

Busca por matéria escura no Centro Galáctico com o Telescópio Espacial de Raios Gama Fermi

Mateus P. Otto¹ e Aion Viana¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo

Resumo: É geralmente aceito na atualidade que a densidade de matéria do Universo consiste principalmente numa componente desconhecida, denominada Matéria Escura (ME). Em ambientes de alta densidade do Universo, ME pode se auto-aniquilar e produzir um sinal intenso de raios gama. Entre os possíveis alvos, a região do Centro Galáctico é esperada como a fonte mais brilhante de aniquilações de ME no céu em raios gama. Este projeto almeja estudar e caracterizar a emissão de raios gama da região do Centro Galáctico como vista pelo *Fermi Large Area Telescope (Fermi-LAT)* à bordo do Telescópio Espacial de Raios Gama Fermi. Nosso objetivo é recuperar o famoso resíduo do *GeV Excess* no Centro Galáctico^[1] e interpretá-lo em termos de um sinal de auto-aniquilação de matéria escura.

Referências:

[1] M. Ackermann *et al.* The Fermi Galactic Center GeV Excess and implications for dark matter. *Astrophysical Journal*, 2017.

O paradigma de matéria escura

Existência

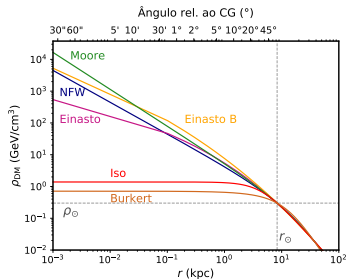
- ▶ Curvas de rotação: velocidades estelares a longas distâncias do bojo galáctico não são satisfatoriamente modeladas por potenciais gravitacionais, e.g. disco exponencial e Miyamoto-Nagai, baseados na componente bariônica.
- ▶ Lentes gravitacionais: razões de massa-luminosidade indicam que fração significativa da massa está presente numa componente não-bariônica eletromagneticamente inativa.

Propriedades

- ▶ Não relativística
- ▶ Não bariônica
- ▶ Não colisional
- ▶ Neutra

Distribuição espacial

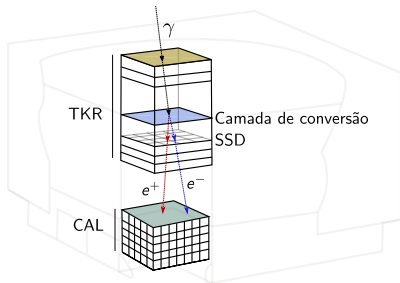
De acordo com simulações de N-corpos, ME forma uma hierarquia de halos e subhalos galácticos aproximadamente esféricos com perfis de densidade diversos. Para a Via Láctea:



O *Fermi*-LAT e Análise de dados

O instrumento LAT

- ▶ Baseado em produção de pares e calibrado na faixa $20 \text{ MeV} < E_\gamma < 300 \text{ GeV}$.
- ▶ Reconstrução de eventos baseada num modelo de resposta instrumental (IRF) flexível: permite **cortes de seleção**.



Procedimento de ajuste

- ▶ Dados são categorizados (*binned*) em energia e espaço.
- ▶ Para cada categoria espacial i , supomos que as contagens são $D_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$, então:

$$\log \mathcal{L} = \sum_i \{d_i \log \mu_i - \log d_i! - \mu_i\} \quad (1)$$

- ▶ As taxas μ_i são decompostas em m componentes, denominadas *templates*:

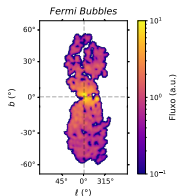
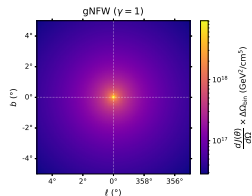
$$\mu_i = \sum_m f_m P_i^{(m)} \quad (2)$$

- ▶ Os coeficientes f_m e parâmetros de $P_i^{(m)}$ são estimados por máxima verossimilhança via biblioteca [fermipy](#).

Resultados: matéria escura e o excesso em GeV

Modelagem

Componente	Origem
Emissão difusa	p6v11
Emissão isotrópica	p6v11 (BACK+FRONT)
Fontes pontuais	Catálogo 4FGL-DR2
Fontes extensas	Catálogo 4FGL-DR2
<i>Fermi Bubbles</i>	Template ↓
GCE	↙ gNFW ($\gamma = 1$)

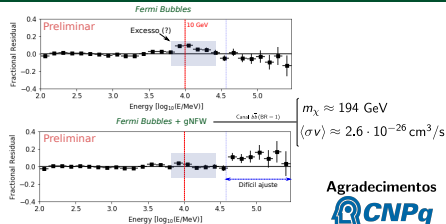


O fluxo de fótons via aniquilações

■ Parâmetro livre ■ Jeltema & Profumo (2008) ■ gNFW ($\gamma = 1$)

$$\frac{d\Phi_\gamma}{dE} = \underbrace{\frac{1}{2} \frac{r_\odot}{4\pi} \left(\frac{\rho_\odot}{M_{DM}} \right)^2 \int_{\Delta\Omega} d\Omega \int_{\text{los}} \frac{ds}{r_\odot} \left(\frac{\rho(r(s, \theta))}{\rho_\odot} \right)^2}_{\text{Modelo espacial}} \sum_f \underbrace{\langle \sigma_f v \rangle \frac{dN_\gamma^f}{dE}}_{\text{Modelo espectral}}$$

O excesso (?) em GeV



Agradecimentos

 Processo 160316/2020-0