

“MONITORAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA AMBIENTAL NA CIDADE DE SOROCABA E REGIÃO”

Rodemir de Oliveira*, Marco Antonio P. V. Moraes** ***

* Centro Tecnológico da Marinha – CTMSP / Aramar - Divisão de Radioproteção
Rodovia Sorocaba-Iperó Km 12,5 – CEP 18560-000 - Iperó SP.

** Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN
Cx. postal 11049 – CEP 05499-970 SP.

***Universidade de Sorocaba-Uniso-Depto. Ciências e Matemática
Cx. postal 587, CEP 18035-430 Sorocaba-SP

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados dos níveis de radiação gama ambientais medidos em pontos de monitoração localizados na cidade de Sorocaba (distância aproximada de 70 km da cidade de São Paulo) e regiões vizinhas no período de julho/1999 a junho/2000. Sorocaba, além de ser um importante polo industrial, concentra vários hospitais e clínicas que fazem uso da medicina nuclear, e está situada vizinha à cidade de Iperó, onde o Comando da Marinha realiza estudos e pesquisas referentes ao desenvolvimento da energia nuclear.

Foram utilizados detectores termoluminescentes de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, expostos durante 3 meses e posicionados em postes de madeira, a uma altura de 1,10 m do solo, em 12 pontos de monitoração distribuídos pela região. Esses dosímetros foram calibrados com uma fonte de Co-60 , no Laboratório de Dosimetria do IPEN/CNEN-SP. A leitura foi feita com equipamento Harshaw modelo 2000A, em um tempo de leitura de 40 segundos., alta voltagem de 620 V e uma temperatura de 220 °C. Os resultados preliminares estimados para a cidade de Sorocaba indicam uma dose média absorvida no ar de $248 \pm 37 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$ e para a região um valor médio de $211 \pm 31 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$.

I. INTRODUÇÃO

O meio ambiente terrestre sempre está exposto à radiação proveniente de fontes radioativas naturais e artificiais. Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de se determinar os valores destas exposições em diversas partes do globo terrestre. As radiações artificiais provêm principalmente do uso de radioisótopos em tratamentos e diagnósticos na medicina, aplicações na indústria, instalações nucleares e explosões nucleares. As fontes naturais de radiação são principalmente os raios cósmicos e os radionuclídeos primordiais que estão presentes na crosta terrestre, destacando-se as séries naturais do U^{238} , Th^{232} e K^{40} . As concentrações de alguns radionuclídeos naturais variam de acordo com as propriedades geológicas locais^[1]. As radiações cósmicas variam principalmente com a altitude e latitude e, por esse motivo, localidades mais altas em relação ao nível do mar tendem a apresentar taxas de exposição maiores de radiação

natural. A radiação artificial é responsável por somente 13% de toda exposição humana, e os 87% restantes são devidos às fontes terrestres externas e internas no corpo^[1-2].

O objetivo deste estudo é conhecer os níveis de radiação gama ambiental na cidade de Sorocaba e cidades vizinhas comparando-os com valores encontrados em outras localidades já estudadas. A cidade de Sorocaba está distante aproximadamente 70 km a oeste da cidade São Paulo, e é um importante pólo industrial do estado, faz limite com a cidade de Iperó, onde o Comando da Marinha mantém o Centro Experimental de Aramar (CEA). Neste centro são desenvolvidas pesquisas na área nuclear, visando o domínio das etapas do ciclo do combustível nuclear e a construção de um reator nuclear de pesquisas resfriado a água do tipo PWR^[3]. A região também possui vários hospitais e clínicas que utilizam radioisótopos e raio-X com finalidade de diagnóstico e tratamento de doenças.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A medida da radiação gama ambiental foi realizada utilizando a técnica de dosimetria termoluminescente, que é uma metodologia muito empregada para monitoração da radiação ambiental, em função de apresentar alta sensibilidade para pequenas taxas de exposição. Vários materiais podem ser utilizados na detecção da radiação, por suas características termoluminescentes, destacando-se: Fluoreto de Lítio dopado com Magnésio (LiF:Mg), Sulfato de Cálcio dopado com Disprósio (CaSO₄:Dy), Borato de Lítio dopado com Manganês (Li₂B₄O₇:Mn), Fluoreto de Cálcio dopado com Disprósio ou Manganês (CaF₂:Dy, CaF₂:Mn)^[1-4-5]. Neste estudo foram utilizados os dosímetros de CaSO₄:Dy que é usual em medidas ambientais e individuais por apresentar maior eficiência em relação a outros detectores, possuir baixo fator de desvanecimento (fading) e poder ser utilizado em um grande intervalo de medidas, variando de 10⁻⁶ a 10⁵ R^[5-6].

Os dosímetros termoluminescentes (TLDs) foram expostos durante 3 meses, posicionados em postes de madeira, a uma altura de 1,10 m do solo e distribuídos em diversos pontos de monitoração pela cidade de Sorocaba e algumas cidades vizinhas. Os locais foram escolhidos considerando-se a facilidade para instalação dos dosímetros e a abrangência da maior parte da região. No total foram monitorados 12 pontos, sendo 7 em várias regiões da cidade de Sorocaba; além de pontos de medida nas cidades vizinhas de Salto (norte), Tatuí (oeste), Mairink (leste), Piedade (sul) e Iperó, este último localizado dentro da área do CEA.

A localização dos pontos de monitoração pode ser visualizada na Figura 1. Na cidade de Sorocaba, dois pontos de medida foram colocados na área externa de instituições hospitalares que utilizam radioisótopos para fins de medicina nuclear.

Os TLDs foram calibrados no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em relação a várias taxas de exposições conhecidas, com uma fonte de ⁶⁰Co, correlacionando-as com os níveis de termoluminescência obtidos. Para minimizar os efeitos da dependência energética do detector, para exposições em campos de radiação de baixa energia (30 KeV), foi considerada a média das leituras obtidas com 3 TLDs, utilizados sem e com filtros de chumbo de espessuras variadas e acondicionados em porta dosímetros^[7].

Os dosímetros sofreram pré-tratamento visando a eliminação de sinais espúrios, a 300 °C, por 1 h, antes de serem distribuídos nos pontos de amostragem, e pós-tratamento, a 100 °C, por 15 min, antes de sua leitura. No campo, os porta dosímetros foram embalados com plástico escuro impedindo sua exposição à luz^[4-5].

A leitura dos detectores foi realizada no Laboratório Radioecológico do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, em um equipamento Harshaw modelo 2000A, em um tempo de leitura de 40 segundos, alta voltagem de 620V e temperatura de 220 °C.

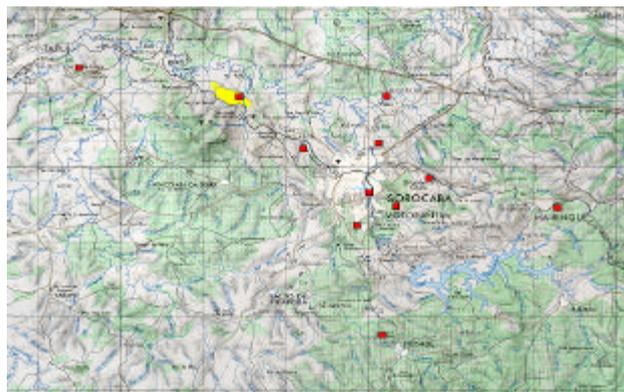


Figura 1: Localização dos pontos de monitoração

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias dos resultados obtidos para as doses absorvidas no ar, em $\mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$, são mostradas na Tabela 1 e apresentam um erro relativo de $\pm 15\%$, em função da propagação de erros verificada na reprodutibilidade do lote de dosímetros, durante o processo de escolha dos TLDs e calibração dos mesmos.

TABELA 1: Dose absorvida no ar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$)

Local	jul-set99	out-dez99	jan-mar00	Abr-jun00	média
Sorocaba P-1	2578	272	238	215	246
Sorocaba P-2	295	296	276	271	284
Sorocaba P-3	295	241	252	240	257
Sorocaba P-4	253	260	229	236	245
Sorocaba P-5	-	217	165	232	205
Sorocaba P-6	292	237	229	227	246
Sorocaba P-7	328	258	239	223	262
Tatuí	177	164	181	206	182
Mairink	316	304	282	226	282
Salto	217	205	190	233	211
Piedade	-	217	219	230	222
Iperó	-	-	-	158	158

No gráfico 1 são apresentados os valores médios trimestrais avaliados para os pontos monitorados na cidade de Sorocaba, no gráfico 2, são mostrados os valores médios da cidade de Sorocaba e das cidades vizinhas.

A cidade de Sorocaba apresenta uma dose média absorvida no ar de $248 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$, com os resultados dos pontos monitorados variando entre $205 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$ e $284 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$.

As doses médias das cidades vizinhas variaram de $158 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$ (Iperó) a $282 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$ (Mairink).

O valor obtido para a cidade de Iperó é referente apenas ao trimestre de abril/2000 a junho/2000, porém este valor está compatível com resultados médios encontrados no Programa de Monitoração Ambiental realizado pelo Centro Tecnológico da Marinha, na região de Iperó^[8].

Os pontos 5 e 6 na cidade de Sorocaba referem-se aos detectores colocados nas proximidades de instituições hospitalares, e os resultados médios apresentam uma variação semelhante àquela observada nos outros pontos da

cidade, mostrando não haver influências diretas do uso de radioisótopos sobre as áreas externas dessas instituições.

O fato de que os resultados obtidos nas cidades de Iperó e Tatuí apresentam-se ligeiramente abaixo das médias verificadas nas outras cidades sugere que:

- devem ser efetuados novos estudos, ampliando o número de pontos de monitoração nestas cidades, de maneira a considerar a contribuição de construções prediais, como acontece na cidade de Sorocaba, Salto e Mairink;

- devem ser realizadas medidas de espectrometria gama nos solos dos pontos monitorados, para se avaliar a concentração dos radionuclídeos primordiais e sua contribuição na variação da dose ambiental.

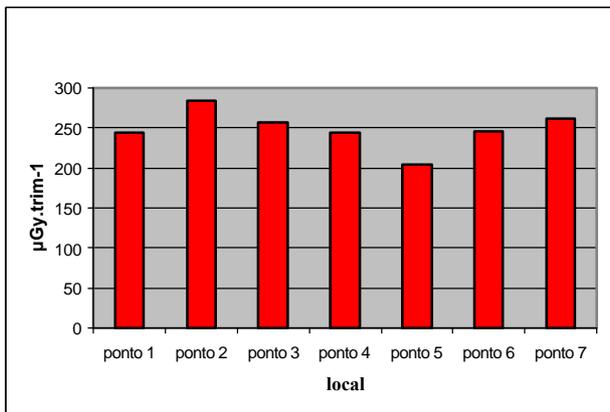


Gráfico 1: Doses médias absorvidas no ar na cidade de Sorocaba

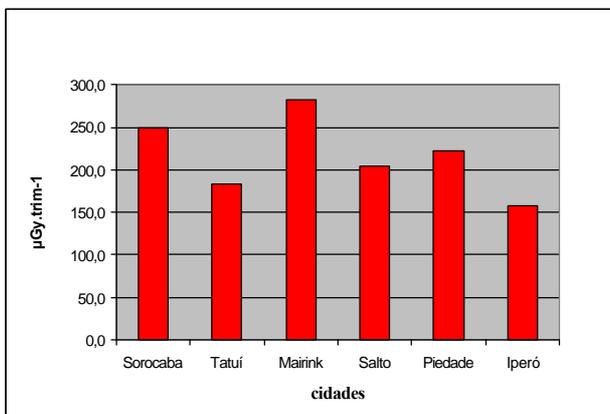


Gráfico 2. Doses médias absorvidas no ar nas cidades

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] – Tauhata, L. & Almeida, E.S. **Energia Nuclear e suas Aplicações**. Comissão Nacional de Energia Nuclear, R. Janeiro, 1990, vol. I.

[2] – UNSCEAR. United Scientific Committee on the Effects of Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. New York, UN, 1988.

[3] – Multiservice Engenharia, Relatório de Impacto Ambiental CTMSP, São Paulo, 1997.

[4] – Piesch, E.. Application of TLD –systems for environmental monitoring In:OBERRHOFER M. & SCHARMANN A. **Applied Thermoluminescence Dosimetry**. Commission of the European Communities, 1981, cap.11.

[5] – Da Rosa, L. A. R. **Termoluminescência e sua aplicação à monitoração individual**. Instituto de Radioproteção e Dosimetria. Rio de Janeiro, 1990.

[6] –Pradhan A.S. **Emission Spectra and Influence os Sunlight on Thermoluminescence of Dysprosium Doped CaSO₄ and CaF₂**, Radiation Protection Dosimetry, vol. 47, No. 1 / 4, 151-154, 1993.

[7] – Carvalho, R.N. Laboratório de Dosimetria Termoluminescente, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comunicação Pessoal.

[8] – Moraes, M.A.P.V. and Daltro T.F.L. **Environmental Gamma Radiation and Natural Radioactivity in Soils in Centro Experimental Aramar (CTMSP-Brazil) and Region**, Radiation Protection Dosimetry, vol 87, No. 3 , 207-211, 2000.

ABSTRACT

The experimental results are described obtained with CaSO₄:Dy thermoluminescence dosimeters for the measurements of natural outdoor gamma radiation background in Sorocaba City (70 km from São Paulo city) and surroundings from 1999 (July) to 2000 (June). Sorocaba is an important industrial city, with several nuclear medicine centres and is located nearby Centro Experimental Aramar, where Brazilian Marine is developing nuclear energy systems. The thermoluminescence dosimeters were exposed outdoors trimesterly in 12 environmental stations in order to estimate the dose rates in air. The monitoring station was a wood stick with a wood box. One PVC plastic badge containing 3 detector chips hung in free air inside the box, 1,1 m above the ground.

The detectors were read out on an automatic Harshaw model 2000 A TLD reader connected to a pico processor 2080 pC. The gamma calibration for each detector field and for a batch of control detectors was performed in the Secondary Standard Dosimetry Laboratory (IPEN/CNEN/SP) using a ⁶⁰Co source.

The preliminar estimate average outdoor gamma dose rate in air in Sorocaba City is $248 \pm 37 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$ and in the surrounding region is $211 \pm 31 \mu\text{Gy}\cdot\text{trim}^{-1}$.