

## INTERPRETAÇÃO GEOCRONOLÓGICA PRELIMINAR DA BACIA DO PARANÁ

Geólogo PERCY CORRÊA VIEIRA — Pesquisador Científico

### RESUMO

Os dados geocronológicos obtidos para as Formações, Ponta Grossa, Rio Bonito, Irati, Estrada Nova, Rio do Rasto e Pirambóia, contidos no método proposto no boletim da American Association of Petroleum Geologists (AAPG), bem como o modelo de evolução tectônica do sudeste e sul do Brasil proposto na Série Projeto Remac, mostram que no Permo-Triássico (talvez antes) teve origem longo estágio de arqueamento gonduânico com soerguimento crustal, o qual provocou o surgimento de área dômica no sudeste do Brasil, cujo auge deu-se no Triássico-Jurássico (há cerca de cento e oitenta milhões de anos). Esse evento provocou rehomogeneização isotópica do estrôncio nas Formações, Ponta Grossa, Irati, Estrada Nova e talvez Rio do Rasto, do centro norte do Estado de Santa Catarina ao centro oeste do Estado de São Paulo. Por essa época a Formação Pirambóia encontrava-se recém-sedimentada ou em sedimentação, ou ainda a sedimentar-se e assim só veio a sentir os efeitos rehomogeneizantes provocados pelo derramamento basáltico juro-cretáceo de cerca de cento e trinta milhões de anos atrás, fruto de manifestação tectono-magmática.

### ABSTRACT

This paper deals with tectonic structural evolution of the Ponta Grossa, Rio Bonito, Irati, Estrada Nova, Rio do Rasto and Pirambóia Formations. This study is mainly based on geochronological data, taken from a publication of the American Association of Petroleum Geologists (AAPG) and the Projeto Remac Series from Petrobrás S.A.

An Rb/Sr isotopic rehomogenization caused by crustal movements with its greatest development in the Triassic-Jurassic Period, is registered in those unities, except in the Pirambóia Formation. This one also presents this phenomenon which seems to be originated by the basic flows at Jurassic-Cretaceous Period.

### INTRODUÇÃO E METODOLOGIA

O presente trabalho está calcado no método geocronológico proposto por CORDANI et alii (1978), no boletim AAPG, bem como no modelo de evolução tectônica do sudeste e sul do Brasil, proposto por ASMUS (1978) e ASMUS et al (1978), na Série Projeto Remac.

Do estudo desses trabalhos concluímos por um pleno entrosamento entre suas posições e possibilidade de interpretação geocronológica da bacia do Paraná.

Estamos cientes de que os pesquisadores do Laboratório de Geocronologia do Instituto de Geociências da USP prosseguem sua busca na obtenção de dados que possi-

bilem mais segura e ampla interpretação geocronológica da bacia e, assim sendo, conquanto não especialistas no assunto, cremos que este presente trabalho possa ser útil nesse mister.

### MÉTODO PROPOSTO NO BOLETIM AAPG

Os autores, CORDANI et alii, objetivaram testar a potencialidade de aplicação do Método Rubídio-Estrôncio em sedimentos argilosos para fins de determinação da idade de sedimentação e de eventos diagenéticos posteriores. Para tanto (na bacia sedimentar do Paraná) trabalharam com unidades estratigraficamente conheci-

das, como Formação Ponta Grossa, Formação Rio Bonito, Formação Irati, Formação Estrada Nova, Formação Rio do Rasto e Formação Pirambóia.

Geocronólogos da Universidade de Estrasburgo (França) demonstraram que em certos ambientes sedimentares em que ocorrem processos de agradação e neofor-mação, há uma completa homogeneização do estrôncio, dada por trocas e equilíbrio com o estrôncio na água. Para tanto os minerais precisam ser abertos a trocas iônicas e é preciso existirem fluídos propiciadores do trânsito iônico entre os minerais. O equilíbrio depende também das dimensões dos minerais, do volume da rocha implicada no fenômeno e das condições de pressão e temperatura.

Os minerais mais propícios a esse fenômeno são as argilas, em virtude de sua dimensão e natureza físico-química; minerais maiores, especialmente os de tamanho de grãos de areia são impróprios por serem fechados às transformações químicas com o ambiente.

Não se constatou equilíbrio isotópico com a água do mar, pois o equilíbrio é feito através de fluídos intersticiais (as águas conatas), durante a diagênese.

Como resultado obtêm-se algumas porções do sedimento com idêntica razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$ , mas diferentes razões  $Rb/Sr$  já que por motivos não totalmente conhecidos não ocorre equilíbrio isotópico do rubídio.

Parece que um fator importante no equilíbrio isotópico é a completa e uniforme dispersão do material pelítico por mecanismo de mistura no ambiente deposicional.

As relações isotópicas  $Sr^{87}/Sr^{86}$  e  $Rb^{87}/Sr^{86}$  fixadas em diagrama isocrônico mostraram ser capazes de fornecer datas geologicamente significativas, desde que a amostragem fosse feita dentro de critérios preestabelecidos (o fundamental é que as amostras tenham apresentado valores  $Sr^{87}/Sr^{86}$  idênticos ou muito próximos no momento da sedimentação). Em realidade admite-se que as amostras representem porções cogenéticas de rochas.

Nessa linha de pensamento, aceita-se que a isócrona que une os pontos de amostras de rocha total (chamados de sistema RT) indica a idade de sedimentação;

a isócrona que une os pontos de amostras da fração menor que duas micra (ou em alguns casos, quatro micra) indica a idade da homogeneização isotópica do estrôncio, ou seja, a época de eventos termodinâmicos ocorrentes após a deposição do sedimento (esses pontos são chamados de sistema FF). Nessa época terminou a homogeneização e cada partícula passou a funcionar como um sistema fechado para a difusão do estrôncio.

Considerando-se que o aumento na intensidade de pressão e temperatura pode abarcar maiores porções do sedimento, bem como mais diferentes frações granulométricas, foram propostos quatro modelos (aplicáveis somente a rochas sedimentares predominantemente argilosas e portadoras de partículas detríticas com dimensões não superiores a silte ou areia muito fina):

Modelo isocrônico I — Homogeneização isotópica no sistema FF, em nível de amostra de mão.

Modelo isocrônico II — Homogeneização isotópica no sistema RT, em nível de amostra de mão.

Modelo isocrônico III — Homogeneização isotópica no sistema FF, em nível de unidade litoestratigráfica.

Modelo isocrônico IV — Homogeneização isotópica no sistema RT, em nível de unidade litoestratigráfica.

## DADOS ESTRATIGRÁFICOS DA BACIA DO PARANÁ

A deposição siluriana (talvez com exceção do Estado de Goiás) fica em território paraguaio, assim do lado brasileiro só existe deposição no Devoniano, seguida de grande hiato e depois pela maior seqüência da bacia, que é a que vai do Carbonífero superior ao Triássico. Após isso temos sedimentação juro-cretácea acompanhada dos extensos e espessos derrames de lava basáltica, com deposições posteriores mais novas.

A seqüência permo-triássica é bastante abrangente em área, a mais limitada de suas formações é a Formação Rio do Rasto.

O Grupo Paraná (Devoniano Médio) é marinho, sendo a Formação Furnas de fácies costeira e a Formação Ponta Grossa de mar aberto. A Formação Itararé (Per-

mo-Carbonífero) apresenta vários ambientes, tais como o continental: deltáico, glacial, glácio-lacustre, flúvio-glacial, periglacial e talvez eólico, bem como o marinho. A Formação Rio Bonito (Permiano) foi depositada em ambiente marinho nerítico (talvez deltáico). A Formação Palermo (Permiano) tem origem também marinha. A Formação Irati (Permiano) é de ambiente marinho restrito (euxínico). A Formação Estrada Nova (Permiano) é de planícies de marés. A Formação Rio do Rasto (Permiano) é continental fluvial com planícies de inundação. GAMA Jr. (1979) propôs ambiente deltáico para as formações, Estrada Nova e Rio do Rasto. A Formação Botucatu (Triássico-Jurássico?) é tida como continental eólica com fácies subaquosa em São Paulo, constituindo a Formação Pirambóia. Todas as demais formações de posição estratigráfica superior são continentais, sendo a Formação Serra Geral (Juro-Cretáceo) constituída de alternância de seqüências sedimentares com derrames de magma básico.

#### EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SUDESTE E SUL DO BRASIL

Adotaremos o modelo proposto por ASMUS (1978) e ASMUS et al (1978), que caracteriza para as regiões, sudeste e sul a existência de quatro alinhamentos estruturais na zona continental, de direção leste-oeste, os quais têm suas correspondentes zonas de fratura oceânicas, bem como relações com os alinhamentos do continente africano. Na realidade trata-se de faixas amplas, que podem alcançar mais de cem quilômetros de largura. Seus nomes são os seguintes (entendido que os nomes já dão as localizações) e os nomes das zonas de fratura oceânicas estão entre parêntesis:

Alinhamento de Araxá-Rio Grande  
(Cadeia de Vitória-Trindade),

Alinhamento do Rio Paranapanema  
(Zona de fratura do Rio de Janeiro),

Alinhamento do Rio Uruguai  
(Zona de fratura de Florianópolis),

Alinhamento do Rio Camaquã  
(Zona de fratura de Porto Alegre),

.....  
(Zona de fratura do Chuí).

Essas feições, pelo menos em parte, começaram a formar-se no Precambriano. Dessa idade são os movimentos da Falha de Taxaquara, os granitos e granodioritos supostamente associados ao falhamento de Florianópolis, bem como o tectonismo e metalogênese associados ao alinhamento do Rio Camaquã. Reativações importantes teriam ocorrido no Permo-Triássico, motivadas por condições tectono-térmicas, como indica a distribuição de sedimentos da bacia do Paraná e no Mesozóico-Cenozóico, como sugere a atividade magmática desenvolvida ao longo desses alinhamentos.

A distribuição desses alinhamentos em distâncias regulares determinou uma compartimentação de blocos crustais, cujo comportamento estrutural é distinto de uns para outros e mais claramente no âmbito de movimentação vertical.

Independentemente desse arranjo, no Triássico-Jurássico ter-se-ia formado um estágio pré "rift-valley", por força da teoria de tectônica de placas, incluindo os processos que precederam a ruptura da crosta continental América do Sul-África e caracterizou-se pelo aparecimento em algumas regiões, de soerguimentos crustais. Um estágio "rift-valley" posterior teve como fundamento a ruptura da crosta, com a formação de bacias tectônicas estreitas, alongadas e profundas, sendo definido como a manifestação tectono-magmática do Eocretáceo, a cerca de cento e trinta milhões de anos atrás, através da qual estabeleceram-se os fundamentos da margem continental brasileira. Posteriormente, do Aptiano ao Recente, pelo processo de espalhamento do assoalho oceânico, deu-se o progressivo afastamento dos blocos continentais da América do Sul e da África e quiescência tectônica, onde o principal movimento foi o de subsidência. No Terciário, vencida a resistência das rochas, aconteceu a reativação ao longo de antigas zonas de fraqueza e, em menor escala, a formação de importantes falhamentos essencialmente paralelos à linha da costa.

Os alinhamentos estruturais de direção leste-oeste, em alguns casos, tanto no continente quanto na margem continental e na bacia oceânica adjacente concentram notável atividade magmática. A atividade basáltica não alcalina apresenta idades situadas entre cento e vinte e cinco e cento e trinta e cinco milhões de anos, com

ápice em cento e trinta milhões de anos. Uma atividade essencialmente alcalina ocorreu entre noventa e cinquenta milhões de anos e outra fase também alcalina, mais recente e restrita à Ilha da Trindade, deu-se em torno de três milhões de anos atrás.

Os alinhamentos, do Rio Paranapanema e Rio Uruguai constituíram-se em fontes alimentadoras dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, do Eocretáceo; no Cretáceo Final e Terciário, serviram como dutos para centros vulcânicos alcalinos.

O comportamento da distribuição de fácies estratigráficas na bacia do Paraná sugere um soerguimento na região, tendo início talvez já no Permo-Carbonífero e perdurando até o Triássico-Jurássico, quando atingiu sua expressão máxima. Nesse processo houve ativa participação dos alinhamentos, do Rio Paranapanema e Rio Uruguai, os quais estabeleciam os limites norte e sul do Arco de Ponta Grossa. FREITAS (1953) já propunha a existência de arqueamento crustal para esta região, atribuindo aos fenômenos orogênicos andinos as causas dessas deformações epirogênicas.

Parece que o extenso vulcanismo eocretáceo estaria ligado à existência de pretérita anomalia térmica no sul do Brasil. Por outro lado os movimentos verticais diferenciadores nos blocos crustais teriam provocado o que hoje se traduz por áreas com maior ou menor subsidência, assim pois, ao norte do Rio Paranapanema existe área totalmente subsidente, ao contrário do que ocorre na área ao sul, limitada pelos rios, Paranapanema e Uruguai (Arco de Ponta Grossa), enquanto que ao sul desse rio ocorre outra área subsidente. Parece que mais ao sul ainda existe área menos subsidente, o Arco de São Gabriel.

As características subcrustais desses blocos crustais, ligadas a diferenças na espessura litosférica e ao estado térmico e químico do manto, comandaram as atividades que eles exerceram através de movimentos ascendentes e descendentes. Assim as regiões continentais sujeitas a

repetidas variações de espessura crustal e sobrecarga, acumularam esforços litosféricos desencadeadores de fraturas na crosta oceânica adjacente à margem continental.

O extenso vulcanismo basáltico do Eocretáceo deu-se quando, ainda América do Sul e África estavam reunidas por crosta continental, posteriormente, no Neocretáceo e Eoterciário, já separados os continentes, teve curso o vulcanismo de natureza alcalina, circunscrito às mesmas áreas gerais. Conclui-se pois que os blocos crustais possam encontrar-se ainda ativos, a despeito da separação das placas.

## INTERPRETAÇÃO GEOCRONOLÓGICA

As formações geológicas tratadas no boletim AAPG e estudadas em amostras de testemunhos de poços da Petrobrás apresentam as seguintes idades indicadas por registro paleontológico ou dados estratigráficos:

Formação Rio do Rasto

Permiano final a Triássico inicial

Formação Estrada Nova

Permiano final

Formação Irati

Permiano final

Formação Rio Bonito

Permiano médio a final

Formação Ponta Grossa

Devoniano médio

As Formações, Botucatu e Pirambóia não têm idade bem controlada, seu limite superior está indicado pelos sobrejacentes derrames de lava basáltica, de idade juro-cretácea; seu limite inferior está indicado pela Formação Rio do Rasto, sobre a qual repousam.

Os estudos e conclusões feitos nas formações geológicas mencionadas e apresentados no boletim AAPG, permitem a elaboração do seguinte quadro:

Formação	Local dos poços estudados	Profundidade das amostras	Idade da sedimentação	Idade do final da homogeneização do estrôncio	Razão inicial	Modelo
Pirambóia	Sul-sudeste do Est. São Paulo	28 a 54 metros	197 ± 3 m.a. (Triássico Final a Jurássico inicial)	133 ± 5 m.a. (média) (Cretáceo inicial)	0,7171 (FF)	I e II
Rio do Rasto	Centro norte do Est. Paraná	1308 a 1422 metros	228 ± 9 m.a. (Permiano final a Triássico inicial)	211 ± 12 m.a. (Permiano final a Triássico final)	0,7106 (FF)	I ou II
Estrada Nova	Centro norte do Est. St. Catarina	1249 a 1454 metros	243 ± 14 m.a. (Permiano médio a final)	177 ± 5 m.a. (média) (Jurássico inicial)	0,7102 (RT)	II
Irati	Centro oeste do Est. São Paulo	1666 a 1694 metros	256 ± 19 m.a. (Permiano inicial a final)	180 ± 17 m.a. (média) (Jurássico inicial a médio)	0,7092 (RT)	II
Rio Bonito	Centro do Est. St. Catarina		273 ± 34 m.a. (Carbonífero final a Permiano final)		0,7115 (RT)	≠ IV
Ponta Grossa	Centro norte do Est. Paraná			173 ± 6 m.a. (Jurássico inicial a médio)	0,7283 (FF)	III

Nota-se que as formações inferiores (Ponta Grossa, Irati e Estrada Nova) mostram um final de homogeneização do estrôncio no Jurássico inicial (subordinadamente a médio), embora a primeira tenha sido depositada no Devoniano médio, a segunda no Permiano inicial a final e a terceira no Permiano médio a final. Por outro lado, a idade de sedimentação da Formação Rio do Rasto é muito próxima a do final de homogeneização do estrôncio, estando mesmo uma dentro do erro experimental da outra. Quanto à Formação Pirambóia, a defasagem de idades é de cerca de sessenta milhões de anos. Qual seria o significado do exposto acima?

A observação dos perfis estratigráficos de poços da bacia do Paraná deixa uma importante conclusão: As formações estudadas comportam-se como finíssimas deposições no meio de espesso pacote sedimentar, com também espessas seqüências magmáticas acima e embaixo. Fica a pergunta: O magmatismo não terá influído (pelo aumento de pressão e temperatura) no comportamento do padrão de diluição do estrôncio?

A diagênese, geologicamente falando, não é fenômeno longo, do que se conclui que as idades obtidas para o final de homogeneização do estrôncio para as formações: Ponta Grossa, Irati, Estrada Nova e Pirambóia nada têm a ver com o final de evento diagenético, estando ligadas, isto sim, com os fenômenos tectono-magmáticos sofridos pela bacia. Nessa hipótese, o aumento de PT causado por intrusões de diabásio ou derrames de basalto seria suficiente para alterar o comportamento isotópico do estrôncio, abrindo os sistemas até então fechados, nas dimensões nas quais o aumento de PT atuaria.

Vários autores, constatando o magmatismo eocretáceo da região sul do Brasil, propuseram a existência pretérita de anomalia térmica nesta região. THOMAZ Filho (1976) (apud ASMUS, 1978) reforça essa idéia, concluindo por uma rehomogeneização do estrôncio, ocorrida em sedimentos da bacia do Paraná, há cerca de cento e oitenta milhões de anos e que se pode atribuir muito provavelmente a episódio tectono-térmico, precedente à ruptura América do Sul-África, causador de reativação do Arco de Ponta Grossa.

O estágio Pré "Rift Valley" de ASMUS et al (1978) ter-se-ia caracterizado por um

arqueamento com soergimento crustal na região leste do Brasil, com auge durante o Triássico-Jurássico, por volta de cento e oitenta milhões de anos atrás. Admite-se que o soergimento crustal seja responsável pela expulsão das águas conatas (intersticiais) dos sedimentos, as quais constituem-se como o meio veiculador das trocas e homogeneização do estrôncio. Nessa hipótese, as formações, Ponta Grossa, Irati e Estrada Nova teriam perdido os fluidos intersticiais com o ápice do soergimento crustal, há cerca de cento e oitenta milhões de anos. Assim é possível que a formação Rio do Rasto, cujas amostras estudadas estão em poço situado no centro-norte do Estado do Paraná, tenha sentido os efeitos do soergimento antes em virtude da maior ativação (elevação prematura) do Arco de Ponta Grossa.

No caso de a atuação do magmatismo tectônico ter-se dado exclusivamente pelo aumento de pressão e temperatura, então a Formação Rio do Rasto não teria sofrido essa atuação na região do poço estudado.

Nota-se pela observação do quadro que as formações: Ponta Grossa, Irati e Estrada Nova teriam sido afetadas pelo fenômeno, o qual teria sido concomitante com a sedimentação de parte da Formação Pirambóia, portanto não afetada a mesma, a qual só foi sensibilizada pelos derrames basálticos que tiveram ápice aos cento e trinta milhões de anos atrás.

Em resumo, pode-se dizer que nos locais amostrados, as formações: Ponta Grossa, Irati e Estrada Nova sofreram a atuação de processo tectono-térmico há cerca de 180 m.a. A Formação Rio do Rasto, ou sofreu essa atuação antes (há cerca de  $211 \pm 12$  m.a.), ou então, por razão inexplicada, no local amostrado, não sofreu a atuação desse evento. A Formação Pirambóia, nessa época encontrava-se recém sedimentada, ou em sedimentação ou, mais provavelmente, ainda a sedimentar-se e só veio a sentir os efeitos do derramamento basáltico de cerca de 130 m.a. atrás (no local amostrado). A Formação Rio Bonito, não tendo dados suficientes, não permite interpretação.

Os dados disponíveis são ainda preliminares e insuficientes para permitir um esquema de interpretação geocronológica

para toda a bacia, a não ser que o evento de 180 m.a. atrás teria afetado a mesma desde o centro norte do Estado de Santa Catarina até o centro oeste do Estado de São Paulo. Quanto às altitudes e espessuras atingidas, só dados complementares permitirão interpretação. Assim sendo é muito provável que a ampliação dos estudos em outras formações desses mesmos e de outros poços constatare afetação em área maior e mesmo dê boas informações quanto a altitudes e espessuras totais atingidas.

### CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES FINAIS

1.<sup>a</sup> — O desenvolvimento dos estudos a respeito tem mostrado ser o Método Rubídio-Estrôncio aplicável em sedimentos argilosos para fins de determinação da idade de sedimentação e de eventos posteriores relativos à homogeneização do estrôncio.

2.<sup>a</sup> — A bacia sedimentar intracratônica do Paraná apresenta uma evolução tectônica ainda hoje ativa e devida em parte a eventos precambrianos e em parte a eventos posteriores, dos quais uma das componentes foi a abertura do Atlântico sul.

3.<sup>a</sup> — Essa seqüência de eventos tectônicos ficou registrada na coluna estratigráfica da bacia, não só em termos de seqüência sedimentar lito-paleontológica, quanto em termos de fases magmáticas e também em termos de difusão homogeneizante do estrôncio em rochas argilosas.

4.<sup>a</sup> — Os fenômenos tectono-térmicos que tiveram vez nessa região foram capazes de produzir rehomogeneização do estrôncio em rochas pelíticas, variável de local para local, de posição vertical e de frações granulométricas, bem como porções envolvidas, tudo dependendo da intensidade de pressão e temperatura (ou talvez do grau de expulsão das águas conatas).

5.<sup>a</sup> — No Permo-Triássico (talvez já no Permo-Carbonífero) teve origem um longo estágio de arqueamento gonduânico com soerguimento crustal provocando o surgimento de uma área tipo dômica na região sudeste do Brasil (bem como outra na região nordeste, esta não enfocada no presente trabalho), cujo auge deu-se no Triássico-Jurássico, há cerca de 180 m.a.,

evento esse que provocou rehomogeneização isotópica do estrôncio nas formações: Ponta Grossa, Irati, Estrada Nova e talvez Rio do Rasto, do centro norte do Estado de Santa Catarina ao centro oeste do Estado de São Paulo.

6.<sup>a</sup> — O magmatismo basáltico juro-cretáceo, cujo auge esteve nos 130 m.a. atrás provocou rehomogeneização isotópica do estrôncio nas fácies pelíticas da Formação Pirambóia, pelo menos na região de Guareí no Estado de São Paulo (onde situam-se os poços estudados).

7.<sup>a</sup> — Na região do poço estudado (centro norte do Estado do Paraná), a Formação Rio do Rasto ou não sofreu influência dos efeitos tectono-térmicos da bacia ou sofreu-os antes das demais formações devido ao levantamento prematuro do Arco de Ponta Grossa.

8.<sup>a</sup> — A atuação dos eventos tectono-térmicos sobre os sedimentos, em termos de rehomogeneização do estrôncio, dá-se em parte pela saída das águas conatas, que faria os sistemas ficarem fechados para a difusão do estrôncio (o que é muito importante para a pesquisa do petróleo).

9.<sup>a</sup> — O fato de a Formação Pirambóia não ter sofrido os efeitos do episódio tectono-térmico de ápice nos 180 m.a. atrás sugere que poder-se-ia tomar essa data como o limite inferior de deposição dessa formação (mais seguramente  $197 \pm 3$  m.a., data obtida pelo Método Rubídio-Estrôncio).

10.<sup>a</sup> — O fato de as Formações, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto apresentarem razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  bem próxima da água do mar (que é igual a 0,709), reforça a idéia de origem marinha para as mesmas (desde que as razões das rochas matrizes não diferissem significativamente entre si e da água do mar).

11.<sup>a</sup> — As formações, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto apresentam modelo isocrônico II, o que sugere que sofreram a mesma intensidade física, por ocasião da rehomogeneização do estrôncio (pelo menos nos locais amostrados).

12.<sup>a</sup> — Os dados disponíveis de aplicação do Método Rubídio-Estrôncio na bacia do Paraná são ainda insuficientes para outras conclusões e estabelecimento de interpretação geocronológica mais profunda.

BIBLIOGRAFIA

- ASMUS, H. E. — 1978 — Hipóteses sobre a origem dos sistemas de zonas de fratura oceânica; alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. In: Petrobrás. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro. p. 39-73 (Série Projeto Remac, 4)
- ; FERRARI, A. L. — 1978 — Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. In: Petrobrás. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro. p. 75-88. (Série Projeto Remac, 4)
- CORDANI, U. G., KAWASHITA, K. e THOMAZ FILHO, A. — 1978 — Applicability of the rubidium-strontium method to shales and related rocks. New York. Separata de American Association of Petroleum Geologists. Contributions to The Geologic Time Scale. New York. p.93-117. (Studies in Geology, 6).
- FREITAS, R. O. de — 1951 — Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, São Paulo, 13(2):171-222 abr.-jun.
- GAMA JÚNIOR, H. — 1979 — A sedimentação do grupo Passa Dois (exclusive Formação Irati): um modelo geomórfico. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 9(1):1-16 mar.
- THOMAZ FILHO, A. — 1976 — Potencialidades do método Rb-Sr para datação de rochas sedimentares argilosas. São Paulo, 128 p. il. (Tese de doutoramento apresentada ao IG-USP).