Tira Teimas

Desde a sua abertura em Maio de 2005 que o **CENTRO CIÊNCIA VIVA DE ESTREMOZ** tem tido uma relação de proximidade com as escolas, que constituem sem dúvida o seu principal grupo de visitantes.
Desde sempre que temos procurado que esta relação não se esgote nas visitas dos grupos escolares ao Centro dinamizando, em estreita colaboração com a **ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA**, actividades/produtos que possam ser úteis para os professores.

Surgem então:

- as acções de formação (em ambiente de sala de aula ou no campo), que são actualmente realizadas de uma forma regular no nosso **Centro de Formação** (https://www.ccvestremoz.com/formacao);
- a orientação de visitas de campo para grupos escolares (www.ccvestremoz.com/actividades-escolares);
- a elaboração de material didáctico sobre diversas temáticas na área das **Ciências da Terra**.

Desde 2014 que algum deste material tem surgido com regularidade sob a forma de Conversas da Terra, um conjunto de textos profusamente ilustrados com desenhos originais que temos vindo a distribuir de uma forma aberta (www.ccvestremoz.com/ccvestremoz-recursos).

Criámos também há alguns anos o **TIRA-TEIMAS**, onde respondemos de uma forma individual a perguntas que nos sejam colocadas (www.ccvestremoz.com/tira-teimas).
Pela frequência com que alguns professores têm recorrido a este serviço e pelos temas abordados percebemos que, apesar das respostas do TIRA-TEIMAS não terem a forma elaborada e mais completa dos textos das Conversas da Terra, seria útil difundir algumas junto da comunidade escolar, evidentemente omitindo a identidade de quem nos colocou a questão.

Centro Ciência Viva de Estremoz

Centro Ciência Viva Estremoz
UNIVERSIDADE DE ÉVORA ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
LIRIO Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais Pólo de Estremoz-Universidade de Évora
ICT Instituto de Ciências da Terra
CIÊNCIA VIVA
ZOM-3D Modelos Metalogénicos 3D da Zona de Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo
cofinanciado por: ALENTEJO 2020 PORTUGAL 2020 UNIÃO EUROPEIA FEDER

Tira-Teimas 1.1
Datação radioactiva

PERGUNTA

Como explicar que o isótopo radioativo Rubídio-87 (que se desintegra no isótopo estável Estrôncio-87) com um período de semi-vida tão longo (cerca de 49 000 milhões de anos) seja usado na datação absoluta das rochas da Terra, quando esta tem apenas cerca de 4 570 milhões de anos e as rochas mais antigas estão longe deste valor?

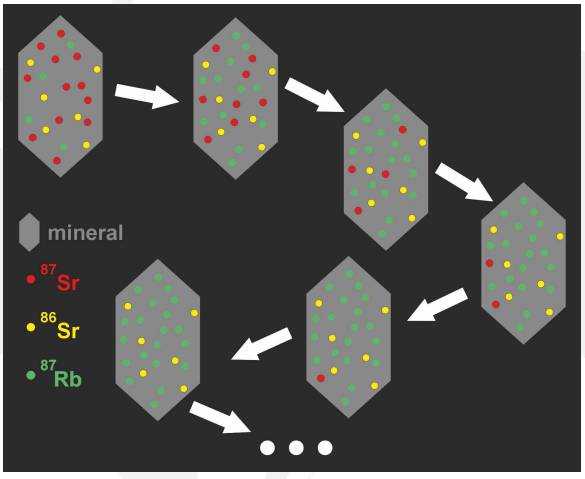
RESPOSTA

Diversos aspectos devem ser colocados em relação à questão colocada.

1.º- O principal tem a ver com a precisão e a capacidade dos métodos analíticos detectarem quantidades muito pequenas dos isótopos em causa… capacidade essa que é mesmo bastante grande…. mas mesmo muito grande Só para se ter uma ideia dos prodígios tecnológicos podemos citar o exemplo da célebre anomalia de irídio ligada ao impacto meteorítico do final do Cretácico, que é da ordem dos 7 ppb (partes por milhar de milhão). Detectar uma anomalia desta ordem de grandeza é o mesmo que individualizar 60 habitantes da Terra na totalidade da população do nosso planeta.
Por isso, quando se utiliza o sistema Rubídio-87/Estrôncio87 o que é importante é a capacidade de detectar variações percentuais muito pequenas das quantidades destes isótopos pois, como é evidente (e a própria pergunta chama a atenção para este facto) com um período de semi-vida tão longo as variações são necessariamente muito pequenas.

2.º- Evidentemente que até poderia ser melhor utilizar outros pares isotópicos com períodos de semi-vida da ordem das centenas ou dezenas de milhões de anos pois assim a variação seria maior e a precisão das medições poderia ser melhor. No entanto, nos materiais rochosos estudados nem sempre estes pares isotópicos abundam e, muito dos pares isotópicos que conhecemos da geocronologia isotópica têm períodos de semi-vida muito grandes... Sem pretender ser muito exaustivo o período de semi-vida do samário-147/neodímio-143 é de cerca de 106 000 Ma, o Urânio-238/-Chumbo-206 de 4 500 Ma e o Potássio--40/Árgon-40 de 1 250 Ma.

3.º- A utilização de um par isotópico depende evidentemente dos isótopos em causa existirem nos minerais que nos interessam datar e, no caso do Rubídio-87/Estrôncio-87 ele é muito frequente na moscovite, na biotite e no feldspato potássico, razão porque é muito utilizado na datação de rochas ígneas e metamórficas.



Representação muito esquemática de decaimento radioativo rúbidio-estrôncio num sistema fechado

Centro Ciência Viva Estremoz
UNIVERSIDADE DE ÉVORA ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
LIRIO Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais Pólo de Estremoz-Universidade de Évora
ICT Instituto de Ciências da Terra
CIÊNCIA VIVA
ZOM-3D Modelos Metalogénicos 3D da Zona de Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo
cofinanciado por: ALENTEJO 2020 PORTUGAL 2020 UNIÃO EUROPEIA FEDER

Tira-Teimas 1.2
Datação radioactiva

4.º- Finalmente, e numa perspectiva mais geral, se estivermos a pensar em isótopos radioctivos com períodos de semi-vida muito curtos (da ordem dos milhões - dezenas de milhões de anos ou menos) eles já terão desaparecido da Terra (a não ser que exista uma fonte que gere de novo os isótopos-pai) pois decaíram completamente para os isótopos filhos estáveis. Por exemplo, o Césio-137 tem período de semi-vida de apenas 37 anos, razão pela qual já não existia no nosso planeta. No entanto, quer os ensaios nucleares na atmosfera (muito frequente em meados do século XX), quer os desastres nucleares de Chernobil (1986) e Fukushima (2011) geraram de novo grandes quantidades deste isótopo instável. Também podemos utilizar o Carbono-14 para datações (essencialmente de materiais arqueológicos), pois apesar de ter um período de semi-vida de apenas 5730 anos (decaindo para Azoto-14), ele é continuamente gerado na alta atmosfera devido à interacção dos átomos de azoto com a radiação solar.

PERGUNTA (surgida no seguimento da resposta anterior)

"**M**uito obrigada pelos esclarecimentos, mas estes suscitaram outra questão:
no ponto 3.º da vossa resposta fazem referencia à datação absoluta de rochas metamórficas, quando nos livros do secundário se assume que uma das limitações da datação absoluta está no facto de não se aplicar às rochas metamórficas (nem sedimentares) por estas se formarem a partir de outras pré-existentes?"

RESPOSTA

Os processos de datação isotópica trabalham quantificando pares de isótopos (pais e filhos) "fechados" nas malhas cristalinas de alguns minerais. Por isso, o que estes métodos datam são minerais e não rochas.

Depois de se obter uma idade é preciso interpretar o seu significado e, esta interpretação nem sempre é fácil ou objecto de uma única interpretação. O problema é normalmente bastante complexo, estando frequentemente associado a grandes controvérsias entre os geólogos sobe o significado dos valores obtidos. Por isso, ao contrário do que o nome "absoluta" com que frequentemente a geocronologia isotópica surge, o "absoluto" é... pouco absoluto... Sem pretender fazer uma análise detalhada destes processos de datação aplicados aos vários tipos de rocha, seguem algumas ideias:

1. Nas ROCHAS SEDIMENTARES normalmente este método não é muito utilizado pois, na generalidade destas rochas (particularmente nas detríticas), os minerais são herdados de outras rochas pré-existentes e, por isso as idades que se iriam obter dariam a idade do

Centro Ciência Viva Estremoz · Universidade de Évora Escola de Ciências e Tecnologia · LIRIO Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais Pólo de Estremoz-Universidade de Évora · ICT Instituto de Ciências da Terra · Ciência Viva
ZOM-3D Modelos Metalogénicos 3D da Zona de Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo
cofinanciado por: Alentejo 2020 · Portugal 2020 · União Europeia FEDER

processo de formação dessas rochas originais e não do processo sedimentar que formou a rocha sedimentar que se está a estudar. Convém salientar que, como já foi referido, um dos princípios básicos da geocronologia isotópica é que os isótopos pai ficaram "presos" nas malhas cristalinas durante o processo de formação do mineral, não tendo tido possibilidades de entrar ou sair dessa malha o mesmo acontecendo aos isótopos filhos que se geram. Se isso acontecer, as razões isotópicas alteram-se e as idades que se obtêm são muito diferentes das da formação do mineral; nestas situações ocorreu o chamado "*resetting*" e o processo é reiniciado (semelhante ao que acontece no "*resetting*" dos computadores). Ora as temperaturas associadas aos processos sedimentares são muito baixas (tipicamente inferiores 100º ou 120ºC) e por isso não estamos normalmente a formar malhas cristalinas durante a formação das rochas sedimentares detríticas, e as que se formam quando se geram minerais sedimentares (*e.g.* calcite, dolomite, gessos e afins) são muito fáceis de serem alteradas pelos processos de meteorização, o que inviabiliza a geocronologia isotópica clássica que temos vindo a referir.
Como os métodos isotópicos se têm vindo a tornar mais fáceis de implementar e, por isso, baratos, têm surgido nos últimos anos imensos trabalhos de datação isotópicas em rochas sedimentares detríticas, em especial datando um mineral que é o zircão que é extremamente resistente e por isso muito frequente neste tipo de rocha. No entanto, estes estudos datam cerca de 100 zircões para cada amostra. Olhando para a distribuição de idades obtidas, consegue-se por vezes, a partir do estudo da distribuição das populações de idades, tirar algumas ideias sobre as possíveis fontes de origem dos minerais que formaram a rocha sedimentar. Embora estes estudos tenham alguma utilidade do ponto de vista paleogeográfico, do ponto de vista das idades, a única coisa que nos dizem é qual a idade máxima que a rocha pode ter pois, por exemplo, se foi encontrado um zircão com 600 milhões de anos a rocha não pode ser mais antiga do que essa idade. No entanto, é preciso ter presente que os zircões só se formam em condições de temperatura bastante elevadas e por isso a idade obtida data essencialmente o último evento geológico com temperaturas suficientemente altas que geraram os minerais incluídos na rocha sedimentar e por isso a idade dessa rocha pode ser muito mais recente.

2. Nas ROCHAS MAGMÁTICAS a interpretação dos resultados obtidos pela datação isotópica é normalmente mais simples pois sendo um processo que implica a existência de um magma, a sua cristalização origina as malhas cristalinas que normalmente são eficientes a "aprisionar" os isótopos, permitindo quantificar as razões isotópicas e, deste modo, estimar a idade de formação do mineral. No entanto, também aqui são precisos alguns cuidados na interpretação dos valores obtidos. Um dos primeiros problemas resulta de um magma conter quase sempre material sólido (*i.e.* cristais ou rochas), que não fundiram e se os métodos de datação utilizarem estas estruturas cristalinas obtêm-se idades mais antigas. Apenas a título de exemplo, quando se utilizam zircões para datar granitos carbónicos portugueses é frequente obter muitos zircões do Ordovícico, do Proterozoico ou até do Arcaico; com efeito,

a temperatura de fusão do zircão é muito superior à dos magmas (em especial se ele é granítico), pelo que o processo magmático pode não ter sido suficiente para o fundir. Por isso, nestes trabalhos é muito importante estudar com cuidado a forma dos grãos que se estão a utilizar, em especial garantindo que eles são euédricos a subeuédricos não apresentando evidências de terem sido sujeitos a processos erosivas / corrosivos, indicadores de que os cristais tiveram uma história anterior. No entanto, quando os estudos são feitos com cuidado, é normalmente possível obter idades fiáveis das rochas magmáticas.

3. A terminar vai então a resposta à pergunta que nos fez mais recentemente… A datação das ROCHAS METAMÓRFICAS. Mais uma vez a questão está em saber o que se está a datar.
As rochas metamórficas resultam de transformações mineralógicas no estado sólido de rochas anteriores. Estas transformações implicam a recristalização dos minerais e por isso a destruição das redes cristalinas pré-existentes e a formação de novas redes cristalinas. Por isso, se os processos de datação isotópica incidirem sobre os MINERAIS FORMADOS DURANTE O PROCESSO METAMÓRFICO é possível datar os eventos metamórficos que deram origem às rochas metamórficas.
Para que isso seja possível, são precisos estudos microscópicos cuidadosos (pois os processos metamórficos são complexos e normalmente polifásicos) para saber quais os minerais que se formaram nos processos metamórficos; são estes minerais que permitem datar a rocha.

Por exemplo, a formação da Cadeia Varisca que afectou a generalidade das rochas paleozoicas ibéricas, resultou da actuação de 3 eventos metamórficos principais e, por isso, quando se fazem as datações destas rochas é preciso saber que evento metamórfico se está a datar…