



DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra E ^{210}Pb NA EXCREÇÃO FECAL DE TRABALHADORES DE UMA MINERADORA DE NIÓBIO E DE SEUS FAMILIARES

Roges de Oliveira¹, Dunstana R. Melo², Lígia M. Q. C. Julião³,
Ricardo T. Lopes⁴

Copyright 2005, ABENDE

Trabalho apresentado no RADIO 2005, Rio de Janeiro, 2005.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Sinopse

A instalação objeto deste estudo é constituída por uma mina aberta de onde o minério de nióbio (pirocloro) é extraído e por uma metalúrgica, onde são produzidas ligas Fe-Nb para exportação. Por razões geológicas, o minério principal está associado aos radionuclídeos naturais U e Th, bem como seus produtos de decaimento. Foram determinadas as concentrações de ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{210}Pb na excreção fecal de um período de 24 h, de 29 trabalhadores e 13 familiares. A técnica empregada para a determinação dos elementos foi o método seqüencial de separação radioquímica, seguido de espectrometria alfa e contagem α e β em detector proporcional. Foi observada diferença estatisticamente significativa na concentração de ^{234}U e ^{238}U , nas amostras de fezes, entre o grupo de trabalhadores da Lavra e os familiares; assim como para ^{232}Th nas fezes dos trabalhadores dos grupos de Britagem e Metalurgia, quando comparados com o grupo de Familiares. Não foi verificada diferença estatisticamente significativa na concentração de ^{226}Ra , ^{228}Ra e ^{210}Pb , nas fezes de nenhum grupo de trabalhadores da instalação em relação ao grupo de familiares.

1 Introdução

De acordo com a Agência Internacional de Energia Atômica (1), toda atividade que resulte em exposição ocupacional a fontes naturais de radiação ionizante, deve ser controlada. Além disso o UNSCEAR (2) afirma que a atividade de mineração é uma das principais fontes de exposição de trabalhadores à radiação natural. Este trabalho tem como objetivo determinar a concentração dos elementos U, Th, Ra e Pb na excreção fecal dos trabalhadores da mineradora e de seus familiares e compará-los com as concentrações obtidas com um grupo de habitantes da cidade do Rio de Janeiro(3), afim de avaliar a exposição ocupacional devido à incorporação dos radionuclídeos mencionados.

2 Materiais e Métodos

Para determinar a concentração de U, Th, Ra e Pb, foram coletadas amostras de fezes de 29 trabalhadores alocados nos diversos setores da instalação, são eles: Lavra, Britagem, Concentração do minério, Metalurgia, Administração entre outros (Mecânica, Lab. Químico e Expedição). Foram coletadas amostras de 13 familiares dos trabalhadores da mineradora a fim de avaliar a contribuição ambiental na concentração dos elementos de interesse nas excreções fecais. Como referência, foram utilizados resultados obtidos com um grupo de habitantes da cidade do Rio de Janeiro, uma vez que esta região não possui concentrações elevadas destes elementos em seu solo.

Para a coleta das amostras de fezes, os trabalhadores e familiares receberam frascos plásticos limpos com tampas que propiciam um perfeito fechamento. Os frascos foram identificados, com o nome, setor de trabalho ou grau de parentesco, no caso de familiar, a data da coleta, além de informações adicionais, como por exemplo se estavam submetidos a algum tipo de tratamento médico, que pudesse influenciar no metabolismo ou excreção dos elementos de interesse. A coleta foi realizada por um período de 24 h a partir da primeira excreção matinal, fora do local de trabalho,

para evitar contaminações. Até a análise das amostras no laboratório, as mesmas foram conservadas congeladas. A técnica utilizada para a determinação dos elementos foi o método seqüencial analítico, desenvolvido por Godoy (4) para amostras ambientais e que foi adaptado para amostras de excreção humana no Laboratório de Bioanálise do Serviço de Monitoração Individual Interna (SEMIN/IRD).

Este método consiste na determinação dos isótopos de U, Th, Ra e ^{210}Pb a partir da massa de 1 g de cinzas fecais, através da separação do U e Th usando uma coluna cromatográfica de TOPO/Sílica gel e a separação do Ra e do Pb por co-precipitação/precipitação utilizando carreadores de sulfato de bário e chumbo. A Figura 1 descreve esquematicamente a seqüência de procedimentos para a determinação dos elementos de interesse.

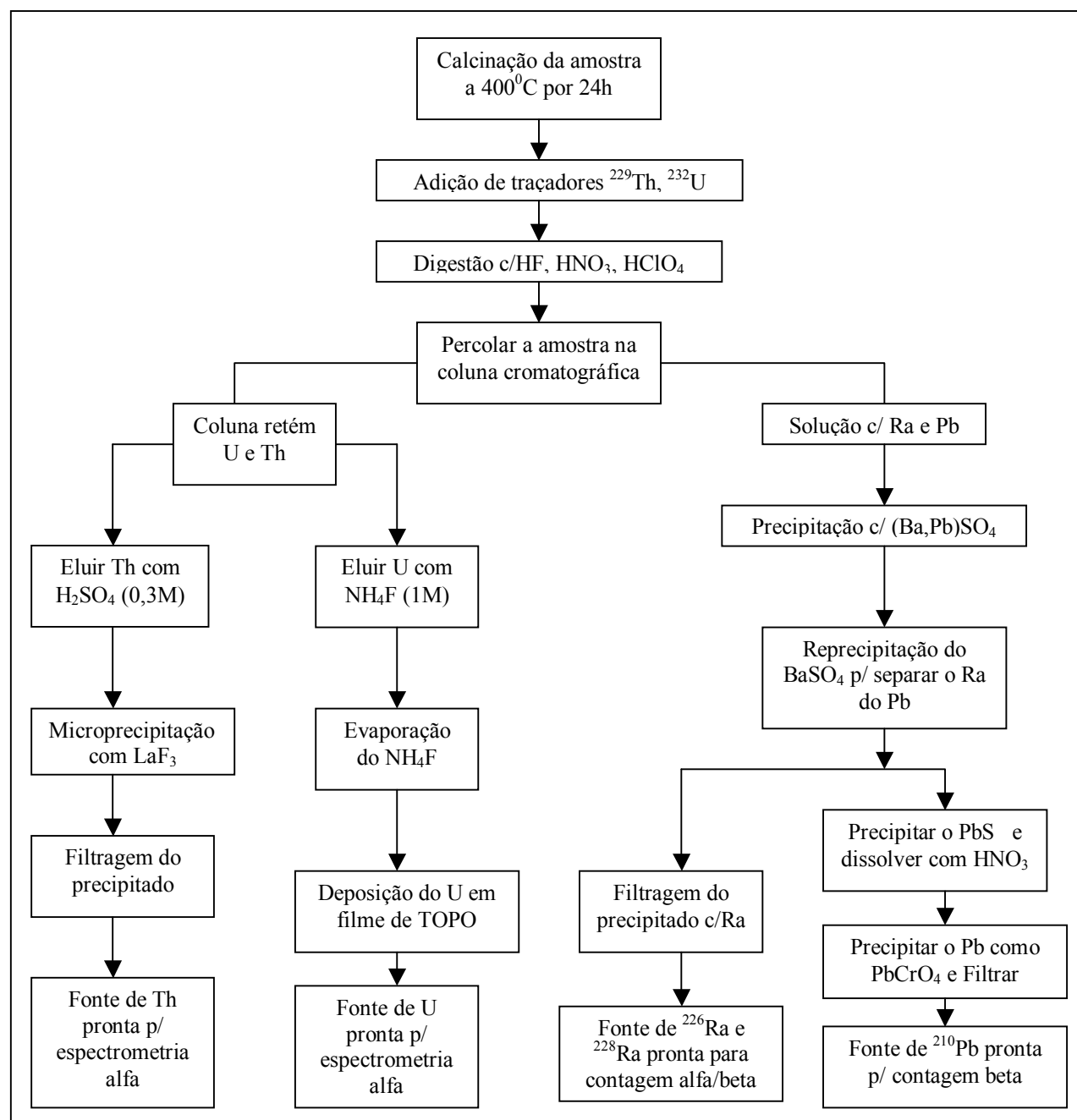


Figura 1 – Diagrama esquemático do método para determinação de U, Th, Ra e Pb em fezes

3 Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados das concentrações médias de ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{210}Pb , nas amostras de fezes de familiares, habitantes do Rio de Janeiro e dos grupos de trabalhadores, que estão agrupados de acordo com a atividade exercida na instalação.

Tabela 1 – Concentrações Médias dos isótopos de U, Th, Ra e Pb

Grupo/n ^o de indivíduos	Concentrações Médias e desvio padrão nas amostras de fezes (mBq/g de cinza)						
	^{238}U	^{234}U	^{232}Th	^{228}Th	^{228}Ra	^{226}Ra	^{210}Pb
*Hab. do RJ N=12	5,7 ± 4,4	6,4 ± 5,9	2,3 ± 1,5	14,3 ± 6,8	62,4 ± 5,9	16,8 ± 11,7	46,4 ± 31,8
Familiares N=13	4,7 ± 4,1	5,6 ± 4,2	2,7 ± 2,2	43,3 ± 34,3	73,7 ± 39,8	48,1 ± 25,9	46,2 ± 15,9
Administ. N = 4	2,8 ± 1,9	3,3 ± 2,9	2,8 ± 1,3	23,3 ± 8,0	59,7 ± 25,3	60,7 ± 23,7	30,1 ± 19,6
Lavra N = 6	11,3 ± 7,3	11,0 ± 6,4	7,3 ± 3,9	33,7 ± 14,8	103,1 ± 42,7	59,2 ± 16,9	39,1 ± 14,2
Britagem N = 4	4,5 ± 1,4	6,9 ± 4,2	8,4 ± 5,9	53,9 ± 24,8	142,6 ± 88,0	75,6 ± 35,0	45,7 ± 13,9
Concent. N = 5	6,8 ± 4,2	9,5 ± 3,8	6,6 ± 5,8	40,3 ± 14,4	98,5 ± 57,5	64,4 ± 29,5	40,4 ± 21,1
Metalurgia N = 5	11,0 ± 8,9	12,7 ± 10,1	8,8 ± 4,8	44,1 ± 15,6	113,6 ± 81,5	91,6 ± 63,3	70,7 ± 29,1
Outros N = 5	4,1 ± 2,9	6,3 ± 4,8	3,0 ± 2,7	39,9 ± 30,7	56,1 ± 44,5	49,0 ± 53,3	39,8 ± 7,3

(*) Dados obtidos por Julião & Col. (3)

As concentrações de ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{210}Pb dos grupos: Habitantes do Rio de Janeiro, Familiares e Administração, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si, dentro de um intervalo de confiança de 95%, quando avaliados pelos testes estatísticos *t*-Student e Mann-Whitney.

Foram comparadas, através do teste Mann-Whitney, as concentrações de ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra , ^{210}Pb dos grupos de trabalhadores de Lavra, Britagem, Concentração, Metalurgia e Outros com as concentrações do grupo de Familiares. Para o ^{234}U e o ^{238}U foi possível verificar uma maior concentração na excreção fecal somente dos trabalhadores do grupo de Lavra pois, apesar da concentração média do grupo de Metalurgia ser elevada tanto para ^{234}U quanto para ^{238}U , existe uma grande flutuação nos dados. Para o ^{228}Th , não foi verificada diferença estatisticamente significativa. Pôde-se verificar estatisticamente uma maior concentração de ^{232}Th , nas excreções fecais de trabalhadores das áreas de Britagem e Metalurgia. O mesmo não foi observado para os grupos de Lavra e Concentração, pois, apesar das concentrações médias terem sido elevadas, há uma grande flutuação dos dados. Para o ^{226}Ra e o ^{228}Ra não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os grupos de trabalhadores e o grupo de Familiares, principalmente devido a alta flutuação dos dados. Em nenhum dos grupos as concentrações de ^{210}Pb , apresentaram diferença estatística em relação ao grupo de Familiares.

As concentrações de ^{226}Ra e ^{228}Ra são em termos absolutos maiores que as concentrações de ^{238}U e de ^{232}Th , isto pode ser devido a elevada concentração destes radionuclídeos em vegetais cultivados em áreas de alta radioatividade natural (5). O Rádío é considerado um elemento solúvel, por esta razão é facilmente absorvido pelos vegetais. A alta concentração de ^{228}Ra resulta na falta de equilíbrio entre o ^{232}Th e o ^{228}Th , uma vez que este último é produto do decaimento do ^{228}Ra .

4 Conclusões

O método seqüencial analítico, mostrou-se satisfatório para a determinação dos elementos de interesse em amostras de excreção fecal.

Os resultados obtidos, indicam que os trabalhadores envolvidos nas atividades de Lavra estão sujeitos a incorporação de ^{234}U e ^{238}U de origem ocupacional, há também indícios de que haja um incremento de ^{238}U na excreção fecal dos trabalhadores do setor de Metalurgia, no entanto, devido a variação dos dados é necessário realizar análises confirmatórias.

A incorporação ocupacional de ^{232}Th foi confirmada em trabalhadores dos setores de Britagem e Metalurgia, mas também há indícios de incorporação nos setores de Lavra e Concentração que precisam ser confirmados posteriormente.

Não foi possível caracterizar em nenhum setor da instalação a incorporação de ^{226}Ra e ^{228}Ra de origem ocupacional, pois os resultados das concentrações obtidos, apresentaram grande flutuação estatística, além do fato da incorporação deste elemento ter uma forte influência da dieta alimentar.

Foi possível identificar a partir dos resultados experimentais que não há indicadores de incorporação de origem ocupacional de ^{210}Pb .

Estudos complementares, com a excreção urinária estão em desenvolvimento para que seja possível identificar a principal via de incorporação (inalação/ingestão). Assim será possível calcular a dose efetiva comprometida recebida por cada trabalhador, devido a incorporação destes radionuclídeos e identificar a necessidade ou não da introdução de medidas de proteção radiológica na instalação.

5 Referências

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*. Safety Series No. 115. IAEA, Vienna, 1996.
2. UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. *United Nations, Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources; Volume II: Effects; Report to the General Assembly, with scientific annexes*. United Nations sales publication E.00.IX.3 and E.00.IX.4. United Nations, New York, 2000.
3. JULIÃO, L. M. Q. C., SOUSA, W. O., SANTOS, M. S. AND FERNANDES, P. C. *Determination of U^{238} , U^{234} , Th^{232} , Th^{228} , Ra^{228} , Ra^{226} and Pb^{210} concentration in excreta samples of inhabitants of a high natural background area*. Radiation Protection Dosimetry, Vol. 105, No. 1-4, p. 379-382, 2003
4. GODOY, J. M., GODOY, M. L. AND CARVALHO, Z. L. *Development of an analytical method of sequential determination for U^{238} , U^{234} , Th^{232} , Th^{230} , Th^{228} , Ra^{228} , Ra^{226} and Pb^{210} in environmental samples*. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Vol. 182(1), p. 65-169, 1994.
5. LAURIA, D. C., NOUILLETAS, Y., CONTI, L.F., GODOY, M. L., JULIÃO, L. M. Q. C. e HACON, S., *Investigations about the radioactive disequilibrium among the main radionuclides of the thorium decay chain in foodstuffs*. In: Proc. 4th Int. Conf. On High Levels of Natural Radiation, 133-139 (1996).

1 Mestre, Físico, LIN-COPPE/UFRJ

2 Dra, Bióloga, SEMIN-IRD/CNEN

3 Dra, Engenheira Química, SEMIN-IRD/CNEN

4 Dr, Físico, LIN-COPPE/UFRJ