

0855186

ISSN 0871 - 1607

UNIVERSIDADE DO PORTO - FACULDADE DE CIÊNCIAS
MUSEU E LABORATÓRIO MINERALÓGICO E GEOLÓGICO

MEMÓRIAS N.º 3

DEDALUS - Acervo - IGC



30900017840

IX SEMANA DE GEOQUÍMICA
E
II CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES
DE LÍNGUA PORTUGUESA

PORTO, 14 - 20 DE NOVEMBRO DE 1993

FERNANDO NORONHA, M. MARQUES, P. NOGUEIRA, Editores



PORTO - 1993

RUBÍDIO E ESTRÔNCIO EM SEDIMENTOS RECENTES: IMPLICAÇÕES NA DATAÇÃO RADIOMÉTRICA DE ROCHAS SEDIMENTARES ARGILOSAS

Mizusaki; A.M. ⁽¹⁾; Kawashita, K. ⁽²⁾; Cordani, U.G. ⁽²⁾; Thomaz-Filho, A. ⁽²⁾

(1) PETROBRÁS - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, Brasil.

(2) Inst. de Geociências, Univ. de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Abstract - Sr isotopic homogenization is a requirement for the application of Rb/Sr dating of argillaceous sediments, and is commonly observed. To explain this fact, recent sediments from 5 Brazilian coastal regions were sampled and analysed by X-ray diffraction and fluorescence and isotopic techniques. Using fine-scale sampling of chosen marine sediments preferably enriched in expansive clay minerals, some samples show an strong tendency to strontium isotopic homogenization.

Desde o início da década de 60, tanto na Brasil como no exterior, têm sido apresentados trabalhos de pesquisa sobre a aplicação do método de datação radiométrica Rb/Sr nas rochas sedimentares argilosas, preferencialmente folhelhos (e.g., Compston e Pidgeon, 1962; Whitney e Hurley, 1964; Bonhomme et al., 1965; Kawashita, 1972; Perry e Tureckian, 1974; Thomaz-Filho, 1976; Clauer, 1982; Bonhomme 1982 e Morton, 1983 e 1985; Cordani et al., 1985, entre outros).

A questão básica diz respeito ao conceito de homogeneização isotópica do estrôncio nos sedimentos, uma vez que estes resultam da mistura de minerais de diversas proveniências e com diferentes razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ herdadas da rocha fonte. Idades determinadas, geralmente de acordo com as idades estratigráficas atribuídas às rochas sedimentares analisadas, tem induzido muitos pesquisadores a concluir que as mesmas tenham chegado ou tendam a se homogeneizar em um certo instante, durante ou logo após a sedimentação.

Cordani et al. (1978) mostraram que alguns sedimentos recentes apresentavam valores muito próximos para a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, apesar da dispersão significativa dos valores da razão $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$. A explicação aventada pelos referidos autores foi a da mistura mecânica do material detrítico na bacia deposicional, devido ao tempo relativamente longo de sua residência nos fluidos do meio deposicional pouco agitado, característico da deposição de folhelhos.

Para se demonstrar a validade da proposição da uniformização isotópica do Sr nas rochas sedimentares argilosas foram analisados sedimentos recentes, preferencialmente argilosos, de diferentes ambientes deposicionais, de 5 regiões do Brasil a saber: 1) Delta do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro); 2) Delta do Rio Açu (Rio Grande do Norte); 3) Plataforma Continental adjacente à Foz do Rio

Amazonas (Amazonas); 4) Talude Continental (Rio de Janeiro); e 5) Baixada de Jacarepaguá (Rio de Janeiro).

Partiu-se da premissa de que a uniformização isotópica do estrôncio, assim como a dispersão da razão Rb/Sr, ocorre na bacia deposicional, durante e imediatamente após a sedimentação. Assim sendo, analisou-se o comportamento geoquímico dos elementos rubídio e estrôncio, que acompanham os elementos potássio e cálcio, respectivamente, em relação aos seguintes aspectos: 1) área fonte dos detritos (lixiviação diferenciada do Rb e Sr, quando do intemperismo químico); 2) procedimentos de amostragem (a mistura e a dispersão mecânica dos detritos no ambiente deposicional exige a coleta de amostras a espaçamento de até poucos metros); 3) ambiente deposicional (o ambiente marinho favorece os processos de halmirólise, ou seja, trocas químicas entre os minerais e a água do mar); 4) granulometria (sedimentos com predominância da fração granulométrica inferior a 2μ , ou seja, argila); 5) mineralogia (devem predominar os argilominerais, em particular os expansíveis, normalmente abertos a trocas químicas com o meio ambiente); e 6) soterramento (trocas químicas entre os argilominerais e os fluidos intersticiais, quando dos eventos iniciais da diagênese).

Os resultados obtidos permitiram delinear a evolução dos processos geoquímicos e sedimentares que levam não só à uniformização isotópica do Sr, quando da sedimentação ("isócrona zero horizontal"), como também dos fatores que propiciam a dispersão das razões $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$. Estas condições são necessárias para a datação Rb/Sr da época da sedimentação e de eventos diagenéticos das rochas sedimentares argilosas.

A tendência à uniformização da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ é o produto da convergência de eventos geoquímicos e sedimentares favoráveis como:

- *intemperismo* - que propicia a destruição, na rocha fonte, dos minerais bem cristalizados, como feldspatos e micas, principalmente, resultando um maior teor de argilominerais chegando ao ambiente deposicional;

- *transporte* - quanto maior a distância da área fonte dos detritos, maior será a tendência de granulometria mais fina, constituída por minerais mais alterados, que apresentam grandes superfícies específicas para trocas químicas, além de favorecerem a neoformação e a recristalização de minerais no ambiente deposicional;

- *ambiente de sedimentação* - deve ser calmo e adequado para a sedimentação de alto teor de argilominerais, e que o tempo de residência dos detritos no fluido deposicional seja suficiente para a dispersão mecânica que os leve a uma distribuição homogênea quando sedimentados. Assim, a coleta de amostras a intervalos de alguns metros de distância é pré-requisito indispensável:

Já, a favorabilidade na aplicação da metodologia isocrônica reside fundamentalmente na dispersão das razões Rb/Sr, propiciada por entrada de Rb, por exemplo, através de processos como:

- *halmirólise* - fenômenos de trocas físico-químicas e químicas, muito eficientes a pequenas distâncias, que ocorrem na interface sedimentos/águas marinhas;

- *diagênese precoce* - quanto maior o teor de argilominerais expansíveis, maior a facilidade de trocas químicas entre o Sr herdado e aquele do fluido deposicional. Isso leva à homogeneização isotópica do Sr logo após a sedimentação, ligada aos fenômenos da diagênese precoce. Nesse caso, as idades Rb/Sr em rocha total (RT) e em fração granulométrica inferior a 2 micra ($F < 2\mu$) tendem a ser semelhantes e se aproximam da idade da época da sedimentação.

Quando todos esses eventos, ou a maior parte deles, ocorreram, há uma forte perspectiva de chegar-se à "isócrona zero horizontal", caso dos sedimentos:

- Planície de Maré da Baixada de Jacarepaguá - 8 amostras de silte argiloso, coletadas a espaçamento centimétrico, contendo 10 a 20% de feldspato potássico, 10% de plagioclásio, 40 a 60% de quartzo e 15 a 30% de argila (30 a 40% de caulinita, 20 a 30% de ilita e 30 a 50% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7179 a 0,7195) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (1,69 a 2,70);

- Canal de Rio da Baixada de Jacarepaguá - 3 amostras de silte argiloso, coletadas a espaçamento centimétrico, contendo 20 a 30% de feldspato potássico, 10 a 15% de plagioclásio, 30 a 40% de quartzo e 25 a 35% de argila (45 a 50% de caulinita e 50 a 55% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7167 a 0,7174) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (1,94 a 2,13);

- Plataforma Continental adjacente à Foz do Rio Amazonas - 6 amostras de silte argiloso, coletadas em testemunhos de poço, a espaçamento de 10 centímetros, contendo 5 a 10% de calcita, 5 a 10% de feldspato potássico, 10 a 20% de plagioclásio, 35 a 45% de quartzo e 30 a 45% de argila (20 a 50% de clorita, 20 a 45% de ilita e 25 a 40% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7146 a 0,7169) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (1,37 a 2,28); e

- Talude Continental

- 11 amostras de silte e silte argiloso, coletadas em testemunhos do poço RJS-368, a espaçamento médio de 15 metros, contendo 5 a 25% de calcita, 10 a 30% de feldspato potássico, 5 a 10% de plagioclásio, 30 a 45% de quartzo e 15 a 45% de argila (15 a 25% de clorita, 5 a 10% de caulinita, 5 a 25% de ilita e 35 a 65% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7094 a 0,7133) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,17 a 1,65). Resultados em $F < 2\mu$ (7 amostras): $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7100 a 0,7136) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,31 a 2,45); e

- 11 amostras de silte argiloso, coletadas em testemunhos do poço RJS-412, a espaçamento aproximado de 10 metros, contendo 10 a 20% de calcita, 5 a 15% de plagioclásio, 30 a 40% de quartzo e 35 a 50% de argila (15 a 20% de clorita, 5 a 15% de caulinita, 15 a

35% de ilita e 35 a 50% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7101 a 0,7129) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,28 a 1,52).

Não tendo ocorrido alguns dos eventos geoquímicos e sedimentares acima expostos, a tendência é a dos sedimentos partirem de uma "isócrona zero inclinada", da qual resultam idades superiores à da sedimentação. É o caso dos sedimentos:

- Delta do Rio Paraíba do Sul - 6 amostras de silte e silte argiloso, coletadas a espaçamento de quilômetros, contendo 5 a 10% de feldspato potássico, 25 a 90% de quartzo, 0 a 70% de argila (20 a 80% de caulinita e 0 a 80% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7099 a 0,7289) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,02 a 3,86). Resultados em $F < 2\mu$: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7104 a 0,7341) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,45 a 12,170). Eventos desfavoráveis: amostras coletadas a quilômetros de distância; algumas amostras desprovidas de argila e, conseqüentemente, de I-S; quando presente, o argilomineral predominante é a caulinita;

- Delta do Rio Açu - 8 amostras de argila, coletadas a espaçamento de quilômetros, contendo 5% de calcita, 5 a 10% de feldspato potássico, 5 a 10% de quartzo, 80 a 90% de argila (30 a 50% de caulinita, 15 a 40% de ilita e 30 a 40% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7117 a 0,7216) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,63 a 3,58). Eventos desfavoráveis: amostras coletadas a quilômetros de distância; alto teor de caulinita; e

- Planície de Inundação da Baixada de Jacarepaguá

- 5 amostras de argila e silte argiloso, coletadas próximas a área fonte dos detritos, a espaçamento centimétrico, contendo 5 a 15% de feldspato potássico, 25 a 60% de quartzo, 20 a 100% de argila (75 a 100% de caulinita, 5 a 10% de ilita e 10 a 25% de I-S). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7277 a 0,7392) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (2,59 a 4,20). Eventos desfavoráveis: proximidade da área fonte; alto teor de caulinita e baixo de I-S; e

- 5 amostras de silte argiloso, coletadas a espaçamento centimétrico, contendo 40 a 65% de quartzo e 35 a 60% de argila (100% de caulinita). Resultados em RT: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7174 a 0,7203) e $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (0,32 a 1,58). Pode-se atribuir como evento desfavorável o alto teor de caulinita e a ausência de I-S, o que justifica as altas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, em relação a da água do mar. Mesmo assim, há uma certa tendência à uniformização dessa razão, nesse caso muito mais devido à dispersão mecânica dos detritos do que ao intercâmbio químico com o fluido deposicional.

Em resumo, deposição de sedimentos especialmente finos sob influência ou ambiente marinho é bastante favorecido no que diz respeito a requisito básico da aplicação da metodologia Rb-Sr, que é a homogeneização da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ou horizontalização da isócrona no momento da deposição. A existência de argilo-minerais expansíveis, preferencialmente também sob ambiente marinho, associado à processo diagenético é responsável não só na homogeneização, mas também pelas diversificações das relações Rb-Sr. Por último, o método de coleta é também de muita importância. Quanto mais grosseiro o sedimento, menor deve ser a distância de

coleta, podendo ser da ordem de vários metros ou até dezenas de metros para o caso de sedimentos pelíticos, até centímetros no caso de siltes argilosos, por exemplo.

Referencia

- BOFINGER, V.M. & COMPSTON, W.- A reassessment of the age of the Hamilton Group, New York and Pennsylvania, and the role of inherited radiogenic ^{87}Sr .- *Geoch. Cosmochim. Acta*, 31: 2352-2359, 1967.
- BONHOMME, M. - The use of Rb-Sr and K-Ar dating methods as a stratigraphic tool applied to sedimentary rocks and minerals - *Precambrian Research*, 18:5-25, 1982.
- CLAUER, N. - Rubidium-Strontium method applied to sediments: certitudes and uncertainties - In: ODIN, G.S., (ed), *Numerical dating in stratigraphy* - New York, Wiley, 1: 245-276, 1982.
- COMPSTON, W. & PIDGEON, R.T. - Rubidium-Strontium dating of shales by the whole-rock method - *J. Geophys. Res.*, 67: 3493-3502, 1962.
- CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; KIKUCHI, R.K.P. & SIMOMOTO, M.A. - Sistemática Rb-Sr em rochas sedimentares argilosas do Paleozóico da Bacia Amazônica - In: *Simpósio de Geologia da Amazônia, II*, Belém, 1985. *Anais*, Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1985B, 1:94-105.
- KAWASHITA, K. - O método Rb-Sr em rochas sedimentares. São Paulo, 1972, 111p., Unpublished PhD Thesis.
- MORTON, J.P. - Rb-Sr dating of clay diagenesis - Texas, 1983, 234p, Unpublished PhD Thesis.
- MORTON, J.P. - Rb-Sr evidence for punctuated illite-smectite diageneses in the Oligocene Frio Formation, Texas Gulf. Coast.- *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 96: 114-122, 1985.
- PERRY, E. & TURECKIAN, K.K. - The effects of diagenesis on the redistribution of strontium isotopes in shales - *Geoch. Cosmochim. Acta*, 38: 929-935, 1974.
- THOMAZ-FILHO, A. - Potencialidades do método Rb/Sr para datação de rochas sedimentares. São Paulo, 1976, 124p. - Unpublished PhD Thesis.
- WHITNEY, P.R. & HURLEY, P.M. - The problem of inherited radiogenic strontium in sedimentary age determination - *Geoch. Cosmochim. Acta*, 28: 425-436, 1964.