

# MEDIDAS SIMULTÂNEAS DE RADIAÇÃO GAMA, PRECIPITAÇÃO E DE ATIVIDADE ELÉTRICA ATMOSFÉRICA EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP.

Marco A. S. FERRO<sup>1,2</sup>, Inácio M. MARTIN<sup>3</sup>, Marcos L. A. PINTO<sup>1</sup>, Marcelo M. F. SABA<sup>4</sup>,  
Roberto T. ARAUJO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> IAE, <sup>2</sup> [marcomasf@iae.cta.br](mailto:marcomasf@iae.cta.br), <sup>3</sup> ITA, <sup>4</sup> INPE, <sup>5</sup> ICEA

**RESUMO:** Este trabalho buscou avaliar a existência de relação entre os valores médios de radiação Gama, os totais de precipitação horária e a ocorrência de descargas elétricas atmosféricas, em São José dos Campos – SP. Os dados de precipitação foram registrados na Estação Meteorológica de Superfície do Aeroporto de São José dos Campos. As medidas de radiação Gama foram realizadas no Laboratório de Física do ITA, enquanto que os registros de atividade elétrica atmosférica foram feitos no Observatório de Fenômenos Atmosféricos da ACA/IAE e pela rede de monitoramento da BrasilDAT – operada pelo INPE. Em geral, os resultados apresentaram, de maneira preliminar, boa correlação, comparando-se, qualitativamente, os dados médios de radiação com os totais de precipitação e com os registros de ocorrências de descargas elétricas, em relação à resposta temporal dos aumentos irregulares de radiação gama.

**ABSTRACT:** This study evaluated the existence of a relationship between the mean values of radiation range, the total hourly precipitation and the occurrence of atmospheric electrical discharges in São José dos Campos - SP. The precipitation data were recorded at the Surface Meteorological Station at São José dos Campos Airport. Gamma radiation measurements were performed at the Laboratory of Physics of ITA, while records of atmospheric electrical activity were made at the Observatory of Atmospheric Phenomena ACA / IAE and the monitoring network BrasilDAT - operated by INPE. In general, the results presented in a preliminary way, a good correlation, comparing, qualitatively, the average data of radiation with the total rainfall records and the occurrence of electrical discharges in relation to irregular temporal response of increased radiation gamma.

## 1 - INTRODUÇÃO

A radiação alfa, beta, x e gama de baixa energia (30 keV a 10 MeV), presente no meio ambiente local e na interface solo-ar, depende da presença de radionuclídeos e da presença de gás radônio no local (constituição geológica da região), radiação cósmica secundária, e radiação produzida por atividades humanas. A radiação ionizante de fundo em uma determinada região é o resultado da soma destas componentes.

Uma fonte importante de radiação ionizante, na interface solo-ar, é o gás radônio (Rn-222) que é formado pelo decaimento do urânio e do tório. A intensidade de radiação proveniente da radiação cósmica secundária e proveniente de descargas elétricas produzidas na baixa atmosfera varia pouco com o tempo; no entanto, ela varia com a latitude e a altitude a partir da superfície da Terra (Martin, I.M.; Thèse de Spécialité, Université Toulouse, France, 1971).

No Brasil, ainda não foram realizadas medidas da radiação proveniente do solo, produzida pelo radônio atmosférico, de origem cósmica e artificial. Mas, em outros países esses valores são conhecidos, por exemplo, em Portugal 56% da radiação ao nível do solo é produzida pelo radônio atmosférico, 8% é proveniente do solo, 8% é de origem cósmica, 17% é produzida artificialmente e 11% é produzida por outras fontes (A. A. M, Lima, 2007). Um fato importante relacionado ao radônio é que durante eventos de precipitação a sua concentração, junto ao solo, pode crescer devido ao transporte desse gás pelas gotas de chuva, bem como pelos ventos. A precipitação pode ocorrer associada a outros fenômenos, como rajadas de vento e atividades elétricas atmosféricas, quando resultam de tempestades. A emissão de raios gama por rápida remoção de carga da nuvem de tempestade pode estar relacionada com a ocorrência de relâmpago. A partir de observações feitas por satélites, Fishman et al.(1994) encontraram que um certo número de emissões de raios gama coincidem com a posição de tempestades. Inan et al. (1996) identificaram uma emissão de raio gama, observada sobre a América Central, como ocorrendo dentro de  $\pm 1,5$  ms de um relâmpago positivo. O objetivo deste trabalho foi verificar a existência preliminar, de forma qualitativa, de relação entre os valores radiação Gama, os totais de precipitação horária, registrados na Estação Meteorológica do Aeroporto de São José dos Campos – SP (EMS-SJ), e a ocorrência de descargas elétricas atmosféricas.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

Para este trabalho, foram utilizados dados, obtidos simultaneamente nos períodos de 19/03/2012 a 03/04/2012 e de 22/05/2012 a 28/05/2012, em São José dos Campos – SP, referentes ao total horário de precipitação, em mm; valores de radiação gama, medida em contagens obtidas a cada minuto; medidas do campo elétrico da atmosfera e registros da ocorrência de descargas elétricas atmosféricas.

Os dados pluviométricos foram registrados na EMS-SJ, nos horários das 00 h às 23 h (local), mantidos arquivados no Banco de Dados Climatológicos da Subdivisão de Climatologia Aeronáutica, do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), em São José dos Campos – SP. A EMS-SJ do aeroporto localiza-se nas coordenadas 23° 13' 44''S e a 045° 52' 16''O, numa altitude de 646 metros (CORREA et al., 2010).

As medidas de radiação gama e X, com energias de 30 keV até 10 MeV (contagens/unidade de tempo), foram feitas no Laboratório de Física do ITA. Neste caso, foi usado um cristal de iodeto

de sódio ativado com Tálcio NaI(Tl) com resolução em energia melhor que 15%, no intervalo energia mencionado acima.

As informações de campo elétrico foram obtidas a partir dos registros realizados no Observatório de Fenômeno Atmosféricos da Divisão de Ciências Atmosféricas do Instituto de Aeronáutica e Espaço (ACA/IAE). Enquanto que as informações das descargas elétricas atmosféricas foram fornecidas pela Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas – BrasilDAT – operada pelo INPE.

Inicialmente, foram associados gráficos de valores de radiação gama, com resolução temporal de 1 (um) minuto, com registros de precipitação e de atividade elétrica (campo elétrico e descargas elétricas atmosféricas). Em seguida, foram calculadas médias horárias dos valores de radiação gama para que fosse verificada, qualitativamente, a existência de relação entre aumento da dose de radiação, em função da ocorrência, apenas, de precipitação.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medidas de radiação Gama, integrada entre 0,030 e 10,0MeV, durante o período de 22 a 28 de maio de 2012, estão representadas na Figura 2.

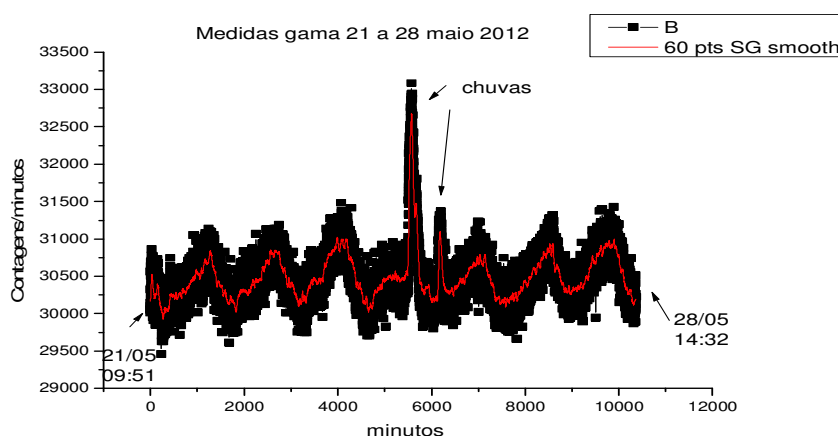


Figura 1: Monitoramento da radiação gama integrada (0,030 a 10,0 MeV) entre 21 e 28 maio de 2012.

A curva da intensidade de radiação gama medida mostra claramente uma variação diurna (Figura 1). Essa variação é, predominantemente, dominada pela presença do gás radônio (RN-222) que através da desintegração emite radiação gama  $^{214}P_b$  e  $^{214}B_i$  em energias correspondentes, de 352 e 609 keV. A ocorrência de precipitação permite o transporte do gás radônio à baixa troposfera, aumentando a presença do gás radônio junto à superfície. No entanto, esse aumento corresponde no máximo ao valor de 5% do nível normal. Em geral, aumentos superiores a esse, durante chuvas e/ou descargas elétricas, são produzidos por elétrons energéticos com altas velocidades gerando fótons de raios gama nesse intervalo de energia. Pode-se observar o pico maior, na Figura 1, no qual o aumento, em relação ao nível normal de,

aproximadamente, 30500 contagens/minuto, foi de 8%. Na Figura 2, o pico maior de radiação gama, da ordem de 34500 contagens/minuto, foi registrado durante a ocorrência de chuvas associadas a descargas elétricas atmosféricas. O intervalo de tempo, em que ocorreu o valor extremo de radiação gama, foi comparado com os dados de atividade elétrica. Dessa forma, pode-se verificar as ocorrências dos eventos em momentos próximos.

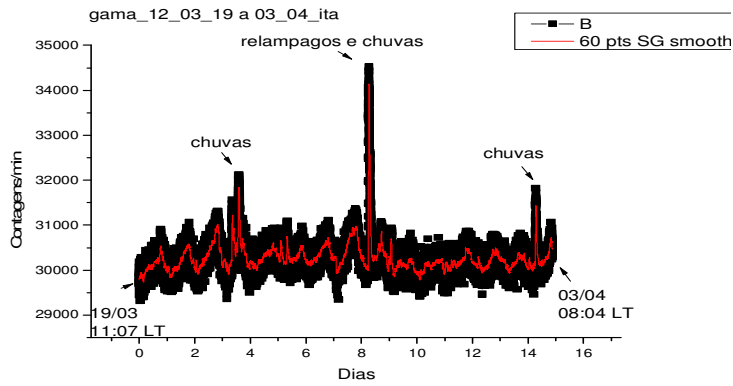


Figura 3: Monitoramento da radiação gama integrada (0,030 a 10,0MeV) entre 19 de março e 03 junho de 2012.

Na figura 3, apresentam-se os gráficos com as intensidades horárias de radiação média, média máxima, média mínima, e com o total horário de precipitação local, para o mesmo período de observação.

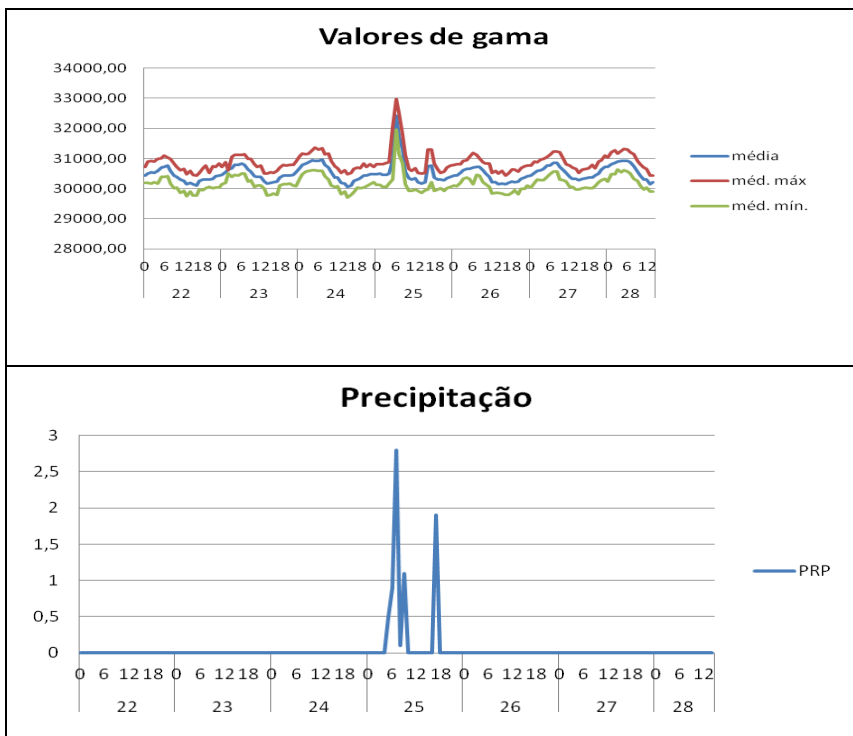


Figura 4: Valores mérios de radiação gama e total de precipitação, no período de 22 a 28/05/12.

A intensidade de radiação gama medida no intervalo de energia estudado apresentou aumento durante a ocorrência de precipitação (Figura 3). Esses resultados apresentam uma boa correlação, comparando-se, qualitativamente, os dados médios de radiação com os totais de precipitação, em relação à resposta temporal dos aumentos irregulares de radiação gama, apesar de seus valores absolutos terem revelado relativa discrepância.

#### **4 - CONCLUSÕES**

Nos dois casos avaliados os dados de radiação Gama apresentaram aumento irregular concomitantemente às ocorrências de precipitação e de descargas elétricas atmosféricas. Além disso, as intensidades horárias de radiação média, média máxima, média mínima, no intervalo de energia estudado, apresentaram boa correlação, comparando-se, qualitativamente, com os totais de precipitação, em relação à resposta temporal dos aumentos irregulares de radiação gama, apesar de seus valores absolutos terem revelado relativa discrepância. Esses resultados motivam a realização de medidas simultâneas e sincronizadas das variáveis estudadas no Observatório de Fenômenos atmosféricos da ACA/IAE, visando fomentar pesquisas de interesse de áreas da Meteorologia Aeroespacial.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- CORREA, C. S. et al. 2010. Variabilidade Temporal da Precipitação no Aeroporto de São José dos Campos – SP entre os anos de 1982 e 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16, 2010, Belém. **Anais eletrônicos...** Belém: SBMET. Disponível em: <[http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/310\\_40078.pdf](http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/310_40078.pdf)>. Acesso em 10/06/2012.
- FISHMAN, G. J. et al. 1994. Discovery of intense gamma-ray flashes of atmospheric origin. **Science**. 264: 1313-16.
- INAN, U. S. et al. 1996. On the association of terrestrial gamma-ray bursts with lightning discharges and sprites. **Geophys. Res. Lett.** v. 23: p.1017-20.
- LIMA, A. A. M, 2007. **As radiações no ensino básico e secundário**. Dissertação de mestrado. Departamento de Física - Universidade de Coimbra, Portugal.
- MARTIN, I. M. 1971. **Variation du flux des neutrons et des rayons gamma d'origine cosmique en fonction de la latitude**. Tese de doutorado. Universidade de Toulouse, France.