

MÉTODO DE TRAÇOS DE FISSÃO EM APATITA: OBTENÇÃO DA IDADE E HISTÓRIA TÉRMICA DE REGIÕES GEOLÓGICAS.

Cleber José Soares, Ana Maria Osório Araya Balan, Carlos Alberto Tello Sáenz, Airton Natanael Coelho Dias, Maikon Cesar Selmini, Rafael Saucedo Domingues – Física – Departamento de Física, Química e Biologia – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus Presidente Prudente.

Nas últimas duas décadas tem se utilizado o Método do Traço de Fissão, MTF, tanto para datar amostras como para auxiliar em estudos geológicos. Podemos citar três exemplos: 1) datações utilizadas na análise dos processos de soerguimento e evolução do relevo associado à abertura do Oceano Atlântico e a história recente do Litoral Sudeste do Brasil (Tello et al., 2005); 2) no estudo da proveniência de manufaturados pré-históricos (Bigazzi et al., 1992; Osório et al., 1986). 3) como ferramenta na localização de depósitos de minerais. Os minerais em geral, contêm urânio como impureza, em quantidades da ordem de algumas ppm. O U-238, isótopo mais abundante do urânio natural, tem uma certa probabilidade de fissionar espontaneamente, e quando este evento ocorre, produz um desarranjo na estrutura cristalina do mineral devido à grande energia, massa e carga dos fragmentos de fissão (figura 1).

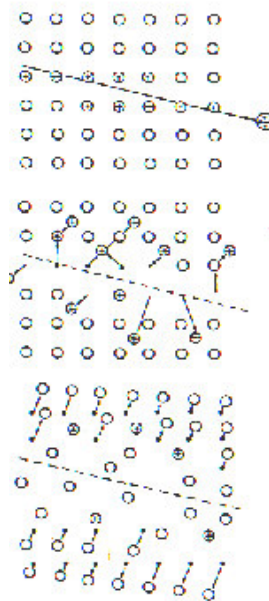


Figura 1 – Passagem de um fragmento de fissão. Este fragmento ioniza átomos vizinhos que dão origem aos denominados traços latentes.

Esta região é denominada de traço latente e fica registrada no mineral durante sua história geológica. Para que se possa obter a idade do mineral, é necessário submeter as amostras a uma irradiação em um reator nuclear, com o intuito de acessar os traços induzidos e evitar a medida direta da quantidade de urânio. Porém, antes de realizar esta tarefa, se faz necessário submeter o mineral a um tratamento térmico conveniente (aproximadamente 450 °C durante 10 horas). Este tratamento térmico nos garante que todos os traços latentes fósseis presentes no mineral sejam apagados. Com a irradiação desta amostra em uma posição com alto grau de termalização, ou seja, onde há preponderantemente nêutrons térmicos, obtém-se fissões induzidas do ^{235}U . Posteriormente, submete-se as amostras a um ataque químico simultâneo (montagens contendo traços fósseis, ρ_s e induzidos, ρ_i), para revelar os traços latentes que se estenderam até a sua superfície do mineral.

Desta forma podem ser observados e analisados ao microscópio óptico. A simultaneidade no ataque químico permite que a eficiência de observação dos traços seja aproximadamente a mesma. A figura 2 ilustra a dinâmica do ataque químico.

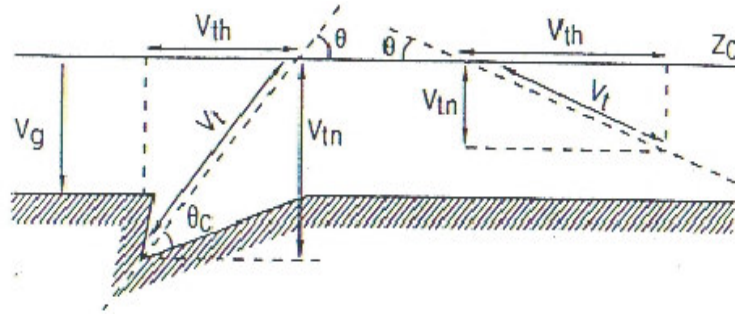


Figura 2- Dinâmica do ataque químico em um traço, onde a componente normal V_{tn} , em função do tempo ataque químico, excede o valor de V_g .

Finalmente pode ser realizada a medida da densidade dos traços fósseis e induzidos, o que permite obter a idade do mineral de acordo com a equação 1.

$$T = \frac{1}{\lambda} \ln \left[1 + \frac{\lambda \sigma_0 \phi_0}{\lambda_f \eta} \left(\frac{\rho_S}{\rho_I} \right) \right] \quad (1)$$

onde:

$\bar{\lambda}$ é a constante de decaimento total do ^{238}U .

σ_0 é a seção de choque do ^{235}U para fissão por nêutrons térmicos.

$\bar{\lambda}_f$ é a constante de decaimento por fissão espontânea do ^{238}U .

ϕ_0 é a fluência de nêutrons térmicos para fissão do ^{235}U

η é a razão isotópica ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$), uma constante na natureza.

A medida de traços confinados, ou seja, traços que se encontram totalmente dentro do mineral e paralelo à superfície de observação, permite obter a história térmica de amostras. Este traço pode ser atacado quimicamente quando ele se encontra embaixo de uma fratura natural ou quando algum outro traço que chega até a superfície o atravessa. Isto é, o reagente chega até o traço confinado através da fratura ou de algum traço que o atravessa. No retângulo da figura 3 está indicado um traço confinado.

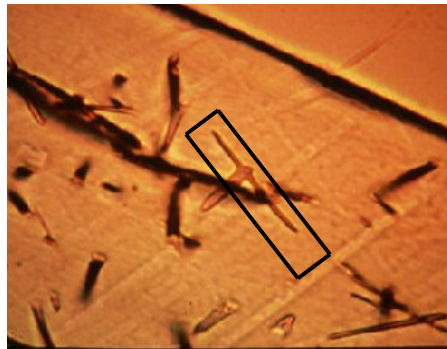


Figura 3- Traços confinados encontrados totalmente dentro do mineral e paralelos à superfície de observação

A história térmica de uma amostra é obtida através da distribuição de traços confinados. Para que seja possível obter a história térmica de uma região, agrupam-se amostras com características geológicas semelhantes (mesmo tipo de rocha, mesma unidade tectônica e idades estatisticamente compatíveis) inferindo que cada uma delas possua a mesma história térmica. Assim, depois de agrupar as amostras se procura uma história térmica comum a todas elas. Isto pode ser feito através de um programa denominado “Método Inverso” onde histórias térmicas obtidas aleatoriamente geram um histograma de comprimentos o qual é comparado com o histograma obtido experimentalmente. As histórias térmicas estatisticamente compatíveis são possíveis histórias térmicas do ponto de vista físico. Desta forma podemos determinar a história térmica comum a um grupo de amostras de tal forma que esta se torna a mais provável e através de dados geológicos pode-se analisar se esta é compatível geologicamente. Neste trabalho fizemos a análise de um grupo de amostras coletadas na Serra do Mar no estado de São Paulo. Este grupo está formado pelas amostras CT-7, CT-8, CT-9 e CT-10. Neste caso, temos que as 4 amostras foram coletadas fora (~ 1Km) de falhas geológicas. Estas amostras pertencem à mesma unidade tectônica. As idades aparentes (sem considerar os efeitos de annealing) e corrigidas destas amostras são estatisticamente compatíveis. Na figura 4, pode ser observada a história térmica deste grupo de amostras. A história térmica começa em ~ 80 Ma a uma temperatura de ~ 100 °C, sofre um esfriamento até ~ 50 °C no intervalo de ~ 80- 60 Ma, logo sofre um aquecimento até ~ 90 °C no intervalo de 60-40 Ma, depois sofre um esfriamento até a temperatura ambiente nos últimos 40 Ma.

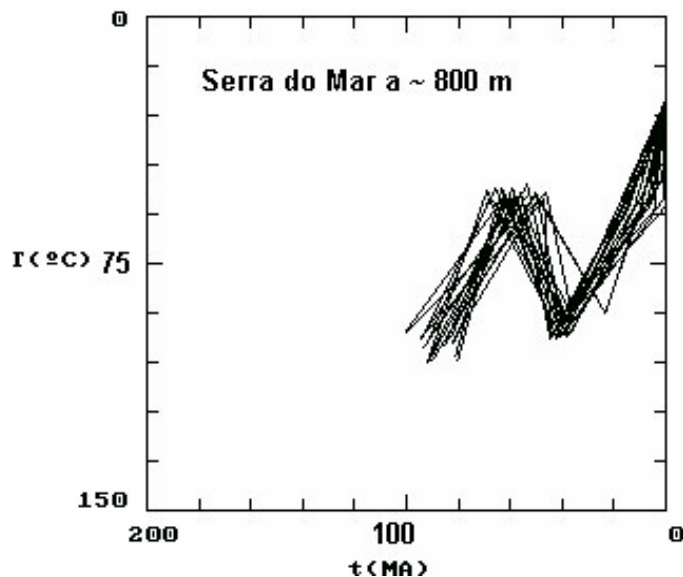


Figura 4- História térmica da Serra do Mar

Referencias

Bigazzi, G.; Osorio, A. M.A.B.; Coltelli M.; Hadler N. J. C.; Oddone, M.; Salazar, E.; Obsidain-bearing lava flows and Pre-Columbian artifacts from the Ecuatorian Andes: first new multidisciplinary data, *Journal of South American Earth Sciences*, v. 6, n. 12, p.21-32, 1992.

Osório, B.A.M; Bigazzi, G.; Arias C.; Bernardes, C.; Bonadonna, F.P; César , M. F.; Hadler, N. J. C.; Identificação da proveniência de manufaturados de obsidianas através da datação com o método dos traços de fissão. *Ciência e Cultura*, v. 38, n. 2, p.285-308, 1986.

Tello S., C.A., J.C. Hadler N., P.J. Iunes., S.R. Paulo and (2005). Annealing studies in apatite trough fission track density and length measurements in basal and randomly oriented faces. Aceito na revista *American Mineralogist*.