

# A Via-Láctea

Prof. Fabricio Ferrari  
Unipampa

adaptado da apresentação The Milky Way, Dr. Helen Bryce, University of Iowa

# Aparência da Via-Láctea no céu noturno





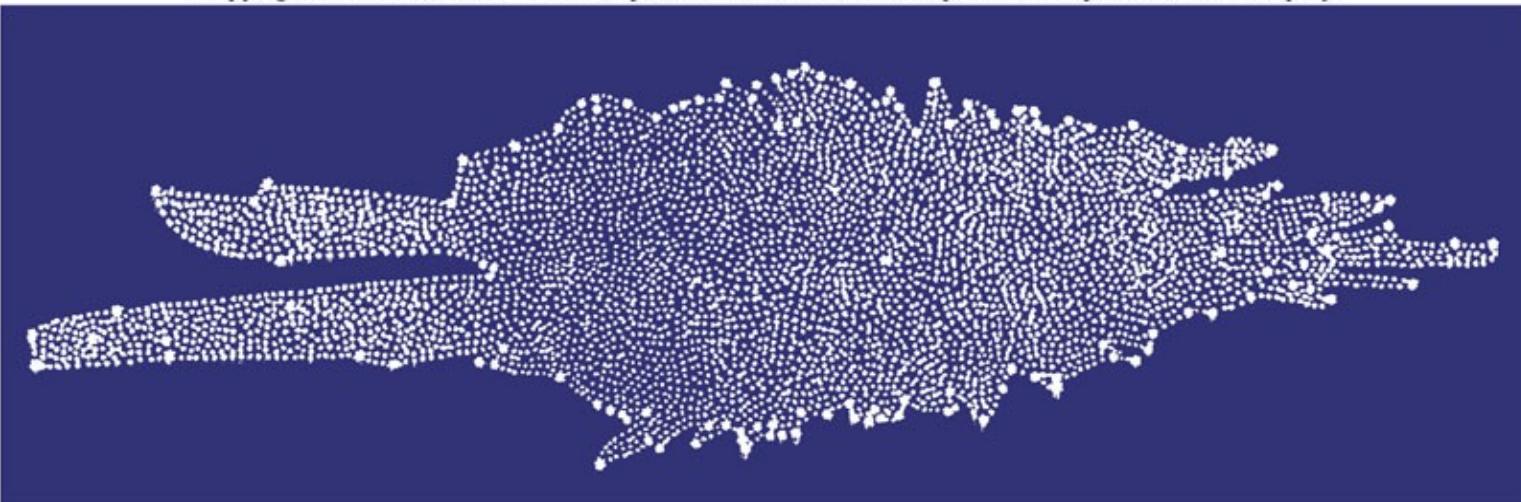
- Imagem de todo o céu em luz visível



# Nossa compreensão da Via-Láctea

- Galileu foi o primeiro a observar que a Via-Láctea é formada de estrelas
- Mapeamento de Herschel da distribuição de estrelas

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



# Primeiros Modelos

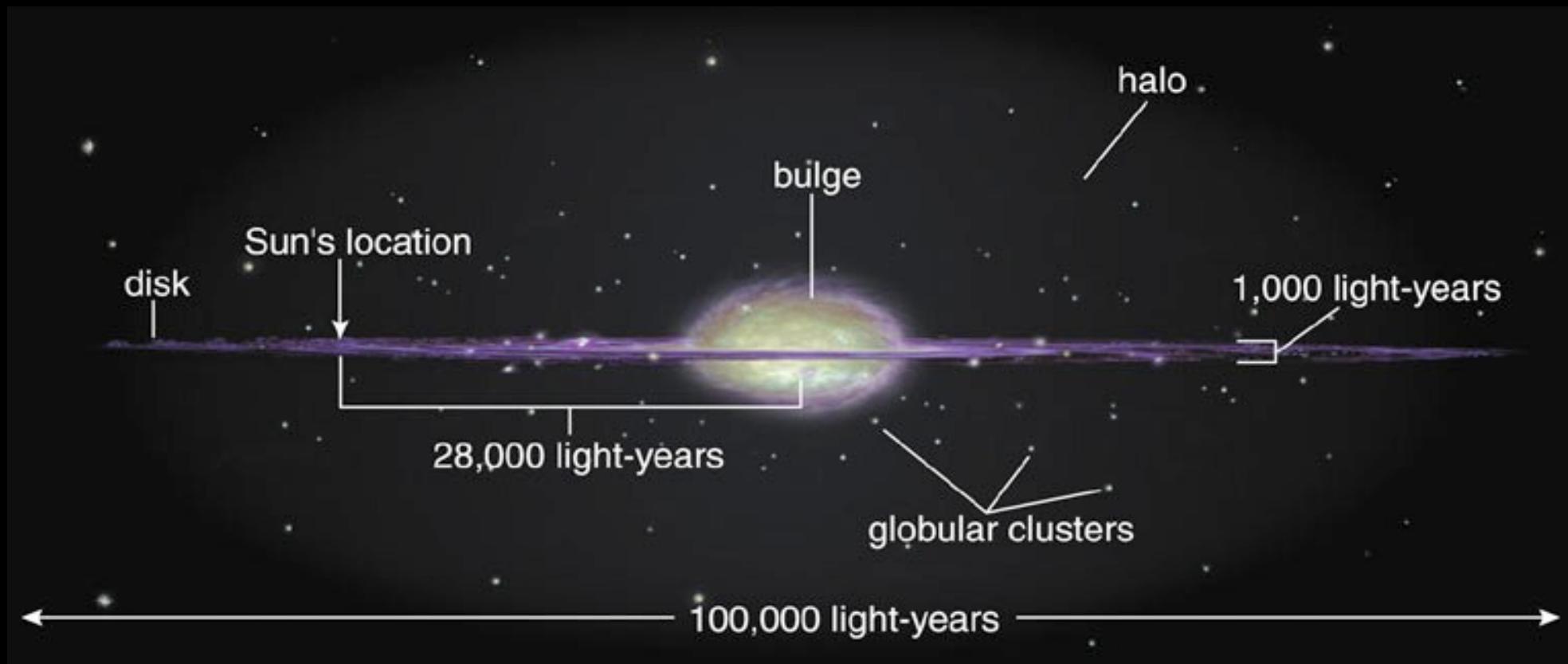


# Matéria Interestelar

- Gás (H) e poeira (Si, C, ...)
- Absorve e emite luz
- Gás visível como nebulosas de emissão (Nebulosa de Orion)
- A maior parte do gás é hidrogênio, que formará novas estrelas. Emite espectro característico
- A poeira é principalmente silicatos, carbono, moléculas orgânicas, PAH, ...

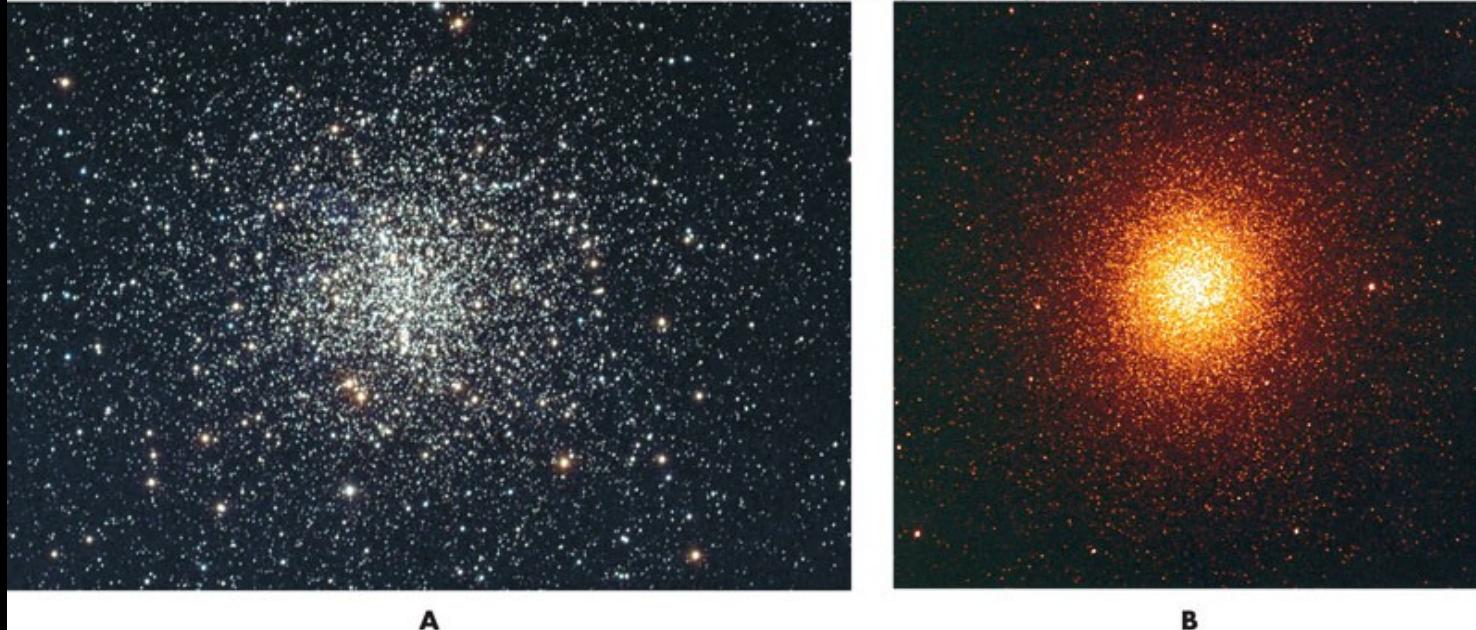
# Estrutura Básica

disco, bojo, halo, aglomerados blobulares



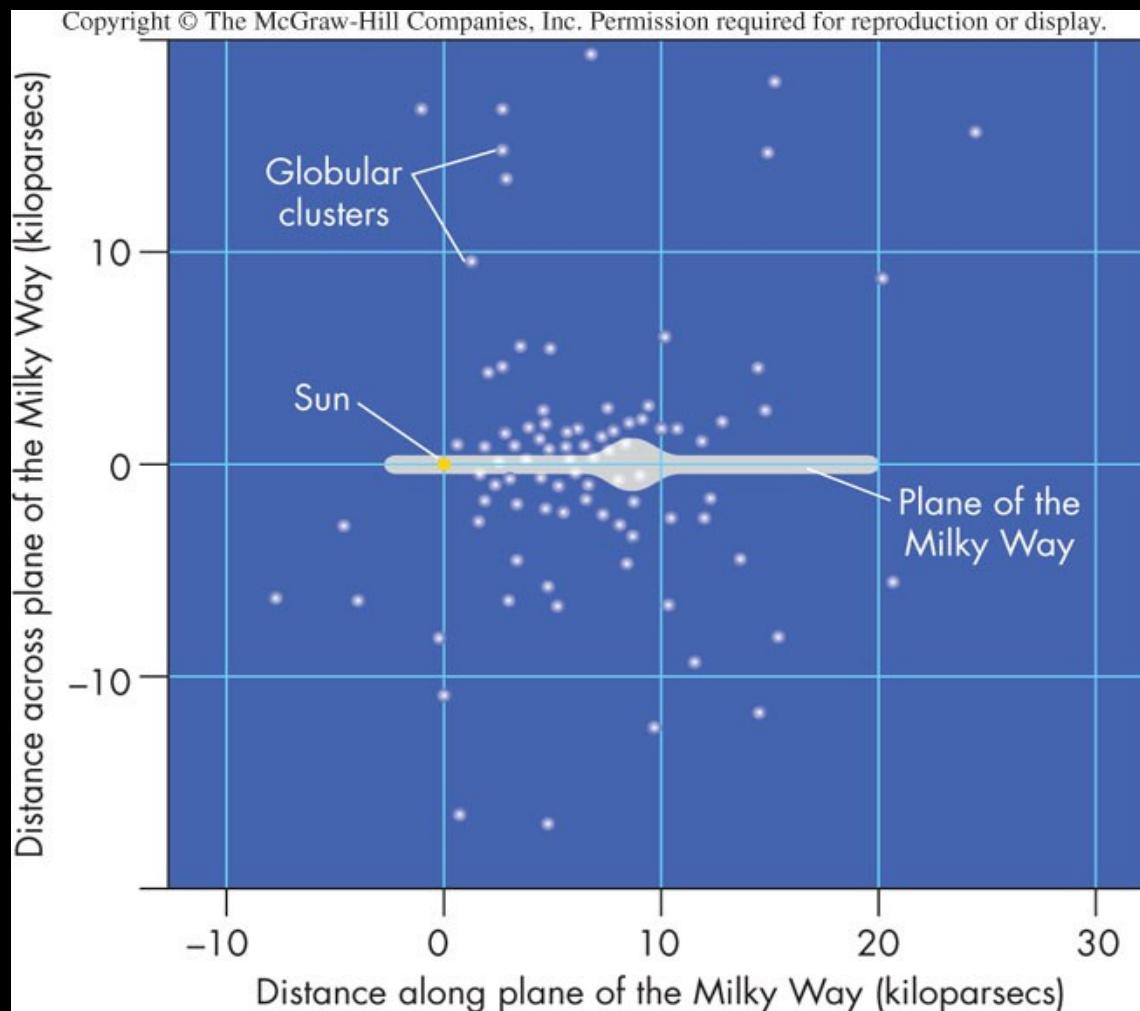
# Aglomerados Globulares

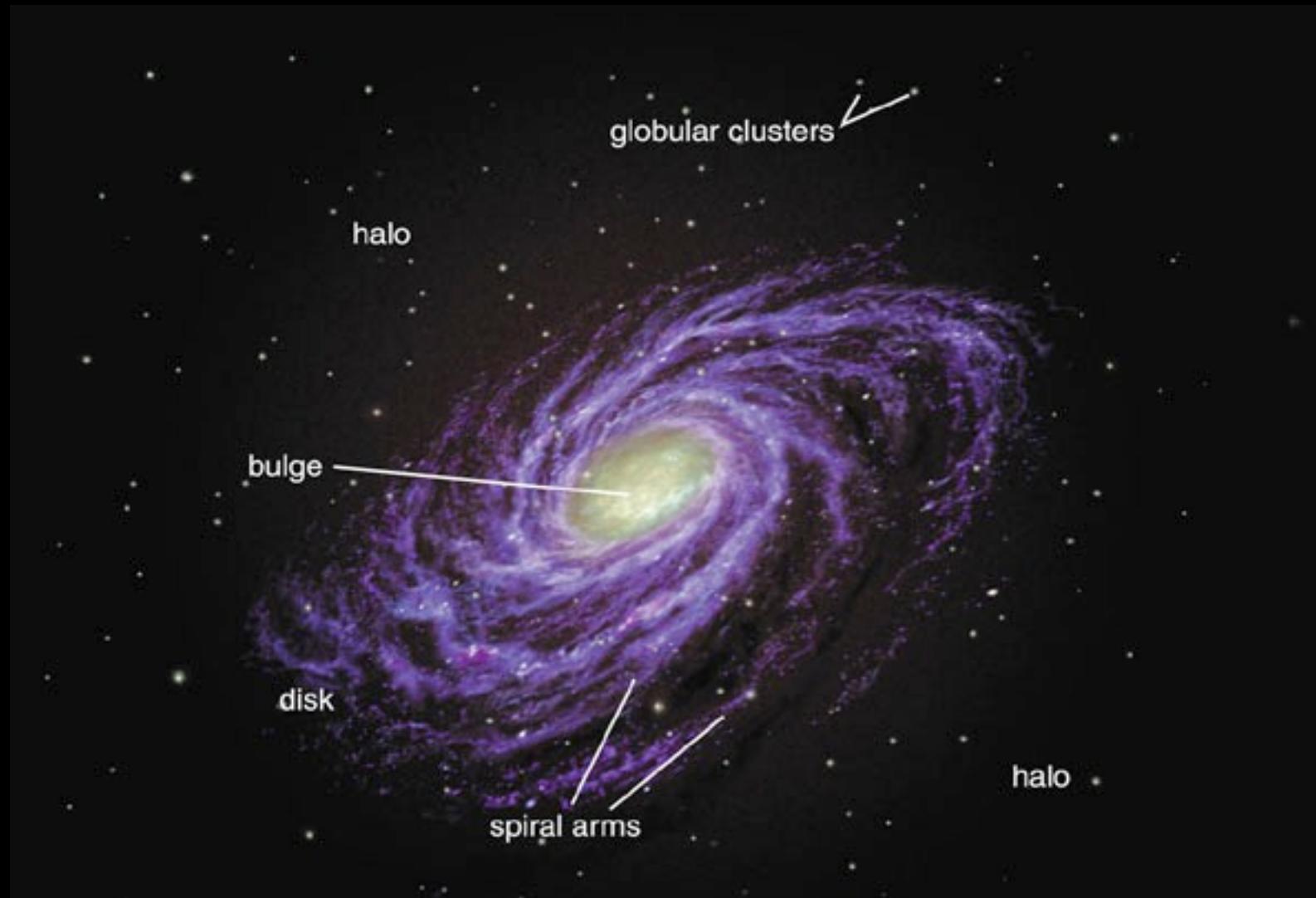
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Grupos de estrelas velhas nascidas ao mesmo tempo, com as mesmas condições iniciais
- Servem para mapear a estrutura da Via-Láctea

# Mapeamento de Aglomerados Globulares

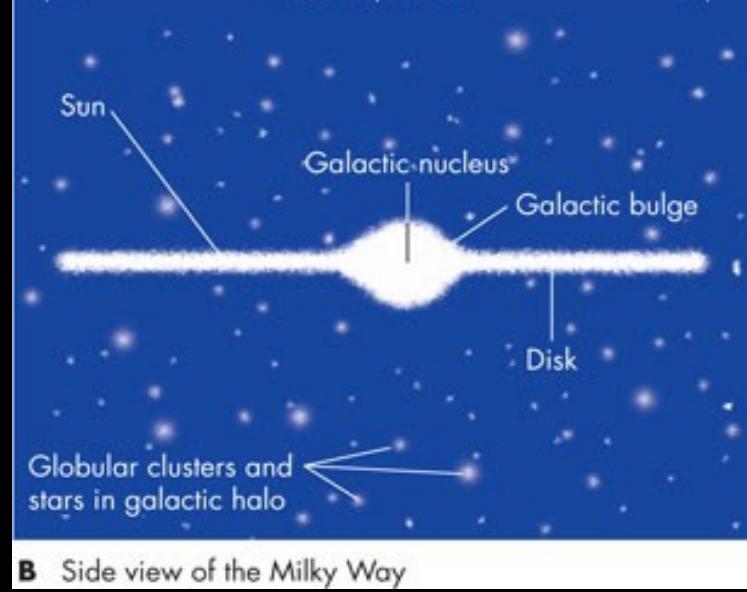
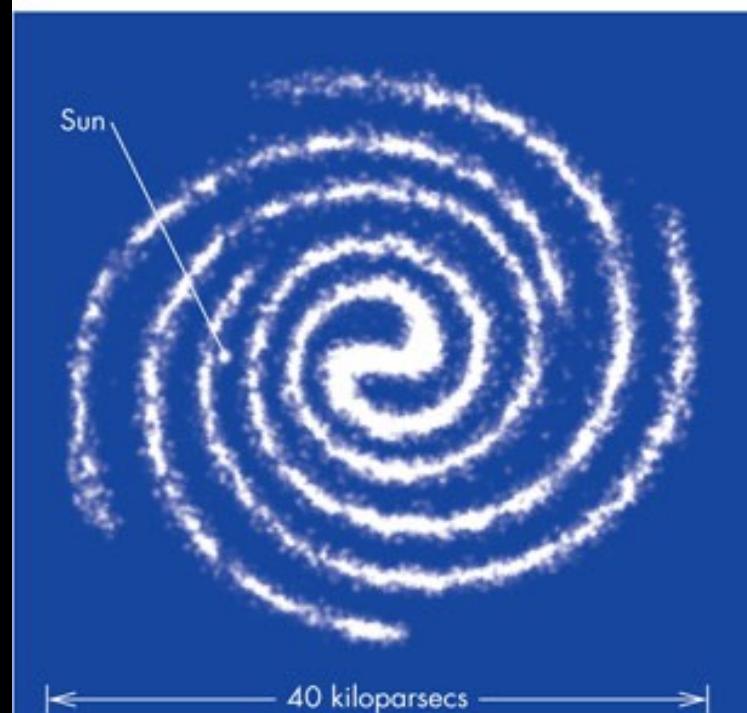




Representação artística da Via-Láctea como vista de fora

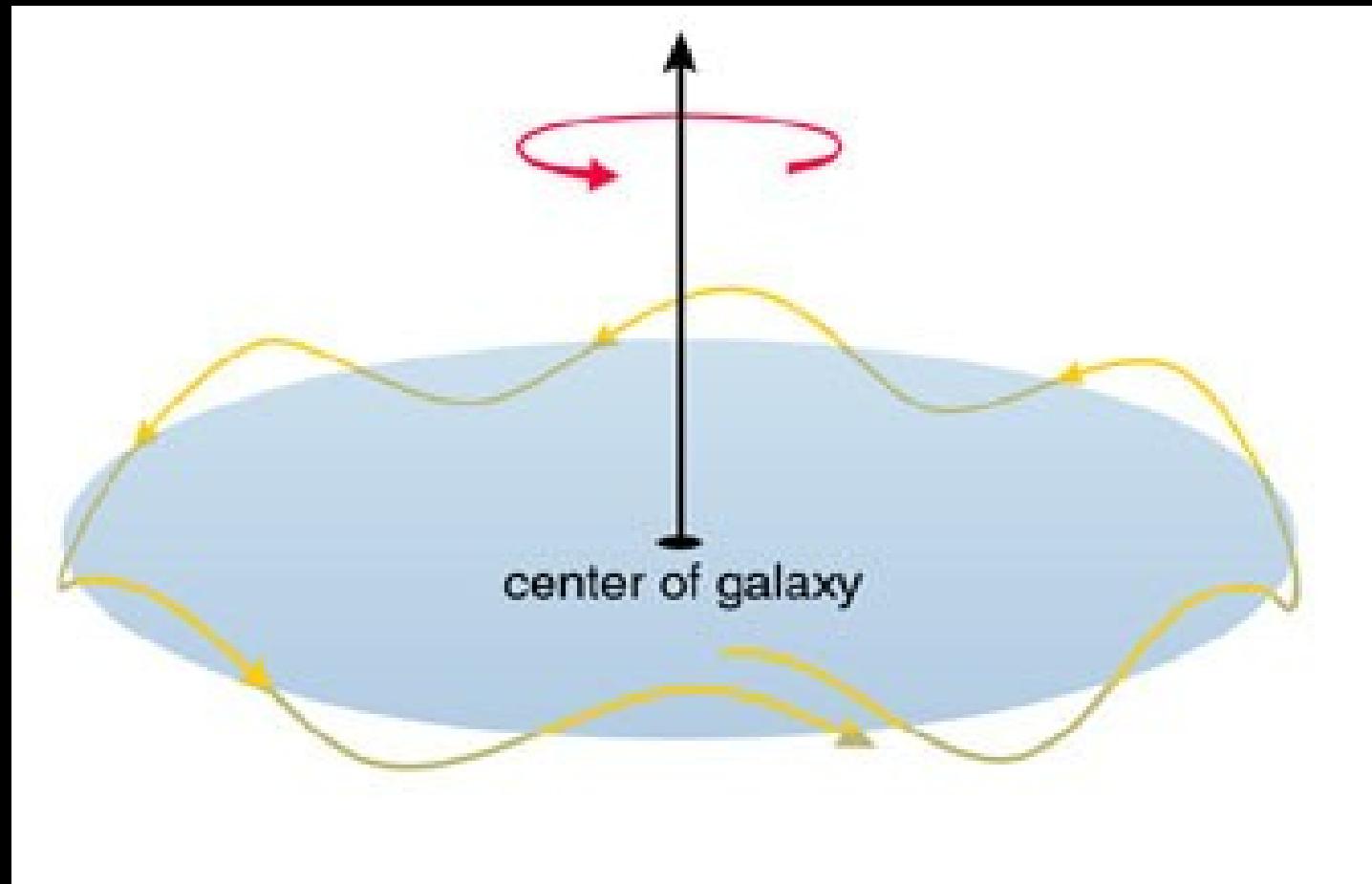
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.  
Permission required for reproduction or display.

**A** Top view of the Milky Way

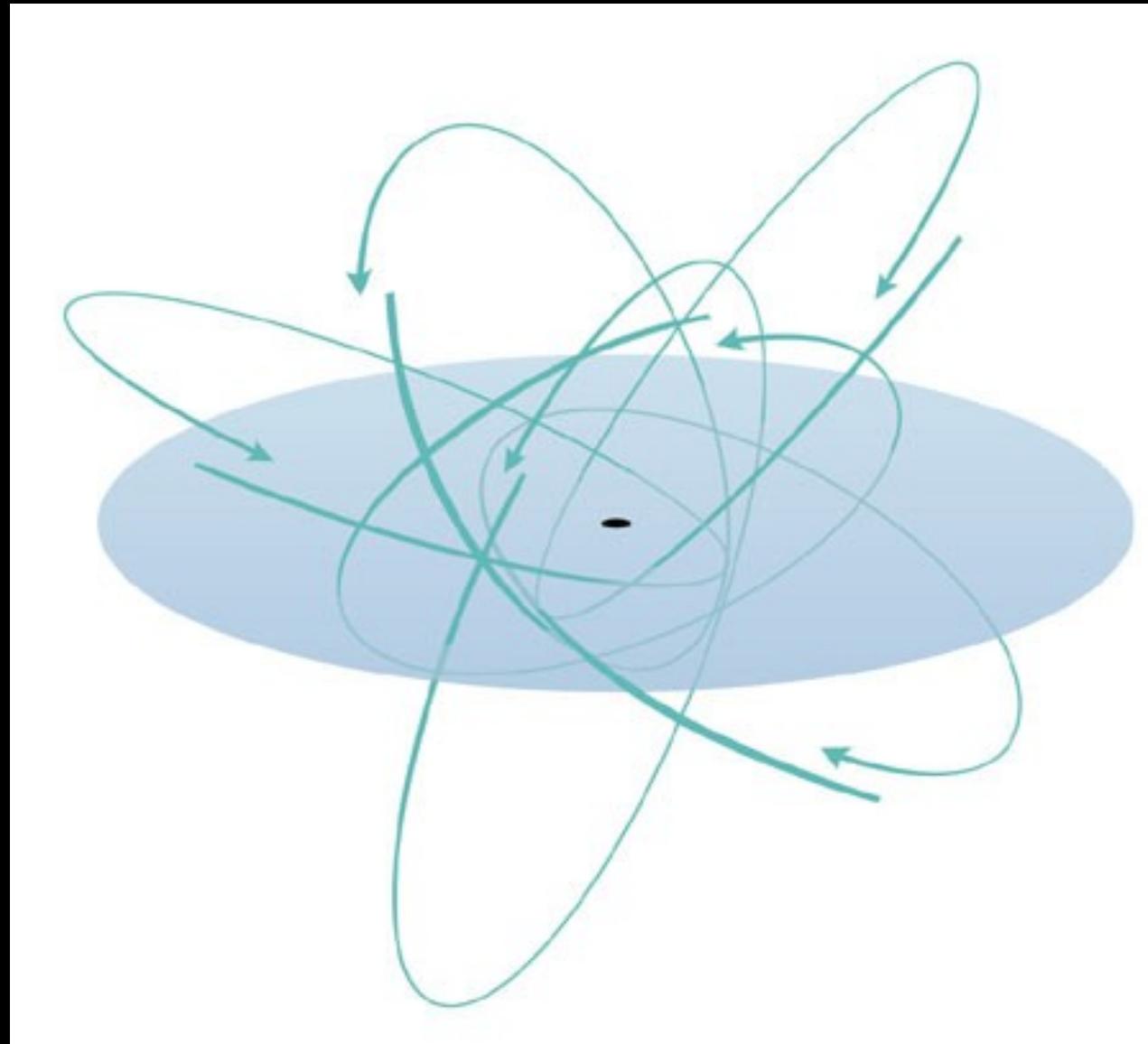


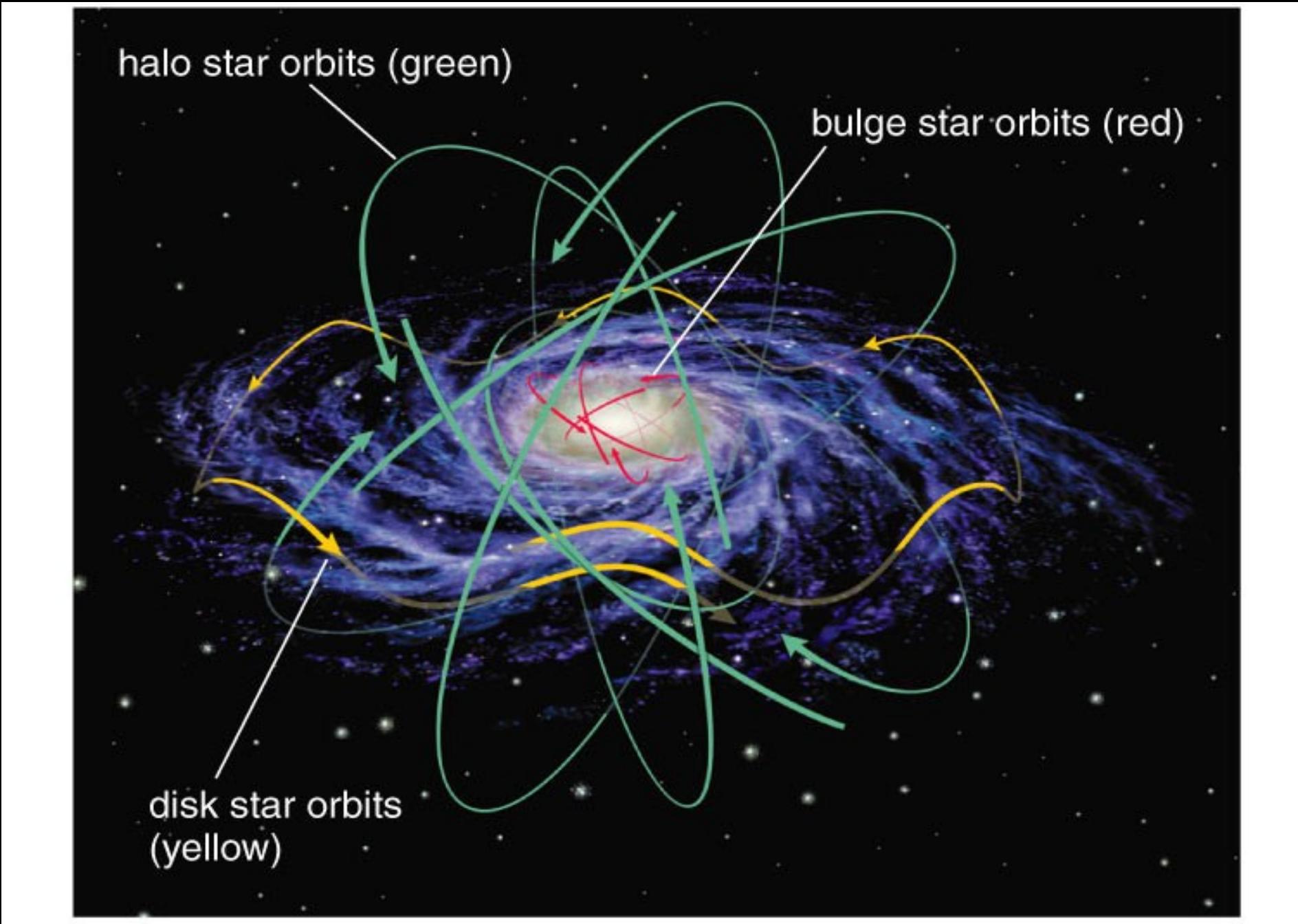
**B** Side view of the Milky Way

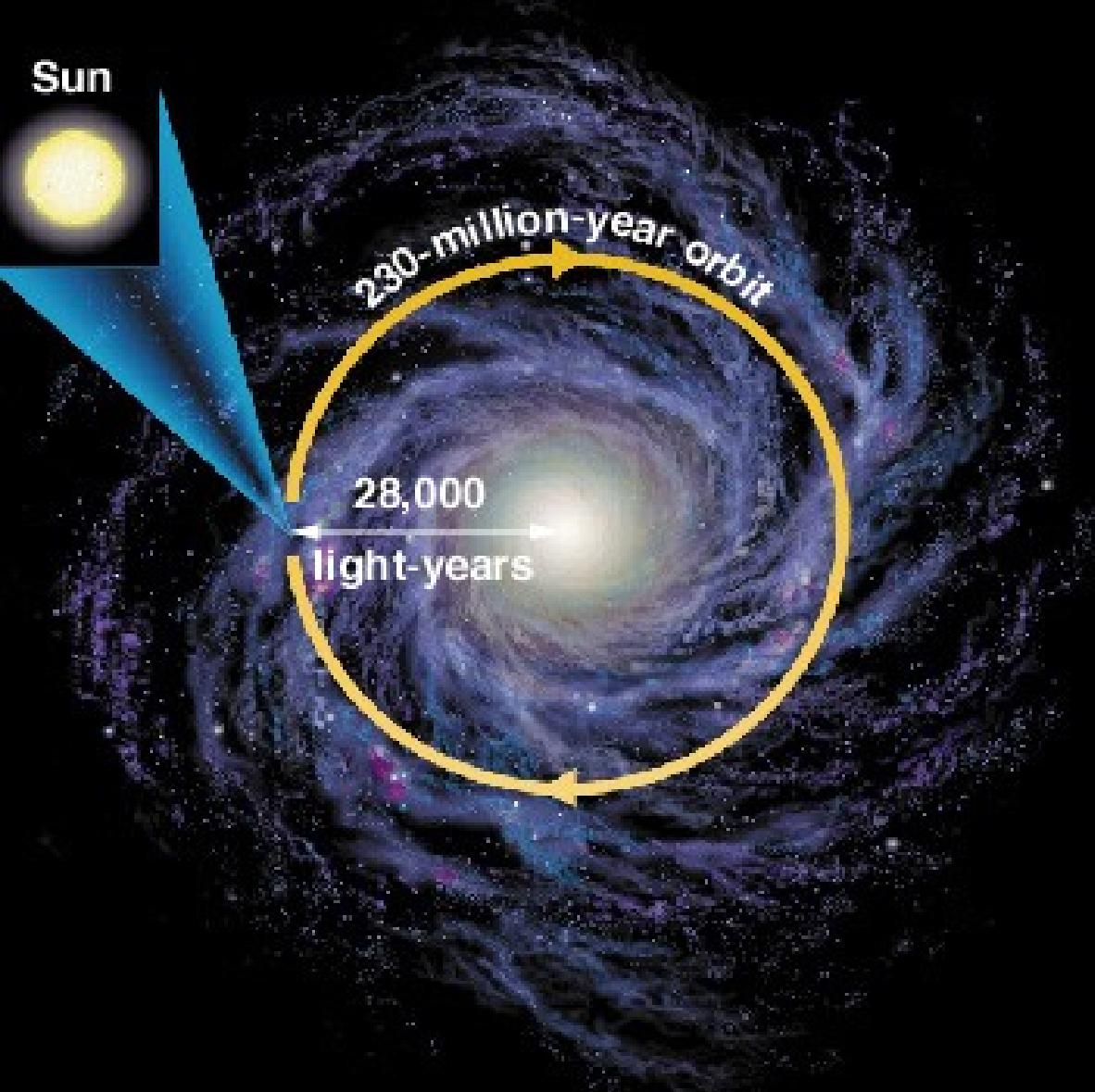
## Orbitas das estrelas no disco



# Órbitas das estrelas no bojo e halo





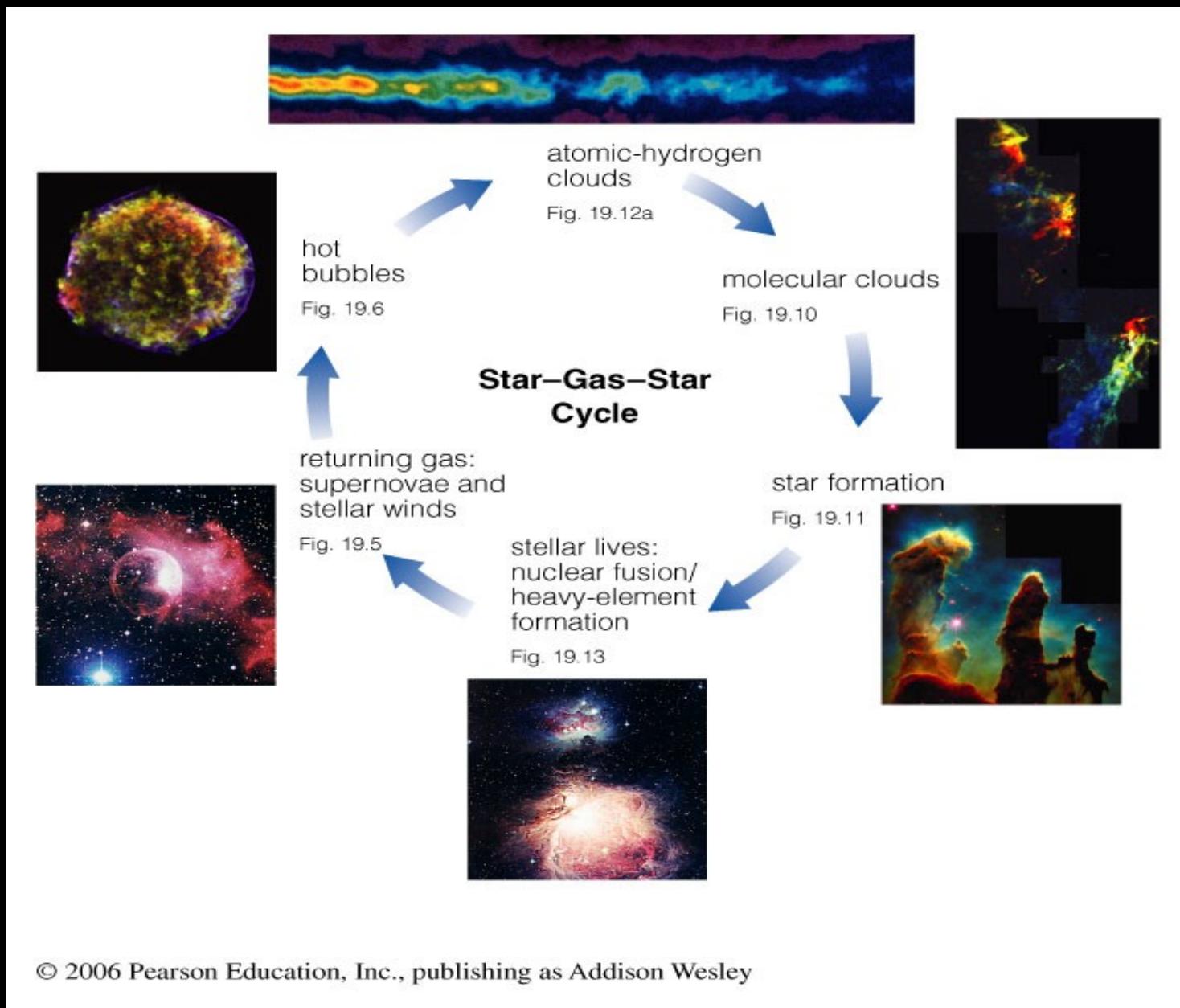


O movimento orbital do Sol nos permite calcular a massa interna a sua órbita:

$$1.0 \times 10^{11} M_{\text{Sun}}$$

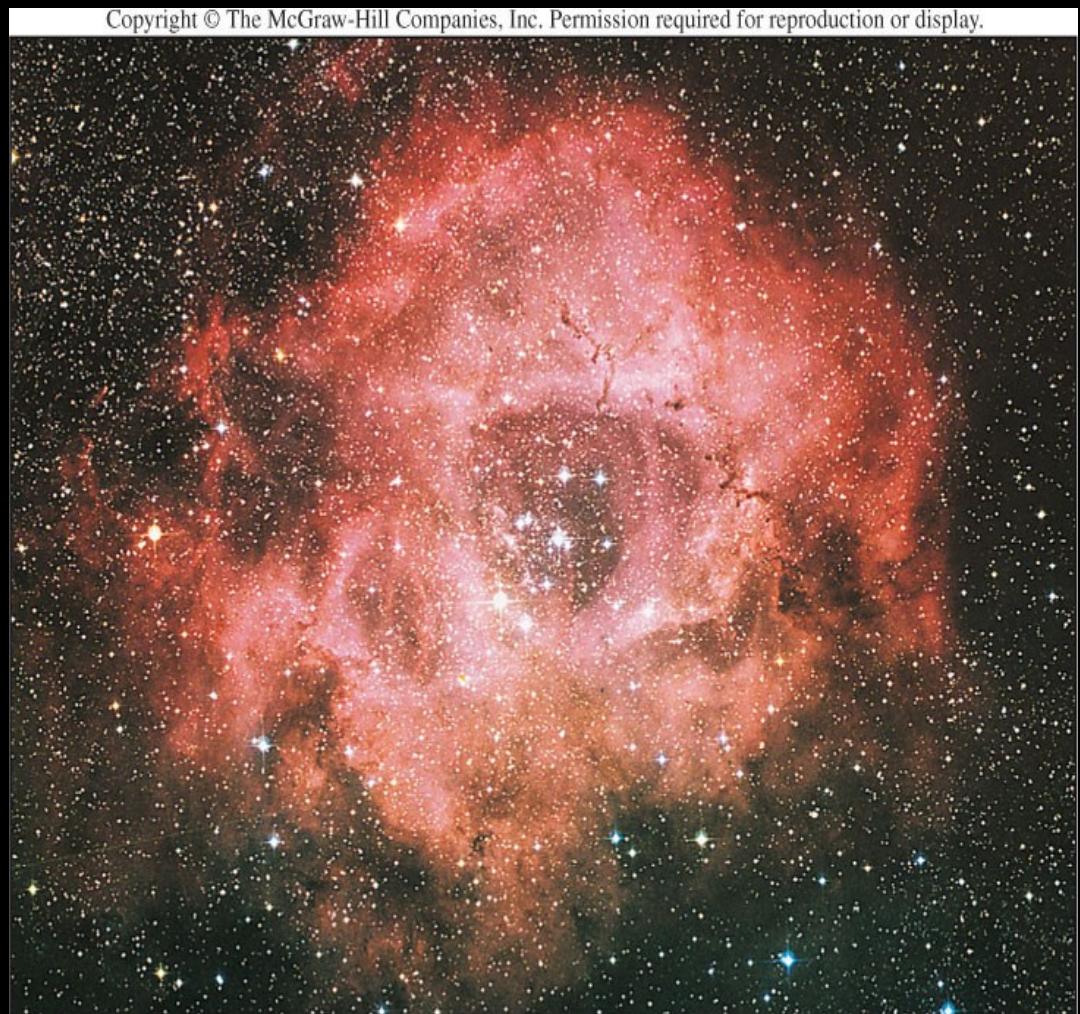
O Sol está a cerca de 8 kpc do centro

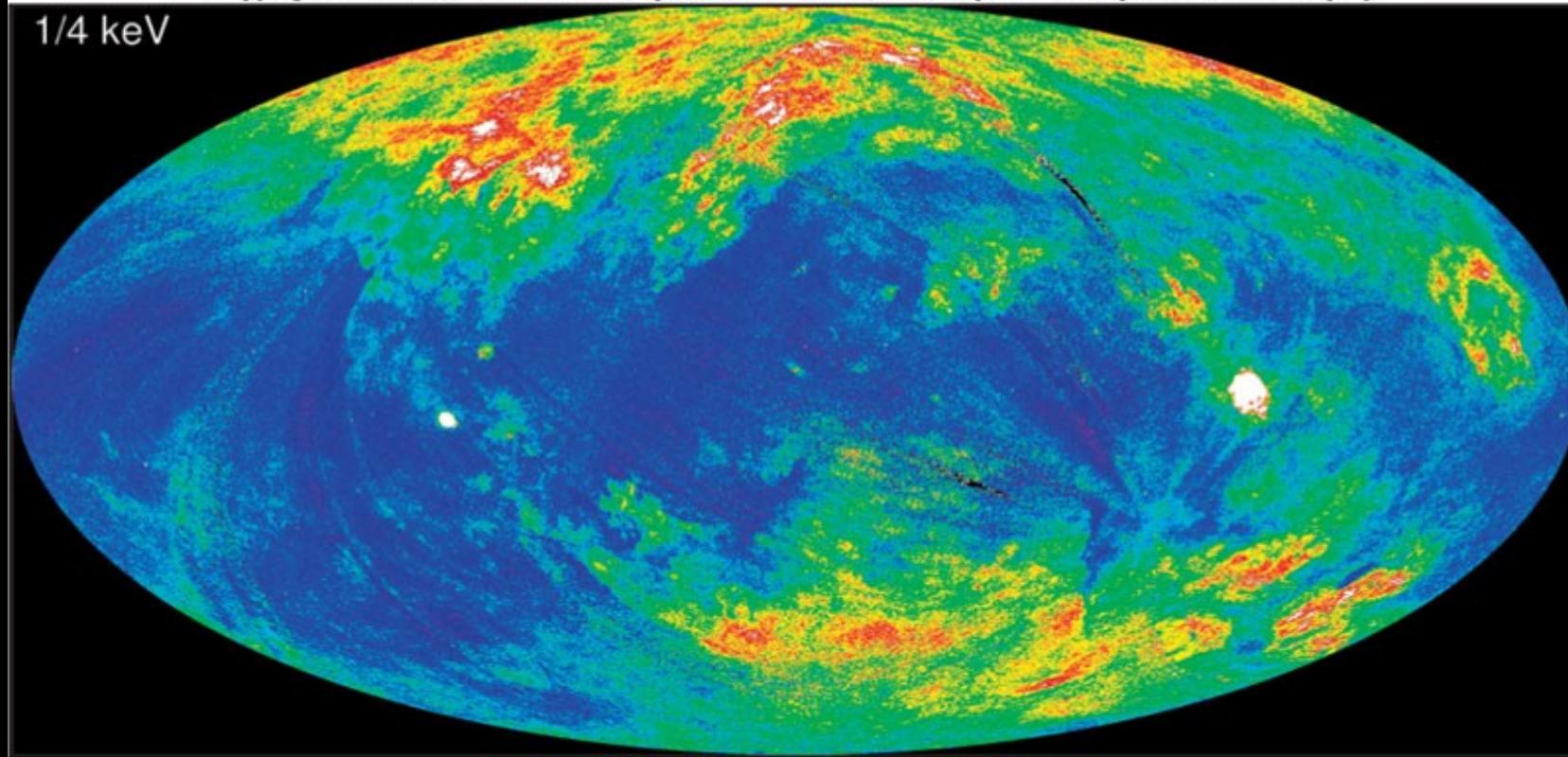
# *Ciclo Estrela-Gás-Estrela*



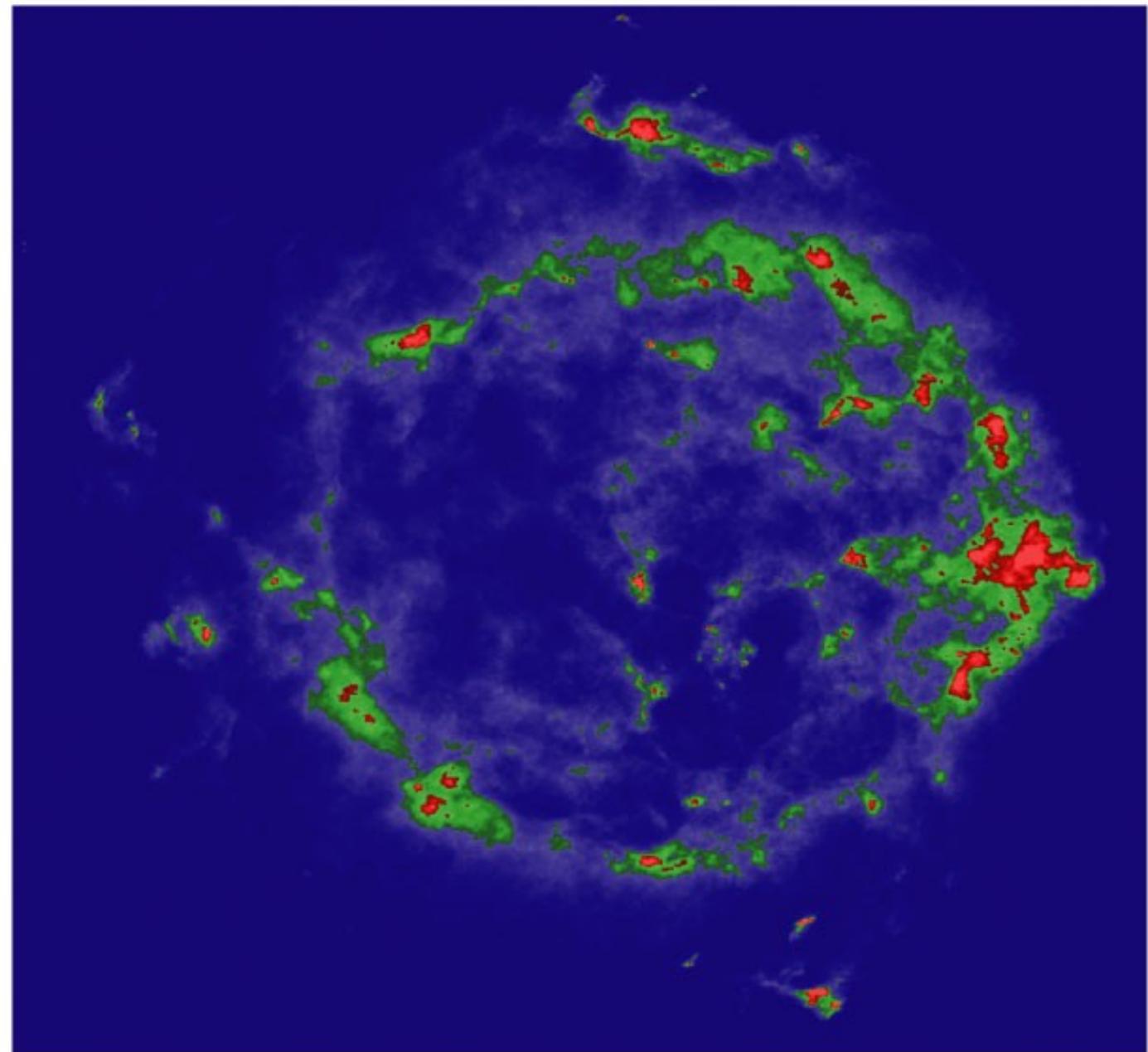
# Regiões HII

- Regiões de gás ionizados por uma estrela quente



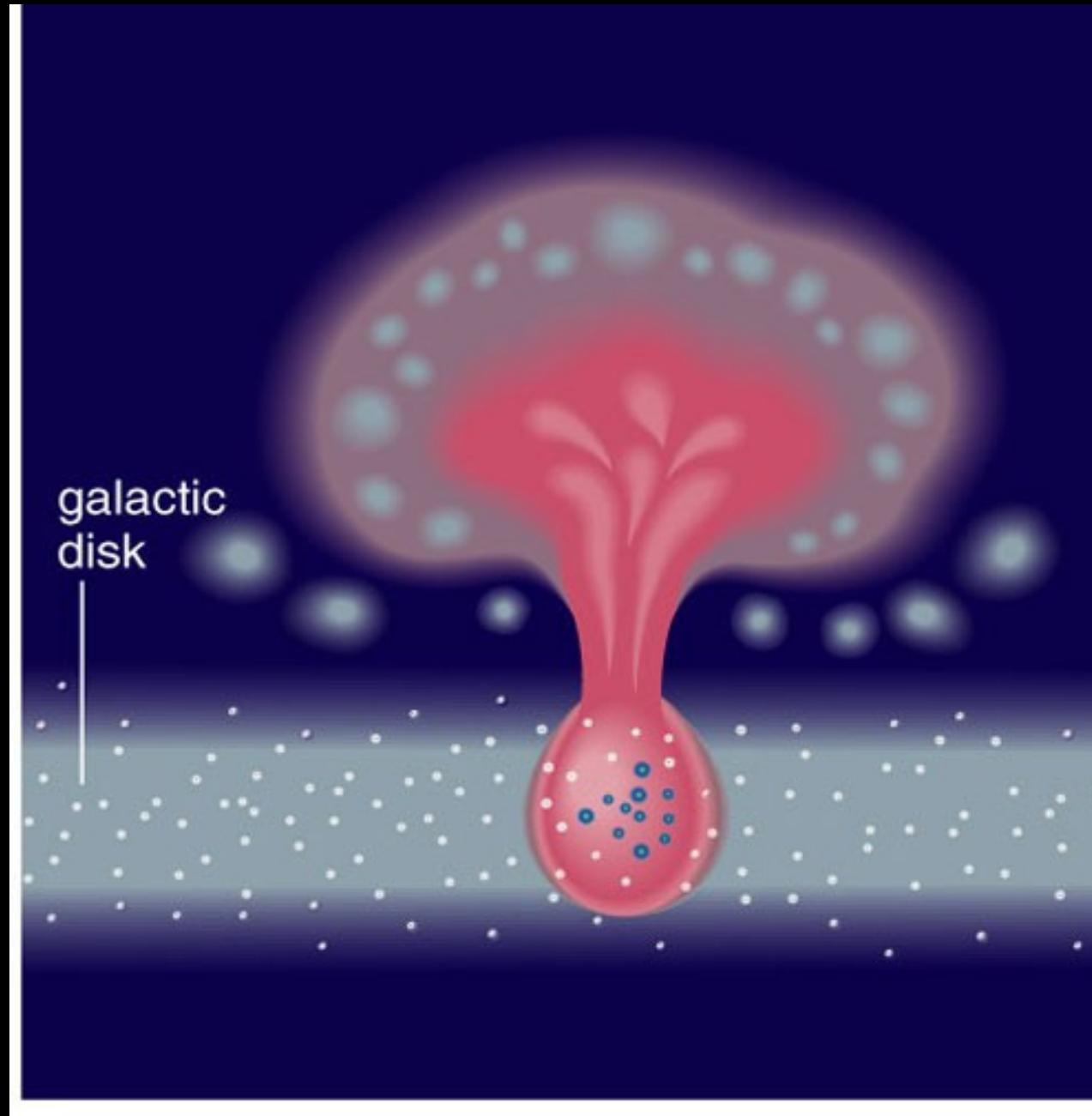


- Emissão da Via-Láctea em Raio-X
- Bolhas de gás quente



Supernovas  
aceleram as  
partículas  
próximo à  
velocidade da  
luz

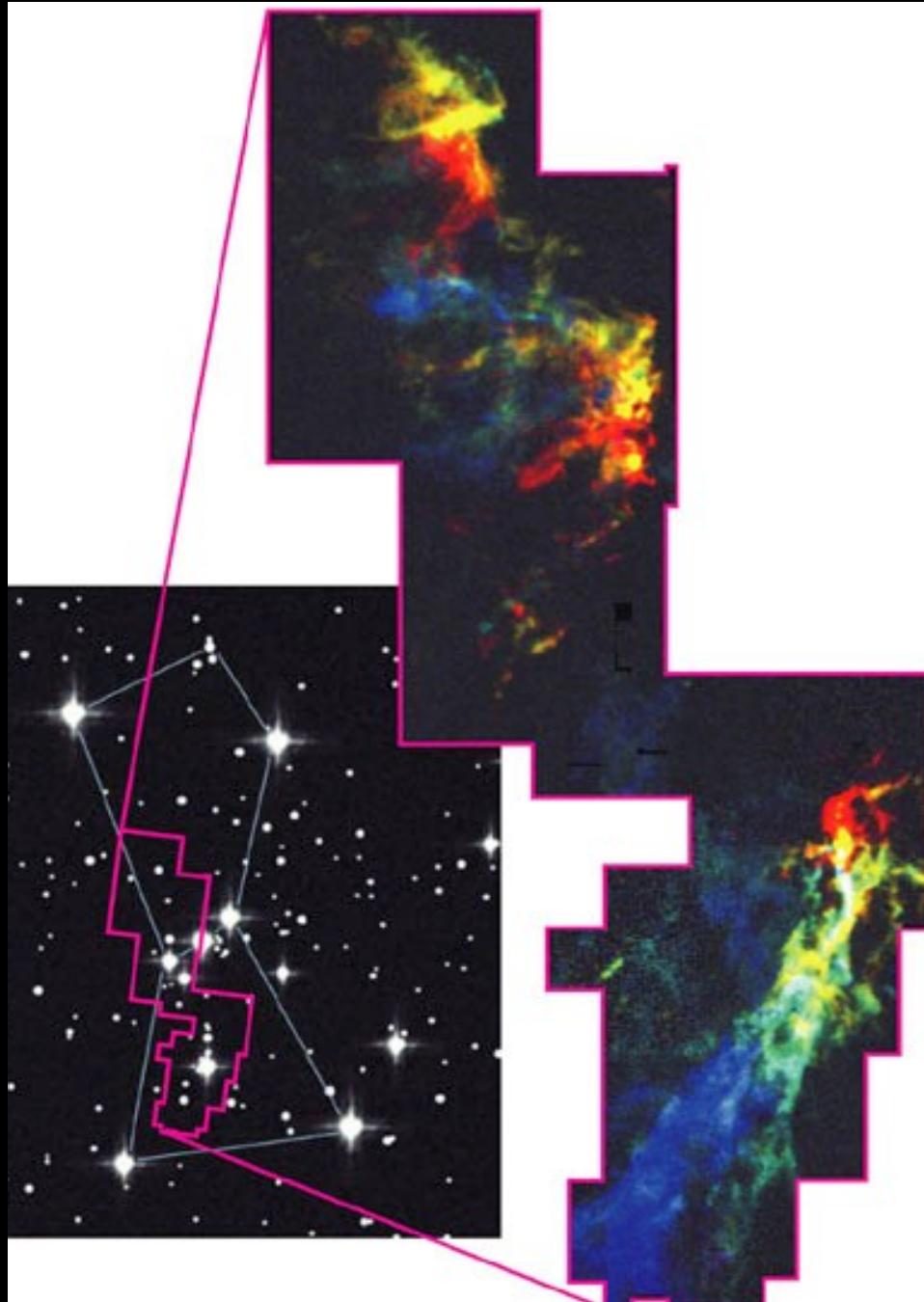
Os raios  
cósmicos  
observados na  
Terra são  
estas  
partículas



Várias supernovas podem criar bolhas que expandem-se para fora do disco

*Hidrogênio Atômico (H) forma-se do esfriamento de H ionizado*

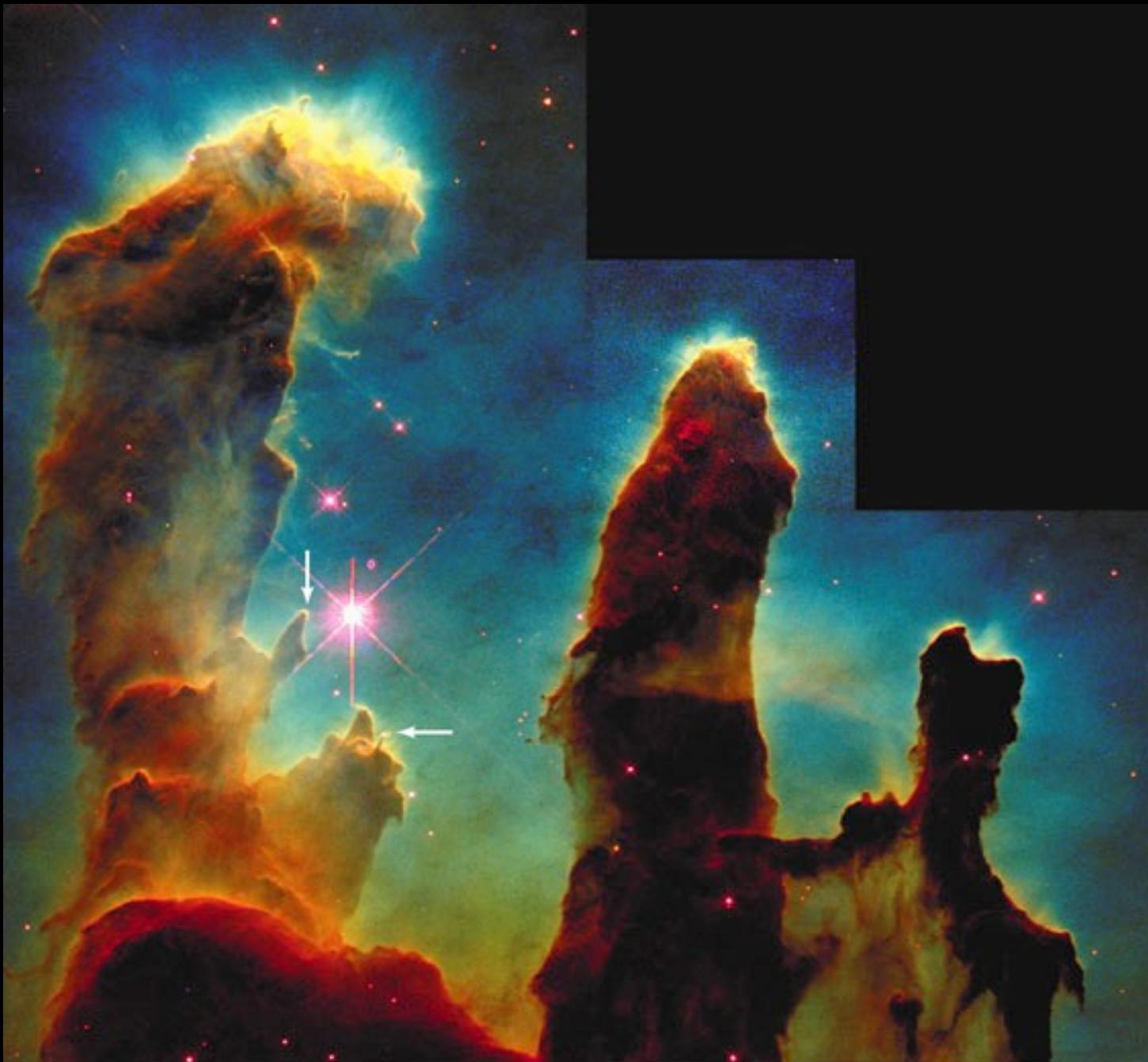
**Nuvens Moleculares** forma-se quando o H se condensa em nuvens



Nuvem Molecular em Orion

- Maior parte  $\text{H}_2$
- 28% He
- 1% CO
- 1 % outras moléculas

Novas  
estrelas são  
formadas  
em nuvens  
moleculares.  
estrela-gas-  
estrela



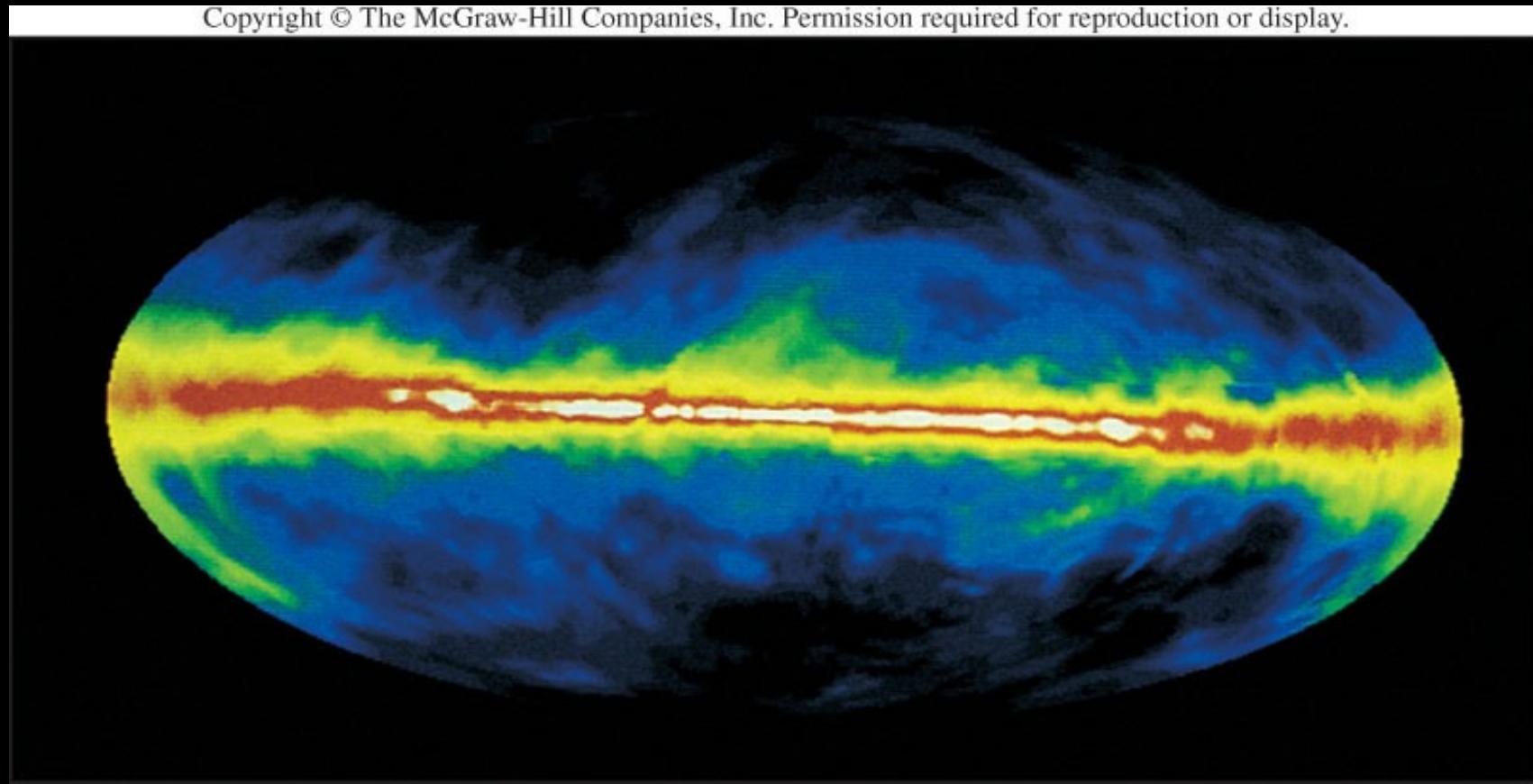
# *Reciclagem de Gás*

Gas Cools



- Estrelas formam novos elementos químicos
- Estrelas morrem espelindo gás e novos elementos (bolhas quentes  $\sim 10^6$  K)
- Gás quente esfria, formando H atômico ( $\sim 100\text{-}10,000$  K)
- Esfriando-se mais, formam-se nuvens moleculares ( $\sim 30$  K)
- Gravidade forma novas estrelas e planetas nas nuvens moleculares

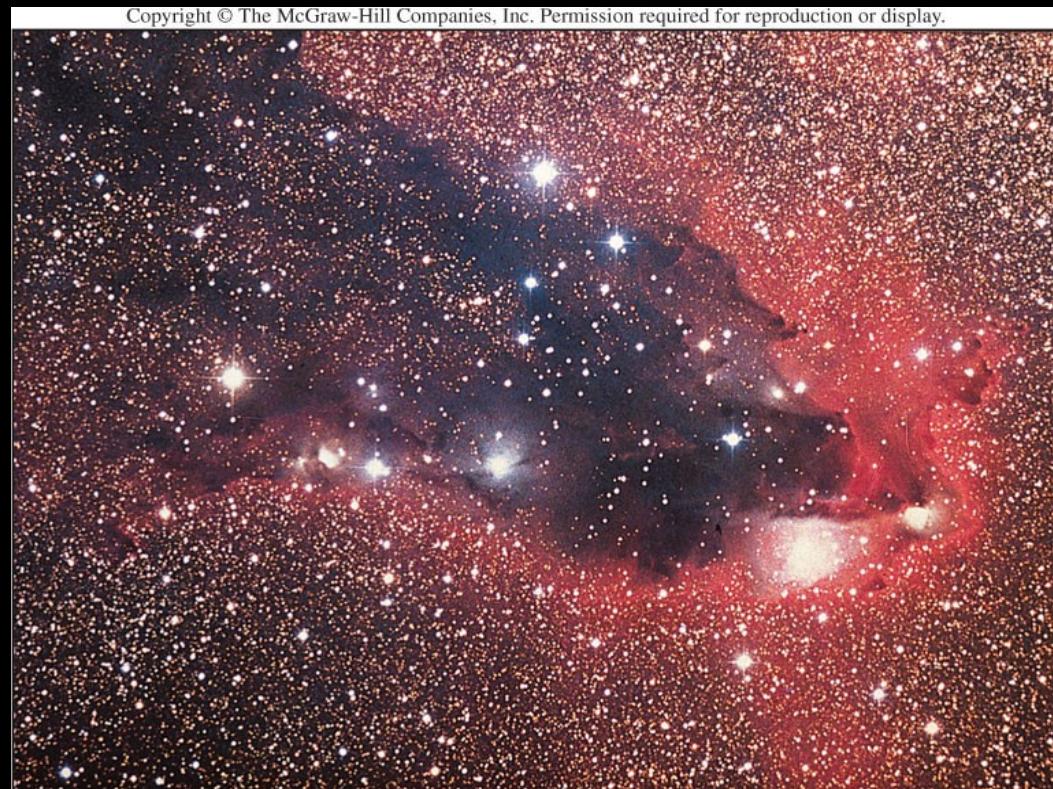
- Hidrogênio Neutro está no plano do disco

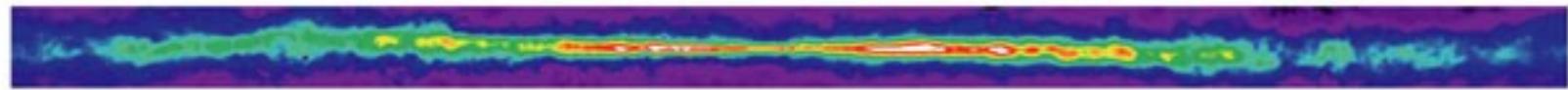


- A Via-Láctea vistas em 21cm
- Hidrogênio Neutro está no plano do disco

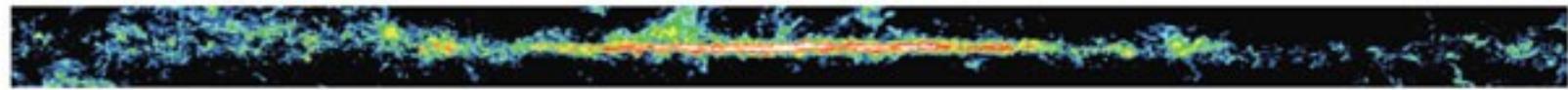
# Nebulosas Escuras

- Poeira interestelar
- Partículas que bloqueiam a passagem de luz
- Poeira reemite no infravermelho





a 21-cm radio emission from atomic hydrogen gas.



b Radio emission from carbon monoxide reveals molecular clouds.



c Infrared (60–100  $\mu\text{m}$ ) emission from interstellar dust.



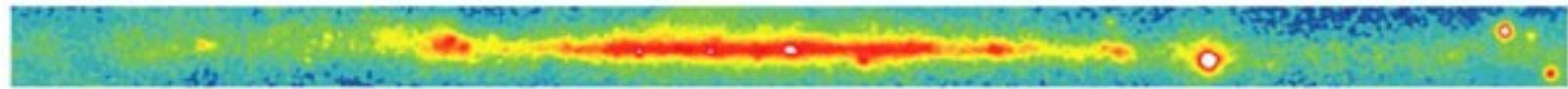
d Infrared (1–4  $\mu\text{m}$ ) emission from stars that penetrates most interstellar material.



e Visible light emitted by stars is scattered and absorbed by dust.



f X-ray emission from hot gas bubbles (diffuse blobs) and X-ray binaries (pointlike sources).



g Gamma-ray emission from collisions of cosmic rays with atomic nuclei in interstellar clouds.

Observamos o ciclo estrelas-gás-estrelas usando diferentes comprimentos de onda

Halo:

sem ionização,  
sem estrelas azuis quentes,  
sem formação estelar



---

Disco:

regiões ionizadas,  
estrelas quentes,  
formação estelar

## **Estrelas no Halo:**

0.02-0.2% elementos pesados (O, Fe, ...),  
estrelas velhas  
formaram-se no início e não mais



## **Estrelas do Disco:**

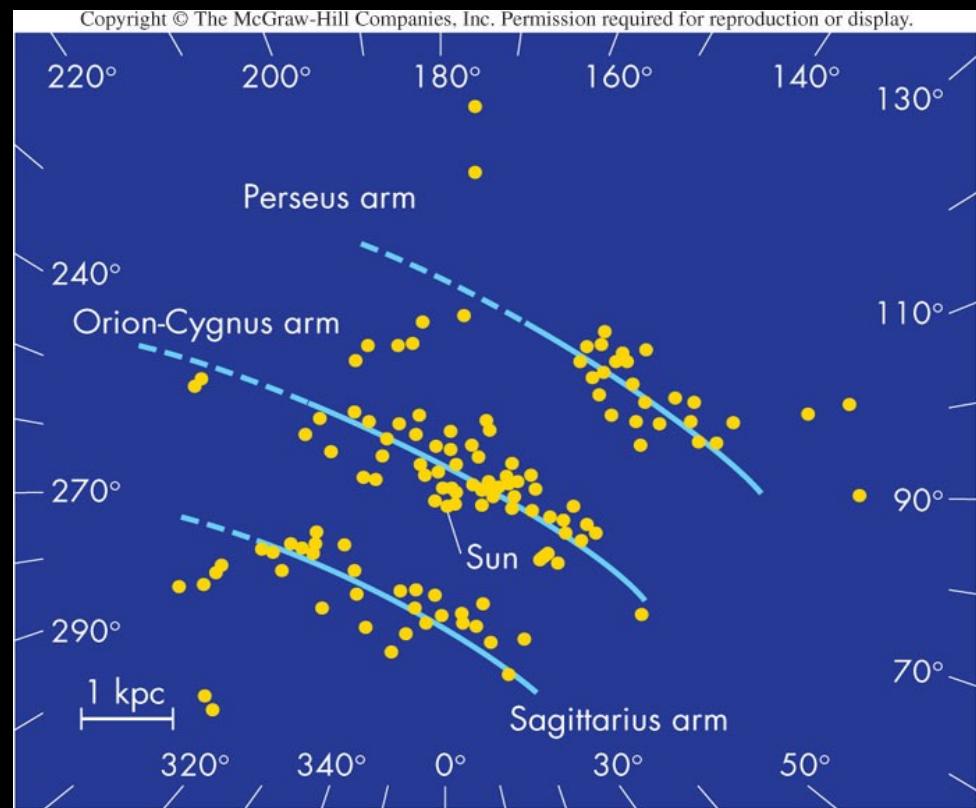
2% elementos velhos,  
estrelas de todas idades,  
continuamente formando-se estrelas



Quase toda  
formação estelar  
acontece no disco  
  
em especial nos  
braços

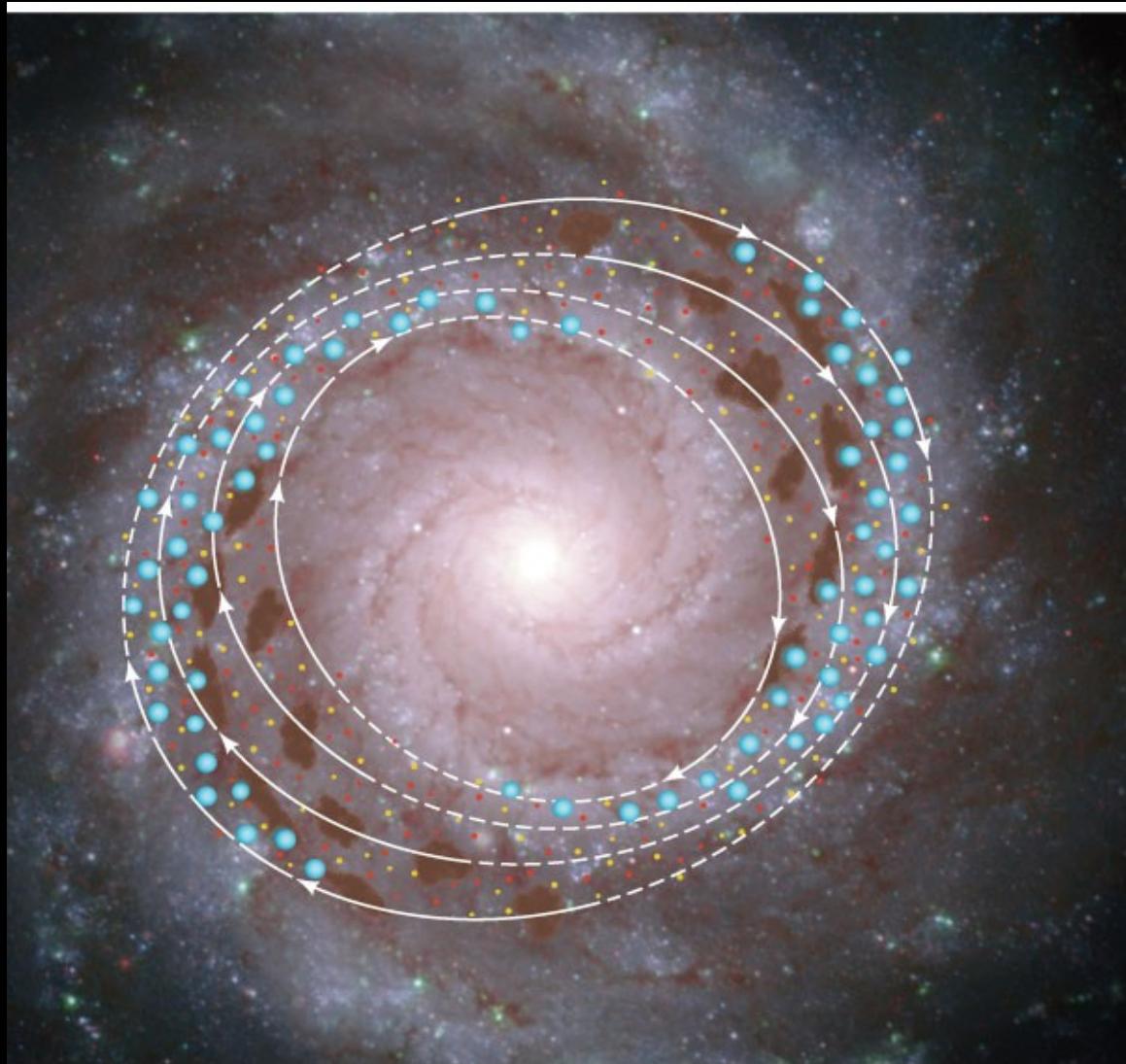
Galáxia M51

# Estrutura Espiral



- Difícil de observar na nossa própria galáxia por causa do gás e poeira.

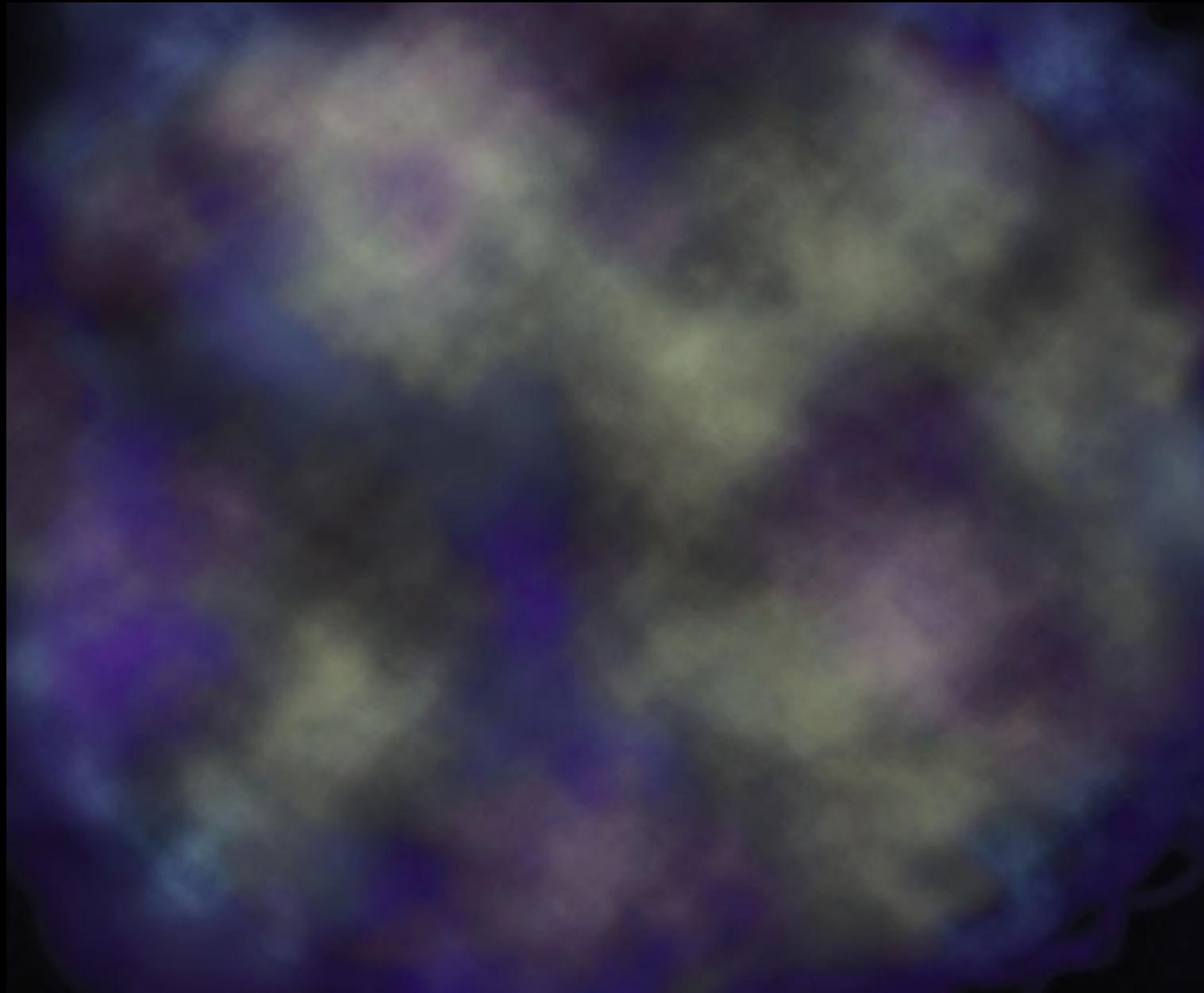
# Formação estelar nos braços



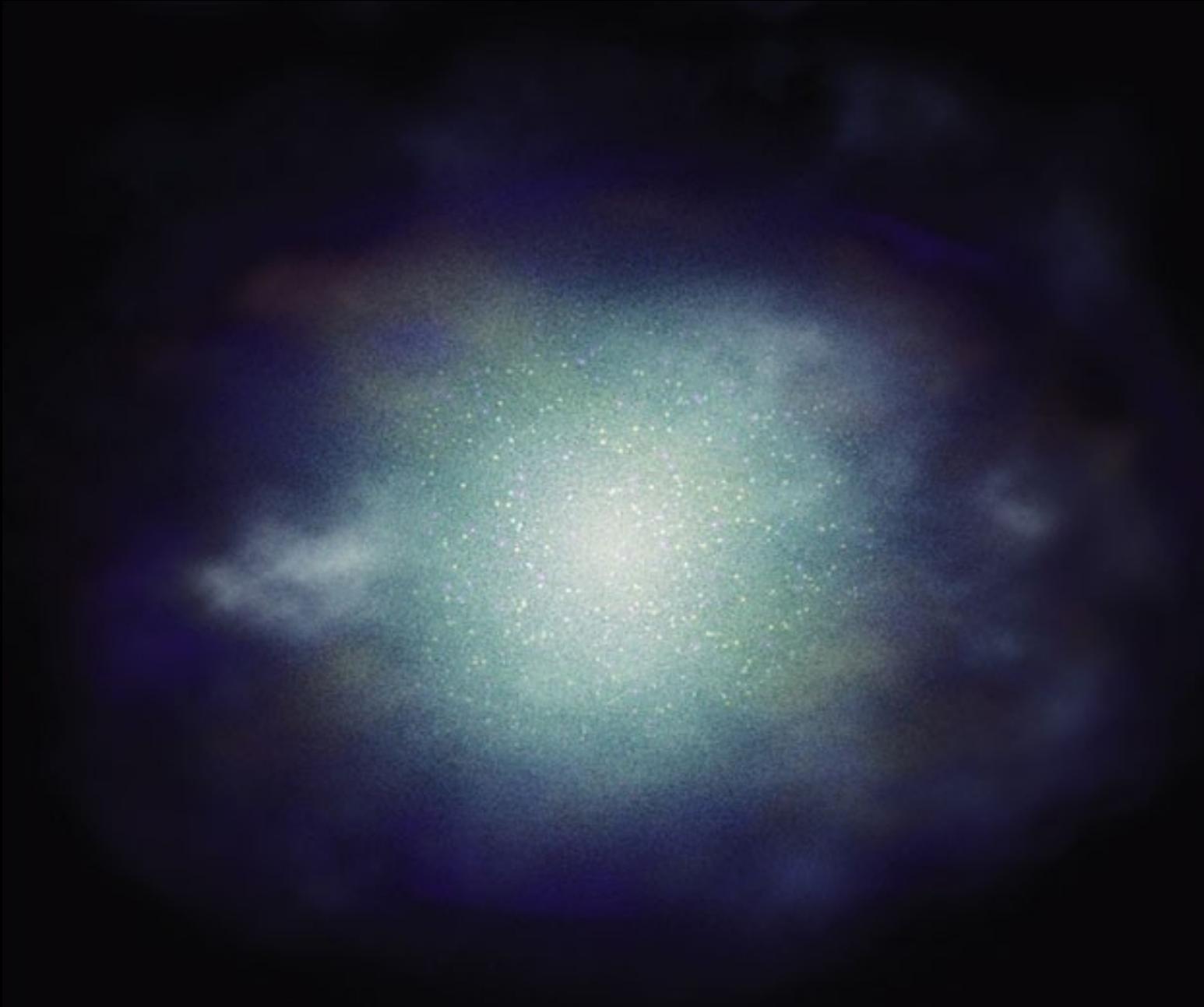
Braços espirais são ondas que produzem formação estelar

A densidade nos braços é maior que em outras regiões do disco

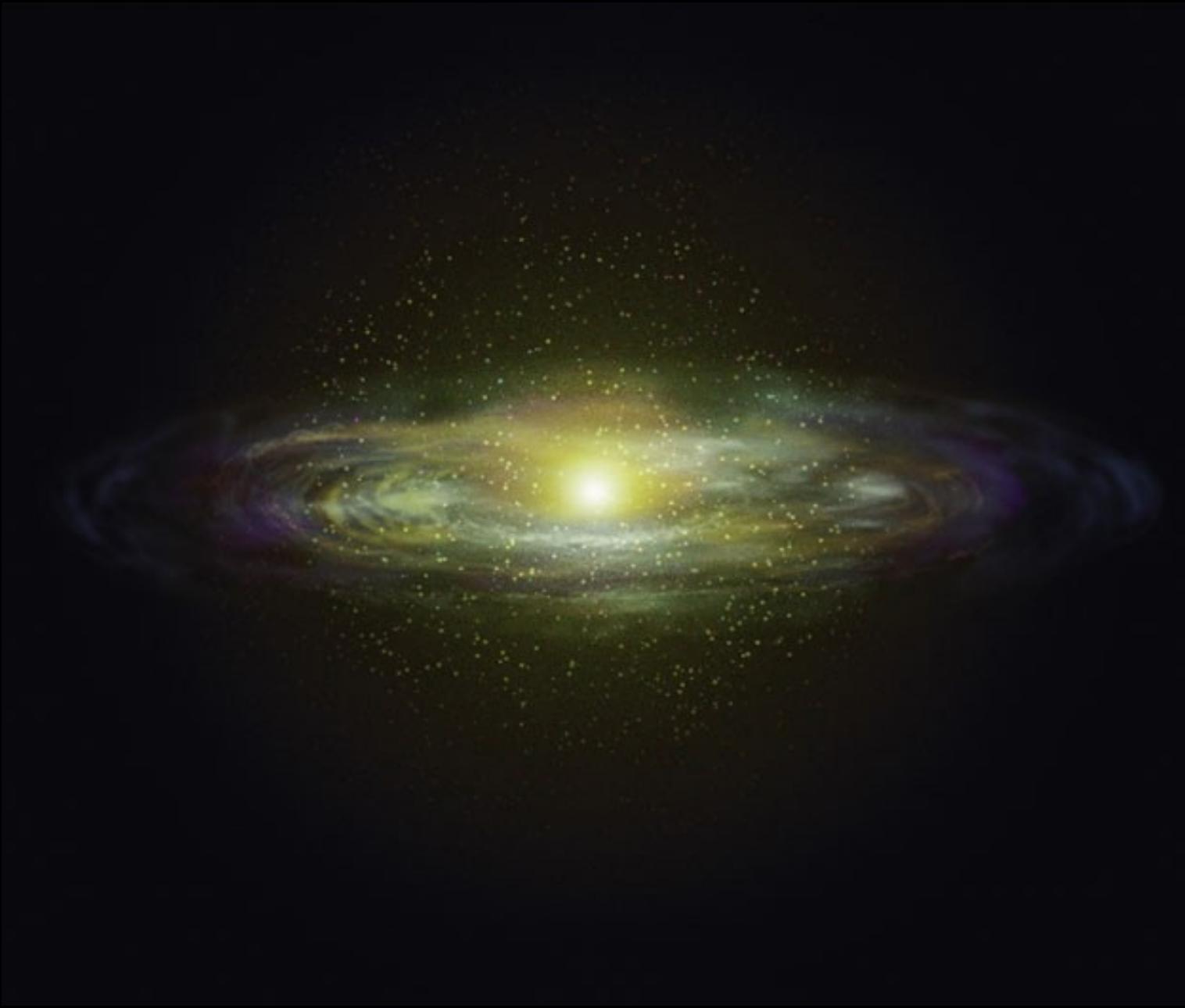
O aumento de densidade facilita a formação estelar



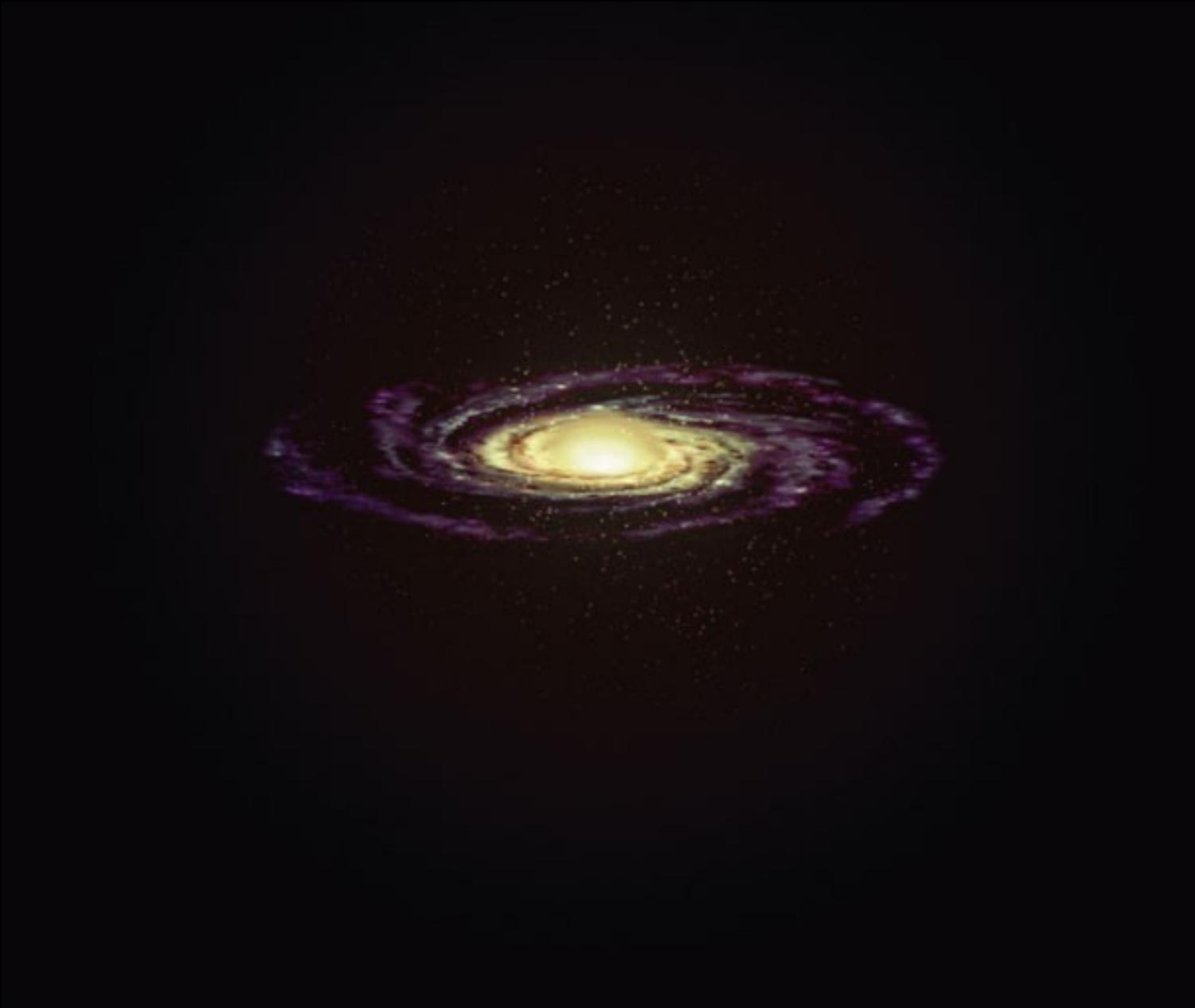
Nossa galáxia se formou de uma **gigantesca**  
nuvem de gás



As estrelas do halo formaram-se no início  
da contração da nuvem



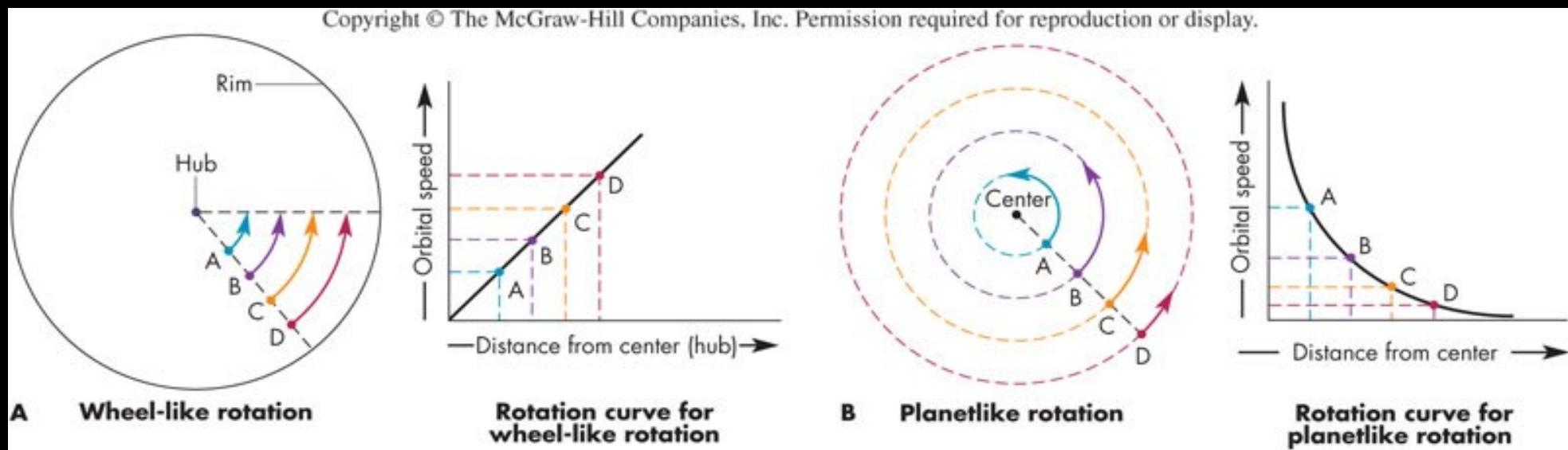
O restante do gás se organiza num disco



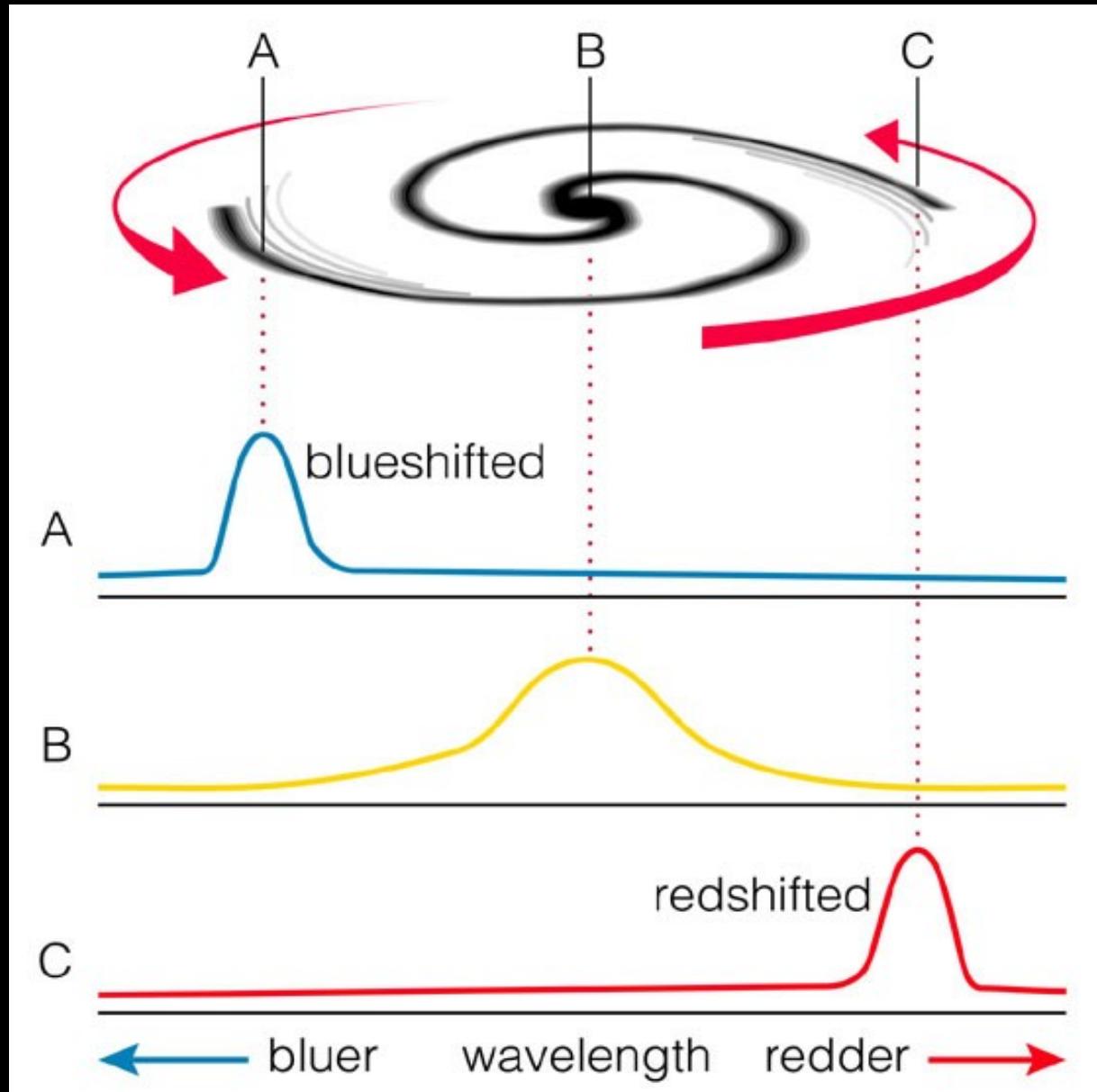
As estrelas continuam a se formar no disco

# Rotação

- A Galáxia não é um corpo rígido
- Massa central: movimento Kepleriano  $v \sim 1/r$
- Disco rígido: movimento angular constante
- A Galáxia não é nem uma coisa nem outra.

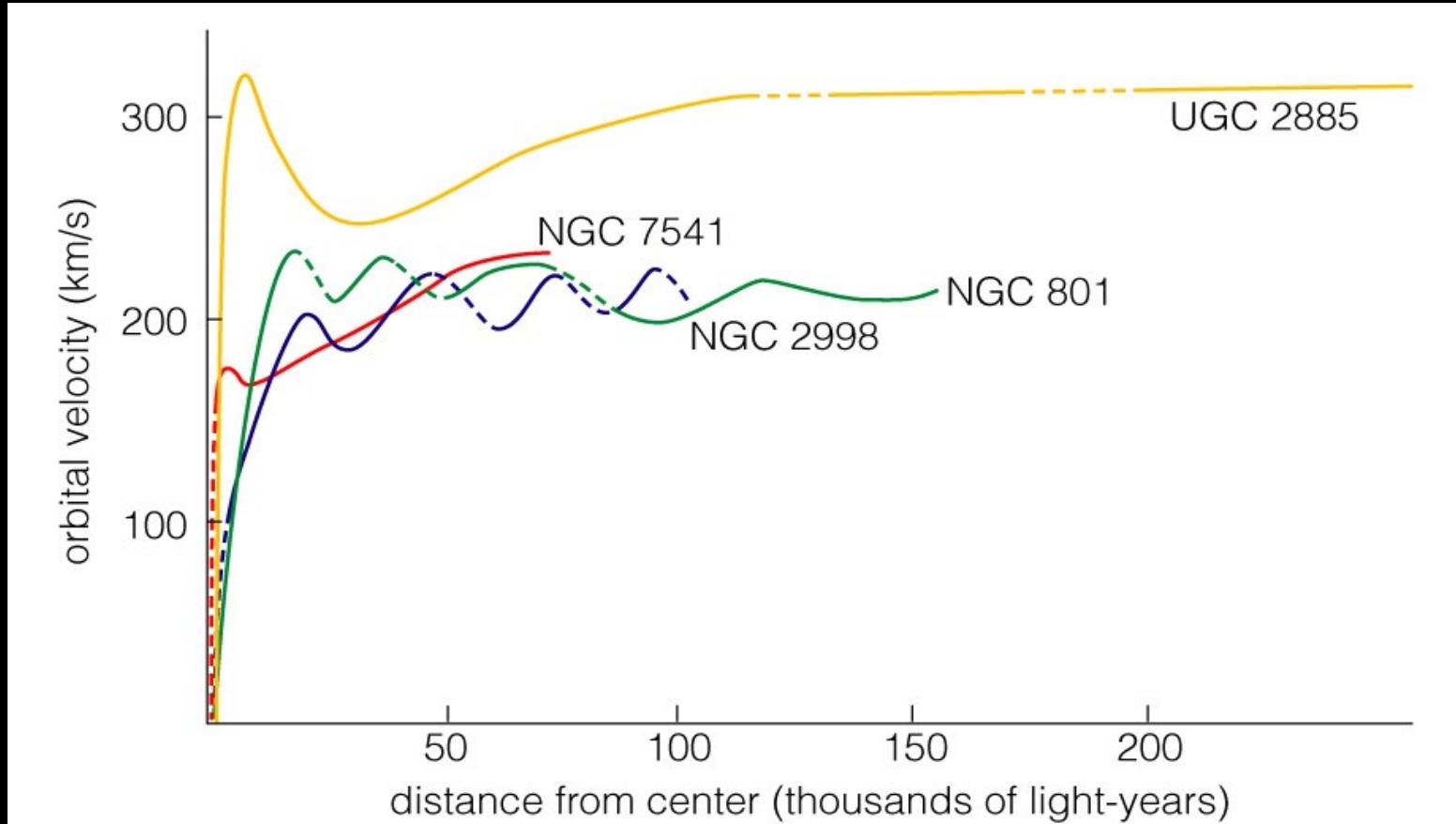


# Medindo a Rotação



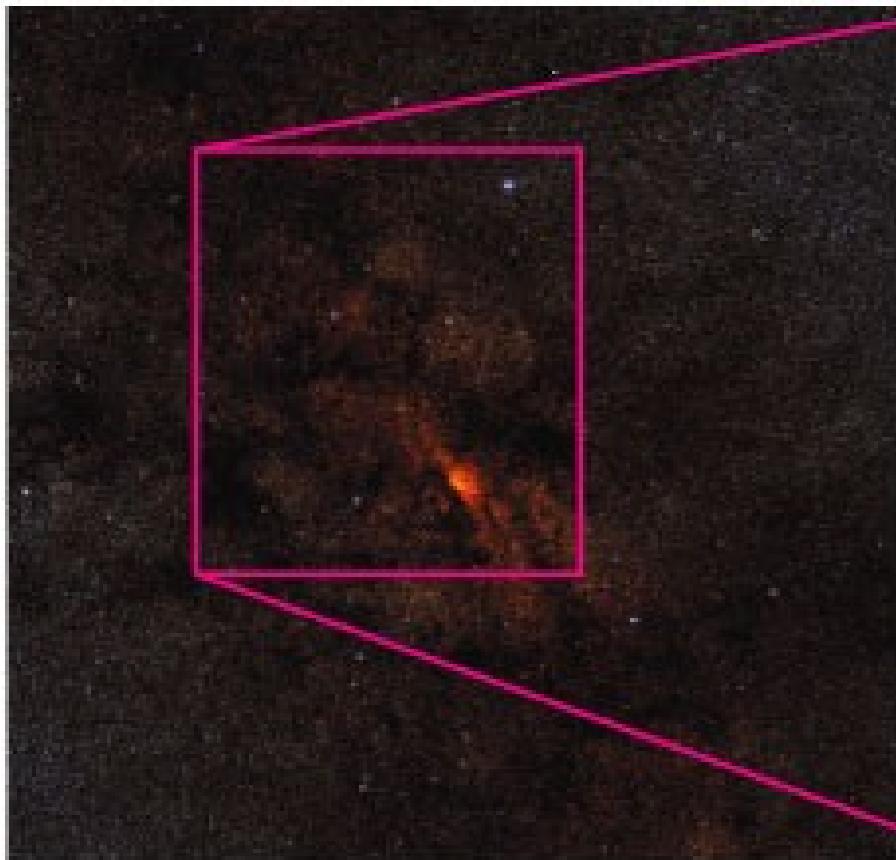
A velocidade de rotação é medida através do efeito Doppler da luz

# Curvas de Rotação

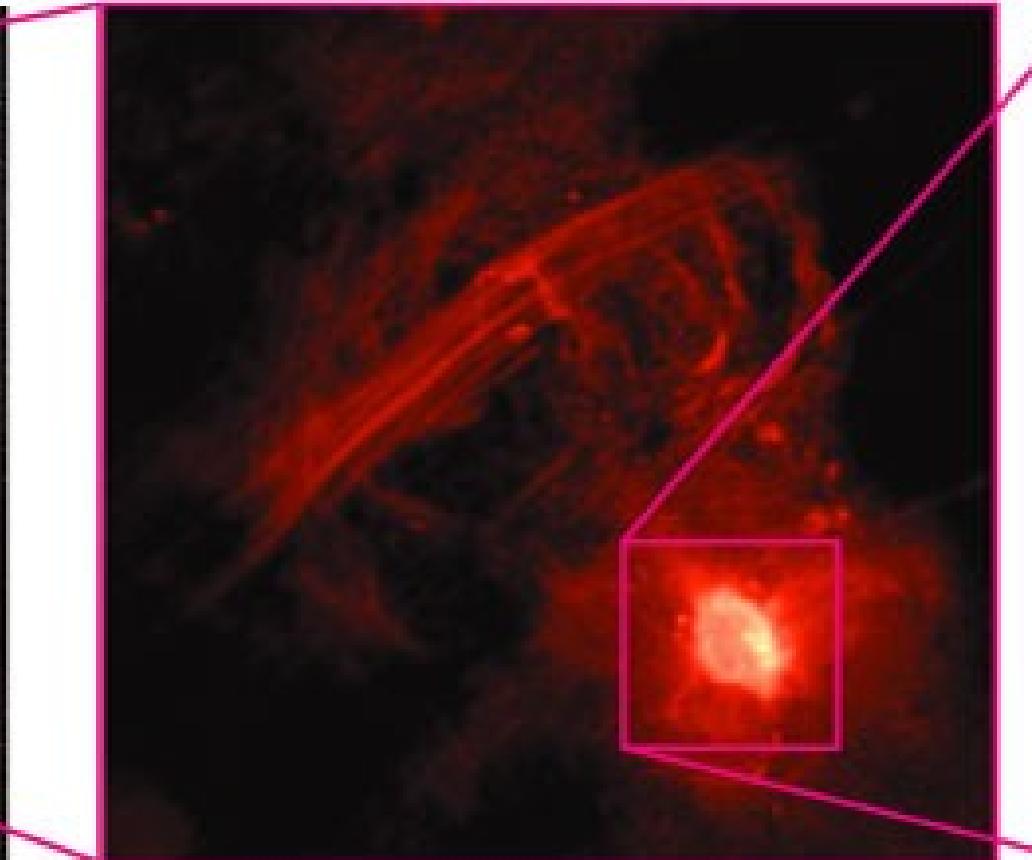


Galáxias espirais tende a ter curvas planas, indicando grandes quantidades de matéria não vistas

# Centro da Via Láctea

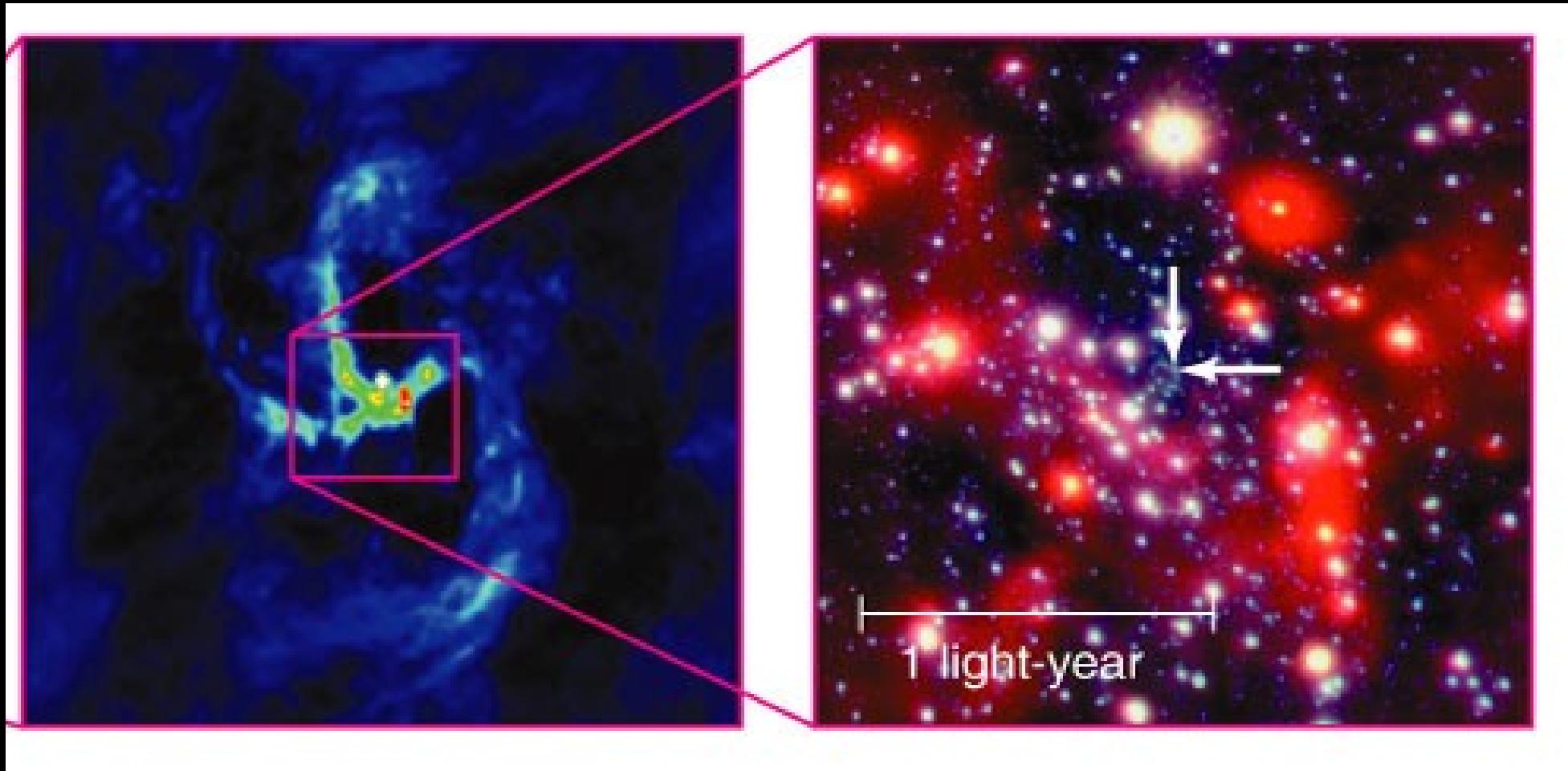


Emissão no infravermelho



Emissão em rádio

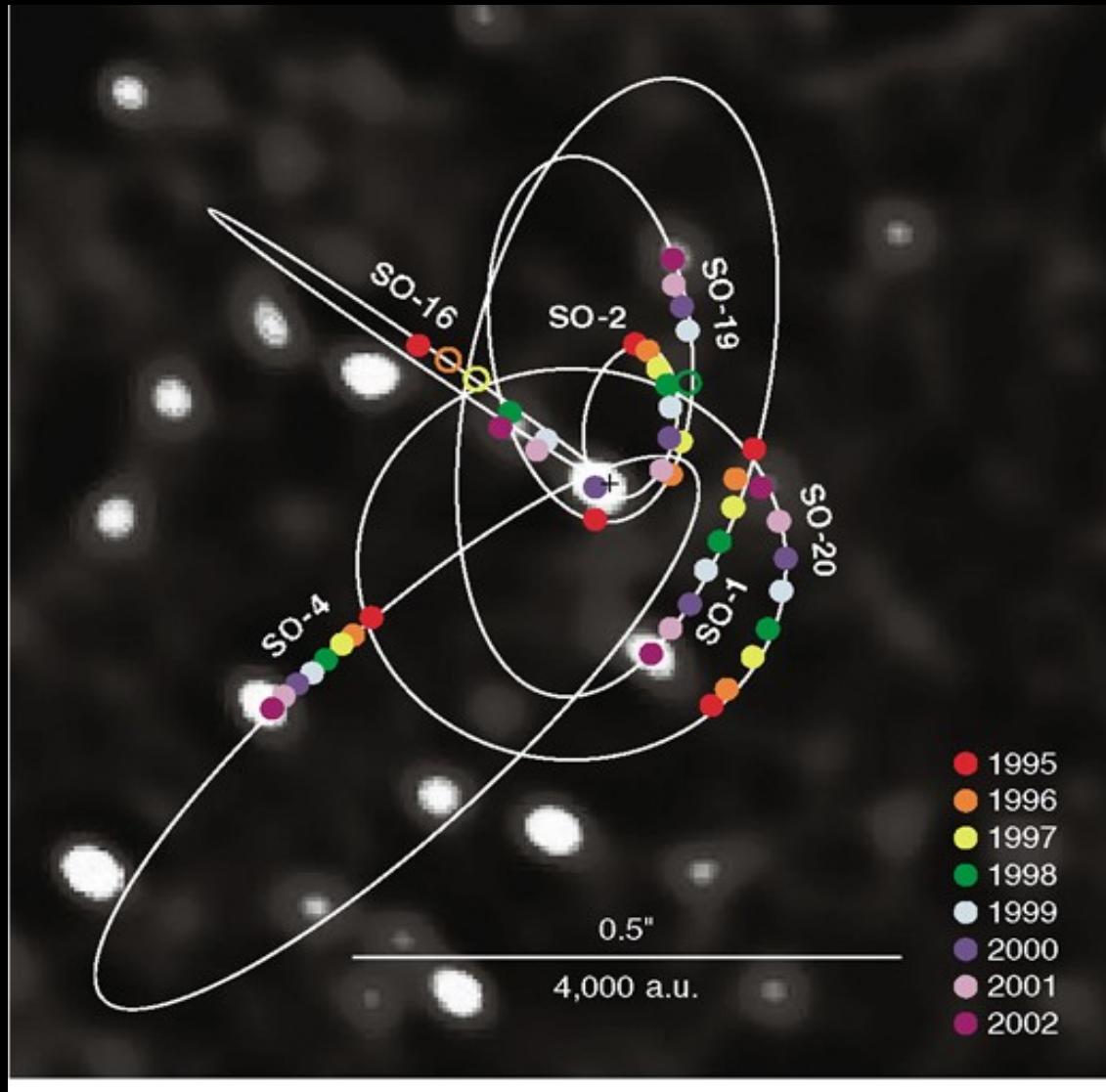
# Centro da Via Láctea



Movimento do gás

Órbitas das estrelas

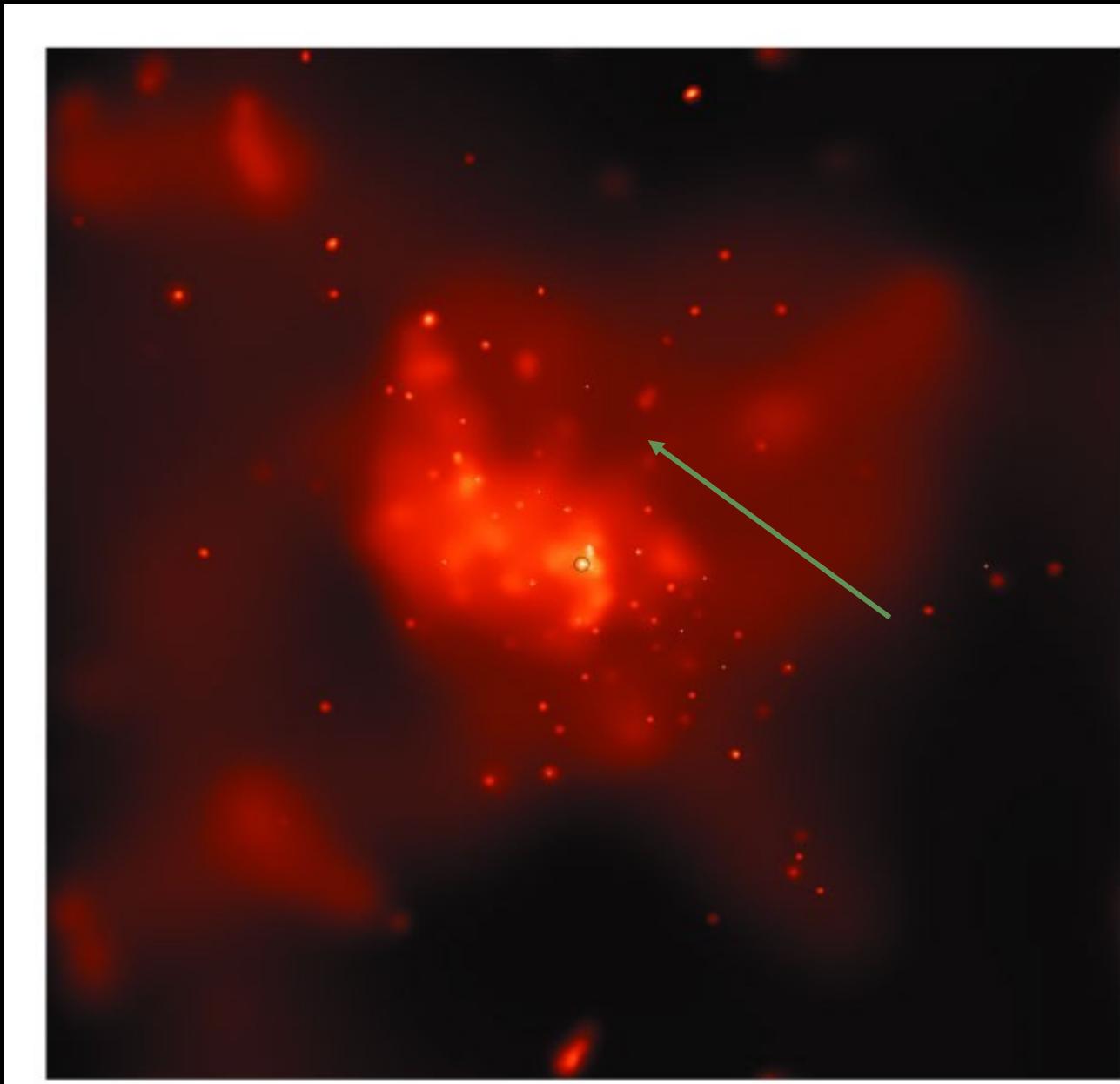
# Centro da Via Láctea



As estrelas parecem  
orbitar algo com muita  
massa mas não visível:  
**buraco negro?**

As órbitas indicam  
4 million  $M_{\text{Sol}}$

# Centro da Via Láctea



Observações em raio-X indicam que as forças de maré do buraco-negro perturbam toda a região nuclear.

