

# Caracterização geoquímica de águas minerais por análise por ativação neutrônica instrumental

Jonathan Pereira de Oliveira e Paulo Sergio Cardoso da Silva

Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares- IPEN

## INTRODUÇÃO

A análise da composição multielementar por ativação neutrônica (INAA) tem sido amplamente utilizada para determinações em diversas matrizes e é uma técnica sensível e confiável para determinações em níveis ambientais [1]. Ao lixiviar solos e rochas a água pode ser enriquecida em elementos químicos provenientes da dissolução de seus minerais, que pode ocorrer por processos de intemperismo e escoamento superficial. O conjunto de todos os elementos que a compõe permite estabelecer padrões de qualidade, classificando-a assim de acordo com seus limites estudados e seus diferentes usos. As águas são definidas como bens minerais, podendo as fontes ser de origem natural ou artificial, que possuem composição química e propriedades físico-químicas distintas. Municípios como de Águas de Lindóia e Lindóia, são grandes produtores de água mineral no Estado de São Paulo. Algumas de suas fontes são exploradas por empresas de mineração e outras para uso público em seus balneários.

## OBJETIVO

O objetivo principal do presente estudo é o de realizar uma avaliação metodológica para determinação de elementos traço em amostras de água por INAA e sua aplicação ao estudo da composição química de águas minerais de diversas procedências.

## METODOLOGIA

A seguinte metodologia foi aplicada á padrões preparados pipetando-se soluções de concentração certificada em 1 L de água Milli

Q, a amostras em branco e a amostras provenientes de fontes minerais de Águas de Lindóia.

Inicialmente foram medidos o pH e sólidos totais das amostras. Em seguida estas foram acidificadas com 1 mL de HNO<sub>3</sub>. Após a acidificação, foram retirados e pesados 100 mL que foram colocados em uma chapa aquecedora até a secura. O resíduo foi resuspendido com HNO<sub>3</sub> 1%. A solução resultante foi totalmente transferida para papel de filtro com auxílio de micropipeta. O papel de filtro foi seco sob uma lâmpada infravermelha. Após a secagem as amostras foram embaladas em plástico polietileno e irradiadas no reator IEA-R1 com fluxo de  $10^{12}$  n cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e contadas por espectrometria gama. Como padrões foram utilizados soluções sintéticas, preparadas a partir de soluções padrão (SPEX CERTIPREP). Este procedimento foi também realizado utilizando-se capsulas de comprimidos nas quais a amostra foi pipetada e evaporada.

## RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para os testes com os padrões pipetados em água Milli Q, descontados o branco. No procedimento em que foi utilizado o papel de filtro, as amostras foram evaporadas à temperatura próxima a 100 °C e verificou-se que alguns elementos como As, Br e Se apresentaram uma concentração menor que a esperada (Tabela 1). No método empregando-se as capsulas de comprimidos as amostras foram evaporadas à temperatura entre 50 e 60 °C e verificou-se uma boa concordância entre os resultados obtidos e os

resultados esperados para a maioria dos elementos.

Tabela 1: Resultados dos teste para avaliar a viabilidade dos métodos de concentração média ( $\mu\text{g/L}$ ) dos elementos em água utilizando-se papel de filtro e cápsula de comprimido e para alguns resultado são dados em %(massa do elemento/massa de água). Desvio padrão (DP) e concentrações esperadas (C) em  $\mu\text{g/L}$ .

Elementos	Média Cápsula				
	Média Papel (n=3)	DP	(n=3)	DP	C
As	9,74	0,31	77	1	50
Br	6,8	0,2	13,7	0,1	50
Ce	37,4	0,2	49,5	0,9	20
Co	9,04	0,09	4,63	0,03	2,5
Cr	24,5	0,4	46,2	0,7	20
Cs	4,86	0,06	4,50	0,09	2,5
Eu	2,09	0,01	1,92	0,03	1
Fe(%)	0,031	0,001	0,206	0,001	0,1
Hf	2,94	0,02	6,26	0,04	5
K(%)	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
La	36,7	0,1	45,4	0,7	25
Lu	2,004	0,007	1,87	0,04	1
Na(%)	0,157	0,001	0,248	0,003	0,1
Nd	110	6	169	14	100
Rb	100	2	93	2	50
Sb	5,2	0,5	24	1	20
Sc	51	3	1,875	0,007	1
Se	7,2	0,5	33,0	16,4	50
Sm	9,03	0,02	10,9	0,2	5

Tb	19,22	0,06	25	3	10
Th	6,07	0,05	8,4	0,3	5
U	29	2	42	1	20
Yb	15,20	0,04	19,9	0,8	10
Zn	154	2	218	4	100
Zr	807	9	3048	43	2000

## CONCLUSÕES

Através dos dados preliminares obtidos, o uso da técnica de INAA mostrou-se eficiente para análise multielementar em amostras de água. Porém, devido às baixas concentrações esperadas os resultados apresentaram um erro padrão relativo da ordem de 10 a 50% para a maioria dos elementos. Na comparação entre o uso de papel ou cápsula, esta última apresentou melhores resultados com variações menores que uma ordem de grandeza, porém o papel de filtro apresenta uma área superficial maior favorecendo a secagem e proporcionando rapidez ao método. Para amostras contendo grande quantidade de sólidos dissolvidos o uso da capsula é mais indicado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Pinte, G.; Veado, M. A. R.; Oliveira A. H.; Khalis, M.; Ayrault, S.; Revel, G.;

Comparison of Neutron Activation Analysis and ICP-MS used for river water pollution control, *Hydrobiologia* 373/374: 61–73, 1998.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBIC 800924/2014-2.