

# AValiação DA DOSE EFETIVA EM CONSEQUÊNCIA DA INGESTÃO DE CASTANHA DO PARÁ

Sandra A. Bellintani, Joselene de Oliveira, Jurandyr S. de Carvalho e Goro Hiromoto

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Caixa Postal 11049  
05508-900, São Paulo, SP, Brasil

## ABSTRACT

Commercial samples of Brazil nut, Brazil nut tree seed (*Bertholletia excelsa*) were analysed for the presence of uranium and thorium series of natural radionuclides. The samples were analysed for the content of  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  and  $^{228}\text{Th}$ . Mean values of  $1.4 \pm 0.4$  Bq/kg for  $^{238}\text{U}$ ;  $26.3 \pm 4.1$  Bq/kg for  $^{226}\text{Ra}$ ;  $4.7 \pm 1.8$  Bq/kg for  $^{210}\text{Pb}$ ;  $16.5 \pm 4.3$  Bq/kg for  $^{232}\text{Th}$ ;  $31.3 \pm 6.4$  Bq/kg for  $^{228}\text{Ra}$  and  $12.3 \pm 5.1$  Bq/kg for  $^{228}\text{Th}$ . The effective dose due to the ingestion of natural radionuclides contained in the Brazil nuts, is  $2.6 \times 10^{-2}$  mSv/kg ingested per year.

## INTRODUÇÃO

Dentre os produtos extrativos alimentares encontrados no Brasil temos a castanha-do-pará, semente da castanheira (*Bertholletia excelsa*), importante produto da região amazônica tanto do ponto de vista alimentício como econômico, pois é um dos principais produtos de exportação da região. A produção anual da região amazônica é de 45.000 toneladas de castanha-do-pará [1].

A castanheira tem acentuada preferência pelas terras altas e de características argilosas e argílicas silicosas. As suas características gregárias produzem reuniões homogêneas que constituem extensos castanhais nativos na região amazônica.

A castanha-do-pará é um alimento rico pois apresenta um teor de lipídeos de 66 % a 69 %, proteínas de 14 % a 16 % e de sais minerais de 3,5 % a 4,5 %. A sua concentração de cálcio é de 0,11 % a 0,24 % e de bário de 0,06 % a 0,31 % do peso úmido da castanha comercial.

A castanha-do-pará tem uma grande capacidade de absorver e concentrar o bário presente no solo, o qual é um carregador do rádio.

Levando-se em conta a semelhança de comportamento químico entre o bário e o rádio, vários pesquisadores estudaram a presença de radioatividade nessas castanhas. Em 1958, Turner e colaboradores [2], desenvolveram um método simples para a medida da atividade alfa e verificaram que a castanha, entre todos os alimentos analisados, era aquele que apresentava a maior atividade

alfa total. Os valores encontrados variaram de 4.450 pCi (165 Bq) a 17.000 pCi (629 Bq) por kilograma de peso úmido.

Em 1967, Penna Franca e colaboradores [3] analisaram castanhas-do-pará para a determinação das atividades alfa total e das concentrações de  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ , bário e cálcio e encontraram os seguintes valores: alfa total de 874 pCi (32 Bq) a 17.800 pCi (659 Bq) por kilograma de peso úmido; para  $^{226}\text{Ra}$ , de 75 pCi (3 Bq) a 3.564 pCi (132 Bq) e para o  $^{228}\text{Ra}$  valores entre 198 pCi (7 Bq) a 3.580 pCi (133 Bq).

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de castanha-do-pará foram moídas e acondicionadas em frascos de polietileno de 100 mL. Essas amostras foram medidas por espectrometria gama passiva utilizando-se um detector de germânio hiper-puro para a determinação das atividades de  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Th}$  [4]. O  $^{226}\text{Ra}$  foi determinado por meio das medidas de  $^{214}\text{Pb}$  e  $^{214}\text{Bi}$ , após selagem da amostra e tempo de espera suficiente para a obtenção do respectivo equilíbrio radioativo.

A atividade de  $^{210}\text{Pb}$  foi determinada após a dissolução das amostras e precipitação das mesmas com cromato de sódio, obtendo-se finalmente o cromato de chumbo. A partir desse precipitado procedeu-se a medida da atividade beta total em um detector proporcional de fluxo gasoso de baixo background [5].

A determinação das atividades de  $^{238}\text{U}$  e  $^{232}\text{Th}$  foi realizada utilizando-se a técnica de análise por ativação neutrônica[6].

## RESULTADOS

O cálculo da dose efetiva foi efetuado a partir das atividades médias de  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Th}$  medidas no presente trabalho e apresentadas na Tabela 1. Considerou-se que os radionuclídeos medidos estão em equilíbrio secular com seus respectivos descendentes, com exceção do  $^{230}\text{Th}$  e do  $^{210}\text{Po}$ , não incluídos na presente análise.

Os fatores de dose utilizados foram obtidos a partir dos fatores de dose equivalente para cada órgão, recomendados na publicação 30 da ICRP [7], e os respectivos fatores de peso (wt) segundo a ICRP publicação 60 [8].

TABELA 1 - Resultado das medidas de atividade dos radionuclídeos considerados e respectivas doses efetivas.

Radionuclídeo	Atividade Bq/kg	Dose efetiva mSv/kg.ano
$^{238}\text{U}$	1,4±0,4	3,6x10 <sup>-5</sup>
$^{226}\text{Ra}$	26,3±4,1	5,9x10 <sup>-3</sup>
$^{210}\text{Pb}$	4,7±1,8	3,8x10 <sup>-3</sup>
$^{232}\text{Th}$	16,5±4,3	6,1x10 <sup>-3</sup>
$^{228}\text{Ra}$	31,3±6,4	8,6x10 <sup>-3</sup>
$^{228}\text{Th}$	12,3±5,1	8,1x10 <sup>-4</sup>

Para a série natural do  $^{238}\text{U}$  foi obtida um dose efetiva de  $9,8 \times 10^{-3}$  mSv/kg.ano e para a série natural do  $^{232}\text{Th}$ ,  $1,7 \times 10^{-2}$  mSv/kg.ano, totalizando uma dose efetiva de  $2,6 \times 10^{-2}$  mSv/kg.ano.

A não inclusão do  $^{230}\text{Th}$  e do  $^{210}\text{Po}$  faz com que os resultados apresentados sejam subestimados, principalmente pela não determinação do  $^{210}\text{Po}$ . Não obstante, assumindo-se a hipótese de equilíbrio do  $^{230}\text{Th}$  e  $^{210}\text{Po}$  com os seus ascendentes, suas contribuições para a dose total seriam de 0,4 % e 3,7 % respectivamente.

## CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados apresentados na tabela 1, pode-se verificar que, dentre os elementos estudados, os isótopos de rádio e o  $^{232}\text{Th}$  são os radionuclídeos que mais contribuem para a dose efetiva total nas suas respectivas séries naturais. Segundo os resultados obtidos neste trabalho, observou-se que o  $^{226}\text{Ra}$  contribui com cerca de 22 % para a dose equivalente efetiva total, enquanto que o  $^{228}\text{Ra}$  contribui com cerca de 33 % e o  $^{232}\text{Th}$  com 23%. Esses dados confirmam aqueles obtidos em trabalhos anteriores.

Além dos isótopos de rádio e do  $^{232}\text{Th}$ , pode-se verificar que também contribue significativamente para a dose equivalente efetiva total o  $^{210}\text{Pb}$  com 14 %.

Levando-se em consideração que estudos recentes [9] indicam que a castanha-do-pará possui a propriedade de prevenir diversas formas de câncer em virtude de sua capacidade de concentrar selênio, e considerando-se também a similaridade química entre o selênio e o polônio, pretende-se determinar em trabalho futuro a atividade de  $^{210}\text{Po}$  presente nas castanhas e, conseqüentemente, sua contribuição para a dose total devido à ingestão dessas castanhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECÔNOMICO-SOCIAL DO PARÁ. Ascensão da coleta e exportação da Castanha-do-Pará. Pará Agrário, Castanhais, p.14-16, Belém: 1992
- [2] TURNER, R.C.; RADLEY, J.M., MAYNEORD, W.V. The naturally occurring alpha activity of foods. Health physics, v.1, p.268-275, 1958
- [3] FRANCA, E.P.; FIZSMAN, M.; LOBÃO, C.; RIBEIRO, C.C.; TRINDADE, H.A.; SANTOS, P.L. Radioatividade das Castanhas do Pará. Atas do simposio sôbre a Biota Amazônica, v.4, p. 187-208, 1967
- [4] CANET A.; JACQUEMIN, R. Methods for measuring radium isotopes gama spectrometry. International Atomic Energy Agency. The enviromental behavior of radium. v.1, Vienna, 1990.
- [5] MOREIRA, S.R.D. Determinação de  $^{210}\text{Pb}$  em águas minerais da cidade de águas da Prata. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- [6] INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. Manual de Procedimentos do Serviço de Monitoração ambiental. IPEN-PR-074, 1990.
- [7] INTERNACIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Oxford, 1979 (ICRP-30)

- [8] INTERNACIONAL COMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Recommendations of the Internacional Comission on Radiological Protection, Oxford, 1990 (ICRP-60)
- [9] IP, C.; LISK, D.J. Bioactivity of selenium from Brazil Nut for cancer prevention and seleno enzyme maintenance. Nutrition and Cancer, v.21, n.3, p.203-212, 1994