

MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RADIOATIVIDADE ALFA E BETA GLOBAL EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ana Cláudia Peres

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – CNEN/SP - IPEN
Av. Professor Lineu Prestes 2.242
05508-000, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

O presente trabalho tem como base a portaria 1469 do Ministério de Estado da Saúde, de 29 de dezembro de 2000, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Dentro deste contexto, são apresentados os resultados dos níveis de radioatividade alfa e beta total determinados em 143 amostras de água de abastecimento público do Estado de São Paulo no ano de 2001. Os resultados obtidos apresentam concentrações de atividade variando de $< 0,001$ a $0,182$ Bq/L para a radioatividade alfa total e de $< 0,001$ a $0,872$ Bq/L para a radioatividade beta total.

Keywords: natural radioactivity, gross alpha, gross beta, water quality

I. INTRODUÇÃO

Os radionuclídeos naturais estão freqüentemente presentes na água destinada ao abastecimento público. Esses radionuclídeos encontram-se associados à origem destas fontes de água e são pertencentes às três séries radioativas que ocorrem naturalmente: a série do urânio, a série do tório e a série do actínio. Destes radionuclídeos, os elementos de maior interesse quanto ao risco à saúde são os isótopos ^{238}U , o ^{234}U , o ^{226}Ra e o ^{222}Rn . Além destes radionuclídeos, o ^{228}Ra , que ocorre na série do tório, também pode ser encontrado na água potável e é considerado muito importante do ponto de vista radiológico.

Quanto à determinação destes elementos na água de abastecimento destinada ao consumo pela população, somente em alguns países eles têm sido regularmente controlados juntamente com a monitoração dos demais padrões de potabilidade, existindo, nestes casos, estudos quantitativos das doses recebidas pela população e estimativas de risco associado à ingestão destas águas, quando as mesmas contêm uma concentração apreciável de ^{238}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra e ^{222}Rn , principalmente. Na maior parte dos casos, a monitoração destes elementos dá-se não somente devido à existência de regiões que apresentam níveis de radiação natural elevada, mas também pelo aumento das concentrações destes elementos nas fontes de água utilizadas para abastecimento, decorrentes das descargas de materiais radioativos no meio ambiente ocasionadas pelas atividades humanas [1].

Devido a essas crescentes descargas, os padrões de potabilidade da água estabelecidos pela “World Health

Organization” – WHO e pela “Environmental Protection Agency” – EPA foram questionados e revisados no que concerne aos níveis permissíveis ou recomendados de radioatividade. Os radionuclídeos de interesse foram identificados considerando-se aqueles presentes no ambiente natural e aqueles resultantes de atividades humanas. Para radionuclídeos naturais, a EPA estabeleceu, inicialmente, o controle da atividade alfa total, do ^{226}Ra e do ^{228}Ra .

O nível de referência de dose efetiva comprometida recomendado é $0,1$ mSv para o consumo de água potável por um ano. Este nível de referência de dose representa menos que 5% da dose efetiva média atribuída anualmente à radiação de fundo natural. Abaixo deste nível de referência de dose, a água de abastecimento é aceitável para o consumo humano e nenhuma ação para reduzir o conteúdo de radioatividade desta água é necessária. Para fins práticos, os limites de concentrações de atividade recomendados são $0,1$ Bq/L para alfa total e 1 Bq/L para beta total. Esses valores são conseqüentemente muito conservativos, pois foram derivados considerando-se os emissores alfa e beta mais perigosos sob o ponto de vista radiológico, porque apresentam as maiores probabilidades de serem encontrados na água potável, o ^{226}Ra e o ^{90}Sr , respectivamente [2].

No Brasil, o Ministério de Estado da Saúde aprovou a portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000 [3], que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com essa norma, a água potável destinada ao abastecimento

da população deve atender às seguintes características de qualidade radioativa:

- o valor máximo permitido para a radioatividade alfa global é de 0,1 Bq/L;
- o valor máximo permitido para a radioatividade beta global é de 1 Bq/L.

Se os valores encontrados forem superiores aos valores máximos permitidos, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nestes casos, deverão ser aplicados para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear, para se concluir sobre a potabilidade da água.

II. PARTE EXPERIMENTAL

Dando continuidade a um programa de monitoramento dos níveis de radioatividade natural presentes nas águas de abastecimento público do Estado de São Paulo, foram determinadas no ano de 2001, as concentrações de radioatividade alfa e beta total em 143 amostras de água de mananciais utilizados para abastecimento público da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP [4]. O programa de amostragem abrangeu as seguintes Unidades de Negócios:

- IA - Unidade de Negócio Alto Paranapanema
- IB - Unidade de Negócio Baixo Paranapanema
- LB - Unidade de Negócio Baixada Santista
- IG - Unidade de Negócio Pardo e Grande
- IM - Unidade de Negócio Médio Tietê
- IV - Unidade de Negócio Vale do Paraíba
- IT - Unidade de Negócio Baixo Tietê/Grande
- LR - Unidade de Negócio Vale do Ribeira
- A - Vice Presidência Metropolitana de Produção
- MN - Unidade de Negócio Norte
- MO - Unidade de Negócio Oeste
- ML - Unidade de Negócio Leste
- MS - Unidade de Negócio Sul

Em cada ponto de coleta foram recolhidos, em frascos de polietileno, 5 litros de água. As amostras foram conservadas em pH < 2,0. No laboratório as amostras foram filtradas e concentradas, a seguir foram evaporadas sob lâmpada de infravermelho em plaquetas de aço inoxidável de 28,3 cm de área. A fim de se evitar uma auto-absorção, deve-se observar que a massa de resíduo na plaqueta não ultrapasse 5 mg.cm⁻² para a medida alfa total e 10 mg.cm⁻² para beta total [5].

A seguir a amostra foi 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 foi determinada pela Eq. (1):

$$C = \frac{Ra - Rb}{Ef \times FC \times V \times 60} \quad (1)$$

onde:

C = concentração (Bq/L)

Ra = taxa de contagem da amostra (cpm)

Rb = taxa de contagem da radiação de fundo (cpm)

Ef = eficiência de detecção do sistema (cpm/dpm)

FC = fator de concentração da amostra

V = volume da amostra (L) e

60 = fator de conversão de unidades.

A partir dos resultados das atividades determinadas, para o caso em que o valor da concentração alfa total se apresentou mais elevado, considerou-se que toda a atividade era decorrente do ²²⁶Ra. Determinou-se então a dose efetiva comprometida recebida pelos indivíduos do público que consomem água potável. Esta estimativa foi realizada por meio da Eq. (2), assumindo-se uma taxa de ingestão de 2 L/dia por um homem adulto e utilizando-se o fator de conversão de dose específico para o ²²⁶Ra.

$$H = C \times I \times FCD \quad (2)$$

onde:

H = dose efetiva comprometida no corpo inteiro (Sv/ano)

C = concentração de atividade do radionuclídeo na água potável (Bq/L)

I = taxa de ingestão de água, em litros por ano (730 L/ano)

FCD = fator de conversão de dose para ingestão do radionuclídeo (Sv/Bq)

Para o cálculo da dose efetiva foi utilizado o fator de conversão de dose efetiva comprometida no corpo inteiro para o ²²⁶Ra, de 2,8 × 10⁻⁷ Sv/Bq, extraído do ICRP 67 [6], considerando-se o metabolismo de um adulto e um intervalo de tempo para integração da dose efetiva de 50 anos após uma incorporação aguda de ²²⁶Ra.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram obtidos para a radioatividade alfa total valores de < 0,001 a 0,182 Bq/L. Para a radioatividade beta total, os resultados variaram de < 0,001 a 0,872 Bq/L. As Figuras 1 e 2 apresentam respectivamente as frequências de distribuição das atividades alfa e beta total nas águas de abastecimento analisadas.

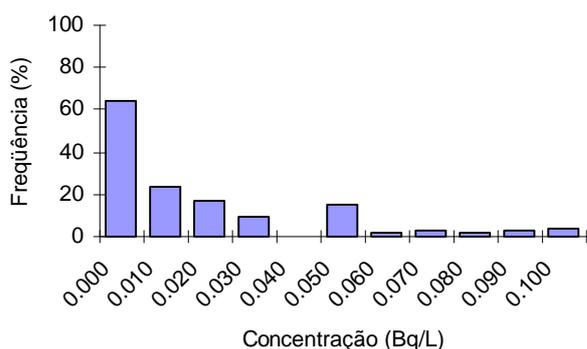


Figura 1. Frequência de Distribuição das Concentrações Alfa Total

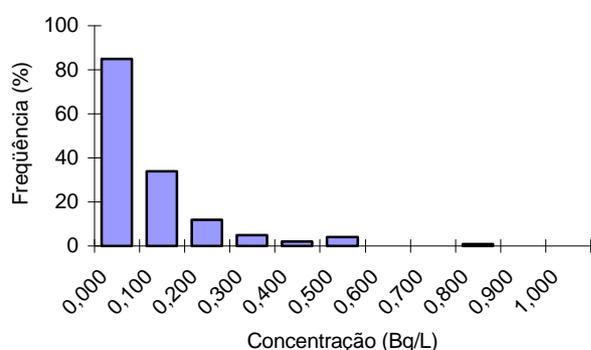


Figura 2. Frequência de Distribuição das Concentrações Beta Total

Das 143 amostras analisadas somente quatro apresentaram concentrações alfa total acima do valor máximo permitido, ou seja, 2,8% das amostras. Considerando-se que toda a atividade alfa total era decorrente da presença de ^{226}Ra , nos casos em que a concentração alfa total ultrapassou o valor máximo permitido estipulado na Portaria 1469 [3], foi verificado se o limite de ingestão anual do ^{226}Ra para indivíduos do público não foi ultrapassado (CNEN NE 3.01-Diretrizes Básicas de Radioproteção [7]).

Dentre as 143 amostras de água de abastecimento público analisadas, em nenhum caso foi observada uma concentração de atividade beta total acima de 1 Bq/L.

IV. CONCLUSÕES

Foram observadas concentrações de atividade variando de $< 0,001$ a $0,182$ Bq/L para alfa total e de $< 0,001$ a $0,872$ Bq/L para beta total. O valor de referência para radioatividade alfa total foi excedido em apenas quatro pontos, cujos códigos de amostragem são: IA-01, IM-57, LR-88 e LR-103.

Para os casos em que o valor de concentração alfa total se apresentou acima de $0,1$ Bq/L foram calculadas as doses efetivas comprometidas. Foram obtidos valores de $0,02$ a $0,04$ mSv/ano.

Convém salientar que, mesmo utilizando-se o maior valor de concentração observado, ou seja, o caso mais crítico, a dose efetiva comprometida não excede o valor recomendado.

Verificou-se, com a estimativa da dose efetiva comprometida no ponto de maior concentração alfa total, que as águas destinadas ao abastecimento público no Estado de São Paulo, fornecidas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, não apresentam qualquer risco à saúde da população, sob o ponto de vista radiológico.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à SABESP, na pessoa do Sr. Valdomiro Lima dos Santos e à Dra. Joselene de Oliveira, do Laboratório de Radiometria Ambiental do IPEN, pela colaboração no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, J., **Determinação dos Níveis de Radioatividade Natural em Águas Utilizadas para Abastecimento Público no Estado de São Paulo**, vol. 1, Tese de Doutorado. São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1998.
- [2] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **Guidelines for drinking water quality**, Recommendations. vol. 1. Geneva, 1993.
- [3] MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE, Normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, **Portaria nº 1469**, 2000.
- [4] COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Termo de Cooperação Técnico-científico, **Convênio SABESP nº 031/95-A Plano de Trabalho nº 05**, São Paulo, 2001.
- [5] 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.
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP), Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 2. Ingestion dose, **ICRP Publication 67**, Pergamon Press, Oxford, 1993.

[7] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, Diretrizes Básicas de Radioproteção, **CNEN NE 3.01**, Rio de Janeiro, 1988.

ABSTRACT

The present work was based in the regulation number 1469 of Brazilian Health Ministry, of 2000, 29th of december, that establishes the proceedings and responsibilities relatives to control and vigilance of water quality to human consumption and your gauge of potability. In the context the results of the analysis of the gross alpha and gross beta concentrations are presented. They were determinated in 143 samples of drinking water supplies of São Paulo State in the year of 2001. The gross alpha presented concentrations ranging from $< 0,001$ a $0,182$ Bq/L, while the gross beta presented concentrations ranging from $< 0,001$ a $0,872$ Bq/L.