

Simulação e Análise do Survey Extragaláctico nos dados do primeiro Data Challenge do CTA

Bernardo Carvalho Beja¹, Ulisses Barres de Almeida², Bernardo Fraga²

¹Universidade Estadual do Rio de Janeiro(UERJ)

²Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas(CBPF)

11 de julho de 2019

Cherenkov Telescope Array

- ▶ O Cherenkov Telescope Array (CTA), será a próxima geração de observatório terrestre para a astronomia de raios gama de muito-alta energia. Formado por 100 telescópios de 3 tipos diferentes, dispostos em dois sítios, um no hemisfério norte e outro no sul.

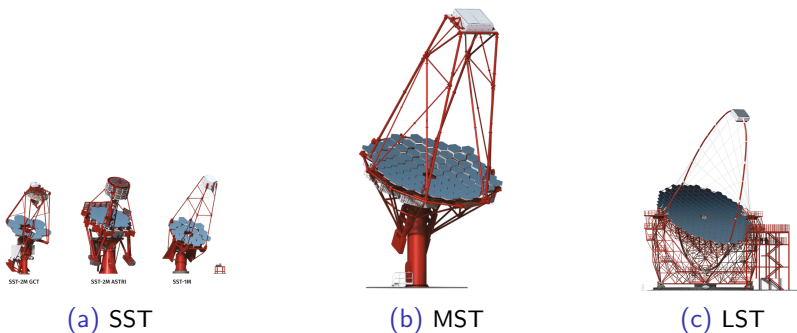
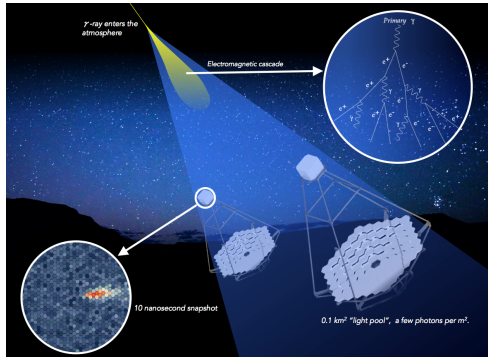


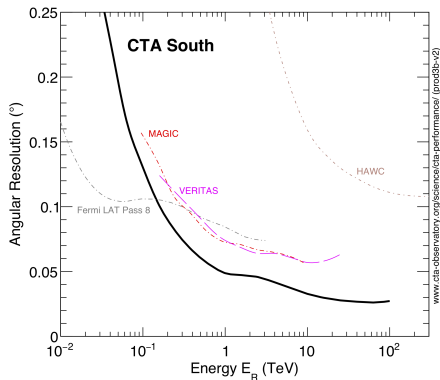
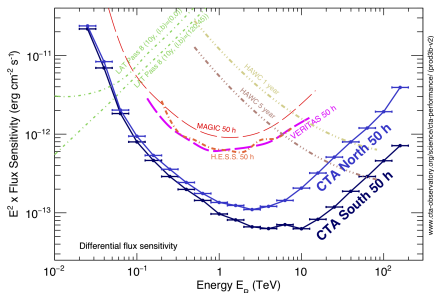
Figura 1: Fonte: <https://www.cta-observatory.org/project/technology>

CTA

- ▶ Criação de pares, elétron-pósitron
- ▶ Bremsstrahlung
- ▶ Espalhamento Compton



- É esperado que seja observada uma faixa do espectro eletromagnético com energias de 20 GeV até 150 TeV.



CTA

- ▶ Matéria Escura
- ▶ Observação do centro e do plano Galácticos
- ▶ Fenômenos transientes
- ▶ Núcleos ativos de galáxias (AGN)
- ▶ Primeiro Survey Extragaláctico

Data Challenge 1 (1DC)

- ▶ O primeiro data challenge consiste na simulação do céu com respeito a alguns dos temas do escopo de pesquisa e como ele deve ser observado pelo CTA.
- ▶ Observação do Centro e de Plano Galáctico.
- ▶ AGN.
- ▶ Survey Extragaláctico.

1DC

- ▶ Dedicção de 1000 Horas.
- ▶ Expansão do catálogo.
- ▶ Entender as populações e a função de luminosidade.

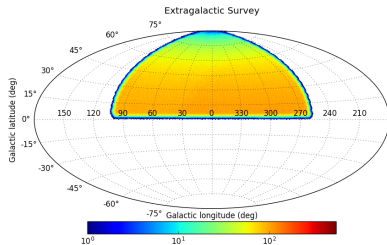


Figura 2: Região do survey extragaláctico simulada pelo CTA para o 1DC

CTOOLS

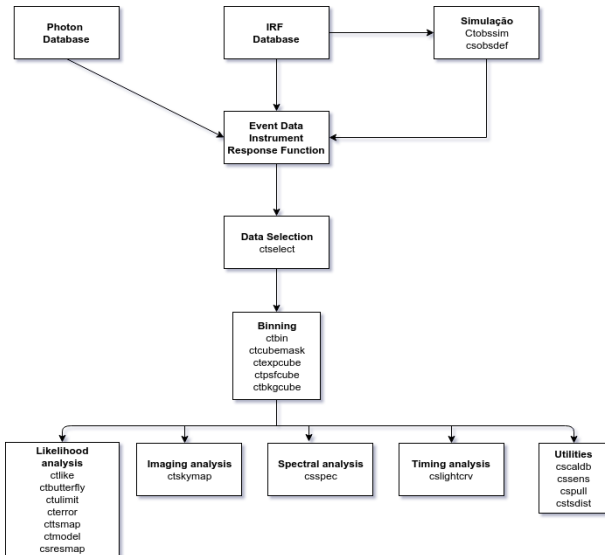


Figura 3: Visão geral do Ctools [1, p.10]

CTOOLS

- ▶ Ctobssim: Simula uma lista de eventos de um IACT, a partir de um modelo de fonte e as características do telescópio.
- ▶ Ctselect: Seleciona as observações por energia e região circular de uma lista de eventos.
- ▶ Ctlike: Permite ajustar os parâmetros da fonte através de um modelo log-likelihood.

$$-\ln L_i(M) = e_i(M) - \sum_k \ln P_i(p'_k, E'_k, t'_k | M) \quad (1)$$

- ▶ p'_k : Direção
- ▶ E'_k : Energia
- ▶ t'_k : Tempo

$$TS = 2\ln L(M) - 2\ln L(M_{-j}) \quad (2)$$

Objetivo

- ▶ A curva de Sensitividade é o valor mínimo de fluxo em um range de energia para que uma fonte seja detectada.

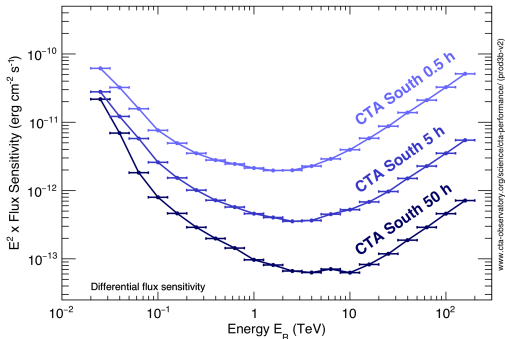


Figura 4: Curva de Sensitividade do CTA esperada de 20 GeV até 150 TeV. Essa curva foi feita pela IRF do CTA e fornecida pelo consórcio. <http://www.cta-observatory.org/science/cta-performance/> (version prod3b-v2) , para mais detalhes.

Metodologia

- ▶ Foi simulado Blazares em diferentes regiões do céu e calculado os respectivos fluxos mínimos de energia que eram necessários para confirmar a detecção dessas fontes em determinadas faixas de energia.

- ▶ Modelo espectral

$$M_{spectral}(E) = K_0 \left(\frac{E}{E_0} \right)^\gamma \quad (3)$$

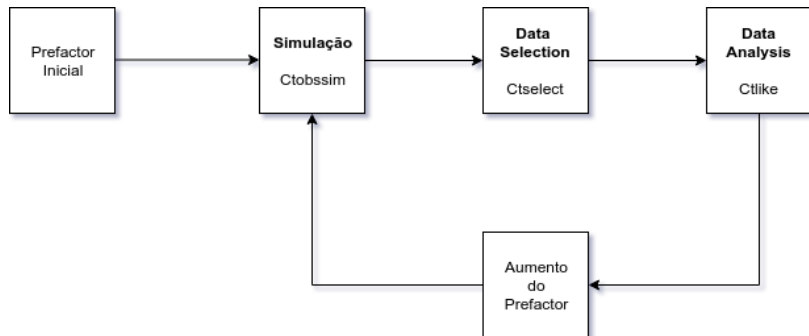
- ▶ N = Fluxo de Fótons
- ▶ k_0 = Prefactor

- ▶ Fluxo de fótons da fonte

$$N = \frac{K_0(E_{máx}^{\gamma+1} - E_{mín}^{\gamma+1})}{E_0^\gamma(\gamma + 1)} \quad (4)$$

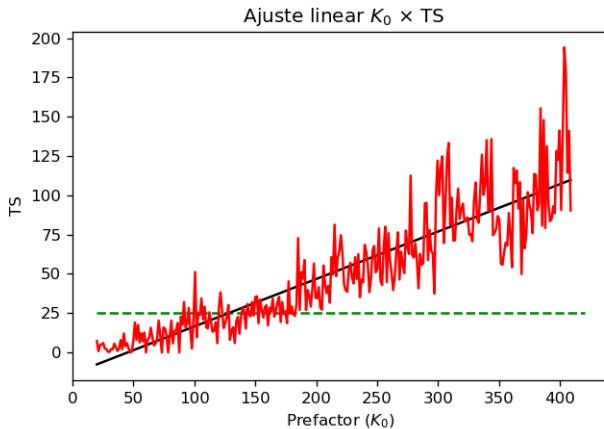
- ▶ E_0 = Pivot Energy
- ▶ γ = Index

Metodologia

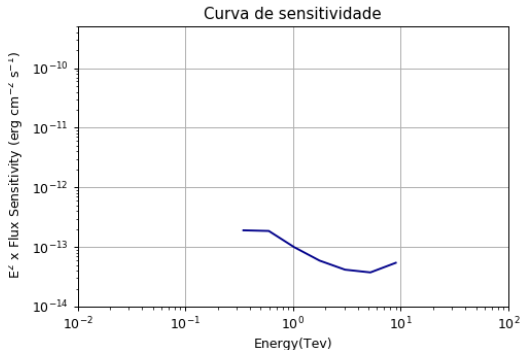


Metodologia

- ▶ Ajuste linear Prefactor \times TS



Resultado



Resultado Parcial:

- ▶ Baixas energias, abaixo de 250 GeV, dispersão.
- ▶ Altas energias, acima de 10 TeV, contagem de fótons.

Figura 5: Curva parcial de Sensitividade obtida.

Conclusão

- ▶ Concluir a parte da curva para os extremos de energia.
- ▶ Realizar uma análise em cima da curva obtida quando completa e verificar se ela é compatível com o esperado.
- ▶ Informar ao consórcio do resultado obtido e verificar possíveis causas caso tenha discrepância.

Referências



J Knödlseeder, M Mayer, C Deil, J.-B Cayrou, E Owen, N Kelley-Hoskins, C.-C Lu, R Buehler, F Forest, T Louge, H Siejkowski, K Kosack, L Gerard, A Schulz, P Martin, D Sanchez, S Ohm, T Hassan, and S Brau-Nogué.

GammaLib and ctools A software framework for the analysis of astronomical gamma-ray data.

Technical report, 2016.