

# Via Láctea

Tópicos – aula 12

Silvia Lorenz Martins 2018

OV/UFRJ



# A Galáxia

- A Galáxia, também chamada de Via Láctea, é um sistema confinado e autogravitante que contém estrelas, gás e remanescentes estelares.
- Os nomes Galáxia e Via Láctea, embora tenham etimologia comum (gr. Galactos, It. Lacteus) significam coisas diferentes em sua origem:
  - Via Láctea: banda estelar que percorre 360 graus de céu; de fato, é a projeção do disco da Galáxia no céu.
  - Galáxia: sistema estelar de forma espiral

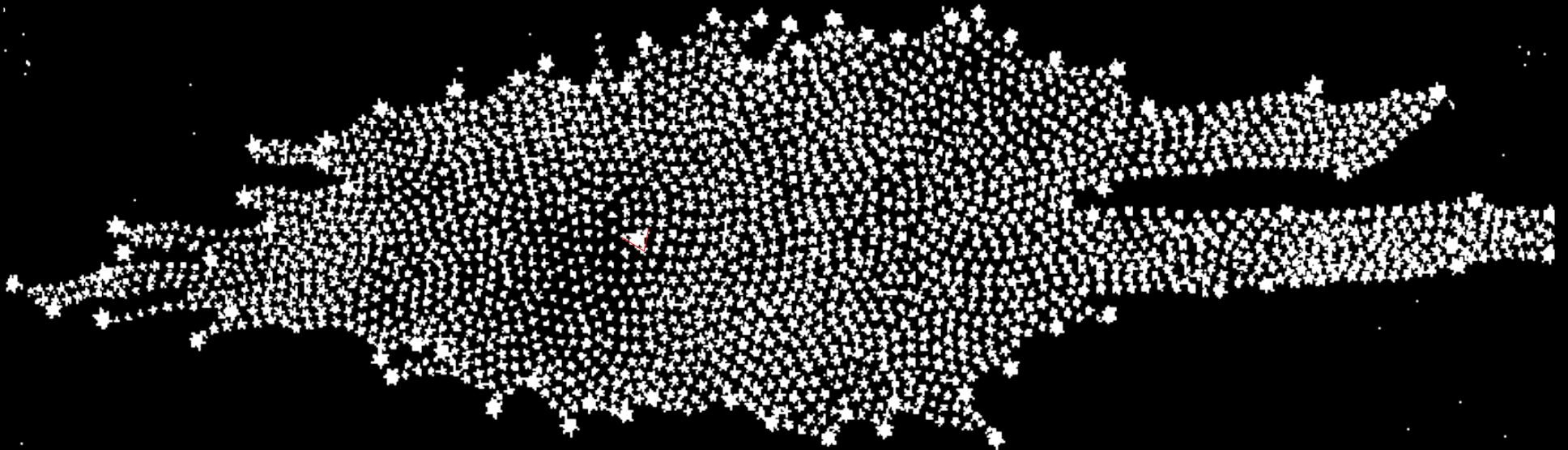
# A Galáxia vista de dentro



- Nosso conhecimento acerca da Galáxia é tanto favorecido quanto limitado pela perspectiva única de estarmos vivendo dentro dela.
- Poeira e gás interestelar bloqueiam a luz de certas regiões da Galáxia à observação.

# Modelos

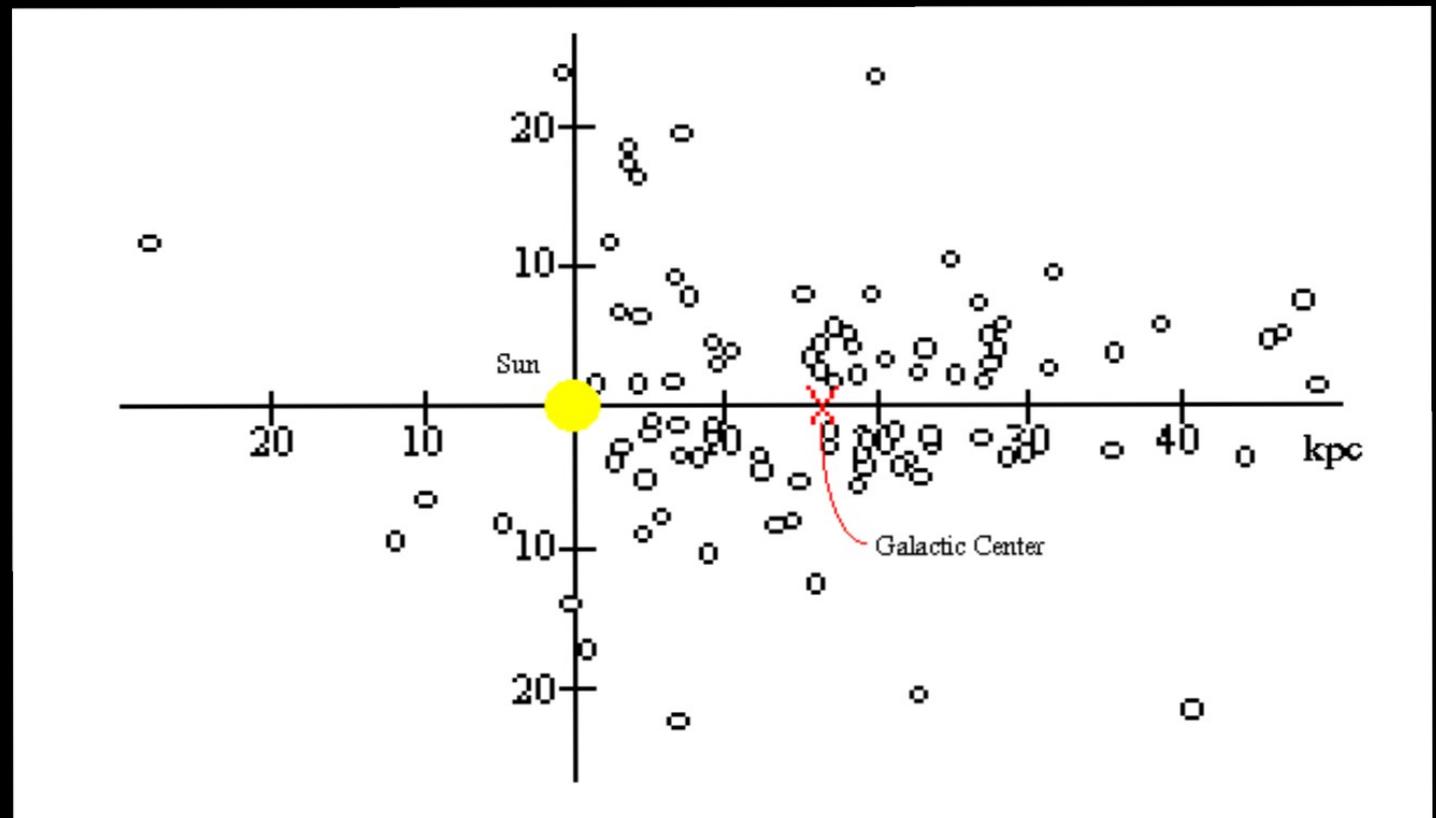
- Galileo: 1ª observação da Via Láctea
- **Herschel**: Contagem de estrelas, primeiro modelo científico (1785) – Galáxia e Universo, uma só coisa



# Modelos

- Kapteyn (1922): Universo de forma lenticular, 18 kpc (diâmetro) e 3.5 kpc (espessura)
- **Shapley** : aglomerados globulares distribuídos esfericamente em torno de um centro, deslocado da posição do Sol (18Kpc), determinou o tamanho da Galáxia (100 kpc)

RR Lyrae



1pc = 3.26 anos-luz  
1pc =  $3.018 \times 10^{13}$  km

# Modelos

- Trumpler (1930): existência de matéria interestelar → **extinção**: poeira
  - Erros na estimativa das distâncias
- **Hubble** (1926-1929): usando as cefeidas estudou a “nebulosa” de Andromeda
  - → fora da Galáxia → outra galáxia!
- **1930 – o Universo de Kapteyn foi descartado**

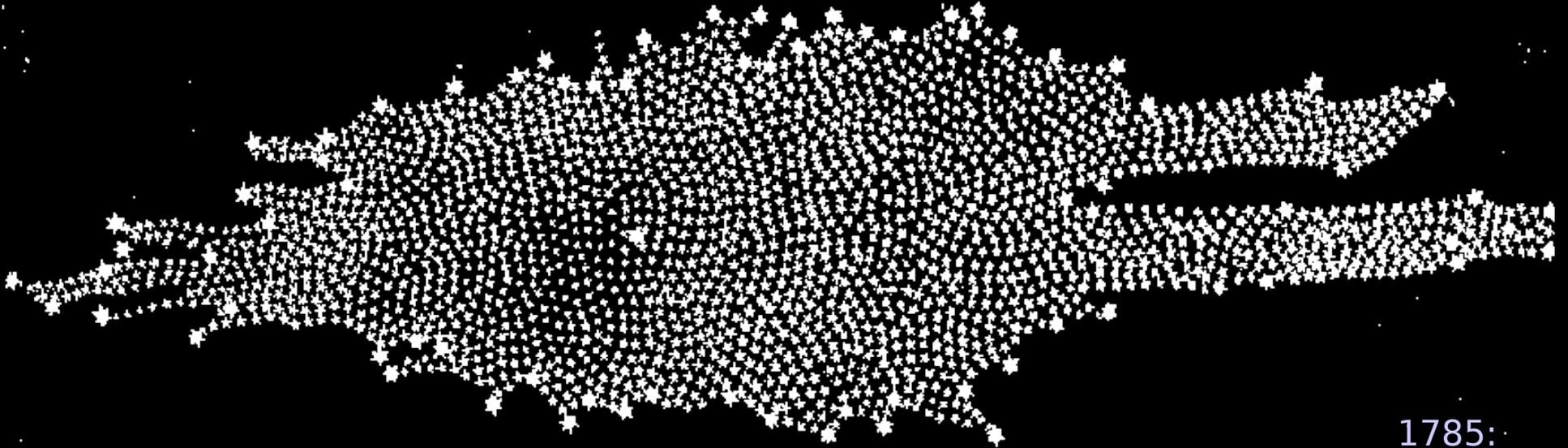
# O Universo conhecido em 1923 – 1929



*Hubble determina distância para cerca de 20 **nebulosas**, mostrando que são sistemas de estrelas, como a nossa Galáxia, a milhões de anos-luz de distância.*

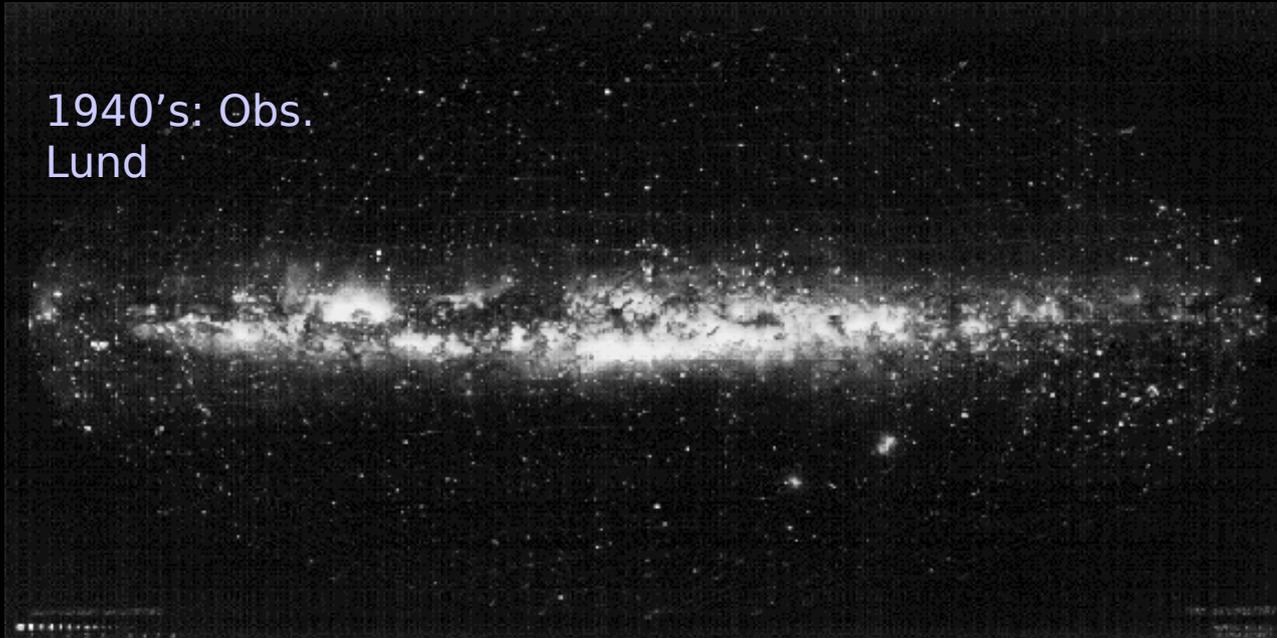
*Para diferenciar das pequenas nuvens de gás, dentro da Via Láctea, esses objetos distantes passam a ser chamados de **galáxias***

# Representações da Galáxia



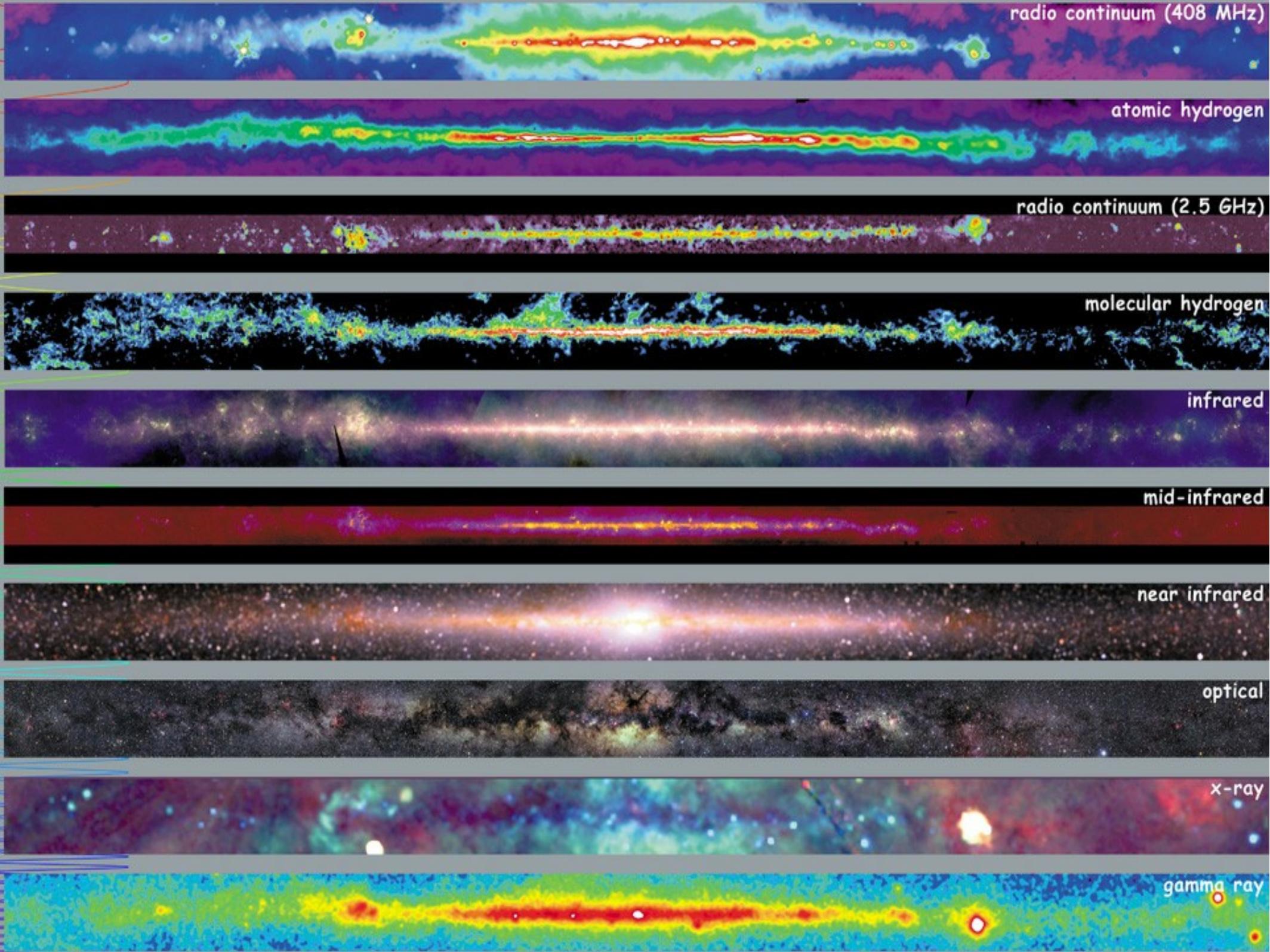
1785:  
Herschell

1940's: Obs.  
Lund



1995: satélite COBE

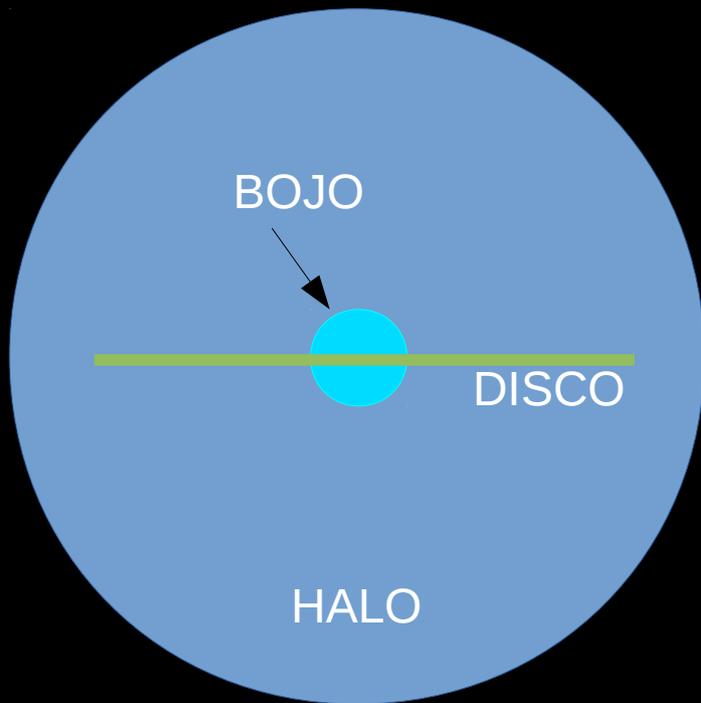




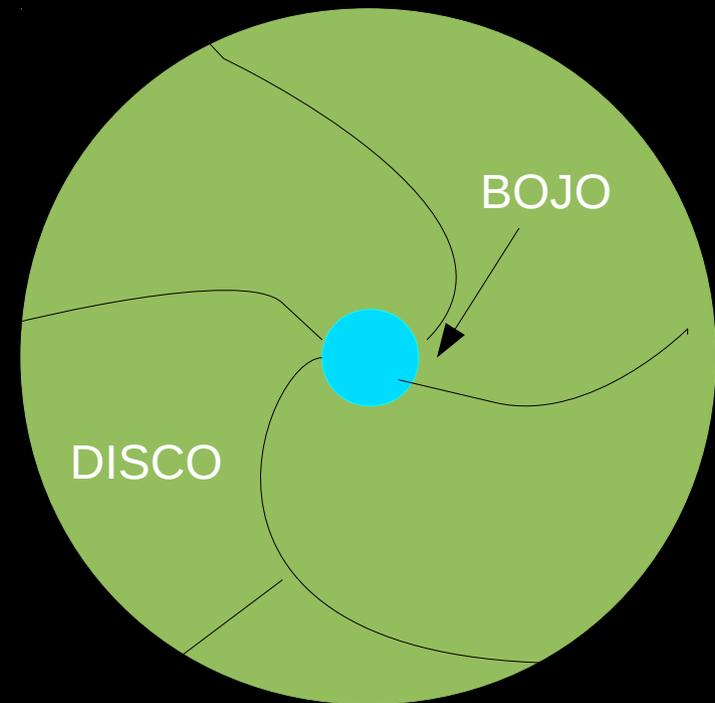
# A Galáxia

nos anos 60-70

De Perfil



De Topo

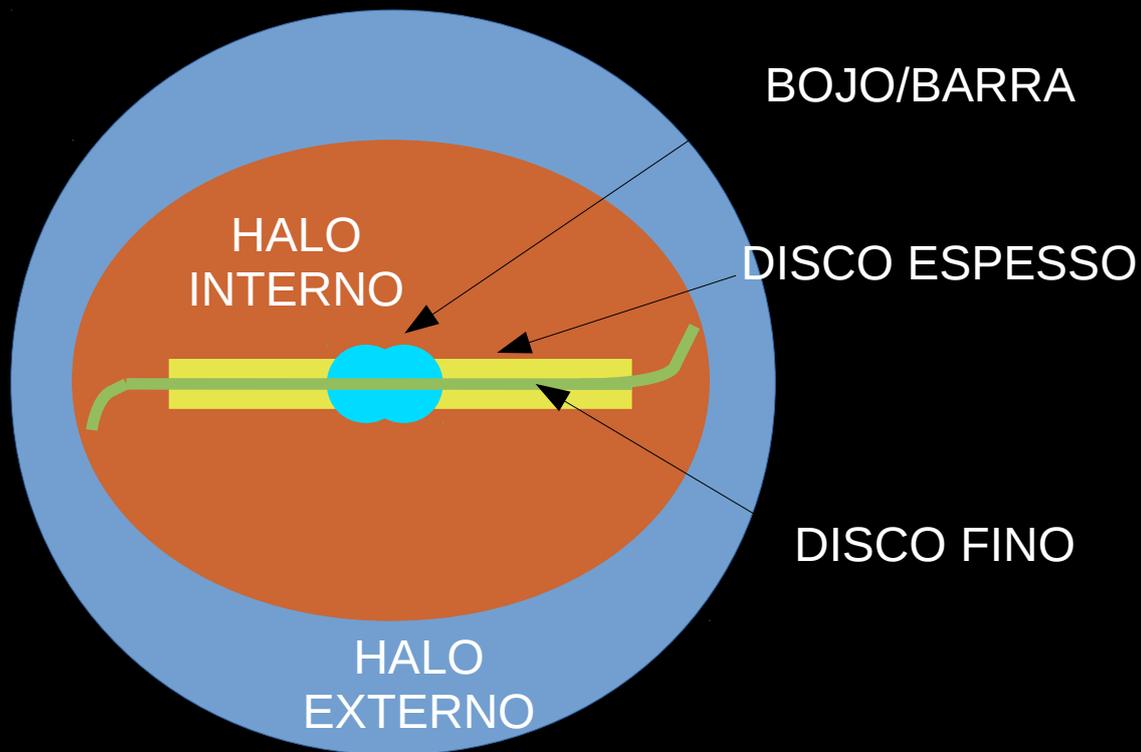


BRAÇO ESPIRAL

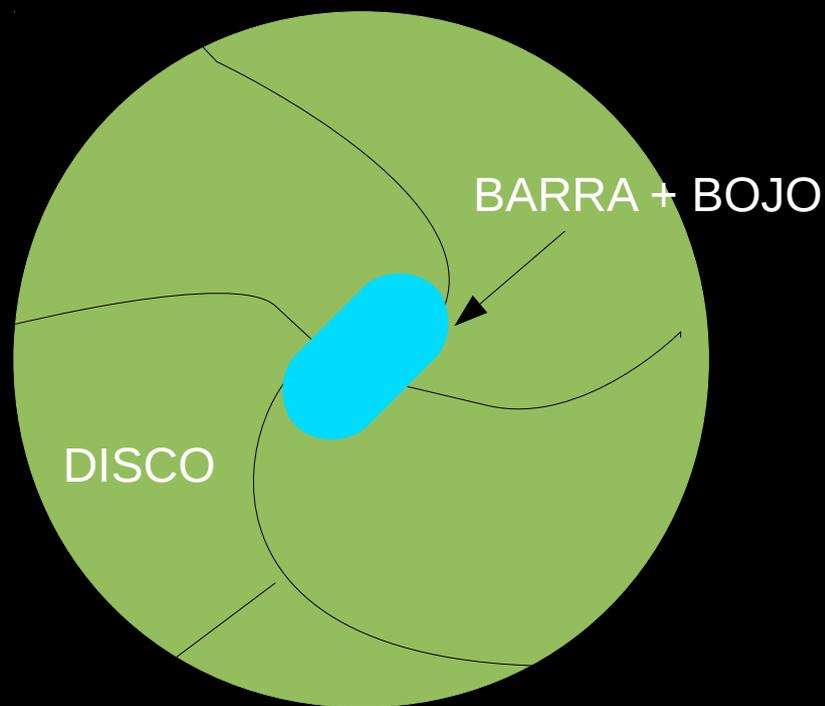
# A Galáxia

no séc. XXI

De Perfil



De Topo

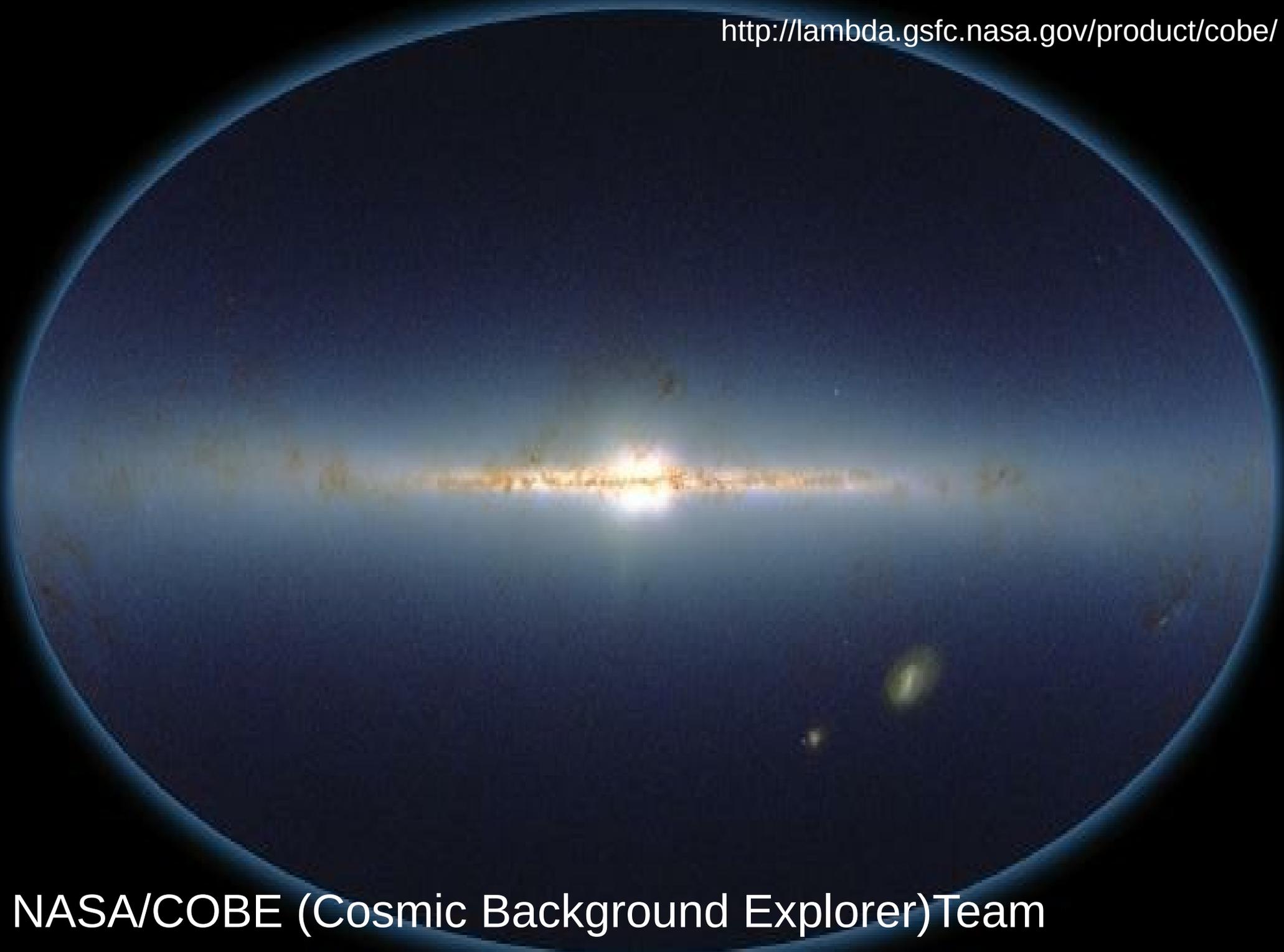


BRAÇO ESPIRAL

# A Galáxia

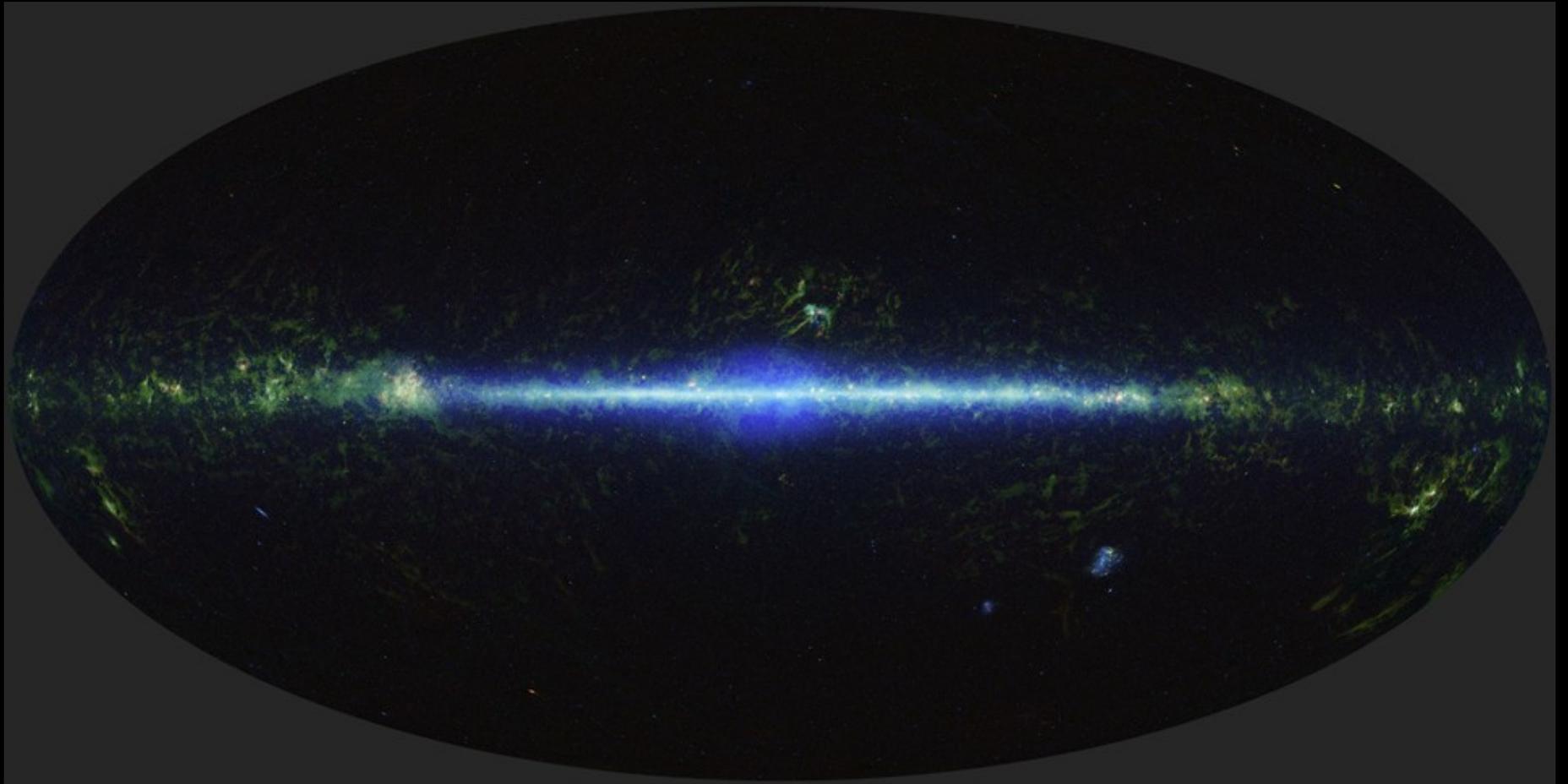
no séc. XXI





# Wise (Wild Field Infrared Explorer)

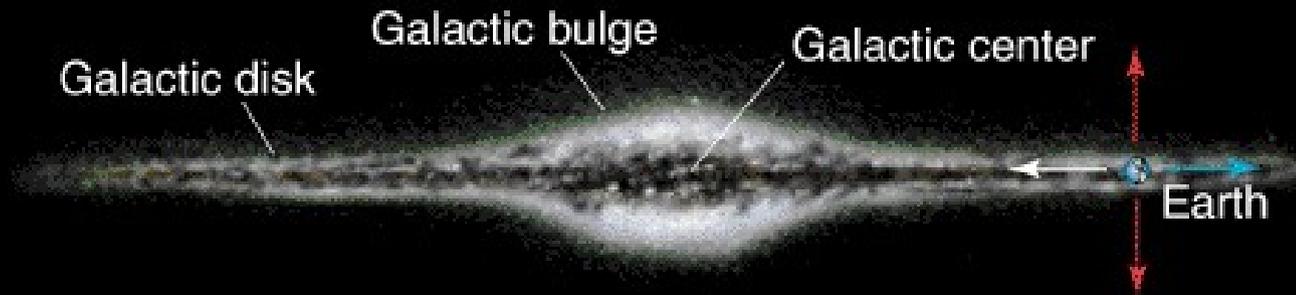
Image Credit: NASA/JPL-Caltech/WISE Team



Tres intervalos espectrais foram usados para compor essa imagem. Todos no infravermelho. Ciano: estrelas e galáxias em 3.4 microns. Verde e vermelho: luz emitida pela poeira, principalmente, em 12 e 22 microns, respectivamente.

# Perfil galáctico

---



- Visão lateral da Via Láctea:
  - Os componentes mais proeminentes são o disco, bojo e o centro galáctico.
  - O Sol se localiza a cerca de 25 mil anos-luz (8 kpc) do centro.

# Centro Galáctico



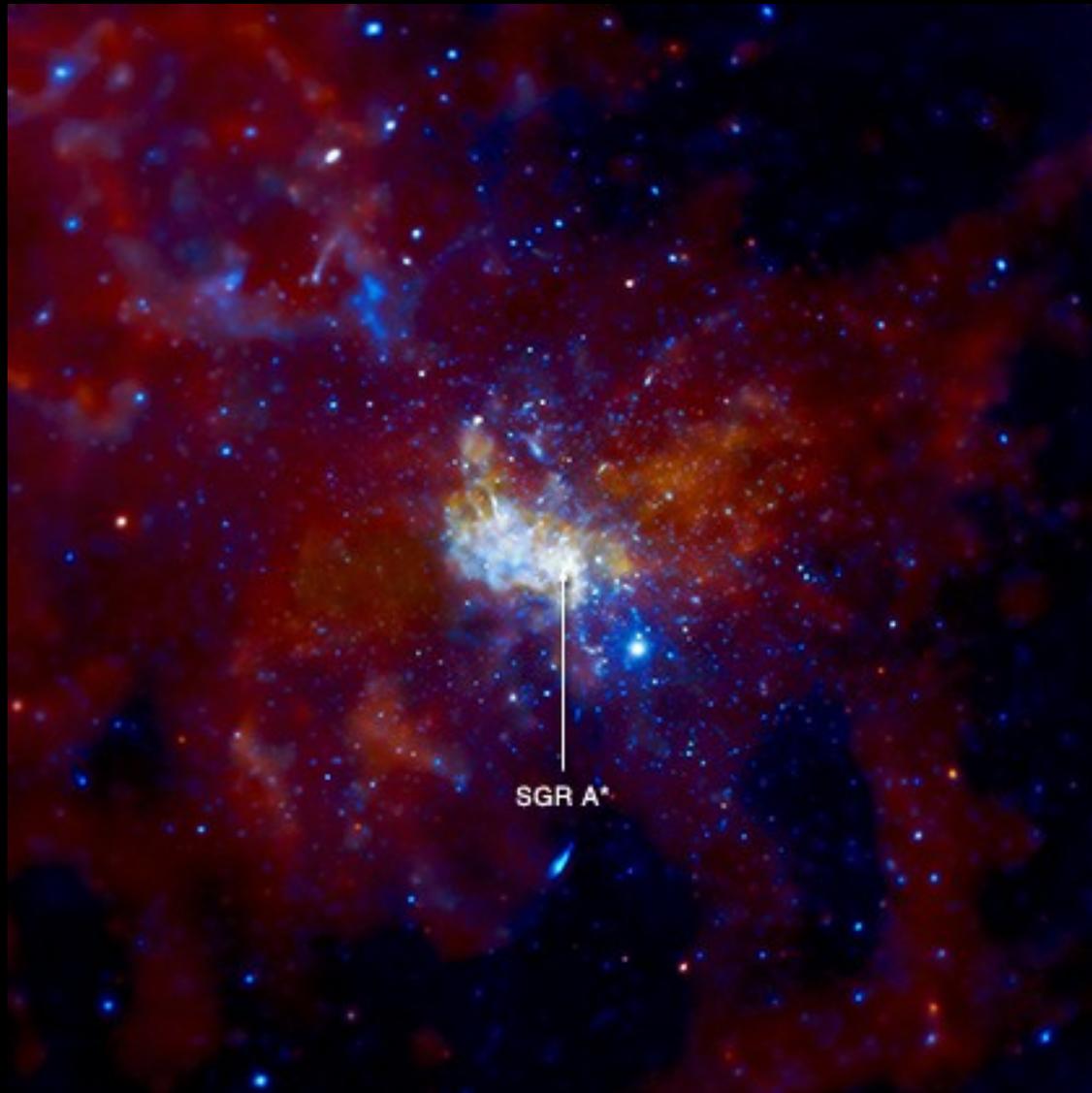
**visível**

# Centro Galáctico

**infravermelho**



# Centro galáctico



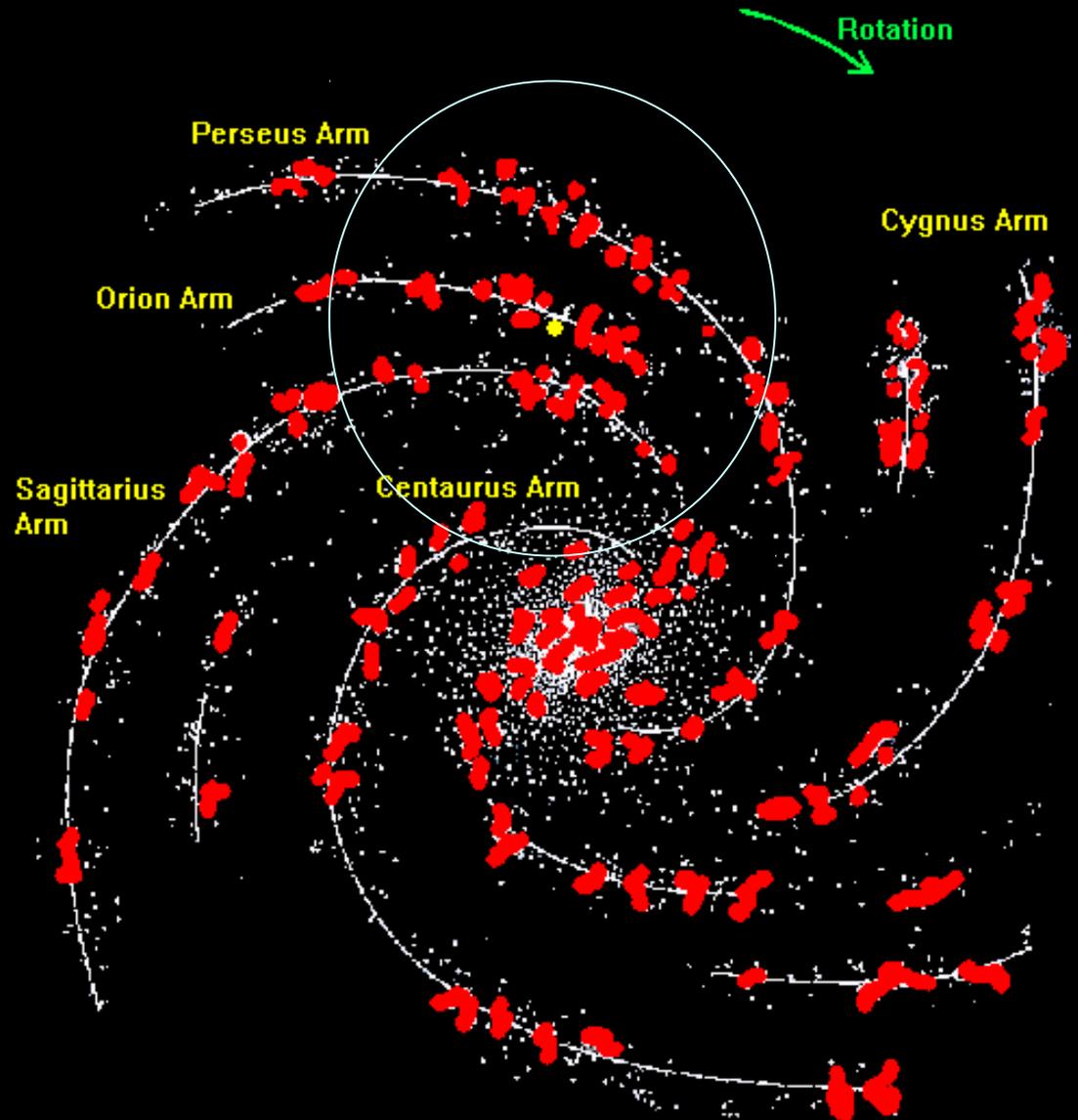
**Raio X -  
Chandra**

# Braços Espirais

Embora se reconheça a existência de braços espirais na Galáxia, não se sabe ainda ao certo quantos deles existem.

Discute-se a existência de 2, 3 ou até 4 braços.

Nos braços espirais encontramos nuvens moleculares, regiões de formação estelar e aglomerados abertos.

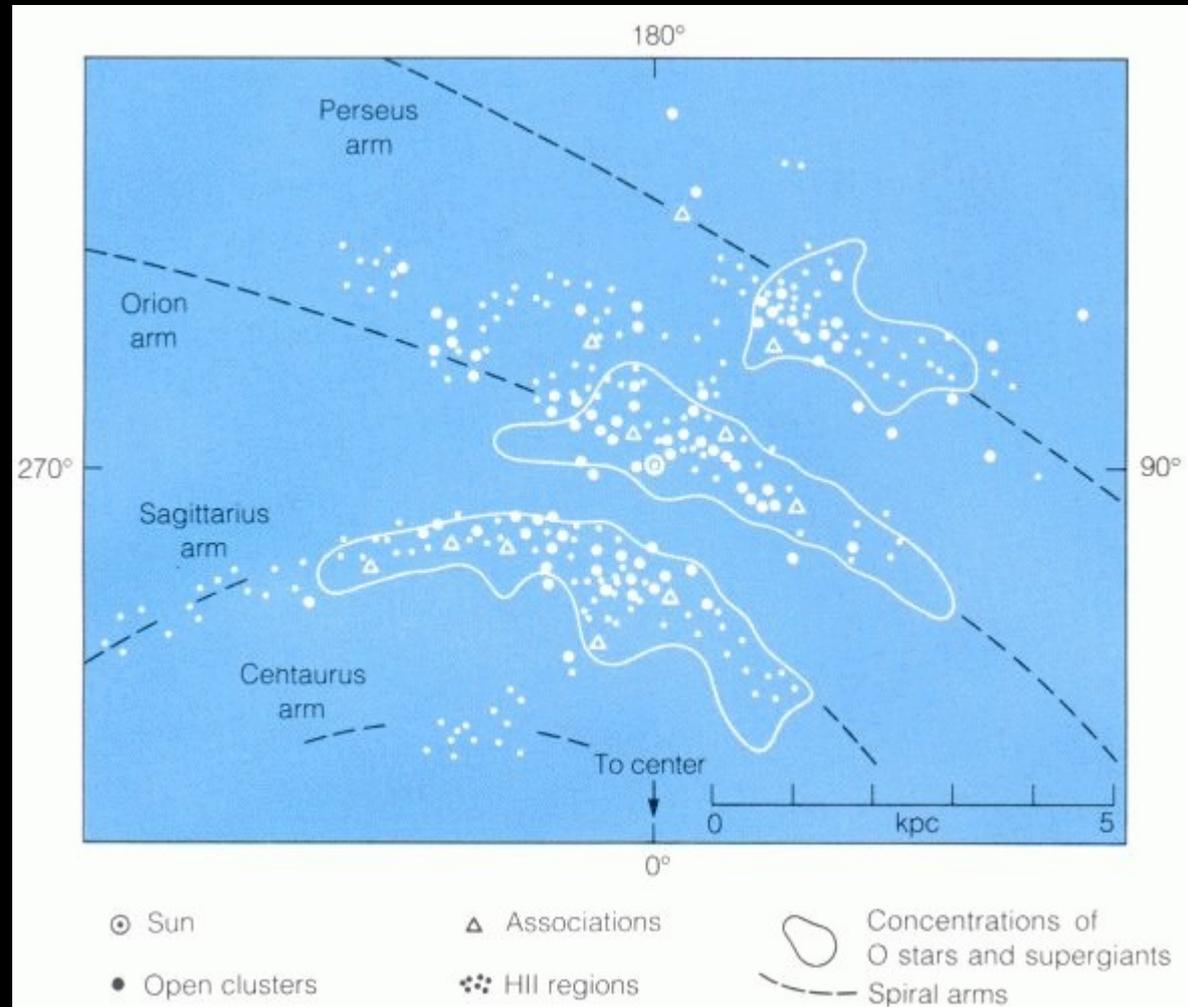


# Braços Espirais

É difícil determinar a estrutura da Galáxia, já que estamos dentro dela.

Um dos métodos é determinar a posição de objetos traçadores, tais como estrelas jovens ou nuvens moleculares

Ao lado, um esquema mostrando regiões HII e aglomerados abertos.



# Quantos braços?

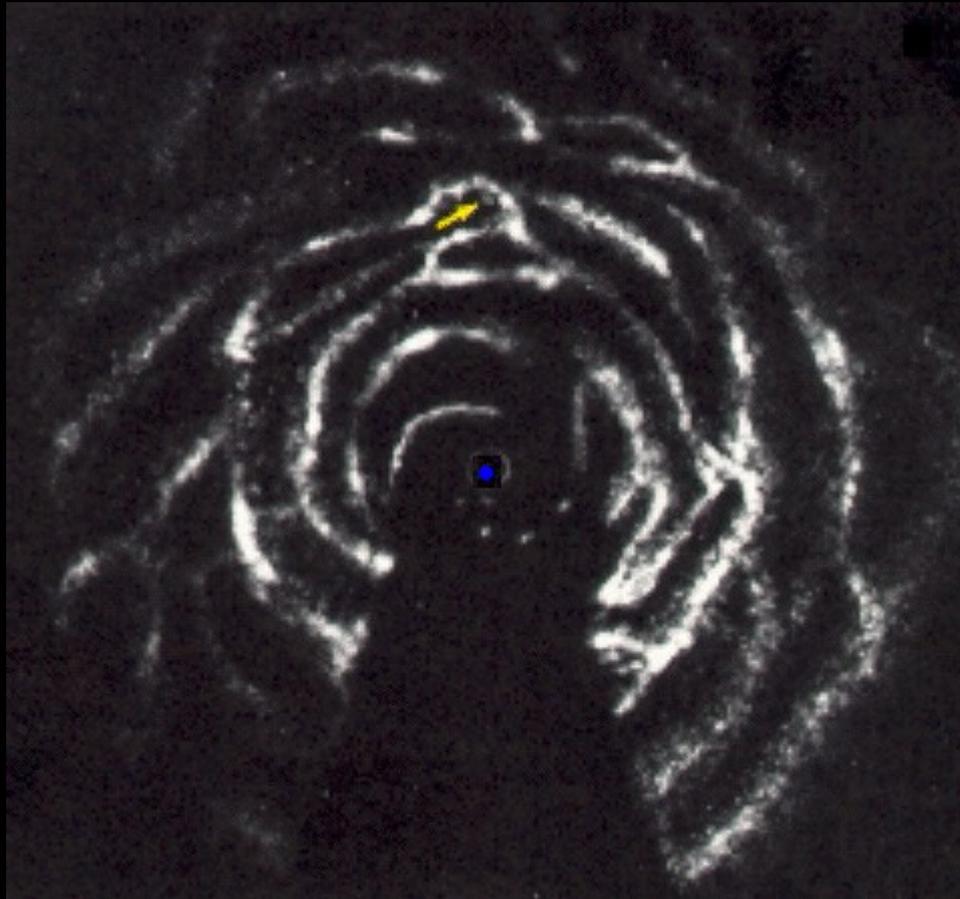
Cientistas estudam os braços espirais da Via Láctea desde 1950.



Em 2008, dados do telescópio Spitzer, da NASA, sugeriram apenas dois braços para a nossa Galáxia - **Scutum-Centauro e Perseus**.

Em 2015, pesquisadores brasileiros, observaram aglomerados usando o telescópio espacial infravermelho WISE, da NASA, afirmaram que a galáxia tem mais dois braços: **Carina-Sagitário e Norma**

Interstellar extinction prevents a map much larger than the one above for optical tracers, but even this plot is enough to show that there are distinct arms of material in the Galaxy. Maps of neutral hydrogen show the global spiral pattern throughout the Galaxy.

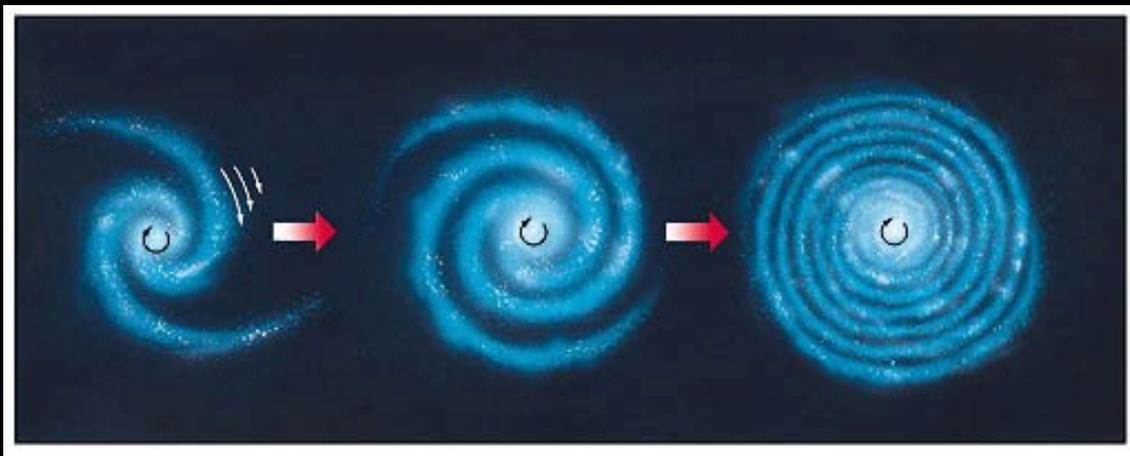


# Braços Espirais

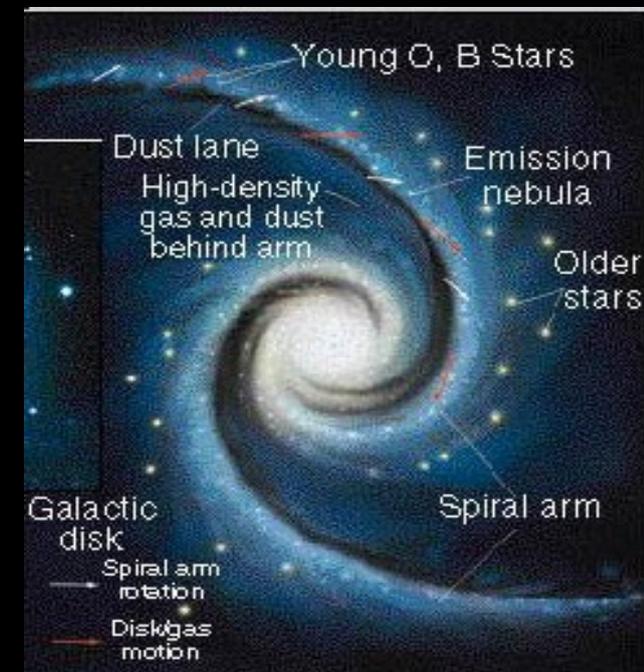
## Formação

- Duas teorias rivais tentam explicar a formação de braços espirais:

- Os braços se formam devido à própria **rotação diferencial** da Galáxia
- Os braços são **ondas de perturbação** que se propagam na Galáxia

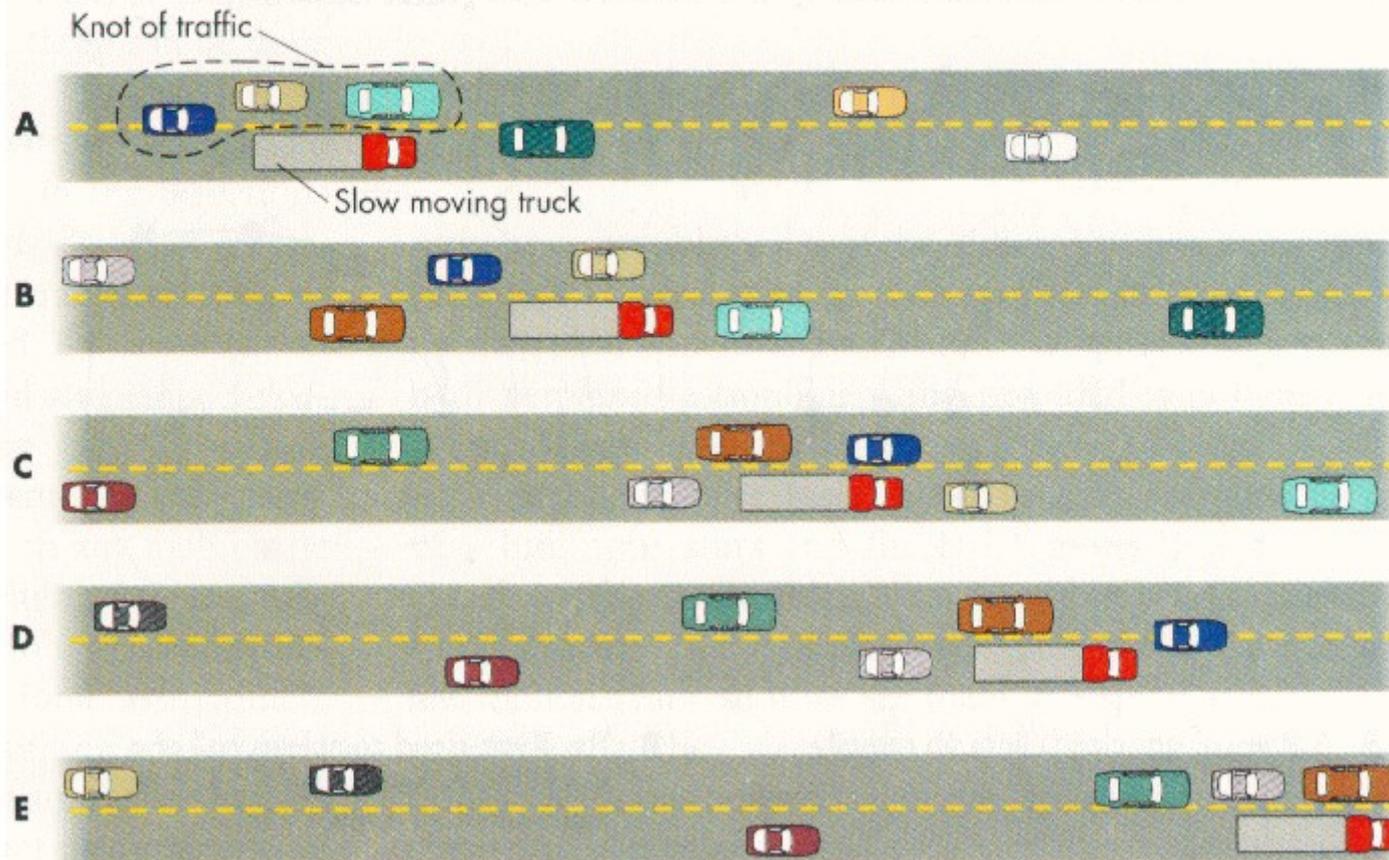


VS.



## Density Wave

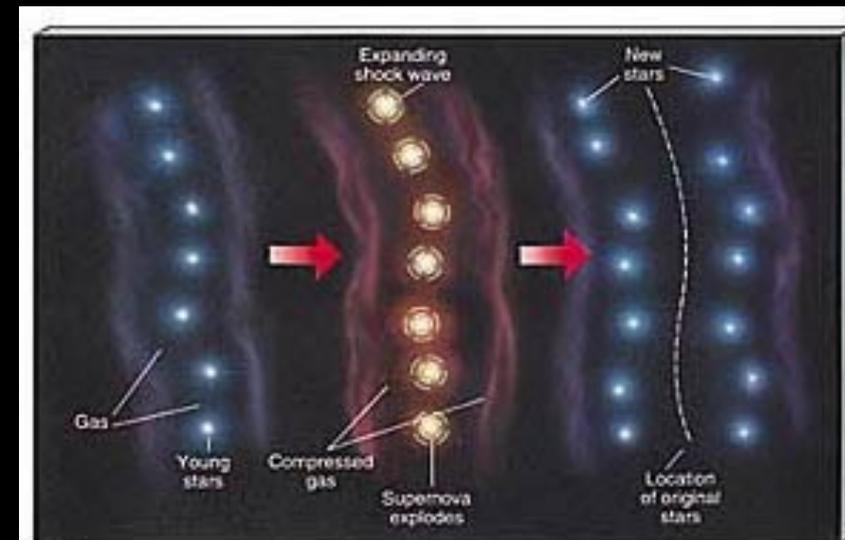
A slow moving truck causes a knot of traffic that moves along the highway at the speed of the truck. Individual cars approach the traffic knot, slow down as they move carefully through the knot, and then resume speed as they leave the knot. As a result, the traffic knot consists of different cars at different times.



# Braços Espirais

## Formação

- Em algumas outras galáxias, os braços espirais são pouco conspícuos, com aspecto floculento.
- Nessas, eles devem se formar por um processo de formação estelar autopropagada, quando a **explosão de supernovas** de uma geração anterior comprime o gás e forma uma nova geração.



(a)



# Resumo – Via Láctea

- Cerca de 30 kpc de diâmetro (~100.000 anos-luz)
- Massa  $\sim 10^{12} M_{\odot}$ .
- ~100-400 bilhões de estrelas.
- Sbc (espiral barrada)
- Até 4 braços espirais, possivelmente



# Populações estelares

- Baade identificou populações estelares, através do estudo de cores estelares em Andrômeda. Seu estudo propõe:

- **População II:**

- Gigantes K mais brilhantes que as da Pop I
- Não possui supergigantes vermelhas ou azuis
- RR Lyrae possuem período mais curto
- Estrelas de alta velocidade com respeito ao Sol
- Majoritariamente composta por subanãs
- Estrelas de linhas fracas
- **Típica de aglomerados globulares**
- Típica de elípticas e das partes centrais das espirais Sa
- Típica das partes externas da Via Láctea e do bojo
- Pop II pode ser encontrada em sistemas sem Pop I

- **População I:**

- **Típica de aglomerados abertos**
- Possui estrelas O e B
- Típica das estrelas da vizinhança solar
- Estrelas de baixa velocidade com respeito ao Sol
- Estrelas de linhas fortes
- Só é encontrada em sistemas que contenham também População II

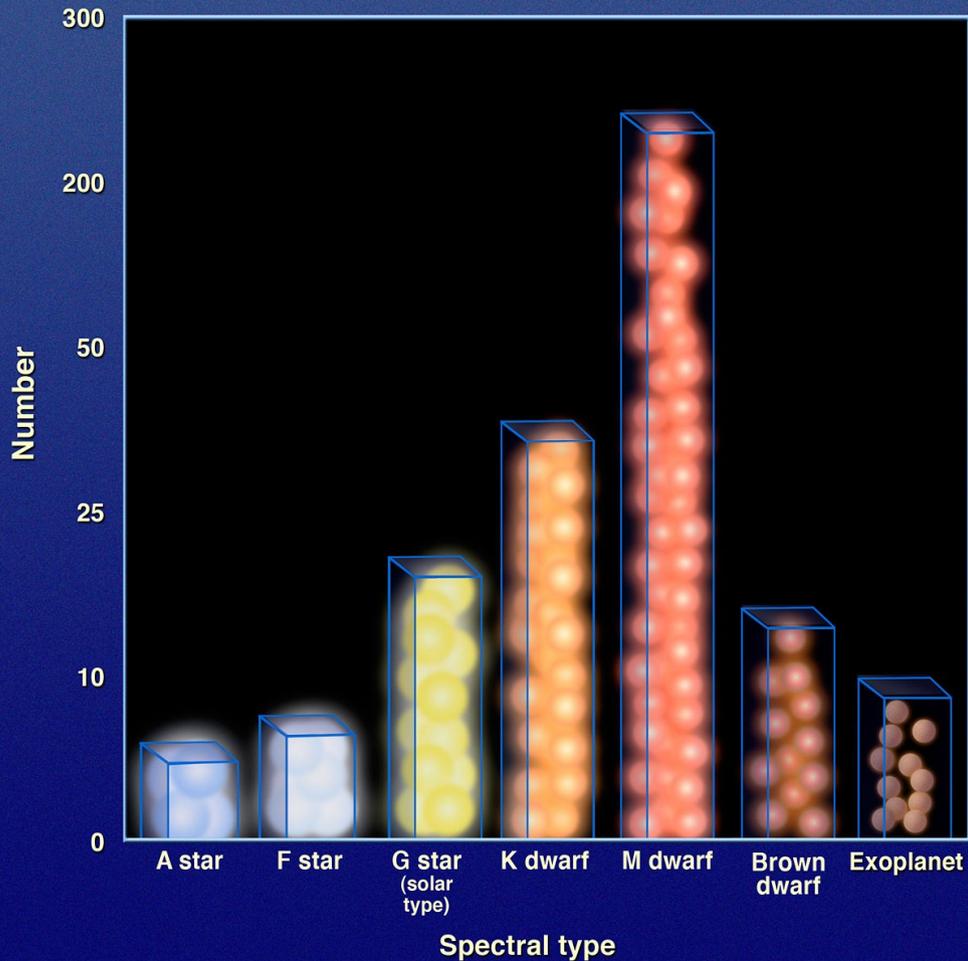


# Populações estelares

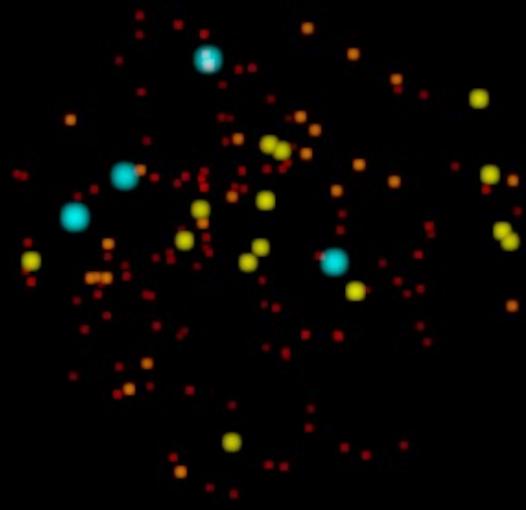
- As distribuições *espaciais, cinemática e química* de estrelas mostrou que as populações de Baade correspondiam a componentes estruturais da Galáxia:
  - **Pop I = disco** = estrelas de baixa velocidade
  - **Pop II = bojo e halo** = estrelas de alta velocidade
- A comparação da Galáxia com Andrômeda permitiu inferir quais deveriam ser os componentes estruturais da Via Láctea.

# Vizinhança solar

An inventory of stars within  
32 light-years' distance from Earth

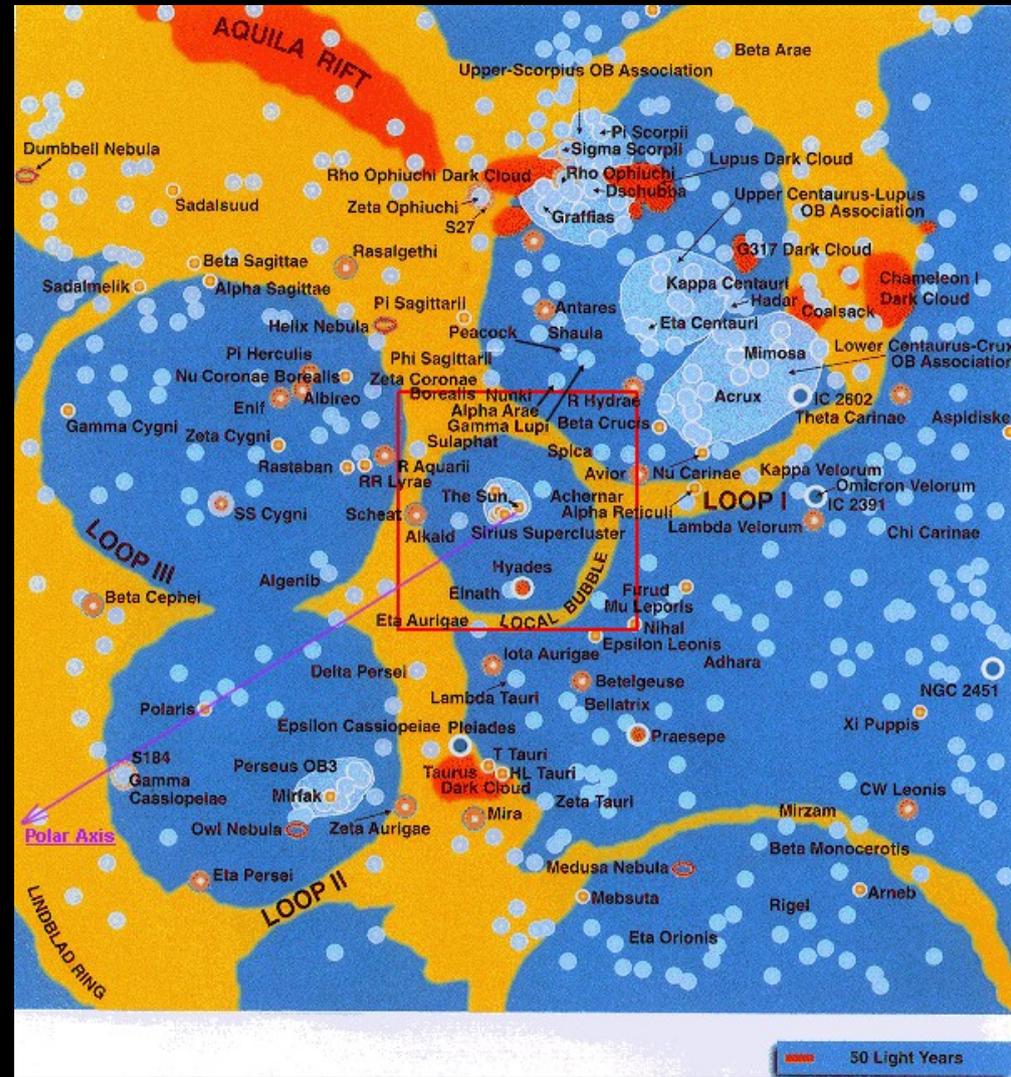


- A vizinhança do Sol é relativamente típica para a Via Láctea, composta, em sua maioria, por estrelas tardias de meia idade. A estrela mais inicial é Vega, uma A0 V.



# Bolha local

- O Sol presentemente encontra-se no interior de uma “bolha” de gás interestelar aquecido por supernovas recentes e associações estelares próximas.



# O Meio Interestelar

- ◆ Matéria rarefeita entre as estrelas
- ◆ Galáxia: 20% massa

## **IMPORTÂNCIA:**

Afeta a radiação

Estrutura da Galáxia

Formação Estelar

# A Matéria Interestelar: exemplos

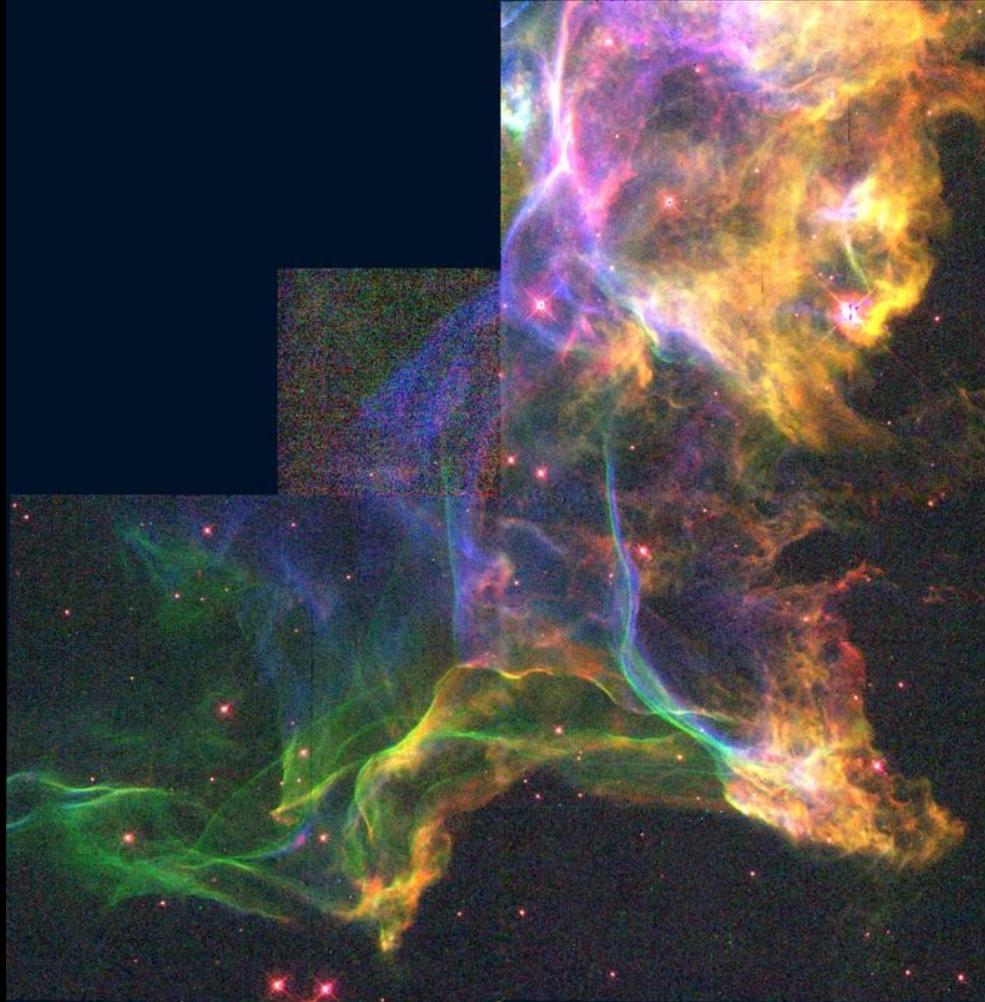
(1) Remanescentes de SN

(2) H II

(3) Nebulosas Planetárias

(4) Grãos – presentes nestes objetos

# Remanescente de SN



PN



**NGC 6543**

PR95-01a • ST ScI OPO • January 1995 • P. Harrington (U.MD), NASA

**HST • WFPC2**

12/13/94 zgl

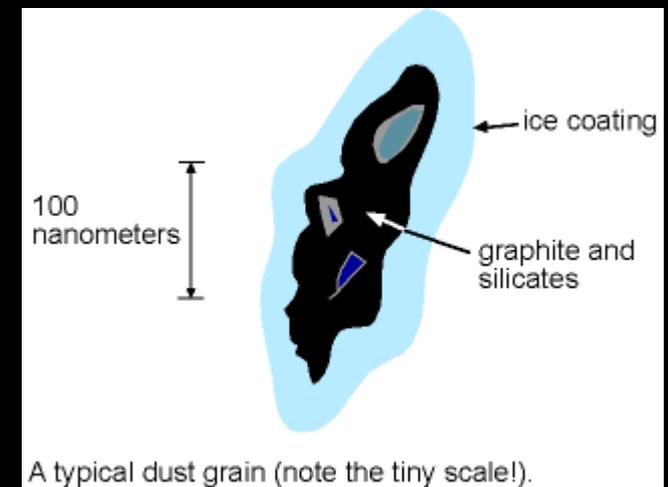
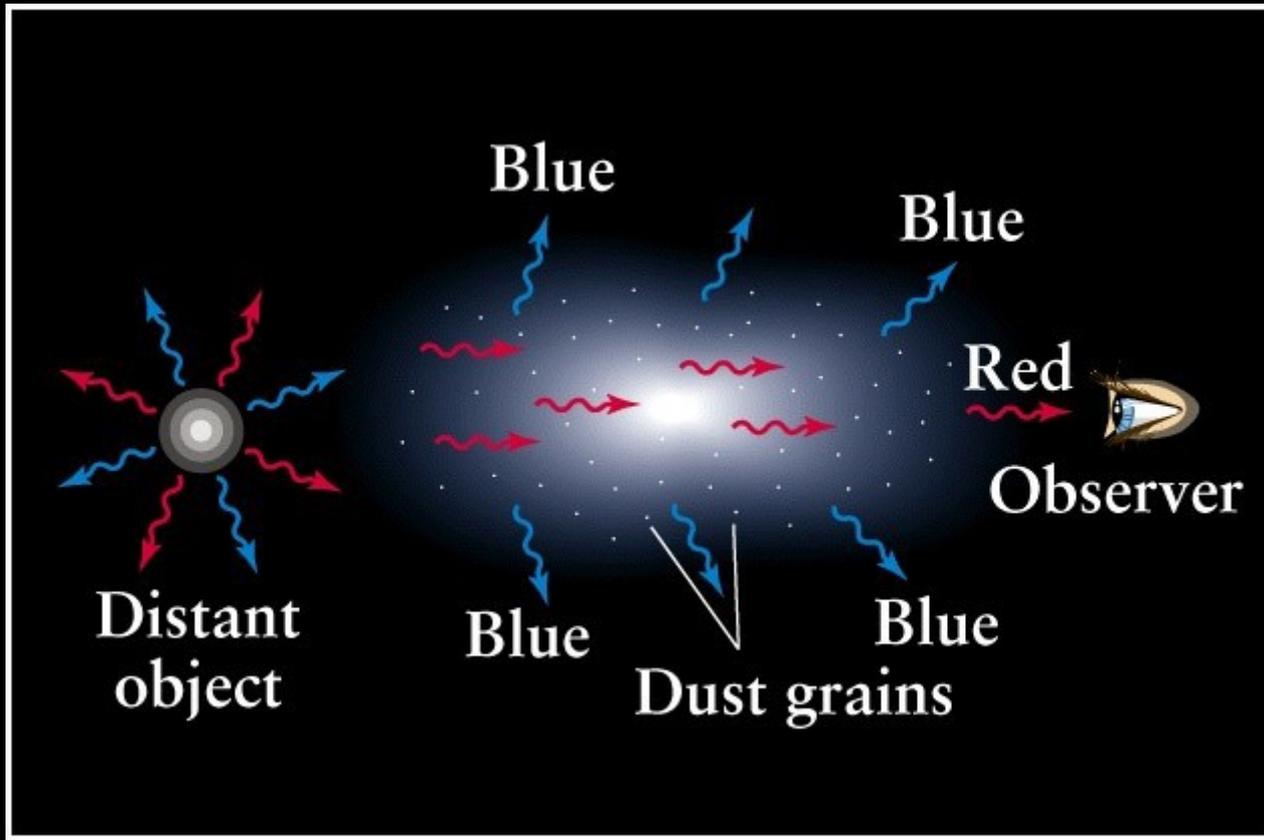
# Componentes do MI

- ◆ Gás Neutro (HI)
- ◆ Gás Ionizado (HII)
- ◆ Gás Ionizado por Colisão (SN)
- ◆ Campo Magnético
- ◆ Raios Cósmicos
- ◆ Poeira (< 1-2 % da massa do MI)

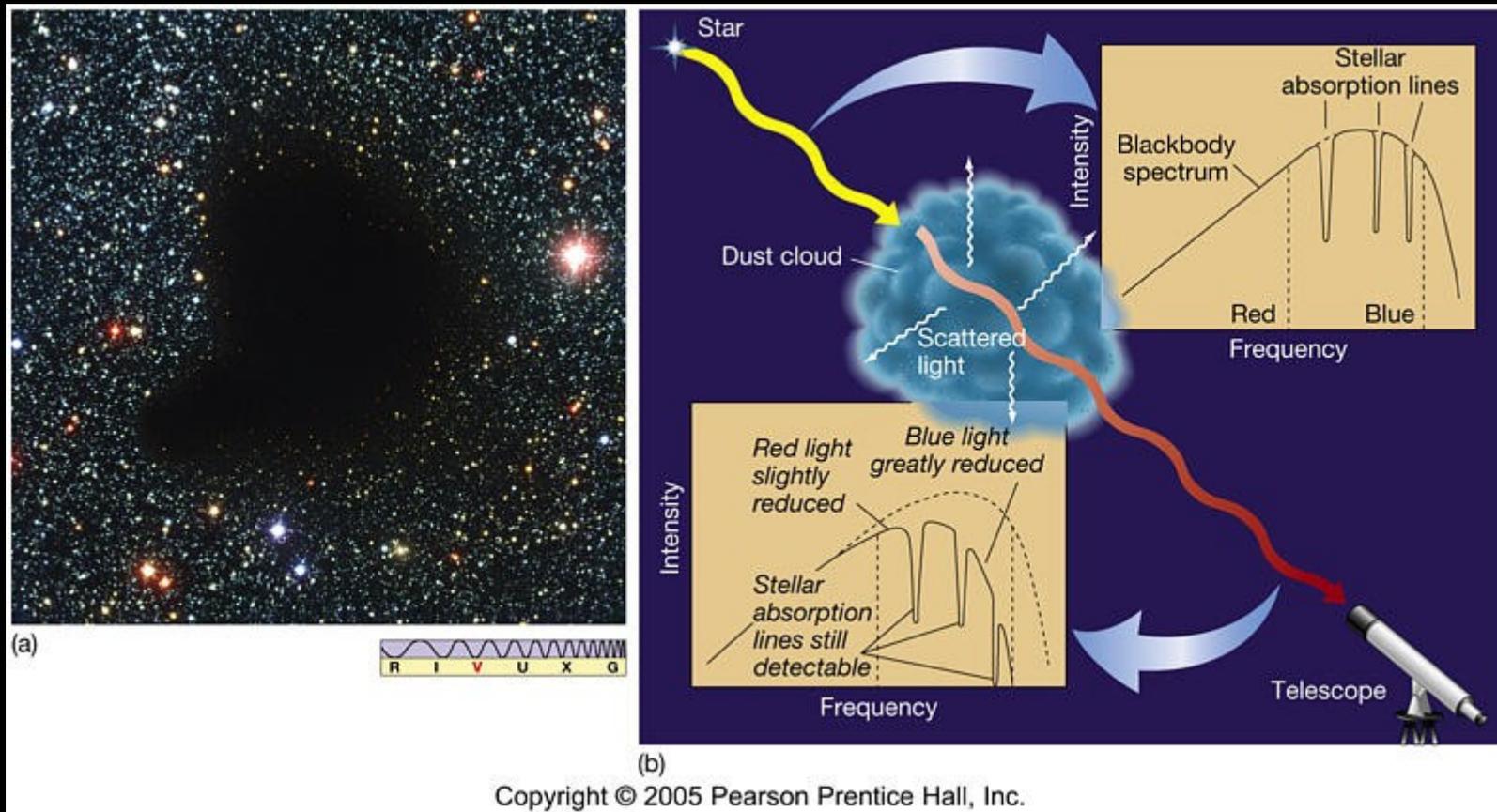
# Primeira evidência da existência de Gás Interestelar

- ◆ Ca II e Na I – espectros estelares
  - Linhas não apresentavam o deslocamento Doppler
- ◆ 1949 – Adams – Nuvens Interestelares
  - Dimensões + número/Kpc<sup>3</sup>

# Extinção Interestelar

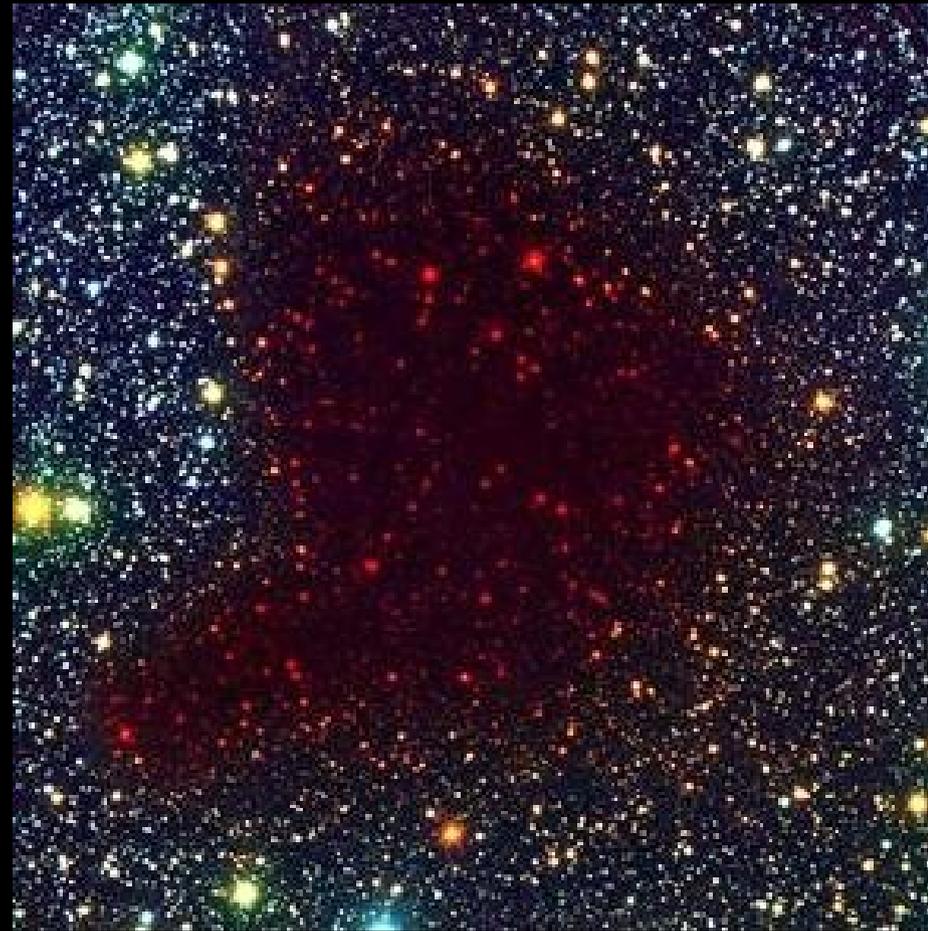


# Extinção Interestelar

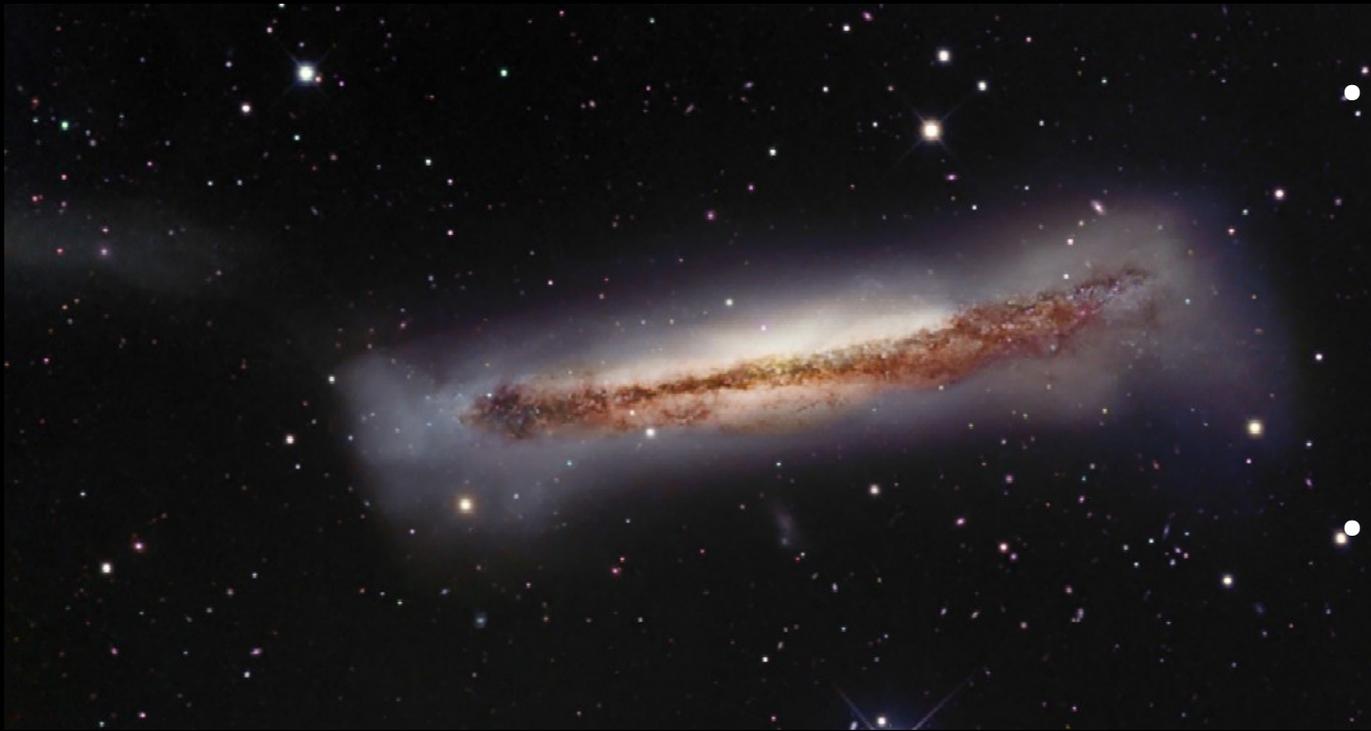


# Extinção Interestelar e Avermelhamento

- Ao fenômeno de **espalhamento + absorção** por grãos damos o nome de **extinção interestelar**.
- A extinção diminui o brilho dos objetos.
- Quando medimos a cor de um objeto que sofre extinção, notamos que ela fica mais avermelhada.



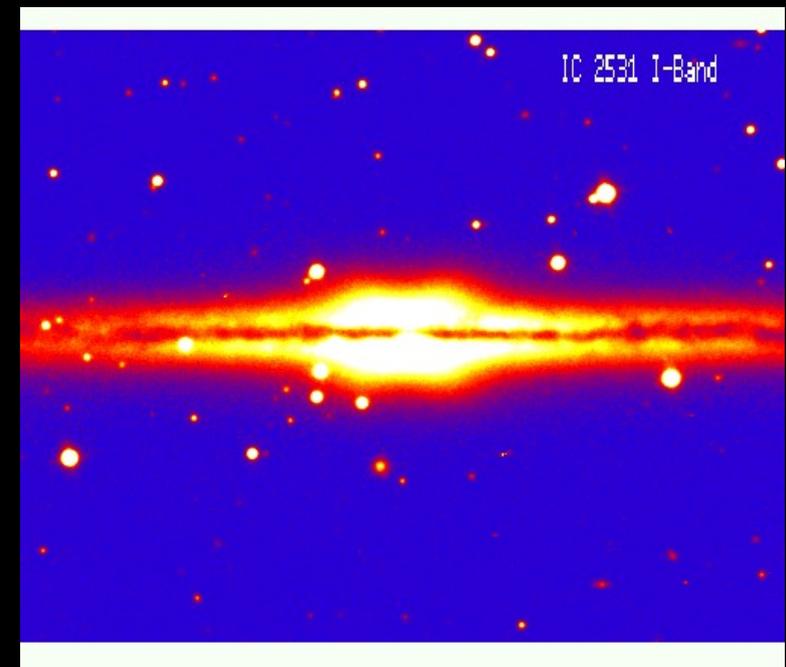
# Discos fino e espesso



- O disco da Galáxia parece ser composto por duas estruturas similares, mas distintas: o **disco fino** e o **disco espesso**.
  - Outras galáxias espirais apresentam a mesma divisão.
- Os discos se diferenciam segundo suas propriedades evolutivas e químico-cinemáticas:
    - **Disco fino**: jovem, rico em elementos pesados, pequena dispersão de velocidade
    - **Disco espesso**: velho, medianamente rico ou pobre em metais, dispersão de velocidade considerável

# Bojo

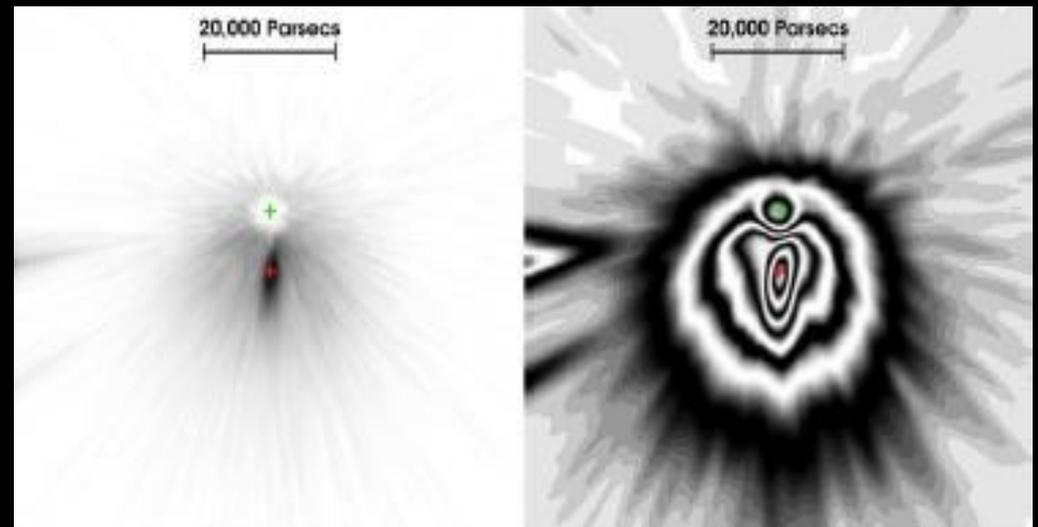
- A região que chamamos de Bojo Galáctico é ainda relativamente pouco conhecida. Uma das coisas que chamam a atenção é o fato de nosso bojo não ser esférico mas sim ter o formato de amendoim.
- O fenômeno também é conhecido em outras galáxias e está associado à existência de barras na galáxia.



# Barra (6 kpc de extensão)

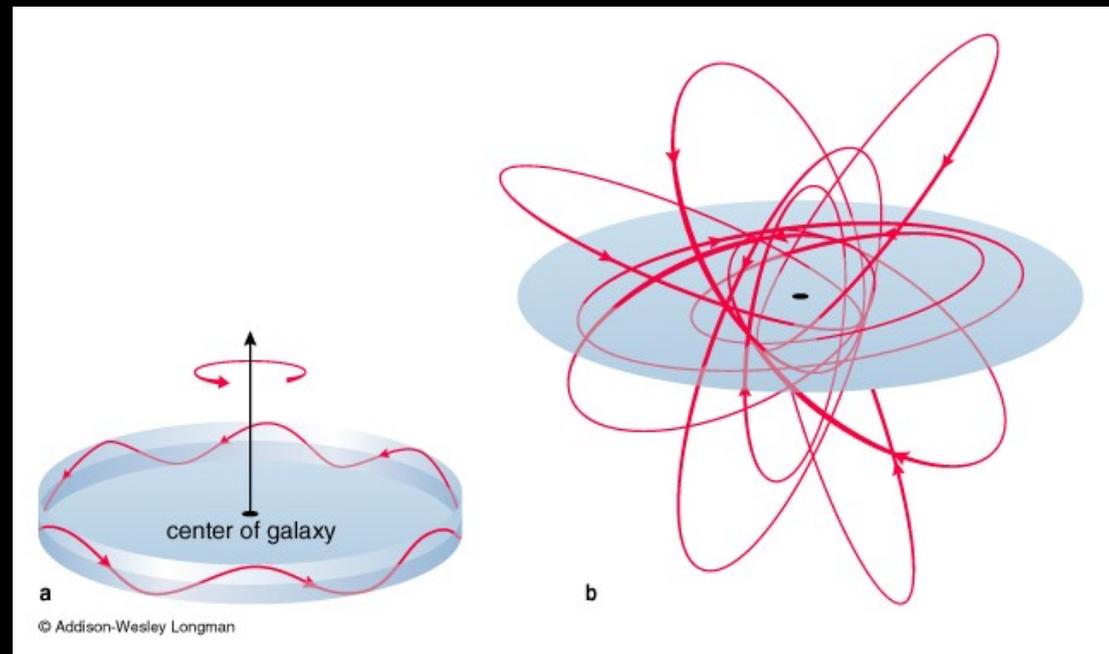
- Já de algum tempo, suspeitava-se da existência de uma barra no disco interno da Via Láctea. Levantamentos estelares no infravermelho confirmaram a existência dessa barra, mas também sugerem a existência de outras barras menores, incluindo a possibilidade de que o bojo tenha um formato de X. Novos levantamentos deverão responder a essas questões.

Distribuição de  
gigantes carbonadas  
do 2MASS



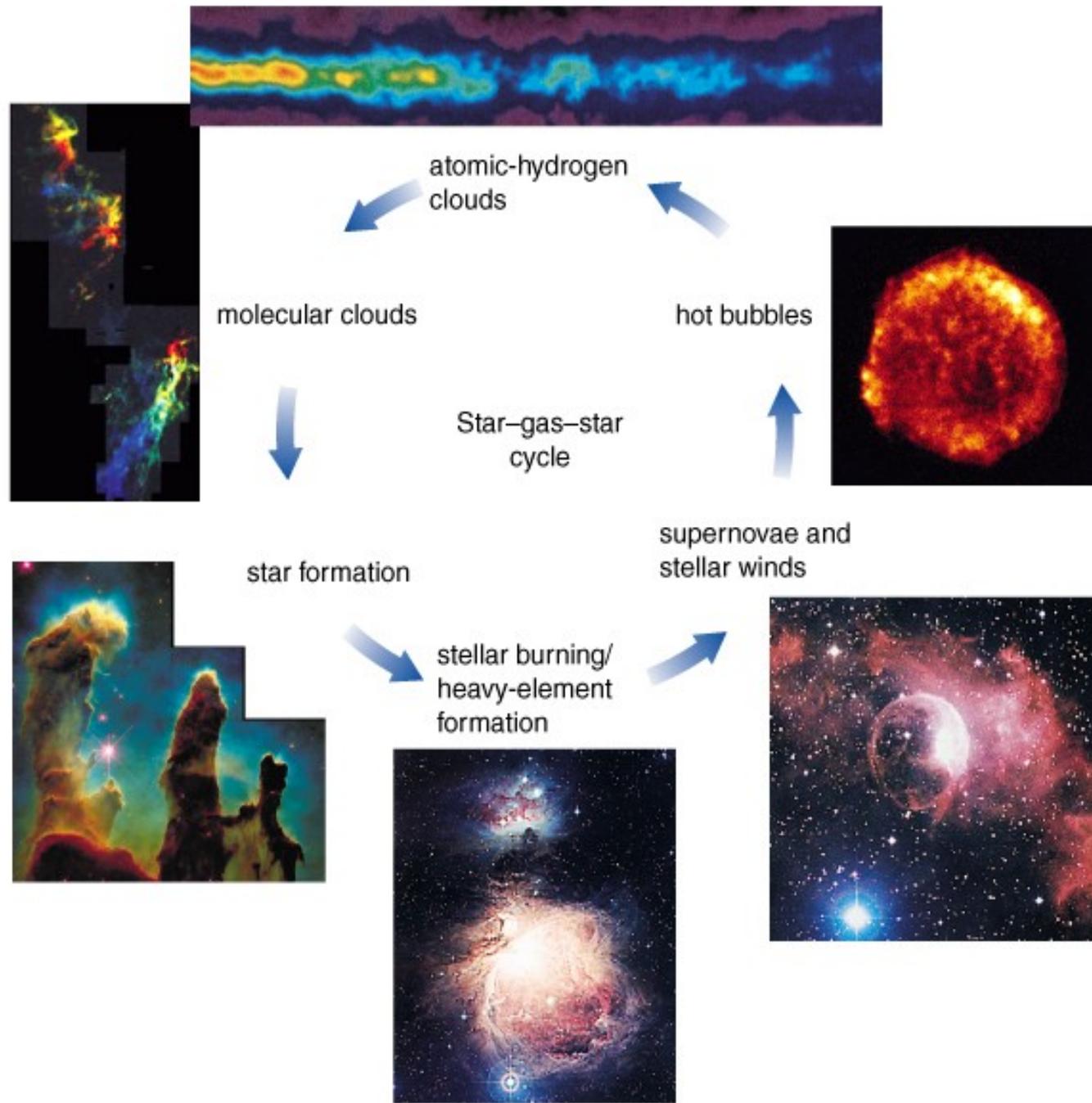
# Cinemática estelar

- No disco:
  - movimento rotatório acompanhado de pequena oscilação vertical
  - os braços espirais não se movem juntamente com as estrelas
- No halo
  - órbitas mais aleatórias



# O que compõe a Galáxia?

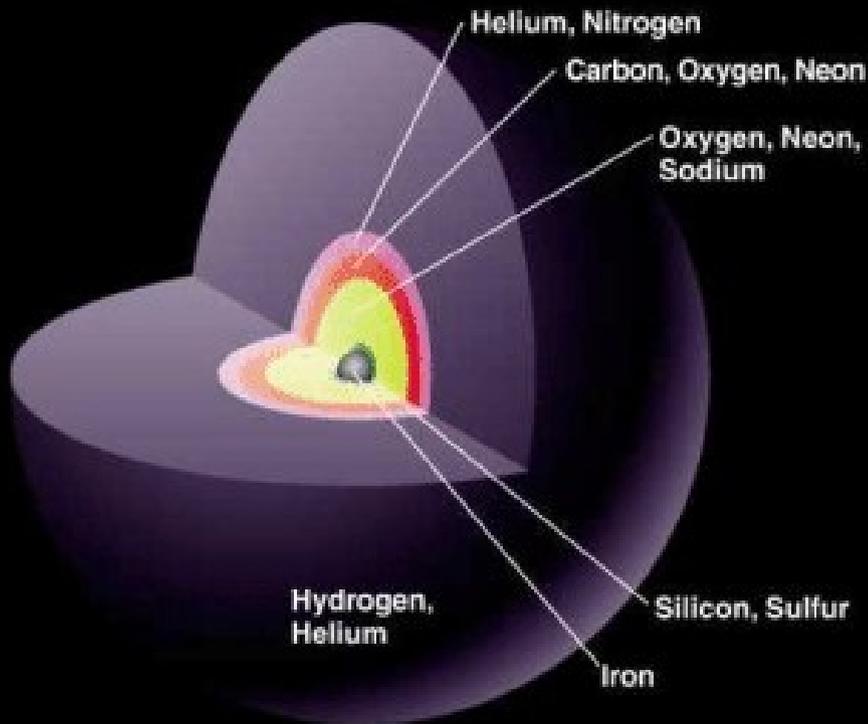
- Estrelas
- Meio Interestelar
  - remanescentes estelares
  - Nuvens de gás (nebulosas)
- Composição química:
  - 70 % hidrogênio
  - 28 % hélio
  - 2 % outros elementos químicos (que os astrônomos chamam coletivamente de metais)



18.2c: © IAC photo from plates taken with the Isaac Newton telescope, photo by David Malin.  
 18.2d: © Anglo-Australian Observatory / Royal Observatory Edinburgh.  
 © Addison-Wesley Longman

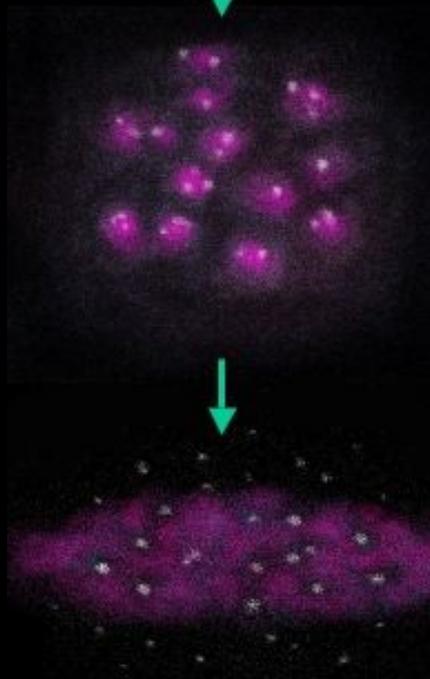
# Evolução química da Galáxia

Structure of an Old Massive Star



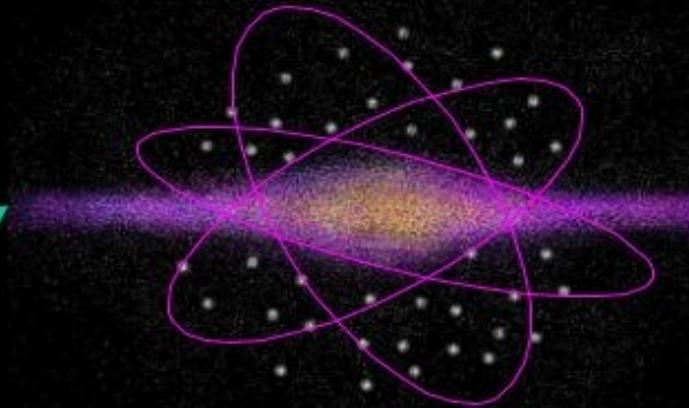
- Pode-se dividir o conteúdo da Galáxia em “estrelas” e “gás”. Há constante troca de matéria entre estes componentes. Porém, neste ciclo, a matéria é continuamente enriquecida em **novos elementos químicos** pelas estrelas.

# O Modelo Monolítico

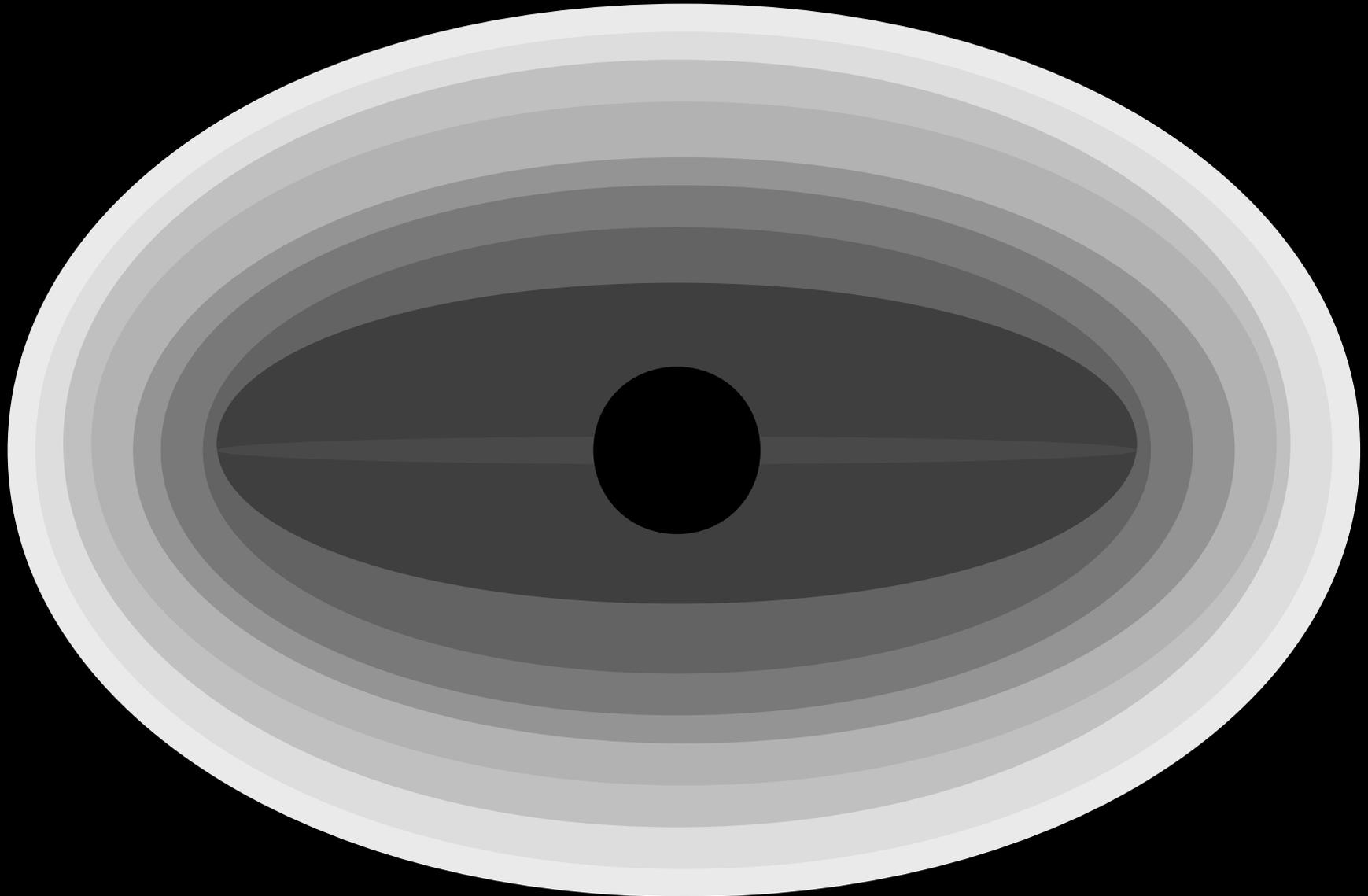


## Simple Collapse Model (ELS)

- Halo stars form first in collapsing gas
- Today have orbits with random orientations

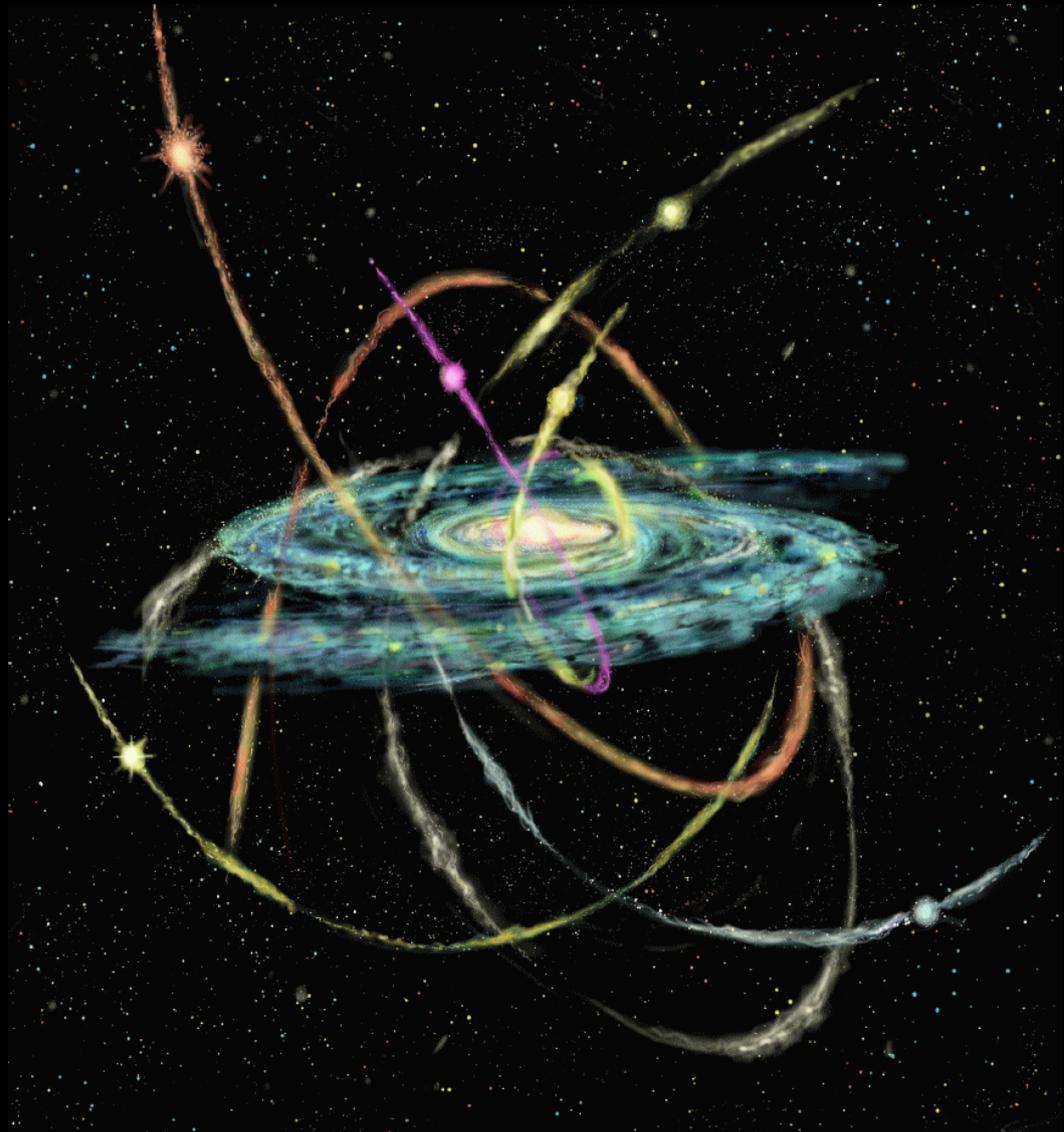


O colapso monolítico levaria a um  
gradiente vertical de metalicidade

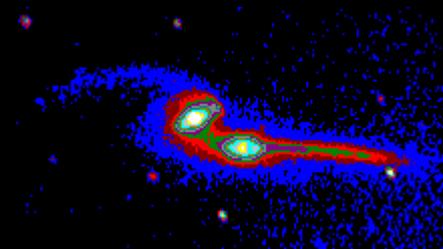


# Agregação de subgaláxias

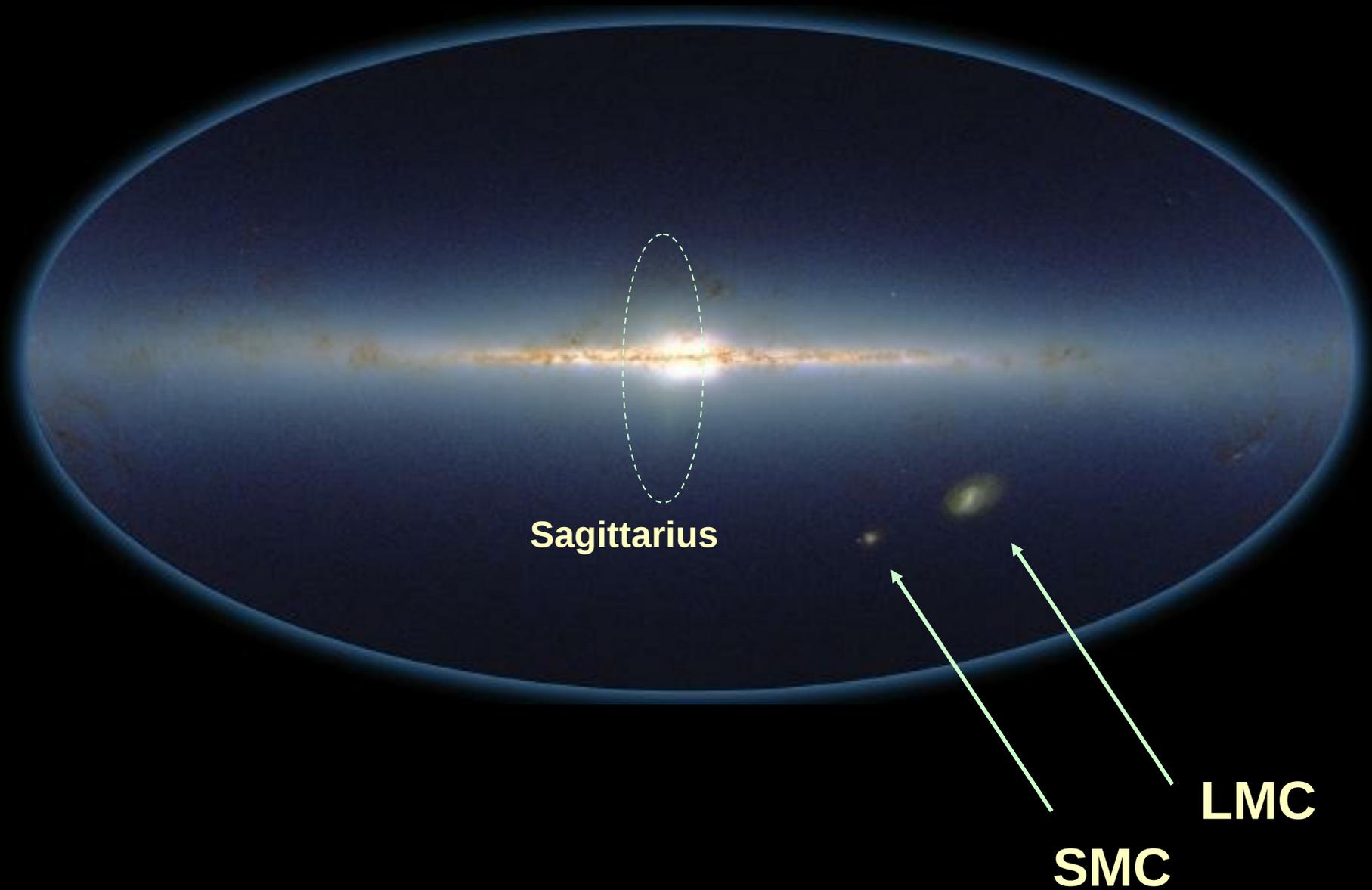
O colapso de nuvens protogaláticas poderia acontecer preferencialmente em pequena escala. Galáxias menores teriam mais facilidade em formar-se. Posteriormente sua fusão daria surgimento a sistemas maiores como a Via Láctea e Andrômeda.



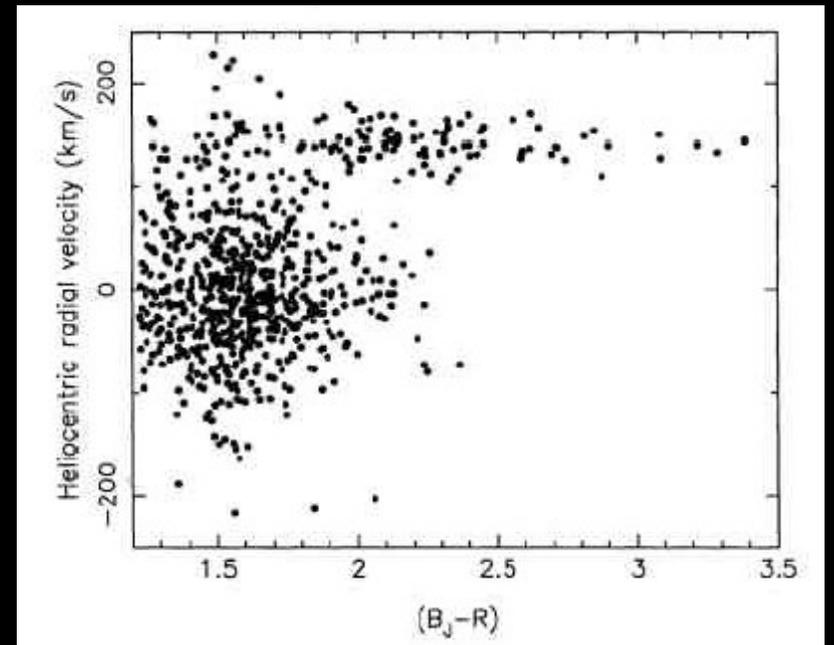
Há farta evidência de que as galáxias interajam, canibalizem-se, fundam-se, destruam-se, colidam, etc...



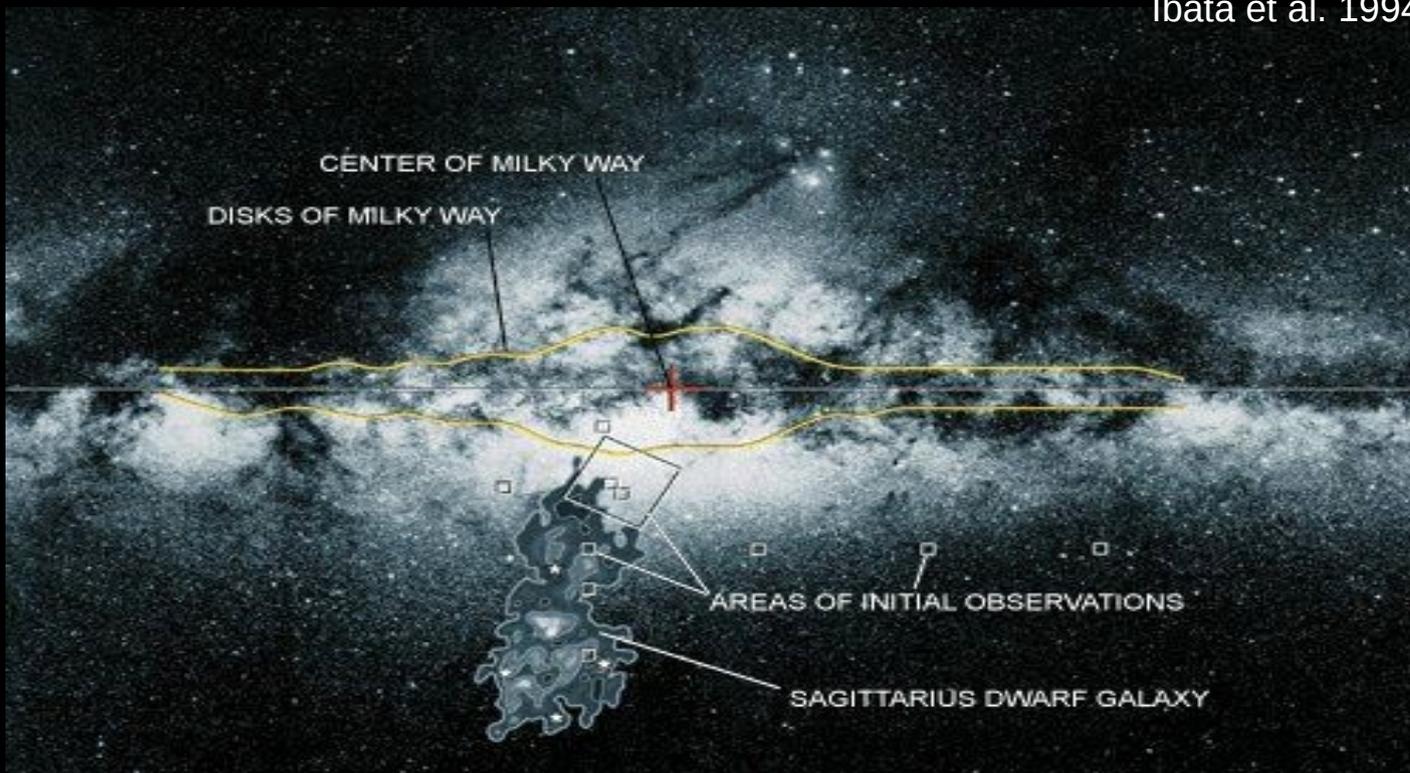
# Nossa conturbada vizinhança



# Sagittarius

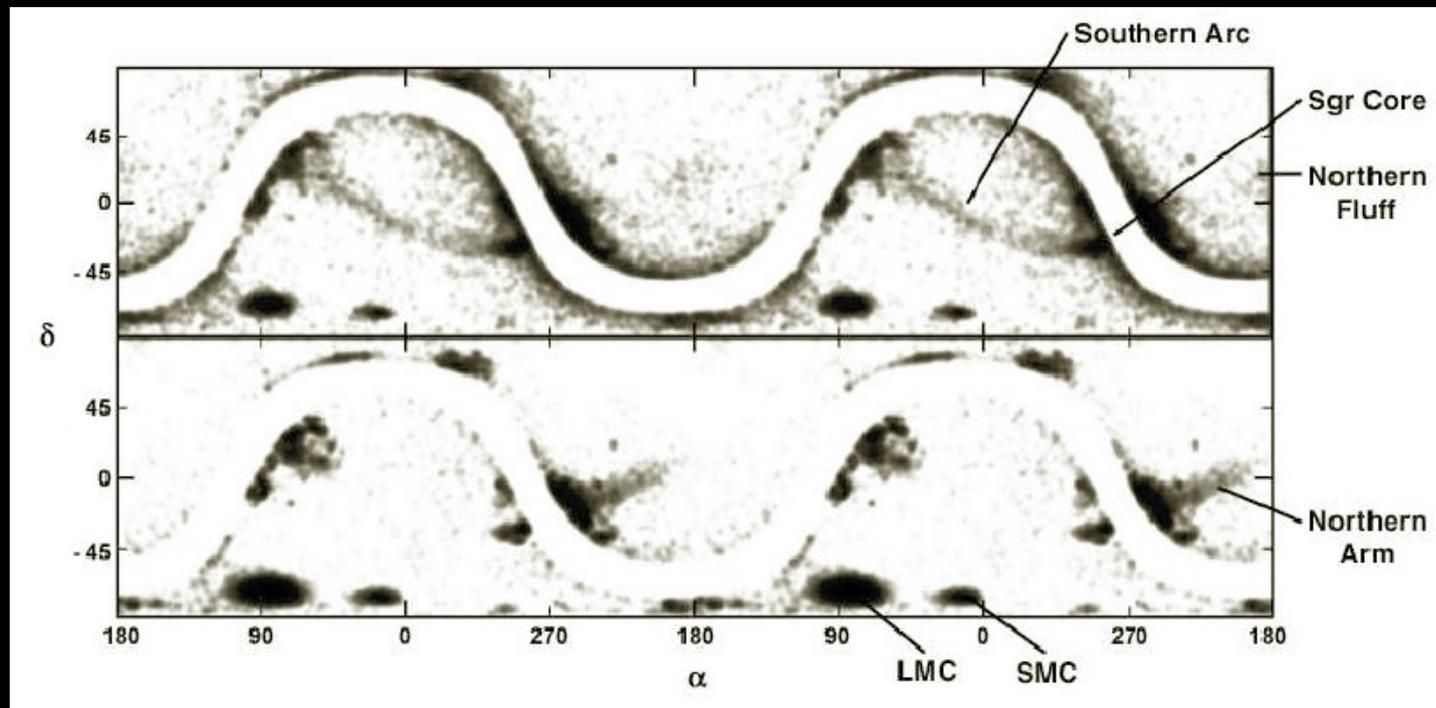


Ibata et al. 1994, Nature, 370, 194

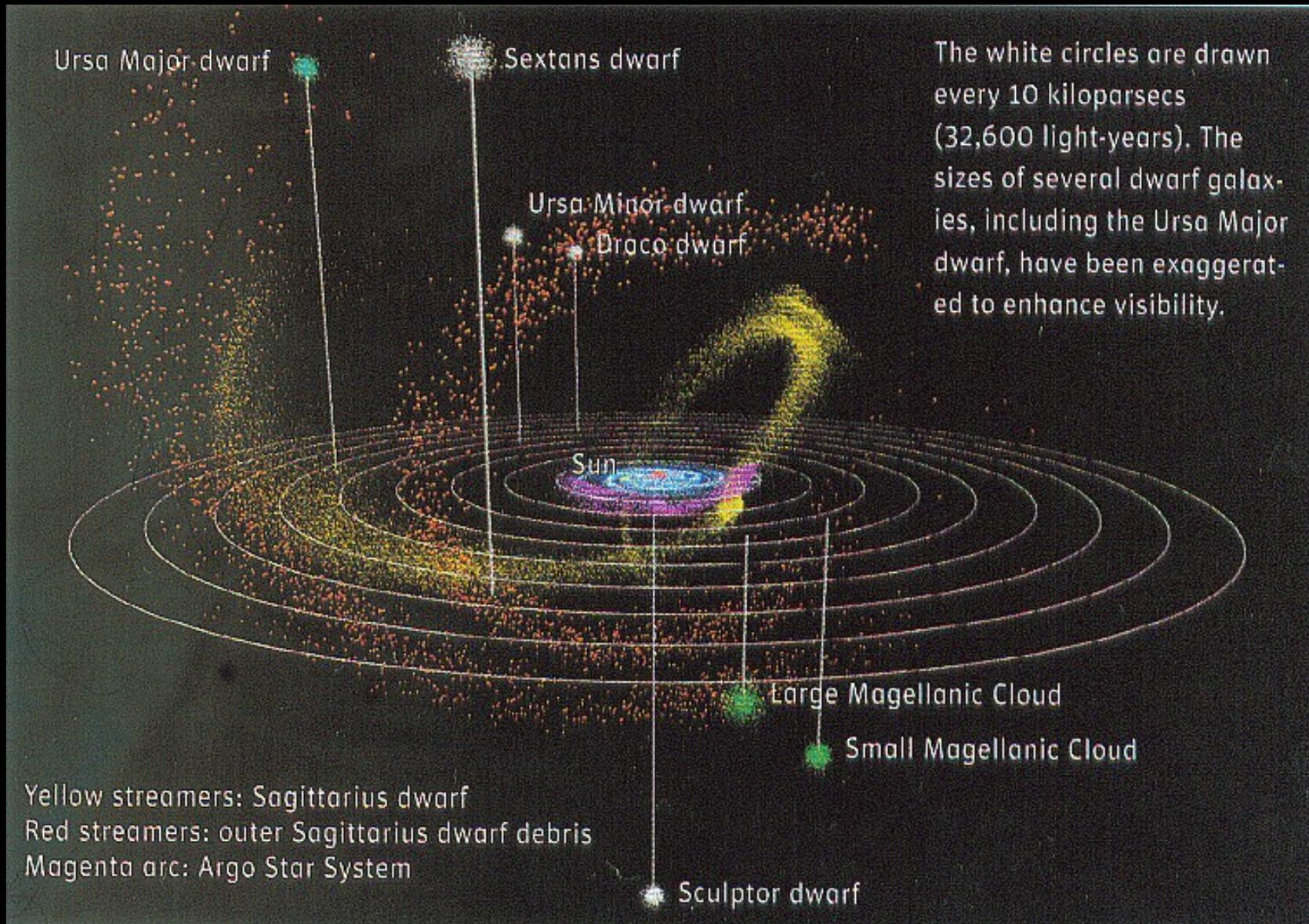


# As caudas do sagitário

Sagittarius está sendo destroçada pelas forças de maré da Via-Láctea. Seus destroços (as chamadas caudas mareais) podem ser encontrados em várias partes ao longo da órbita aproximadamente polar seguida pela galáxia satélite.



# Argo/Cão maior



https://books.google.com.br/books?id=GF\_SsuJIn4sC&pg=PA182&lpg=PA182&dq=distribui%C3%A7%C3%A3o+da+extin%C3%A7%C3%A3o+astronomia&source=bl&ots=TrskQ5iuDH&sig=nexbQ9\_iMJRjeohoViOSMrCnSc8&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiAxseVyZ\_UAhXEIpaKHCJPDmwQ6AEILjAC#v=onepage&q=distribui%C3%A7%C3%A3o%20da%20extin%C3%A7%C3%A3o%20astronomia&f=false

Resultado 1 de 1 neste livro para distribuição da extinção astronomia [Limpar pesquisa](#)

**OBTER LIVRO IMPRESSO**

Nenhum e-book disponível

EdUSP  
FNAC  
Livraria Cultura  
Livraria Nobel  
Livraria Saraiva  
Submarino

Encontrar em uma biblioteca  
[Todos os vendedores »](#)

 **G+** 0  
★★★★★  
4 Resenhas  
[Escrever resenha](#)

**Astronomia: Uma Visão Geral do Universo Vol. 28**  
Por Amâncf sgn 2002 B io C.S. Friaça

distribuição da ext

[Sobre este livro](#)

**Comprar livros no Google Play**  
Procure a maior eBookstore do mundo e comece a ler hoje na web, no tablet, no telefone ou eReader.  
[Ir para o Google Play agora »](#)

▶ Minha biblioteca  
▶ Meu histórico  
Livros no Google Play

