSKI Jr. W.J.; GAUDETTE, H.E. e MENDOZA, S.V. - 1977- Rb-Sr

Geochronology of the basement rocks, Amazonas Territory, Venezuela: A progress report. V Cong. Geol. Ven., Vol. II, 519-526, Caracas.

PERARNAU, A. e GRATEROL, V. - 1981 - Red Gravimétrica Amazonas, Venezuela. Simposium Amazônico. Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).

PINHEIRO, S. da S.; FERNANDES, P.E.C.A.; PEREIRA, E.R.; VASCONCELOS, E.G.; PINTO, A. do C.; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R. S.; DALL'AGNOLL, R.; TEIXEIRA, W. e FERNANDES, C.A.C. - 1976 - Geologia. In: Levantamento de Recursos Naturais, 11, Projeto RADAMBRASIL, DNPM, Folha NA-19 - Pico da Neblina. Rio de Janeiro.

PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; BOORDER, H. de; HEBEDA, E.H., HUGUETTI, E.A.; VERDUMEN, R.H. e VERSCHURE, R.H. - 1978 - Isotopic dating in the Complejo Migmatítico de Mitú. Interim Report, PRORADAM/ZWO Laboratorium voor Isotopen geologie, 5 p, Colombia.

REID, A.R. - 1972 - Stratigraphy of the type area of the Roraima Group, Venezuela. IX Conf. Geol. Inter. Guianas. Bol. Geol. M. M.H., Publ. Esp. 6: 343-353. Ciudad Guayana, Venezuela.

RIVAS, D.J. - 1981 - Geologia de la Sub-region San Fernando de Atabapo. Simposium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).

SANTOS, S.J.; PESSOA, M.R. e REIS, N.J. - 1981 - Associações Máficas-Ultramáficas Magnesianas na Plataforma Amazônica. Simposium Amazônico, Resúmenes, Puerto Ayacucho, Venezuela.

SANTOS, S.J. - 1981 - Classificação Química dos Vulcanitos Uautumã. Simposium Amazônico, Resúmenes. Puerto Ayacucho, Venezuela.

- SANTOS, S.J. - 1982 - Principais incompatibilidade entre a Estratigrafia e a Geocronologia do Pre-Cambriano do Território Federal de Roraima. Anais do I Simpósio de Geologia da Amazônia, 185-200, Belém, Brasil.
- SELLIER DE CIVRIEUX, J.M. - 1966 - Secuencias estratigráficas poco conocidas de la Guayana. Geominas, Universidad de Oriente, Bol.4, 7-18, Ciudad Bolivar, Venezuela.
- SOARES, M.A. - 1982 - Análisis petrográfico de rochas del Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Dir.Inv.Geoan.Tec., M.E. M., Caracas (relatório interno).
- STEIGER, R.H. e JAEGER, E. - 1978 - Subcomission on Geochronology: Convention on the use of Decay Constants in Geochronology and Cosmochronology. Contributions to the Geologic. Time Scale; Studies in Geology 6, 67-72, Michigan, USA.
- SUSZCZINSKI, E. - 1970 - La geologie et la tectonique de la Plataforme Amazoniense. Geol. Rundsch., 59 (3): 1232-1253.
- TALUKDAR, S.C. y COLVEE, G.P. - 1975a - Algunos aspectos geológicos de la Provincia Estructural de Cuchivero, Escudo de Guayana, Resumen, X Conf.Geol.Inter-Guayanas, Belém, Brasil.
- TALUKDAR, S.C. y COLVEE, G.P. - 1977 - Implicaciones del estudio petrológico de las rocas volcánicas del Valle del Parucito, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. V.Cong.Geol.Venez., Vol.II: 591-610, Caracas.
- TALUKDAR, S.C.; SZCZERBAN, S. y COLVEE, G.P. - 1977 - Petrologia de las rocas metabásicas de San Juan de Manapiare, Territorio Federal Amazonas. V.Cong.Geol.Ven., Vol.II: 537-553, Caracas.
- TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W. e SIGA JR., O. - 1978 - Considerações crono-estratigráficas da região das Chapadas do Cachim

bo e Dardanelos. Anais do XXX Cong.Bras.Geol., 1, 477-490, Recife, Brasil.

TASSINARI, C.C.G. - 1981 - Evolução Geotectônica da Província Rio Negro - Juruena na região Amazônica. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc., Univ.São Paulo, 99 p.

TEIXEIRA, W. - 1978 - Significação Tectônica do Magmatismo Anorogênico Básico e Alcalino na região Amazônica. Dissertação de Mestrado, Inst.Geoc., Univ.São Paulo, 100 p.

TEPEDINO, V.M. - 1981 - Geologia de la Región del Medio e Alto Caura, Estado Bolivar. Simpósium Amazônico, Puerto Ayacucho, Venezuela (em prensa).

TILTON, G.R. - 1960 - Volume diffusion as a mechanism for discordant lead ages. J. Geophys. Res., 65, 2933-2945.

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

URBANI, F.P. - 1977 - Metamorfismo de las rocas del Grupo Roraima, Estado Bolivar e Territorio Federal Amazonas. V Cong.Geol. Ven., Vol.II: 623-642, Caracas.

WETHERILL, G.W. - 1956a - An interpretation of the Rhodesia and Witwatersrand age patterns.Geochem.Cosmochim.Acta,9,290-292.

WETHERILL, G.W. - 1956b - Discordant uranium-lead ages. Trans. Amer.Geophys.Union, 37, 320-326.

YORK, D. - 1966 - Least square fitting of straight line with Correlated errors, Earth Plan.Sci. Lett., 5, 320-324.

YORK, D. e FARQUHAR, R.M. - 1972 - The Earth's age and Geochronology. Pergamon Press, 178 p.