

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/43524981>

Datação $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ de argilominerais illíticos diagenéticos associados ao vulcanismo Serra Geral

Article · January 2011

Source: OAI

CITATIONS

0

READS

81

7 authors, including:



[Umberto Giuseppe Cordani](#)

University of São Paulo

240 PUBLICATIONS 6,352 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[P. M. Vasconcelos](#)

The University of Queensland

230 PUBLICATIONS 4,492 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Claudio Riccomini](#)

University of São Paulo

201 PUBLICATIONS 3,231 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Luis Henrique Mancini](#)

University of Brasília

27 PUBLICATIONS 112 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

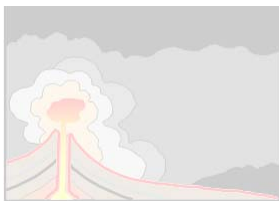
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



National Natural Science Foundation of China [View project](#)



HIDROFRAT [View project](#)



IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados

Foz do Iguaçu, PR – 08 a 11/04/2008.

DATAÇÃO $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ DE ARGILOMINERAIS ILLÍTICOS DIAGENÉTICOS ASSOCIADOS AO VULCANISMO SERRA GERAL

Lucy G. Sant'Anna¹, Umberto G. Cordani², Paulo Vasconcelos³, Claudio Riccomini², Victor F. Velázquez¹, Luis H. Mancini², Artur T. Onoe²

¹ Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP. Avenida Arlindo Bétio 1000, Ermelino Matarazzo. CEP 03828-000. São Paulo, SP. Email: lsantann@usp.br, vvf@usp.br

² Instituto de Geociências, USP. Rua do Lago 562, Cidade Universitária. CEP 03828-080. São Paulo, SP. E-mail: ucordani@usp.br, riccomin@usp.br, lmancini@usp.br, aton@usp.br

³ The University of Queensland Earth Sciences, Steele Building Brisbane, Qld 4072, Australia. Email: paulo@earth.uq.edu.au

Resumo – Apesar do significado do magmatismo Serra Geral para o encerramento da história deposicional da Bacia do Paraná, poucos estudos têm se dedicado ao entendimento da sua influência na evolução pós-sedimentar das unidades sedimentares por ele recobertas. A datação de argilominerais potássicos pelo método K/Ar tem permitido reconhecer a influência deste evento termal na autigênese de illita em algumas unidades paleozóicas. Este trabalho buscou verificar esta influência a partir do emprego do método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para datação de argilominerais illíticos de granulação fina e origem diagenética das formações Rio Bonito e San Miguel, unidades permianas da Bacia do Paraná. Antes das irradiações nucleares inerentes ao método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, as amostras foram encapsuladas a vácuo para recolher todo o ^{39}Ar eventualmente perdido por “recoil” durante as irradiações. Os resultados preliminares obtidos mostraram que a técnica de encapsulamento a vácuo das amostras illíticas funcionou perfeitamente, permitindo a irradiação das amostras e a obtenção de espectros por aquecimento em etapas na datação pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Com uma exceção, as amostras datadas apresentaram mistura de componentes, com proporções variadas de illita diagenética e minerais detríticos, principalmente feldspato. Entretanto, numa delas, as duas frações argilosas analisadas forneceram, além de idades patamares similares, as mesmas idades integradas de cerca de 124 Ma, compatível com as últimas fases do vulcanismo Serra Geral.

Palavras-Chave: Argônio-Argônio; Illita; Bacia do Paraná; Vulcanismo Serra Geral

Abstract – Despite the significance of the Serra Geral magmatism to the end of the depositional history of the Paraná Basin, few studies have been devoted to the understanding of its influence on the post-depositional evolution of the underlying sedimentary formations. K/Ar dating of potassium-rich clay minerals has shown the thermal influence of this event in the authigenesis of illites in some Paleozoic formations. This paper aimed to verify this influence by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ laser incremental heating of diagenetic illitic clay minerals of the Rio Bonito and San Miguel formations, both Permian units of Paraná Basin. The preliminary $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results indicate that the vacuum encapsulation technique of the illitic clay fractions worked properly, allowing the samples irradiation and the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ incremental heating analysis. The two clay fractions of one of the analysed samples provided similar plateau ages for the finer clay fraction, as well as the same integrated ages, of about 124 Ma, which agree with the final stages of the Serra Geral magmatism.

Keywords: Argon-Argon, Illite, Paraná Basin, Serra Geral Volcanism

1. Introdução

O vulcanismo Serra Geral, com duração de cerca de 10 Ma (Stewart et al. 1996), representa uma das maiores províncias de lavas basálticas continentais. A despeito do seu significado para o encerramento da história deposicional da Bacia do Paraná, poucos estudos têm se dedicado ao entendimento da sua influência na evolução pós-sedimentar das unidades sedimentares recobertas. Neste tipo de abordagem, o estudo de argilominerais illíticos diagenéticos pode fornecer indicadores da história termal da bacia. Dado a sua composição potássica, estes minerais são passíveis de datação pelo método K/Ar. A partir do trabalho de Merrihue & Turner (1966) a aplicação do método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para datação de materiais geológicos tem apresentado várias vantagens sobre o método K/Ar. A viabilidade do emprego do método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para a datação de illita é ainda um tema de debate mundial e poucos grupos de pesquisa tem se dedicado a ele (e.g. Onstott et al. 1997), principalmente devido às dificuldades inerentes à preparação e análise das amostras. Dentre os problemas encontrados, destaca-se a possibilidade de perda do ^{39}Ar por "recoil", particularmente importante em amostras de granulação muito fina, e a contaminação por minerais detríticos.

Este trabalho visou o emprego do método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para datação de argilominerais illíticos de origem diagenética das formações Rio Bonito e San Miguel, unidades permianas da Bacia do Paraná, como uma ferramenta para o entendimento da influência do magmatismo Serra Geral na história pós-sedimentar da bacia. Para tanto, estas unidades foram amostradas em locais próximos (Arco de Ponta Grossa e leste do Paraguai) e distante (região de Anhembi, SP) de ocorrências de rochas ígneas da Formação Serra Geral.

2. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma extensa depressão intracratônica na América do Sul, com mais de 1.500.000 km², formada sobre área cratônica (Cordani et al. 1984) na porção sudoeste do paleocontinente Gondwana. A história evolutiva da bacia é de natureza policíclica, contemplando episódios de subsidência e soerguimento controlados por eventos tectônicos. Seu pacote sedimentar-magmático, de idade paleozóica a mesozóica, apresenta cerca de 8.000 m de espessura máxima e pode ser agrupado em cinco seqüências deposicionais (seqüências ordoviciana-siluriana, devoniana, carbonífera-permiana, triássica e cretácea) (Zalán et al. 1990). Durante o Mesozóico, duas seqüências continentais foram depositadas (triássica e juro-cretácea), sendo a mais jovem associada aos basaltos da Formação Serra Geral de idade cretácea (138 a 127 Ma, Stewart et al. 1996).

A deposição da seqüência carbonífera-permiana contemplou, no Permiano Médio, a instalação de cunhas deltáicas da Formação Rio Bonito, dividida em três membros (Schneider et al. 1974): a) Mb. Triunfo, basal, com arenitos flúvio-deltáicos, associados localmente a leitos de carvão, siltitos e folhelhos carbonosos; b) Mb. Paraguaçu, intermediário, composto de siltitos e folhelhos cinza, intercalados com camadas de arenitos finos e leitos de rochas carbonáticas, depositados em ambiente marinho transgressivo; c) Mb. Siderópolis, superior, contendo camadas de arenito intercaladas a leitos de argilito, folhelhos carbonosos e carvão, originados em ambiente marinho litorâneo. O Grupo Independência, no Paraguai oriental, contém os depósitos sedimentares psamo-pelíticos permianos da Formação San Miguel (Nuñez 2000), unidade correlata da Formação Rio Bonito.

3. Argilominerais

Um dos primeiros trabalhos de caracterização mineralógica de argilominerais da Bacia do Paraná foi realizado por Ramos & Formoso (1975), que apresentaram a distribuição regional dos argilominerais em cada unidade litoestratigráfica conhecida até aquela época. De modo geral, illita e clorita ocorrem em toda a coluna. A illita é o mineral mais abundante, predominando nos depósitos da seqüência devoniana (formações Furnas e Ponta Grossa). Argilominerais interestratificados illita-esmectita ocorrem na seqüência permiana, especialmente nas formações Rio Bonito e Palermo.

Trabalhos mais recentes têm reconhecido a influência do magmatismo Serra Geral na origem da illita presente na Formação Furnas (e.g. De Ros 1998). Santos & Bonhomme (1993) dataram illita diagenética dessa unidade pelo método K/Ar, tendo sido possível reconhecer illita de alta cristalinidade com idade de 138 a 129 Ma e illita de baixa cristalinidade de 119 a 102 Ma. Os autores correlacionaram estes dados com dois possíveis eventos diagenéticos, um primeiro de alta temperatura entre 140 e 130 Ma e o segundo, mais frio, ocorrido entre 120 e 100 Ma. Segundo De Ros (1998), a illita na Formação Furnas ocorre em todas as profundidades, desde a faixa aflorante até o centro da bacia.

Sant'Anna et al. (2006) apresentaram dados mineralógicos, geoquímicos e isotópicos (K/Ar) de argilominerais diagenéticos das formações Rio Bonito (borda leste da bacia) e San Miguel (borda oeste, no Paraguai), formados por migração de fluidos hidrotermais relacionados ao magmatismo Serra Geral. Idades K/Ar das assembléias illíticas diagenéticas indicam que estes minerais formaram-se durante o evento magmático do Eocretáceo, entre 140 e 130 Ma. Os dados obtidos mostraram que a migração de fluidos nas formações Rio Bonito e San Miguel, induzida pelo magmatismo Serra Geral, foi extensa, levando à cimentação dessas unidades por argilominerais diagenéticos, tanto em regiões próximas quanto distantes de concentrações de rochas ígneas intrusivas.

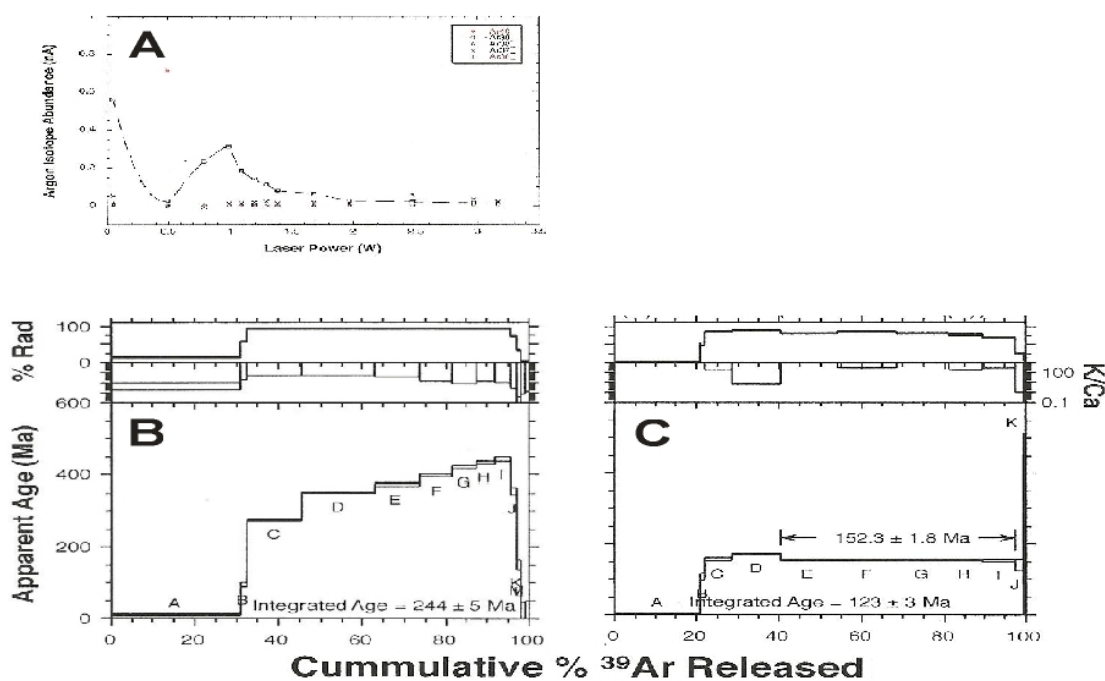
4. Material datado

As amostras datadas pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ compreendem concentrados de illita e interestratificados illita-esmectita, de origem diagenética, com proporções variadas de minerais detríticos (principalmente feldspato), pertencentes às formações Rio Bonito (8 amostras) e San Miguel (2 amostras). Estes concentrados foram obtidos a partir de amostras de arenito e folhelho coletadas em testemunhos de sondagens perfurados na borda leste da Bacia do Paraná (Formação Rio Bonito) e Paraguai oriental (Formação San Miguel), respectivamente, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e pelo Ministério de Obras Públicas e Comunicações (MOPC). A preparação e caracterização mineralógica, geoquímica e isotópica (datação K/Ar) das amostras foram descritas por Sant'Anna et al. (2006).

Para cada unidade litoestratigráfica foram datados concentrados de argilominerais de diferentes frações granulométricas finas (<0,2 e 0,2-0,6 microns ou <0,4 e 0,4-1 microns). Previamente à irradiação em reator nuclear, estes concentrados foram encapsulados a vácuo em ampolas de quartzo por técnica similar à descrita por Onstott et al. (1997), visando recolher todo o ^{39}Ar eventualmente perdido por "recoil" durante as irradiações. De cada concentrado, a fração mais fina (<0,2 ou <0,4 microns) foi datada em duplicata (duas ampolas), além da fração mais grossa (0,2-0,6 ou 0,4-1 microns) de algumas amostras. Adicionalmente, foram datadas duas ampolas vazias (sem amostra) para controle da qualidade do vácuo. A datação foi realizada no Laboratório de Geocronologia (UQ-AGES) do Department of Earth Sciences, University of Queensland, Brisbane/Austrália.

5. Resultados

Os resultados devem ser considerados preliminares, visto que a pesquisa encontra-se ainda em fase de estudo e interpretação. Dessa forma, as figuras A e B são apenas exemplos escolhidos entre cerca de 50 análises $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, para mostrar as tendências observadas. Por outro lado, a figura C mostra o caso de uma amostra com predominância de illita diagenética.



A partir dos gráficos que relacionam a potência do laser com as quantidades de gases liberadas pôde-se observar que todas as amostras analisadas, das frações fina e grossa, apresentaram importante perda de ^{39}Ar por recuo ("recoil"), conforme evidenciado pela abundância desse isótopo no início de cada gráfico, na faixa de baixa potência do laser, como pode ser observado na Figura 1A. Esta perda ocorre durante a irradiação por fluxo de nêutrons no reator nuclear, pelo pequeno tamanho dos cristais de argilominerais (Vasconcelos 1999).

De modo geral, os resultados das análises $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ das amostras permianas da Bacia do Paraná (formações Rio Bonito e San Miguel) apresentaram espectros de aquecimento por etapas similares, que no entanto não fornecem idades patamares, com exceção de uma amostra. De início, pode-se concluir que a técnica de encapsulamento das amostras funcionou perfeitamente, permitindo a irradiação das amostras e a obtenção de espectros por aquecimento em etapas na datação pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$.

As medidas registradas com a evolução do aquecimento das amostras apresentam geralmente espectros ascendentes devido à presença de mineral detrítico, provavelmente feldspato, que libera ^{40}Ar radiogênico na parte final dos espectros, principalmente das frações mais grossas, como pode ser observado na Figura 1B. As idades integradas representam portanto misturas de assembléias minerais autigênicas e detríticas. Comparadas com as idades K/Ar previamente obtidas para algumas amostras (Sant'Anna et al. 2006), as idades integradas são similares, mais antigas ou mais novas.

Uma única amostra da Formação Rio Bonito apresentou espectros idênticos e idades integradas corrigidas para "recoil" de 124 Ma para as duas frações analisadas (<0,4 e 0,4-1 microns), indicando que, neste caso, a gênese (autigênica) dos argilominerais foi o fator determinante. Adicionalmente, a fração fina analisada em duplicata forneceu idades patamares aparentes de $158,1 \pm 1,7\text{Ma}$ e $152,3 \pm 1,8\text{Ma}$, definidas por pelo menos três etapas e 55-60% do ^{39}Ar liberado (Figura 1C). Dos dados obtidos para essa amostra, conclui-se, preliminarmente, que o argilomineral do tipo

Figura 1 - (A) Gráfico que relaciona a potência do laser com a quantidade de gás ^{39}Ar liberada pela fração fina de amostra da Formação Rio Bonito. (B, C) Espectros de aquecimento gradual a laser obtidos pelas análises $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de frações finas de amostras da Formação Rio Bonito: B - espectro ascendente, C - espectro com idade integrada de 124 Ma e idade patamar aparente de $152,3 \pm 1,8\text{Ma}$.

illita também deve ser diagenético e que o feldspato detrítico presente nessas frações não deve ser de composição potássica, pelo fato de não ter influenciado os resultados.

6. Conclusões

Os resultados preliminares obtidos mostraram que a técnica de encapsulamento a vácuo das amostras illíticas funcionou perfeitamente, permitindo a irradiação das amostras e a obtenção de espectros por aquecimento em etapas na datação pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Uma das amostras apresentou para as duas frações argilosas analisadas as mesmas idades integradas, concordantes com a fase final do magmatismo Serra Geral, e patamares, estas definidas segundo os critérios aceitos internacionalmente. Os demais espectros registrados forneceram em sua maioria idades integradas mais antigas, algumas delas concordantes com idades K-Ar previamente obtidas nas mesmas amostras.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP (2002/00811-4, 2002/10463-3, 2006/51872-4), UQ/AGES (Austrália), CGS/CNRS-ULP (França), USP, CPRM, e MOPC (Paraguai) pelo apoio financeiro e/ou técnico para este estudo.

8. Referências

- CORDANI, U.G.; NEVES, B.B.N.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F.M.B. 1984. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *Boletim Ciência-Técnica-Petróleo*, 15, 70p.
- DE ROS, L.F. 1998. Heterogeneous generation and evolution of diagenetic quartzarenites in the Silurian-Devonian Furnas Formation of the Paraná Basin, southern Brazil. *Sedimentary Geology*, 116:99-128.
- MERRIHUE, C. & TURNER, G. 1966. Potassium-argon dating by activation with fast neutrons. *J. Geophys. Res.*, 71:2852-2857.
- NUÑEZ, M.E.G. 2000. Estratigrafia do Grupo Independência na área da Folha Coronel Oviedo, República do Paraguai. Rio de Janeiro, 141p. (Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade do Estado do Rio de Janeiro).
- ONSTOTT, T.C.; MUELLER, C.; VROLIJK, P.J.; PEVEAR, D.R. 1997. Laser $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ microprobe analyses of fine-grained illite. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 61:3851-3861.

- RAMOS, A.N. & FORMOSO, M.L.L. 1975. Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia do Paraná. *Ciência, Técnica e Petróleo*, 9, 72p.
- SANT'ANNA, L.G.; CLAUER, N.; CORDANI, U.G.; RICCOMINI, C.; VELÁZQUEZ, V.F.; LIEWIG, N. 2006. Origin and migration timing of hydrothermal fluids in sedimentary rocks of the Paraná Basin, South America. *Chemical Geology*, 230:1-21.
- SANTOS, R.P. & BONHOMME, M.G. 1993. Datação K/Ar de argilas associadas às mineralizações e aos processos diagenéticos, em relação com a história de abertura do Oceano Atlântico Sul. *Rev. Bras. Geoc.*, 23:61-67.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre. *Anais. Porto Alegre, SBG*, v.1, p.41-65.
- STEWART, K.; TURNER, S.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C.; KIRSTEIN, L.; MANTOVANI, M. 1996. 3-D, 40Ar–39Ar geochronology in the Paraná continental flood basalt province. *Earth Planet. Sci. Lett.* 143, 95–109.
- VASCONCELOS, P.M. 1999. 40Ar/39Ar geochronology of supergene processes in ore deposits. *Reviews in Economic Geology*, 12:73-113.
- ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. 1990. Bacia do Paraná. In: DE RAJA GABAGLIA, G.P. & MILANI, E.J. (coords.). *Origem e evolução de bacias sedimentares. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, p.135-168.