

PAPEL DA ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS NA GEOQUÍMICA ANALÍTICA

Jacinta Enzweiler

Instituto de Geociências (IG) Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Rua Carlos Gomes, 250 CEP 13083-855 Campinas – SP
jacintae@unicamp.br

RESUMO

A análise por ativação com nêutrons (INAA) é uma das técnicas analíticas instrumentais que mais contribuiu para o desenvolvimento da geoquímica analítica. Esta técnica analítica multielementar de elevada sensibilidade é particularmente atraente para determinar as frações mássicas de um conjunto expressivo de elementos, especialmente de traços, de amostras geológicas pulverizadas. A única preparação requerida é a pulverização dos materiais de interesse, sem a necessidade de empregar procedimentos de dissolução de amostras complexos, demorados e com possibilidade da digestão ser incompleta. A colaboração de pesquisa entre o IPEN e o IG/Unicamp, iniciada em 1986, foi propiciada pela possibilidade de empregar o reator IEA-R1 como um dos componentes essenciais para realizar análises por INA. A colaboração entre as instituições se intensificou com a aquisição de um sistema completo de detecção de radiação gama que foi

instalado no IPEN. Desenvolvimentos posteriores e a disseminação de outras técnicas analíticas diminuiriam drasticamente o uso da INAA em geoquímica analítica, mas algumas das características da técnica permanecem únicas. Uma das mais relevantes é o seu princípio físico de medição que por ser distinto do de outras técnicas comumente empregadas, permite a comparabilidade de resultados e a verificação da presença de tendência associada a determinada técnica. Desta forma, a INAA deveria continuar a ser empregada em nichos importantes da metrologia aplicada à geoquímica, dentre eles a caracterização de materiais de referência.

1. INTRODUÇÃO

A geoquímica analítica trata determinação da composição elementar e isotópica de amostras de materiais geológicos. Esta subárea do conhecimento desenvolveu-se rapidamente a partir da introdução das técnicas analíticas instrumentais. A Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental (INAA), foi uma das técnicas analíticas que desempenharam um papel relevante para o desenvolvimento da geoquímica analítica na segunda metade do XX. Este sucesso se deveu às características da INAA, dentre as quais se pode destacar a ausência de preparações demoradas, complexas e frequentemente incompletas das amostras, a capacidade analítica multielementar e limites de quantificação adequados para determinar muitos elementos traço. Estas razões motivaram a aceitação e a popularização da INAA tanto em laboratórios de pesquisa como nos comerciais na área de geologia. Para as matrizes de interesse mais comuns nesta área, com a INAA é possível determinar as frações mássicas de dezenas de analitos, dentre eles, elementos terras raras (ETR), do grupo da platina (EGP), Hf, Ta, Th e Au.

2. ALGUMAS PESQUISAS REALIZADAS

A INAA realizada no IPEN após a irradiação de amostras no reator IEA-R1 foi a base para um longo período de colaboração entre o Instituto de Geociências da Unicamp e pesquisadores do atual Laboratório de Análise por Ativação com Nêutrons do Centro do Reator de Pesquisas do IPEN. O início desta colaboração ocorreu com um estágio realizado naquele laboratório em 1986, durante o qual esta autora teve a oportunidade de aprender os fundamentos da INAA e da aplicação desta na geoquímica analítica, especialmente para a determinação de frações mássicas de elementos terras raras e outros traços em amostras de rochas. Como resultado desse estágio, houve uma publicação científica [1].

Durante a década seguinte, a colaboração se intensificou pela participação da Dra. Ana Maria Figueiredo (IPEN) num projeto do Instituto de Geociências/Unicamp, financiado pelo do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) pelo qual foi adquirido um detector de Ge hiperpuro, analisador multicanal e acessórios. Este sistema foi agregado à infraestrutura analítica do Laboratório do IPEN em 1995, e mediante convênio entre as duas instituições (IPEN e Unicamp), foi utilizado durante doze anos para a determinação de elemento-traço, principalmente os ETR, para pesquisas do IG/Unicamp e também a determinação de EGP em projeto de pesquisa em financiado pela Fapesp [2,3]. Os principais resultados da colaboração entre as instituições foram o atendimento de parte das necessidades analíticas de vários projetos de pesquisa, que por sua vez auxiliaram na formação de estudantes de pós-graduação, na produção de dissertações, teses e publicações em anais de eventos e periódicos. Durante aquele período mais de um grupo de pós-graduandos do IG/Unicamp tiveram a oportunidade de visitar o IEA-R1 e conhecer a infraestrutura associada, e aprender com palestras dos pesquisadores do IPEN os fundamentos da INAA.

O encerramento oficial das atividades do convênio de colaboração ocorreu em 2001. Nesta época o IG buscava implementar novos laboratórios, com instrumentos de espectrometria de massas para atender novas demandas analíticas.

Nas duas últimas décadas houve uma retração significativa no uso da INAA em geoquímica analítica como um todo, conforme demonstram dados da participação no Teste de Proficiência *GeoPT* organizado pela International Association of Geoanalysts (IAG). Um exemplo é o *GeoPT 45*, realizado no primeiro semestre de 2019, no qual somente um laboratório, dentre os aproximadamente cem laboratórios internacionais participantes, submeteu resultados de INAA, para 42 elementos. Por sua vez, um laboratório canadense de serviço (Activation Laboratories), que iniciou suas atividades em 1978 ainda oferece análises de INAA, para algumas aplicações específicas.

A permanência da INAA como ferramenta analítica disponível, inclusive no Brasil, é extremamente desejável pelas características únicas da técnica, especialmente a possibilidade de realizar medições baseadas num princípio analítico distinto dos demais majoritariamente em uso. Esta é uma recomendação em certas áreas da metrologia, como a produção de materiais de referência certificados, cuja caracterização elementar dos materiais candidatos idealmente é realizada com base em mais de um princípio de medição. Adicionalmente a INAA pode ser considerada um método primário de medição.

3. CONCLUSÕES

As décadas de colaboração entre pesquisadores da Supervisão de Radioquímica do IPEN e do Instituto de Geociências da Unicamp ocorreram porque o reator IEA-R1 propiciou a realização de análises por INAA de amostras geológicas. Os resultados destes estudos estão distribuídos em publicações diversas que registram a geração de conhecimento e a formação de recursos humanos qualificados para a ciência brasileira.

REFERÊNCIAS

1. SANTOSH, M.; IYER, S. S.; VASCONCELLOS, M. B. A.; ENZWEILER, J. Late precambrian alkaline plutons in southwest India: geochronologic and rare earth element constraints on pan-african magmatism. *Lithos*, v. 24, p. 65-79, 1989.
2. JORGE, J. A. S.; ENZWEILER, J.; FIGUEIREDO, A. M. G. Determinação de elementos de grupo da platina e ouro por ativação com nêutrons após fire assay com sulfeto de níquel. *Geochimica Brasiliensis*, v. 13, p. 41-49, 1999.
3. FIGUEIREDO, A. M. G.; ENZWEILER, J.; SARKIS, J. E. S.; JORGE, A. P. S.; SHIBUYA, E. K. NAA and UV laser ablation ICP-MS for platinum group elements and gold determination in NiS fire assay buttons: a comparison between two methods. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 244, n. 3, p. 623-625, 2000.