



# Livro Resumo 2025

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**XXXI Seminário Anual PIBIC**  
**XXII Seminário Anual PROBIC**  
**XV Seminário Anual PIBITI**



**26 e 27 de novembro de 2025**



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



# Determinação de $^{226}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Th}$ e $^{210}\text{Pb}$ em Águas Subterrâneas de Goiânia

Nicolly Santana de Oliveira<sup>1</sup>, Paulo Sergio Cardoso da Silva<sup>1</sup>  
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

## INTRODUÇÃO

O  $^{238}\text{U}$  representa 99,27% do urânio natural que é encontrado em toda a crosta terrestre na forma de minérios de urânio e em quantidades traço em todos os tipos de rochas e minerais. Já o tório natural é composto por 100% de  $^{232}\text{Th}$ . Os radionuclídeos das séries naturais do  $^{238}\text{U}$  e do  $^{232}\text{Th}$  estão presentes nos solos, rochas e sedimentos e conseqüentemente, dissolvem-se nas águas subterrâneas. Desta forma, a disponibilidade dos recursos hídricos para determinados tipos de uso depende fundamentalmente de sua qualidade físico-química, biológica e radiológica [1]. Vários estudos sobre os níveis de radionuclídeos naturais em água têm mostrado valores elevados da concentração desses elementos [2] dependendo da fonte. Recentemente, a Diretiva Europeia 51/2013 [3] introduziu para os estados membros a obrigação de controlar a radioatividade da água potável. O Brasil segue a determinação da Organização Mundial de Saúde [4] que estabelece um valor máximo de 0,5 Bq L<sup>-1</sup> e de 1 Bq L<sup>-1</sup> para atividade alfa e atividade beta totais, respectivamente. As atividades alfa e beta totais são geralmente determinadas por contagem em detectores proporcionais de fluxo gasoso ou em cintiladores em meio líquido por sua rapidez e simplicidade. Esses métodos, no entanto, não discriminam os radionuclídeos emissores que podem estar presentes.

## OBJETIVO

Desenvolver um método rápido para de para caracterização  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$  e  $^{210}\text{Pb}$  em 52 amostras de água subterrânea de diferentes regiões - RMG (Região Metropolitana de Goiânia) e CITYGO (Capital de Goiânia) por espectrometria gama.

## METODOLOGIA

- A metodologia baseia-se na formação de precipitado de sulfato;
- Foram coletados 51 amostras de 2L que foram reduzidos para 250mL com objetivo de concentrar os radionuclídeos;
- Adiciona-se carregador de  $\text{Pb}^{2+}$ , carregador de  $\text{Ba}^{2+}$ , ácido cítrico, solução traçadora de  $^{133}\text{Ba}$  e vermelho de metila;
- Aquecimento e agitação e ajuste de pH com hidróxido de amônio concentrado ( $\text{NH}_4\text{OH}$ );
- Precipitação com ácido sulfúrico 3 mol L<sup>-1</sup> ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ );
- Repouso por 24 horas, filtração a vácuo;
- Medida do filtro por espectrofotometria gama e analisa-se os fotópicos: 46keV para  $^{210}\text{Pb}$ , 186 keV para  $^{226}\text{Ra}$ ; 338 keV, 911keV e 968keV para  $^{228}\text{Ra}$ ; 238 keV para  $^{228}\text{Th}$  para posteriormente calcular a atividade dos elementos de interesse.

## RESULTADOS

TABELA 1: Média dos resultados de  $^{226}\text{Ra}$  nas amostras de água

Nomes	Resultados em Bq/L
CITY - GO	0,173 ± 0,026
RMG	0,066 ± 0,001

TABELA 2: Média dos resultados de  $^{210}\text{Pb}$  nas amostras de água

Amostras	Resultados em Bq/L
CITY - GO	0,052 ± 0,012
RMG	0,004 ± 0,002

TABELA 3: Média dos resultados de <sup>228</sup>Th nas amostras de água

Amostras	Resultados em Bq/L
CITY - GO	0,047 ± 0,006
RMG	0,027 ± 0,003

[4] WHO, World Health Organization (2011). Guidelines for Drinking Water Quality, fourth ed. WHO Press, Geneva.

**APOIO FINANCEIRO AO PROJETO  
CNPq - CNEN**

TABELA 4: Média dos resultados de <sup>228</sup>Ra nas amostras de água (média dos três fotópicos)

Amostras	Resultados em Bq/L
CITY - GO	0,061 ± 0,013
RMG	0,031 ± 0,006

Autoria das tabelas: Própria

## CONCLUSÕES

As concentrações dos radionuclídeos foram maiores nas amostras denominadas CITY-GO - extraídas da capital de Goiânia em comparação com as amostras da Região Metropolitana de Goiânia. Entretanto, as atividades radioativas estão abaixo dos limites estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), mas ainda há necessidade de monitoramento contínuo na capital devido ao histórico de acidentes envolvendo radioatividade.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] C. Cantaluppi, D. Zannoni, A. Cianchi, W. Giacetti, B. Lovisetto, E. Pagnin, T. Favero, Methods for Radioactivity measurements in drinking water using gamma spectrometry, Journal of Environmental Radioactivity, Volume 232, 2021, 106566.

[2] Na, L.B., Nguyen, V.T., Huynh, N.P.T. et al. Activity Concentrations of Natural Radionuclides in Soil

and Water Around Some Quarries and Potential Human Health Effects. Water Air Soil Pollut 234, 122 (2023)

[3] Diretiva 2013/51/Euratom do Conselho, de 22 de outubro de 2013, que estabelece requisitos para a proteção da saúde do público em geral no que diz respeito às substâncias radioativas presentes na água destinada ao consumo humano. Publicada no Jornal Oficial, Série L, nº 296, de 7 de novembro de 2013. (OJ L 296 07.11.2013, p. 12, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/51/oj>)