

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA EVOLUÇÃO GEOCRONOLÓGICA  
DO MACIÇO DE TROIA – CE \***

RICARDO RIBEIRO PESSOA	DG/CT – UFPE
BENJAMIM BLEY DE BRITO NEVES	DGG/IG – USP
	DG/CT – UFPE
KOJI KAWASHITA	DGG/IG – USP
DERLEIDE RIBEIRO PESSOA	DG/CT – UFPE
REINHARDT ADOLFO FUCK	DG – UnB

**ABSTRACT**

The Massif of Troia-CE has been recognized as an intermediate foreland (Z.A.C.) for the interior fold belts of the Central Part of Ceará State, Northeast Brazil. The geochronological study, here presented in reconnaissance scale, will take into consideration all previous data and will add new 40 Rb/Sr determinations (whole rock) and 9 K/Ar determinations (mineral).

A polycyclical character is exhibited by the massif, which infra-structural rock units are presenting Archean ages. The Early Proterozoic is characterized by the Trans Amazonian Cycle, when several granite making processes took place, such as migmatization of some parts of the Archean basement rocks, emplacement of pegmatites and other acid veins. There still is the possibility that several stocks of mafic igneous rocks (dioritic and gabbroid rocks of Tauá, Madalena, Boa Viagem) have Eo-Proterozoic ages. Though we did not obtain direct geochronological results, such mafic rocks are pierced by Trans Amazonian granites, and they are piercing the assemblage of gneisses and migmatites ("Mombaça", "Pedra Branca", "Troia") of the Archean basement. Tectonic processes of thrust faults toward west appointed Trans Amazonic ages.

The Brasiliano Cycle is characterized by the emplacement of calc-alkaline fissural intrusives and was responsible for the almost generalized Ar isotopic rejuvenating of the massif itself and lateral fold belts.

**1- INTRODUÇÃO**

O estudo geocronológico do Maciço de Troia foi proposto ao SDC/CNPq, tendo em vista a singularidade de aspectos lito-estruturais desta porção do embasamento na região centro ocidental do Estado do Ceará, interposto a faixas de dobramentos Brasilianos. (Fig. 1)

A idéia inicial de identificar diferentes unidades paraestratigráficas e proceder o reconhecimento geocronológico, com aplicação dos métodos Rb/Sr e K/Ar, foi amplamente consignada.

Considerando as experiências anteriores em trabalhos geocronológicos na área deste maciço, onde abundam litotipos ricos em estrôncio, optou-se por uma ampliação da coleta. Em outras palavras, uma grande seleção prévia, por análises macroscópica, microscópica e fluorescência de raios X, teve que ser realizada para se obter as 49 determinações efetuadas no total. Deste montante, 40 determinações correspondem ao método Rb/Sr em R.T. e nove se referem a resultados pelo método K/Ar em mineral.

\* Com auxílio do CNPq, Proc. 402469/83 GC

Todo o precessamento inicial das amostras foi realizado no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (CP-GeoUSP) e grande parte da espectrometria de massa foi realizada no Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade do Pará (NCGG/UFPA), em amplo trabalho de cooperação técnico-científica apoiado pelo CNPq.

O suporte financeiro foi dado em parte pela Universidade Federal de Pernambuco (diárias, combustível), em diversas oportunidades de excursões de campo. O SDC/CNPq, através da Concessão de Auxílio nº 402469, respaldou parte das diárias, parte das viagens de campo, e a totalidade do processo de análise geocronológica propriamente dita.

## 2- ASPECTOS DA GEOLOGIA REGIONAL

O "Maciço de Troia" (Brito Neves, 1975) é designação corrente de uma complexa entidade geotectônica do embasamento Precambriano da porção centro ocidental do Estado do Ceará. No quadro geotectônico regional, esta entidade tem caráter de antepaís intermediário, colimador das vergências centrífugas das faixas de dobramentos que o circundam.

No quadro da geologia regional destacam-se as ocorrências de litotipos maficos e ultramáficos - talvez o mais amplo distrito de rochas desta natureza no Nordeste Oriental - e mineralizações associadas como cromita, amianto, etc.

Todo o maciço acha-se mapeado na escala 1:250.000 (Campos et al., 1979), e por diversas vezes em escalas menores de reconhecimento. O Curso de Geologia da UFPE, através dos autores a ele filiados, vem, gradativamente, desenvolvendo trabalhos de mapeamento em escala de detalhe nos últimos 5 anos. Trabalhos isolados em escala de detalhe, de outras fontes, são ainda muito raros e dispersos. Outros estudos de semi-detalhe existem, com localização muito esporádica.

Do ponto de vista geocronológico preexistem alguns estudos muito isolados (Brito Neves, 1975; Radam Brasil, 1981) e incompletos. A riqueza invulgar de estrôncio em diversas rochas, o policiclismo estrutural-metamórfico, etc. são fatores que delimitaram, em muito, o alcance dos estudos de datação anteriores.

As pesquisas em processo, visando a geocronologia e melhor entendimento do contexto regional, vêm demonstrando um quadro totalmente novo e ampliado na conceituação do "Maciço de Troia". A designação foi ampliada, mas não se poderá pensar em revisão antes de uma série de imprescindíveis levantamentos geológicos e geofísicos, já programados para os próximos anos.

Foram identificadas e serão nomeadas informalmente as seguintes unidades paraestratigráficas.

## 3- UNIDADES PARAESTRATIGRÁFICAS ESTUDADAS

### A) "Sequência de Troia" ou "Grupo Cruzeta" (Barreto, 1967)

a.1- Rochas granulares plutônicas de natureza mafica e ultramáfica diferenciada. Gabros, dioritos, anortositos, serpentinitos, piroxenitos, níveis de cromititos estratificados e com texturas de cumulus em xistos magnesianos (ultramafitos).

a.2- Sequência vulcâno-sedimentar representada por metabasaltos (ortoanfibolitos), sills maficos e ultramáficos, biotita xistos grafíticos, calcários impuros, frequentemente ferrosos e com níveis de diopsiditos, quartzitos micáceos e cherites com fácies sulfetadas e oxidadas.

a.3- Migmatitos localizados. Migmatização localizada, verificada sobretudo nos ortoanfibolitos de a.2.

O metamorfismo regional é de gráu anfibolito alto com retrogressão ao xisto verde. Todas as rochas da unidade se mostram bastante foliadas e com acentuada linearização de estiramento e estruturação em três fases de deformação.

### B) "Granítica de Cedro"

Compreende um leuco ortognaisse granítico a muscovita (abundante), biotita(frequente), granada e pontuações de magnetita. É bastante foliado, sobretudo mais intensamente nos seus bordos e com frequentes zonas decimétricas a métricas de ultramylonito. Apresenta xenólitos de a.1 e da "Unidade Pedra Branca".

C) "Unidade Tauá"

Esta unidade é representada por gabros, anortositos, dioritos, granodioritos e granitos em "stocks" e maciços com feições de diferenciação magmática e retrabalhamento posterior, dinâmico-metamórfico. Existe tanto uma textura ígnea, preservada em diversos locais, como uma foliação evidente, porém menos intensa que a verificada nas unidades anteriormente descritas. O anortosito é de ocorrência localizada e associa-se aos gabros. Nestas rochas são frequentes os xenólitos de ortoanfibolitos de a.2. Os principais representantes de tipos são observados nas imediações de Tauá, Madalena e Boa Viagem onde são vistos contatos discordantes com litotipos da "Sequência de Troia".

D) Enxames de Diques

Tanto a "Sequência de Troia" como a "Unidade Tauá" se encontram recortadas por um grande número de diques, ora com direção WNW-ESE, ora com formas circulares. Excelentes exposições podem ser vistas em cortes na rodovia que liga Cruzeta a Tauá. Consistem de dacitos, riolitos e riolitos tardios ao Ciclo Brasiliano (ordem de 550 Ma., Brito Neves, 1975).

As unidades A, B, C e D constituem a parte essencial da zona axial do Maciço de Troia na sua acepção inicial.

E) "Unidade Pedra Branca"

Um cortejo de rochas gnáissicas ortoderivadas, granodioríticas, quartzodioríticas e graníticas, ocorre preferencialmente entre Minneirolândia, a partir da zona de falha de Sabonete-Inharé, e Limoeiro (25 km a W de Pedra Branca). Trata-se de uma unidade bastante deformada em todo o seu domínio, exibindo intensa foliação milonítica (S2) e frequentes bandas ultramyloníticas de espessura variável que denotam o alto "strain" alcançado. São comuns os xenólitos de máficas e ultramáficas da "Sequência de Troia", principalmente observados nos perfis Pedra Branca-Cruzeta e Pedra Branca-Boa Viagem (Foto 1).

Em vários trabalhos geológicos anteriores, esta unidade ora era confundida com supracrustais Brasilianas ("Grupo Ceará"), ora era incluída conjuntamente com a "Sequência de Troia" com o nome de "Complexo Independência" (Campos et al., 1979) e/ou "Complexo Pedra Branca" (Radam Brasil, 1981).

F) "Unidade Mombaça"

Compreende um conjunto de ortognaisse graníticos e gnaisses extremamente bandados de feições migmatíticas, localmente com fácies dia-textíticas. Em diversos locais são verificados pequenos corpos máficos (anfibolíticos) intrudidos discordantemente e com marcante estrutura planar imposta tectonicamente. Até o presente, não se dispõe de dados que permitam relacionar, genética e temporalmente, esses metamafitos com aqueles existentes na "Unidade Troia".

A designação de "Unidade Mombaça" é aqui proposta, de maneira informal, para esta zona gnáissico-migmatítica a leste da falha de Sabonete-Inharé.

4- ASPECTOS ESTRUTURAIS

Os aspectos litológicos e estruturais da área, bem como o levantamento geofísico - gravimetria e magnetometria - estão sendo levados à efeito pela equipe de Geologia de Campo e Geofísica do Centro de Tecnologia da UFPE, porquanto alguns problemas ainda persistem e necessitam de melhor compreensão em certos domínios do Maciço de Troia.

Em síntese, o "Maciço de Troia" tem sido reconhecido como an-tepaís intermediário das faixas de dobramentos Brasilianas posicionadas a leste (Faixa Jaguaribeana) e a oeste (Faixa Rio Curú-Independência).

As Unidades "Sequência de Troia", "Pedra Branca" e "Mombaça" mostram-se afetadas por três fases deformacionais penetrativas, com geração de dobras e marcante foliação relacionada as duas primeiras fases plicativas.

Na "Sequência de Troia" são frequentes as exposições onde estruturas primárias (So) - acamamento nas máficas-ultramáficas, contatos sedimentos-sedimentos, sedimentos-vulcânicas - são dispostas paralelamente à foliação S1. Uma lineação mineral L1 é penetrativa nas rochas desta unidade, sobretudo marcante nos litotipos máficos pela orientação de prismas de hornblenda. Nas unidades "Pedra Branca" e "Mombaça", a deformação D1 é caracterizada por um bandamento gnáissico (S1) bem visível nas rochas ortoderivadas (Fotos 2, 3 e 4).

A segunda fase (D2) é conspicuamente penetrativa nos diferentes litotipos das unidades a pouco mencionadas - inclusive na "Granítica de Cedro" -, onde So-S1 paraleliza-se com S2 configurando extensiva transposição. Esta deformação é responsável pela tectônica de empurrões, com dobras recumbentes, isoclinais invertidas e apertadas, e S2 estatístico de altitude 24°/132° Az.

As unidades "Pedra Branca" e "Granítica de Cedro" apresentam as melhores evidências de aloctonia, dentro de uma sucessão grande de empurrões de leste para oeste, a semelhança de fatias embricadas ("Tectonic Slides" de Hutton, 1979; Pessôa e Archanjo, 1984). Um número significativo de falhas transcorrentes NW associa-se a deformação D2 e provavelmente geradas numa etapa tardia, quando foi atingido o estádio limite dúctil-frágil.

O dobramento de estruturas planares, anteriormente desenvolvidas, configura a terceira fase de deformação. É representada por dobras em geral normais, abertas a fechadas e, localmente, há formação de uma clivagem plano axial espaçada e irregular (S3). É provável, porquanto não de todo resolvido, que esta fase relate-se a D2 num contexto de um evento deformacional temporalmente mais amplo.

A "Unidade Mombaça" não está de toda esclarecida em relação ao Maciço de Troia. Esta unidade se encontra balizada por duas zonas de falhas - Sabonete-Inharé, a oeste, vergente para o maciço, e Senador Pompeu, a leste, com deslocamento inverso para leste sobre metamorfitos do Sistema Jaguaribeano -, mostrando disposição geral de uma zona longilínea axial de vergências centrífugas. É possível que seja simplesmente o embasamento retrabalhado ("Complexo Nordestino") do Sistema Jaguaribeano. Os dados geocronológicos mostram que se trata de uma unidade Arqueana, cronologicamente equivalente as unidades "Sequência de Troia" e "Pedra Branca", ao nível da escala de reconhecimento.

A idade dos empurrões deve ser Transamazônica, posto que afetam a "Unidade Granítica de Cedro", mas são seccionados pelos diques Brasilianos.

## 5- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS RADIOCRONOLÓGICOS

### 5.1- Unidade Mombaça

Os dados analíticos das determinações Rb/Sr estão expressos na Tabela 1 e esquematizados na Fig. 2. O número de dados é pequeno e a qualificação das amostras - rochas com baixas razões Rb/Sr - é sofável para conclusões peremptórias.

Os cinco pontos obtidos, em conjunto com o da amostra B-6-2 (Brito Neves, 1975) alinham numa isócrona de referência de  $2.387 \pm 294$  Ma, para uma  $Ro \approx 0,70626 \pm 0,00424$ . O erro da idade é elevado e admite se esperar uma idade mais antiga (na ordem de 2.500/2.600 Ma), uma vez que quase todos os pontos são nitidamente pré-Transamazônicos, quando referidos a uma isócrona deste ciclo. A razão inicial, bastante elevada para rochas originadas do manto (mesmo no Proterozóico Inferior) nesta época, permite se esperar por valores menores, com o uso futuro de dados adicionais. O valor do MSWD é compatível com a classificação da isócrona, considerando-se a computação de seis pontos.

O ponto FBR 15.4, do mesmo conjunto de amostragem que define

a isócrona, se situa bem acima da mesma, evidenciando a tendência para uma idade mais elevada (Arqueana), e uma Ro mais baixa, quando novos pontos forem computados no detalhe. Na verdade, o conjunto de pontos alinhados pode ser perfeitamente ajustado ao valor de idade de 2.540 Ma (Ro = 0,702), obtido na "Sequência de Troia".

A amostra FBR 15.2, porção granítica rósea grosseira injetada em biotita gnaisse bandado, se posiciona abaixo dos alinhamentos possíveis (idade 1.467 Ma para Ro = 0,705), retratando a retomada do conjunto litológico em eventos tardios, do Proterozóico Médio ou Inferior (rebaixada).

### 5.2- Unidade Pedra Branca

Os dados analíticos desta unidade são igualmente dotados de baixas razões Rb/Sr, como pode ser visto na Fig. 3 e Tabela 1. Várias tentativas de uma amostragem com maior amplitude nos valores Rb/Sr foram feitas, mas o conjunto de ortognaisse varia pouco, conforme revelaram a amostragem no campo e estudos microscópicos.

Apenas três pontos se mostram alinhados numa isócrona de referência de  $2.888 \pm 96$  Ma para uma Ro = 0,70022 ± 0,00051. A qualificação de isócrona é excelente (MSWD < 0,3) e o valor da Ro, com erro muito pequeno, permite-se admitir que a diferenciação do manto do material formador destas rochas foi no Arqueano, em tempo não muito distante do evento de homogeneização isotópica para o Sr<sup>86</sup>. Embora dados adicionais sejam sempre necessários em geocronologia, a idade Arqueana deste lito-soma ortoderivado está bem definida.

O ponto FBR 17.2, correspondente a um pegmatito granítico róseo, com idade convencional de 1.740 Ma (Ro = 0,705) é o primeiro indicador, neste estudo regional, da granitogênese Transamazônica.

### 5.3- Unidade Troia

Esta unidade tem suas melhores exposições, de forma contínua, na região do distrito homônimo e em cortes da rodovia que liga Cruzeta a Tauá. Todavia, o processamento analítico pelo método Rb/Sr, em diferentes litotipos da unidade, não indicou resultados desejáveis, mesmo usando-se rochas como quartzo gabros, quartzo dioritos e xistos.

Em razão do exposto, foram utilizadas amostras de ortognaisse graníticos, quartzo dioríticos, aplito granito em veio, pegmatito granítico e migmatitos (fração de paleossoma gnáissico), os quais afloram no domínio da unidade em consideração e são correlatos com a Unidade Pedra Branca. Esses litotipos são intrusivos na "Sequência de Troia" e a migmatização, observada em vários locais (Riachão, Graviola, Açude), atuou em ortognaisse básicos e ácidos.

#### 5.3.1- Área de Cruzeta-Graviola

Vários pontos analíticos (8 + 2 = 10) indicam uma idade de referência de  $2.540 \pm 60$  Ma para uma Ro = 0,70199 ± 0,00023, consoante excelente alinhamento de pontos definidos pelo MSWD = 0,4688 (Fig. 4).

Os pontos BRPT 26 (migmatito), BRPT 29 (migmatito) e FBR 34.4 (granito aplítico em veio) se dispõem acima do alinhamento principal. Como as razões Rb/Sr são baixas, é possível que se tratem de litotipos de razão inicial mais elevada que a da isócrona, mas da mesma faixa de idade (estariam numa isócrona paralela).

A amostra BRPT 25 (porção pegmatítica rósea cortando migmatito) posiciona-se abaixo da isócrona, indicando formação posterior, na ordem de 1.700 Ma, se considerado individualmente. Esta indicação de processos graníticos sobrepostos no Ciclo Transamazônico é idêntica àquele já feita na "Unidade Pedra Branca", com FBR 17.2.

Outras evidências de idade Arqueana para a "Sequência de Troia" tinham sido expressas por Brito Neves (1975), através de rochas muito pobres em rubídio com idades convencionais muito elevadas (não confiáveis). De toda sorte, é preciso enfatizar que, em termos de reconhecimento, esta isócrona de  $2.540 \pm 60$  Ma é de qualidade excepcional, em se tratando de amostras não cogenéticas. Como em "Pedra Branca", se admite separação do manto e formação dos metamorfitos no Arqueano.

### 5.3.2- Imediações de Cruzeta (BR-226)

Nas imediações de Cruzeta (Tabela 3), existem algumas amostras coletadas de comportamento diferente daquele da série BRPT. As amostras FBR 4.1 (granito grosseiro foliado) e FBR 13.1 (augen ortognais se granítico) mostram idades convencionais do Eo-Proterozóico e se ajustam bem a uma isócrona regional do Transamazônico (Fig. 6). Outras amostras, como FBR 1.1, FBR 5.1 e FBR 21.1 de ortognais quartzo dioríticos, apresentam idades convencionais pré-Transamazônicas, mas se posicionam um pouco abaixo da isócrona de referência de 2.540 Ma, conforme expresso na Fig. 5.

Estas amostras, no entender dos autores, registram eventos de rejuvenescimento isotópico parcial (FBR 1.1, FBR 5.1 e FBR 21.1) e total (FBR 4.1 e FBR 13.1) para o  $Sr^{87}$  nos eventos ocorridos no Ciclo Transamazônico. Esta posição intermediária às isócronas Arqueana e Eo-Proterozóica está implícito na Fig. 5, para três dessas amostras.

### 5.3.3- Área Sudeste de Cruzeta (Riachão-Açude)

Nesta parcela da área, as diversas evidências de um processo granitogênico sobreposto aos litotipos da "Sequência de Troia" podem ser identificadas a nível de afloramento e configuram o Ciclo Transamazônico presente.

Cinco amostras (praticamente cogenéticas) permitem o traçado da isócrona da Fig. 6, Tabela 3, com  $T = 2.008 \pm 45$  Ma para uma  $Ro = 0,70460 \pm 0,00034$ , consoante o  $MSWD = 1,56$ . É uma isócrona de qualificação irrepreensível onde se alinham, também, os pontos FBR 4.1 e FBR 13.1 que ratificam assertivas acima expostas.

### 5.4- Unidade Granítica de Cedro

Para este corpo granítico, muito rico em minerais com potássio, as razões Rb/Sr são bastante elevadas. Individualmente, cada ponto/amostra pode ser considerado pela idade convencional apresentada, na maioria no âmbito de 1.700 a 2.100 Ma. É um litossoma com filiação cristal evidenciada também na composição peraluminosa.

Três dessas amostras se alinham na isócrona de referência da Fig. 7 (Tabela 4) com o valor de idade de  $1.670 \pm 122$  Ma. O  $MSWD$  é elevado, qualificando de errócrona o alinhamento obtido, o que é facilmente aquilatado pela soma de erros analíticos (valores elevados de Rb, muito baixo de Sr) esperáveis no processo laboratorial de exemplares dessa natureza. A computação de quatro pontos retrata, praticamente, o mesmo valor de idade ( $T = 1.745 \pm 345$  Ma), com elevação dos erros da idade e da Ro tendo em vista que a amostra RPB 7 se afasta bastante do primeiro alinhamento obtido (para  $n = 3$ ).

Em ambos os casos, colocados a título de discussão, os valores da razão inicial ( $Ro = 0,83$  e  $Ro = 0,73$ ) são considerados distantes do valor real, mesmo considerando os elevados erros indicados na Fig. 6. O prognóstico de um valor da Ro elevado é esperado, em graníticas deste tipo, mas só estudos em escala de detalhe seriam capazes de configurar.

Nestes termos, a formação do corpo é assumida no Ciclo Transamazônico quando se consideram também as informações estruturais/litológicas.

### 5.5- Determinações K/Ar

As determinações K/Ar estão com seus dados analíticos expostos da Tabela 5.

Na "Sequência de Troia", biotita e hornblenda confirmam o aquecimento Brasiliano na área, já que a ativação neste ciclo era conhecida, graças as intrusivas fissurais estudadas em oportunidade anterior.

Os valores de  $679 \pm 19$  (FBR 25.4 = hornblenda, biotita, quartzo diorito foliado) em biotita e  $638 \pm 21$  Ma (FBR 34.1 = hornblenda, biotita, quartzo diorito foliado) em hornblenda são indicativos de idades mínimas, de rejuvenescimento parcial, no Brasiliano de rochas mais antigas, o que foi confirmado no método Rb/Sr.

Na Unidade Tauá, os valores obtidos em biotita e plagioclásio estão no intervalo de 540 - 580 Ma e podem indicar uma maior susceptibilidade

lidade das rochas aos processos Brasilianos. De fato, há vários diques<sup>T</sup> Brasilianos cortando estas rochas, e outros processos metamórficos sobrepostos, que podem ser responsáveis pelos valores de idade aparente, em fases tardias do Ciclo Brasiliiano. Nesta unidade preexistem dados (Brito Neves, 1975) em gabros (piroxênios) e hornblenditos (rocha total) com valores de idades mínimas entre 1.215 e 1.900 Ma que são fatíveis, mas que não puderam ser ratificados nesta oportunidade.

Nas Unidade "Pedra Branca" e "Mombaça", igualmente, o número de dados é pequeno, mas fica demonstrado que nada do embasamento Arqueano ficou indene às ações termo-tectônicas Brasilianas, mais vigorosas e melhor retratadas nos sistemas de dobramentos adjacentes.

## 6- CONCLUSÕES PRELIMINARES

a- As principais unidades paraestratigráficas - "Mombaça", "Pedra Branca" e "Troia" - do Precambriano da porção ocidental do Estado do Ceará são de idade Arqueana, com valores mínimos de 2.550 Ma;

b- O cortejo de intrusivas máficas e ácidas de Tauá, Madalena e Boa Viagem não apresentaram um quadro bem definido de idades radiométricas. Elas são pré-Brasilianas e podem ter sido intrudidas na "Sequência de Troia" em etapas tão remotas quanto o Proterozóico Inferior (pré 1.800 Ma), o que é assumido por analogias com outras áreas Eo-Proterozóicas do mundo;

c- O Ciclo Transamazônico está claramente representado na área por formação de granitos, veios hidrotermais, migmatização. Localmente (como em Riachão por exemplo), a "Sequência de Troia" está migmatizada por eventos deste ciclo (2.080 ± 168 Ma). Por toda a área, as unidades Arqueanas mostram registros e incidências de processos graníticos esparsos do Ciclo Transamazônico;

d- A "Unidade Granítica de Cedro" provavelmente se formou no Ciclo Transamazônico. Há evidências claras de seu caráter intrusivo na "Sequência de Troia" e seus dados analíticos para o método Rb/Sr confirmam a idade em torno de 1.700 Ma (método das isócronas) ou entre 1.700 e 2.100 Ma (idades convencionais);

e- O tectonismo de empurrões provavelmente tenha se iniciado no Ciclo Transamazônico, emprestando foliação penetrativa e idade radiométrica à "Unidade Cedro";

f- Concomitante ao alívio tectônico em tempos Brasilianos, a região central do Ceará sofreu processos de levantamento epirogenético, atingindo resfriamento regional no início do Paleozóico, em tempos (540 ± 20 Ma) do Cambriano.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, A.- 1967 - Sumário Geológico da Região rutilifera de Independência-CE. Bol. Est. Divisão de Geologia. SUDENE. N° 2, p. 39-47.

BRITO NEVES, B.B. de B. - 1975 - Regionalização Geotectônica do Pré-cambriano Nordestino. Tese de Doutorado, IG/USP, 198 p. São Paulo.

CAMPOS, M. et al. - 1979 - Projeto Rio Jaguaribe. Série Geologia 4, Secção Geologia Básica 1, 149 p. DNPM, Brasília.

HUTTON, D.H.W. - 1979 - Tectonic Slides: A Review and Reappraisal. Earth Science Review, vol. 15, N° 2, p. 151-172.

PESSOA, R.R. & ARCHANJO, C.J. - 1984 - Tectônica de Empurrões na Região de Troia - CE. Anais do XXXIII Congr. Bras. de Geol. vol. IV, p. 1721-1728. Rio de Janeiro.

RADAMBRASIL - 1981 - Folhas SB 24/25 Jaguaribe/Natal, MME-Secretaria Geral, 744 p. Rio de Janeiro. Vol. 23.



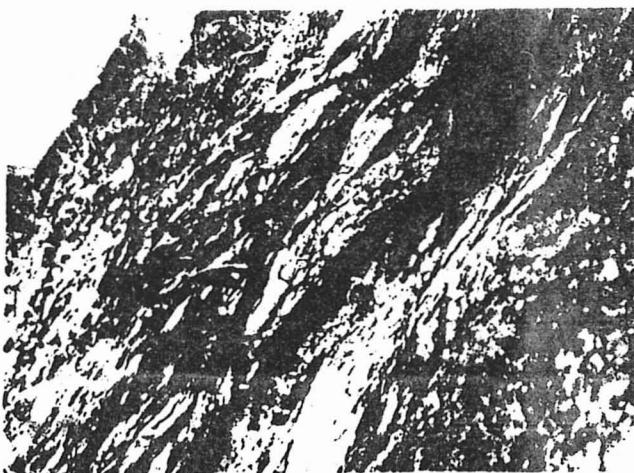


FOTO 1 - Xenólitos de ortoanfibolitos da "Seqüência de Troia" em ortognaissse granítico da "Unidade Pedra Branca". Perfil Cruzeta-Boa Viagem. Foto por Ricardo Pessoa.



FOTO 2 - Ortognaissse pegmatítico granítico da "Unidade Pedra Branca". Padrão de interferência tipo 3(D3 em D2). O dobramento em D2 é desenhado pela estrutura planar S1 (de D1). Perfil Pedra Branca-Cruzeta. Foto por Ricardo Pessoa.

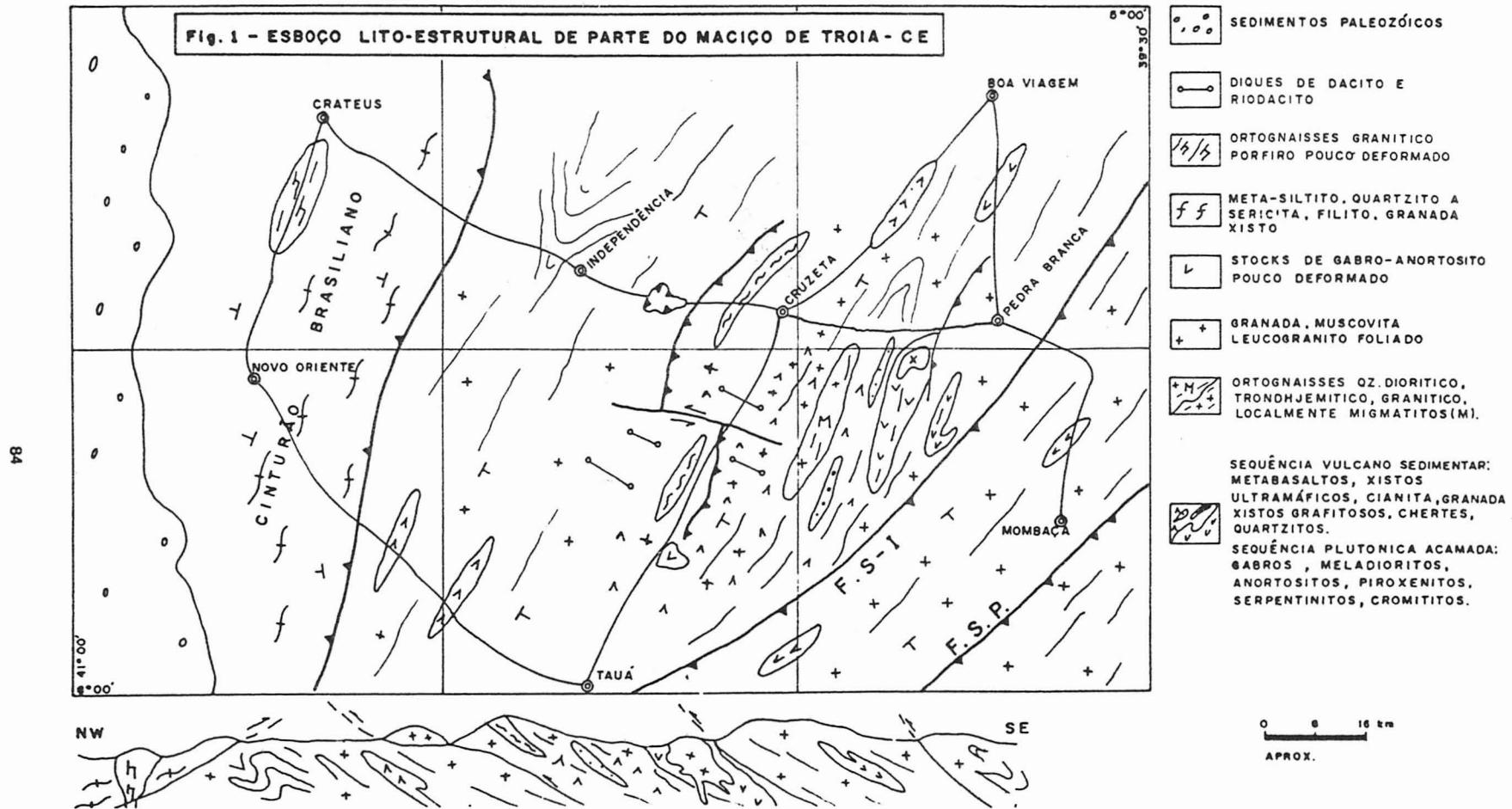


FOTO 3 - Ortognaissse granítico da "Unidade Pedra Branca". Bandamento gnáissico (S1) dobrado em D2 com desenvolvimento de foliação S2. Perfil Pedra Branca-Cruzeta. Foto por Ricardo Pessoa.

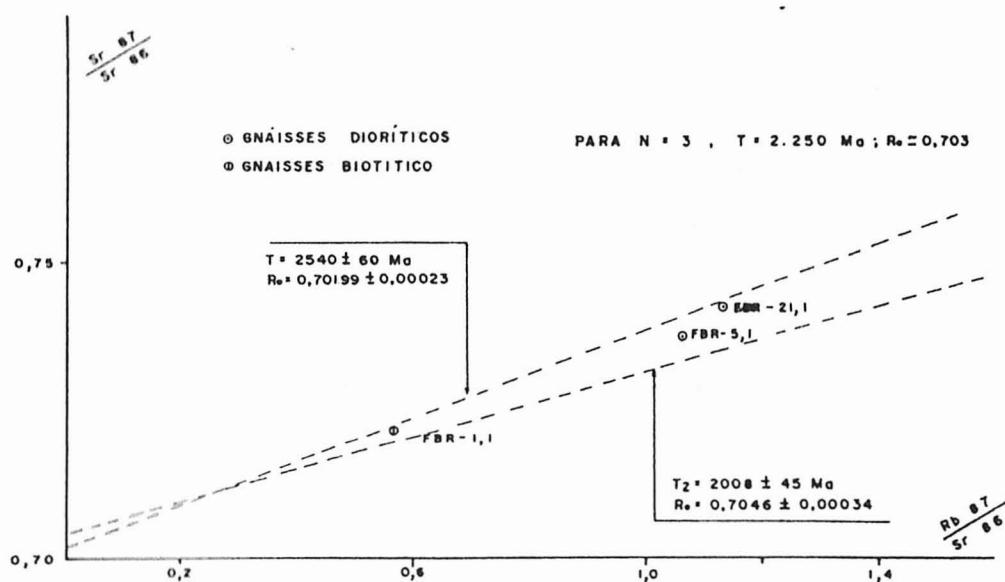
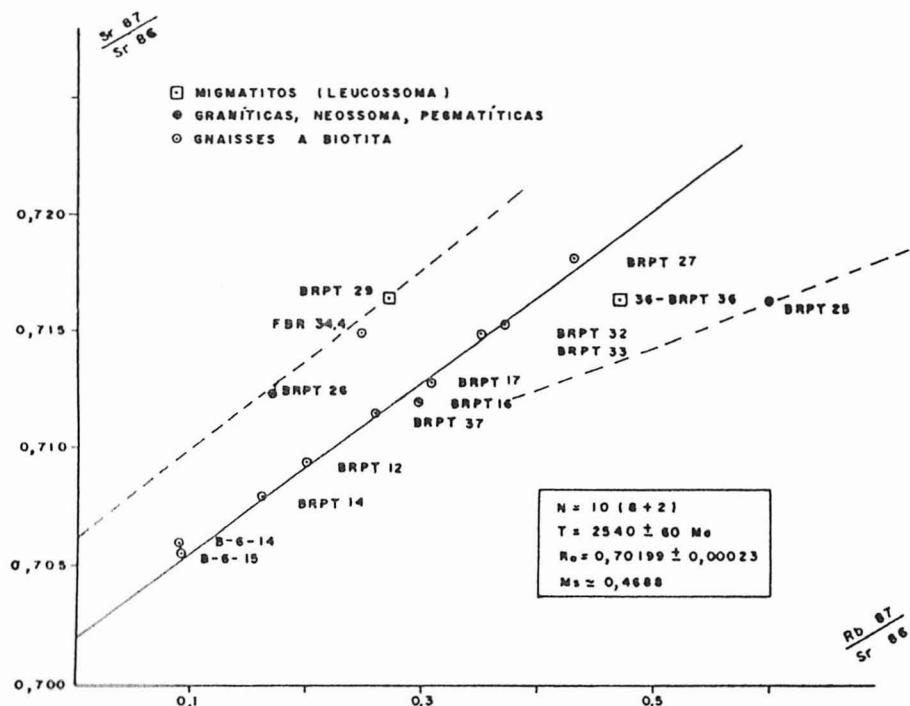


FOTO 4 - Padrão de interferência idêntico ao da foto 3. "Unidade Mombaça", perfil Mineiro  
lândia-Mombaça. Foto por Ricardo Pessoa.

Fig. 1 - ESBOÇO LITO-ESTRUTURAL DE PARTE DO MACIÇO DE TROIA - CE







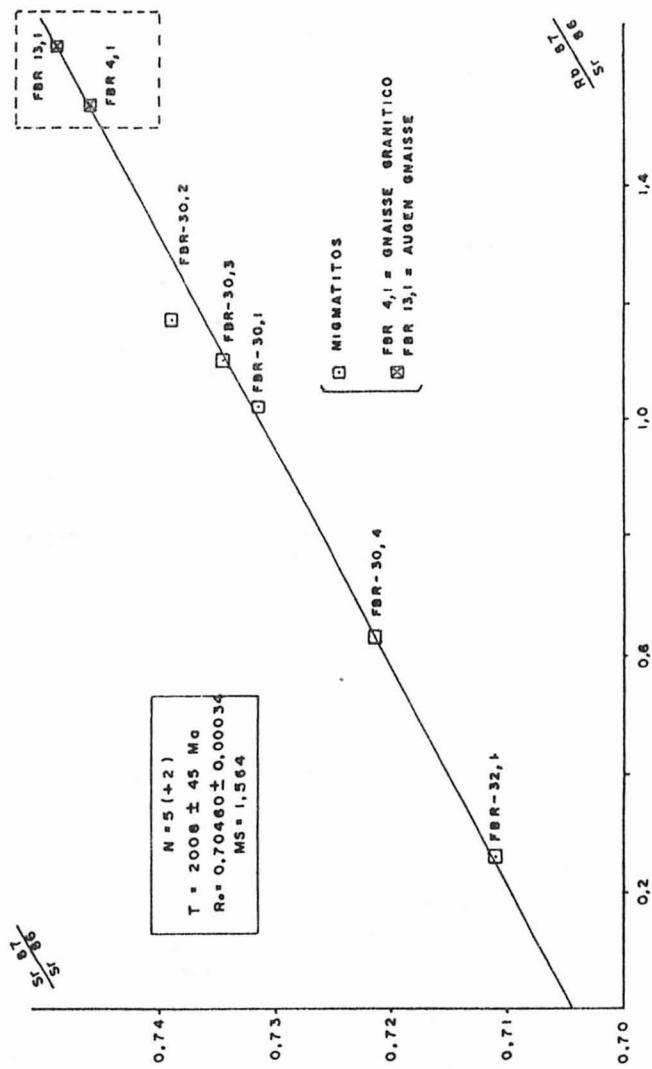


FIG. 6 DIAGRAMA ISOCRÓNICO PARA OS MIGMATITOS NA "SEQUÊNCIA TROIA"  
REGIÃO DE ACÚDE E RIACHÃO, A SE DE CRUZETA — CE

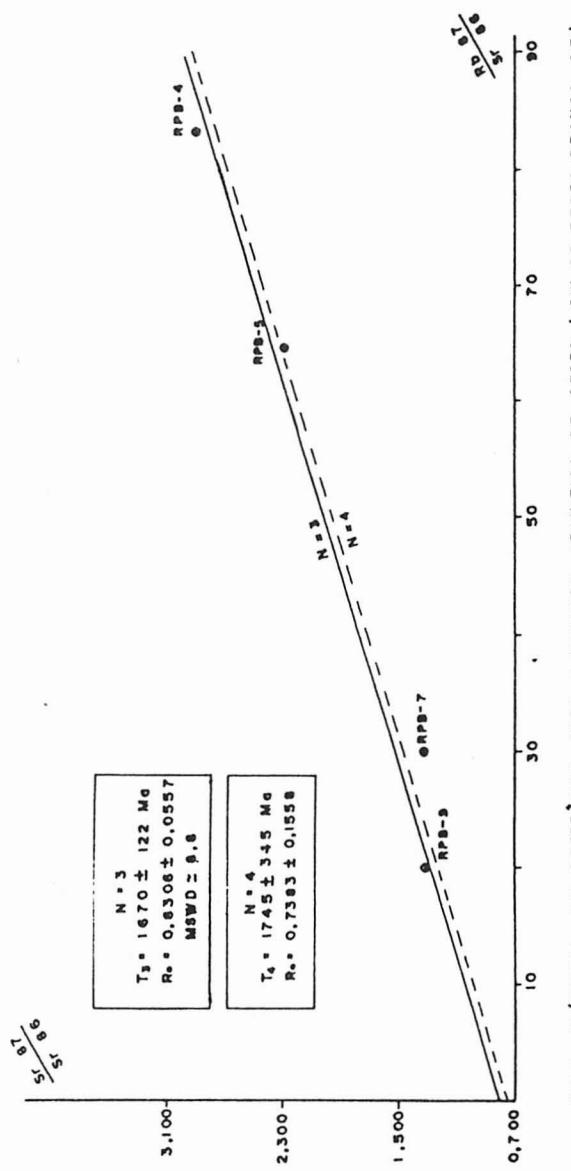


FIG. 7 ISÓCRONA DE REFERÊNCIA PARA A UNIDADE GRANITICA DE CEDRO (SW DE PEDRA BRANCA - C.E.)

T A B E L A 1: DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr - UNIDADES "MOMBAÇA" e "PEDRA BRANCA"

Nº CAMPO	SPR	ROCHA	Rb ppm	Sr ppm	Rb 87/Sr 86	Sr 87/ Sr 86	IDADE x 10 <sup>6</sup> anos	RAZÃO INICIAL	O B S E R V A Ç Ã O
FBR-15-1	7173	Biot.Gnaisse	76,7	243,6	0,914 ± 0,026	0,73617 ± 0,00002	2362 ± 163	0,705	5°40'45" 39°35'44"
FBR-15-2	7174	Granito-Gn	156,1	605,8	0,747 ± 0,021	0,72072 ± 0,00004	1467 ± 190	"	"
FBR-15-3	7175	Biot.Gnaisse	55,9	248,1	0,654 ± 0,018	0,73051 ± 0,00002	2696 ± 220	"	"
FBR-16-1	7574	Biot.Gnaisse	71,5	398,8	0,520 ± 0,015	0,72410 ± 0,00022	2542 ± 272	"	5°37'37" 39°35'59"
FBR-16-3	7176	Biot.Gnaisse	83,6	393,1	0,617 ± 0,017	0,72745 ± 0,00004	2518 ± 231	"	5°37'37" 39°35'59"
FBR-16-4	7177	Gran. Gnaisse	77,6	397,7	0,566 ± 0,016	0,72524 ± 0,00002	2475 ± 250	"	"
FBR-15-4	7573	Biot. Gnaisse	48,5	227,8	0,618 ± 0,017	0,73763 ± 0,00022	3623,4 ± 240	"	5°40'45" 39°35'44"
68	FBR-17-1	Ortognaisse	62,7	533,0	0,341 ± 0,010	0,71434 ± 0,00008	1904 ± 406	"	5°30'58" 39°38'46"
	FBR-17-2	Pegmatito	175,6	557,2	0,914 ± 0,026	0,72786 ± 0,00003	1740 ± 158	"	"
	FBR-18-1	Biot. Gnaisse	50,0	246,4	0,588 ± 0,017	0,72489 ± 0,00003	2342 ± 240	"	5°29'04" 39°40'13"
	FBR-19-1	Biot. Gnaisse	47,0	444,7	0,306 ± 0,009	0,71315 ± 0,00002	1851 ± 451	"	5°27'03" 39°45'00"

T A B E L A 2 : DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr - ÁREA CRUZETA - GRAVIOLA

Nº CAMPO	SPR	ROCHA	Rb ppm	Sr ppm	Rb 87/Sr 86	Sr 87/Sr 86	IDADE (m. a.)	RAZÃO INICIAL	OBS.	COORDENADAS
BRPT - 14	7044	Gn. bandado	45,0	803,2	$0,158 \pm 0,001$	$0,70790 \pm 0,00007$	$1250 \pm 850$	0,705	D.I.	$5^{\circ}26'16''$ $39^{\circ}54'24''$
BRPT - 16	7045	Gn. bandado	56,5	550,0	$0,297 \pm 0,008$	$0,71274 \pm 0,00009$	$1808 \pm 465$	"		$5^{\circ}26'34''$ $39^{\circ}54'21''$
BRPT - 17	7046	Gn. bandado	58,4	558,5	$0,303 \pm 0,009$	$0,71282 \pm 0,00006$	$1796 \pm 456$	"		" "
BRPT - 22	7047	Gn. migmat.	49,3	732,4	$0,195 \pm 0,006$	$0,70933 \pm 0,00014$	$1547 \pm 710$	"		$5^{\circ}28'07''$ $39^{\circ}59'44''$
BRPT - 25	7048	Pegmatito	155,3	751,6	$0,599 \pm 0,017$	$0,71640 \pm 0,00010$	$1328 \pm 234$	"		" "
BRPT - 26	7049	Gn. migmat.	31,1	497,5	$0,168 \pm 0,001$	$0,71244 \pm 0,00015$	$2835 \pm 753$	"	D.I.	$5^{\circ}27'29''$ $39^{\circ}55'22''$
BRPT - 27	7050	Gn. migmat.	66,0	442,4	$0,432 \pm 0,012$	$0,71833 \pm 0,00007$	$2138 \pm 321$	"		" "
BRPT - 29	7051	Gn. migmat.	33,7	360,5	$0,266 \pm 0,001$	$0,71659 \pm 0,00007$	$2951 \pm 505$	"	D.I.	$5^{\circ}32'32''$ $39^{\circ}58'13''$
BRPT - 36	7054	Melanossoma	79,6	494,8	$0,466 \pm 0,013$	$0,71643 \pm 0,00065$	$1705 \pm 314$	"		$5^{\circ}32'27''$ $39^{\circ}58'26''$
BRPT - 37	7055	Melanossoma	47,6	530,0	$0,260 \pm 0,007$	$0,71170 \pm 0,00005$	$1792 \pm 530$	"		$5^{\circ}33'19''$ $39^{\circ}58'36''$
BRPT - 32	7052	Gn. biotítico	98,7	773,8	$0,369 \pm 0,010$	$0,71527 \pm 0,00004$	$1931 \pm 374$	"		$5^{\circ}31'40''$ $39^{\circ}57'54''$
BRPT - 33	7053	Gn. biotítico	94,7	774,0	$0,354 \pm 0,010$	$0,71501 \pm 0,00025$	$1962 \pm 393$	"		" "

OBS. D.I. = Diluição Isotópica utilizada

T A B E L A 3: DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr - BR-226 e Povoado Riachão

Nº CAMPO	SPR	ROCHA	Rb ppm	Sr ppm	Rb 87/Sr 86	Sr 87/Sr 86	IDADF (m.a.)	RAZÃO INICIAL	COORDENADAS
FBR-20-1	7182	Gn. pegmat.	192,0	28,7	$20,317 \pm 0,548$	$1,19699 \pm 0,00014$	$1685 \pm 49$	0,705	$5^{\circ}26'47''$ $39^{\circ}48'26''$
FBR-21-1	7183	Gn. diorítico	79,8	204,3	$1,134 \pm 0,032$	$0,74262 \pm 0,00002$	$2297 \pm 136$	"	$5^{\circ}25'52''$ $39^{\circ}50'10''$
FBR-21-2	7184	Gn. pegmat.	38,9	440,4	$0,256 \pm 0,007$	$0,72351 \pm 0,00002$	$4900 \pm 530$	"	$5^{\circ}25'52''$ $39^{\circ}50'10''$
FBR- 1-1	7185	Gn. biotítico	78,1	402,0	$0,563 \pm 0,016$	$0,72066 \pm 0,00004$	$1932 \pm 144$	"	$5^{\circ}26'16''$ $40^{\circ}00'29''$
FBR- 4-1	7186	Gn. granítico	143,9	217,6	$1,924 \pm 0,054$	$0,76175 \pm 0,00005$	$2047 \pm 91$	"	$5^{\circ}26'38''$ $40^{\circ}01'34''$
FBR- 5-1	7187	Gn. diorítico	86,8	238,9	$1,055 \pm 0,030$	$0,73809 \pm 0,00008$	$2176 \pm 143$	"	$5^{\circ}26'31''$ $40^{\circ}02'15''$
FBR-13-1	7188	Augen-gnaisse	155,2	148,6	$3,050 \pm 0,085$	$0,79938 \pm 0,00005$	$2146 \pm 75$	"	$5^{\circ}26'52''$ $40^{\circ}06'54''$
FBR-30-1	7168	Paleos. migm.	107	305,5	$1,021 \pm 0,029$	$0,73287 \pm 0,00011$	$1897 \pm 145$	"	$5^{\circ}28'25''$ $39^{\circ}59'45''$
FBR-30-2	7169	"	115,0	284,0	$1,172 \pm 0,033$	$0,73997 \pm 0,00004$	$2070 \pm 130$	"	$5^{\circ}28'25''$ $39^{\circ}59'45''$
FBR-30-3	7170	"	129,7	357,8	$1,052 \pm 0,030$	$0,73484 \pm 0,00002$	$1969 \pm 141$	"	" "
FBR-30-4	7171	Gn. migmat.	98,4	453,5	$0,629 \pm 0,018$	$0,72271 \pm 0,00005$	$1956 \pm 225$	"	" "
FBR-32-1	7572	Gn. migmat.	51,5	572,6	$0,260 \pm 0,007$	$0,71215 \pm 0,00010$	$1907 \pm 530$	"	$5^{\circ}26'16''$ $39^{\circ}54'24''$
FBR-34-4	7172	Meta-aplito	61,5	725,1	$0,246 \pm 0,007$	$0,71501 \pm 0,00003$	$2811 \pm 556$	"	$5^{\circ}38'03''$ $40^{\circ}56'19''$

T A B E L A 4 - DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb-Sr NA UNIDADE GRANITICA CEDRO

Nº CAMPO	SPR	ROCHA	Rb ppm	Sr ppm	Rb ppm D.I.	Sr ppm D.I.	Rb/Sr	Sr 87/Sr 86	IDADE	Razão Inicial	COORDENADAS	
RPB-4	7041	Mos. granada.granito	286,6	10,3	284,1	12,1	$82,872 \pm 2,052$	$2,90657 \pm 0,00147$	$1846 \pm 45$	0,705	$5^{\circ}31'58''$	$39^{\circ}51'17''$
RPB-5	7042	Mos. Bio Gd. granito	363,1	16,6	377,4	19,6	$64,517 \pm 1,439$	$2,29574 \pm 0,00297$	$17153 \pm 38$	"	$5^{\circ}31'25''$	$39^{\circ}51'28''$
RPB-7	6578	Granito róseo	327,5	28,8	-	33,6	$29,903 \pm 0,717$	$1,32352 \pm 0,00218$	$14418 \pm 35$	"	$5^{\circ}32'39''$	$39^{\circ}53'56''$
RPB-9	7043	Mos. Granito	171,0	24,8	156,2	23,9	$20,004 \pm 0,457$	$1,31162 \pm 0,00143$	$21039 \pm 48$	"	$5^{\circ}32'22''$	$39^{\circ}52'58''$

OBS.: D.I. Diluição Isotópica

INSTITUTO DE GEOCIÉNCIAS - USP  
 CENTRO DE PESQUISAS GEOCRONOLÓGICAS  
 Caixa Postal, 20.899  
 01000 - São Paulo - SP - Brasil

T A B E L A 5 - DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES K-Ar

Nº CAMPO	SPK	MATERIAL / ROCHA	% K	75% ERRO	Ar <sup>40</sup> rad x 10 <sup>-6</sup> cc STP/g	Ar atm. %	IDADE e ERRO (m.a.)	COORDENADAS	OBSERVAÇÃO
FBR-25.4	5432	Bio/Gnaisse	5,461	1,161	174,98	11,15	679 ± 19	5°32'44" 40°04'07"	" SEQUÊNCIA
FBR-34.1	5479	Bio/Gnaisse	4,849	1,286	124,71	20,75	564 ± 25	5°38'03" 39°56'19"	
FBR-34.1	5487	Horn/Gnaisse	2,629	0,915	78,11	6,33	638 ± 21	5°38'03" 39°56'19"	TRÓIA"
FBR-27.1	5491	Bio/Granodiorito	5,000	1,1240	122,44	15,01	541 ± 20	5°29'03" 40°15'47"	" UNIDADE
FBR-27.2	5497	Bio/Granodiorito	3,147	1,645	85,13	12,39	589 ± 26	" "	TAUÁ "
FBR-35.1	5484	Plag/Anortos.	0,5680	1,373	13,78	32,63	537 ± 28	5°47'00" 40°08'58"	
FBR-19.1	5514	Bio/Gnaisse	5,1982	1,2945	139,46	6,62	585 ± 10,8	5°26'45" 39°45'10"	"Unid. P. Branca"
FBR-17.1	5514	Bio/Gnaisse	5,198	1,295	139,46	6,62	585 ± 19	5°30'58" 39°38'46"	"Unid. P. Branca"
FBR-15.5	5483	Bio/Ortognaisse	5,987	0,500	178,81	11,10	641 ± 19	5°10'45" 39°35'44"	"Unid. Mombaca"