

BR9533201

ISSN 0101-3084



**CNEN/SP**

**ipen** Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares

GOVERNO DO BRASIL

**ANÁLISES RADIOMÉTRICAS REALIZADAS PELO SERVIÇO DE  
MONITORAÇÃO AMBIENTAL DO IPEN DE 1988 A 1991**

**Luzia VENTURINI, Marcelo B. NISTI e Brigitte R. S. PECEQUILO**

**IPEN-Pub-385**

**MARÇO/1993**

**SÃO PAULO**

**ANÁLISES RADIOMÉTRICAS REALIZADAS PELO SERVIÇO DE MONITORAÇÃO  
AMBIENTAL DO IPEN DE 1988 A 1991**

**Luzia VENTURINI, Marcelo B. NISTI e Brigitte R. S. PECEQUILO**

**SERVIÇO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

**CNEN/SP  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
SÃO PAULO - BRASIL**

Série PUBLICAÇÃO IPEN

**INIS Categories and Descriptors**

**C54.00**

**BRAZILIAN CNEN  
RADIOMETRIC ANALYSIS  
GAMMA SPECTROSCOPY  
FOOD  
CESIUM 134  
CESIUM 137**

---

**IPEN-Doc- 4585**

**Aprovado para publicação em 26/11/92.**

**Nota: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).**

ANÁLISES RADIOMÉTRICAS REALIZADAS PELO  
SERVIÇO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DO IPEN DE 1988 A 1991.

Luzia VENTURINI, Marcelo B. NISTI e Brigitte R. S. PECEQUILO

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
SERVIÇO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL (SPA)  
Caixa Postal 11049 - Pinheiros  
05422-970 São Paulo - Brasil

RESUMO

Este trabalho apresenta o serviço de Análise Radiométrica, realizado pelo Serviço de Monitoração Ambiental, por meio da descrição de seu desenvolvimento desde sua implantação em 1986, da técnica de medida utilizada e das amostras medidas no período de 1988 a 1991.

**ANALISES RADIOMETRICAS REALIZADAS PELO  
SERVIÇO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DO IPEN DE 1988 A 1991**

**Luzia VENTURINI, Marcelo B. NISTI e Brigitte R. S. PECEQUILO**

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
SERVIÇO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL (SPA)  
Caixa Postal 11049 - Pinheiros  
05422-970 São Paulo - Brasil**

**ABSTRACT**

This report presents the Radiometric Analysis service supplied by the Environmental Monitoring Service, by describing its development since 1986, the experimental procedure and the sample kinds and their quantities measured in the 1988 - 1991 period.

## INTRODUÇÃO

O Serviço de Monitoração Ambiental (SPA) vem prestando, há alguns anos, o serviço de análise radiométrica de produtos principalmente destinados à exportação ou importados. Esta atividade foi iniciada em 1986 quando algumas análises começaram a ser solicitadas ao IPEN em função da regulamentação da Comunidade Econômica Européia que estabeleceu limites máximos de radioatividade em produtos a serem importados (Regulamento 1707/86 de 30 de maio de 1986). Nesta época, este tipo de serviço era prestado, quase que exclusivamente, pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD-CNEN/RJ), o único instituto da Comissão Nacional de Energia Nuclear então credenciado junto às embaixadas estrangeiras para emitir parecer sobre este tema. Seguindo o exemplo europeu, outros países inicialmente adotaram a mesma resolução e posteriormente estabeleceram normas próprias. No caso brasileiro, a Resolução CNEN-07/86 [1] adotou os limites europeus e a Norma CNEN-NE-3.01 [2] estabeleceu os limites atualmente obedecidos.

A exigência dos países importadores de produtos brasileiros levou nossos exportadores a buscar outras opções de instituições que realizassem estas análises, de modo a reduzir os custos operacionais. A difusão, no meio comercial, da possibilidade de realização desse tipo de análise em São Paulo, mais próxima aos maiores portos brasileiros (Paranaguá e Santos), levou a um aumento significativo da demanda e ao credenciamento do IPEN. Em 1988, a análise radiométrica já representava uma importante fonte de recursos gerando uma receita mensal da ordem de US\$ 7.800/mês.

As análises radiométricas são realizadas por espectrometria gama direta, técnica esta que permite a determinação qualitativa, quantitativa e simultânea de

varios emissores gama entre os quais o  $^{134}\text{Cs}$  e o  $^{137}\text{Cs}$  que são os radionuclídeos que atualmente interessam aos clientes destas análises. Inicialmente, em função do acidente de Chernobyl na União Soviética em 1986, as solicitações de análise incluíam também a determinação das concentrações de  $^{90}\text{Sr}$  e de  $^{131}\text{I}$ . O  $^{90}\text{Sr}$ , emissor beta puro, não é determinado por esta técnica. O  $^{131}\text{I}$  deixou de ser importante poucos meses após o acidente em função de sua meia-vida curta (8,0 dias) embora até 1989 os certificados o citassem especificamente, assim como ao  $^{134}\text{Cs}$  e ao  $^{137}\text{Cs}$ , por exigência dos clientes.

Os resultados são apresentados na forma de um relatório que recebe o nome de Relatório Técnico sobre Análise Radiométrica, no qual se descreve o produto analisado, a concentração de radioatividade encontrada ou os limites de detecção e, no caso de alimentos, o parecer sobre a possibilidade de consumo em termos de Proteção Radiológica.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a medida das amostras a SPA atualmente utiliza dois sistemas de espectrometria gama compostos por equipamentos Ortec. Cada sistema consiste de um detector HPGe modelo 15120, uma fonte de alta tensão modelo 459 e um amplificador modelo 572. Ambos são controlados por software [3] e os dados são armazenados por meio de um multiplexador modelo 476-8 e de um módulo de armazenamento modelo 918-A. As constantes de tempo dos amplificadores foram fixadas em 3  $\mu\text{s}$ . Os espectros gama são medidos na faixa de energia de 50 a 2.800 keV e analisados por meio do programa Sampo [4].

A geometria de medida é a de um frasco Marinelli de 3 L onde as amostras são acondicionadas sem qualquer tipo de pré-tratamento. As massas medidas variam entre 2,5 e 3,0 kg.

dependendo do tipo de amostra. O tempo de contagem é de 10.000 segundos. A curva de eficiência foi calculada para a água, na mesma geometria. O método utilizado para o ajuste da curva já foi descrito anteriormente [5]. Os limites de detecção [6] calculados para a água são menores do que 3 Bq/kg para todos os emissores gama artificiais de interesse. Para levar em consideração a diferença entre as densidades das amostras, foi estabelecido um limite de detecção igual a 5 Bq/kg para todos os tipos de amostras de alimentos e para todos os radionuclídeos de interesse. Este valor é suficientemente baixo para atender às normas nacionais e internacionais. Entretanto esta geometria e a calibração em eficiência para a água não são utilizadas nos casos em que a medida da amostra, por aquele procedimento, indica a presença de radioatividade acima de 5 Bq/kg ou quando se trata de materiais como gesso, leite em pó e minérios. Estes últimos possuem calibração e geometrias de medida próprias. O gesso natural é medido em frascos Marinelli de 860 mL. Para o leite em pó o laboratório dispõe de geometrias calibradas de 100 e 860 mL. Minérios e gesso químico são medidos em frascos de 100 mL.

Quando a radioatividade presente nas amostras de produtos alimentícios atinge o limite estabelecido de 5 Bq/kg, uma quantidade maior de massa é calcinada e medida em forma de cinzas. O laboratório possui geometrias calibradas para medida de massas iguais a 10 e 100 g de cinzas. O tempo de contagem nestes casos é de 15.000 segundos e os limites de detecção estão abaixo de 0,1 Bq/g de cinzas, o que equivale a limites de detecção menores do que 1 Bq/kg de produto. Este procedimento de calcinação foi utilizado para validar o limite de detecção estabelecido para a geometria de 3 L. Várias amostras de alimentos cujas concentrações de radioatividade foram consideradas menores do que 5 Bq/kg foram calcinadas e medidas. Apenas em alguns casos foram encontradas

concentrações de  $^{137}\text{Cs}$  da ordem de 1.5 Bq/kg. O método utilizado para o pré-tratamento das amostras de alimentos encontra-se descrito em detalhes em um dos manuais de procedimento da SPA [7].

O controle de qualidade desse serviço é realizado por meio da participação em intercomparações internacionais organizadas pela Agência Internacional de Energia Atômica. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos na medida das concentrações de  $^{134}\text{Cs}$  e  $^{137}\text{Cs}$  em algumas amostras, no período 1988 - 1991. Os resultados completos dessas intercomparações podem ser encontrados nos relatórios oficiais da IAEA [8,9,10,11], exceto para a amostra IAEA-373 que ainda não foi publicado.

Tabela 1

Concentrações de  $^{134}\text{Cs}$  e de  $^{137}\text{Cs}$  medidas em amostras de intercomparações no período de 1988 a 1991.

Amostra	$^{134}\text{Cs}$ (Bq/kg)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)
IAEA-306	51,1 ± 1,8	193,0 ± 6,0
IAEA-321	16,7 ± 0,6	73,8 ± 2,4
IAEA-352	-	2,97 ± 0,17
IAEA-367	-	199 ± 10
IAEA-373	920 ± 16	9978 ± 167

No caso de importados, o parecer sobre a possibilidade de consumo do produto é dado em termos da Norma CNEN-NE-3.01 [2] que estabelece os seguintes limites para a soma das concentrações de  $^{134}\text{Cs}$  e de  $^{137}\text{Cs}$ :

370 Bq/kg para o leite em pó,

600 Bq/kg para os demais produtos.

## AMOSTRAS

A Tabela 2 mostra a variedade das amostras medidas, os objetivos da análise: I (importação), E (exportação) e O (outros) e as quantidades anuais de análise realizadas no período 1988 - 1991. Os produtos importados vieram da Europa e dos Estados Unidos e os exportados tiveram como destino o Oriente Médio e o Japão.

A Tabela 2 mostra que a participação do IPEN na monitoração dos produtos alimentícios importados pelo Brasil foi iniciada praticamente em 1989 e que em 1988 se fazia obrigatória a análise de qualquer produto exportado pelo país tal como papel ou polpa de eucalipto. Algumas medidas foram realizadas para atendimento da indústria local. É o caso das análises de efluentes líquidos, gesso, minério e óleo de máquina. Os efluentes líquidos são amostras de água da piscina de uma fonte de  $^{60}\text{Co}$  usada em processos de esterilização. Em relação aos minérios pretendia-se verificar a viabilidade de extração ou estudar o processo de beneficiamento. O óleo de máquina veio de uma indústria que trabalhou com  $^{85}\text{Kr}$ . O gesso natural e o gesso químico são materiais de interesse da Construção Civil e as amostras foram medidas para a determinação das concentrações de  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  e  $^{40}\text{K}$ .

A Tabela 2 mostra que, em 1989 e 1991, cerca de 70% das amostras medidas eram de produtos a serem exportados. Em 1991, este índice caiu para 52% enquanto o número total de solicitações cresceu 8%. Atualmente a maior parte das análises é feita em amostras de carne de frango, por exigência de países do Oriente Médio, e em amostras de leite em pó, por exigência brasileira.

Tabela 2

Tipos de amostras, finalidade (I: importação, E: exportação, O: outras) e quantidades anuais de análises no período de 1988 a 1991.

Amostra	I/E/O	88	89	90	91	Total
açúcar	E	4	8	7	-	19
cacau e derivados	E	6	5	-	-	11
café solúvel	E	11	9	4	-	24
carne bovina	E	35	2	-	4	41
carne bovina	I	-	27	8	4	39
carne de frango	E	124	139	181	99	543
carne suína	I	-	52	26	9	87
caseinato de sódio	E	-	-	-	1	1
cravo da Índia	E	-	-	-	1	1
doces diversos	E	16	38	1	3	58
efluentes líquidos	O	4	1	2	1	8
extrato de carne	E	8	6	9	5	28
farinha láctea	E	3	-	-	1	4
frios	E	22	-	-	-	22
gelatina	E	4	3	4	4	15
gesso (natural e químico)	O	11	1	1	-	13
glutamato monossódico	E	16	10	33	27	86
goma de mascar	E	-	4	8	10	22
leite em pó	I	2	12	51	15	219
manteiga	I	-	-	-	6	6
massa para macarrão	E	2	-	-	-	2
minérios	O	-	14	5	-	19
óleo de laranja	E	-	-	-	1	1
óleo de manteiga	I	-	-	2	11	13

Continua



## COMENTÁRIOS FINAIS

Em termos de resultados, nenhum dos produtos nacionais apresentou concentração de radioatividade artificial acima de 5 Bq/kg. Esta observação é importante a nível de banco de dados embora, apenas por si, não possa levar a conclusões definitivas pelo fato de que os produtos medidos não podem ser considerados indicadores biológicos e porque a amostragem a nível nacional, ou mesmo regional, é insuficiente. Os resultados no entanto são úteis por causa da resistência natural dos produtores brasileiros em participar de programas de pesquisa em função do receio de que seu produto seja, de alguma forma, associado à radioatividade e o seu desempenho comercial venha a ser prejudicado. Estes resultados não concluem mas apontam na direção de que o nosso nível de radiação ambiental não foi significativamente afetado pelo acidente de Chernobyl ou por atividades nucleares anteriores (década de 1960) conduzidas no Hemisfério Norte.

Alguns produtos importados, principalmente leite em pó e carne suína, várias vezes apresentaram concentrações de  $^{137}\text{Cs}$  acima de 5 Bq/kg, embora sempre bem abaixo dos limites permitidos pelas normas nacionais. Em relação a estes produtos, conhecemos o portos de embarque e de desembarque, que não correspondem necessariamente à origem e ao destino.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Izabel C. P. Bueno pela datilografia dos certificados, a partir de maio de 1991. E agradecemos à Thereza Fontana pela imprescindível colaboração no preparo das amostras desde a implantação desse serviço.

## REFERENCIAS

1. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Resolução CNEN-07/86, de 11 de setembro de 1986, publicada Diário Oficial da União em 29 de setembro de 1986, seção 1, p. 14590.
2. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Diretrizes Básicas de Radioproteção*. Rio de Janeiro, julho de 1988. (CNEN-NE-3.01).
3. EG&G ORTEC. *Maestro<sup>TM</sup> 11 A64-B1*. Guia do Usuário. 1990.
4. RUTTI, J. T. *Sampo, a Fortran IV program for computer analysis of gamma-ray spectra from Ge(Li) detectors, and other spectra with peaks*. 1969. UCRL-19452.
5. VENTURINI, L. & VANIN, V. R. HPGe detector efficiency calibration for extended sources in the 50 - 1400 keV energy range. (Em fase de publicação).
6. ALTSHULER, B. & PASTERNAK, B. Statistical measures of the lower limit of detection of a radioactivity counter. *Health Phys.* 9: 293, 1963.
7. MANUAL de Procedimentos IPEN-BR-076. Pré-tratamento físico-químico de amostras ambientais e de alimentos. São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP, SPA, 1990. (Documento de circulação interna).
8. BALLESTRA, S.; VAS, D.; LOPEZ, J. J. & NOSHKIN, V. *Final report. Intercomparison of radionuclide measurements in mediterranean tuna fish sample IAEA-352*. 1990. IAEA/AL/032.

9. STRACHNOV, V.; BURNS, K. & DEKNER, R. *Intercomparison study IAEA-321 on the determination of radionuclides in milk powder*. 1990. IAEA/AL/026.
10. BALLESTRA, S.; VAS, D.; LOPEZ, J. J. & NOSHKIN, V. *Final report. Intercomparison of radionuclide measurements in marine sediment sample IAEA-306*. 1989. IAEA/AL/13.
11. BALLESTRA, S.; LOPEZ, J. J.; GASTAUD, J.; VAS, D. & NOSHKIN, V. *Intercomparison of radionuclide measurements in marine sediment sample IAEA-367*. 1991. IAEA/AL/046.