

Estudo de Glóbulos de Bok com 2MASS

Germán A. Racca

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Divisão de Astrofísica
São José dos Campos - SP

18 de novembro de 2010

A TWO MICRON ALL SKY SURVEY ANALYSIS OF THE STABILITY OF SOUTHERN BOK GLOBULES

GERMÁN A. RACCA¹, JOSÉ W. S. VILAS-BOAS¹, AND RAMIRO DE LA REZA²

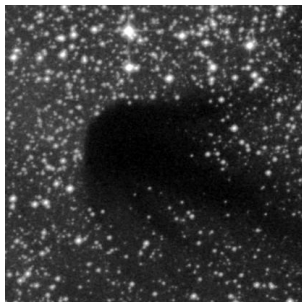
¹INPE-DAS, ²Observatório Nacional

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 703:1444–1463

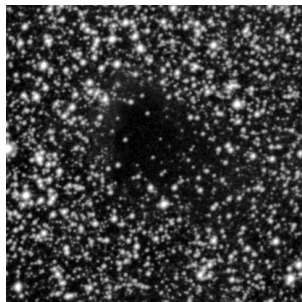
- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais
- 3 Mapas de Extinção Visual
- 4 Perfis de Extinção Visual
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert
- 6 Discussão dos Resultados

Glóbulos de Bok e Núcleos Densos

- Bok & Reilly (1947) \Rightarrow pequenas regiões escuras
 - formação estelar nos *glóbulos*
 - $T \sim 10$ K, $n \sim 10^{4-5} \text{ cm}^{-3}$, $d < 500$ pc
 - formação isolada estrelas de baixa massa ($< 10 M_{\odot}$)
- Clemens & Barvainis (1988) \Rightarrow 248 glóbulos (Norte)
- Bourke et al. (BHR, 1995) \Rightarrow 169 glóbulos (Sul)



BHR 058 ($7' \times 7'$)



BHR 059 ($7' \times 7'$)

Tópicos

- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais**
- 3 Mapas de Extinção Visual
- 4 Perfis de Extinção Visual
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert
- 6 Discussão dos Resultados

- Amostra \Rightarrow BHR
 - completamente isolados
 - distâncias
 - fontes IRAS não associadas
 - total \Rightarrow 11 glóbulos
 - fontes IRAS associadas
 - total \Rightarrow 10 glóbulos
- Dados Observacionais
 - 2MASS¹ (Skrutskie et al., 2006) $\Rightarrow 471 \times 10^6$ estrelas
 - bandas \Rightarrow J($1.24\mu\text{m}$), H($1.66\mu\text{m}$), K_s ($2.16\mu\text{m}$)
 - 2 telescópios de 1.3 m
 - Arizona (EUA), Cerro Tololo (Chile)
 - cobertura do céu 99.998 %
 - regiões $15' \times 15' \Rightarrow \sigma_{JHK} \leq 0.1 \text{ mag}$, S/N > 10

¹Two Micron All Sky Survey

- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais
- 3 Mapas de Extinção Visual**
- 4 Perfis de Extinção Visual
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert
- 6 Discussão dos Resultados

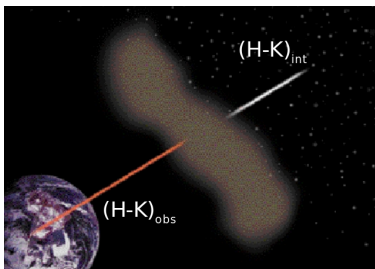
Mapas de Extinção Visual

- Contagens de estrelas \Rightarrow Wolf (1923); Bok (1937, 1956)
- NICE (Near Infrared Color Excess) \Rightarrow Lada et al. (1994)

- Excesso de cor $E(H - K) = (H - K)_{obs} - (H - K)_{int}$

- Cor intrínseca $(H - K)_{int} \equiv \overline{(H - K)}_{comp}$

- Extinção visual $A_V = 19.4 \times E(H - K)$, $\sigma_{A_V} = 19.4 \times \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_{comp}^2}$



Representação do excesso de cor

Mapas de Extinção Visual

Glóbulo IRAS

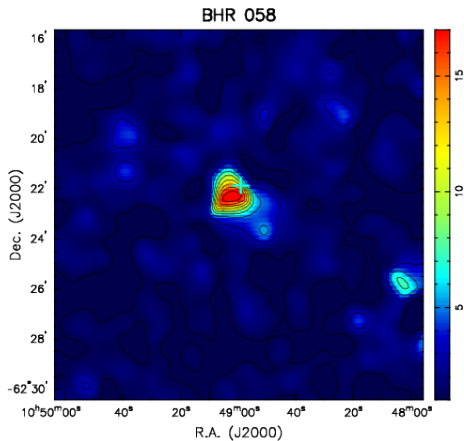


Imagem composta \Rightarrow J=azul, H=verde, K=vermelho

Mapas de Extinção Visual

Glóbulo starless

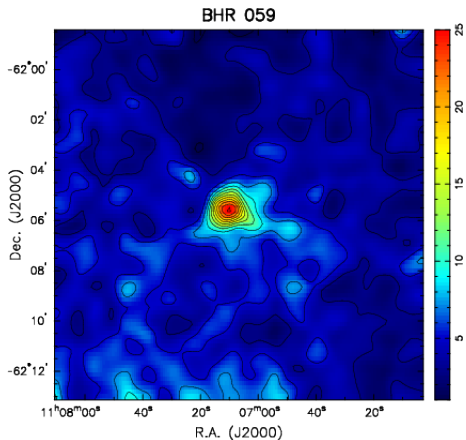


Imagem composta \Rightarrow J=azul, H=verde, K=vermelho

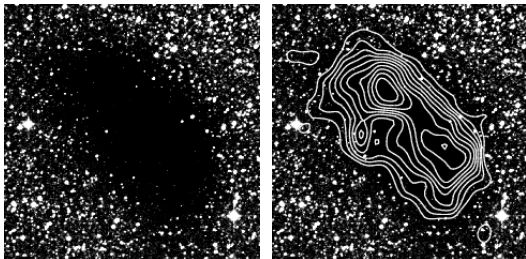
Tópicos

- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais
- 3 Mapas de Extinção Visual
- 4 Perfis de Extinção Visual**
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert
- 6 Discussão dos Resultados

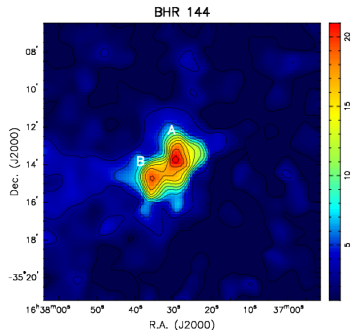
Perfis de Extinção Visual

- Perfis radiais

- centro do núcleo \Rightarrow pico de extinção
- anéis concêntricos $\Rightarrow 10''$
- raio do núcleo \Rightarrow nível constante de A_V (*plateau*)



BHR 117



- Massa $\Rightarrow M = \mu m_H \int_{\Omega} N_H d\Omega$

- razão gás-poeira (Bohlin et al., 1978) \Rightarrow
- subtração do *plateau*

$$N_H = 2 \times 10^{21} A_V \text{ cm}^{-2} \text{ mag}^{-1}$$

Tópicos

- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais
- 3 Mapas de Extinção Visual
- 4 Perfis de Extinção Visual
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert**
- 6 Discussão dos Resultados

Modelos de Bonnor-Ebert

- Esfera de Bonnor-Ebert (Bonnor 1956, Ebert 1955)
 - isotérmica, auto-gravitante, eq. hidrostático
- Equação de Lane-Emden
 - eq. hidrostático, cons. de massa e estado isotérmica

$$\frac{1}{\xi^2} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^2 \frac{d\phi}{d\xi} \right)$$

- resolução numérica $\Rightarrow \rho/\rho_c$ vs. ξ
- Parâmetro de estabilidade $\Rightarrow \xi_{max} = \frac{R}{a} \sqrt{4\pi G \rho_c}$
 - parâmetro crítico $\Rightarrow \xi_{crit} = 6.5$
 - $\xi_{max} < \xi_{crit} \Rightarrow$ nuvem estável
 - $\xi_{max} = \xi_{crit} \Rightarrow$ nuvem marginalmente estável
 - $\xi_{max} > \xi_{crit} \Rightarrow$ nuvem instável
- Contraste de densidade $\Rightarrow \frac{\rho_c}{\rho_R} = e^{\phi(\xi_{max})}$
 - $\xi_{max} = 6.5 \Rightarrow \rho_c/\rho_R = 14$
- Parâmetros físicos
 - densidade central, massa, pressão externa

Modelos de Bonnor-Ebert

- Ajuste teórico $\Rightarrow \rho/\rho_c$ vs. r/R

- $\Delta\xi_{max}, \Delta T \Rightarrow n(r) \Rightarrow N_{BE}(r) = 2 \times \int_r^R n(r') \frac{r' dr'}{\sqrt{r'^2 - r^2}}$

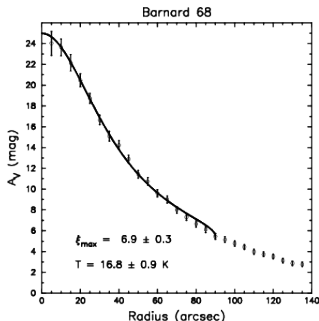
- Método $\chi^2 \Rightarrow \chi_r^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{A_V^{BE}(i) - A_V^{obs}(i)}{\sigma_i} \right]^2$

- Barnard 68

$$\xi_{max} = 6.9 \pm 0.3, T = 16.9 \pm 0.9 \text{ K}$$

- Alves et al. (2001)

$$\xi_{max} = 6.9 \pm 0.2, T = 16 \text{ K}$$

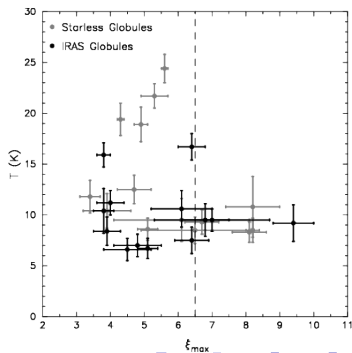
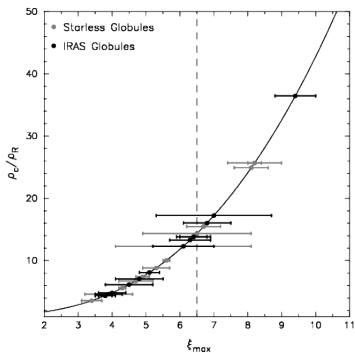


Tópicos

- 1 Glóbulos de Bok e Núcleos Densos
- 2 Amostra e Dados Observacionais
- 3 Mapas de Extinção Visual
- 4 Perfis de Extinção Visual
- 5 Modelos de Bonnor-Ebert
- 6 Discussão dos Resultados

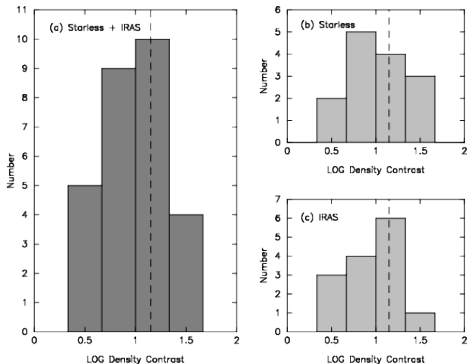
Discussão dos Resultados

- Não há diferenças entre starless e IRAS
 - estados estáveis $\Rightarrow \xi_{max} = 4.5 \pm 0.7$ (8 starless + 7 IRAS)
 - estados críticos $\Rightarrow \xi_{max} = 6.5 \pm 0.2$ (3 starless + 6 IRAS)
 - estados instáveis $\Rightarrow \xi_{max} = 8.5 \pm 0.6$ (3 starless + 1 IRAS)
- glóbulos estáveis $\Rightarrow T = 15 \pm 6$ K
- glóbulos críticos + instáveis $\Rightarrow T = 10 \pm 3$ K

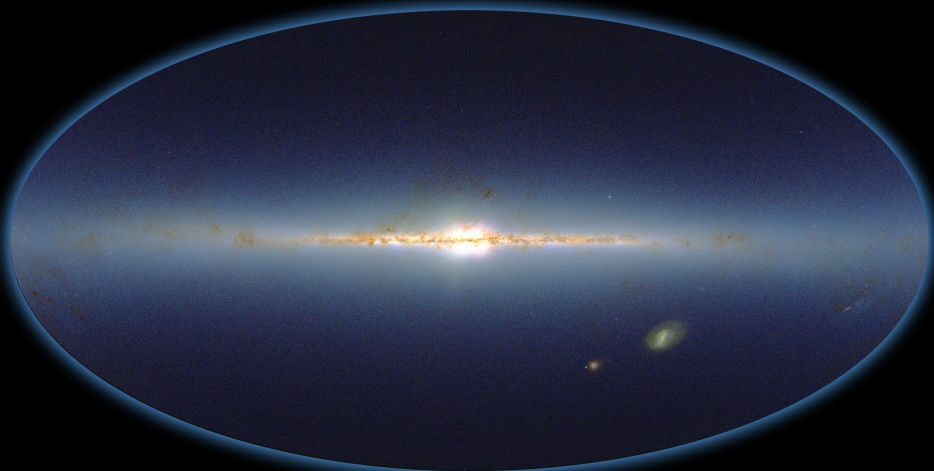


Discussão dos Resultados

- Comparação com Kandori et al. (2005)
 - glóbulos starless \Rightarrow estado crítico
 - distribuição de T \Rightarrow não há tendência
 - glóbulos starless \Rightarrow estados instáveis
 - glóbulos com formação estelar \Rightarrow estados muito instáveis



2MASS Covers the Sky



The Two Micron All Sky Survey

Infrared Processing and Analysis Center/Caltech & Univ. of Massachusetts