

# MEDIDAS DA RADIAÇÃO IONIZANTE DO MEIO AMBIENTE LOCAL COM UM DETECTOR DE RAIOS GAMA.

R. R. F. Carvalho<sup>1,\*</sup>; I. M. Martin<sup>1</sup>; R. A. Gomes<sup>1</sup>, M. P. Gomes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Física, Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, São José dos Campos, SP 12228-900, Brasil.  
Telefone: (12) 3947 5784

\*rodrigorezende012@gmail.com

**RESUMO:** Recentemente em artigos publicados na literatura, os autores descrevem a origem da radiação gama ou raios gama de baixa energia até 10 MeV. Um tipo de radiação eletromagnética de alta frequência produzida geralmente por elementos radioativos e descargas elétricas presentes no meio ambiente onde vivemos. A intensidade dessa radiação pode variar a cada localidade do planeta. Foram efetuadas medidas da radiação gama de 200 keV até 10.0 MeV no campus do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, em São José dos Campos, SP, Brasil. Também, foram realizadas medidas dessa radiação no intervalo de 10 minutos, no meio ambiente com fontes radioativas (Césio Cs-137, Polônio Po-210 e Estrôncio Sr-90) colocadas sobre o cristal cintilador. Estudou-se a geração dos espectros em função da energia sempre no mesmo intervalo de tempo. Assim, foi possível determinar para este local a presença da radiação gama natural presente na interface solo-atmosfera para essa faixa de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radiação ionizante, Raios Gama, Detector de radiação gama.

**ABSTRACT:** In recent articles published in the literature, the authors describe the origin of gamma radiation or low energy gamma rays up to 10 MeV. A type of high frequency electromagnetic radiation produced by radioactive elements and electric discharges present in the environment where we live. The intensity of this radiation can vary from each location on the planet. Measurements of gamma radiation from 200 keV to 10.0 MeV in campus of the Technological Institute of Aeronautics - ITA, in São José dos Campos, SP, Brazil, were carried out. In addition, measurements of this radiation were carried out within 10 minutes in the environment with radioactive sources (Césio Cs-137, PolônioPo-210 and Strontium Sr-90) placed on the scintillator. A generation of the spectra was studied in function of the energy always in the same interval of time. Thus, it was possible to determine a presence of the natural gamma radiation present in the soil-atmosphere interface for this energy range.

**KEYWORDS:** Ionizing radiation, Gamma rays, Gamma radiation detector

## 1. INTRODUÇÃO.

O espectro da radiação gama geralmente é produzido por elementos químicos radioativos, como Urânio ( $^{238}\text{U}$  e  $^{235}\text{U}$ ), Tório ( $^{232}\text{Th}$ ) e o Potássio ( $^{40}\text{K}$ ) na qual apresentam comprimentos de onda ( $\lambda$ ) relativamente baixos, na ordem de picômetros, o que aumenta o seu poder de penetração no meio ambiente [1]. Devido a sua alta taxa de energia, essa radiação apresenta um efeito

ionizante, podendo causar danos irreparáveis no núcleo celular dos seres vivos. Sua produção está sempre associada às partículas alfa ou beta. Ocorre que após a emissão desse tipo de radiação, muitas vezes o núcleo atômico sofre um processo de reorganização, isto é, de passagem de um estado excitado para outro de menor energia, dando origem a emissões eletromagnéticas. Dessa forma, é comum ter-se uma emissão alfa seguida por uma gama, ou uma emissão beta seguida por uma gama [2]. É possível medir radiações gama de diferentes intensidades de acordo com a região em que se encontra o equipamento sobre a superfície terrestre.

A quantidade de elementos radioativos presente no solo varia a cada região do planeta Terra [3]. Diferentes técnicas já existem para efetuar medidas dessa radiação nesse intervalo de energia tanto no solo quanto no ar ou na água [4].

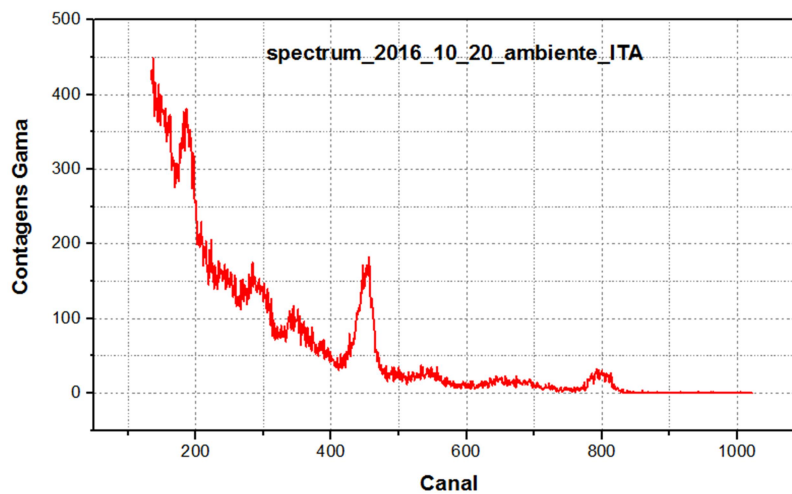
## 2. METODOLOGIA.

O aparato experimental cujo objetivo é medir a radiação ionizante presente no local, equipamento calibrado, utilizado nas medidas da radiação gama, se trata de um sistema portátil constituído por um cristal (3" x 3" polegadas) de diâmetro e espessura, sempre protegido por uma fina camada de alumínio em formato cilíndrico, juntamente com uma fotomultiplicadora (PM), circuito da fonte de energia (regulada para fornecer 1.700 VDC) e com o sistema de aquisição de dados fornecidos pela empresa (Aware Eletronic Inc., EUA) [4]. A aquisição dos dados é sempre realizada através de um laptop.

O primeiro passo deste trabalho foi medir a radiação ambiental presente no campus do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica.) em São José dos Campos – SP, Brasil, de modo que foi possível identificar os elementos radioativos como Bismuto ( $^{214}\text{Bi}$ ), Potássio ( $^{40}\text{K}$ ) e Tálho ( $^{208}\text{Tl}$ ), [5]. Através do sistema (software e hardware) de aquisição de dados foram obtidos os gráficos da intensidade de radiação versus canal, com uma amostragem ampla de até 1024 canais [6]. Em seguida utilizando as fontes radioativas Cs-137, Po-210 e Sr-90 existentes no laboratório do ensino fundamental do ITA foi feita a correlação entre canal e energia da radiação gama. Logo todos gráficos apresentados neste trabalho foram reportados em intensidade (contagens) versus energia da radiação incidente. Essa transformação foi executada utilizando recursos do software Excel e Origin, 2015.

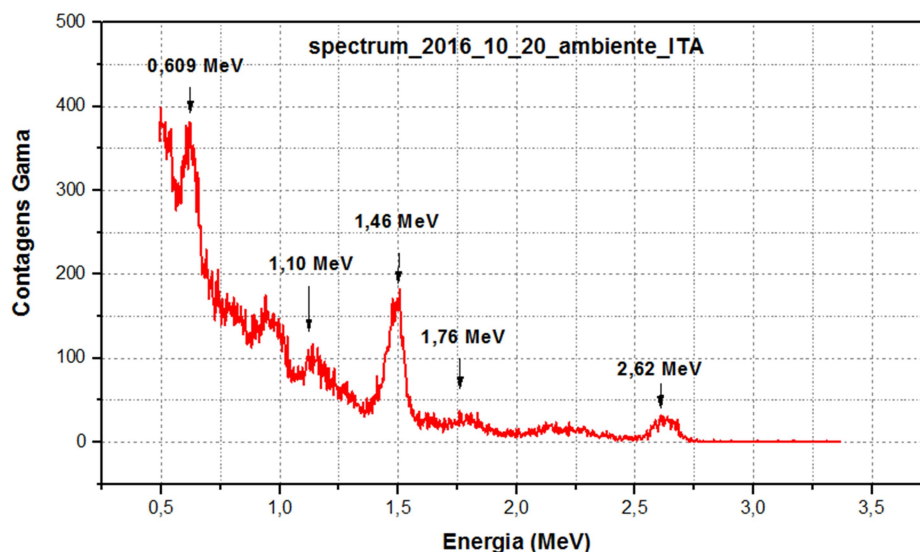
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi efetuada a calibração do cintilador gama com fontes radioativas para determinar a intensidade dessa radiação ionizante em função da energia do meio ambiente. No gráfico da Figura 1 observa-se para uma medida da radiação ambiente do campus do ITA durante 10 minutos de amostragem a intensidade em contagens por canal versus número de canal fornecido pelo detector da Ludlum.



**Figura 1:** Gráfico da medição de raios gama presente no ambiente. Intensidade X Canal.

Para a melhor análise dos dados adquiridos, foi efetuada a transformação do gráfico de Intensidade versus canal para Intensidade versus energia. Feito com auxílio das fontes radioativas e dos softwares Excel e Origin 2015, esse gráfico pode ser observado na Figura 2 abaixo.

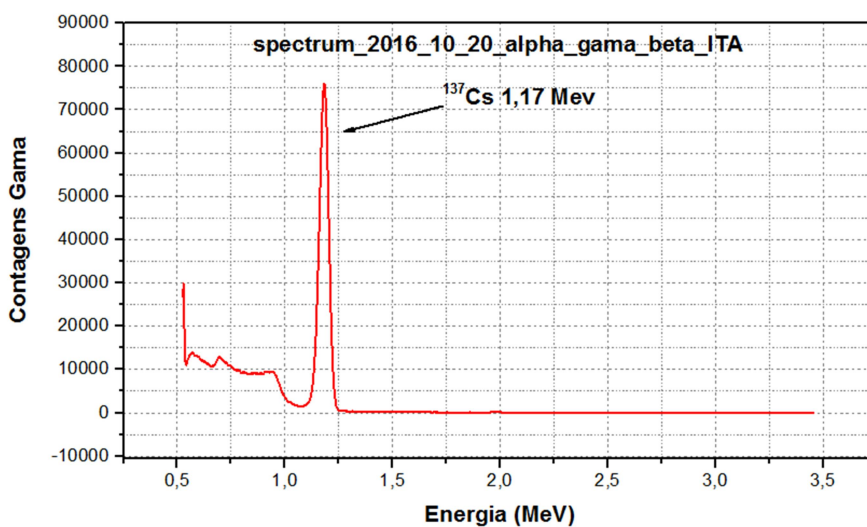


**Figura 2:** Gráfico da medição de raios gama presente no ambiente (Intensidade x Energia).

Na Figura 2 acima veja o pico de 2,62 MeV indica a presença do elemento Tório. Os picos de 1,76 MeV, de 1,10 MeV e 0,609 MeV indicam presença do Urânio. O pico de 1,46 MeV indica a presença do Potássio. Em seguida foi efetuada uma nova medição e plotado o gráfico, utilizando como fontes radioativas o Cs-137(emitindo raios gama), Sr-90(emitindo partículas beta) e Po-210(emitindo partículas alfa) posicionados em contato direto com o equipamento como mostra a Figura 3 abaixo. Essas fontes fornecem energias de raios gama em 0,662 keV e 1,17 MeV, partículas alfas em 5,4 MeV e elétrons em 0,90 keV, respectivamente na Figura 4.

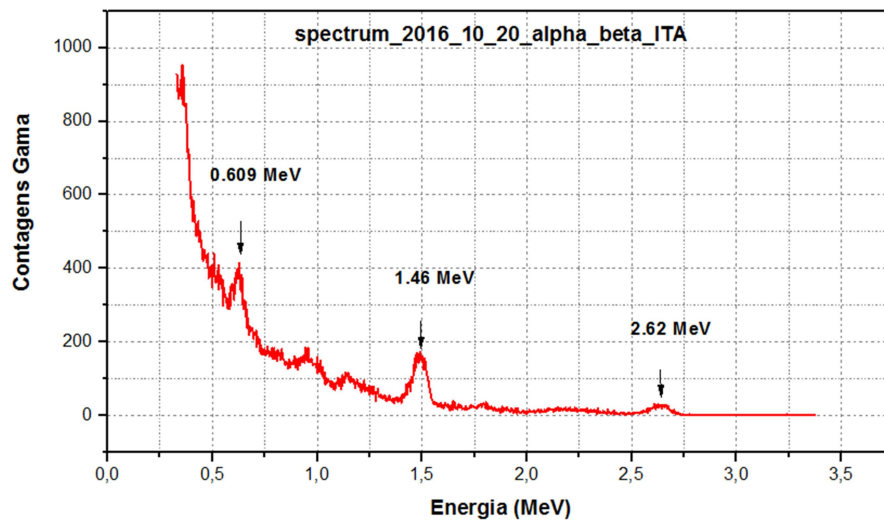


**Figura 03:** Foto do “Gamma ray spectrometer” em contato com os elementos radioativos Cs-137, Sr-90 e Po-210.



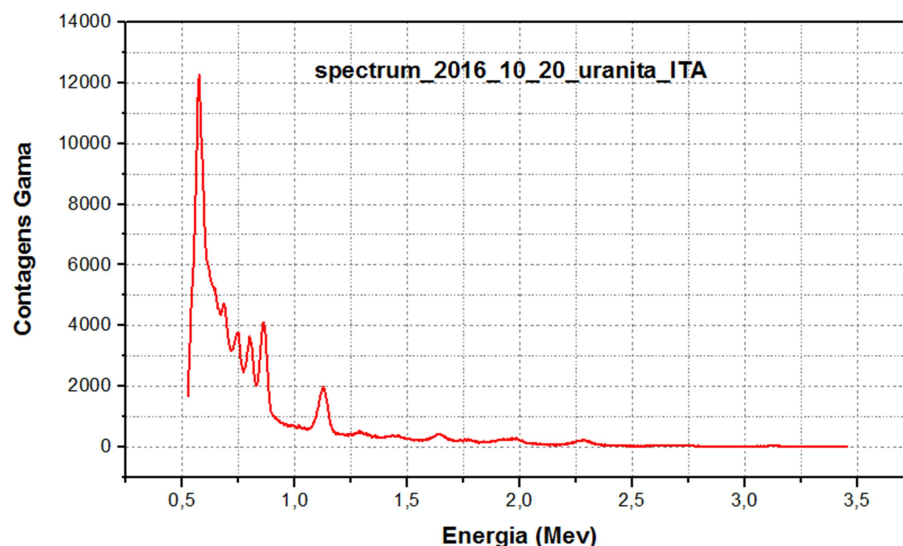
**Figura 4:** Grafico da medição da radiação emitida pelas fontes radioativas: Cs-137, Sr-90 e Po-210.

Em seguida, foi retirado o elemento radioativo Cs-137 e efetuado uma nova medição somente com os elementos emitindo partículas alfa e beta. O resultado obtido nesse procedimento esta apresentado no espectro da Figura 5.



**Figura 5:** Gráfico da medição de radiação emitida pelo Sr-90 e Po-210.

Verifica-se na Figura 5 que os elementos alfa e beta param no invólucro do alumínio do cristal e o espectro é o mesmo que o ambiental (Figura 1). A última medição com o equipamento foi feita utilizando pedras de urânio garimpadas na região da cidade de Poços de Caldas – MG, Brasil, onde se encontra com facilidade. Posicionando-as em contato direto com o equipamento assim como os elementos anteriores verifica-se o espectro da radiação gama em função da energia na Figura 6.



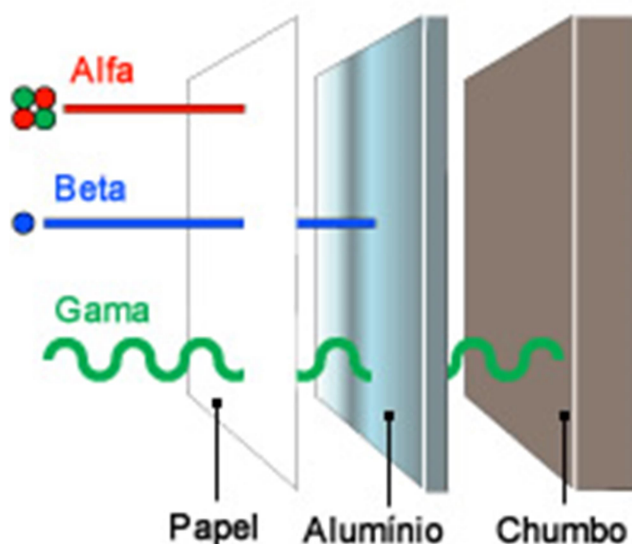
**Figura 6** – Espectro de amostras da Uranita da região de Poços de Caldas, MG.

A análise dos gráficos 1 e 2 evidenciou claramente a radiação ambiental presente na região do campus do ITA, com destaque nos picos de 0,609 MeV ( $^{214}\text{Bi}$ ), 1,10 MeV ( $^{214}\text{Bi}$ ), 1,46 MeV ( $^{40}\text{K}$ ), 1,76 MeV ( $^{214}\text{Bi}$ ) e 2,62 MeV ( $^{232}\text{Th}$ ). Já no terceiro gráfico, o elemento radioativo Cs-137 em contato com o detector, emite uma intensidade elevada de raios gama, ofuscando a radiação ambiental presente no local.

No quarto gráfico, não ocorre mudança alguma provocada pelos elementos radioativos Sr-90 e Po-210, na qual emitem partículas alfa e beta. A radiação alfa é barrada facilmente por uma folha de papel, a beta por uma chapa de alumínio e a gama por uma chapa grossa de chumbo conforme



ilustra a Figura 7. Como o detector é protegido por uma camada fina de alumínio, não se torna possível medir a radiação alfa e beta com o “Gamma ray spectrometer” empregado neste trabalho.



**Figura 7** – Esquema demonstrativo sobre transmissão e absorção das radiações empregadas neste trabalho (crédito: <http://www.infoescola.com/fisica-nuclear/radiacao-gama/> acesso em 2016).

O chumbo é bastante empregado para atenuar a radiação gama no intervalo de energia deste trabalho.

#### 4. CONCLUSÃO

Medidas, quatro no total (considerando os espectros da Intensidade x Energia), da radiação gama natural presente na interface solo-atmosfera, foram realizadas no campus do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP. Na primeira delas, foi obtido o espectro da radiação ambiente sem intervenções humana, em seguida foi empregado fontes radioativas alfa (Po-210), gama (Cs-137 na qual fornece raios gama em 0.662 keV e 1.17MeV) e beta (Sr-90), na terceira medida, foi retirado o Cs-137 e obtido somente o espectro da radiação ambiente, pois as partículas alfa e beta não penetram a camada de alumínio presente no detector. E por último, foi realizado a medida da radiação emitida pelas pedras de urânio, com picos de energia dominante entre 0,5 a 1,10 MeV. Logo com essas medidas foi possível verificar o perfeito funcionamento do equipamento, evidenciando os principais picos existentes em cada medida. Pode-se ressaltar que o equipamento utilizado é totalmente portátil possibilitando a análise dos espectros de radiação gama em diversas regiões do Brasil com grande interesse no ensino da Física.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] MARTIN, I. M., GOMES, M. P., SISMANOGLU, B. N., SANTOS, T. A. e CORRÊA, J. P. *Moni. Rad. Brasil*; v. 4, p. 282- 285, 2016.
- [2] Radioactivity and Radiation - Decay Scheme for Cs-137; 2007. Disponível em <http://www.geigercounter.org/radioactivity/isotopes.htm>. Acesso em 23/11/2016



- [3] Gamma-ray Interactions with Matter Disponível em:  
<http://www.lanl.gov/orgs/n/n1/panda/00326397>. Acesso em 24/11/2016.
- [4] Aware Electronic Corp., P. O. Box 4299, Wilmington DE 19807, USA, [www.aw-el.com](http://www.aw-el.com). Acesso em 25/11/2016.
- [5] GUSEV, A. A., MARTIN, I. M., ALVES, M. A. e de ABREU, A. J. *Sim. Rad. Res. Med. Rai. Gam. Mod. Sist. Terr. Mei. Amb.* v. 1. p 18, 2015.
- [6] MARTIN, I. M., FERRO, M. A. S., GOMES, M. P. e PINTO, M. L. A. *Med. rad. X e Gamm. Nív. Corr. Par. Atm.* vol. 3. p. 138-141. 2013
- [7] MARTIN, I. M., GUSEV, A. A., ALVES, M. A. E W. N. SPJELDVIK. *Prec. Rad. Est. Chu. Tróp.*,v.1, p. 140. 2014.