

---

# RADIOATIVIDADE NATURAL EM AMOSTRAS ALIMENTARES<sup>+\*</sup>

---

*Fábio Luiz Melquiades*

Depto de Física – Universidade Estadual do Centro Oeste

Guarapuava – PR

*Carlos Roberto Appoloni*

Depto de Física – Universidade Estadual de Londrina

Londrina – PR

## **Resumo**

*A medida de traços radioativos no ambiente e em alimentos é de fundamental importância para o monitoramento dos níveis de radiação a que o homem está exposto direta ou indiretamente. Este trabalho consiste na medida de traços radioativos em leite em pó, através da espectrometria gama de alta resolução. Foi possível identificar os radionuclídeos  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{232}\text{Th}$  (obtido do  $^{208}\text{Tl}$ ), cujas atividades foram calculadas de acordo com as normas da Agência Internacional de Energia Atômica, apresentando níveis normais para os leites analisados, podendo ser consumido sem restrições.*

**Palavras-chave:** *Radioatividade, espectrometria gama, leite.*

## **Abstract**

*Measurements of radioactivity traces on environment and in foodstuffs are of fundamental importance to the monitoring of radiation level to which men is exposed direct or indirectly. This work deals with the measurement of radioactivity in powdered milk samples employing high-resolution gamma-ray spectrometry technique. It was possible to identify the radionuclides  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{232}\text{Th}$  (obtained from  $^{208}\text{Tl}$ ), which activities were calculated according to the International Atomic*

---

<sup>+</sup> Natural radioactivity in food stuff samples

<sup>\*</sup> *Recebido: maio de 2003.  
Aceito: janeiro de 2004.*

*Nuclear Agency rules, showing normal levels for the products analyzed, what guarantee consumption of the referent milk.*

**Keywords:** *Radioactivity, Gamma Ray Spectrometry, Milk.*

A medida de radioatividade nos alimentos e no ambiente é de fundamental importância para monitorar e controlar os níveis de radiação a que o homem está exposto direta ou indiretamente.

Você pode achar que a contaminação por radiação só atinge as regiões e pessoas que vivem próximo ou trabalham em usinas nucleares ou com qualquer outra fonte de radioatividade. Porém diariamente estamos normalmente expostos a uma pequena quantidade de radiação proveniente do ambiente e dos alimentos que ingerimos. Não se assuste, pois de maneira geral, os níveis são extremamente baixos e inofensivos à saúde humana.

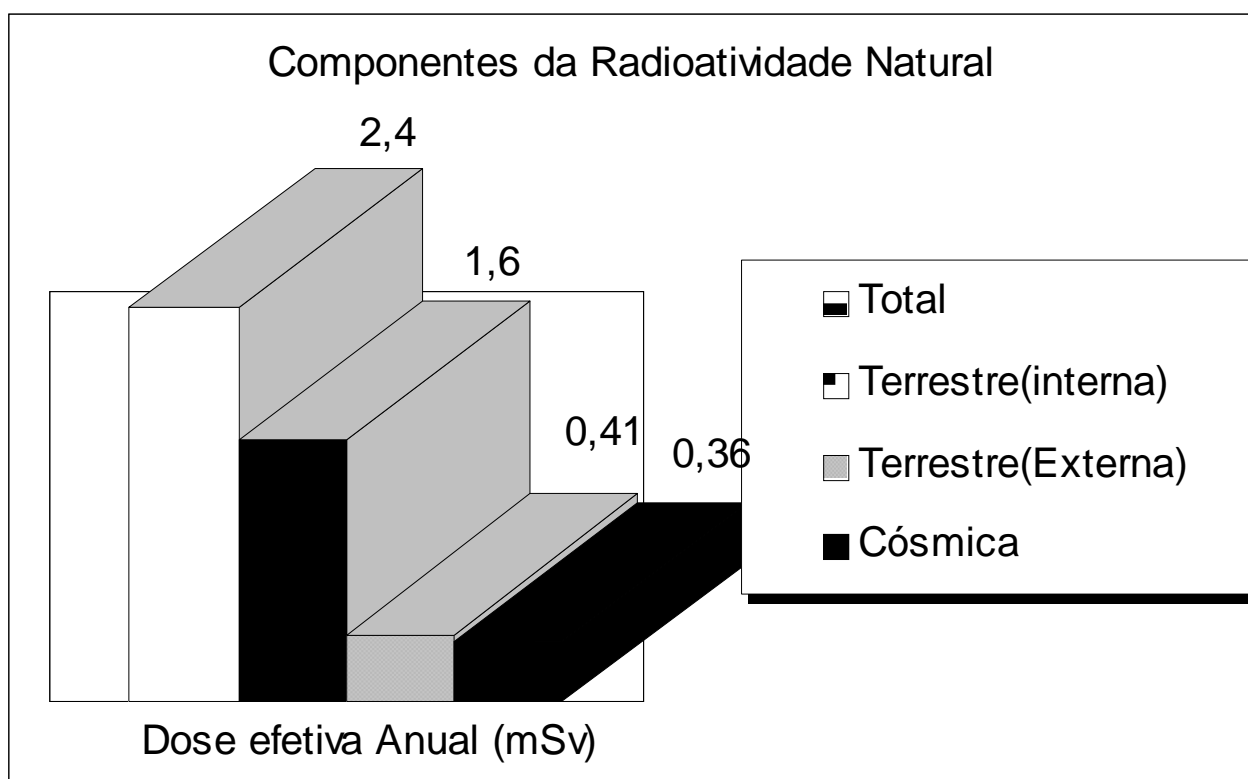
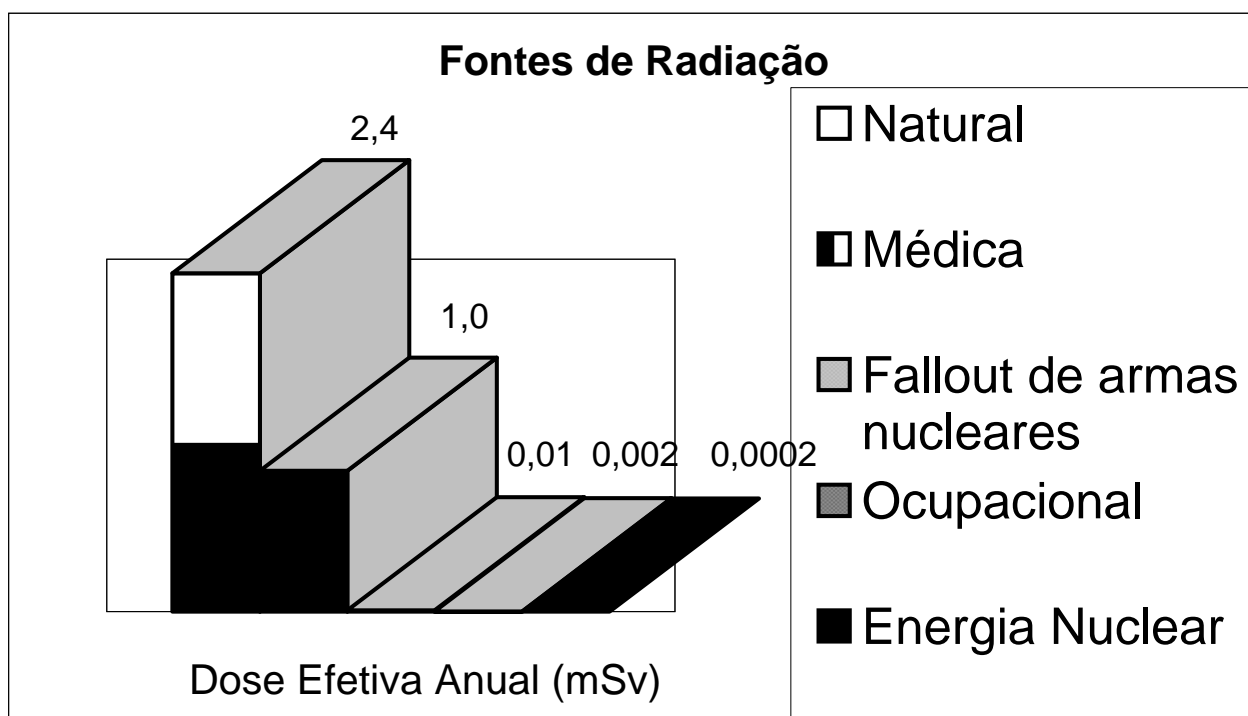
Mas então, qual é a origem desta radioatividade a que estamos expostos? A maior parte da radiação recebida pela população do mundo é proveniente de fontes naturais. As fontes terrestres (elementos radioativos na superfície ou no interior da terra) são responsáveis pela maioria da radiação natural a que o homem está exposto. Outra parte provém de uma infinidade de raios cósmicos que atingem a Terra constantemente, e o restante é devido às fontes artificiais criadas pelo homem (aplicações médicas e industriais, armas nucleares, usinas nucleares, etc) que introduziram vários elementos radioativos artificiais na biosfera.

A Tabela 1 traz as unidades de dose de radiação mais utilizadas atualmente. A Fig. 1 mostra as doses de radiação para as diferentes fontes naturais e artificiais.

Tabela 1- Unidades de radiação.

<b>Bequerel (Bq):</b> Nome especial da unidade de atividade. Um bequerel equivale a uma desintegração por segundo.
<b>Gray (Gy):</b> Nome especial da unidade de dose absorvida. Está relacionada com quantidade de energia da radiação ionizante absorvida pela matéria.
<b>Siviert (Sv):</b> Nome especial da unidade de dose equivalente. Está relacionada ao dano que a radiação causa no seres humanos.

E de que maneira esta radioatividade chega até nós? Em geral, dois terços da dose equivalente efetiva que as pessoas recebem de fontes naturais provém de substâncias radioativas presentes no ar que respiram e nos alimentos e na água que ingerem.



*Fig. 1- Dose efetiva anual média de fontes naturais e artificiais (extraída de Radiation, 1991).*

Parte dela é oriunda também de elementos radioativos artificiais, encontrados atualmente em todo o globo terrestre devido ao “fallout”, que é a precipitação ou deposição de elementos radioativos na superfície terrestre. Quando uma explosão nuclear ocorre, uma nuvem de gás e vapor, a alta temperatura é produzida. A altura e o diâmetro da nuvem depende da potência da bomba nuclear, podendo atingir a troposfera causando um fallout local ou atingir a estratosfera e serem lentamente espalhados por todo o globo terrestre. O fallout a que estamos expostos hoje é proveniente dos testes

com armas nucleares que aconteceram entre 1952 e 1963, quando foi assinado um tratado de proibição de testes nucleares superficiais no planeta. Veja na Fig. 2 uma estimativa do fallout na Terra.

### Deposição global do Cs-137

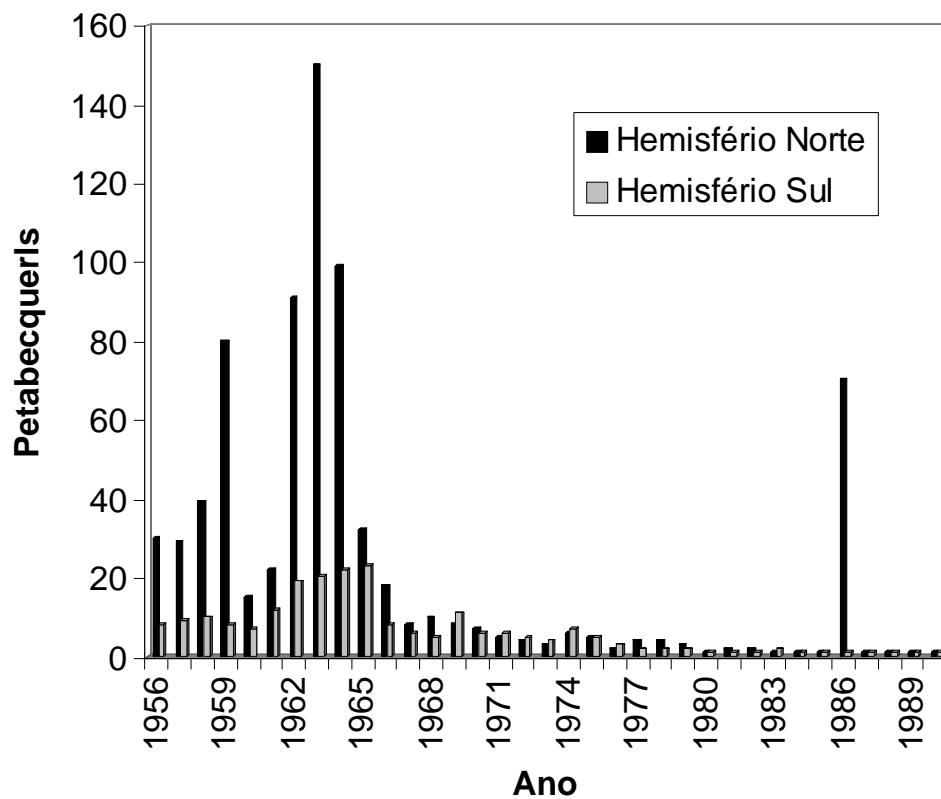


Fig. 2- O “fallout” total de  $^{137}\text{Cs}$  no hemisfério norte é maior que no hemisfério sul, porque uma maior quantidade de testes atmosféricos nucleares foi feita no hemisfério norte. Eventos locais como o acidente de Chernobyl tem impacto significativa na região onde ocorreu o acidente, ou seja, na região do “fallout” local, mas tem impacto limitado nas taxas de “fallout” global (extraída de RITCHIE; MCHENRY, 1990).

Outro fato importante é que, no caso de um acidente nuclear em qualquer parte do mundo, através da importação de alimentos contaminados a saúde da população de qualquer região pode ser indiretamente afetada. Fato que ocorreu no Brasil, após o acidente de Chernobyl em 1986, quando principalmente várias marcas de leite em pó importadas da Europa Oriental foram retiradas temporariamente do mercado, após a medida e constatação dos altos níveis de radioatividade.

Contudo a quantidade de radiação a que estamos expostos atualmente é mínima e bem abaixo dos níveis máximos permitidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Esta comissão estabeleceu os limites de radioatividade para alimentos

da seguinte forma: o valor máximo para a soma das atividades de  $^{134}\text{Cs}$  e  $^{137}\text{Cs}$  em leite em pó é  $370\text{Bq/Kg}$  e  $600\text{Bq/Kg}$  para outros produtos (CNEN – NE 3.01).

Em uma escala global, a incorporação dos radionuclídeos na biosfera é devido ao fallout. Estes elementos presentes na atmosfera atingem plantas, o solo e a água e por diferentes meios contaminam o ambiente e os alimentos, conforme está exemplificado na Fig. 3.

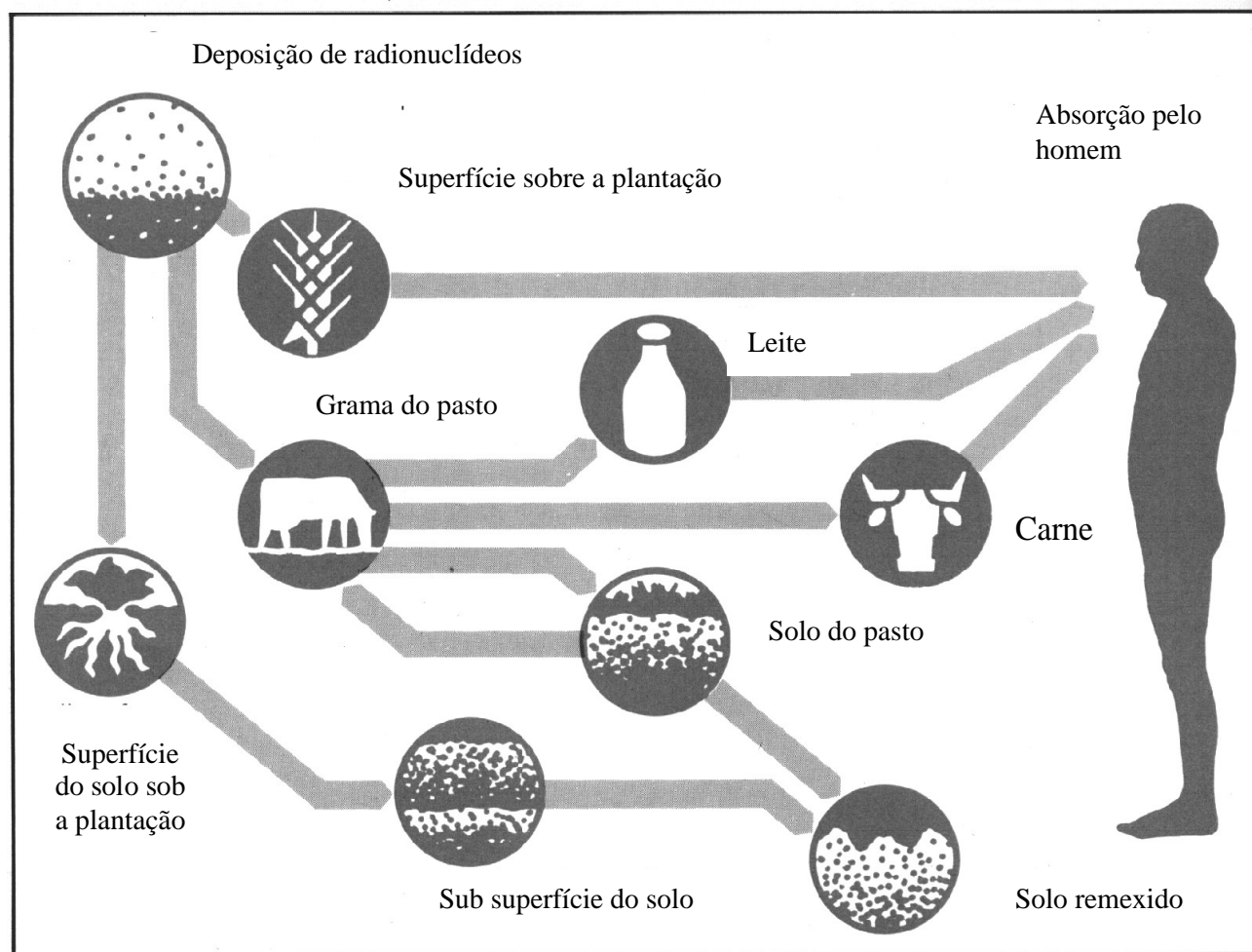


Fig. 3- O ciclo de incorporação dos radionuclídeos é apresentado no esquema, descrevendo como os elementos radioativos naturais ou aqueles provenientes do “fallout” chegam ao homem (extraída de Radiation, 1991).

A principal fonte de radionuclídeos na dieta alimentar está no leite e na carne. Optamos por estudar o leite em pó, que é uma das principais fontes de nutrientes de crianças, além de ser um ingrediente básico de bolachas, sorvetes, chocolates, etc.

Enfim, de que maneira é possível identificar e quantificar os elementos presentes em determinado alimento? Em um trabalho realizado no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina (MELQUIADES; APPOLONI, 2002; [www.fisica.uel.br/GFNA](http://www.fisica.uel.br/GFNA)) foram analisadas duas marcas de leite em pó da região, que identificaremos como Leite 1 e Leite 2. Para tanto fizemos uso da espectrometria gama de alta resolução, utilizando um detector de cristal de germânio hiper puro com 10% de eficiência relativa acoplado a uma eletrônica nuclear padrão. Neste caso, a amostra de leite em pó funciona como “fonte radioativa natural” e a radiação dos elementos emitidos por ela sensibilizam o cristal, produzindo um pulso de carga que, de-

pois de adequadamente tratado na cadeia eletrônica nuclear de aquisição, é registrado num espectro de energia dos raios gama medidos.

Foi possível identificar claramente no espectro de energia a linha de 1460,8keV (quilo elétron-volt) do  $^{40}\text{K}$  e também, com certa dificuldade, devido à baixa atividade, a linha de 661,2keV do  $^{137}\text{Cs}$  e 2614,4 do  $^{208}\text{Tl}$ . As atividades dos radionuclídeos encontradas em nosso trabalho, comparadas com outros trabalhos estão apresentadas na Tabela 2, e um espectro do leite 1 é apresentado na Fig. 4.

Tabela 2- Resultados das atividades de  $^{40}\text{K}$  e  $^{137}\text{Cs}$  obtidos por espectrometria gama em amostras de leite em pó.

Marca do Leite	Atividade do $^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	Atividade do $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)
<b>LEITE 1</b>	<b>464 ± 12</b>	<b>≤ 3,46</b>
<b>LEITE 2</b>	<b>452 ± 10</b>	<b>≤ 3,19</b>
aA-14	514,94	
aA-7	509,17	
aItambé	492,89	
aDuleit	490,52	
aGlória	514,28	
aKlim	362,16	
bLa Campiña	329 ± 20	1,4 ± 0,4
bLa Pradera	401 ± 40	1,7 ± 0,4
bIndosa	440 ± 30	1,3 ± 0,4
bPopular 1	423 ± 40	1,0 ± 0,3
bPopular 2	398 ± 30	1,4 ± 0,3
bCamprolac	421 ± 20	1,8 ± 0,4
bRika	400 ± 20	2,2 ± 0,5

<sup>a</sup> De NADAI et al, 1988, b LaBRECQUE et al, 1992.

Comparando os valores de atividade encontrados para o  $^{137}\text{Cs}$  com os valores estabelecidos pela CNEN, percebemos que a atividade do  $^{137}\text{Cs}$  no leite corresponde a menos de 10% do limite máximo recomendado. Para o  $^{40}\text{K}$  a atividade é maior que a de  $^{137}\text{Cs}$ . Porém, o potássio está sobre controle homeostático no corpo humano, ou seja, ele se distribui quase uniformemente por todo o corpo, tornando-se assim muito menos prejudicial à saúde do que o césio.

Desta forma concluímos que os alimentos analisados estão muito abaixo do limite máximo permitido, sem problema para consumo. A maioria dos alimentos se encontra nas mesmas condições apresentando uma quantidade mínima de radioatividade natural, que não causa dano às pessoas.

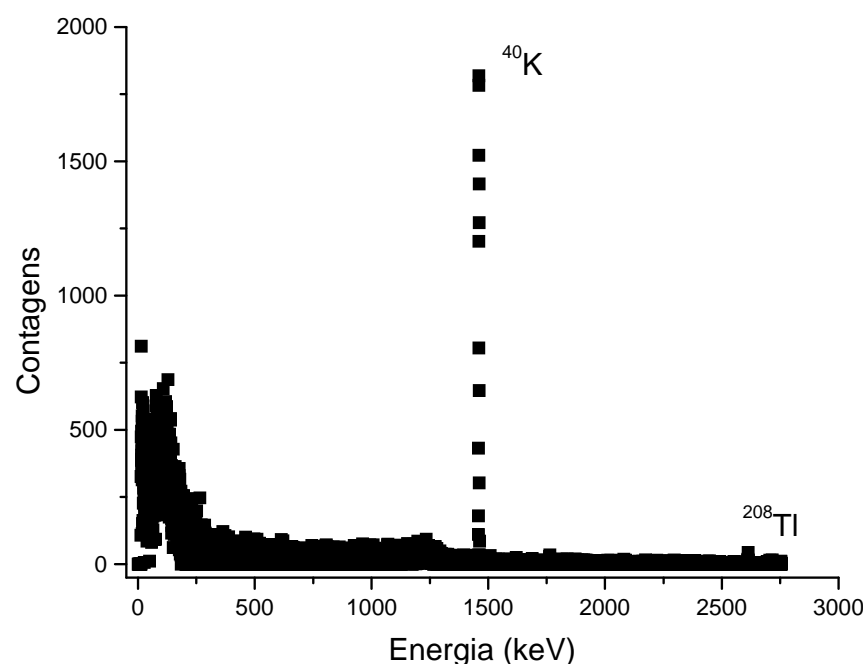


Fig. 4- Espectro dos raios gama emitidos pela amostra do Leite 1, já des-contadas as contagens da radiação de fundo (tempo de medida 48h). Veja que o pico do  $^{208}\text{Tl}$  é bem pequeno e do  $^{137}\text{Cs}$  nem chega a aparecer comprovando a baixa atividade.

### Referências Bibliográficas

CNEN-NE-3.01. Diretrizes Básicas de Radioproteção, julho de 1988. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/>

MELQUIADES, F. L.; APPOLONI, C. R. “ $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{232}\text{Th}$  activities in brazilian milk samples measured by gamma ray spectrometry”. **Indian Journal of Pure and Applied Physics**, v. 40, n. 1, p. 5-11, 2002.

RITCHIE, J. C.; MCHENRY, J. R. Application of radioactive fallout Cesium-137 for measuring soil erosion and sediment accumulation rates and patterns: A review. **J. Environ. Qual.**, v. 19, p. 215-233, 1990.

Radiation: Doses, Effects, Risks United Nations Environment Programme, second edition, Cambridge, 1991. p. 11.

DE NADAI, E. A.; FERRAZ, E. S. B.; PESSENDA, L. C. R.; NASCIMENTO FILHO, V. F. Influência da Geometria de detecção na determinação de  $^{40}\text{K}$  natural em leite em pó. In: CONGRESSO GERAL DE ENERGIA NUCLEAR, II, 1988. **Anais...**

LABRECQUE, J. J.; ROSALES, P. A.; CARIAS, O. The preliminary results of the measurements of environmental levels of  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in Venezuela Nuclear. **Instruments and Methods In Physics Research A**, 312, p. 217-222, 1992.