

A TALCIFICAÇÃO DE METADOLOMITOS DO GRUPO ITAIACOCA: DADOS PRELIMINARES DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS (C,O) E GEOTERMOMETRIA

ANDRADE, F.R.D.¹ (dias@usp.br), SZABÓ, G.A.J.¹ & GUIMARÃES, G.B.²
¹ GMG-IGc-Universidade de São Paulo; ² Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná

INTRODUÇÃO

No presente trabalho, as condições de talcificação dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca (PR) são discutidas com base em dados de isótopos estáveis (C,O) e estimativas geotermométricas de carbonatos. A simplicidade das assembleias minerais estudadas, em particular dos talco xistos, principal recurso mineral da região, fornece poucas informações sobre as suas condições metamórficas, daí a necessidade do uso de técnicas mais sofisticadas, que permitam estimar as condições do processo de interação fluido-rocha.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de isótopos estáveis de carbono e oxigênio foram obtido em espectrômetro Europa modelo GEO 2020, com extração de CO₂ feita a 25°C por reação *off-line* com ácido fosfórico 100%. Amostras contendo dolomita e calcita foram analisadas por dupla extração, a primeira após 1 h (calcita), seguida de uma descarga intermediária de CO₂ após 24 h, e uma segunda extração após 72 h (dolomita). O erro analítico é ±0,2‰. O fracionamento isotópico por interação fluido-rocha foi calculado de modo similar ao proposto por Hecht et al. (1999), considerando: (i) sistema aberto, volatilização tipo Rayleigh; (ii) temperaturas de 450, 200 e 100°C; (iii) relações fluido-rocha variáveis (F/R = 0,01; 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 50; 100); (iv) pressão parcial de espécies carbônicas, X_C = 0,05; (v) fases carbônicas estáveis no fluido, HCO₃⁻ para T<200°C e CO₂ para T>200°C; (vi) composição isotópica do fluido hidrotermal ¹³C = -12‰, ¹⁸O = 4‰ (Hecht et al., 1999); (vii) fatores de fracionamento isotópico segundo O’Neil et al. (1969), Sheppard e Schwarcz (1970), Ohmoto e Rye (1979); (viii) razões fluido/rocha segundo equações de Taylor (1979). Os dados de química mineral foram obtidos em microssonda eletrônica JEOL JXA SuperProbe 8600, com 15kV, 20,10±0,10nA, feixe de 5 a 10 µm, com erro analítico de ±3%. As estimativas geotermométricas foram baseadas na fração molar de MgCO₃ em calcita (Puhan, 1995).

CONTEXTO GEOLÓGICO

O Grupo Itaiacoca é um pacote de rochas metamórficas de baixo grau, alongado segundo N40E, pertencente à Faixa de Dobramentos Ribeira, que se estende de Itaiacoca (PR) a Itapeva (SP). Seus limites são marcados a sudeste pela Zona de Cisalhamento Itapirapuã, que define o contato tectônico com o Complexo Granítico Três Córregos, e a noroeste pelo contato intrusivo com o Complexo Granítico Cunhaporanga. A sul o Grupo é cortado por diques de diabásio mesozóicos do Arco de Ponta Grossa. Os litotipos que compõem o Grupo Itaiacoca são: (i) rochas metacarbonáticas com intercalações de metabasitos, filitos e rochas metacarbonáticas com contribuição pelítica e psamática; (ii) metapelitos intercalados com quartzitos; (iii) metaarenitos com intercalações de metavulcânicas e metavulcanoclásticas. O Grupo Itaiacoca foi afetado por quatro episódios metamórficos. No Neoproterozóico ocorreu metamorfismo regional de baixo grau, seguido de metamorfismo termal no contato com o Complexo Granítico Cunhaporanga, e metamorfismo dinâmico associado à Zona de Cisalhamento Itapirapuã e suas ramificações. O último evento metamórfico foi o metamorfismo de contato causado pelos diques de diabásio. As jazidas de talco foram geradas por transformação dos metadolomitos ao longo de zonas de cisalhamento transcorrentes (Szabó et al., submetido). O talco nos metadolomitos da região é encontrado em quatro situações geológicas distintas, porém interrelacionadas, que são: (a) talco xistos em zonas de cisalhamento; (b) talco em descontinuidades estruturais (estratificações, fraturas, clivagens); (c) talco maciço fino em bolsões; (d) talco retrometamórfico no contato com granito.

RESULTADOS

As faixas de variação das razões isotópicas dos carbonatos são: (a) dolomita do metadolomito original, sem evidências de eventos posteriores ($\delta^{13}\text{C}$ 0,2 a 2,4‰; $\delta^{18}\text{O}$ 25,1 a 26,0‰); (b) dolomita e calcita em rochas relacionadas à talcificação, incluindo talco-xistos, veios, fraturas, zonas de cisalhamento e brechas ($\delta^{13}\text{C}$ -0,9 a 1,9‰; $\delta^{18}\text{O}$ 8,8 a 24,3‰); (c) calcita e aragonita supergênicas ($\delta^{13}\text{C}$ -7,6 a -7,3‰; $\delta^{18}\text{O}$ 24,4 a 25,0‰); (d) carbonatos gerados por metarmorfismo de contato com o granito e diques de diabásio ($\delta^{13}\text{C}$ -7,6 a -7,3‰; $\delta^{18}\text{O}$ 24,4 a 25,0‰).

As estimativas geotermométricas foram feitas a partir da composição de cristais de calcita (figura 3a) selecionados por critérios texturais, nas seguintes situações: (a) cristais em talco xisto em zonas de cisalhamento (dolomita+sílica+H₂O=talco+calcita+CO₂), com um agrupamento de T ~310°C e outro ~415°C; (b) cristais de filetes zonados de talco e calcita em metadolomitos associados aos bolsões de minério de talco maciço fino, com duas amostras com T ~250°C e uma com 416°C; (c) cristais na forma de franjas junto a tremolita em mármores dolomíticos no contato com o Granito Cunhaporanga (dolomita+sílica+H₂O=tremolita+calcita+CO₂), com

valores variáveis, atingindo um máximo de 534°C. Um cristal de calcita zonado analisado em detalhe mostrou temperaturas decrescentes do centro para as bordas (figura 3b). A calcita que eventualmente ocorre nos metadolomitos originais é de granulação muito fina e de difícil identificação, não tendo sido analisada.

DISCUSSÃO

A composição isotópica do metadolomito original do Grupo Itaiacoca, não afetado por processos posteriores ao metamorfismo regional, é coerente com a composição de mármores e rochas calcárias e dolomíticas, sendo que o metamorfismo regional de baixo grau não causou necessariamente alteração da composição isotópica original. A talcificação dos metadolomitos se deu preferencialmente em zonas de cisalhamento (Szabó et al., submetido), onde o fluxo canalizado favorece a persistência de desequilíbrios químicos e isotópicos (Baumgartner e Valley, 2001). Optou-se, portanto, pelo cálculo de fracionamento isotópico em um sistema aberto com devolatilização tipo Rayleigh. Os produtos da descarbonatação das rochas carbonáticas têm razões isotópicas menores que a rocha original (figura 1), pois ^{13}C e ^{18}O têm partição preferencial para as fases voláteis (O'Neil et al., 1969; Sheppard e Schwarz, 1970). As curvas calculadas (figura 2) reproduzem a tendência geral de dispersão dos dados analíticos, considerando uma temperatura máxima de cerca de 450°C e com uma baixa pressão parcial de CO₂ no fluido, com razões fluido/rocha estimadas de 0,1 a 5. A existência de calcita em talco xistos com valores de $\delta^{18}\text{O}$ compatíveis com curvas teóricas calculadas para temperaturas da ordem de 100°C sugere o reequilíbrio posterior ao pico de talcificação, podendo ainda refletir a maior facilidade da calcita em reagir com soluções aquosas isotopicamente mais pesadas, enquanto que a dolomita se mantém relativamente mais inerte (Sheppard e Schwarz, 1970). A ampla variação de $\delta^{18}\text{O}$ (14‰) comparada com a de $\delta^{13}\text{C}$ (3‰) sugere que o fluido hidrotermal fosse aquoso, com baixa concentração de carbono (Pili et al., 2002).

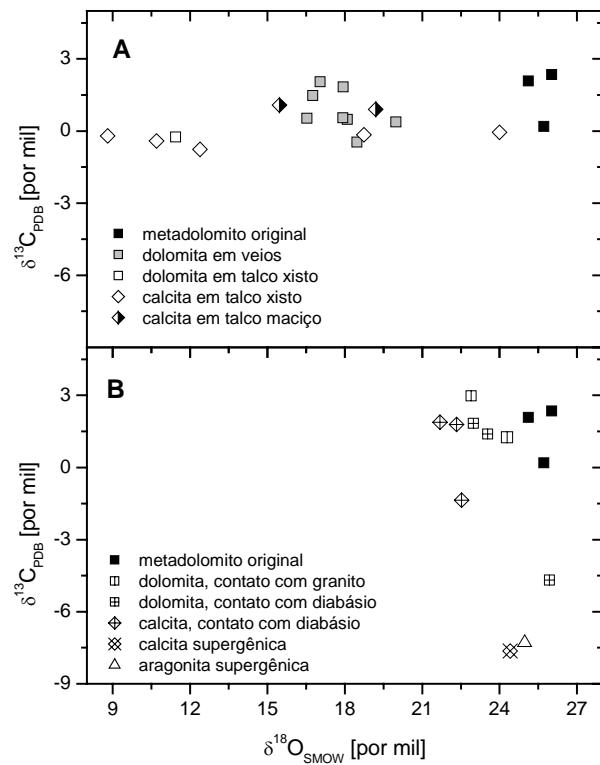


Figura 1 - Dados de isótopos estáveis de carbono e oxigênio de carbonatos do Grupo Itaiacoca.

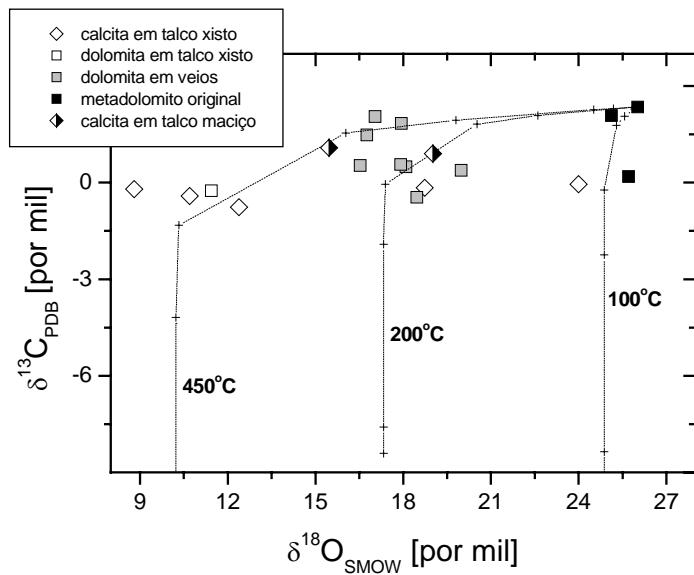


Figura 2 - Dados isotópicos de carbonatos relacionados à talcificação, com curvas calculadas de fracionamento isotópico por interação fluido/rocha.

Os carbonatos de veios e cavidades têm composição isotópica intermediária entre os metadolomitos originais e os carbonatos de talco xistos, que são os mais fracionados isotopicamente. As zonas de maior deformação e percolação de fluidos são afetadas por pulsos superimpostos de fluidos hidrotermais, enquanto que os veios representam eventos unitários de percolação e selamento de fraturas (Pili et al., 2002). A composição isotópica do fluido durante a formação dos veios foi tamponada pelo metadolomito, fazendo com que os carbonatos dos veios tenham composição isotópica mais próxima à da rocha original, enquanto que os carbonatos dos talco xistos são isotopicamente mais similares ao fluido hidrotermal. A calcita associada ao minério de talco maciço fino apresenta composição isotópica semelhante à da calcita de veios, sugerindo que este tipo de minério esteja relacionado à talcificação ocorrida ao longo das zonas de cisalhamento.

As temperaturas calculadas pela fração molar de $MgCO_3$ em calcita (Figura 3a) revelam uma dispersão entre- e intra-grãos, indicando reequilíbrio parcial pós-pico metamórfico. As amostras com resultados mais coerentes, com valores mais homogêneos, são as de talco xistos da zona de cisalhamento, condizente com a formação de talco a partir de dolomita. Também neste caso, a calcita associada ao minério de talco maciço fino apresenta a mesma faixa de variação que a calcita dos talco xistos. Nos demais casos, a dispersão dos valores de X_{MgCO_3} sugere a existência de domínios de exsolução submicroscópicos de dolomita, não detectáveis por microscopia óptica convencional, a serem posteriormente analisados sob microscópio eletrônico de varredura. Um cristal zonado de calcita do talco xisto apresenta dados coerentes com as condições de formação de talco, com redução da temperatura do núcleo para as bordas (Figura 3b).

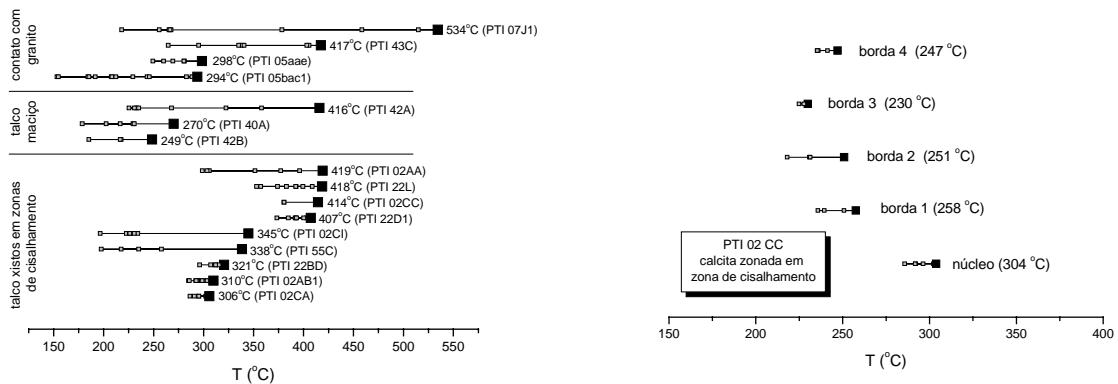


Figura 3 - Estimativas geotermométricas baseadas na fração molar de $MgCO_3$ em calcita, baseada na equação de Puhan (1995).

CONCLUSÕES

Os dados preliminares de isótopos estáveis e de geotermometria de carbonatos sugerem que a talcificação dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca se processou pela percolação de fluidos com baixa fração molar inicial de CO₂, onde o CO₂ liberado pela descarbonatação dos metadolomitos foi diluído no fluido predominantemente aquoso nas zonas de cisalhamento. A temperatura de pico do processo de formação de talco-xistos foi da ordem de 420°C, com reequilíbrio a temperaturas inferiores até cerca de 120°C. A similaridade em termos de dados isotópicos e de estimativas geotermométricas indicam que os dois tipos de minério de talco da região (talc xistos, talco maciço fino) possam ter sido gerados por processos correlatos, com o talco xisto tendo sido formado diretamente nas zonas de cisalhamento, enquanto que o talco maciço fino teria se formado na periferia deste sistema.

No metamorfismo de contato imposto pelo granito, as temperaturas foram mais elevadas e a disponibilidade de CO₂ no fluido foi maior, pois não havia grande volume de fluidos aquosos para a diluição do CO₂. Com isto, as paragêneses evoluíram no sentido da formação de tremolita ao invés de talco, este se formando apenas em quantidades subordinadas por retrometamorfismo. Os dados isotópicos no contexto do metamorfismo termal, tanto no contato com granito como com os diques de diabásio, ainda são insuficientes para o cálculo de temperaturas a partir de fracionamento isotópico.

Referências

- Baumgartner, L.P., Valley, J.W. 2001. Stable isotope transport and contact metamorphic fluid flow. In: J.W. Valley, D.R. Cole (editors) *Stable isotopes geochemistry*. Mineral. Soc. Am., *Reviews in Mineralogy*, **43**:415-467.
- Hecht, L., Freiberger, R.; Gilg, H.A., Grundmann, G., Kostitsyn, Y.A. 1999. Rare earth element and isotope (C,O, Sr) characteristics of hydrothermal carbonates: genetic implications for dolomite-hosted talc mineralization at Göpfersgrün (Fichtelberg, Germany). *Chem. Geol.*, **155**: 115-130.
- Ohmoto, H., Rye, R.O. 1979. Isotopes of sulfur and carbon. in: H.L. Barnes (ed.) *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp. 509-567.
- O'Neil, J.R., Clayton, R.N., Mayeda, T.K. 1969. Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates. *J. Chem. Phys.*, **51**:5547-5558.
- Pili, E., Poitrasson, F., Gratier, J.P. 2002. Carbon-oxygen and trace element constraints on how fluids percolate faulted limestones from the San Andreas Fault system: partitioning of fluid sources and pathways. *Chem. Geol.*, **190**:231-250.
- Puhan, D. 1995. Metamorphic evolution of the assemblage tremolite+talc+calcite+dolomite+quartz within a sample of siliceous dolomite from the Southern Damara Orogen (Namibia). *Contrib. Mineral. Petrol.*, **120**:180-185.
- Sheppard, S.M.F., Schwarcz, H.P. 1970. Fractionation between carbon and oxygen isotopes and magnesium between coexisting metamorphic calcite and dolomite. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **26**:161-198.
- Szabó, G.A.J., Andrade, F.R.D., Guimarães, G.B., Carvalho, F.M.S., Moya, F.A. As jazidas de talco no contexto da história metamórfica dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca, PR. *Rev. Bras. Geol.*, submetido.
- Taylor, H.P., Jr. 1979. Oxygen and hydrogen isotope relationships in hydrothermal mineral deposits. in: H.L. Barnes (ed.) *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp.236-276.