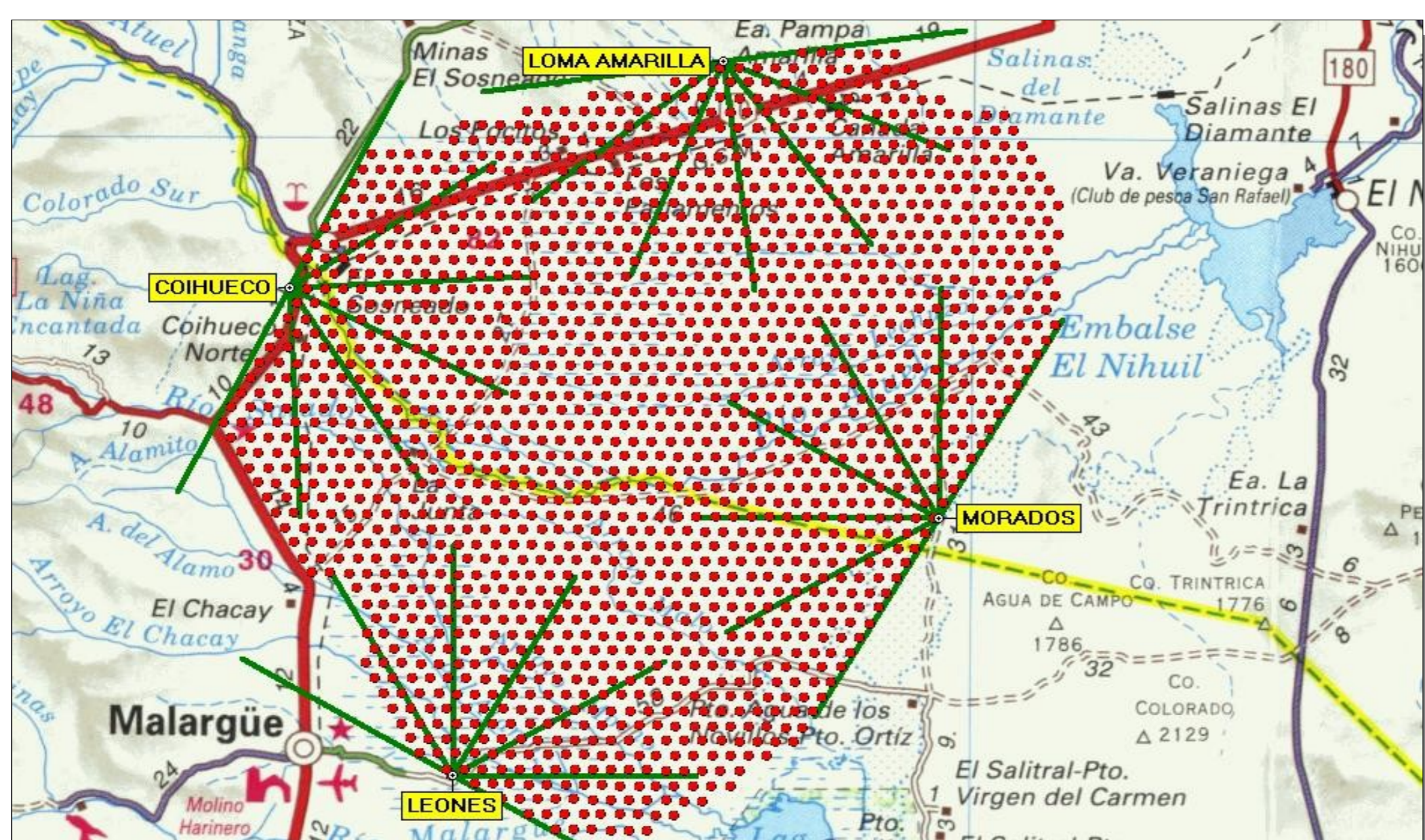


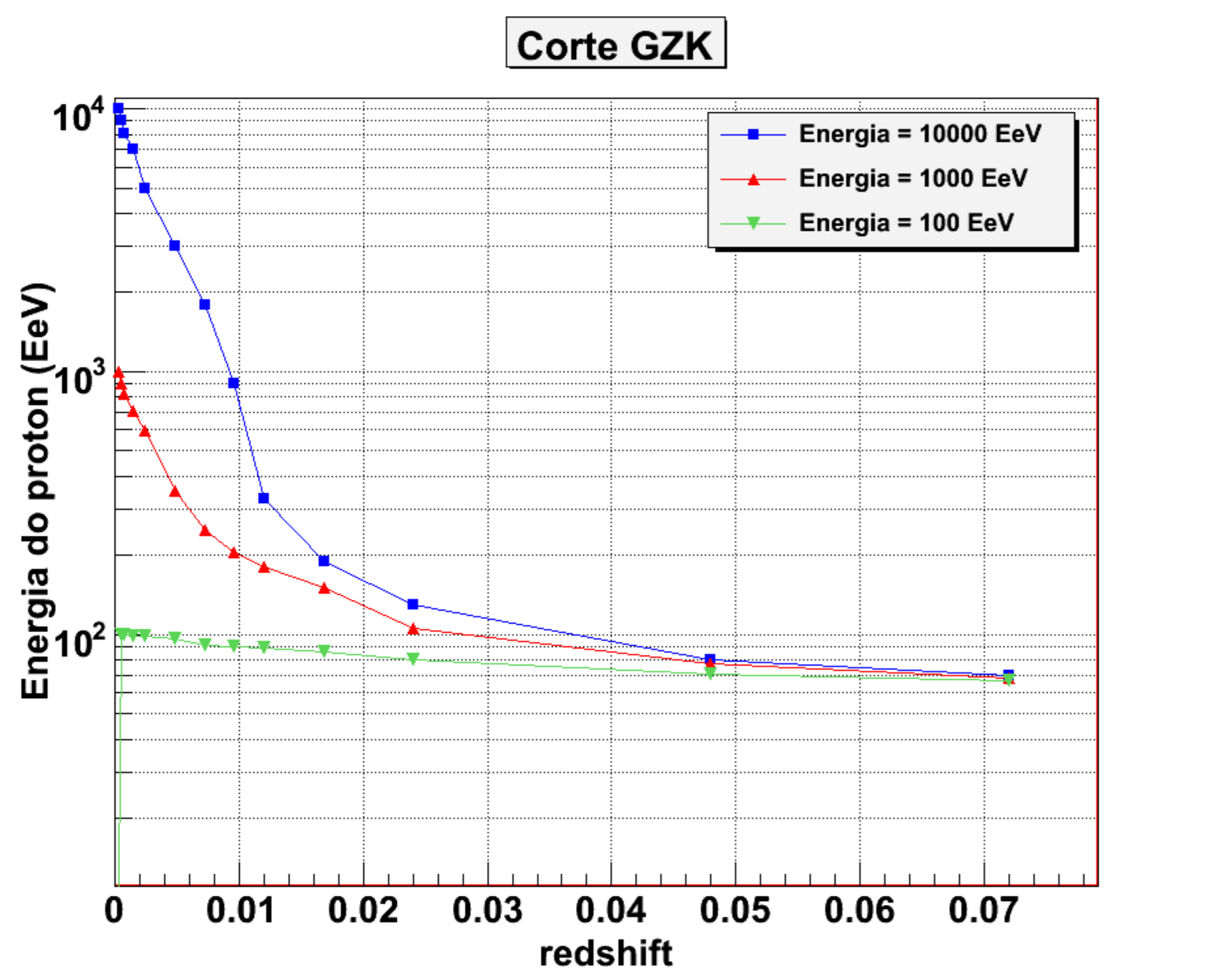
**1-) Introdução:** Raios cósmicos são partículas carregadas que viajam pelo espaço, sujeitas ao campo magnético extragaláctico e que interagem com a atmosfera terrestre, formando um grande chuva de partículas secundárias.

O observatório Pierre Auger, situado na Argentina, coleta informações destas partículas, como a direção de chegada e a energia. Neste trabalho, a análise feita em [2] foi estendida para algumas novas abordagens. Primeiramente, foram feitas várias medidas de correlação para diferentes distâncias (médias) das AGN's. Assim, podemos obter informações sobre a ação do Corte GZK nos dados coletados (admitindo a hipótese de correlação com AGN's próximos. Uma outra abordagem foi simular conjuntos de eventos com um grau de correlação conhecido de antemão, visando buscar um limitante superior para a correlação do céu.



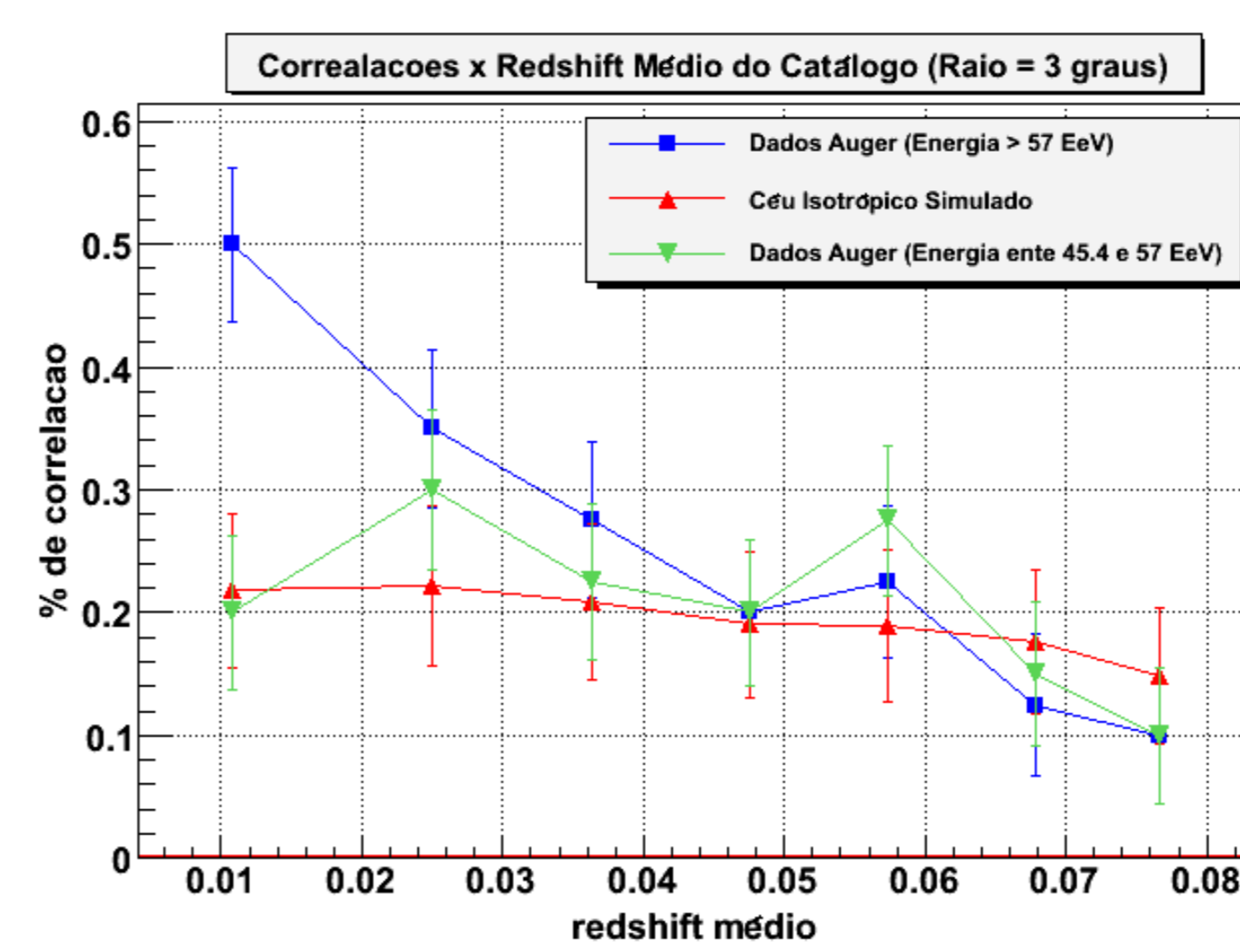
**Figura 1 :** Mapa do observatório Pierre Auger, localizado em Malargüe, Argentina. Os tanques estão indicados em vermelho e os pontos com legenda amarela são os detectores de fluorescência (os feixes verdes indicam o raio de alcance de cada um, 20 km).

**2-) Metodologia:** Afim de estender a análise de correlação para distâncias maiores que as utilizadas em [1], foram selecionadas 7 conjuntos de 318 AGN's do catálogo Véron-Cetty [4] (em ordem crescente de distância). Através disso, foram feitos os cálculos da correlação com cada um destes conjuntos, para serem estudados o comportamento das correlações (assumindo a hipótese de que os AGN's são provenientes das AGN's mais próximas) dos conjuntos de dados. Abaixo se encontra as curvas da energia do próton em função da distância percorrida. O decaimento de tal energia (devido a interações com a radiação cósmica de fundo) é conhecido como o corte GZK.

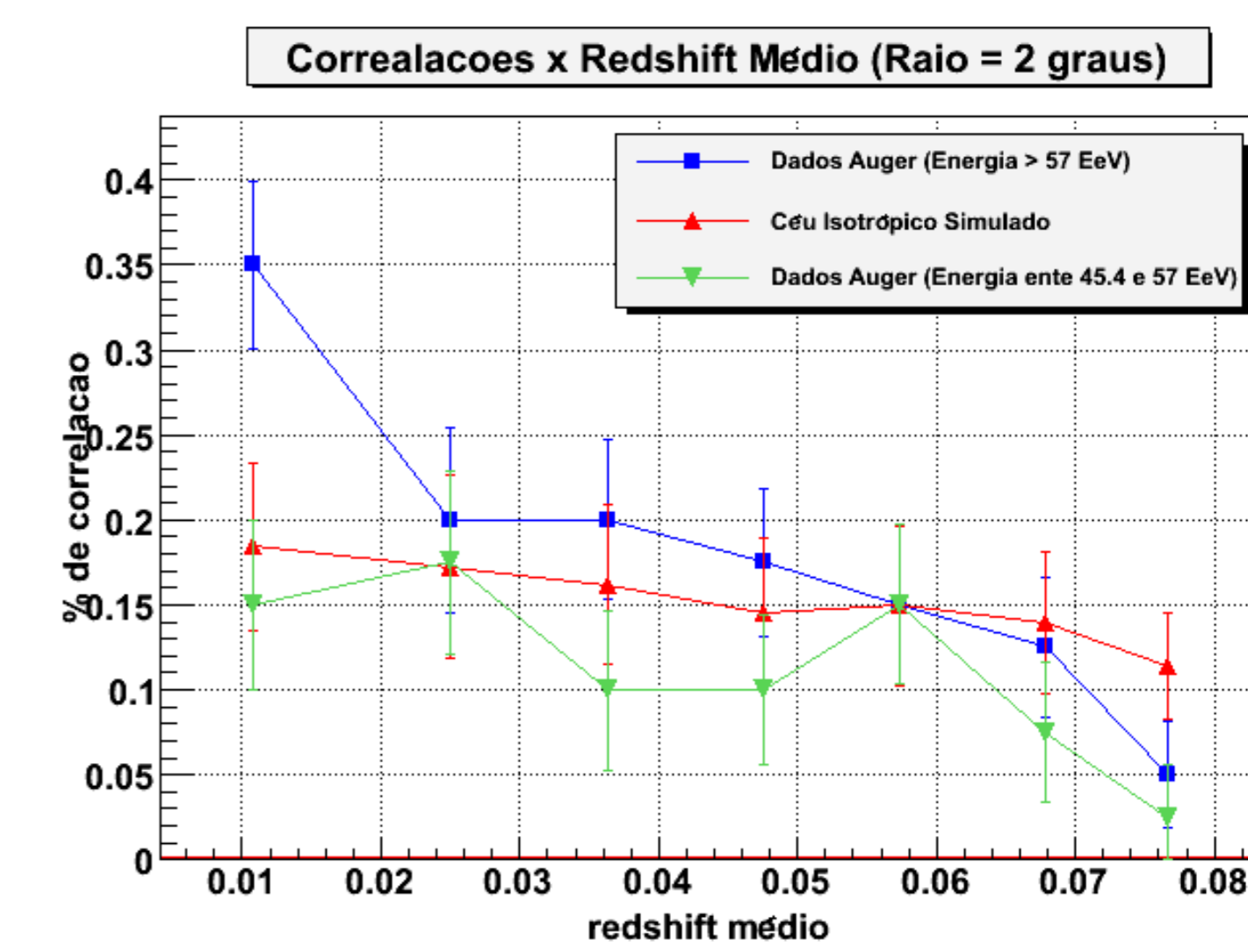


**Figura 2:** Gráfico da energia do próton em função da distância percorrida (redshift). O decaimento da energia devido a interação da partícula com a radiação cósmica de fundo é conhecido como o corte GZK.

**3-) Resultados:** Foram construídos dois gráficos, onde o raio da correlação em um é  $3^\circ$  e no outro é  $2^\circ$ . Esta perturbação do parâmetro foi feita afim de estudar o seu efeito em conjunto com a variação nas distâncias das possíveis fontes.

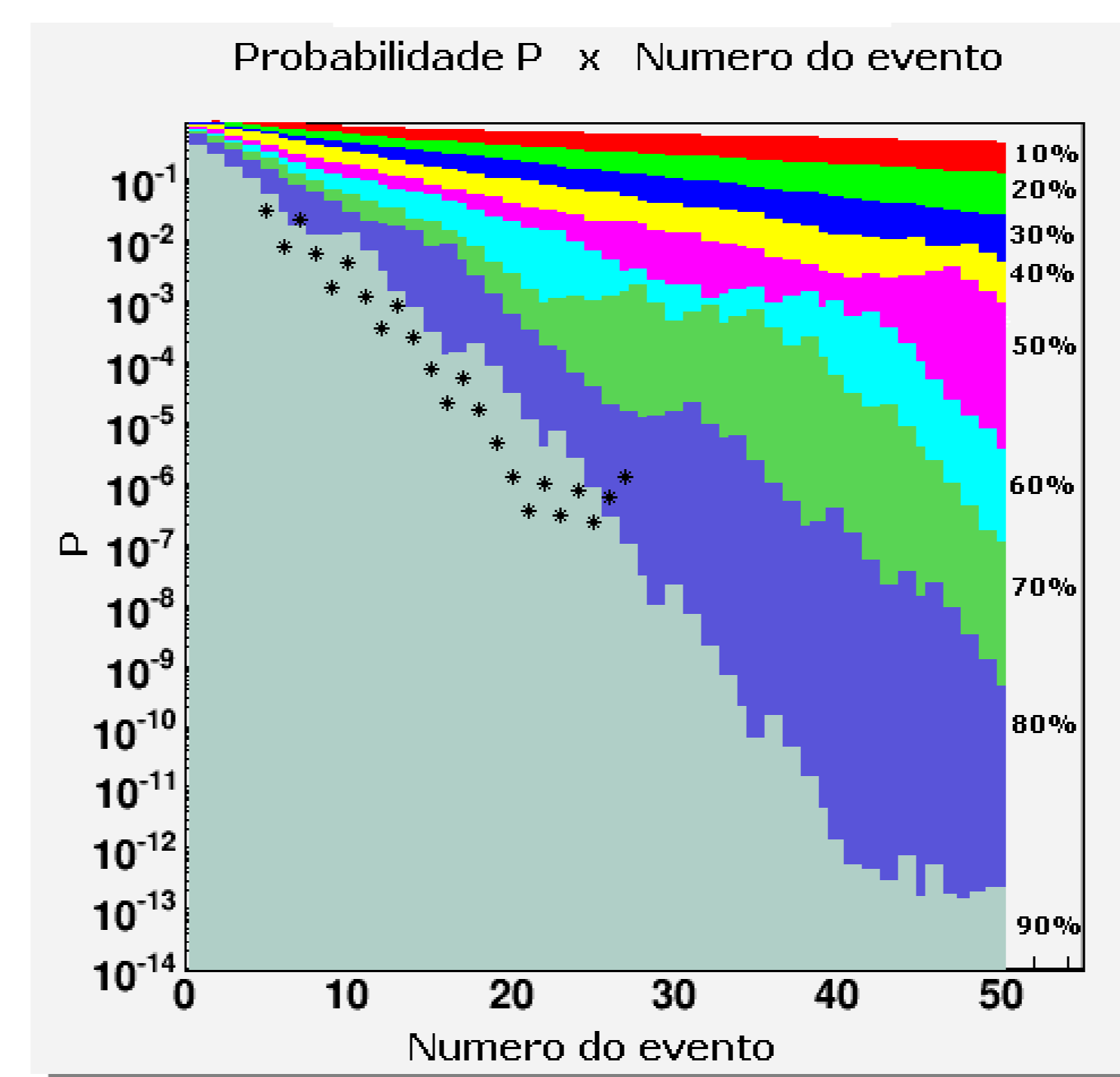


**Figura 4 :** Porcentagem de correlação em função da distância (raio de  $3^\circ$ )



**Figura 5:** Porcentagem de correlação em função da distância (raio de  $2^\circ$ )

Percebemos o efeito do corte GZK nos eventos ultra-energéticos (visto que as outras duas curvas não se alteram drasticamente ao aumentarmos a distância. Podemos observar que para grandes distâncias, o comportamento dos três cenários mostrados são indistinguíveis.



**Figura 6:** Parâmetro P em função dos eventos registrados pelo Auger e eventos de um céu isotrópico simulado.

A outra análise feita foi simular conjuntos de 50 eventos no campo de visão do observatório (como os coletados) e atribuir uma correlação conhecida previamente a cada conjunto. Foram simulados 1000 vezes cada um dos 9 tipos de conjuntos (de 10% a 90% de correlação) e foi construída a figura 5. Percebemos através dela que com os 27 dados do Auger apresentados em [1], já é possível deduzir que o céu é no máximo 90% correlacionado. Com a obtenção de mais eventos, poderemos estimar cada vez com mais certeza este limitante superior de correlações.

**5-) Conclusões:** A análise aqui feita mostrou alguns resultados interessantes, como o efeito do corte GZK nos eventos ultra-energéticos, os efeitos da perturbação do parâmetro radial e um estimador para limitante superior da correlação do céu. O estudo deve chegar a mais conclusões importantes assim que os dados posteriores aos do artigo se tornarem públicos. Futuramente, espera-se poder dizer com mais certeza se a hipótese de correlação dos eventos medidos pelo Pierre Auger com as AGN's desse catálogo é confiável ao aumentar o número de eventos medidos.

#### 6-) Referências:

- [1]- "Correlation of the highest-energy cosmic rays with the positions of nearby active galactic nuclei," *Astropart. Phys.* 29 (2008) 188-204;
- [2] - <http://root.cern.ch/>;
- [3] - [www.auger.org.ar/](http://www.auger.org.ar/);
- [4] - The 12th edition of the Catalog of Quasars and Active Galactic Nuclei by Veron-Cetty and Veron;