

APLICAÇÃO DE ISÓTOPOS NA DETERMINAÇÃO DA IDADE DE PROCESSOS MODIFICADORES DA CROSTA - UMA REVISÃO

Basei, M.A.S. (IG/USP) & Hackspacher, P. C. (IGCE/UNESP, Rio Claro)

A quantificação de fenômenos foi por muito tempo, uma grande dificuldade encontrada pelos pesquisadores ligados as ciências da natureza. Com o desenvolvimento de métodos de quantificação experimentais as ciências da terra e, em particular a geologia, foram altamente beneficiadas por esta evolução através da determinação de variáveis relacionadas aos sistemas rochosos a exemplo da: pressão, temperatura, quimismo, idade, deformação e outros.

A determinação de idades absolutas de eventos geológicos recebeu grande impulso a partir da década de 60 quando, graças ao avanço tecnológico foi possível a utilização de aparelhos mais sofisticados, de grande resolução analítica, possibilitando a obtenção de medidas isotópicas muito precisas. Este fato transformou em realidade, métodos geocronológicos que antes não passavam de promessas futuras.

O termo deformação é aqui aplicado como qualquer modificação das características físico-químicas de um material original, independente de sua escala de atuação. De modo geral, os processos deformacionais que mais interessam aos geólogos são os geradores, ou modificadores, de estruturas de interesse geológico, tais como aqueles ligados a estruturação de uma bacia sedimentar, um complexo metamórfico, faixas dobradas, zonas de cisalhamento, colocação de corpos ígneos, condicionantes de metalotectos, etc....

A determinação temporal das diversas etapas de uma deformação é o caminho para a solução da trajetória evolutiva, tanto global como particular, que o objeto de interesse sofreu ao longo de toda sua história geológica. As diferentes etapas desse processo somente terão suas idades determinadas quanto melhor for a combinação entre o conhecimento geológico do problema em questão e o poder de resolução dos métodos geocronológicos a serem utilizados. É, necessariamente, a simbiose entre os conhecimentos específicos dos estruturalistas e dos geocronólogos que permitirá a abordagem detalhada que o estudo da determinação da idade dos processos deformacionais requer.

As respostas recebidas de cada método são função das características dos elementos constituintes do par isotópico desse método. Fatores vários, tais como, afinidades geoquímicas entre os isótopos radioativo e radiogênico, constantes de decaimento, meia vida, e outros, são os elementos que vão definir as características da aplicabilidade deste, ou daquele método, frente ao problema a ser estudado. Desta forma, quando se pretende estudar processos geológicos desenvolvidos na crosta aplica-se, preferencialmente, os métodos U-Pb, Ar-Ar, e K-Ar, se o interesse é caracterizar-se área fonte de magmas com contribuição ou não do manto, deve-se priorizar os métodos Pb-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr em rocha total. De qualquer forma, seja qual for o estudo efetuado ele será tanto mais completo quanto maior for o número de métodos utilizados pois, suas informações são complementares

Dois fatores principais definem o método radiométrico a ser empregado. O primeiro deles diz respeito ao tipo de resposta geológica que se deseja (idade de resfriamento, de intrusão, diferenciação manto/crosta, etc...). O segundo tem relação com as características do material gerado no processo geológico a ser datado que, na prática, muitas vezes não é o desejado para a aplicação do melhor método a ser utilizado no caso em questão. Por exemplo, quando o que se quer como resposta é a idade da superposição de um evento deformador que ocorreu em condições de baixa temperatura sobre rochas geradas em condições de PT mais altas, deve ser escolhido um dos métodos sensíveis a essas condições, cuja escolha será função do material gerado nesse segundo evento.

A obtenção da idade dos eventos geológicos que ocorreram em condições de média a alta temperatura, sempre mostrou-se mais fácil do que os casos desenvolvidos a baixa pressão e temperatura, isto deve-se ao fato de que as condições de mais alta temperatura favorecem a homogeneização isotópica da rocha como um todo, condição essencial para a aplicação dos métodos que se utilizam, preferencialmente, de fragmentos da rocha total (Rb-Sr, Sm-Nd, Pb-Pb etc...). Altas temperaturas também favorecem a formação de novas paragêneses minerais que podem ser utilizadas na determinação da idade desses eventos (K-Ar, Ar-Ar, U-Pb em zircões, etc...). Por outro lado, em áreas policíclicas, quando se deseja informações sobre a idade do primeiro evento e o segundo processo ocorreu em condições de mais alta temperatura, essa resposta dificilmente é obtida, em função do rejuvenescimento isotópico dos sistemas que tiveram seus relógios isotópicos zerados durante o evento superimposto, com eliminação, total ou parcial, do registro de sua história pretérita.

A determinação da idade de colocação dos corpos ígneos foi uma das aplicações mais antigas dos métodos radiométricos. Nos casos mais simples, quando problemas adicionais tais como, transformações tardi-magmáticas, metamorfismo, alteração hidrotermal ou intempérica são evitados, a maioria dos métodos conhecidos permite uma aproximação bastante boa da idade desse magmatismo. Em condições mais complexas,

a escolha do método vai depender da situação particular. A sistemática U-Pb em zircões, em função da extraordinária capacidade desses minerais em reter a idade de sua cristalização, mesmo nas condições acima referidas, faz desse método uma ótima ferramenta para o estudo das deformações crustais. Por exemplo, a cronologia absoluta das fases de dobramentos superpostas em um cinturão metamórfico, podem ser obtidas pela análise dos zircões presentes nos mobilizados relacionados as diferentes fases. Os erros analíticos das idades obtidas são em geral bastante baixos, dentro da precisão necessária para permitir a cronologia dos eventos polifásicos dentro de uma única orogênese.

As dificuldades em obter-se dados radiométricos com real significado geológico, em regiões de baixo grau de metamorfismo, foram em parte superadas com a adequação da técnica K-Ar a esses casos. Essa sistemática pode ser aplicada, ao estudo da idade dos dois limites de um conjunto de rochas metassedimentares, ou seja, determinar a idade máxima para a sedimentação através da análise de concentrados de minerais detríticos (muscovitas ou sericitas), bem como, caracterizar a idade dos processos diagenéticos ou metamórficos de baixo grau, com o estudo das frações finas ricas em sericita ou argilo minerais formados durante esses processos. Essa técnica tem sido também aplicada, com bastante sucesso, aos estudos de reativações de zonas de falhas ocorridas a baixas temperaturas, em condições rúptil-ductil ou mesmo, essencialmente rúpteis.

Na tabela 1, estão listados os principais métodos radiométricos atualmente em rotina nos laboratórios especializados em geocronologia, bem como, as respostas esperadas desses métodos quando utilizados em minerais ou rochas totais. Trata-se de um quadro resumido que poderá ser completado e ampliado com um maior detalhamento das potencialidades de utilização dessas diferentes sistemáticas. Nessa tabela não está incluída a interpretação geocronológica em rochas vulcânicas pois, nesse casos, a maioria dos métodos é concordante na indicação da idade do vulcanismo.

POTENCIAL INTERPRETATIVO DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS RADIOMÉTRICAS							
Método	Material	Procedimento Interpretativo	R.Sedimentares	Rochas Metamórficas			Rochas Ígneas Plutônicas
				Fácies Xisto Verde Baixo	Fácies Xisto Verde Médio a Anfibolito	Fácies Granulito	
K-Ar	glauconit a	anal. isolada	diagênese				
K-Ar	f. fina (ilita)	anal. isolada	diagênese	anquimetamorfismo			
K-Ar	sericita	anal. isolada	idade área fonte	pico do evento metamórfico			
K-Ar	r.total	anal. isolada					
K-Ar	muscovit a	anal. isolada	idade área fonte	idade da área fonte	resfr. (250°C)	resfr. (250°C)	resfri. (250°C)
k-Ar	biotita	anal. isolada			resfr. (250°C)	resfr. (250°C)	resfr. (250°C)
K-Ar	anfíbolio	anal. isolada			resfr. (500°C)	resfr. (500°C)	resfr. (500°C)
Rb-Sr	fração fina	isócrona	diagênese	pico do evento metamórfico			
Rb-Sr	sericita	anal. isolada	diagênese	pico do evento metamórfico			
Rb-Sr	biotita	anal. isolada			resfr. (250°C)	resfr. (250°C)	idade de resfr. (~K-Ar)
Rb-Sr	muscovit a	anal. isolada	idade área fonte		resfr. (250°C)	resfr. (250°C)	idade de resfr. (~K-Ar)
Rb-Sr	rocha total	isócrona		idade de mistura	idade de metamorfismo	metamorfismo /protólito	idade de colocação do corpo ígneo
U-Pb	zircão	Diagr. Concordia	idade área fonte	idade área fonte	idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	idade de cristalização /colocação
U-Pb	monazita	Diagr. Concordia		idade área fonte	idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	idade de colocação do corpo ígneo
U-Pb	titanita	Diagr. Concordia		idade área fonte			idade de colocação do corpo ígneo
Pb-Pb	zircão	Histogr. (207/206)	idade área fonte	idade área fonte	idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	idade de colocação do corpo ígneo
Pb-Pb	r. total	isócrona	idade área fonte (?)	área fonte / metamorf (?)	idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	colocação / protólito (?)
Sm-Nd	r. total	anal. isolada	idade modelo	idade modelo	idade modelo	idade modelo	idade modelo
Sm-Nd	r. total	isócrona			idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	idade de colocação (?)
Sm-Nd	minerais	isócrona			idade de metamorfismo	idade de metamorfismo	idade de colocação(?)