

Desvendando a Formação de Estrela de Alta Massa



Cássio Leandro Dal Ri Barbosa

Augusto Damineli

Robert Blum (CTIO)

Peter Conti (JILA)

A Formação de Estrelas de Alta Massa

- O que são estrelas de alta massa?
 - Estrelas com $M > 8 M_{\odot}$
- Como são formadas as estrelas de alta massa?
 - ???
- Estrelas de alta massa são raras
- Permanecem obscurecidas por até 30% do seu tempo de vida na SP

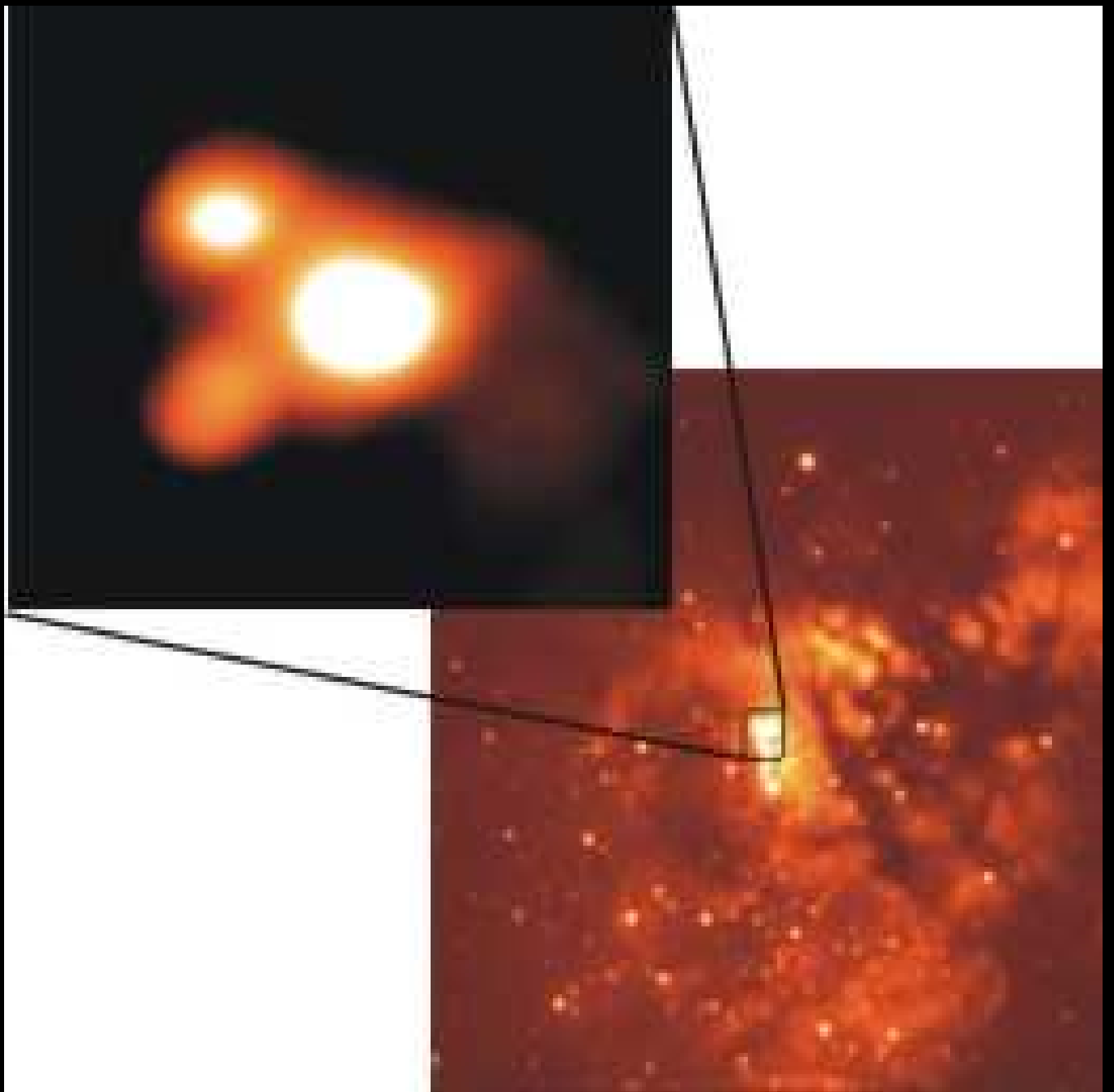
Os Candidatos a YSOs de Alta Massa

Objetos brilhantes observados no NIR em regiões HII gigantes

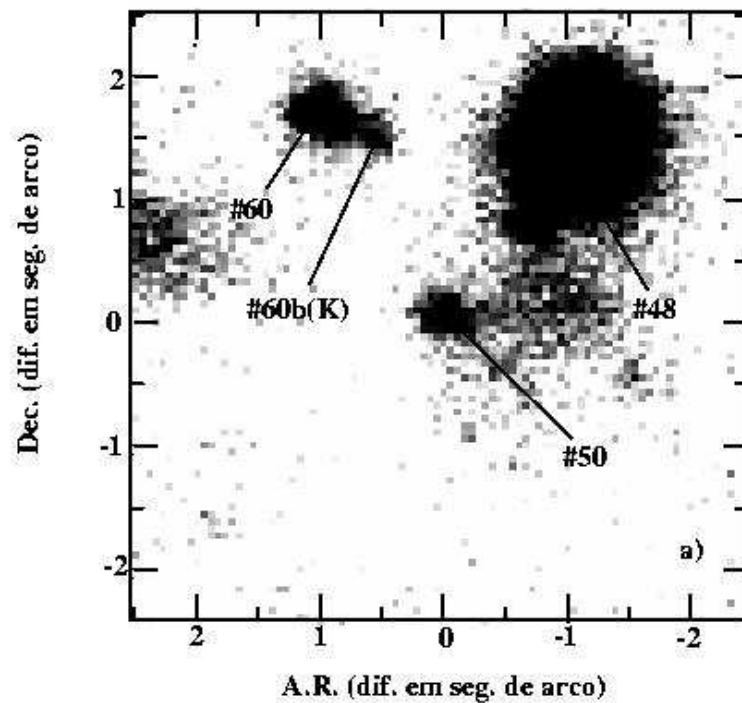
- Distâncias bem conhecidas
- Vários candidatos por região
- Excesso de cor $H-K > 2$
- Sem linhas fotosféricas
 - Denso material circunstelar
- Posição de estrelas de alta massa em diagramas Cor-Mag e Cor-Cor
- Associação com regiões UCHIs
 - Estágio evolutivo jovem

- Estudo de estrelas de alta massa em formação exige técnicas no NIR e MIR
- Requer imagens de alta resolução espacial
- Envolve métodos indiretos para obtenção de parâmetros
 - 5-10% das regiões UCHII mostram sua fotosfera
- Métodos:
 - Fotometria no MIR
 - Espectroscopia NIR e MIR

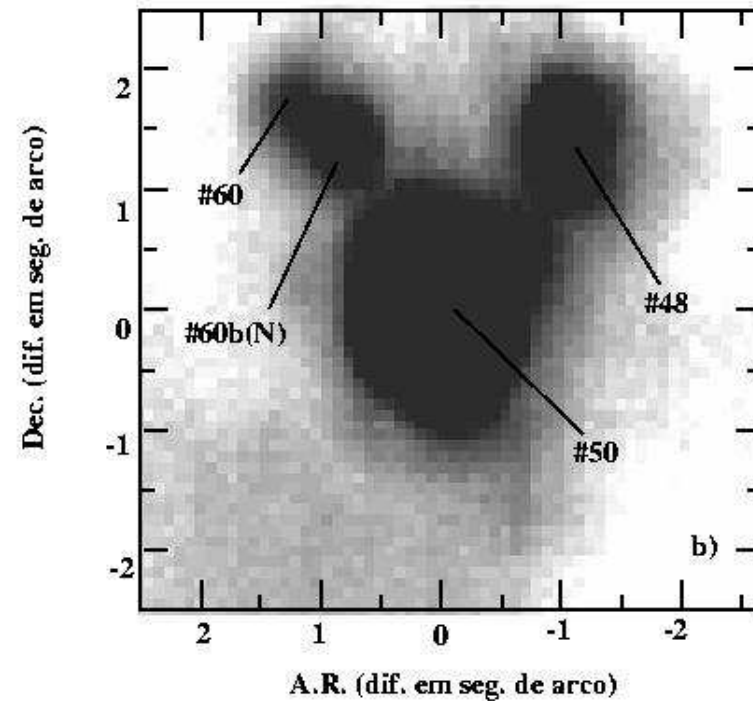
- MIR:
 - Gemini (T-ReCS)
- NIR:
 - CTIO/SOAR (OSIRIS)
 - Gemini/SOAR (PHOENIX)



YSOs em NGC 3576

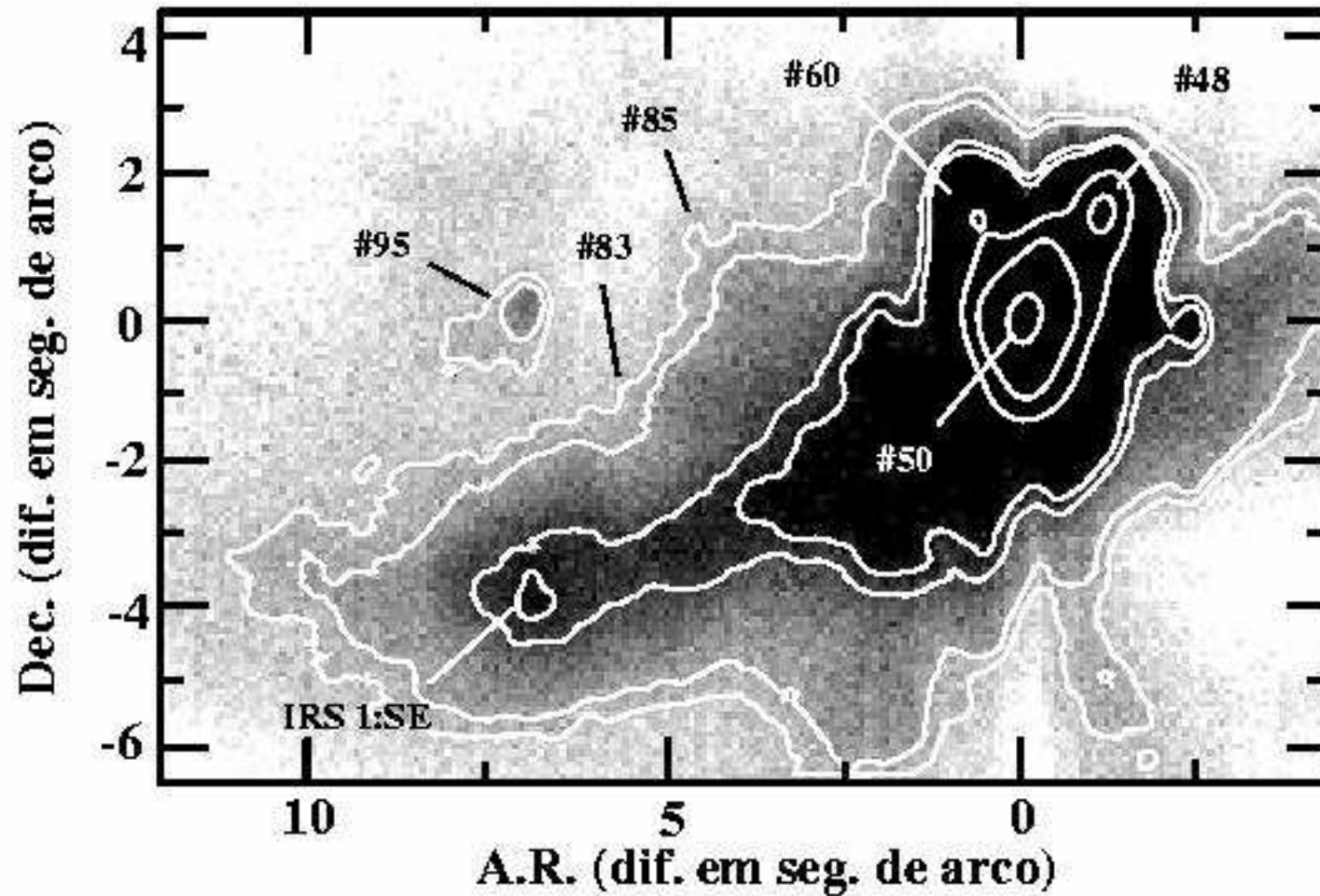


#48 – Banda K (2,2 μm)
PHOENIX

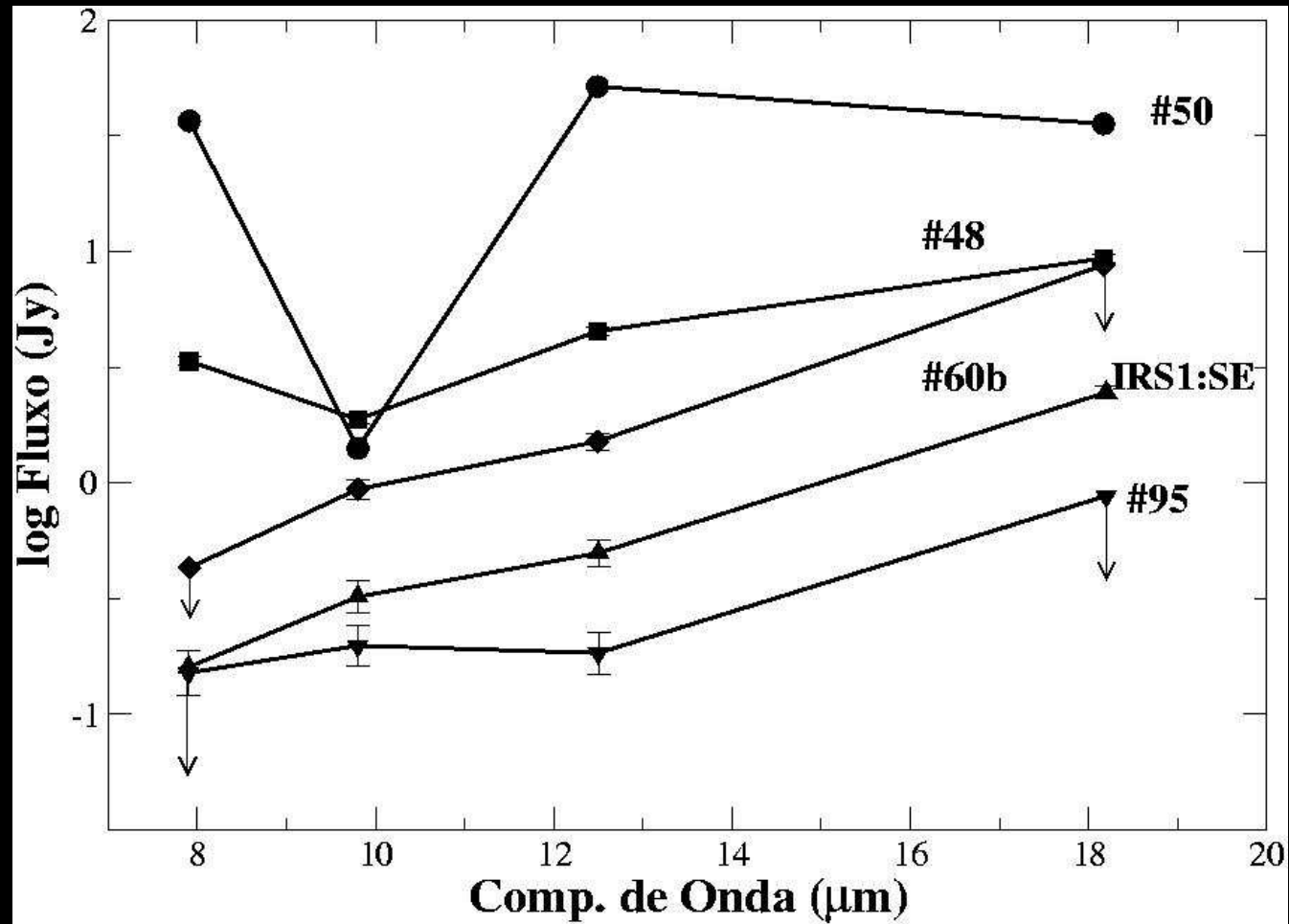


#48 – Banda N (10,5 μm)
OSCIR

YSOs em NGC 3576



YSOs em NGC 3576



YSOs em NGC 3756

Objeto	T_c (K)	Log L/L_☉	Tp. Esp. SPIZ	τ_{9,8} – A_v (mag) / Comp.
#48	215 ±10	3,8	B1	0,77 – 12 / 14,3 (F) 11 (P)
#50	280 ±10	4,8	O8	3,7 – 59 / 56 (P)
#60b	>100	2,9	B3	...
#95	270 ±10	2,5	B5	...

Desvendando os YSOs de Alta Massa

- Espectroscopia MIR
 - T_{ef} a partir de linhas de transição hiperfina
 - Potencial de ionização maior que H
 - Produzidas por fontes muito quentes
 - Sensíveis às cores UV da estrela

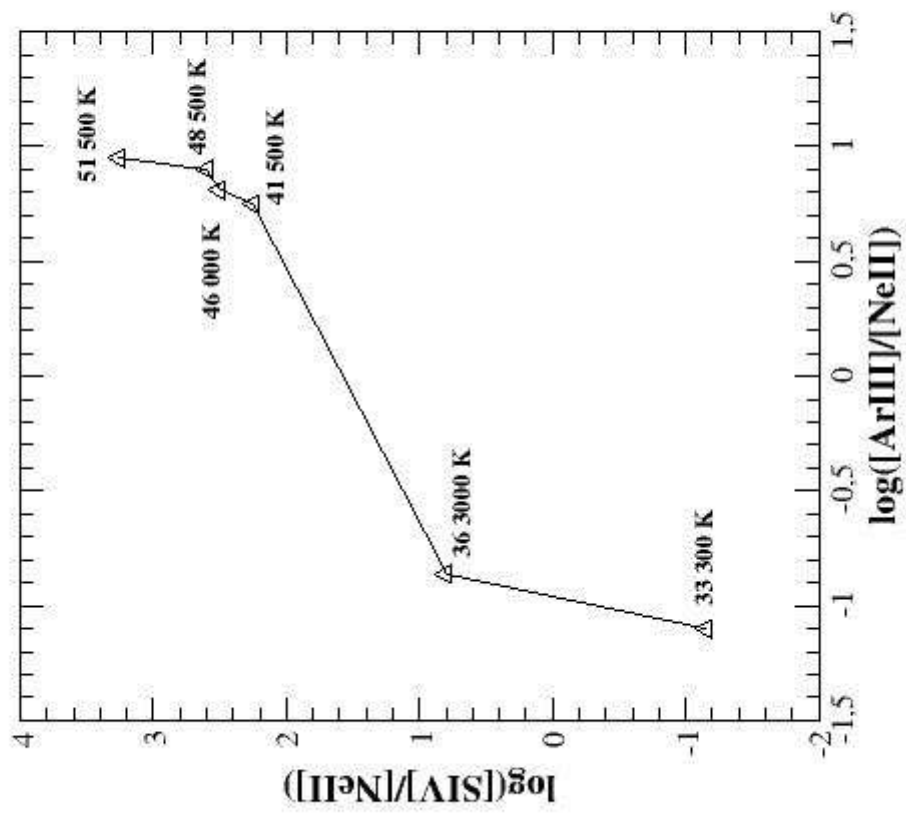
Desvendando os YSOs de Alta Massa

Problema inverso:

- Razão entre linhas
- Modelos de fotoionização que reproduzam as razões medidas: CLOUDY, NEBU
 - Espectro da estrela
 - » Códigos não LTE para atmosferas estelares: CMFGEN, TLUSTY
 - Metalicidade da região conhecida

Desvendando os YSOs de Alta Massa

- Superfície:
 - [ArIII] (8,9 μm)
 - [SIV] (10,5 μm)
 - [NeII] (12,8 μm)
 - Banda N



Desvendando os YSOs de Alta Massa

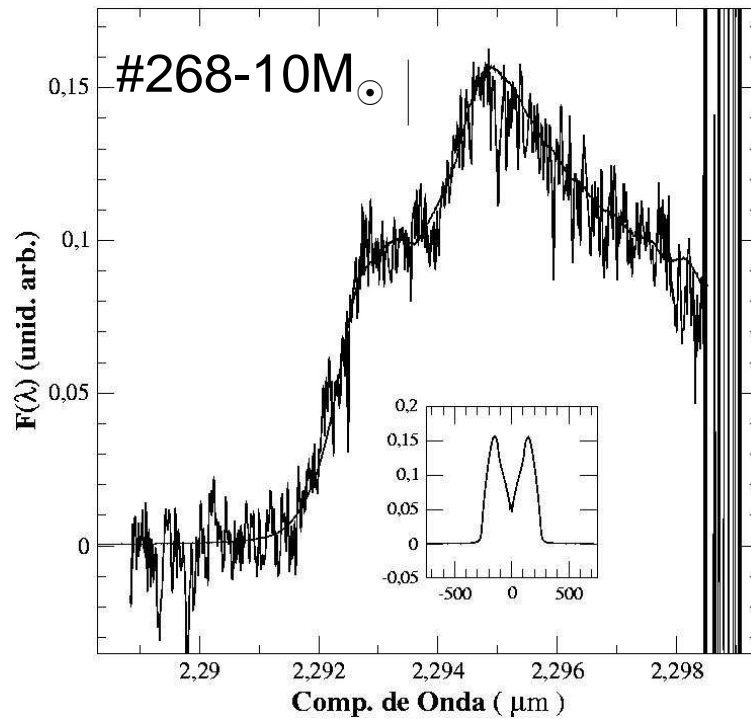
- Espectroscopia

- NIR - bandas *HK*

- Fotosfera em 5-10% das regiões UCHII
 - Cabeça da banda do CO (2,3 μm)
 - Sugere presença de ambiente denso (disco de acreção)
 - FeII (1,68 μm e 1,74 μm) e H₂ (2,12 μm)
 - Sugerem material em choque com o ISM local: efluxos de alta massa
 - Perfil das linhas da série de Hidrogênio (Brackett)
 - Indicativo da geometria do ambiente circunstelar

Desvendando os YSOs de Alta Massa

- Espectroscopia de alta resolução:
 - Br γ , CO
- 2 YSOs selecionados:
 - NGC 3576 #48 (d=2,8 kpc)
 - M17 #268 (d=1,3 kpc)
- Cabeça da banda do CO em emissão



$$q=3,8$$

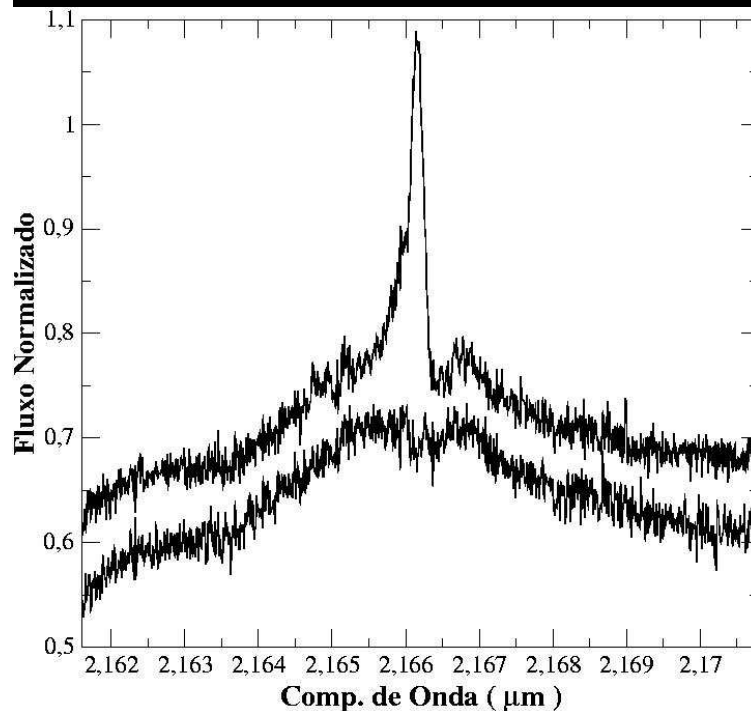
$$\beta=5,8$$

$$N_{\text{CO}}=22,3 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$$

$$v_{\text{seni}}=258,7 \text{ km/s}$$

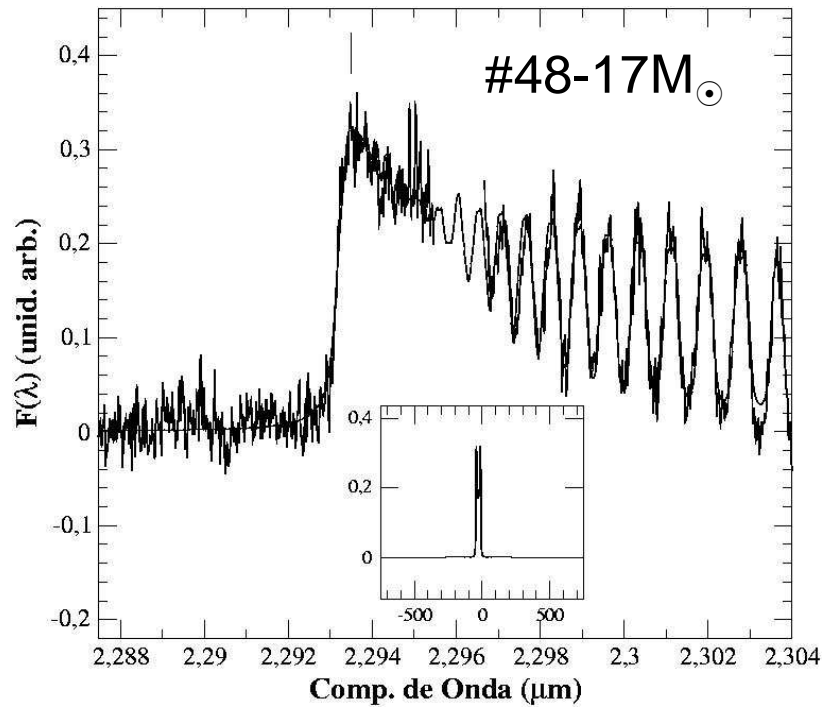
$$\Delta V=19 \text{ km/s}$$

Perfis de linhas compatíveis com um disco com pequena inclinação com a linha de visada



$$V_{\text{P-P}}=176 \text{ km/s}$$

$$\text{FWHM}=\sim 480 \text{ km/s}$$



$q=1$
 $\beta=2,1$
 $N_{CO}=13,4 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$
 $v_{\text{seni}}=25 \text{ km/s}$
 $\Delta V=-8,8 \text{ km/s}$
 ou -20 km/s (LSR)

Linha	V_{LSR} (km/s)
H90 α	-24
CO	-20

