

# AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO IPEN-CNEN/SP POR MEIO DE ANÁLISE ALFA E BETA TOTAL

Ana Cláudia Peres

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Caixa Postal 11049  
05422-970, São Paulo, Brasil

## RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados das análises da concentração alfa e beta total, determinadas rotineiramente nas águas subterrâneas do IPEN-CNEN/SP, nos últimos dois anos (1998-1999). Os resultados obtidos apresentam concentrações variando de 0,004 a 0,396 Bq.L<sup>-1</sup> para alfa total e de 0,118 a 1,339 Bq.L<sup>-1</sup> para beta total. Tais valores estão dentro do esperado para águas subterrâneas, o que se justifica devido ao longo tempo necessário para a migração dos radionuclídeos no solo.

**Palavras-chave:** água subterrânea, alfa total, beta total.

## I. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades do Departamento de Radioproteção Ambiental do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – CNEN/SP encontra-se a realização do Programa de Monitoração Ambiental, que visa a determinação e controle dos níveis de radioatividade no meio ambiente e avaliação do impacto radiológico ambiental na região sob sua influência[1].

Rotineiramente são realizadas monitorações de ar, medida da radiação direta por meio de dosímetros termoluminescentes e análise das águas pluviais e subterrâneas, realizadas por meio de medidas de espectrometria gama e de radioatividade alfa e beta total.

O presente trabalho apresenta os resultados das análises da concentração alfa e beta total, determinadas nos seis pontos de amostragem de lençol freático, localizados na área do IPEN-CNEN/SP, nos últimos dois anos (1998-1999). Os pontos amostrados são identificados como:

AP01 – Portaria Geral (Setor Esportivo)

AP02 – Sítio de Rejeitos

AP03 – Atrás do Prédio do Reprocessamento

AP04 – Atrás do Prédio do Reprocessamento

AP05 – Perimetral

AP06 – Atrás do Sítio de Rejeitos

A localização dos pontos de amostragem é apresentada na figura 1.

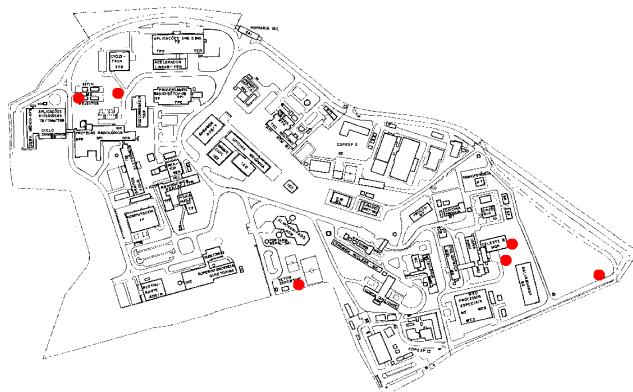


Figure 1. Localização dos pontos de amostragem de lençol freático na área do IPEN.

## II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Bimestralmente são coletados 10 litros de água em cada um dos seis pontos de amostragem de água subterrânea localizados na área do IPEN-CNEN/SP. No momento da coleta estas amostras são aciduladas para um pH < 2,0, a fim de se evitar perdas por adsorção nas paredes do recipiente de coleta, e posteriormente concentradas para um volume final de 1 litro. Separam-se 850 mL para a medida de espectrometria gama e 150 mL para a análise da concentração alfa e beta total.

Da fração reservada para a análise alfa e beta total é retirada uma alíquota de 8 mL a qual é evaporada sob lâmpada de infravermelho em uma plaqueta de aço

inoxidável de 28,3 cm de área[2]. A fim de se evitar uma auto-absorção, deve-se observar que a massa de resíduo na plaqueta não ultrapasse 5 mg.cm<sup>2</sup> para a medida alfa total e 10 mg.cm<sup>2</sup> para beta total[3]. A análise é realizada em triplicata.

A seguir a amostra é medida em detector proporcional de fluxo gasoso da marca Berthold, modelo LB 770-2, em três ciclos de 200 minutos.

A concentração alfa e beta total é determinada pela expressão:

$$C = \frac{Ra - Rb}{Ef \times FC \times V \times 60}$$

Na qual  $C$  é a concentração (Bq/L),  $Ra$  é a taxa de contagem da amostra (cpm),  $Rb$  é a taxa de contagem da radiação de fundo (cpm),  $Ef$  é a eficiência de detecção do sistema (cpm/dpm),  $FC$  é o fator de concentração da amostra,  $V$  é o volume da amostra (L) e 60 é o fator de conversão de unidades.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisadas as águas subterrâneas dos seis pontos de amostragem de lençol freático do IPEN-CNEN/SP. Os resultados obtidos, no ano de 1998, para a concentração alfa e beta total são apresentados nas tabelas 1 e 2 respectivamente, e para 1999, nas tabelas 3 e 4.

Os resultados obtidos no decorrer desses últimos dois anos de amostragem (1998-1999) apresentaram concentrações variando de 0,004 a 0,396 Bq.L<sup>-1</sup> para alfa total e 0,118 a 1,339 Bq.L<sup>-1</sup> para beta total. Tais valores estão de acordo com o estabelecido pela Environmental Protection Agency (EPA) que determinou como nível máximo 0,6 Bq.L<sup>-1</sup> para contaminantes alfa total e 1,9 Bq.L<sup>-1</sup> para beta total[4]. No entanto, podemos observar uma grande variação nos resultados obtidos no decorrer dos meses, isso não é explicado pelo índice pluviométrico, mas provavelmente pelas diferentes quantidades de particulados presentes nas amostras.

As análises alfa e beta total, realizadas nas águas subterrâneas, mostram que as atividades rotineiras do Instituto não estão afetando o lençol freático da região e contribuem para o completo controle ambiental do IPEN.

TABELA 1. Concentração Alfa Total (Bq/L) – 1998

	<b>Fevereiro</b>	<b>Abril</b>	<b>Junho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>AP01</b>	0,309 ± 0,062	0,073 ± 0,015	0,095 ± 0,019	0,159 ± 0,032	0,269 ± 0,054	0,278 ± 0,056
<b>AP02</b>	0,076 ± 0,015	0,091 ± 0,018	0,169 ± 0,034	0,101 ± 0,020	0,175 ± 0,035	0,116 ± 0,023
<b>AP03</b>	0,089 ± 0,018	0,062 ± 0,012	0,041 ± 0,008	0,258 ± 0,052	0,120 ± 0,024	0,215 ± 0,043
<b>AP04</b>	0,152 ± 0,030	0,095 ± 0,019	0,111 ± 0,022	0,053 ± 0,011	0,243 ± 0,049	0,242 ± 0,048
<b>AP05</b>	0,114 ± 0,023	0,053 ± 0,011	0,126 ± 0,025	0,303 ± 0,061	*	*
<b>AP06</b>	0,073 ± 0,015	0,056 ± 0,011	0,080 ± 0,016	0,396 ± 0,079	0,047 ± 0,009	0,174 ± 0,035

\* Não determinado devido à dificuldade de acesso para o ponto de amostragem.

TABELA 2. Concentração Beta Total (Bq/L) – 1998

	<b>Fevereiro</b>	<b>Abril</b>	<b>Junho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>AP01</b>	0,813 ± 0,163	0,327 ± 0,065	0,435 ± 0,087	0,304 ± 0,061	0,621 ± 0,124	0,404 ± 0,081
<b>AP02</b>	0,244 ± 0,049	0,224 ± 0,045	0,259 ± 0,052	0,332 ± 0,066	0,252 ± 0,050	0,342 ± 0,068
<b>AP03</b>	0,233 ± 0,047	0,148 ± 0,030	0,129 ± 0,026	0,297 ± 0,059	0,233 ± 0,047	0,279 ± 0,056
<b>AP04</b>	0,447 ± 0,089	0,295 ± 0,059	0,309 ± 0,062	0,313 ± 0,063	0,509 ± 0,102	0,537 ± 0,107
<b>AP05</b>	0,180 ± 0,036	0,183 ± 0,037	0,176 ± 0,035	0,874 ± 0,175	*	*
<b>AP06</b>	0,217 ± 0,043	0,130 ± 0,026	0,122 ± 0,024	1,339 ± 0,268	0,183 ± 0,037	0,223 ± 0,045

\* Não determinado devido à dificuldade de acesso para o ponto de amostragem.

TABELA 3. Concentração Alfa Total (Bq/L) – 1999

	<b>Fevereiro</b>	<b>Abril</b>	<b>Junho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>AP01</b>	0,124 ± 0,025	0,121 ± 0,024	0,106 ± 0,021	*	0,005 ± 0,001	0,024 ± 0,005
<b>AP02</b>	0,095 ± 0,019	0,111 ± 0,022	0,078 ± 0,016	*	0,051 ± 0,010	0,052 ± 0,010
<b>AP03</b>	0,052 ± 0,010	0,033 ± 0,007	0,033 ± 0,007	*	0,004 ± 0,001	0,029 ± 0,006
<b>AP04</b>	0,123 ± 0,025	0,068 ± 0,014	0,135 ± 0,027	*	0,114 ± 0,023	0,026 ± 0,005
<b>AP05</b>	0,071 ± 0,014	0,082 ± 0,016	0,027 ± 0,005	*	0,045 ± 0,009	0,044 ± 0,009
<b>AP06</b>	0,031 ± 0,006	0,054 ± 0,011	0,170 ± 0,034	*	**	**

\* Não determinado devido a reformas nos laboratórios.

\*\* Não determinado devido à ausência de água no ponto de amostragem.

TABELA 4. Concentração Beta Total (Bq/L) – 1999

	<b>Fevereiro</b>	<b>Abril</b>	<b>Junho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Outubro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>AP01</b>	0,583 ± 0,117	0,399 ± 0,080	0,329 ± 0,066	*	0,173 ± 0,035	0,274 ± 0,055
<b>AP02</b>	0,118 ± 0,024	0,290 ± 0,058	0,188 ± 0,038	*	0,139 ± 0,028	0,132 ± 0,026
<b>AP03</b>	0,218 ± 0,044	0,124 ± 0,025	0,134 ± 0,027	*	0,162 ± 0,032	0,094 ± 0,019
<b>AP04</b>	0,380 ± 0,076	0,180 ± 0,036	0,266 ± 0,053	*	0,354 ± 0,071	0,235 ± 0,047
<b>AP05</b>	0,192 ± 0,038	0,233 ± 0,047	0,234 ± 0,047	*	0,137 ± 0,027	0,158 ± 0,032
<b>AP06</b>	0,210 ± 0,042	0,219 ± 0,044	0,374 ± 0,075	*	**	**

\* Não determinado devido a reformas nos laboratórios.

\*\* Não determinado devido à ausência de água no ponto de amostragem.

## REFERENCES

- [1] IPEN, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. **Serviço de Monitoração Ambiental – Relatório Anual – 1993**. São Paulo. 1993.
- [2] JOHNS, F.B. et al. **Radiochemical Analytical Procedures for Analysis of Environmental Samples**. EMLS-LV-0539-17. Environmental Monitoring Systems Lab., Off. Research & Development, U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nev. 1979
- [3] EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A.E. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington – Am. Public Health Ass. 7-13. 1995.

- [4] U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Prescribed Procedures of Measurement of Radioactivity in Drinking Water**. EPA-600/4-80-032. 1980.

## ABSTRACT

The present work presents the results of the analysis of the concentration gross alpha and gross beta, determined in groundwater of IPEN CNEN/SP, in the last two years (1998-1999). The gross alpha presented concentrations ranging from 0,004 to 0,396 Bq.L<sup>-1</sup>, while the gross beta presented concentrations ranging from 0,118 to 1,339 Bq.L<sup>-1</sup>. Such values are inside of the waited for groundwaters, what is justified due to the long necessary time for the migration of the radionuclides in the soil.