

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Departamento de Astronomia

# Via Láctea

Prof. Tibério B. Vale



# Breve histórico

**Via Láctea:** Caminho esbranquiçado como Leite;

**Galileo (Sec. XVII):** multitude de estrelas;

**Herschel (XVIII):** Sistema achatado (Sol ocupava a posição central da galáxia);

**Kapteyn (XX):** Primeira estimativa de tamanho;

**Shapley (1917):** Estudando a distribuição de aglomerados globulares, determinou o verdadeiro tamanho da Via Láctea e a posição periférica do Sol.

# Debate: Shapley x Curtis

## Shapley

- Diâmetro: 300.000 anos-luz
- Sol: 50.000 anos-luz ao centro
- Nebulosas espirais pertencem à Galáxia
- Universo = Via Láctea + Halo de aglomerados globulares e nebulosas espirais

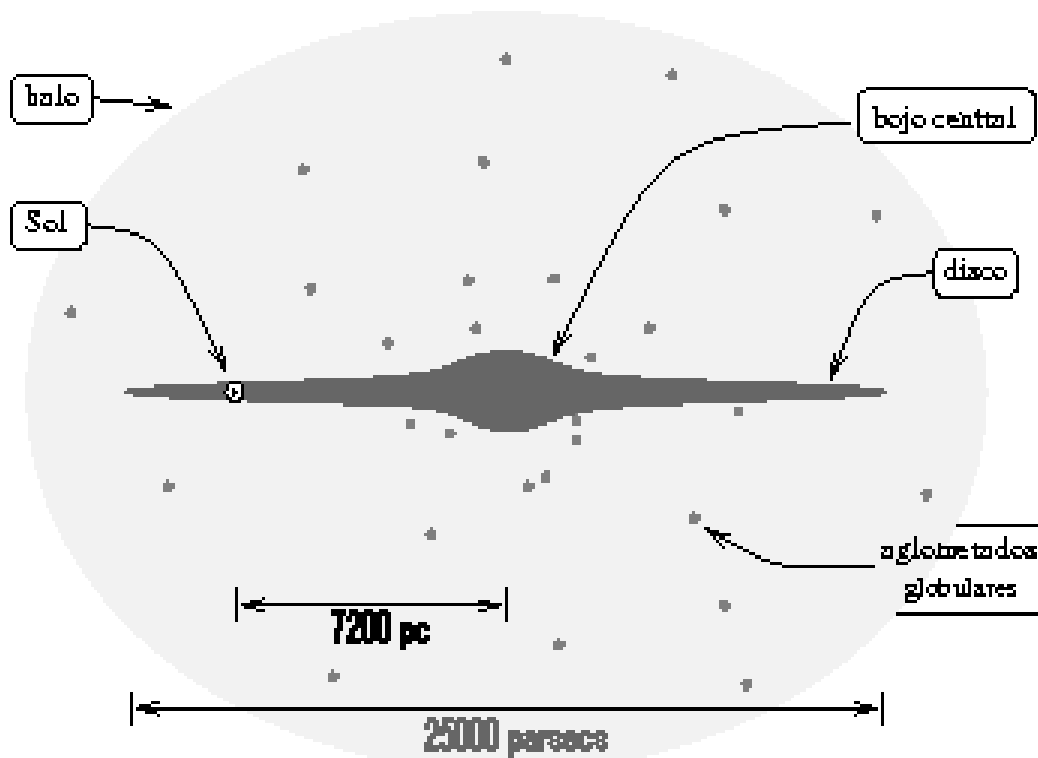
## Curtis

- Diâmetro: 30.000 anos-luz
- Sol próximo ao centro
- Nebulosas espirais são outras galáxias de tamanho comparável
- Universo = inúmeras galáxias num volume muito grande

**Shapley** estava mais próximo dos valores corretos! **Curtis** errou devido à inacurácia de medidas de extinção por poeira.

# Distribuição de aglomerados

Vista lateral da Via Láctea



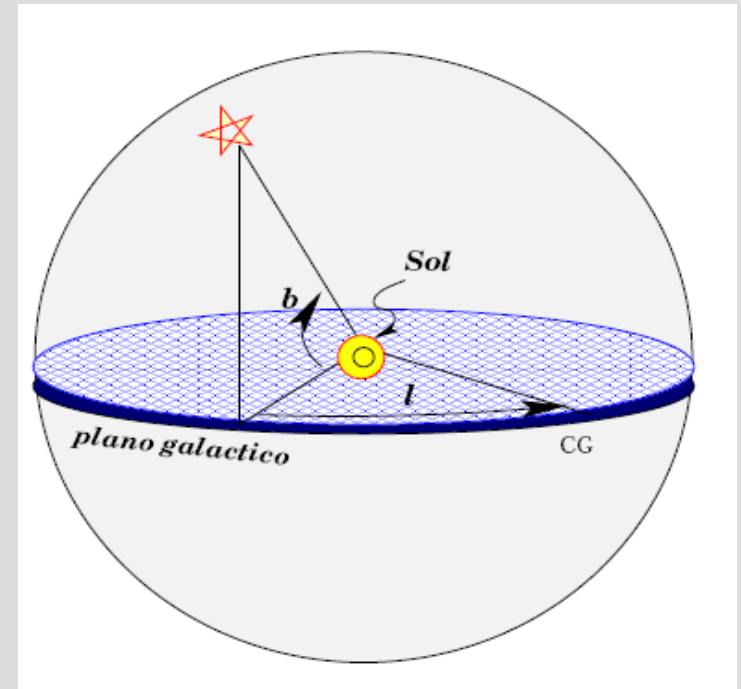
Assumindo que o centro do halo (formado pelos aglomerados globulares) coincide com o centro de nossa Galáxia, Shapley deduziu que estamos a **30 mil anos-luz = 9200pc** do centro da Via Láctea, que está na direção da constelação de Sargitário.

# Sistemas de coordenadas galácticas

O sistema de coordenadas galácticas tem como plano fundamental o plano galáctico, que é o círculo máximo que contém o centro galáctico e as partes mais densas da Via Láctea. É inclinado  $60^\circ$  em relação ao Equador Celeste.

**Latitude galáctica ( $b$ ):** distância angular medida ao longo do plano galáctico, variando de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  para o norte e de  $0^\circ$  a  $-90^\circ$  para o sul.

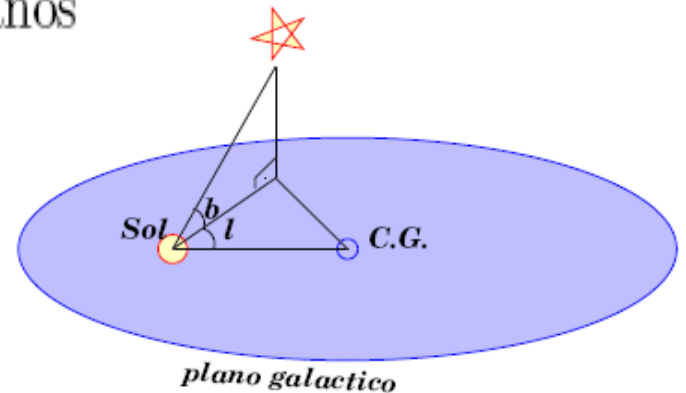
**Longitude galáctica ( $l$ ):** distância angular medida ao longo do plano galáctico, variando de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  para leste, a partir da direção do centro galáctico.



# Sistemas de coordenadas galácticas

O ano galáctico, definido como o tempo que o Sol leva para dar uma volta completa em torno do centro galáctico, tem duração de 202 milhões de anos.

$$P_{\odot} = \frac{2\pi r_{\odot}}{v_{\odot}} = \frac{2\pi \cdot 7,2 \text{ kpc}}{220 \text{ km/s}} = 202 \text{ milhões de anos}$$



As coordenadas do centro galáctico são:

- no sistema galáctico:  $l = 0$ ,  $b = 0$ ;
- no sistema equatorial celeste:  $\alpha = 17\text{h } 42\text{min}$ ,  $\delta = -28^{\circ} 55'$ .

# Distâncias dentro da galáxia

Como medir distâncias em astronomia?

- **Radar e Paralaxe Geocêntrica:** Planetas Internos e outros objetos próximos da Terra;
- **Paralaxe heliocêntrica:** Planetas externos e estrelas próximas (até 500 pc);
- **Paralaxe espectroscópica:** Estrelas a distâncias de até 10 000 pc.

Tamanho da Galáxia: ~25 000 pc

Como medir distâncias maiores do que 10 000 pc?

R: Relação Período-Luminosidade de estrelas variáveis pulsantes.



# Distâncias dentro da galáxia

Estrelas variáveis pulsantes radiais são estrelas cuja luminosidade varia com o tempo, devido a variações no seu tamanho.

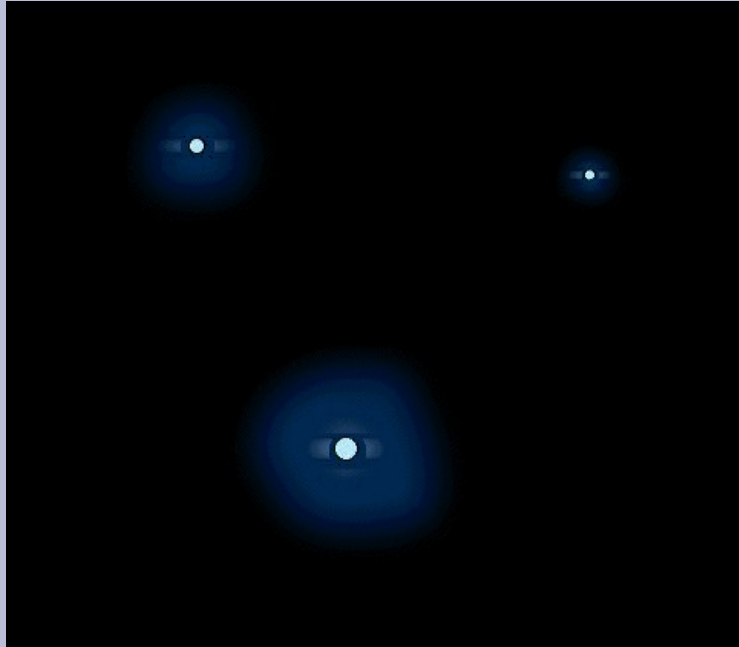
**RR Lyrae:** São estrelas evoluídas que estão começando a queimar hélio no núcleo. Seus períodos de pulsação são pequenos, entre 0,5 e 1 dia, com variação de magnitude menores do que uma magnitude. (B e F)

**Cefeidas:** São supergigantes com períodos de pulsação entre 1 e 100 dias, com amplitudes de pulsação entre 0,3 e 3,5 magnitudes. (F e K)

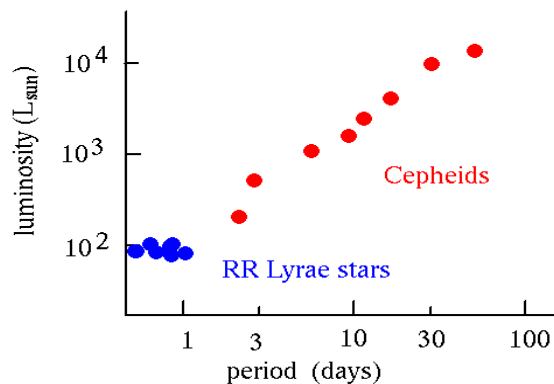
$$M_{\text{bol}} = -3,125 \log P - 1,525$$

As variáveis Cefeidas são usadas para determinar distâncias de estrelas longínquas da nossa Galáxia, e distâncias de outras Galáxias.

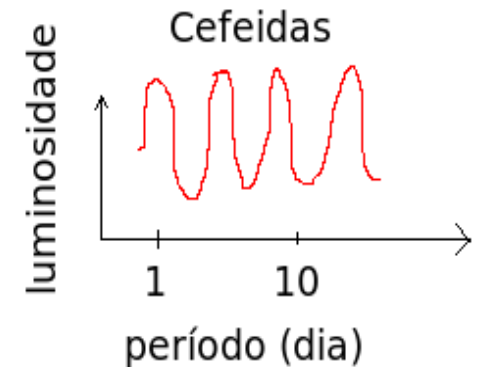
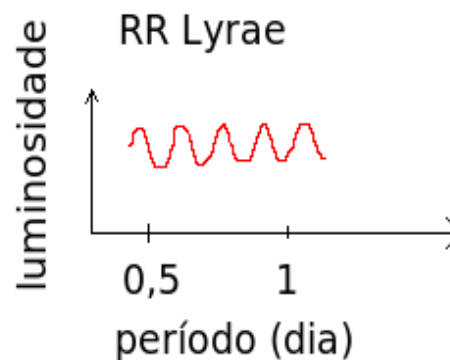
# Estrelas Cefeidas



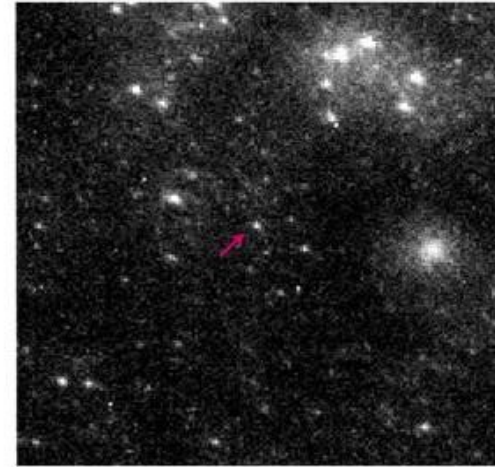
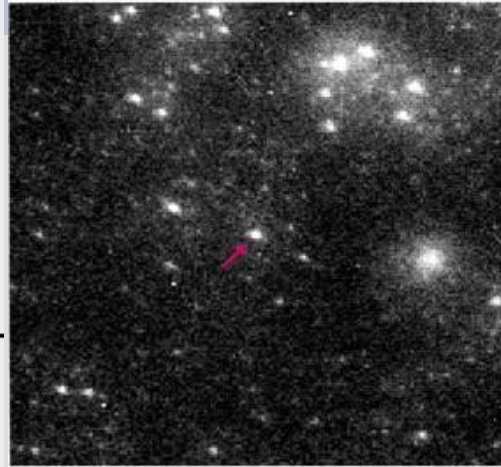
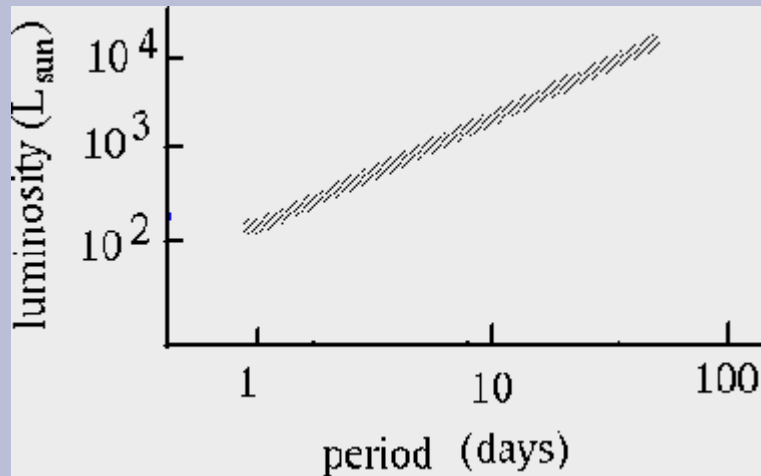
São estrelas que expandem e contraem **periodicamente** as camadas mais externas de sua atmosfera o que produz variações de emissão de luz. As estrelas mais luminosas têm maior período de variação de luz.



Curva de luz



# Calculando distâncias com Cefeida - 4 passos



- 1) Observamos com o telescópio o período de variação da luz e a luminosidade ( $I$ ) de uma estrela Cefeida, em uma galáxia distante ( $d$ );
- 2) Determinamos a luminosidade intrínseca ( $L$ ) que tem a estrela, com a ajuda da relação período luminosidade das Cefeidas observadas na Via Láctea (figura)
- 3) A luminosidade observada  $I \sim L/d^2$
- 4) A distância  $d \sim (L / I)^{1/2}$

# Distâncias dentro da galáxia

## RESUMO

### Distância de Alcance

1 UA  
500 pc  
10 000 pc  
4 Mpc

### Método

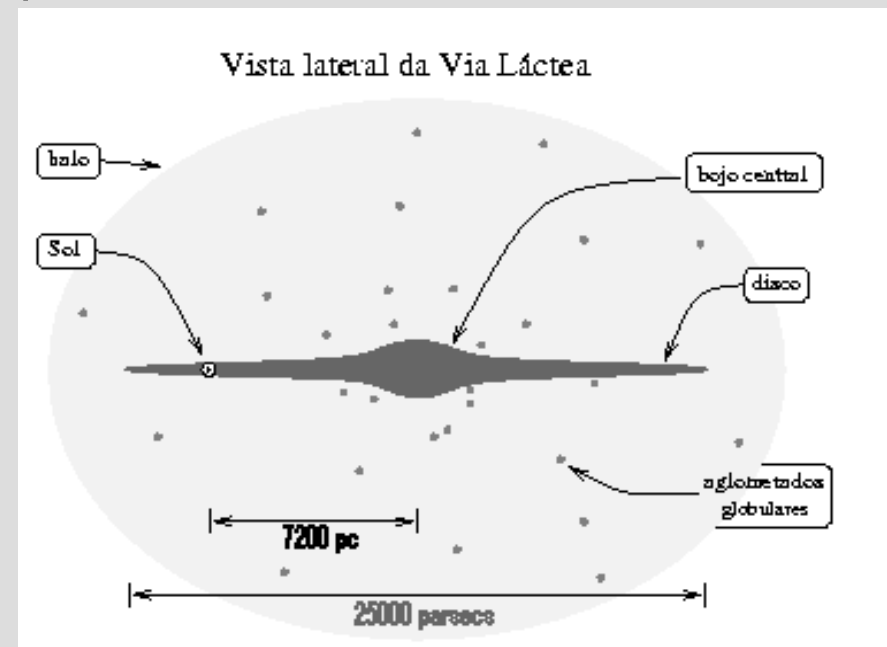
radar  
paralaxe heliocêntrica  
paralaxe espectroscópica  
estrelas variáveis

# Forma e tamanho da Via Láctea

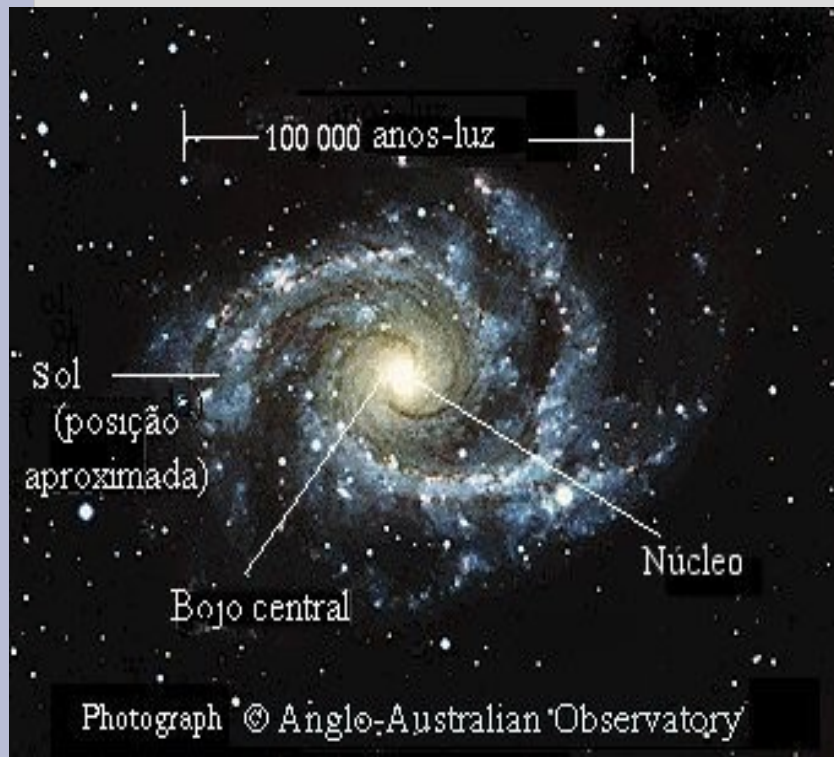
Nossa Galáxia tem a forma de um **disco circular**, com **diâmetro de cerca de 25 000 pc (100 000 anos-luz)** e **espessura de 300 pc aproximadamente**.

O disco está embebido em um **halo esférico** formado pelos aglomerados globulares e provavelmente grande quantidade de matéria não luminosa, que se estende por no **mínimo 100 000 pc**.

O **bojo**, que contém o núcleo, é uma região esférica de **2 000 pc** de raio, envolvendo o núcleo.



# Forma e tamanho da Via Láctea



NGC2997 como uma representação da Via Láctea.

O Sol está localizado em um dos braços espirais, e orbita o centro da galáxia a uma distância de aproximadamente 7200 pc.

## Resumindo

A Via Láctea tem duas componentes morfológicas principais: uma componente esferoidal (halo+bojo) e uma componente achatada (disco + braços espirais).

massa do disco: 2 a 13%

massa do bojo: 1 a 6%

massa do halo: 81 a 97%

# Forma e tamanho da Via Láctea

O **disco da Galáxia** contém, além das estrelas, a matéria interestelar, formada por gás e poeira, que constituem o material do qual as estrelas se formam.

O gás interestelar é constituído na maior parte por hidrogênio neutro, que é não luminoso.

Mas perto de estrelas muito quentes e massivas, o hidrogênio é ionizado pela radiação ultravioleta provinda das estrelas, e brilha por fluorescência.



Nebulosa de Órion

# Estrutura espiral



Andrômeda (M31)



NGC4314

**Em outras galáxias:** Nebulosas gasosas geralmente se encontram distribuídas em uma estrutura espiral.

É razoável supor que nossa Galáxia também tem uma estrutura espiral.

É difícil visualizar a estrutura espiral pois estamos dentro do disco galáctico, e cercados de poeira interestelar, que bloqueia a luz.



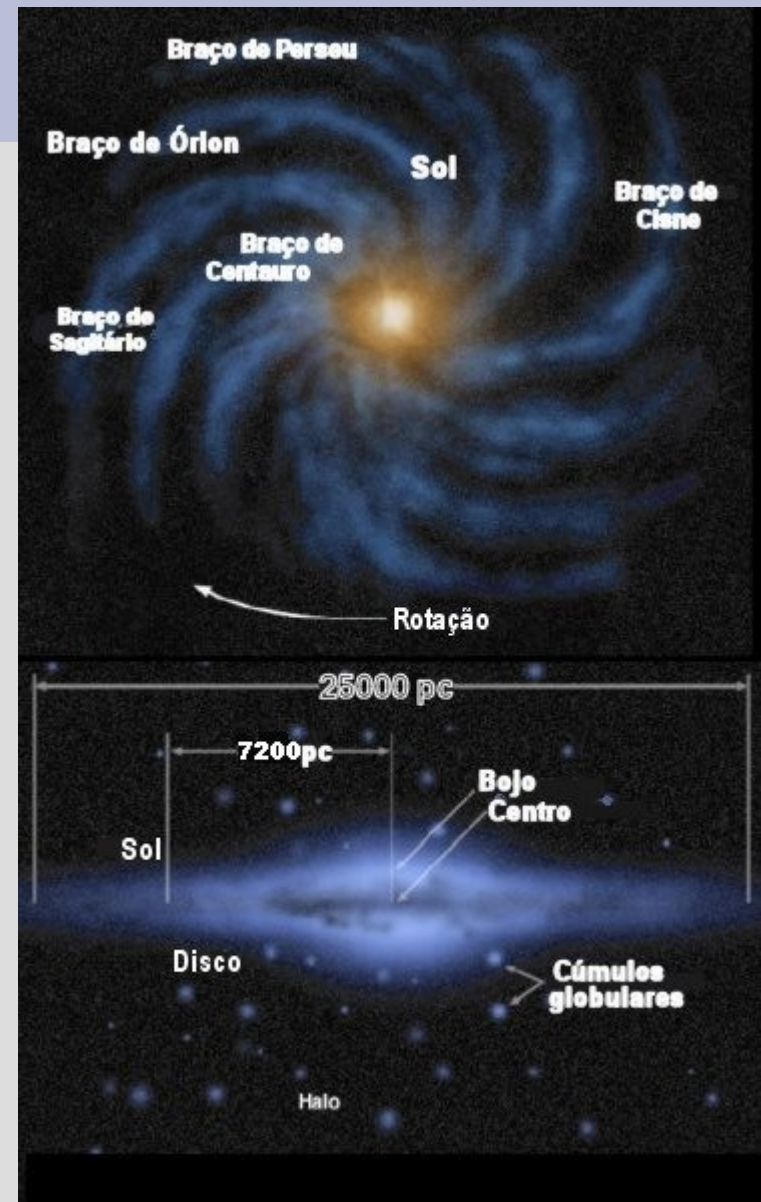
# Estrutura espiral

Mapeadores da estrutura espiral:

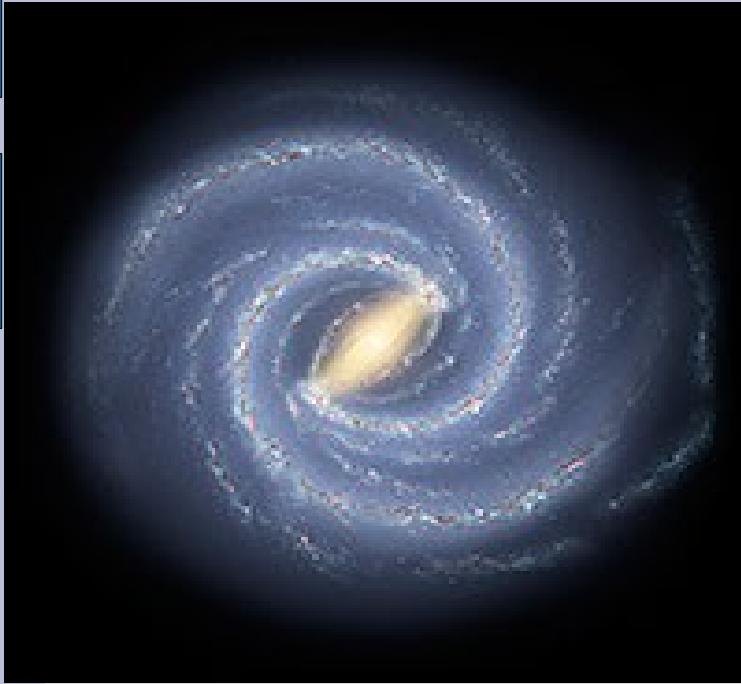
**Óticos:** objetos brilhantes como estrelas OB, regiões HII e estrelas cefeidas variáveis.

**Rádio:** O principal traçador em rádio é a linha de 21cm do hidrogênio neutro. Como o hidrogênio neutro existe em grande abundância na Galáxia, essa linha é observada em todas as direções.

O número de braços espirais ainda é não é bem conhecido. Observações de 2008 são consistentes com a presença de apenas 2 braços espirais.

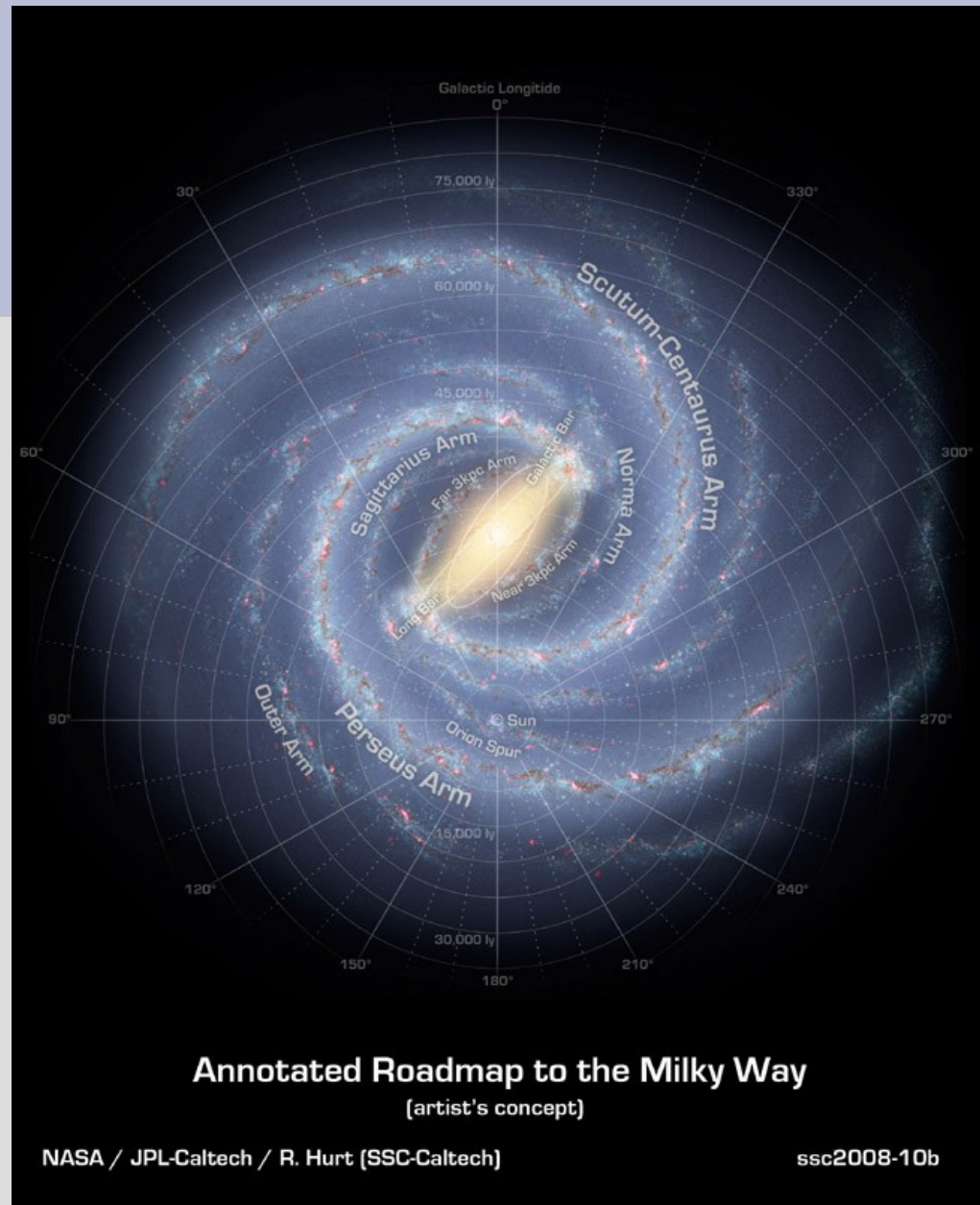


# Estrutura espiral



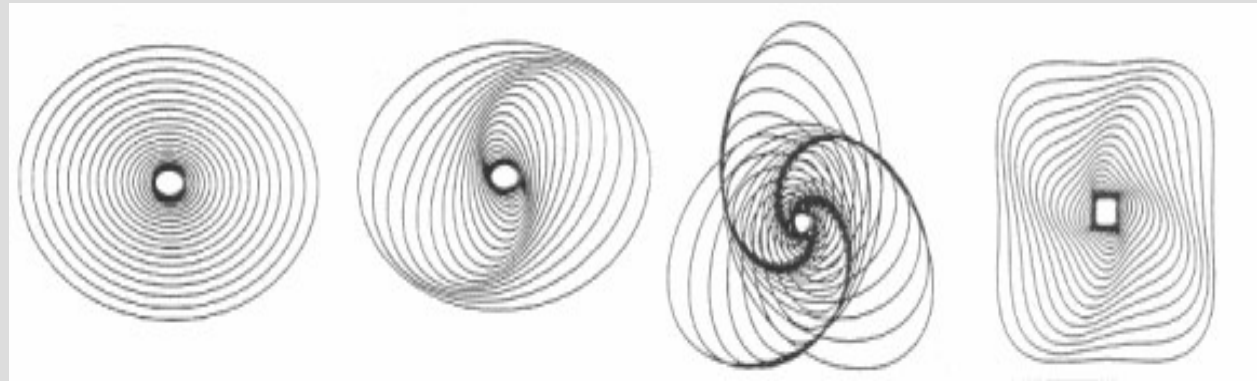
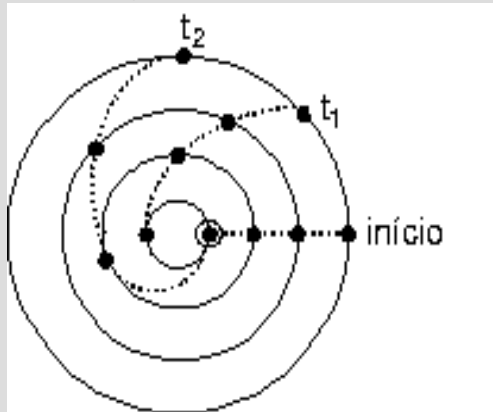
Scutum-Centaurus

Perseus



# A causa da estrutura espiral

A idéia inicial a respeito disso era de que os braços espirais seriam braços materiais formados pela rotação diferencial. O Sol já deu aproximadamente 20 voltas em torno do centro da galáxia e com isso os braços deveriam estar mais enrolados do que as observações indicam.



**Teoria de ondas de densidade:** A estrutura espiral é suposta como uma variação da densidade do disco em forma de onda, uma onda de compressão. Quando o gás passa pela onda, ele é comprimido fortemente até que a gravitação interna cause o colapso e a formação de estrelas.