



ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA RADIAÇÃO CÓSMICA NA ATMOSFERA TERRESTRE UTILIZANDO O KIT DE SIMULAÇÃO GEANT4

Marcos Derós¹, Luis Gustavo Pereira²

^{1,2}Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil
e-mail(s): ¹marcos.deros@ufrgs.br, ²lgp@ufrgs.br

INTRODUÇÃO

Raios cósmicos são partículas extremamente energéticas que penetram a atmosfera terrestre. Eles são compostos, em sua maioria, por prótons de origem galáctica (como do Sol) ou extragaláctica (proveniente de outras galáxias). Ao se chocarem com as moléculas do ar, geram outras novas partículas em forma de cascata. O objetivo deste trabalho é estudar o desenvolvimento desta "chuva" de partículas utilizando o kit de simulação *Geant4* [1], que simula a passagem e a interação de partículas com a matéria. Em especial estamos interessados nos múons que chegam no solo. Este trabalho está sendo desenvolvido em parceria com o projeto de construção de detectores de partículas realizado no Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA). Futuramente pretendemos também comparar o dados obtidos no *Geant4* com o simulador *Corsika* [2].

EMBASAMENTO TEÓRICO

O "chuveiro" de partículas é o nome que se dá ao resultado da interação de uma partícula de alta energia com o meio, gerando novas partículas, estas que por sua vez também interagem e geram mais partículas, e o processo continua até que toda a energia seja absorvida pelo meio. No nosso caso, o meio é a própria atmosfera terrestre. O modelo físico de *Geant4* escolhido para o fenômeno utiliza *Bertini Cascade* para baixas energias e *Fritiof Model* para altas energias.

Foi utilizada como modelagem para a nossa atmosfera a parametrização utilizada por *Corsika*, baseada no modelo da atmosfera da *U.S Standard Atmosphere* [2]:

$$T(h) = a_i - b_i \cdot \exp\left(\frac{-h}{c_i}\right); i = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

$$T(h) = a_5 - b_5 \cdot \frac{h}{c_5} \quad (2)$$

Onde a_i , b_i e c_i são parâmetros variáveis de acordo com a camada, sendo esta identificada pelo índice i , que indica a altura em relação ao solo em ordem crescente. Na última camada (5), a relação deixa de ser exponencial e passa a ser linear.

METODOLOGIA

A atmosfera terrestre foi definida como um cilindro de 100km de extensão e também de diâmetro. O processo começa com a entrada de um próton com energia predefinida e perpendicular à base do cilindro, que foi modelada como sendo múltiplas camadas com densidade decrescente em relação ao nível do mar de acordo com a parametrização [2], apresentada no embasamento teórico.

Foram colocados detectores muito finos de 1mm em uma distribuição horizontal para a triagem e contagem de partículas durante a cascata. Como o projeto está em estágio inicial de desenvolvimento, não foram considerados os efeitos do campo magnético terrestre. A Figura 1 é o resultado de uma cascata gerada por um próton neste ambiente.

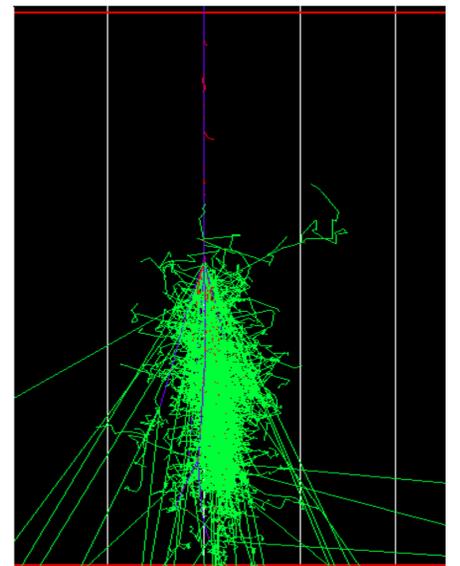


Figura 1 – Cascata gerada por próton de 25 GeV ao penetrar no mundo da simulação

RESULTADOS

As Figuras 2 e 3 são o desenvolvimento longitudinal de partículas Gama e Múon em um evento, no qual foi incidido um próton de 1 TeV com ângulo de 0° em relação ao zênite terrestre.

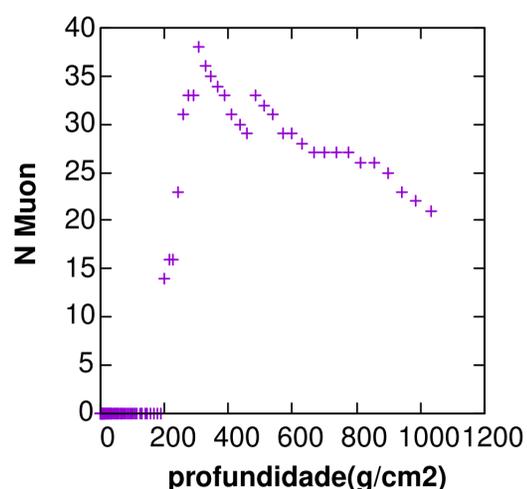


Figura 2 – Número de partículas múon em função da densidade

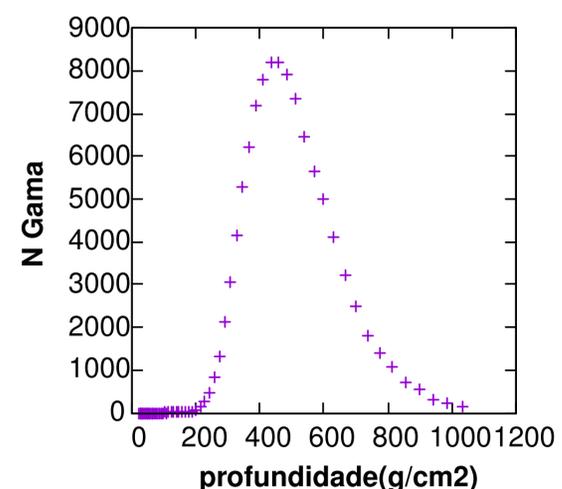


Figura 3 – Número de partículas gama em função da densidade

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- Os dados estão sendo analisados e comparados com os resultados do simulador *Corsika*.
- Analisar desenvolvimento lateral de partículas.
- Investigar possíveis problemas de parametrização.
- Simular interação com nêutrons cósmicos.

REFERÊNCIAS

- [1] Geant4 Collaboration. *Book for Application Developers*. 2017
- [2] D. Heck e T. Pierog. *Extensive Air Shower Simulation with CORSIKA: A User's Guide*. Institut für Kernphysik, 2019.