Estudo da correlação de raios cósmicos de energias ultra-altas com galáxias com núcleo ativo e com a radiogaláxia Centaurus A .

Gabriel Minoru Ikenaga de Brito*, Carola Dobrigkeit Chinellato.

Resumo

Recentemente, a Colaboração Auger tem estudado a distribuição das direções de chegada de raios cósmicos com energias ultra-altas e constatado uma correlação entre essas direções e as posições de galáxias com núcleo ativo próximas que constam do catálogo Véron-Cetty e Véron de quasares e radiogaláxias. O estudo realizado neste projeto tem como objetivo principal retomar o estudo dessa correlação e analisar esses dados procurando por um possível excesso de raios cósmicos em uma janela angular em torno da radiogaláxia Centaurus A.

Palavras-chave:

Raios cósmicos, Anisotropia, Observatório Pierre Auger.

Introdução

Analisando dados de raios cósmicos coletados pelo Observatório Pierre Auger no período de 1º de janeiro de 2004 até 31 de agosto de 2007, a Colaboração Auger obteve evidências de anisotropia na distribuição de direções de chegada de raios cósmicos com energias acima de 55 EeV com um nível de confiança de 99%. O estudo foi baseado no resultado da correlação entre as direções desses raios cósmicos à Terra e as posições dos objetos astrofísicos que constam na 12ª edição do catálogo Véron-Cetty e Véron [1]. O estudo realizado neste projeto foi realizado refazendo a análise considerando apenas a radiogaláxia Centaurus A e uma janela angular de 15°.

Resultados e Discussão

Para realizar o projeto, foram estudados primeiramente os sistemas de coordenadas celestes e galácticas utilizados no banco de dados do observatório. Foi necessário também entender o conceito de exposição do céu, uma vez que o Observatório Pierre Auger não é capaz de "ver" o céu inteiro, dada sua latitude geográfica sul.

Figura 1. Gráfico da função exposição relativa ω em função da declinação δ para o Observatório Auger (32,5° S).

Foram estudados também os métodos experimentais utilizados no Observatório Auger para a determinação de energia e ângulos (zenital e azimutal) dos raios cósmicos medidos e uma análise foi repetida obtendo os valores

esperados e dentro de um erro de $\pm 1^\circ$ com relação ao cálculo realizado no observatório.

Além disso, o método de Monte Carlo foi estudado com o objetivo de simular a região do céu vista pelo observatório segundo a função de exposição definida. Para a familiarização com o método, foi realizado um exercício de integração numérica de um polinômio simples com resultado dentro do esperado.

Para verificar a possibilidade de correlação entre os dados do Observatório Pierre Auger com o ângulo zenital menor que 80°, filtrados de [2], foi utilizado o software Mathematica e implementado um teste iterativo que verificava se havia direções de chegada dos eventos do catálogo nas proximidades da radiogaláxia Centaurus A. A condição de proximidade foi definida pelos pesquisadores do Observatório Pierre Auger estatisticamente e é tal que um evento tem sua direção de chegada suficientemente próxima da Centaurus A se o ângulo entre um vetor na direção de chegada e um vetor na direção da Centaurus A for menor ou igual a 15°. Dentre os 602 eventos verificados do catálogo 16 se encontram nessa janela angular de 15° e no resultado divulgado pela Colaboração Auger [2] apenas 14 se encontram nessa janela. O resultado é consistente com o da Colaboração Auger pois o resultado do observatório faz um corte em relação a energia e não analisa todos o conjunto de raios cósmicos e sim apenas aqueles com energia maior que 58 EeV

Conclusões

Os resultados deste projeto concordam com os obtidos pela Colaboração Auger na pesquisa de 2008 e o objetivo a ainda a ser alcançado é calcular o nível de significância da análise realizada em torno da Centaurus A utilizando o método de Monte Carlo para simular uma quantidade significativa de céus isotrópicos com a exposição do observatório e verificar a relevância dos 16 eventos que têm sua direção de origem próximas à radiogaláxia.

Agradecimentos

CNPq/Pibic.

[1] M.-P. Véron-Cetty e P. Véron, Astron. Astrophys. 455, 773 (2006).

[2] A. Aab et al. [Pierre Auger Collaboration], "Searches for Anisotropies in the Arrival Directions of the Highest Energy Cosmic Rays Detected by the Pierre Auger Observatory", Astrophysical Journal 804: 15 (2015).