

# A Via Láctea



# O que vamos estudar?

- O que é a Via Láctea?
- Sua estrutura
- Suas componentes



# **A Via-Láctea**

**Hoje sabemos que é a galáxia onde vivemos**

- Há 100 anos não sabíamos disso!
- Difícil estudar estando dentro dela



**A noite, em um céu limpo...**

**... a Via-Láctea**



# A Via-Láctea

**Galáxia, Via-Láctea, Milk Way** = “Caminho de Leite”

**Demócrito (~ 400 aC)** propôs que essa “nuvem” era formada de inúmeras estrelas

**Galileu (~ 1610)** apontou uma luneta para o céu e comprovou

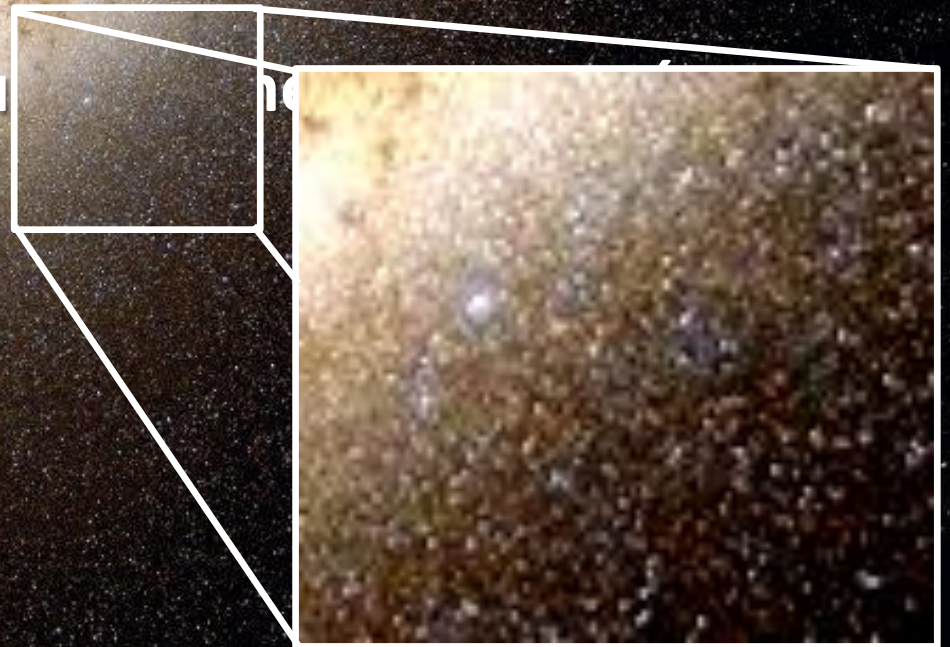


# A Via-Láctea

**Galáxia, Via-Láctea, Milk Way** = “Caminho de Leite”

**Demócrito (~ 400 aC)** propôs que essa “nuvem” era formada de inúmeras estrelas

**Galileu (~ 1610)** apontou o telescópio e  
comprovou



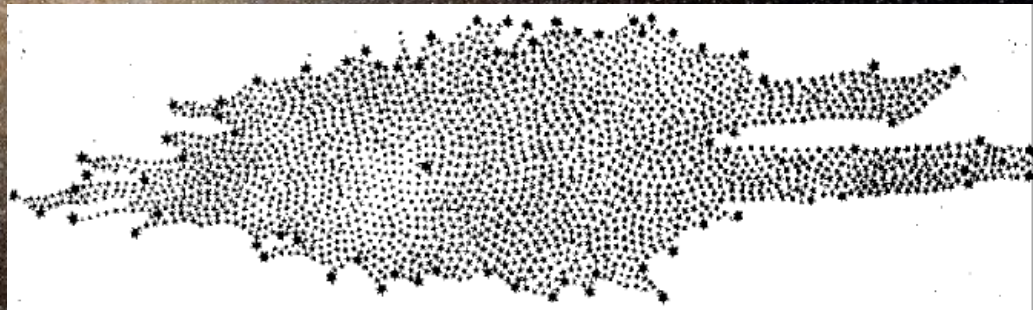


# A Via-Láctea

Nos séculos XVIII e XIX, **Charles Messier** e **William Herschel** catalogam diversas “**nebulosas**” – objetos com aparência difusa, como nuvens

Assumindo que as estrelas tivessem o mesmo brilho, Herschel determinou a forma da Via-láctea:

... mas estrelas  
não têm brilho  
igual  
... e a Galáxia não  
tem esta forma...





# A Via-Láctea

No século XVIII, já se propunha que as nebulosas poderiam ser outras galáxias (hipótese dos Universos-ilha)

No século XX:

Grande Debate – Curtis x Shapley

Universo: Muitas galáxias x uma só grande galáxia

- Edwin Hubble mediu a distância às nebulosas espirais, mostrando que nossa Galáxia é uma em um Universo com muitas outras galáxias

O telescópio espacial Hubble foi nomeado em homenagem Edwin Hubble



# A Via-Láctea



Recentemente, melhores métodos de medir distância e melhores imagens permitiram determinar melhor as dimensões e a estrutura da Via-láctea



# **Estrutura e Dimensões**

**Para conhecer a estrutura da Via-láctea temos que determinar as posições dos objetos dentro da Galáxia**

**Determinar distâncias é uma questão importante e complicada em Astronomia**

**Dentro da Via-láctea, mede-se distâncias usando:**

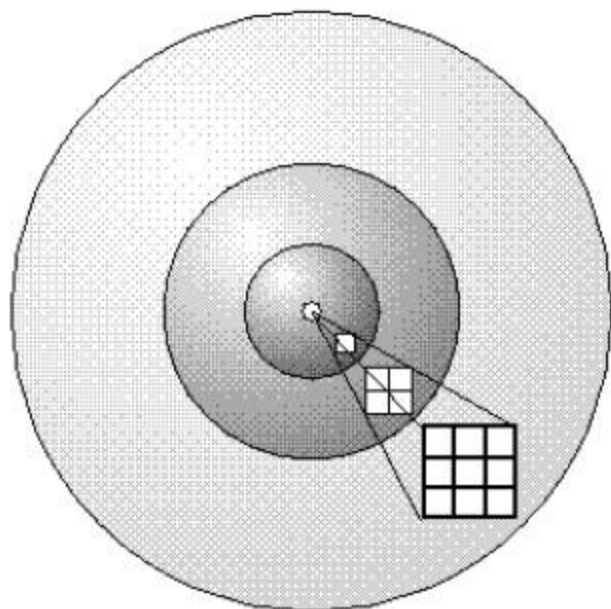
- método da Paralaxe (para estrelas até 1600 anos-luz)**
- relação período-luminosidade de estrelas variáveis tipo Cefeidas e RR Lyrae**



# Como medir distâncias dentro da Galáxia?

- Se medimos o fluxo  $F$  (brilho) de uma lâmpada e sabemos sua luminosidade  $L$  (potência), temos sua distância:

- $F = L / (4 \pi d^2)$

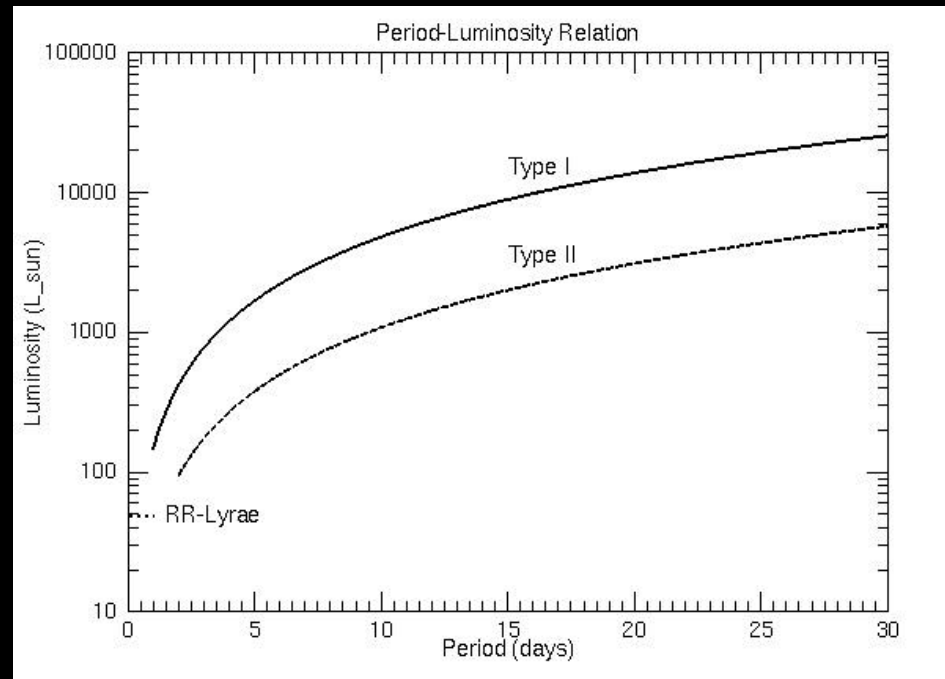
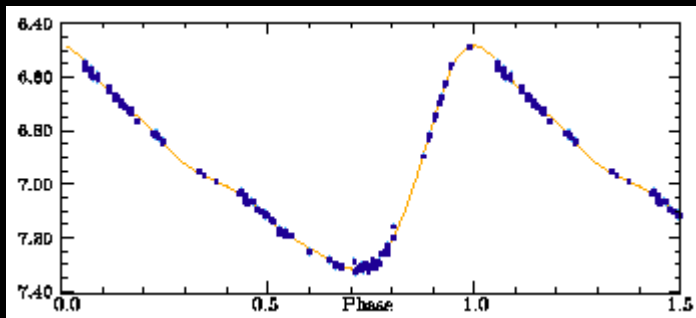
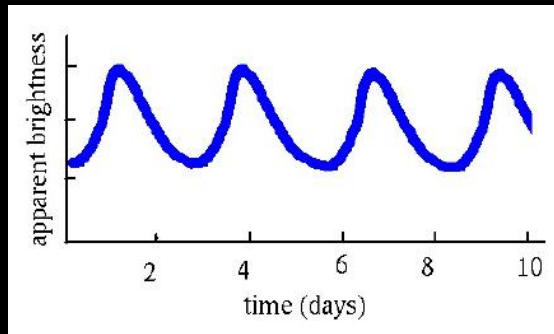


Light spreads out with the **square** of the distance. Through a sphere twice as large, the energy covers an area **four** times larger. Through a sphere three times as large, the energy covers an area **nine** times larger.



# Relação Período-Luminosidade

- Cefeidas e RR Lirae são tipos de estrelas com brilho variável, com período bem determinado
- Em 1908, Henrietta Leavitt descobriu a relação Período-Luminosidade para Cefeidas (1912)





# **Medindo Distâncias: Relação Período- Luminosidade de Cefeidas e RR Lirae**

- 1) Medimos a distância de estrelas de brilho variável tipo Cefeidas ou RR Lirae próximas por paralaxe**
- 2) Possuem uma relação fixa entre período e luminosidade**
- 3) Medimos período de estrelas Cefeidas ou RR Lirae mais distantes e conseguimos determinar sua luminosidade intrínseca.**
- 4) Medimos o fluxo que recebemos na terra e determinamos a distância**



# Como é a Nossa Galáxia?





# **Estrutura e Dimensões**

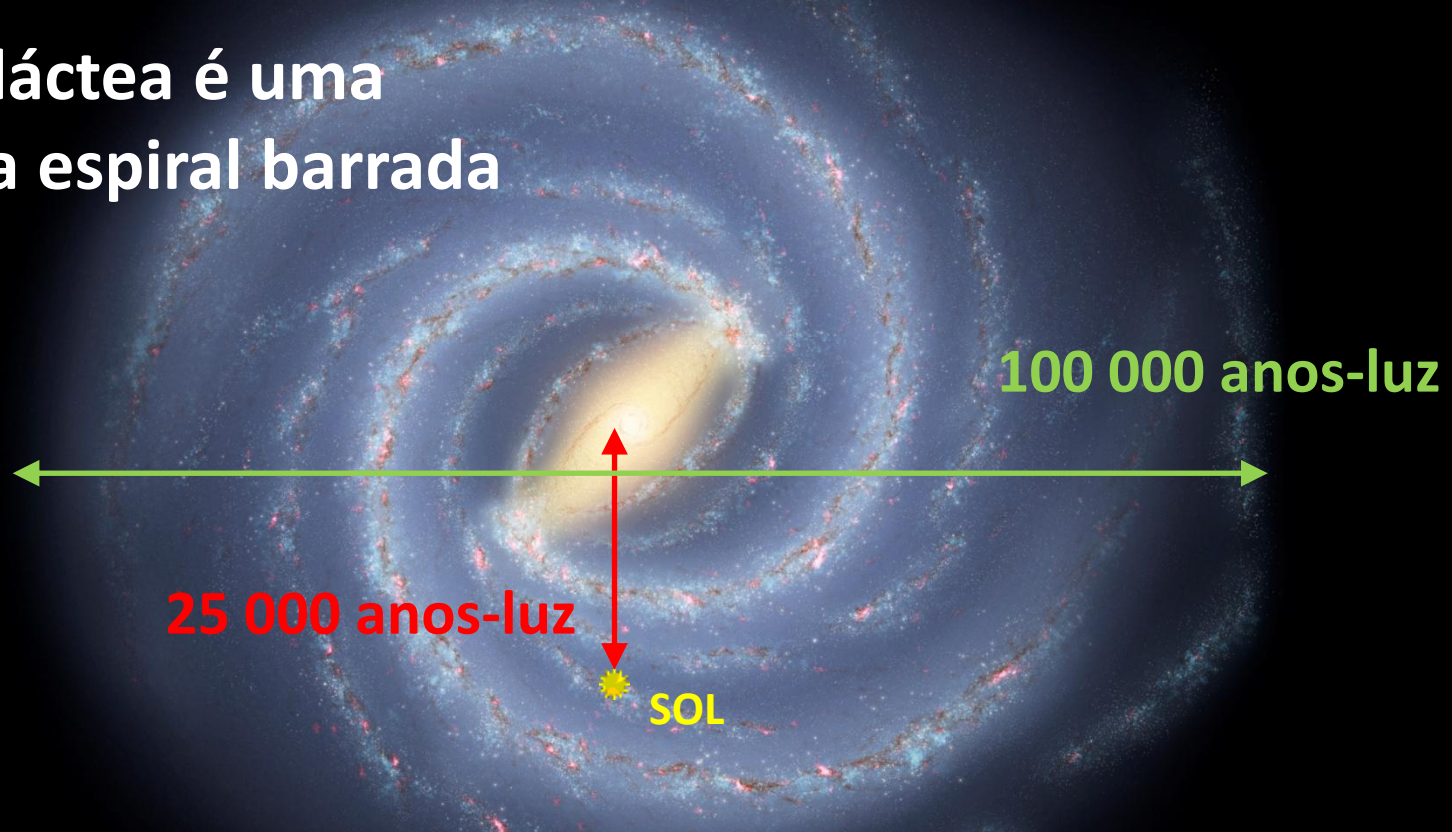
**Via-láctea**

**Outra galáxia  
vista de perfil**



# Estrutura e Dimensões

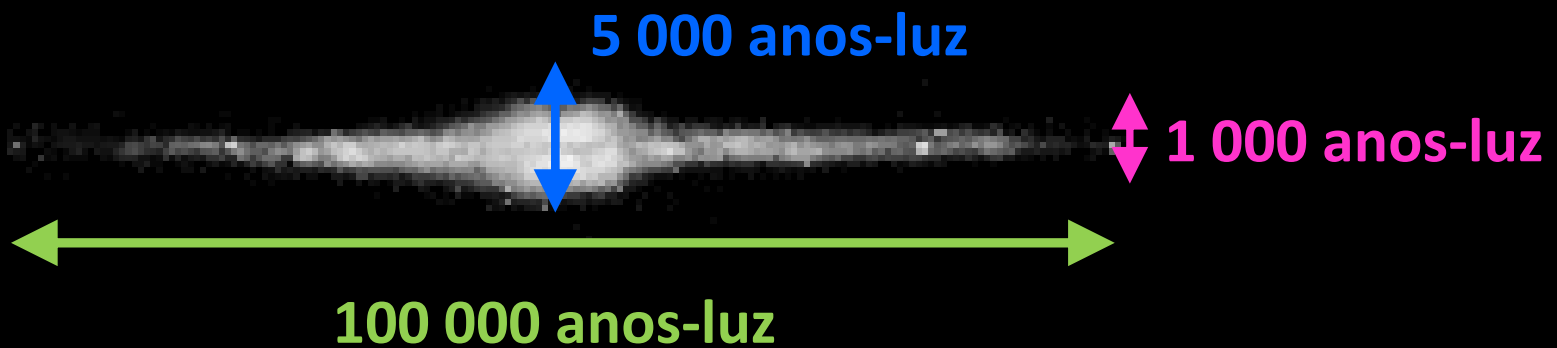
A Via-láctea é uma galáxia espiral barrada



**Mais recente determinação  
da forma da Via-láctea**  
(concepção artística – baseada em observações)

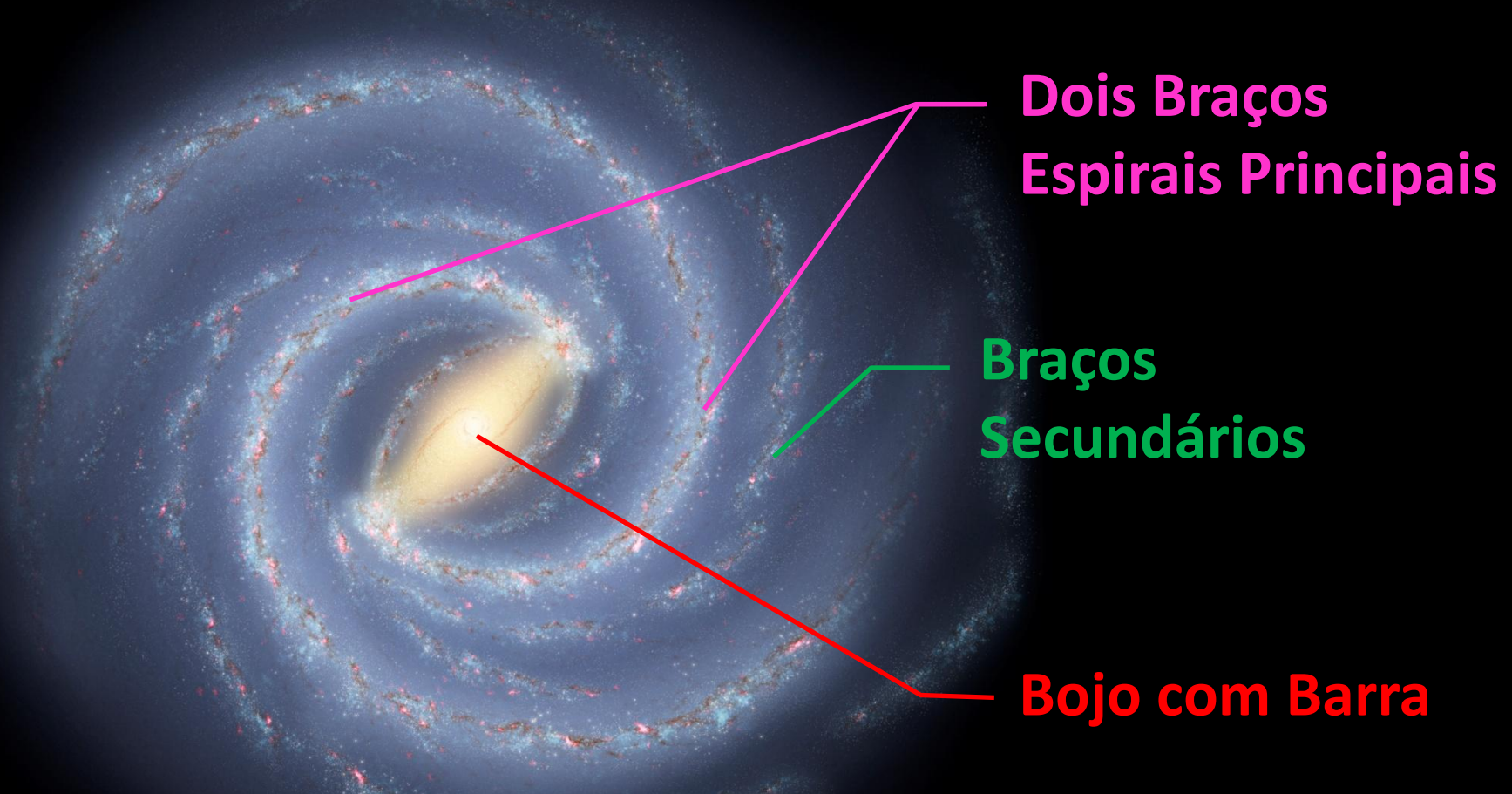


# Estrutura e Dimensões





# Estrutura da Galáxia



Dois Braços  
Espirais Principais

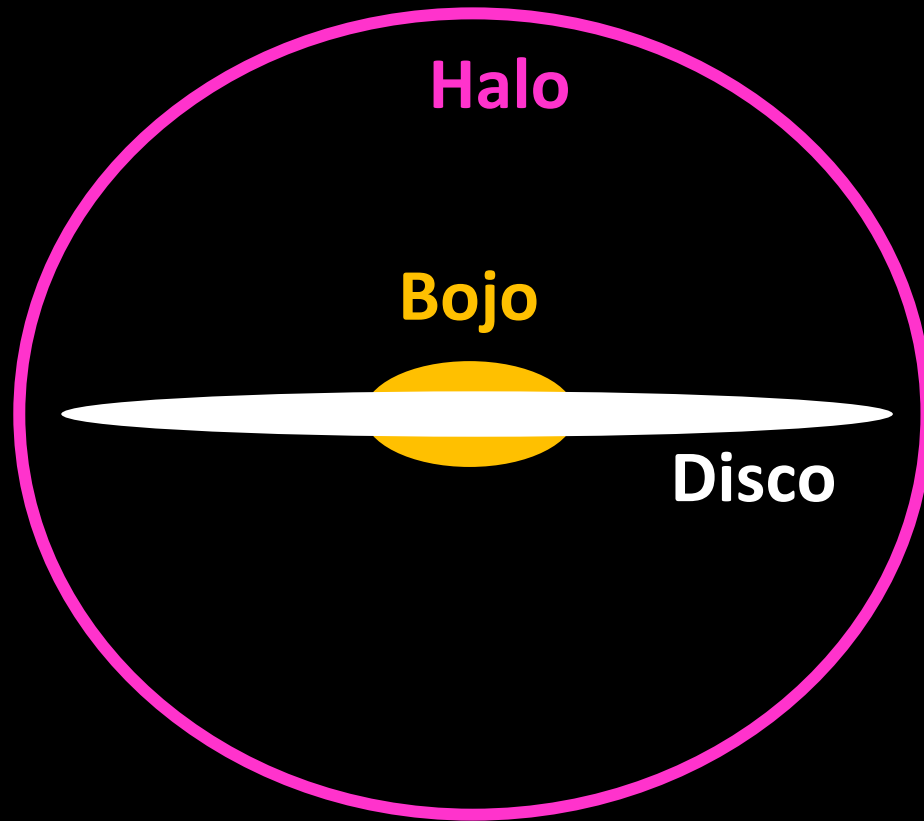
Braços  
Secundários

Bojo com Barra

**Mais recente determinação  
da forma da Via-láctea**  
(concepção artística – baseada em observações)



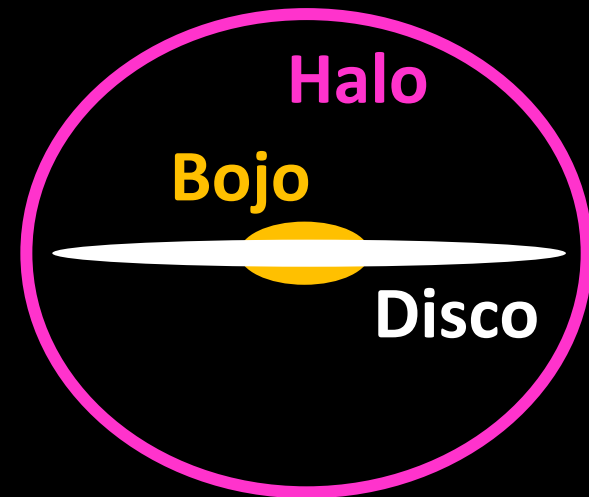
# Estrutura da Galáxia





# HALO

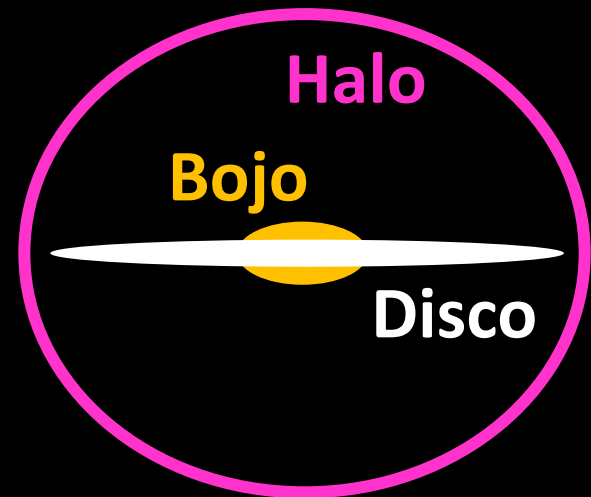
- Formato esferoidal, envolvendo a Galáxia
- Rarefeito
- Composto predominantemente por aglomerados globulares
- A população de estrelas é antiga (**População II**), com estrelas **avermelhadas** (mais frias) dominando





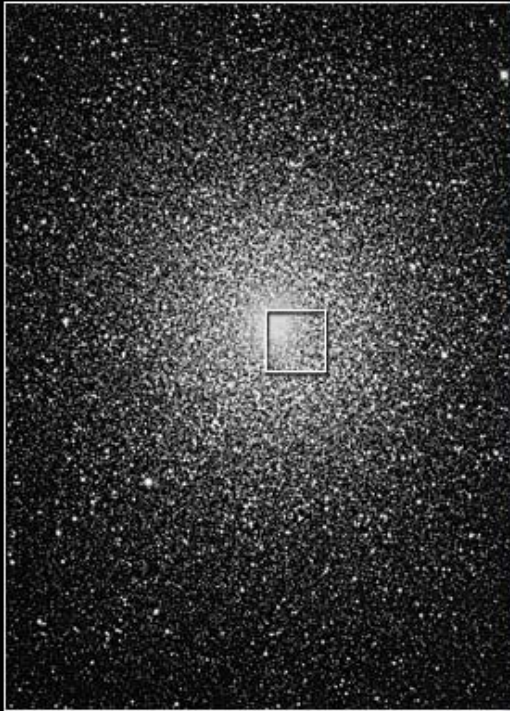
# Bojo

- Região central da Galáxia
- Forma esferoidal
- Estrelas **amareladas** e **avermelhadas** → mais frias
- A população de estrelas é predominantemente **antiga** (a chamada **População II**)
- Possui gás e poeira
- Barra



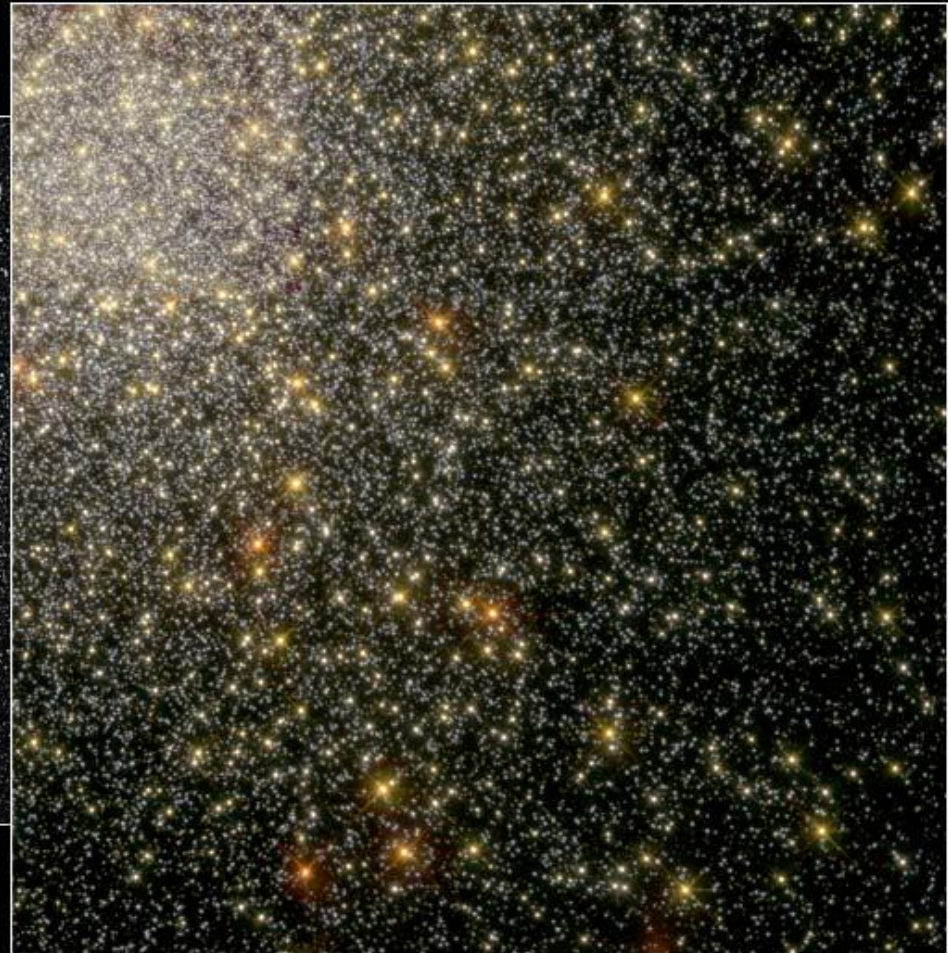


## Globular Cluster 47 Tucanae



Ground • AAT

NASA and R. Gilliland (STScI)  
STScI-PRC00-33



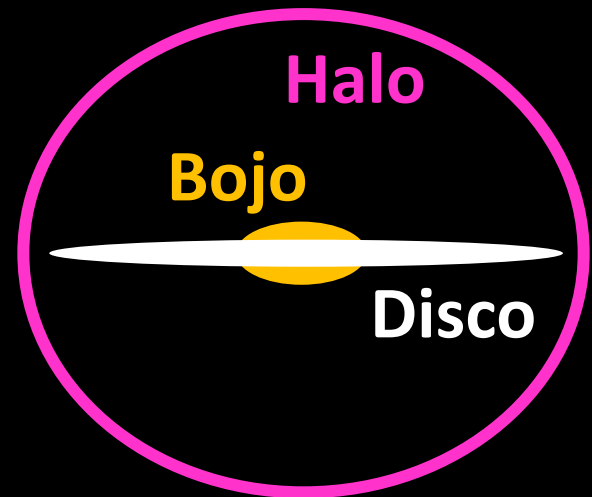
Hubble Space Telescope • WFPC2

# Aglomerado Globular



# Disco

- Forma de um disco achatado
- Exibe braços espirais
- A população dominante em número é de estrelas frias (**alaranjadas/avermelhadas**)
- Mas possui muitas **estrelas azuladas** (quentes e jovens) que são tipicamente mais luminosas
- **População I** (mais jovem)
- Aglomerados abertos



© Anglo-Australian Observatory



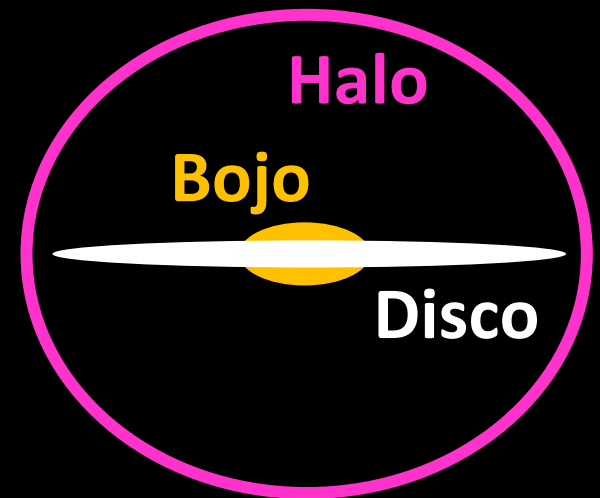
## Aglomerados Abertos





# Disco

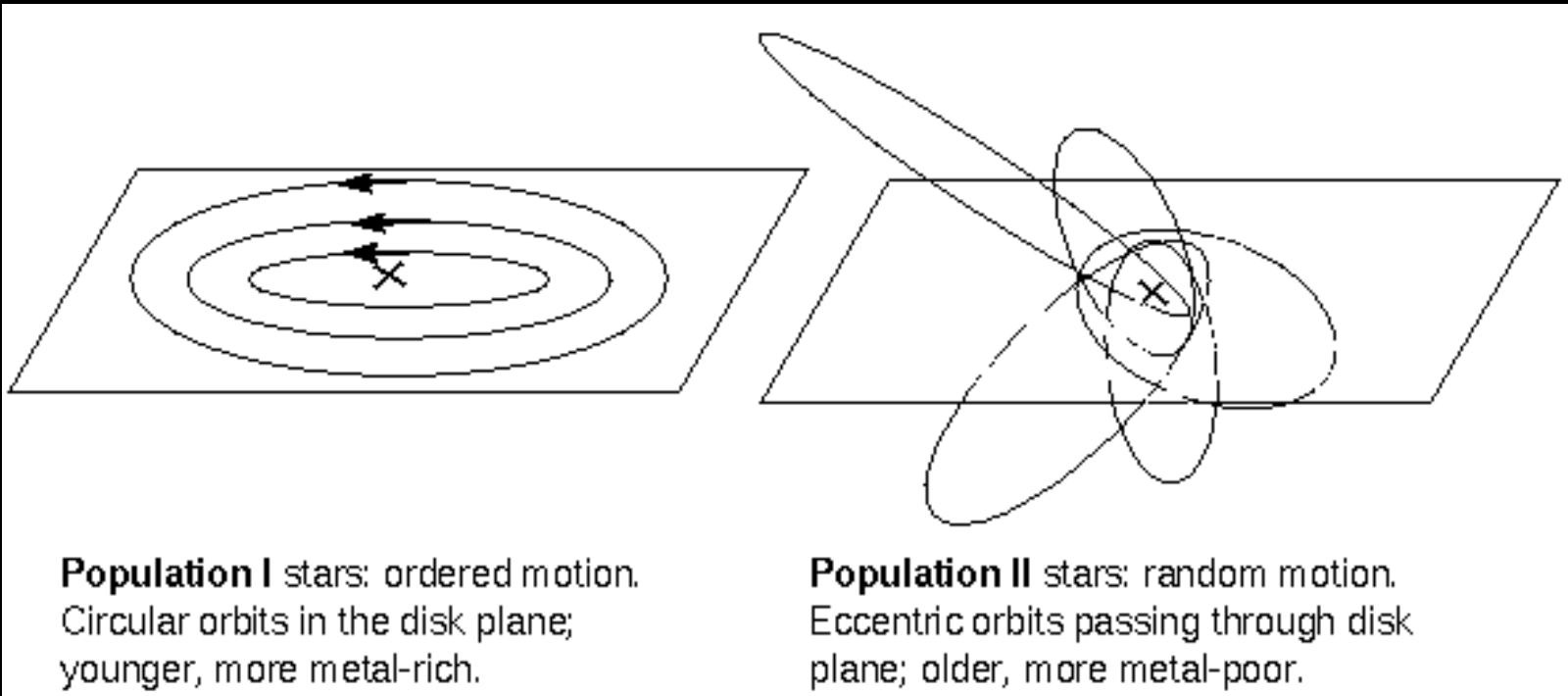
- Enorme quantidade de gás e poeira
- Estrelas azuladas, gás e poeira → são fortemente associados aos braços espirais → formação estelar



# Estrelas

- **Estrelas:**

- Formam, evoluem, envelhecem, são destruídas
- Movimento dentro da Galáxia:





# Meio Interestelar

- Gás e poeira entre as estrelas
- Gás :
  - domina em massa
  - H e He dominam
  - Ionizado, neutro, molecular



# Meio Interestelar

- **Poeira:**

- Partículas minúsculas
- poeira = 1% da massa do gás
- Formadas principalmente de:
  - **Carbono**
  - **Silício**
  - **Gelo**
  - **Outros materiais (Fe, Mg, ...)**
- **Absorve a luz visível e reemite no infravermelho**













# Massa da Galáxia

- Massa em Estrelas =  $10^{11} M_{\text{SOL}}$
- Massa de Gás e Poeira =  $10^{10} M_{\text{SOL}}$
- Massa Total =  $10^{12} M_{\text{SOL}}$
  
- 10% - estrelas, gás e poeira
- 90% - matéria que não vemos!

**Matéria Escura!**

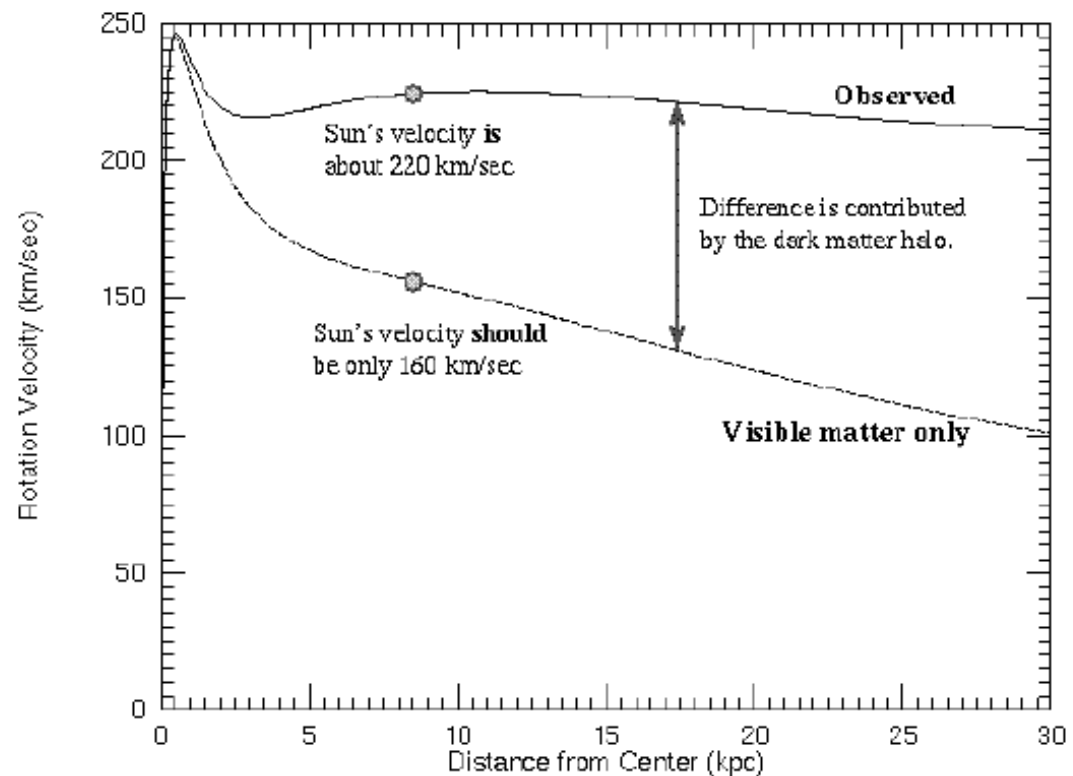
# Matéria Escura

- **Matéria Escura** - Componente desconhecida
- Não sabemos do que é feita
- Influi no movimento da Galáxia (curva de rotação)



# Matéria Escura

## Curva de Rotação da Galáxia



The gravity of the visible matter in the Galaxy is not enough to explain the high orbital speeds of stars in the Galaxy. For example, the Sun is moving about 60 km/sec too fast. The part of the rotation curve contributed by the visible matter only is the bottom curve. The discrepancy between the two curves is evidence for a **dark matter halo**.

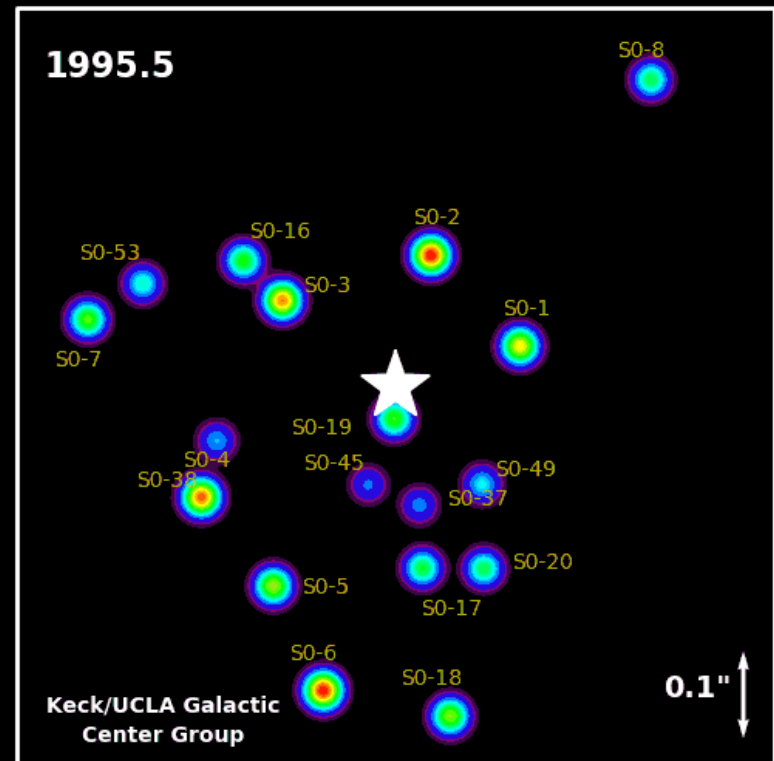
# Qual a Natureza da Matéria Escura?

- Estrelas pouco ou nada luminosas? Anãs marrons, anãs brancas muito tênues, buracos negros...
- Gás frio (não emite radiação)?
- Partículas “exóticas”



# O Buraco Negro Central

- A melhor evidência da existência de buracos negros super massivos no centro de galáxias vem da nossa Galáxia
- A determinação do movimento orbital de estrelas na região central permite calcular a massa do BN
- $M_{\text{BN}} = 4$  milhões de massas solares



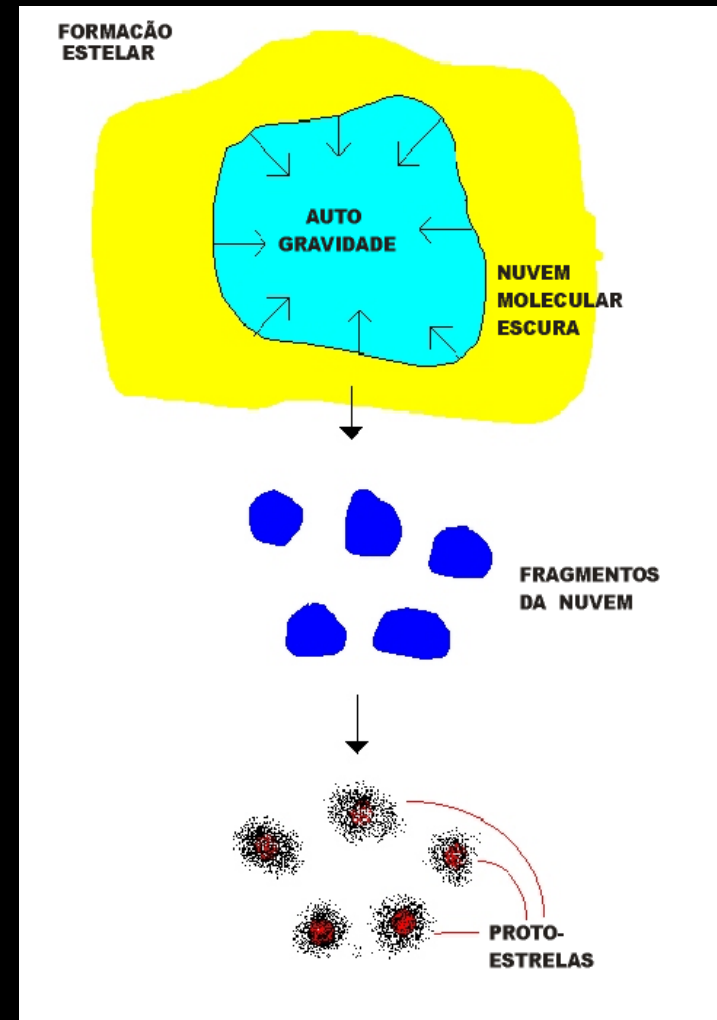
# A Galáxia é um Ambiente Dinâmico

- **Movimentos:** a matéria se move – órbitas, turbulência, ...
- **Evolução:**
  - Gás e poeira do meio interestelar formam estrelas, planetas, cometas, etc...
  - Estrelas evoluem



# Como o Gás é Convertido em Estrelas

- Nuvem densa e massiva de gás e poeira colapsa pela ação de sua própria gravidade
- Colapso: energia gravitacional → energia térmica (aquece o gás)
- Temperatura muito alta → fusão nuclear → **ESTRELA!**



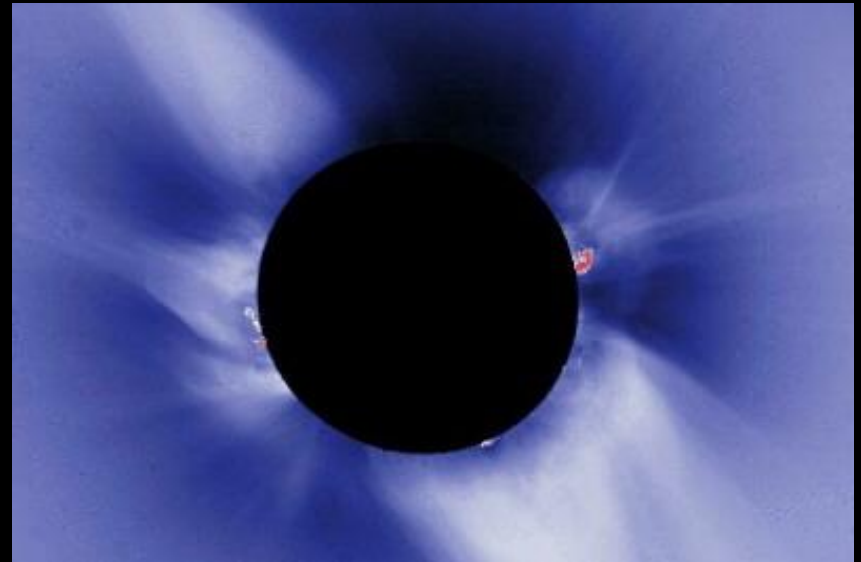
# Histórico de Formação Estelar

- Massa da estrela é determinante em sua evolução
- População de estrelas na Galáxia depende:
  - da idade da Galáxia
  - da taxa de formação estelar (mecanismos causam, freiam ou aceleram essa formação)
  - da distribuição de massa inicial das estrelas



# Reciclagem

- Estrelas perdem massa durante sua evolução, devolvendo gás ao meio interestelar
- Mecanismos:
  - Vento estelar
  - Nebulosa Planetária
  - Supernovas



# Reciclagem

- Estrelas perdem massa durante sua evolução, devolvendo gás ao meio interestelar
- Mecanismos:
  - Vento estelar
  - Nebulosa Planetária
  - Supernovas





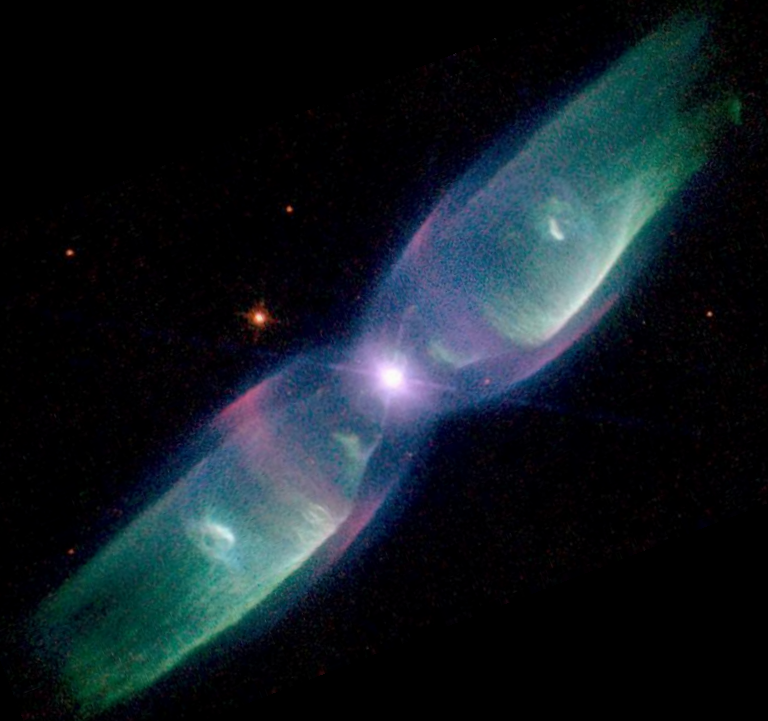
# Reciclagem

- Estrelas perdem massa durante sua evolução, devolvendo gás ao meio interestelar
- Mecanismos:
  - Vento estelar
  - Nebulosa Planetária
  - Supernovas



# Reciclagem

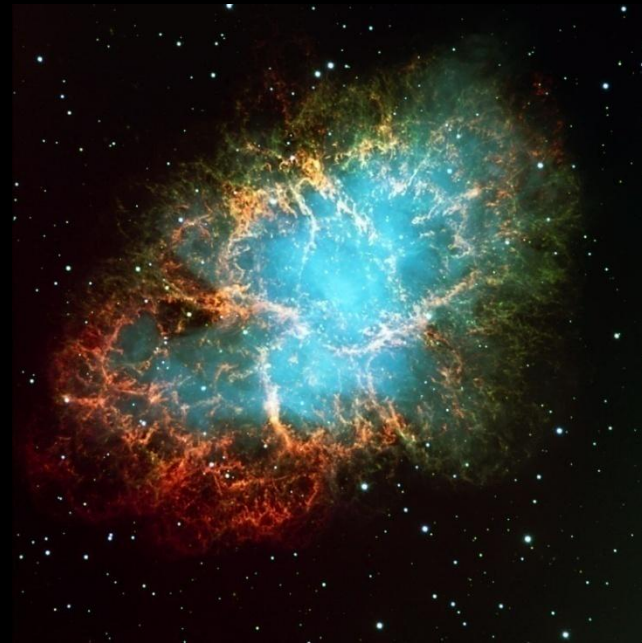
- Estrelas perdem massa durante sua evolução, devolvendo gás ao meio interestelar
- Mecanismos:
  - Vento estelar
  - Nebulosa Planetária
  - Supernovas





# Reciclagem

- Estrelas perdem massa durante sua evolução, devolvendo gás ao meio interestelar
- Mecanismos:
  - Vento estelar
  - Nebulosa Planetária
  - Supernovas



# Como a Galáxia se Formou?

- Como? Ainda em discussão
- Mecanismo de formação tem que explicar
  - morfologia das galáxias
  - suas subestruturas
  - população estelar
  - etc ...

# Quando a Galáxia se Formou?

- Temos uma idéia...
- Sistemas estelares mais velhos são os aglomerados globulares  
Idade ~ 10 bilhões de anos
- Universo  
Idade = 14 bilhões de anos







**Fim**