

Aula 4

O Sistema Solar

Stonehenge e os planetas

Júp

Onde está a eclíptica?

Mar

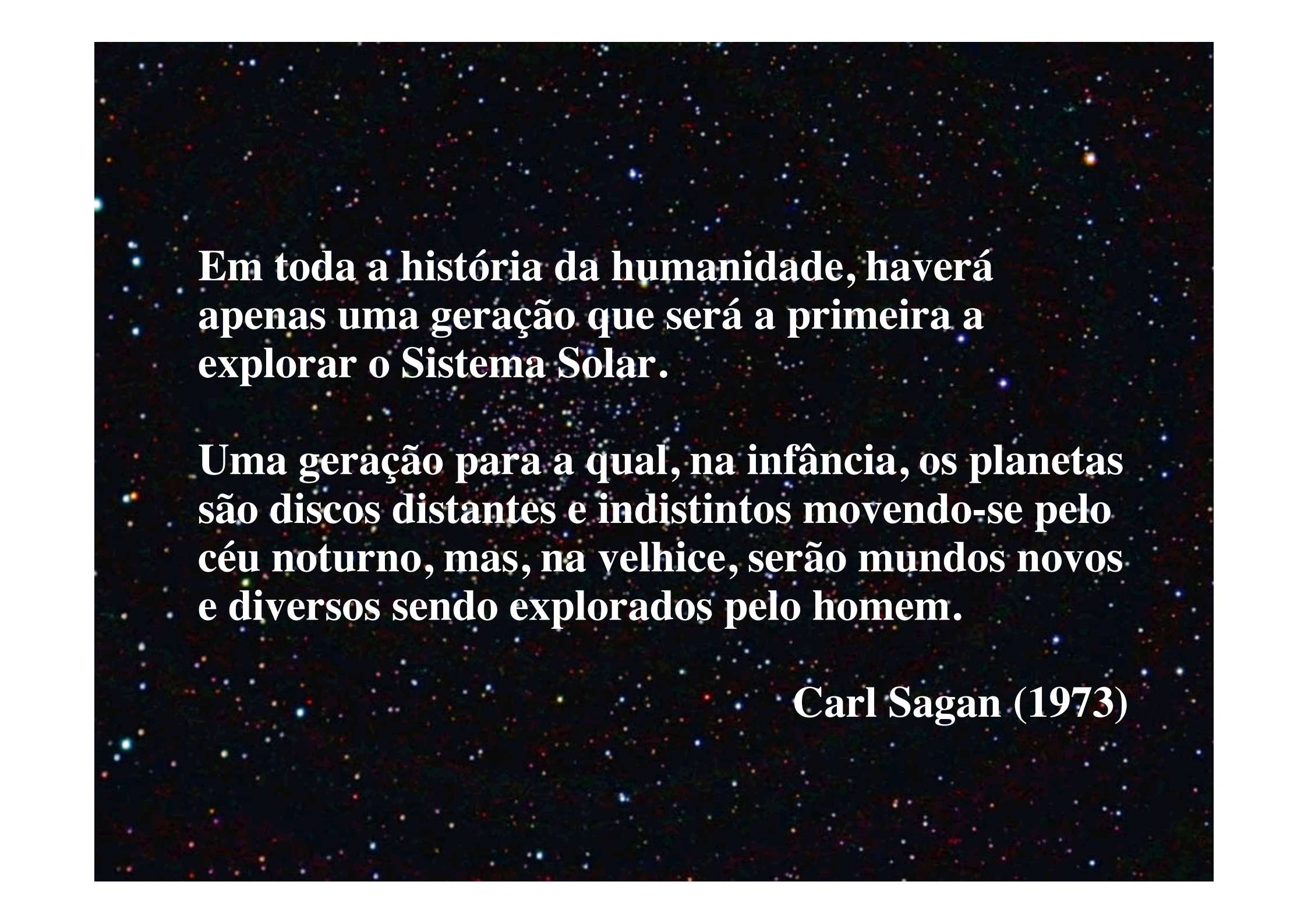
Sat

Vên

Mer

2002
mai
04
Anoitecer

ASTRO
CRUISE



Em toda a história da humanidade, haverá apenas uma geração que será a primeira a explorar o Sistema Solar.

Uma geração para a qual, na infância, os planetas são discos distantes e indistintos movendo-se pelo céu noturno, mas, na velhice, serão mundos novos e diversos sendo explorados pelo homem.

Carl Sagan (1973)

Exploração espacial

Boa parte do que sabemos hoje sobre os planetas e demais corpos do Sistema Solar nós devemos às informações enviadas pelas **sondas espaciais**

Os livros-texto sobre o Sistema Solar são completamente diferentes hoje do que foram na gerações anteriores!

The Golden Age of Space Exploration

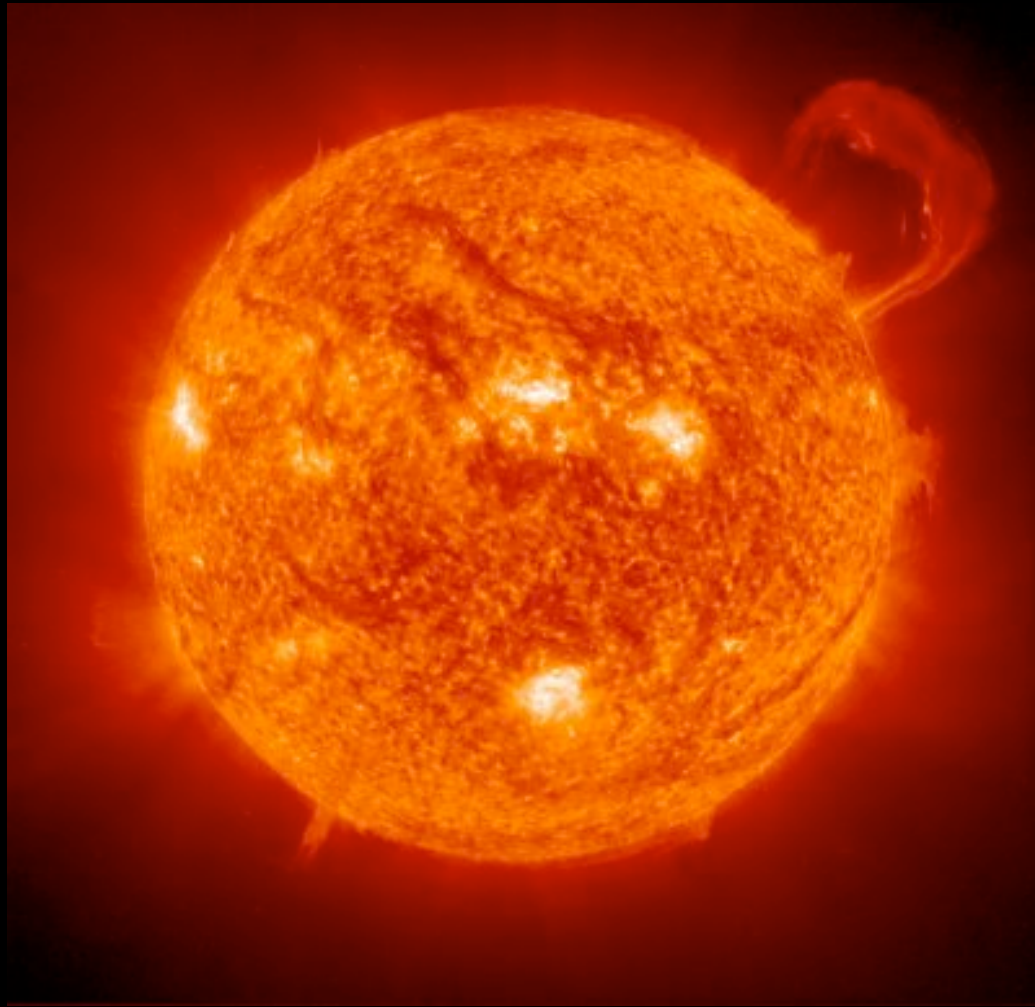
Censo do Sistema Solar

“Planetologia comparada”

❖ **Estrela**

➤ **Sol** (ocorrem fusões nucleares no seu interior)

**Classes
de
objetos
no
Sistema
Solar**



O Sol

(tema da aula 5)

Alguns fatos:

Possui 99.8% da massa do Sistema Solar

Único corpo do S.S. que gera energia por fusões nucleares

Portanto, é o único que irradia energia. Correto?

Errado! (próxima aula...)

Classes de objetos no Sistema Solar

❖ Estrela

- Sol (ocorrem fusões nucleares no seu interior)

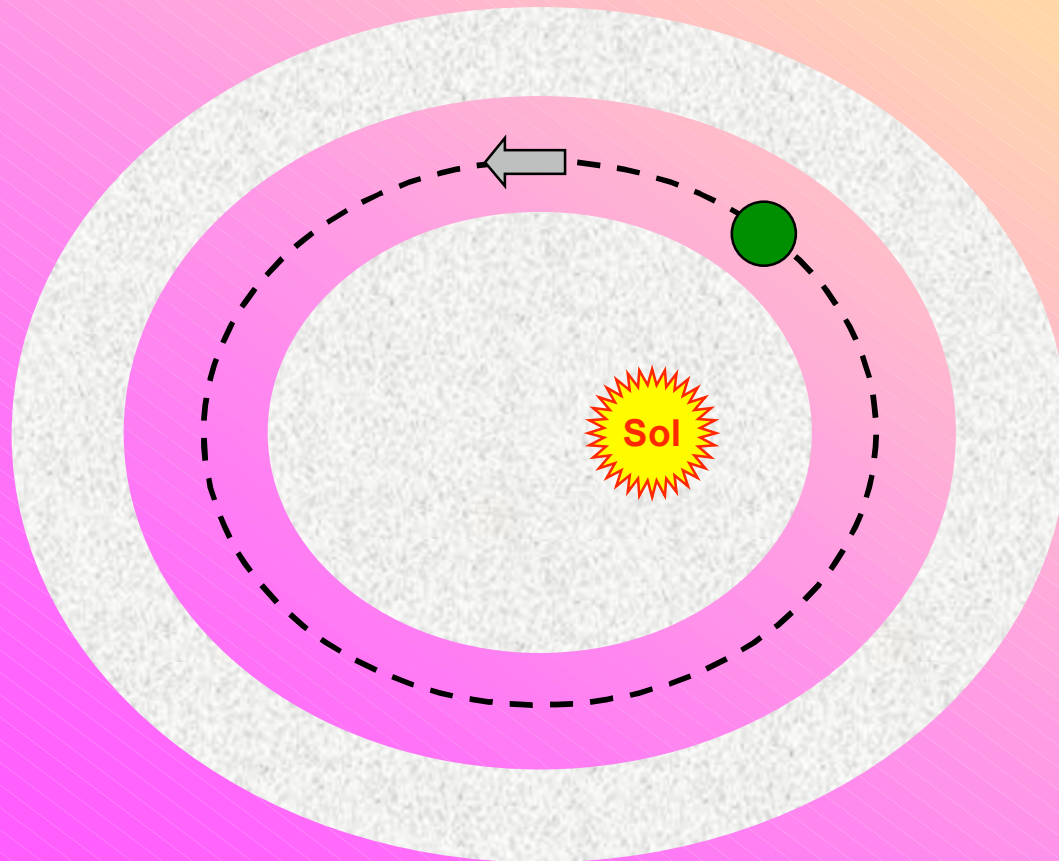
❖ Planetas Clássicos

- Mercúrio
- Vênus
- Terra
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Netuno

Definição de Planeta

Resolução 5A da UAI (2006 ago 24, Praga, Rep. Tcheca)

Planeta é o corpo celeste do Sistema Solar que:



1: Orbita em torno do Sol

2: Tem massa suficiente para que sua auto-gravitação o torne aproximadamente esférico

3: Absorveu grande parte da massa previamente existente em toda a região contígua à sua órbita

Planetas Terrestres (ou Telúricos)



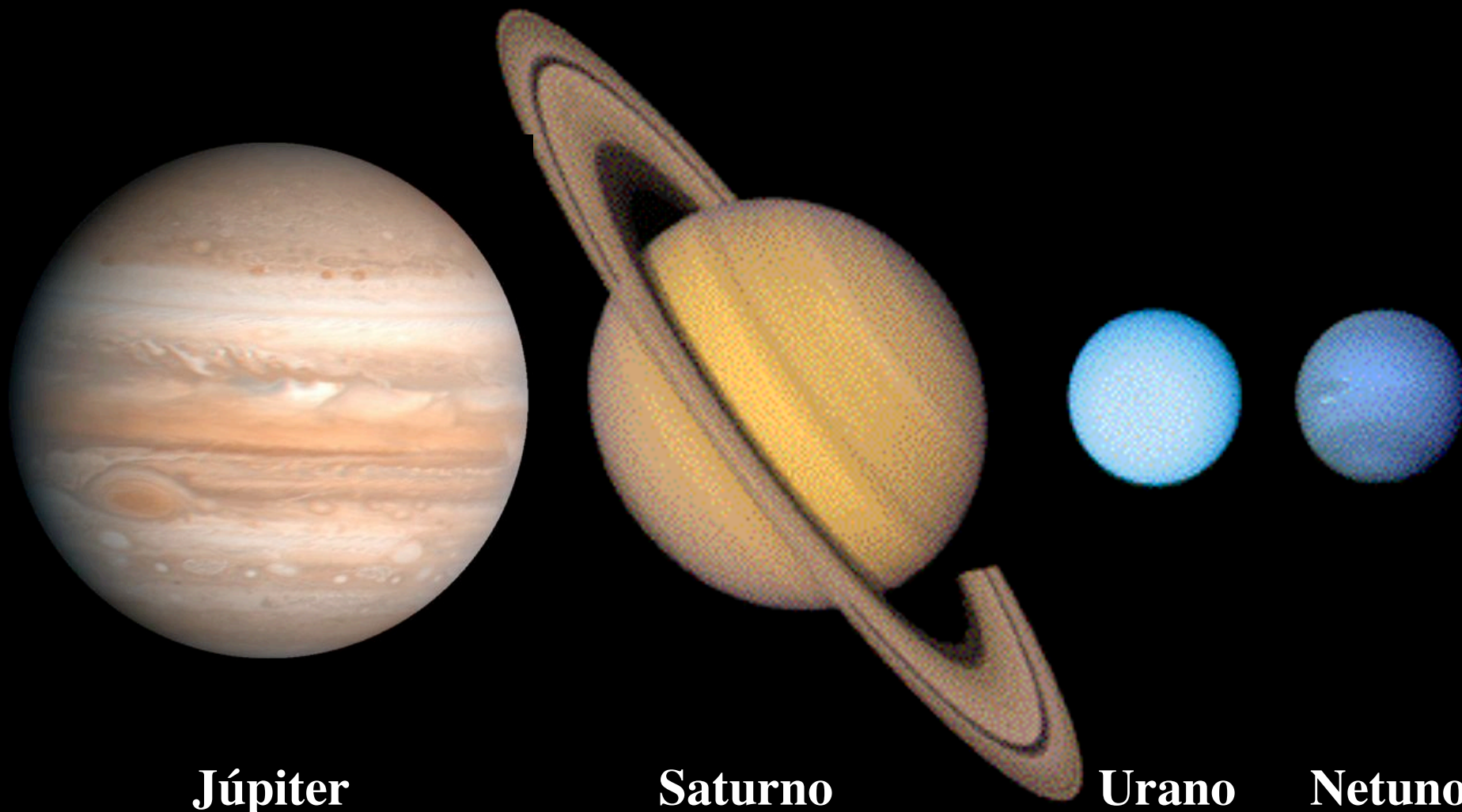
Mercúrio

Vênus

Terra

Marte

Planetas Gasosos (ou Jovianos ou Gigantes)



Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetologia Comparada

Terrestres vs. Gigantes

interiores

exteriores

pequenos

grandes

baixa massa

alta massa

alta densidade

baixa densidade

rochosos

gasosos

têm superfície sólida

não têm superfície sólida

Giram lentamente (Terra é
excessão)

Giram rapidamente

Anéis? não

Anéis? sim

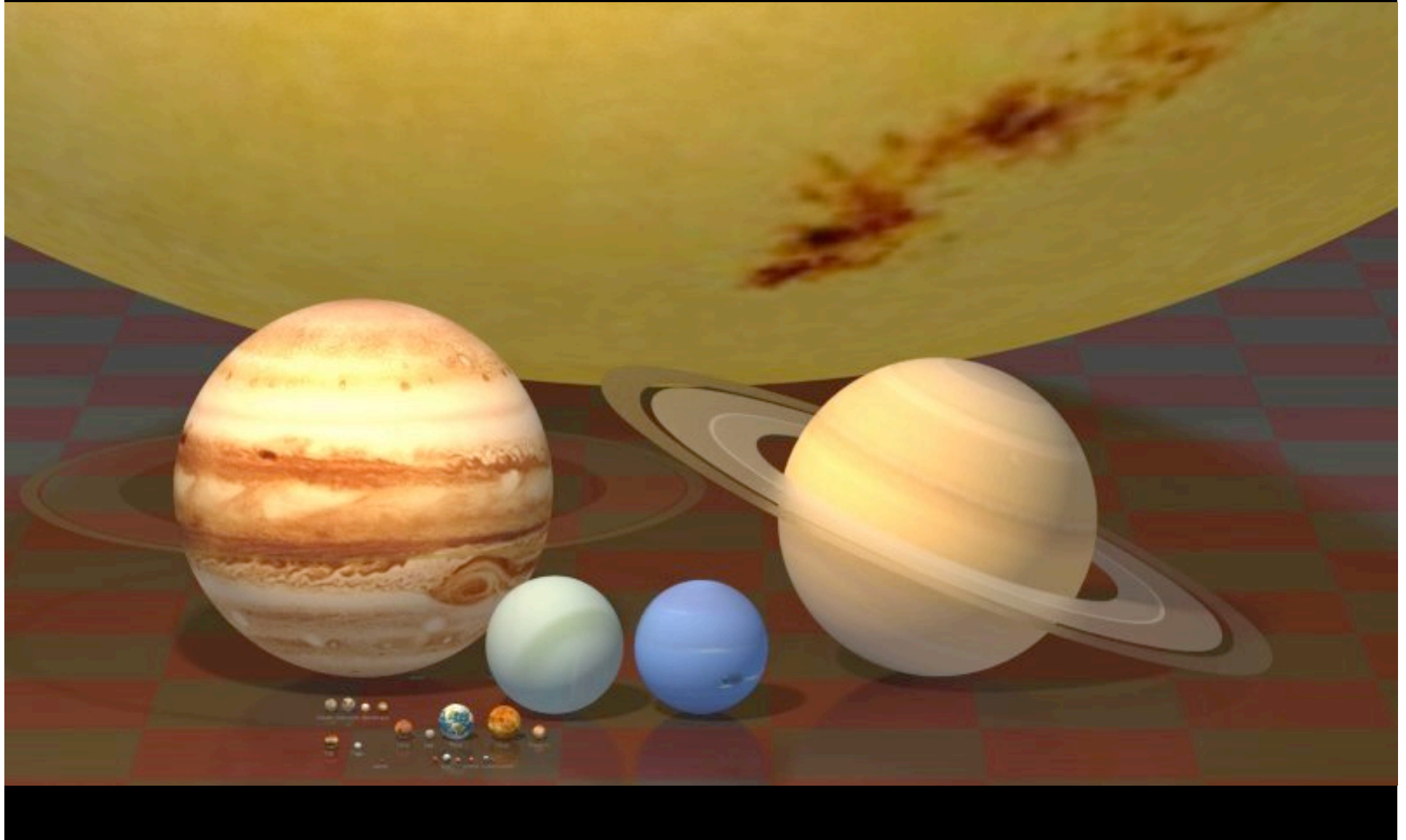
Planetologia Comparada

The Planets

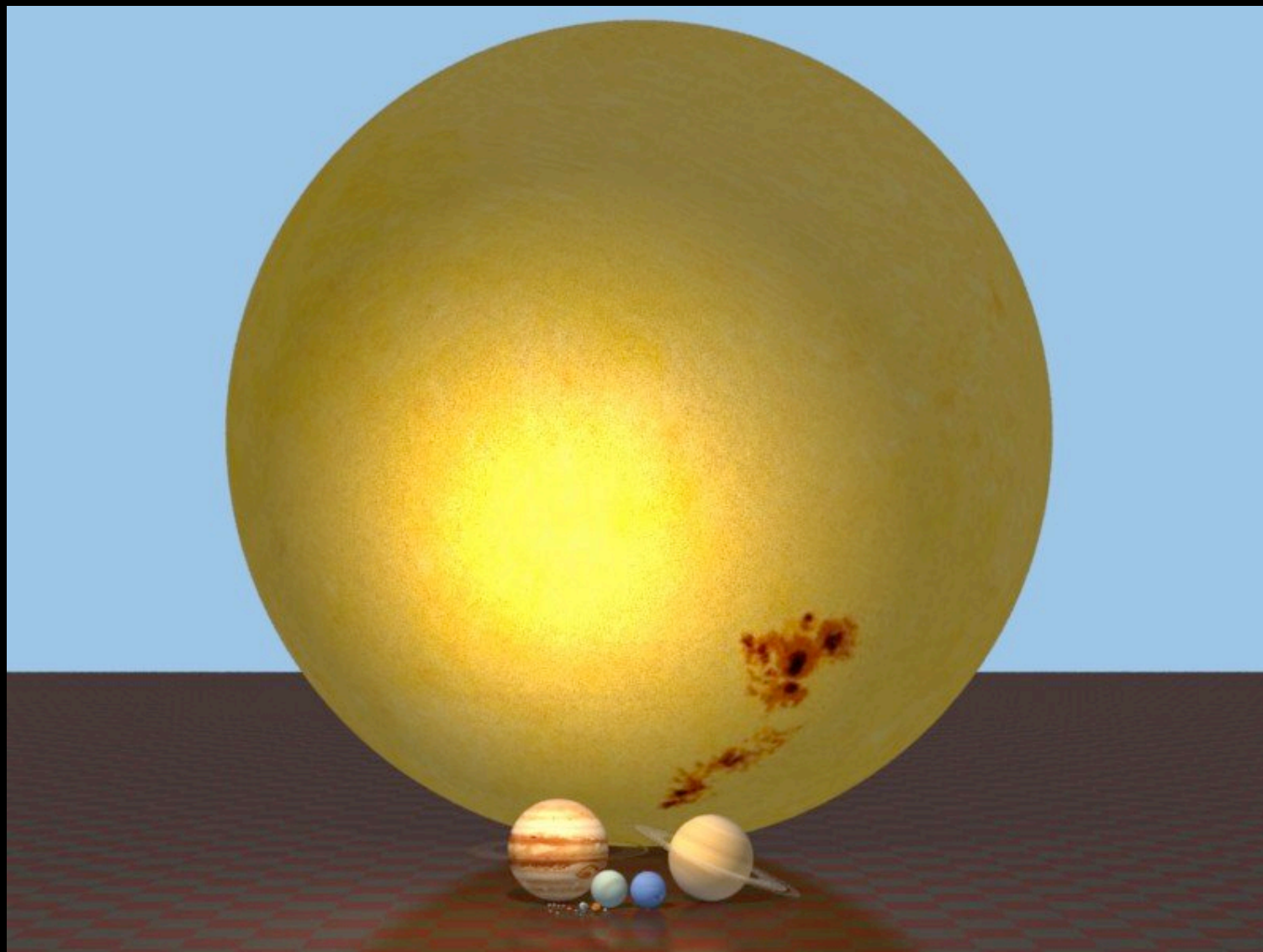
Name	Distance from Sun (AU)*	Revolution Period (years)	Diameter (km)	Mass (10^{23} kg)	Density (g/cm^3)
Mercury	0.39	0.24	4,878	3.3	5.4
Venus	0.72	0.62	12,102	48.7	5.3
Earth	1.00	1.00	12,756	59.8	5.5
Mars	1.52	1.88	6,787	6.4	3.9
Jupiter	5.20	11.86	142,984	18,991	1.3
Saturn	9.54	29.46	120,536	5,686	0.7
Uranus	19.18	84.07	51,118	866	1.2
Neptune	30.06	164.82	49,660	1,030	1.6
Pluto	39.44	248.60	2,200	0.01	2.1

* An AU (or astronomical unit) is the distance from the Earth to the Sun.

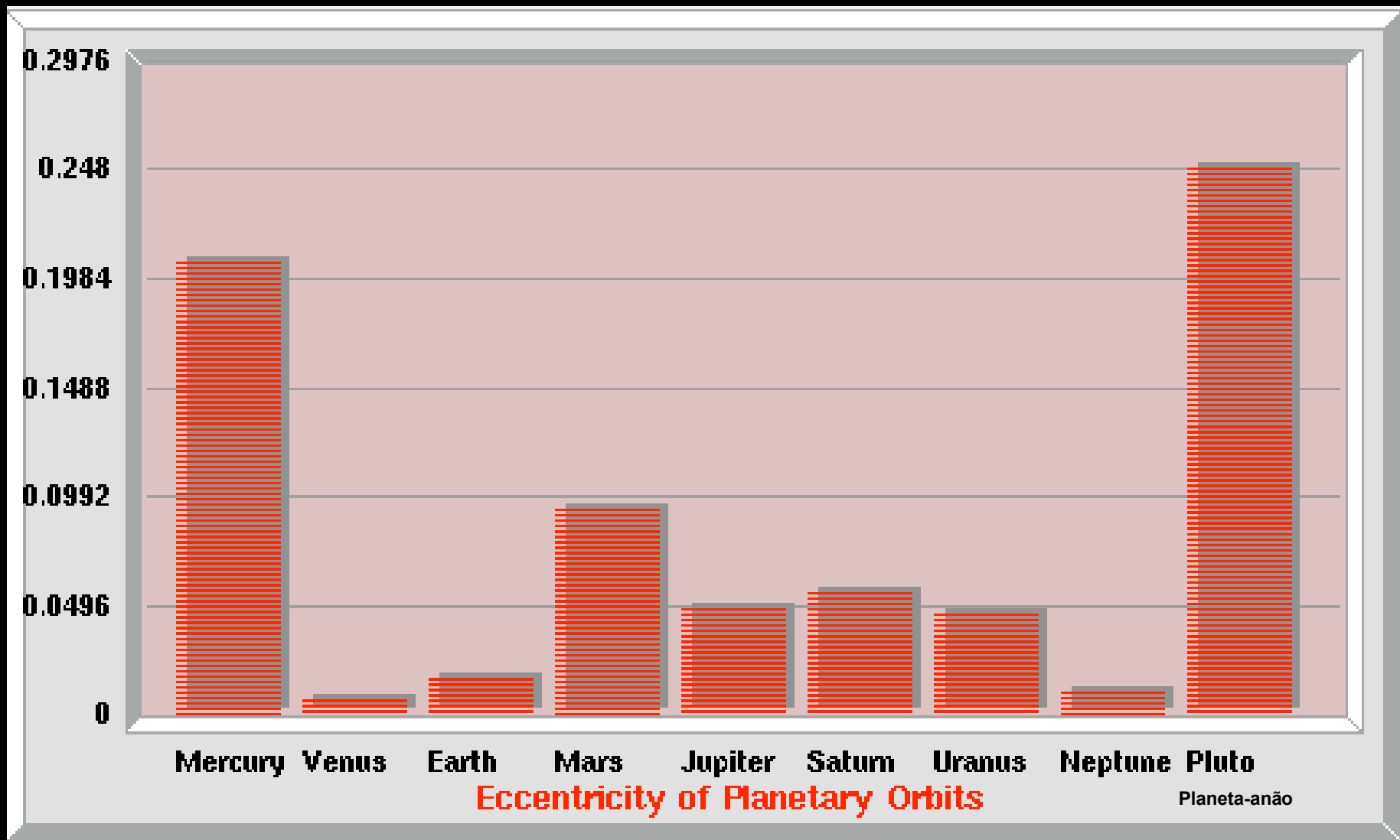
Planetologia Comparada



O Sol e sua família



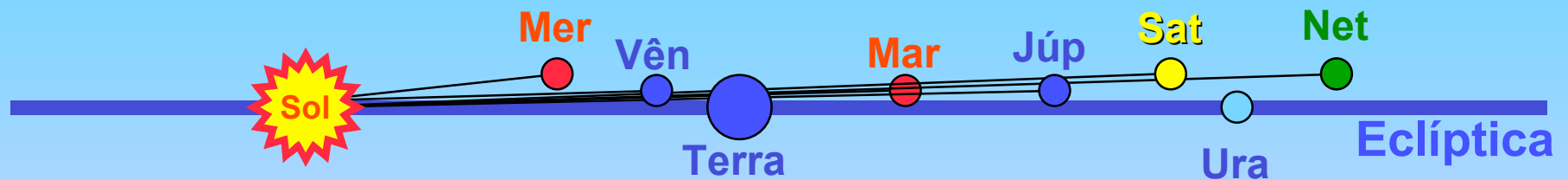
Órbitas dos Planetas



**Inclinações
aproximadas dos planos
orbitais dos planetas em
relação à eclíptica:**

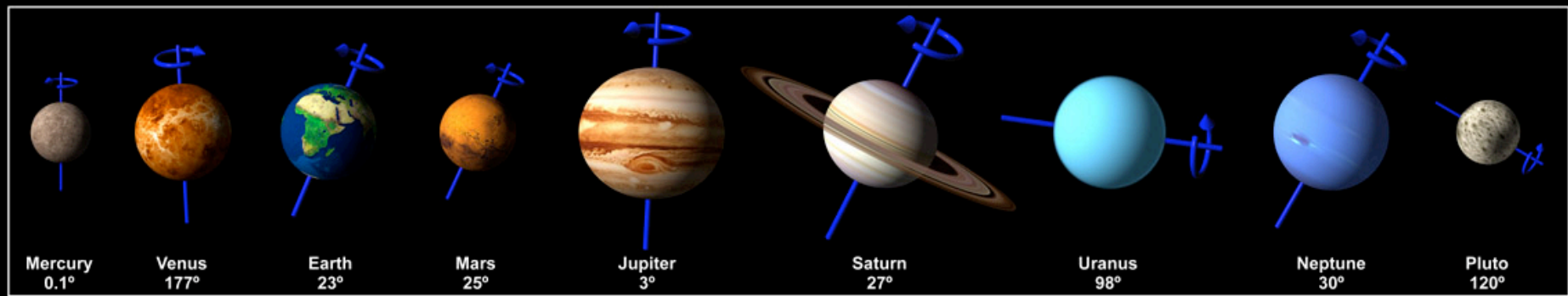
Mer	7,0°
Vên	3,4
Ter	0
Mar	1,8
Júp	1,3
Sat	2,5
Ura	0,8
Net	1,2

Órbitas não coplanares



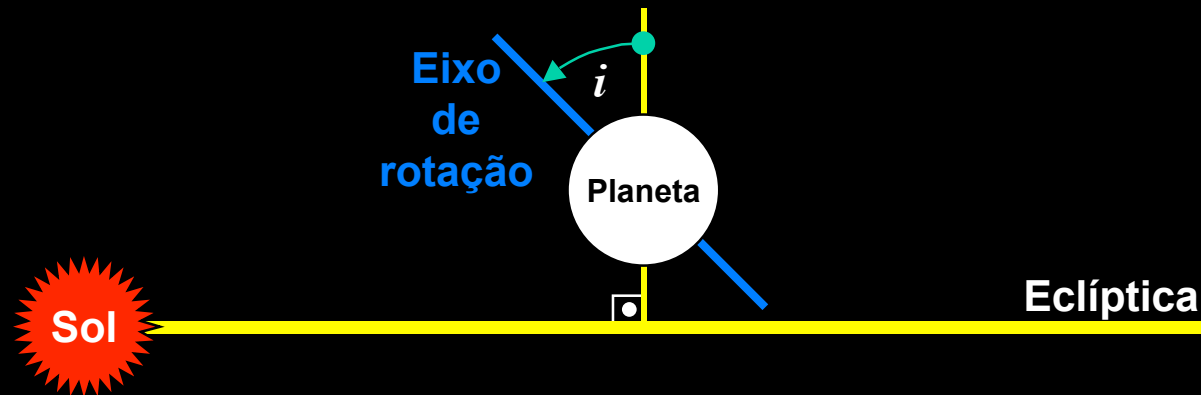
**Órbitas vistas
desde o plano
da eclíptica**

Posição do eixo de rotação de cada planeta do Sistema Solar

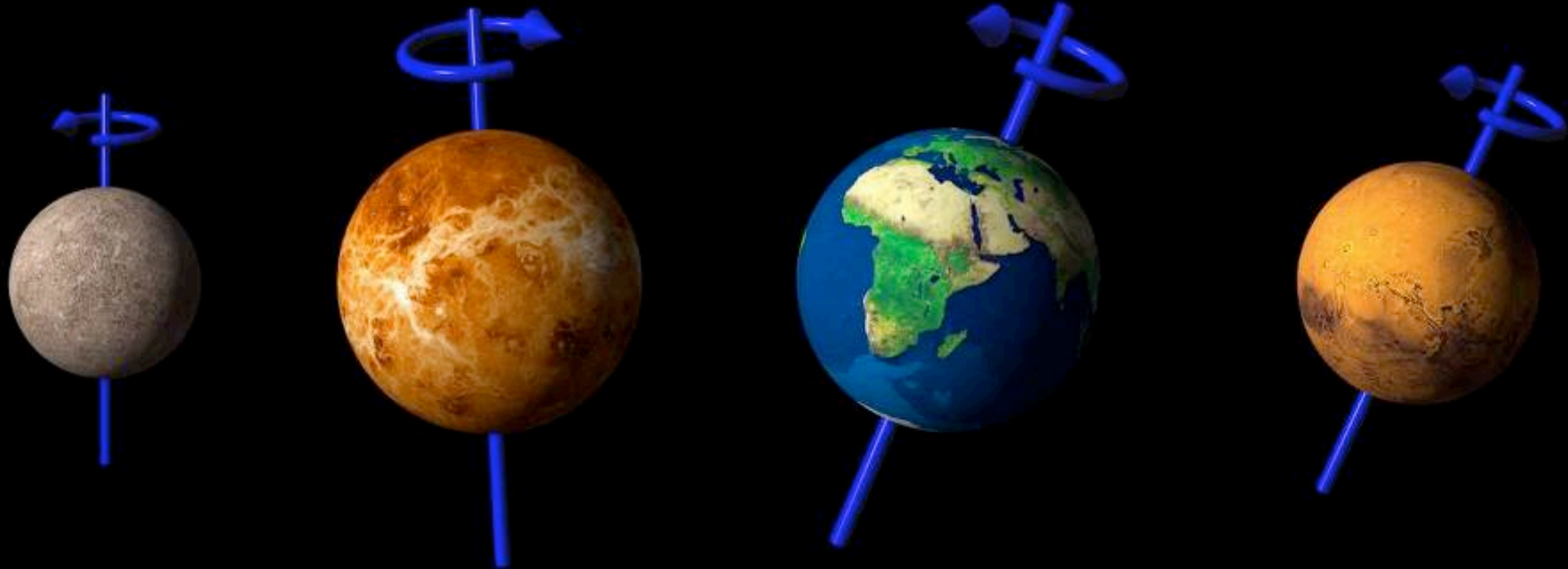


Obliquity of the Nine Planets

© Copyright 1999 by Calvin J. Hamilton



Posição do eixo de rotação dos planetas telúricos



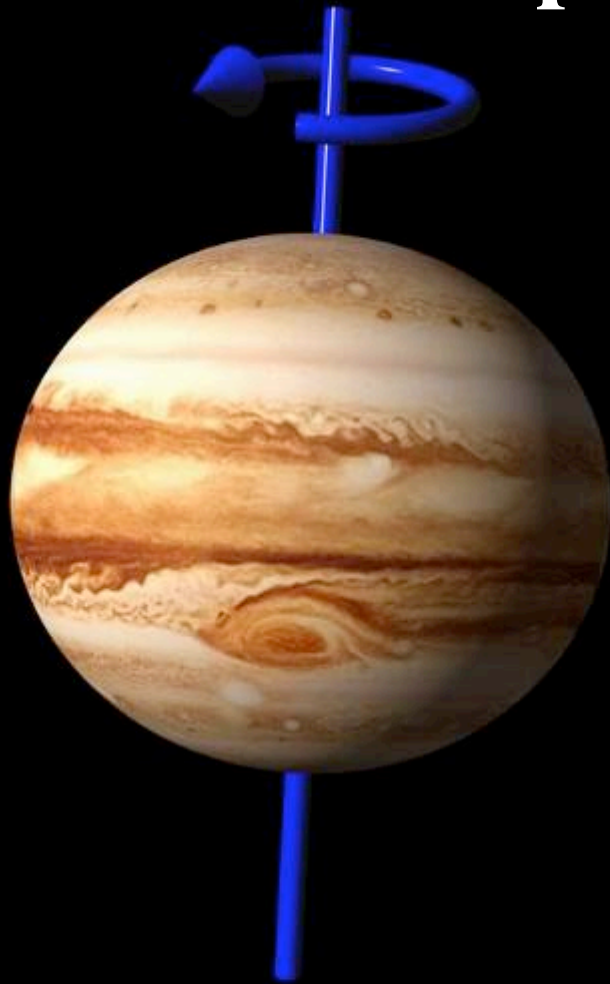
Mercury
0.1°

Venus
177°

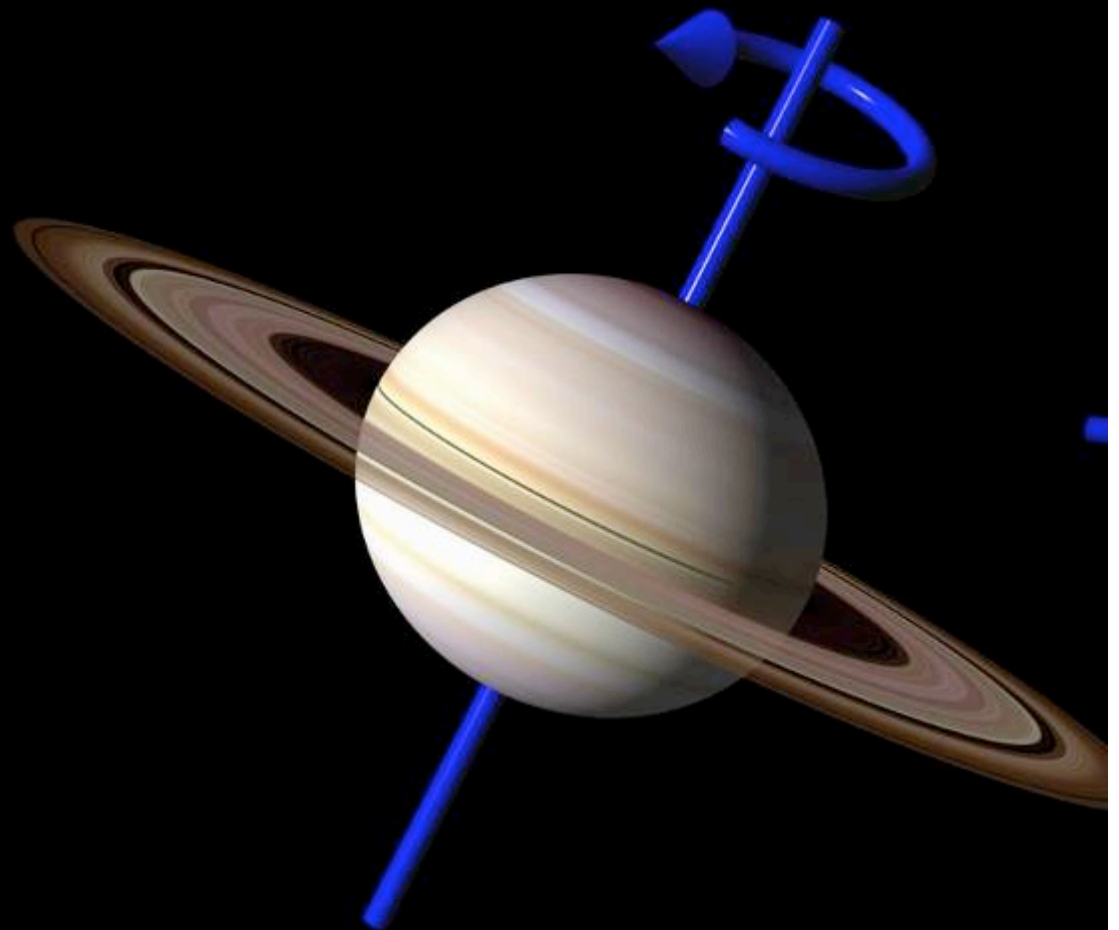
Earth
23°

Mars
25°

Posição do eixo de rotação dos planetas Júpiter e Saturno

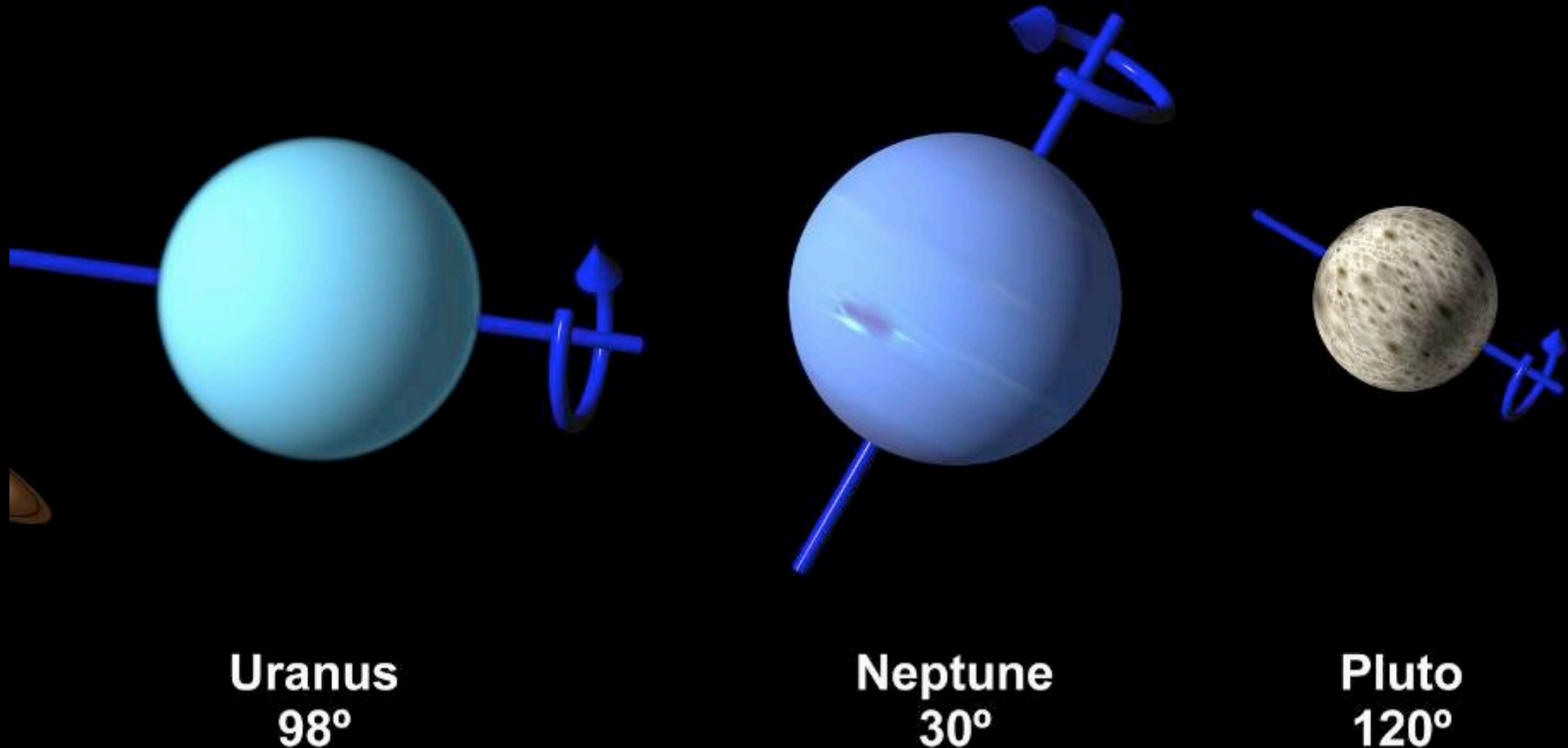


Jupiter
3°



Saturn
27°

Posição do eixo de rotação dos planetas mais distantes e de um planeta anão



Para pensar...

Como são as estações dos planetas?

Para Júpiter, $i = 3^\circ$ e praticamente não há estações

Para Saturno, $i = 27^\circ$ e as estações (ou melhor, a iluminação de cada hemisfério por energia solar ao longo de um ano) são parecidas com a da Terra mas muito mais longas pois o ano de Saturno dura 29,5 anos.

E para Urano, que tem $i = 98^\circ$? **Lista 1...**

Para pensar...

Existe toda uma família de mundos percorrendo suas órbitas em torno do Sol (planetas gigantes, terrestres, asteróides, etc.). Quase todos giram na mesma direção e aproximadamente no mesmo plano. Porquê?

Resposta na aula 8...

Classes de objetos no Sistema Solar

❖ Estrela

- Sol (ocorrem fusões nucleares no seu interior)

❖ Planetas

- Mercúrio
- Vênus
- Terra
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Netuno

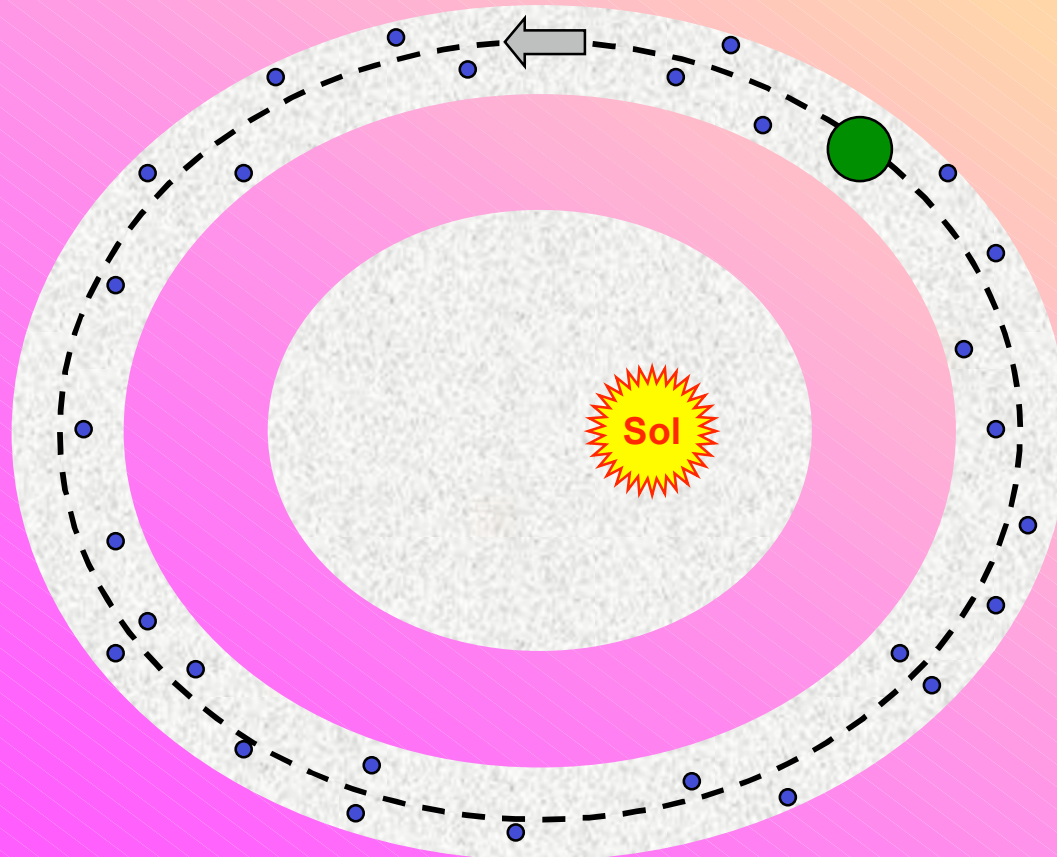
❖ Planetas Anões

- Plutão
- Eris
- Ceres, etc.

Definição de Planeta Anão

Resolução 5A da UAI (2006 ago 24, Praga, Rep. Tcheca)

Planeta anão, é o corpo celeste do Sistema Solar que:



1: Órbita em torno do Sol

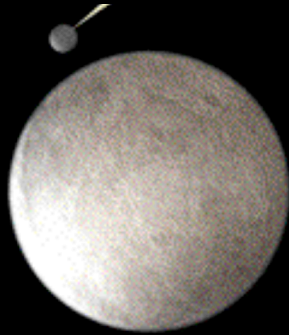
2: Tem massa suficiente para que sua auto-gravitação o torne aproximadamente esférico

3: Não absorveu grande parte da massa previamente existente em toda a região contígua à sua órbita

4: Não é satélite

Alguns planetas anões conhecidos

Disnomia

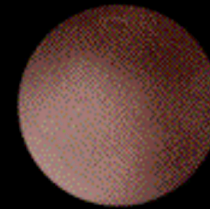


Eris

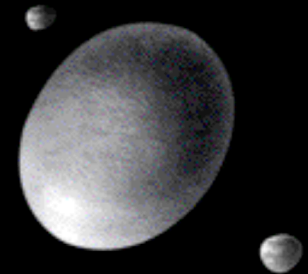
Caronte



Plutão



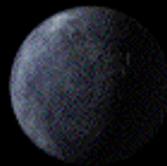
Makemake



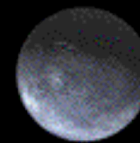
Haumea



Sedna



Orcus

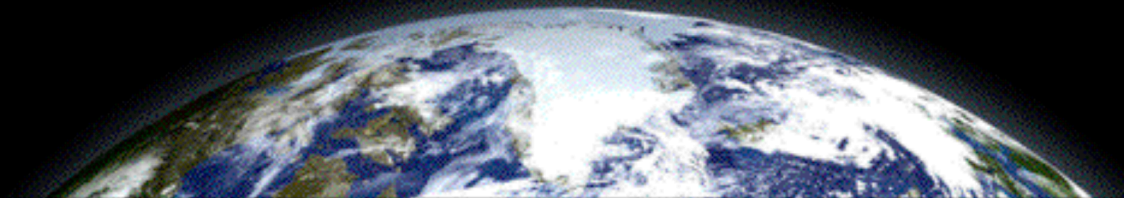


Quaoar



Varuna

candidatos



Classes de objetos no Sistema Solar

❖ Estrela

- Sol (ocorrem fusões nucleares no seu interior)

❖ Planetas

- Mercúrio
- Vênus
- Terra
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Netuno

❖ Planetas Anões

- Plutão
- Eris
- Ceres, etc.

❖ Satélites

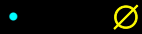
- Lua
- etc.

Satélites principais

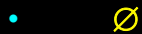
Planeta

Satélite

Mercúrio



Vênus



Terra

1. Lua

Marte

1. Fobos
2. Deimos

Júpiter (+ de 63 satélites)

1. Io
2. Europa
3. Ganimede
4. Callisto
5. Amalthea
6. Himalia
7. Elara
8. Pasiphae
9. Sinope
10. Lysithea
11. Carme
12. Ananke
13. Leda
14. Thebe
15. Adrastea
16. Metis
17. Callirrhoe
18. Themisto
19. Megaclite
20. Taygete
21. Chaldene
22. Harpalyke
23. Kalyke
24. Iocaste
25. Erinome
26. Isonoe
27. Praxidike
28. Autonoe
29. Thyone
30. Hermippe
31. Aitne
32. Eurydome
33. Euanthe
34. Sponde
35. Kale

Saturno (~200 satélites)

1. Mimas
2. Enceladus
3. Tethys
4. Dione
5. Rhea
6. Titan
7. Hyperion
8. Iapetus
9. Phobe
10. Janus
11. Epimetheus
12. Helene
13. Telesto
14. Calypso
15. Atlas
16. Prometheus
17. Pandora
18. Pan
19. Ymir
20. Paaliaq
21. Tarvos
22. Ijirak
23. Kiviuk
24. Albiorix
25. Erriapo
26. Siarnaq

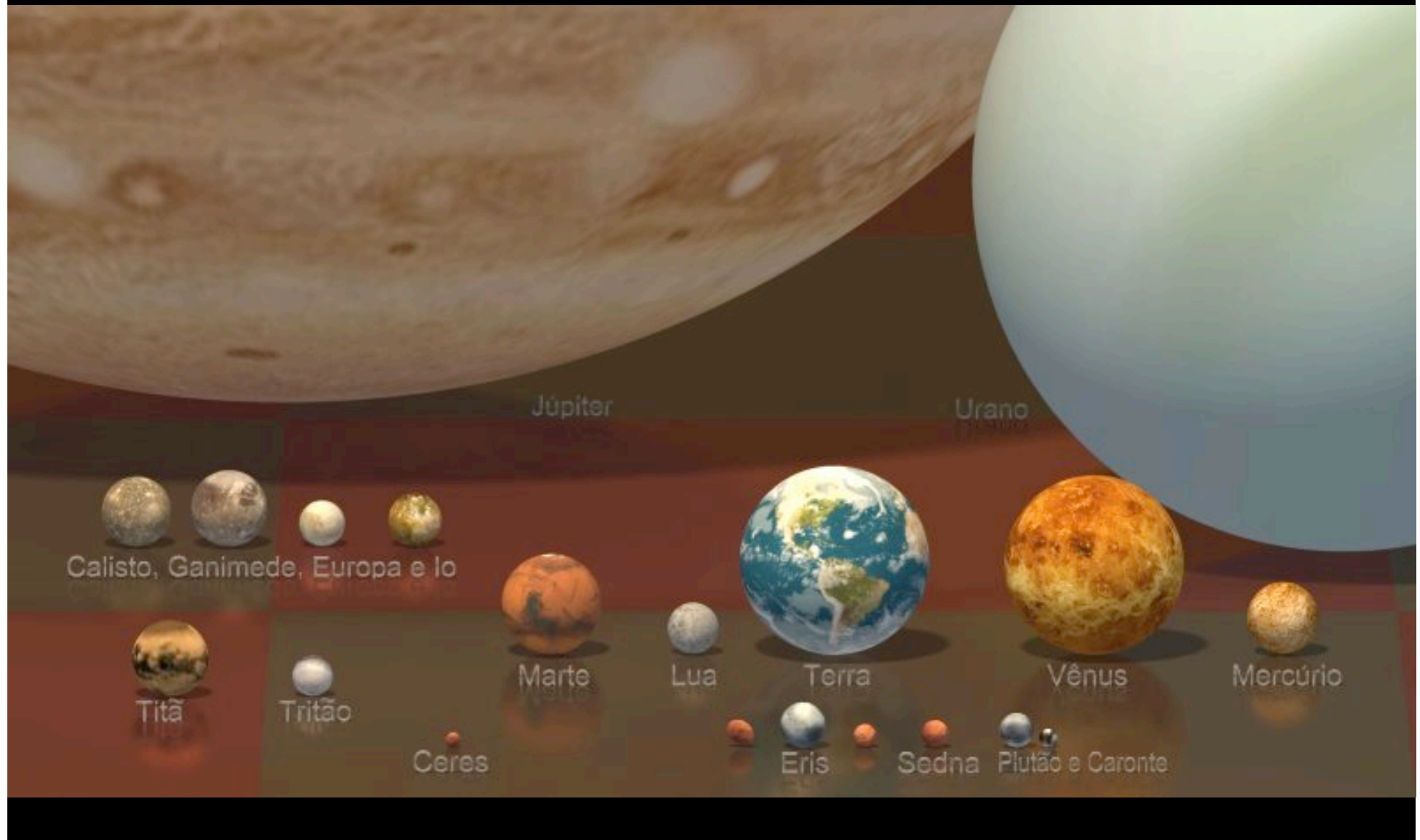
Urano (27 satélites)

1. Ariel
2. Umbriel
3. Titania
4. Oberon
5. Miranda
6. Cressida
7. Desdemona
8. Juliet
9. Portia
10. Rosalind
11. Belinda
12. Puck
13. Caliban
14. Sycorax

Netuno (13 satélites)

1. Triton
2. Nereid
3. Despina
4. Galatea
5. Larissa
6. Proteus

Planetologia Comparada



Classes de objetos no Sistema Solar

❖ Estrela

- Sol (ocorrem fusões nucleares no seu interior)

❖ Planetas

- Mercúrio
- Vênus
- Terra
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Netuno

❖ Planetas Anões

- Plutão
- Eris
- Ceres, etc.

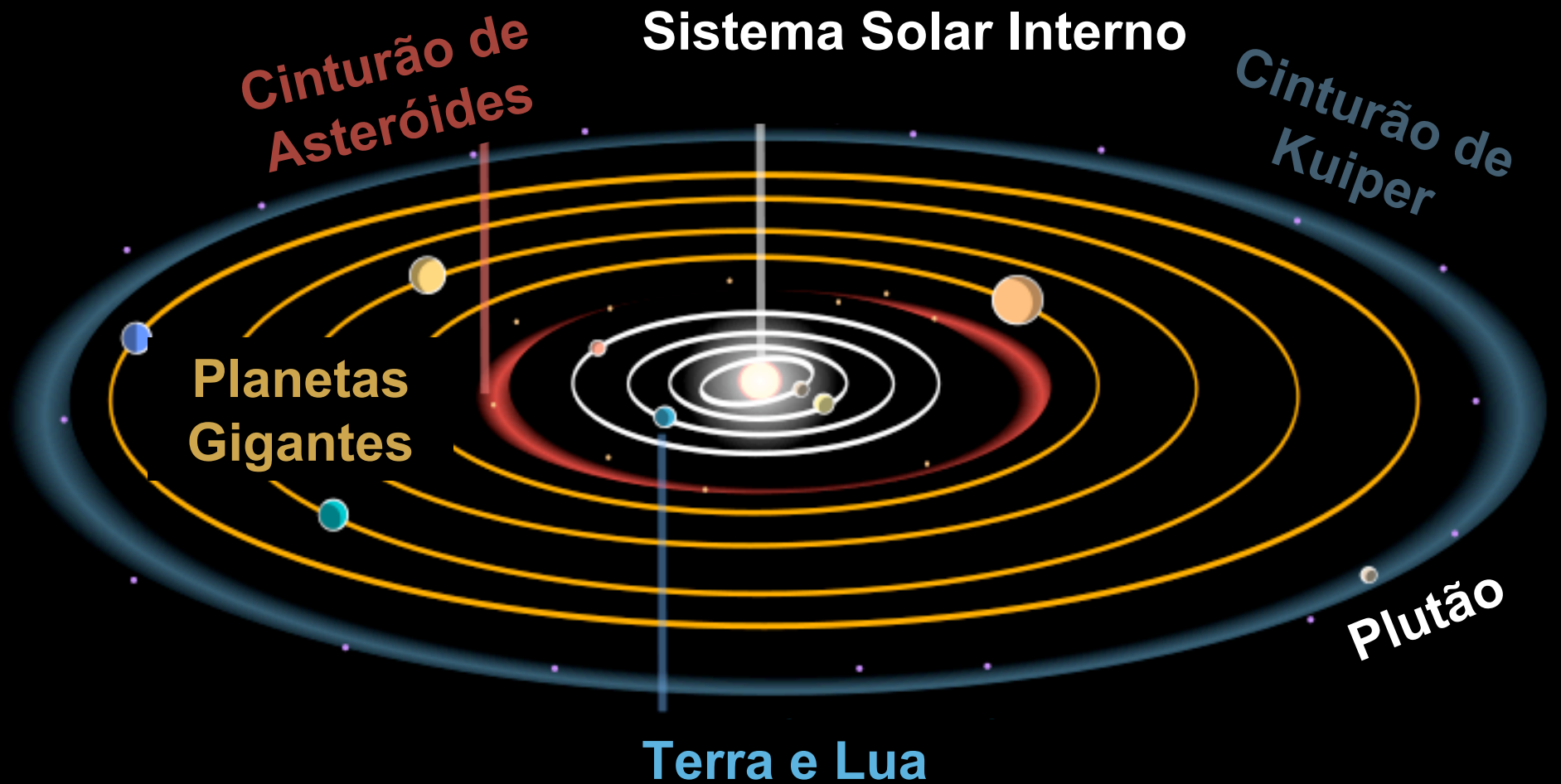
❖ Satélites

- Lua
- etc.

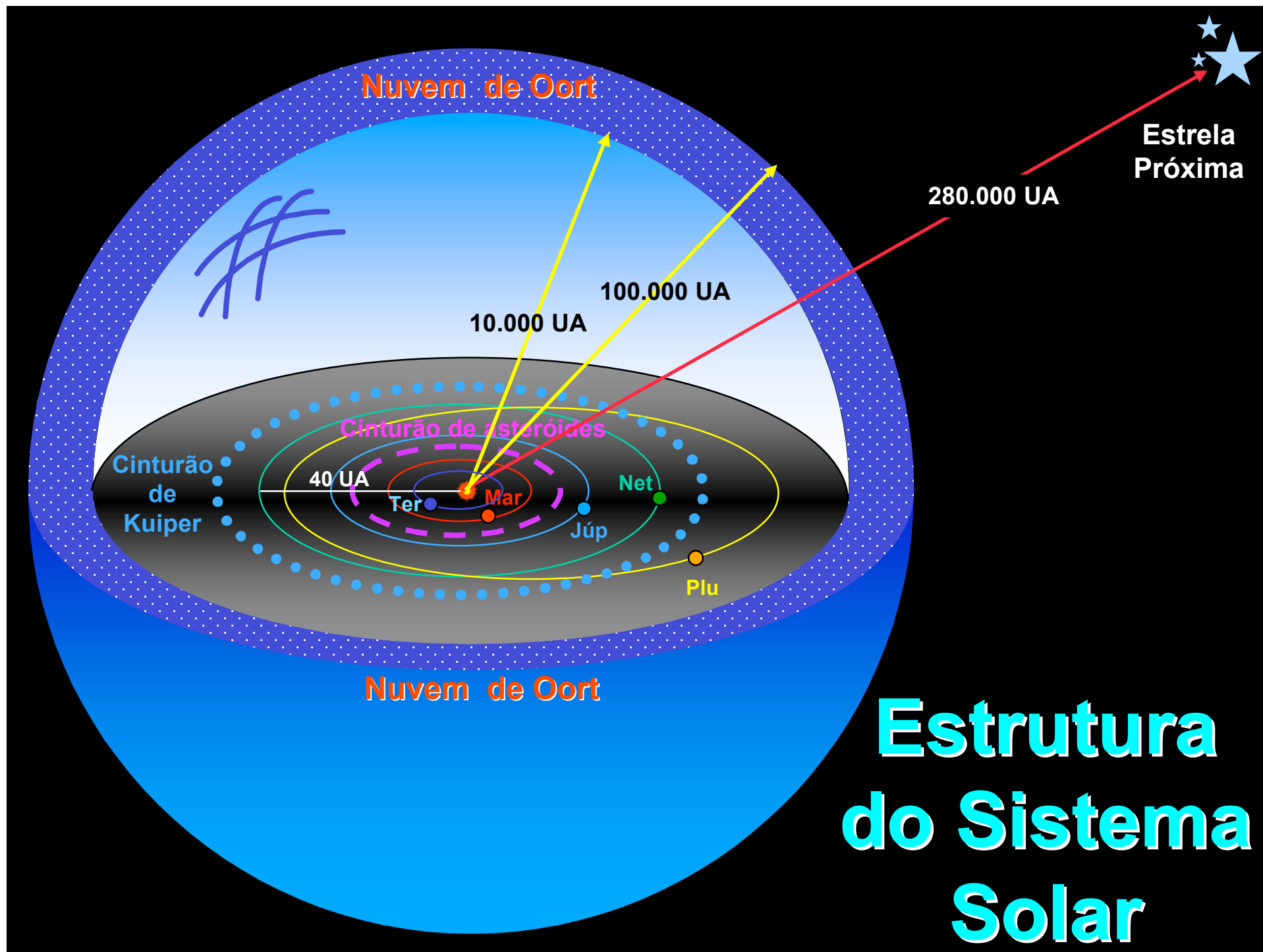
❖ Pequenos Corpos do Sistema Solar

- Cometas
- Asteróides
- Meteoróides
- Poeira interplanetária

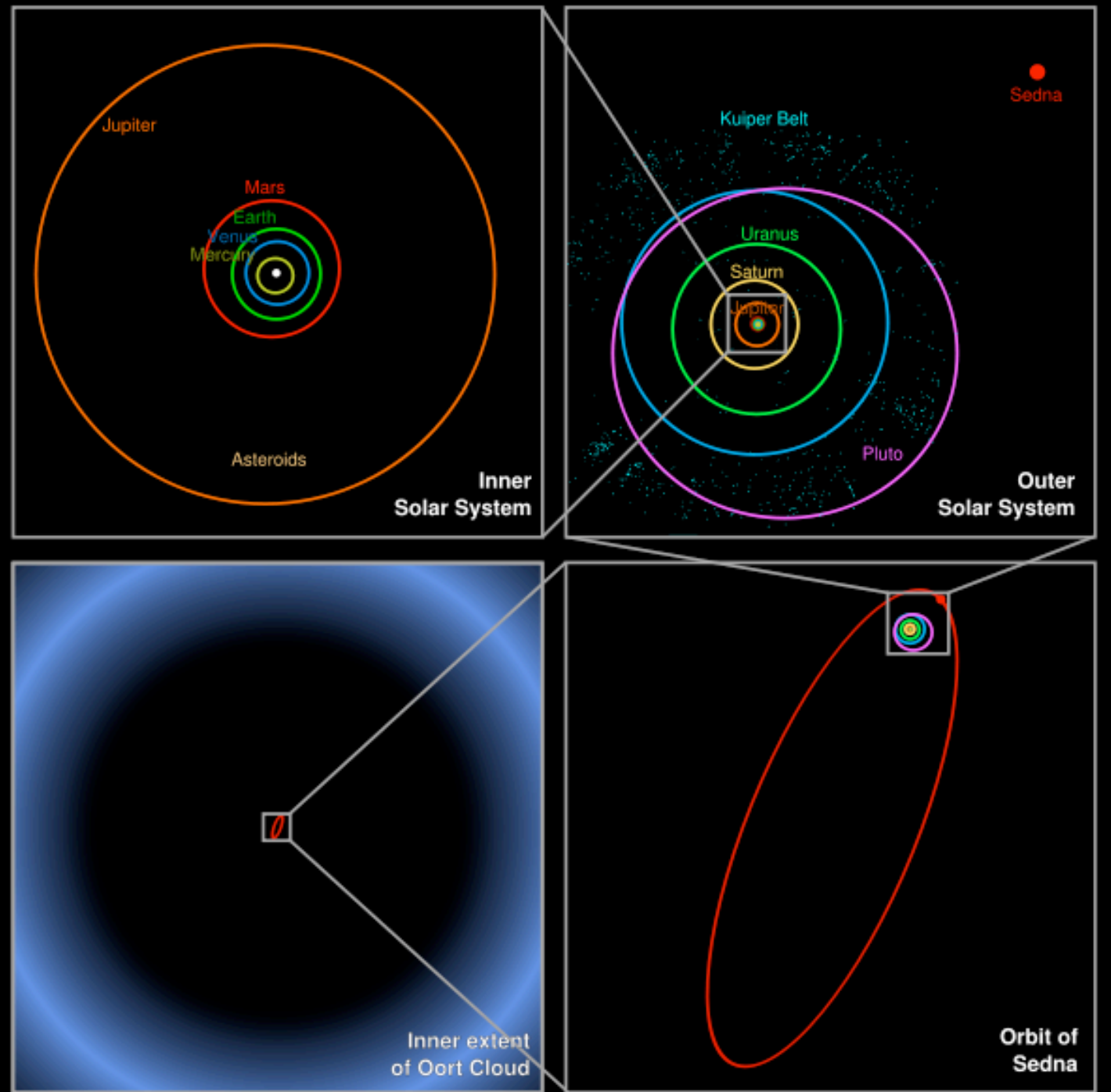
As Regiões do Sistema Solar



(completamente fora de escala!)



A Escala do Sistema Solar



Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

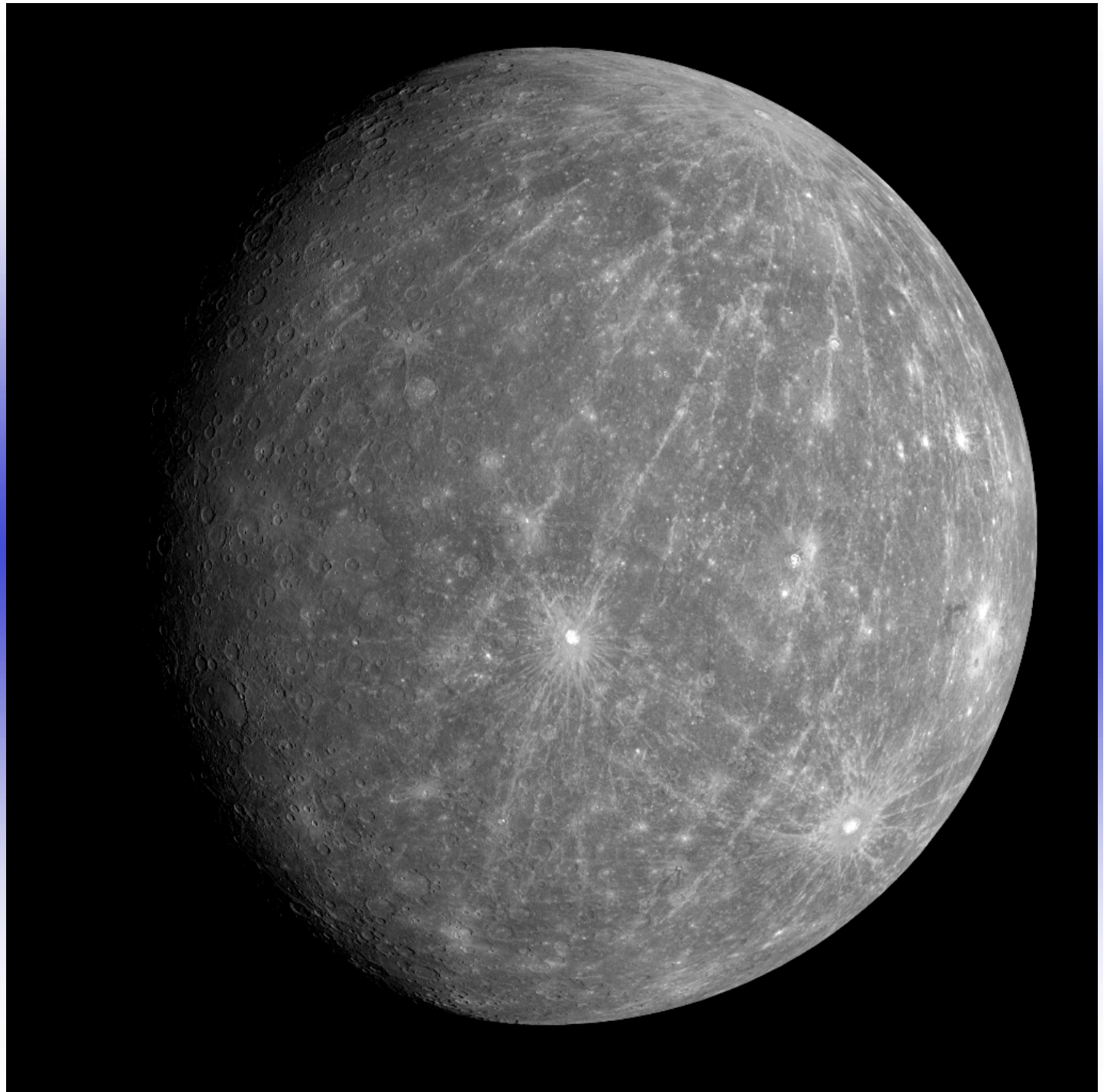
Urano

Netuno

Planetas Anões

Corpos menores

Mercúrio



Mercúrio

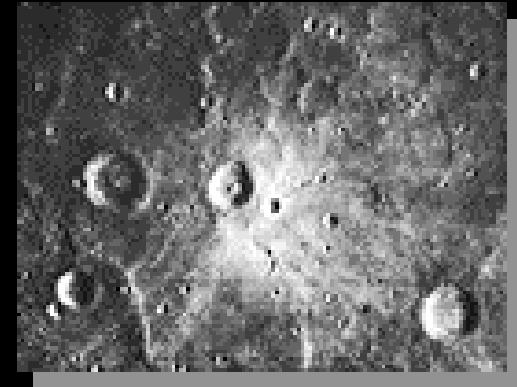
Dia: 550 °C

Composição:
Silicato e
Basaltos

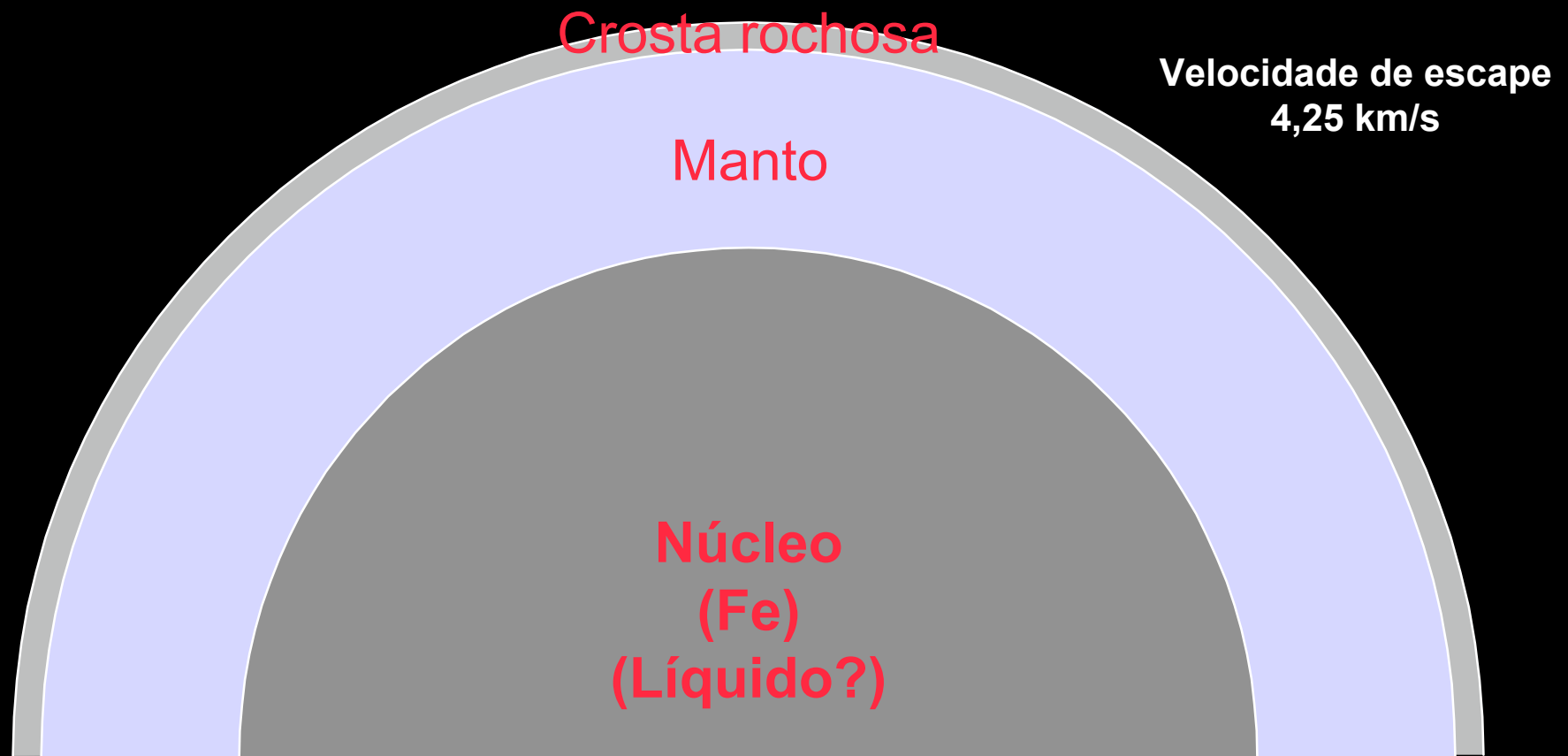
Crateras
de impacto

Não tem
Atmosfera

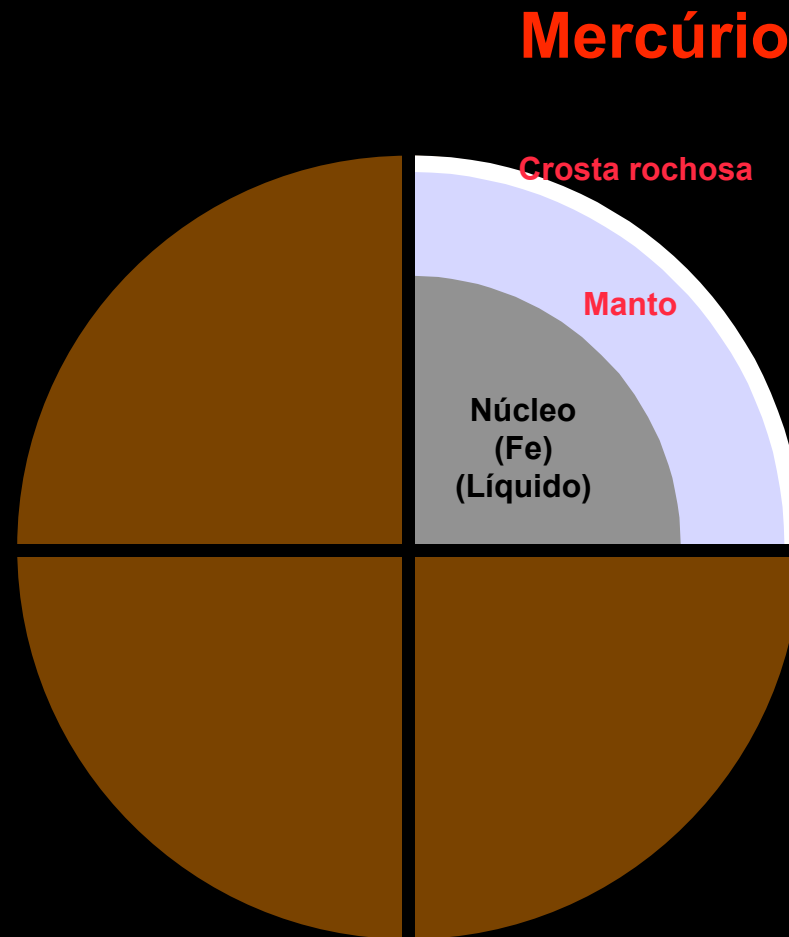
Noite: -200 °C



Estrutura interna de Mercúrio



Estrutura dos Planetas Telúricos



Trânsito de Mercúrio diante do Sol



Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos menores

Fotografia no Visível
(sonda Galileo)

Vênus

Efeito estufa:

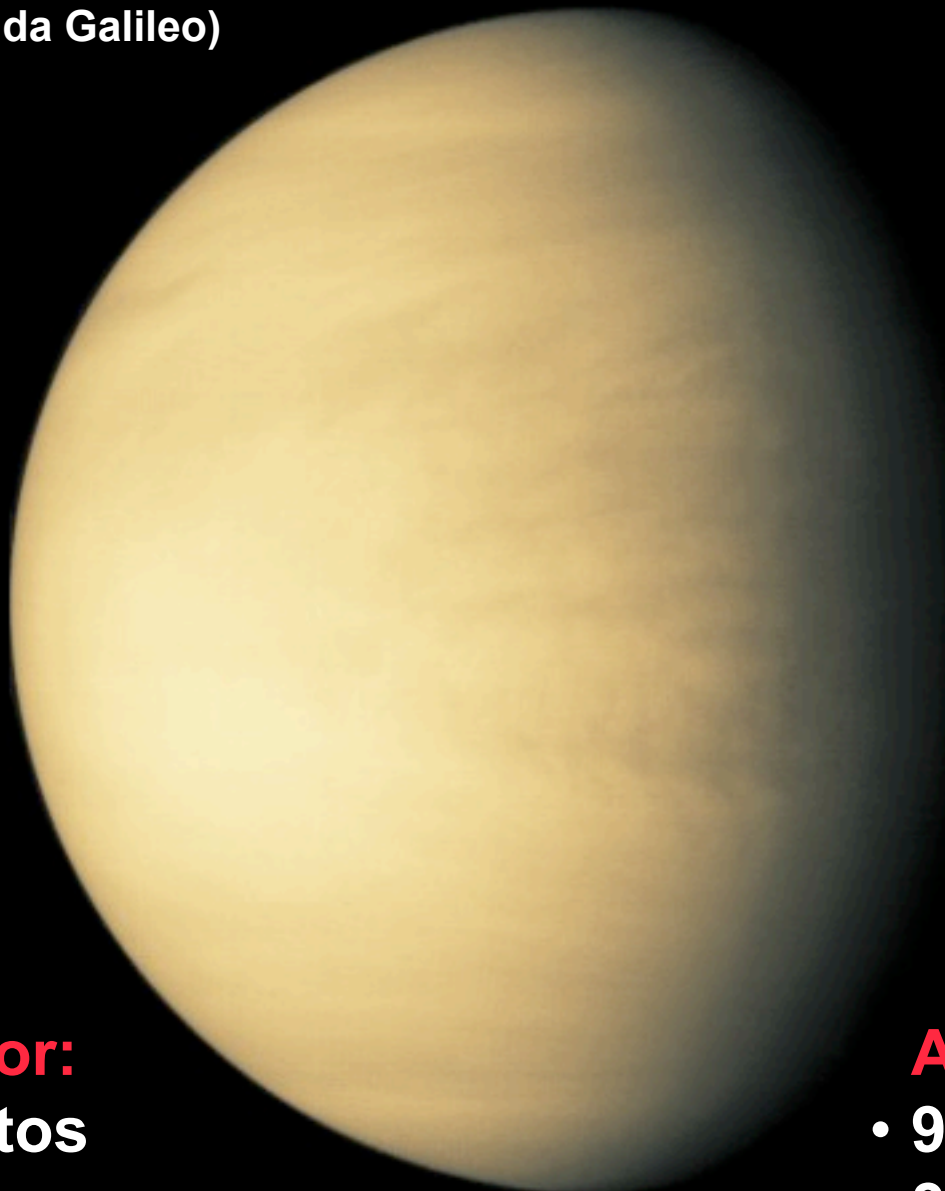
Temperatura = 470 °C
Pressão = 90 atmosferas

Rotação retrógrada

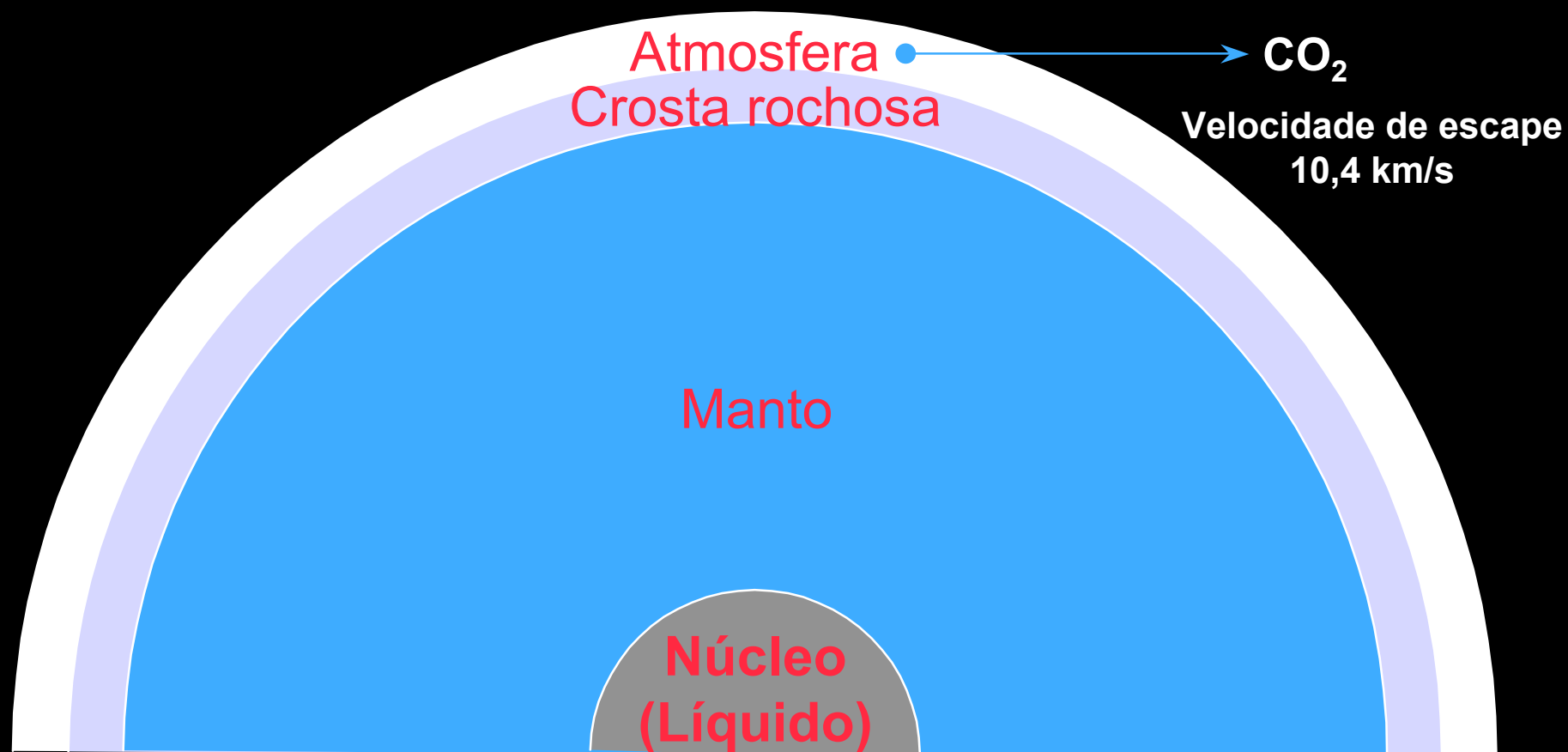
Interior:
Silicatos
e
Basaltos

Atmosfera:

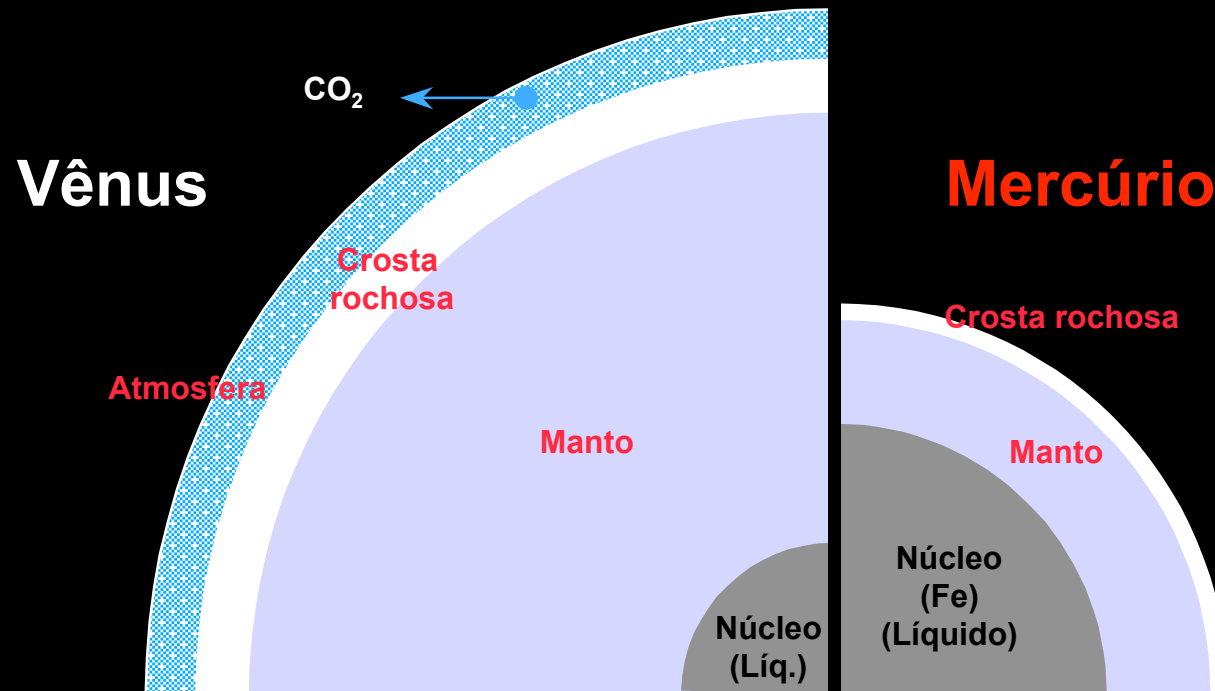
- 96,4% de gás carbônico
- 3,4% de nitrogênio
- muito pouco vapor d' água



Estrutura de Vênus



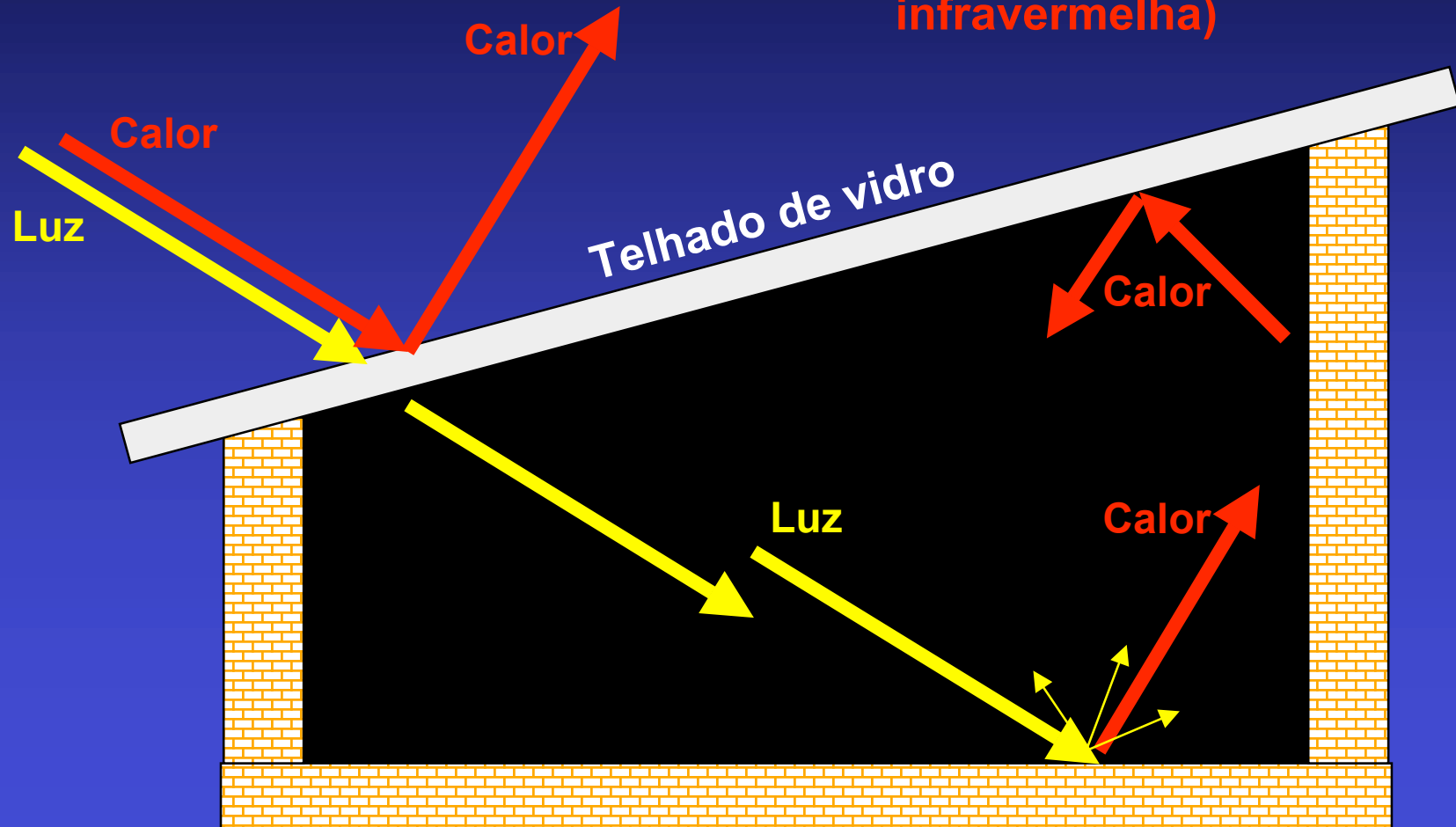
Estrutura dos Planetas Telúricos



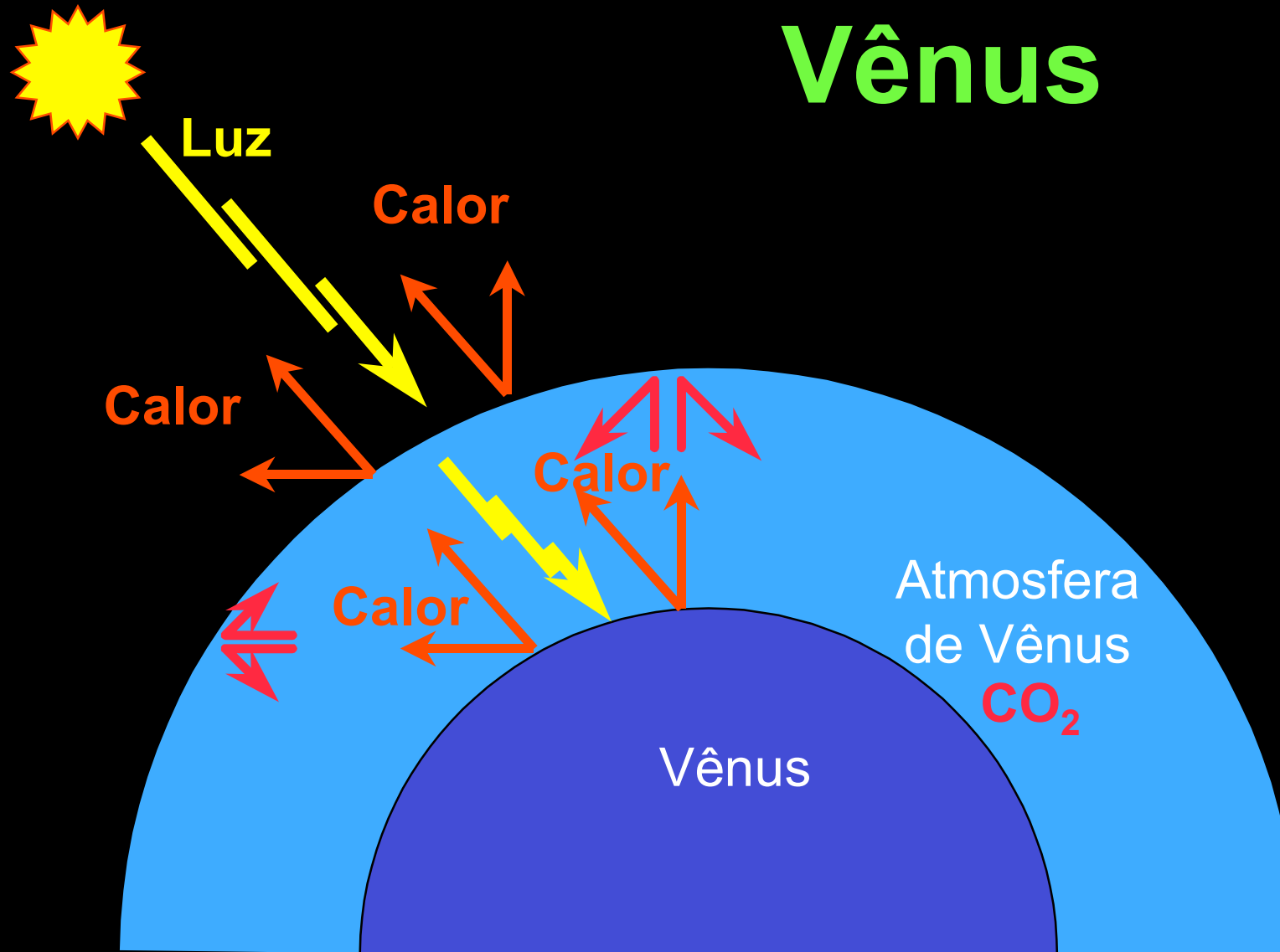
Estufa

Vidro é:

- ❖ Transparente para a luz visível
- ❖ Opaco para o calor (luz infravermelha)

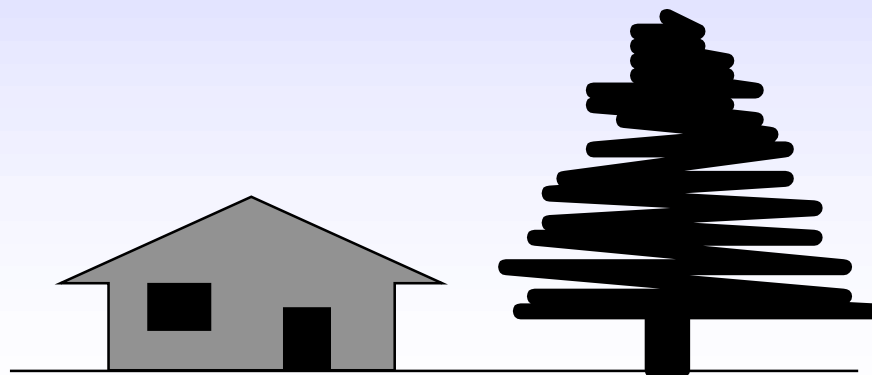
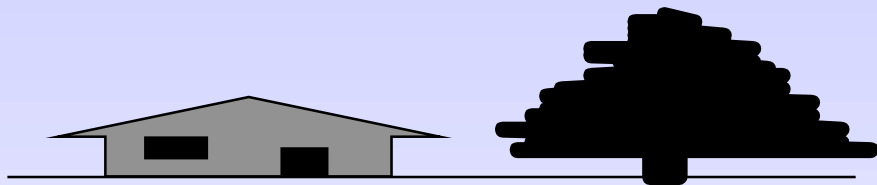


Efeito estufa em Vênus

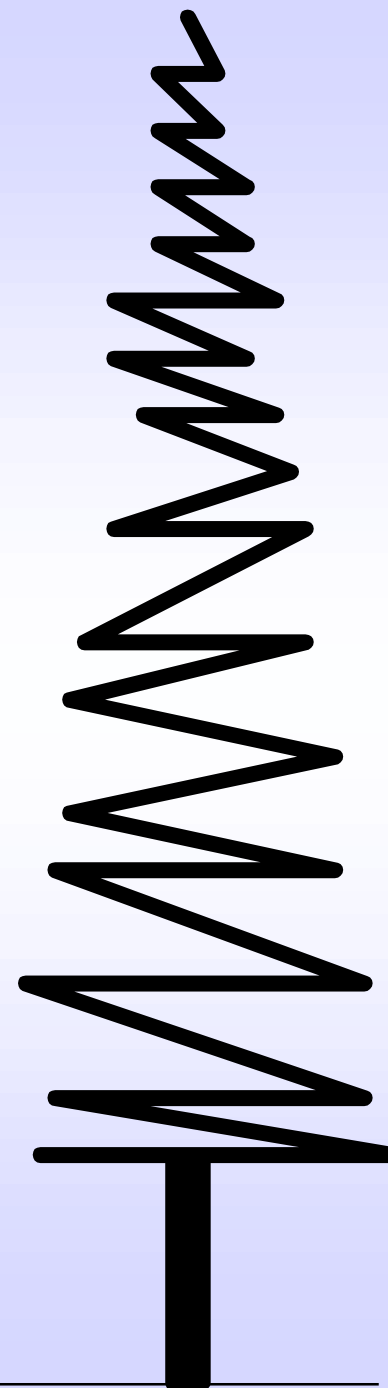
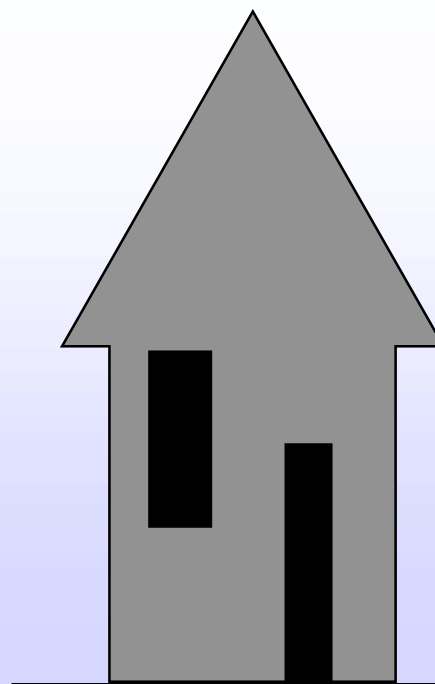




**Imagem
de Vênus
obtida
pela
sonda
Magalhães**



**Deformação
destacadora**

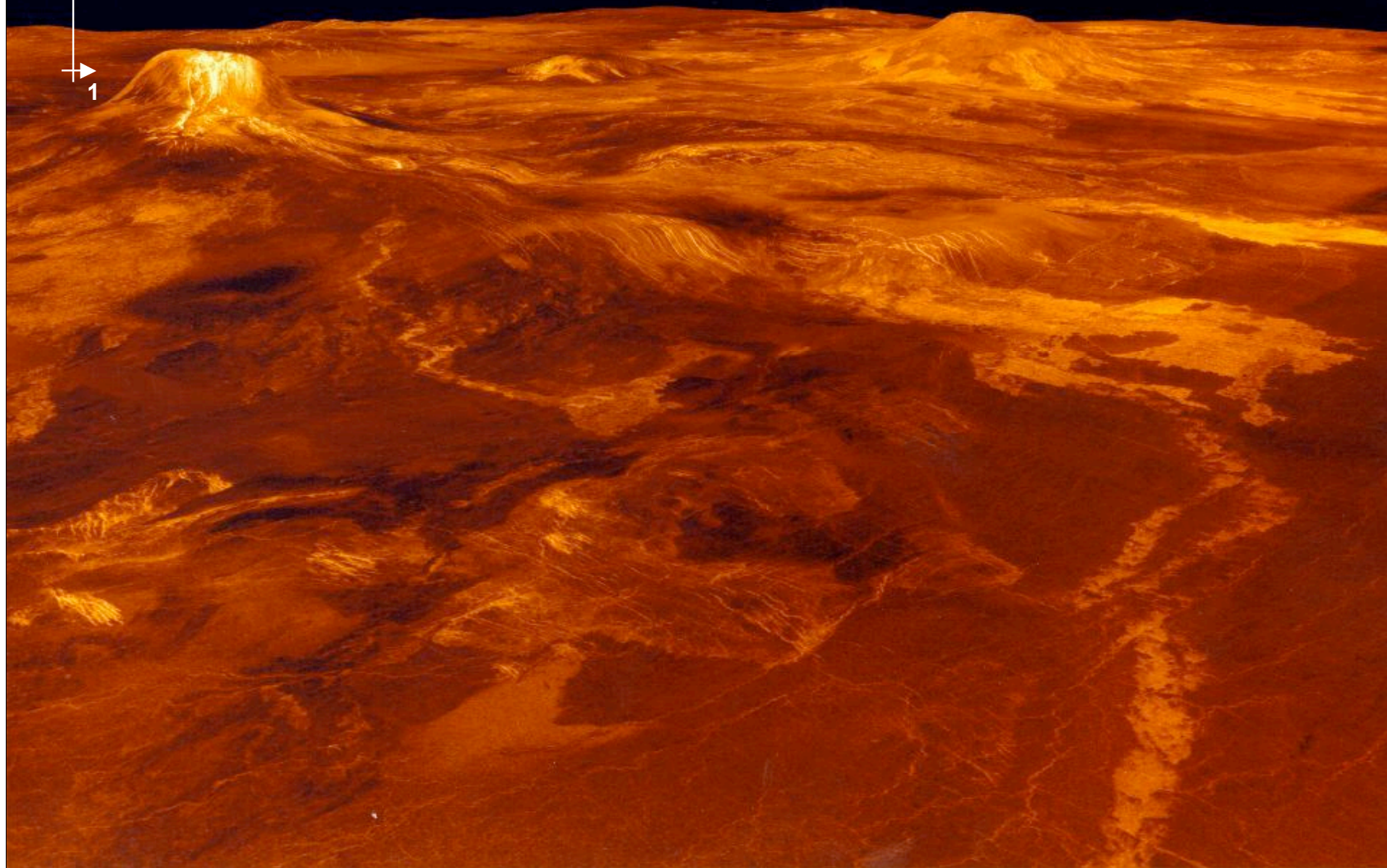


22,5

Escala de
deformação

1

Vênus



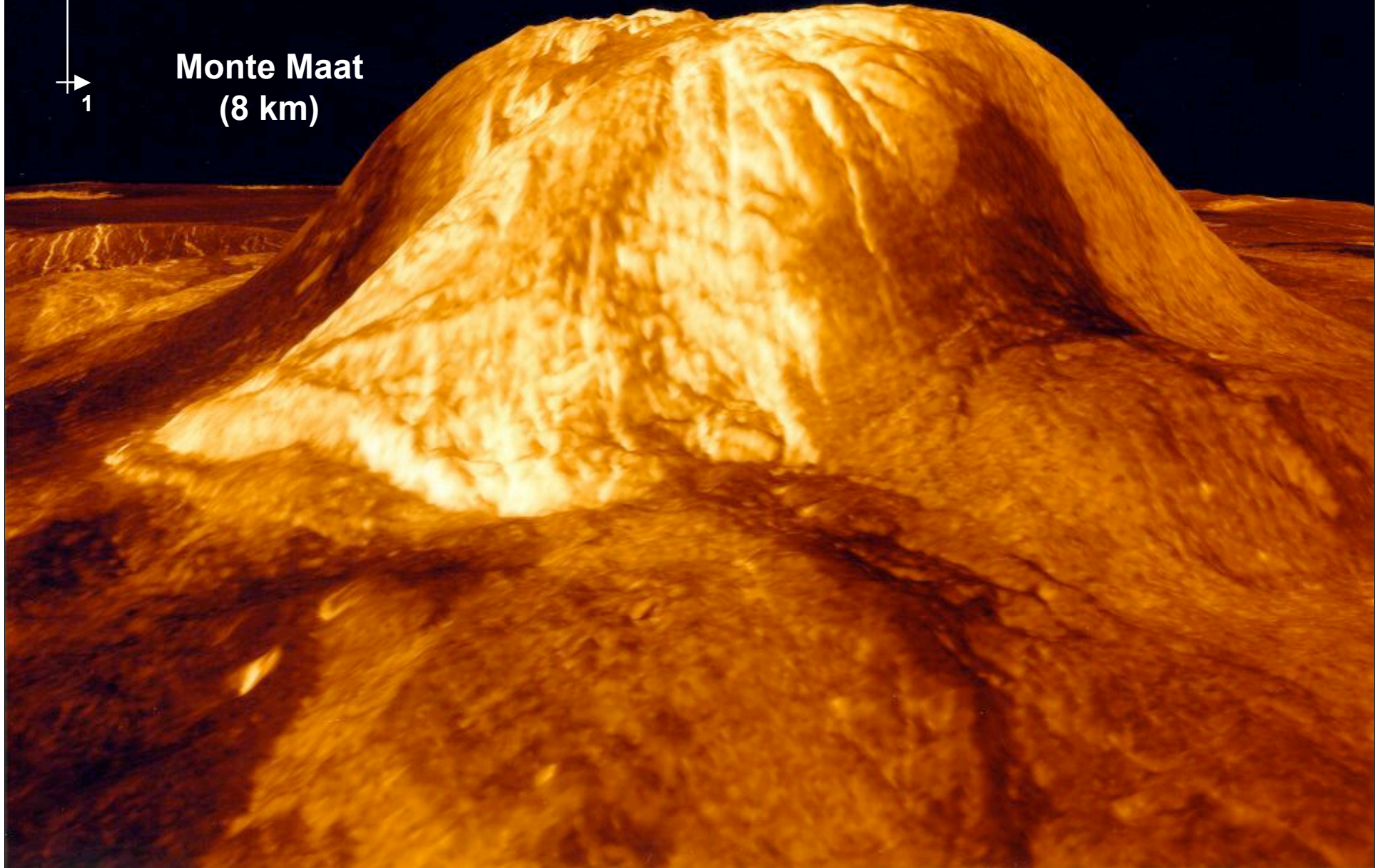
Vênus

22,5

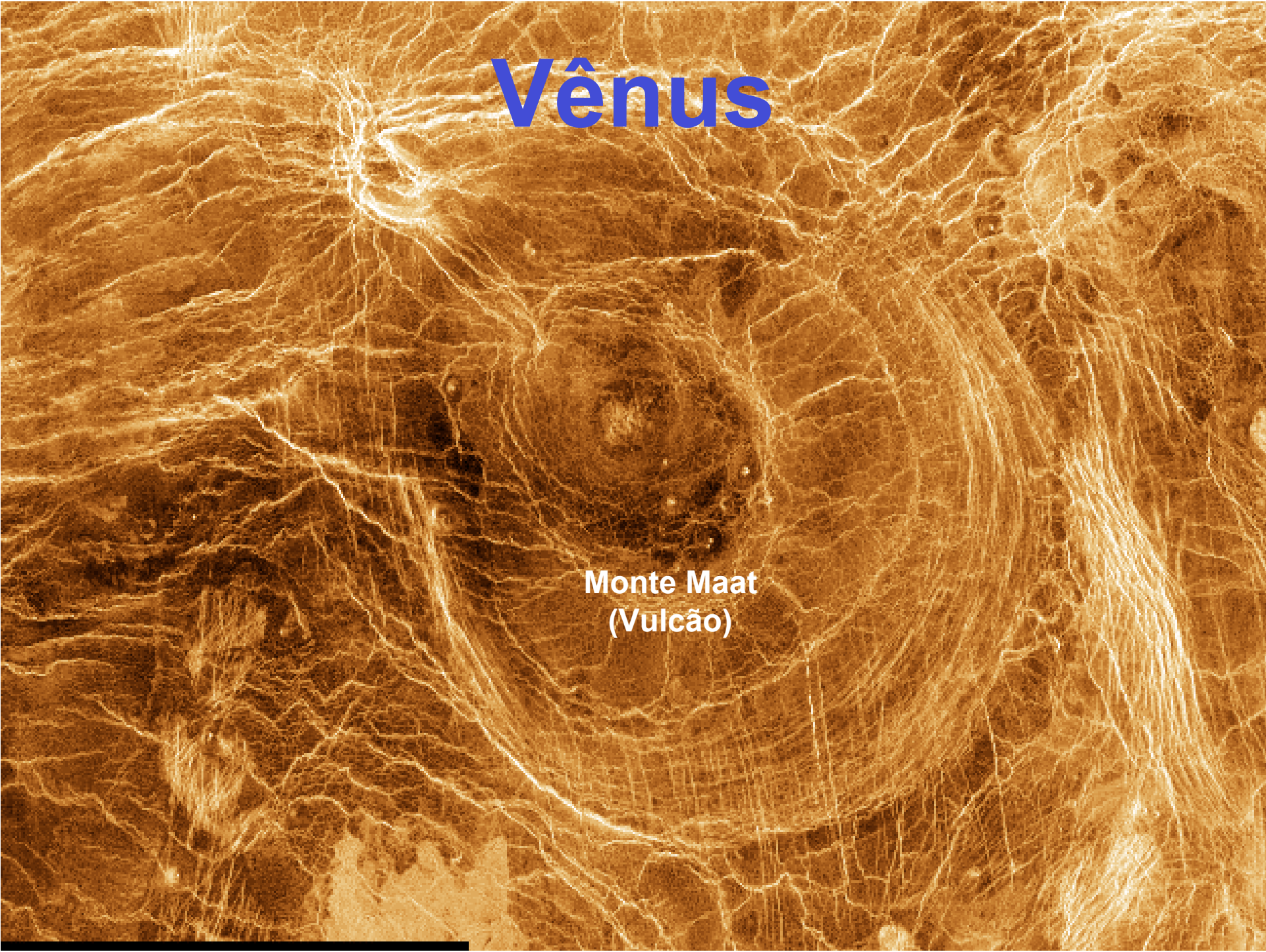
Escala de
deformação

1

Monte Maat
(8 km)



Vênus



Monte Maat
(Vulcão)

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Cinturão de Kuiper

Cometas

Meteoróides

Atmosfera:

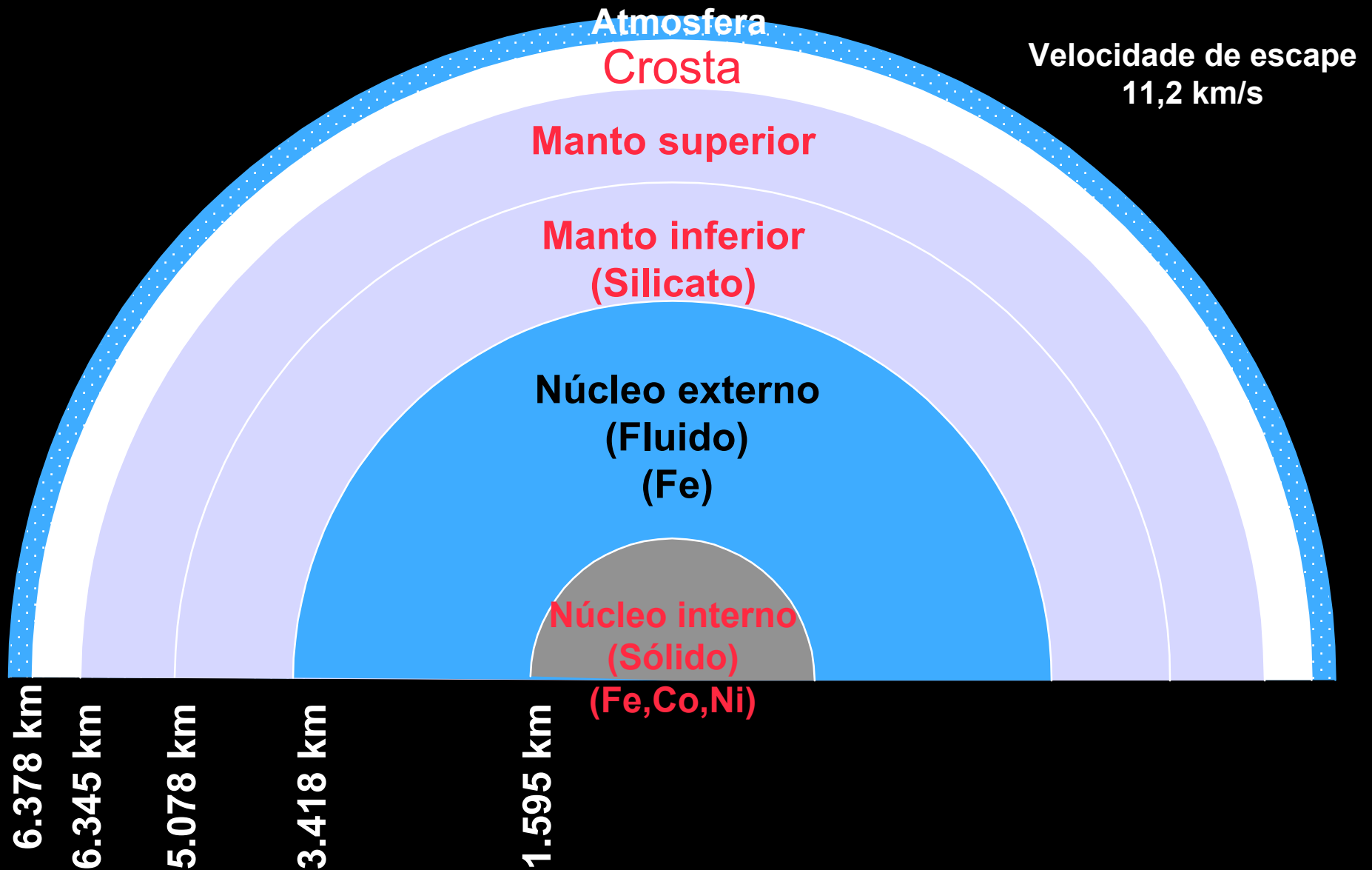
- nitrogênio (78% das partículas)
- 21% de oxigênio
- 1% de vapor d' água
- argônio
- gás carbônico
- etc...



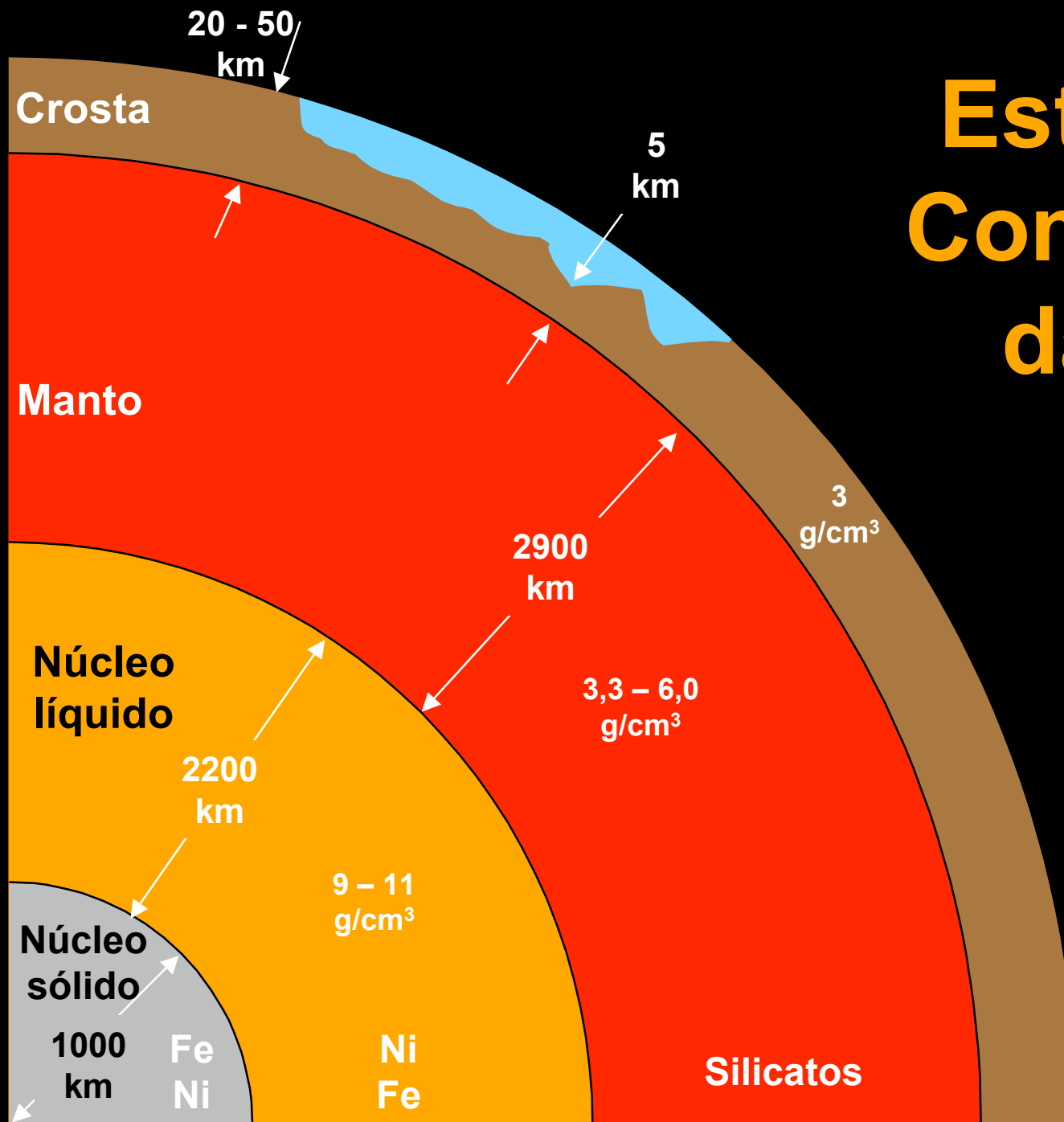
Interior:
Silicatos
e
Basaltos

Terra

Estrutura interna da Terra

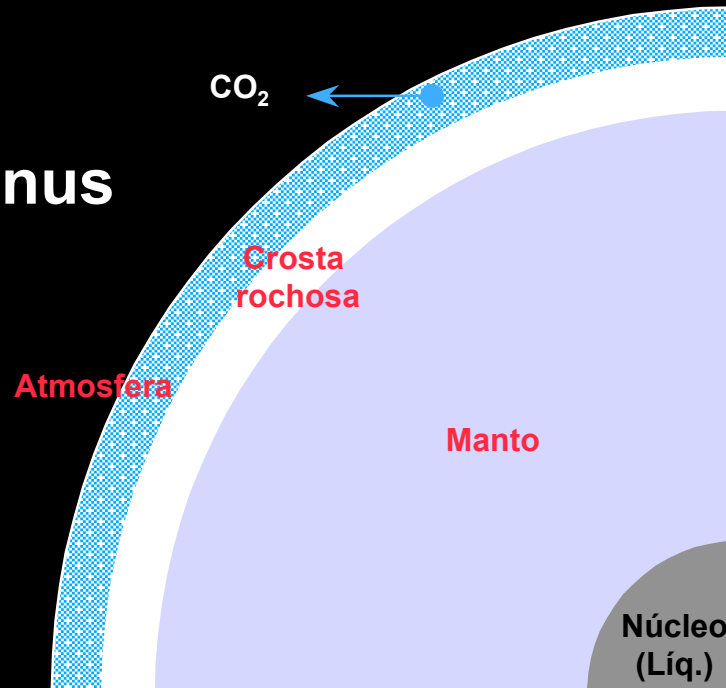


Estrutura e Composição da Terra

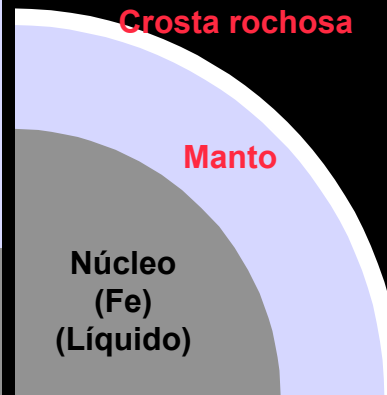


Estrutura dos Planetas Telúricos

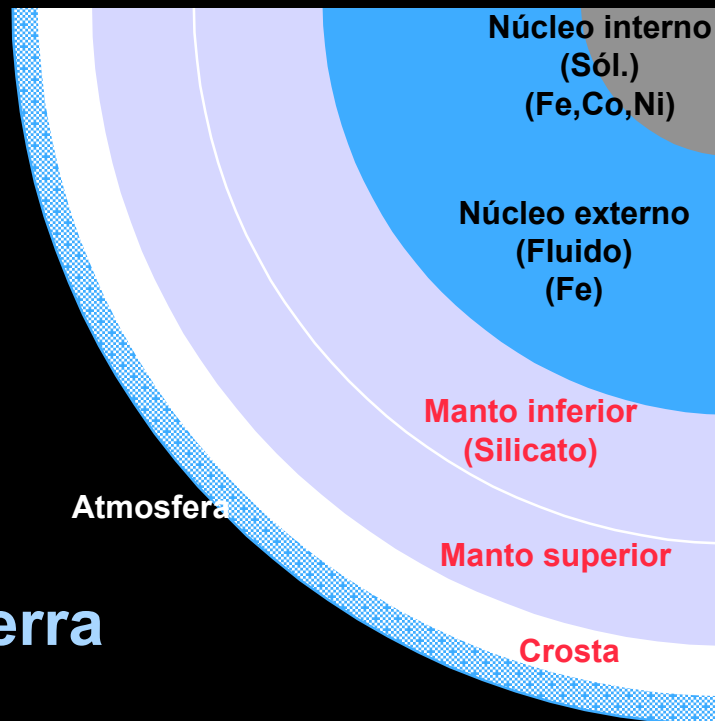
Vênus

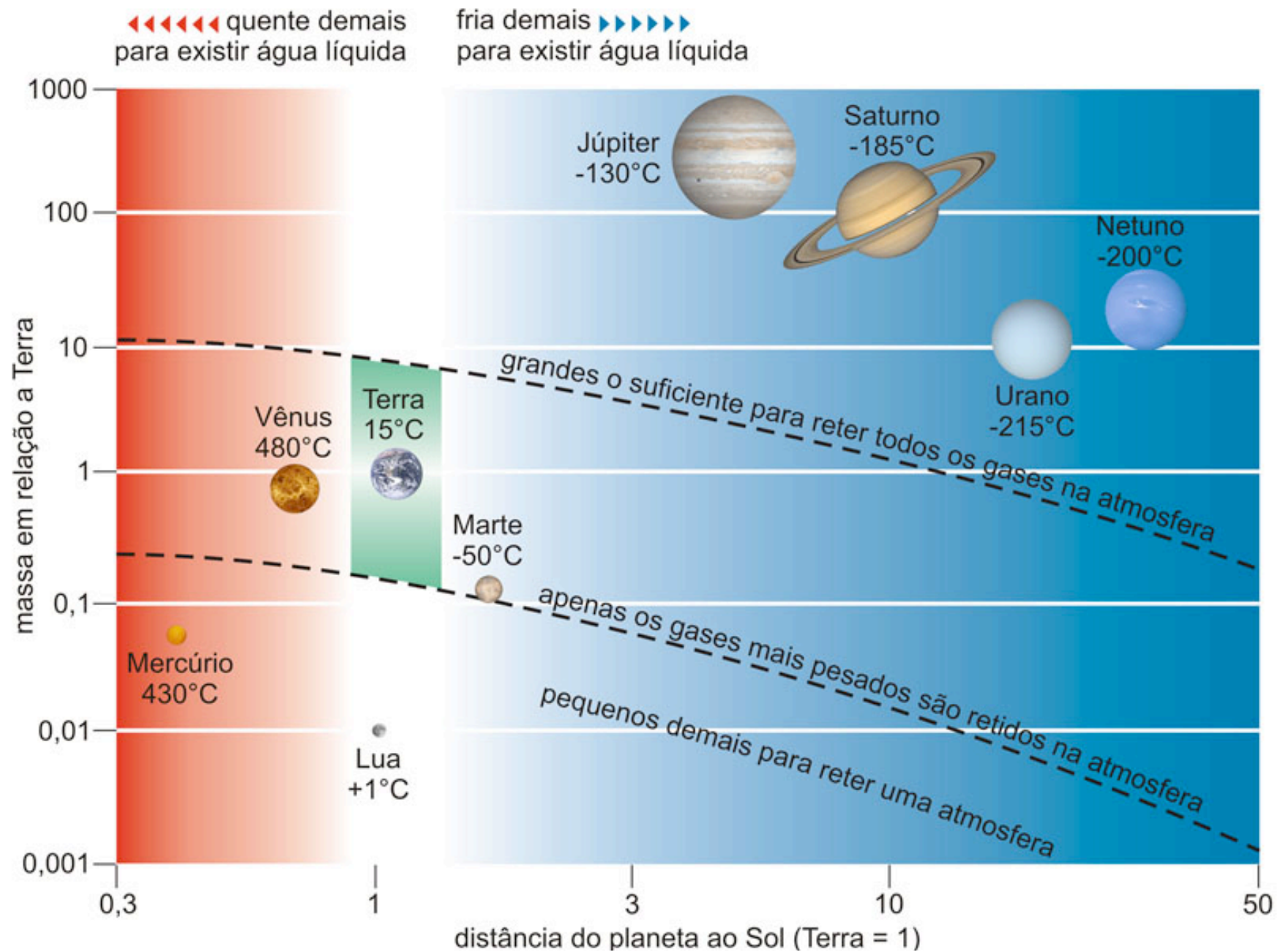


Mercúrio



Terra





Zona de habitabilidade no Sistema Solar

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos Menores

$$D = 0,2725 D_{\text{Terra}}$$
$$M = 1 / 81 M_{\text{Terra}}$$



1 cm Ter

30 cm

Lua

Interior:
Silicatos
"LUNA"
e

Basaltos

Lua

zons - Modem 503-777-1578 - All rights reserved - For our customer's private use only!

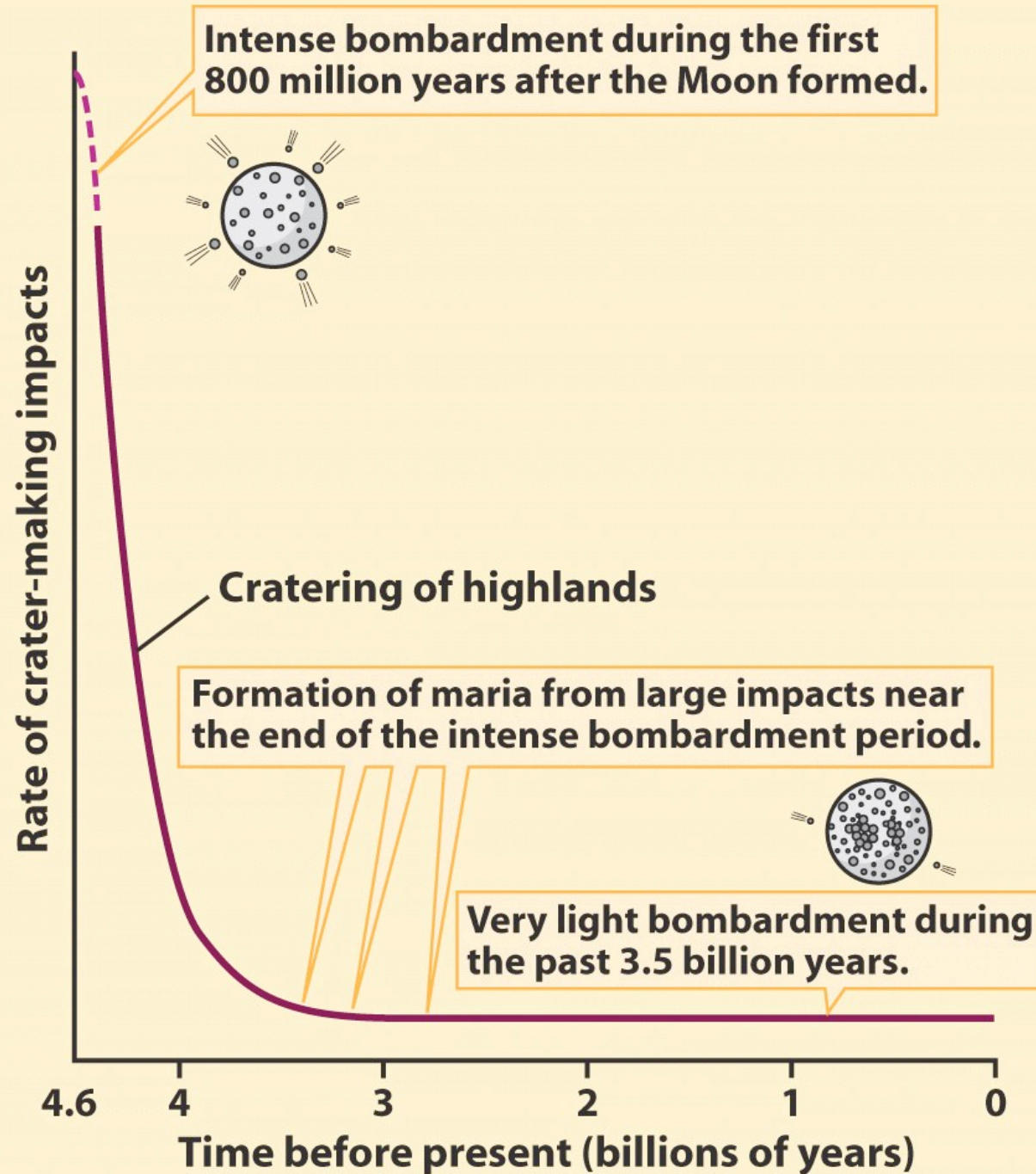
A superfície de um planeta é moldada por fatores internos e externos

Fatores internos: placas tectônicas, vulcanismo (atividade geológica).

Fatores externos: atmosfera (se presente), bombardeamento por corpos do sistema solar.

A Lua não tem atmosfera e, por ser pequena, sua atividade geológica cessou pouco após sua formação.

Portanto, quanto mais crateras houver em uma dada região da Lua, mais velha é a superfície nesta região.

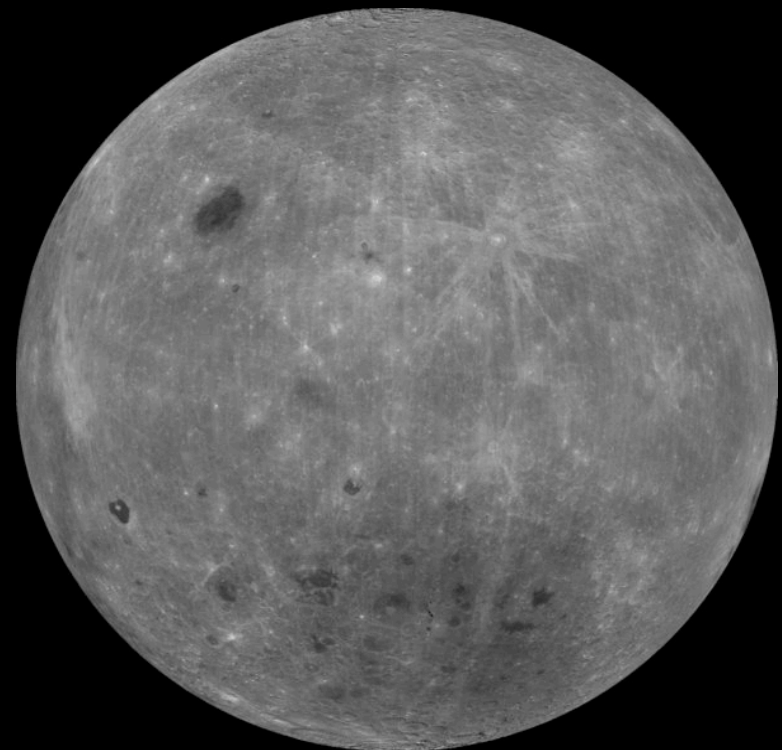


Bombardeio da Lua durante sua vida

“Faces” da Lua

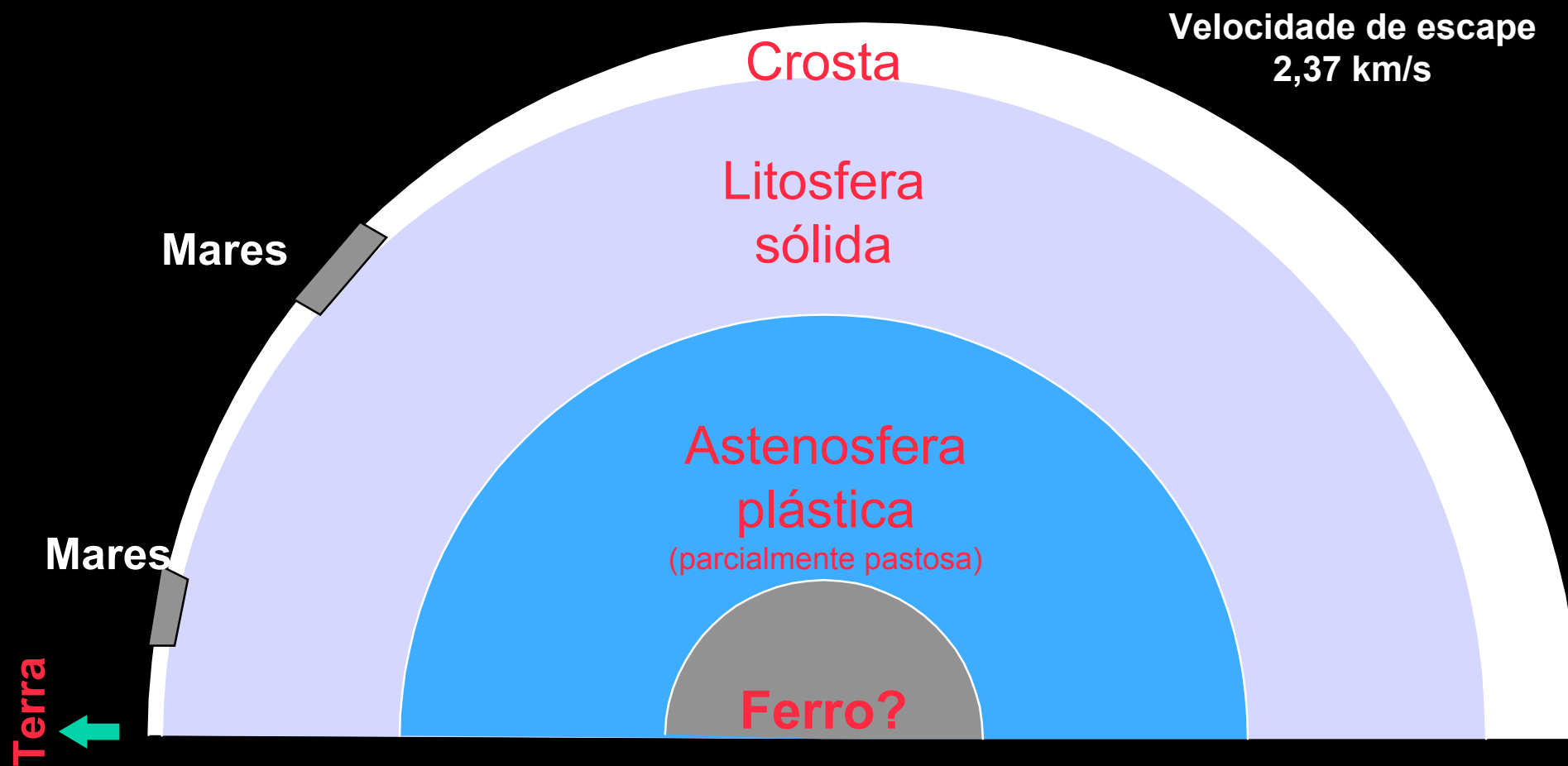


Face próxima

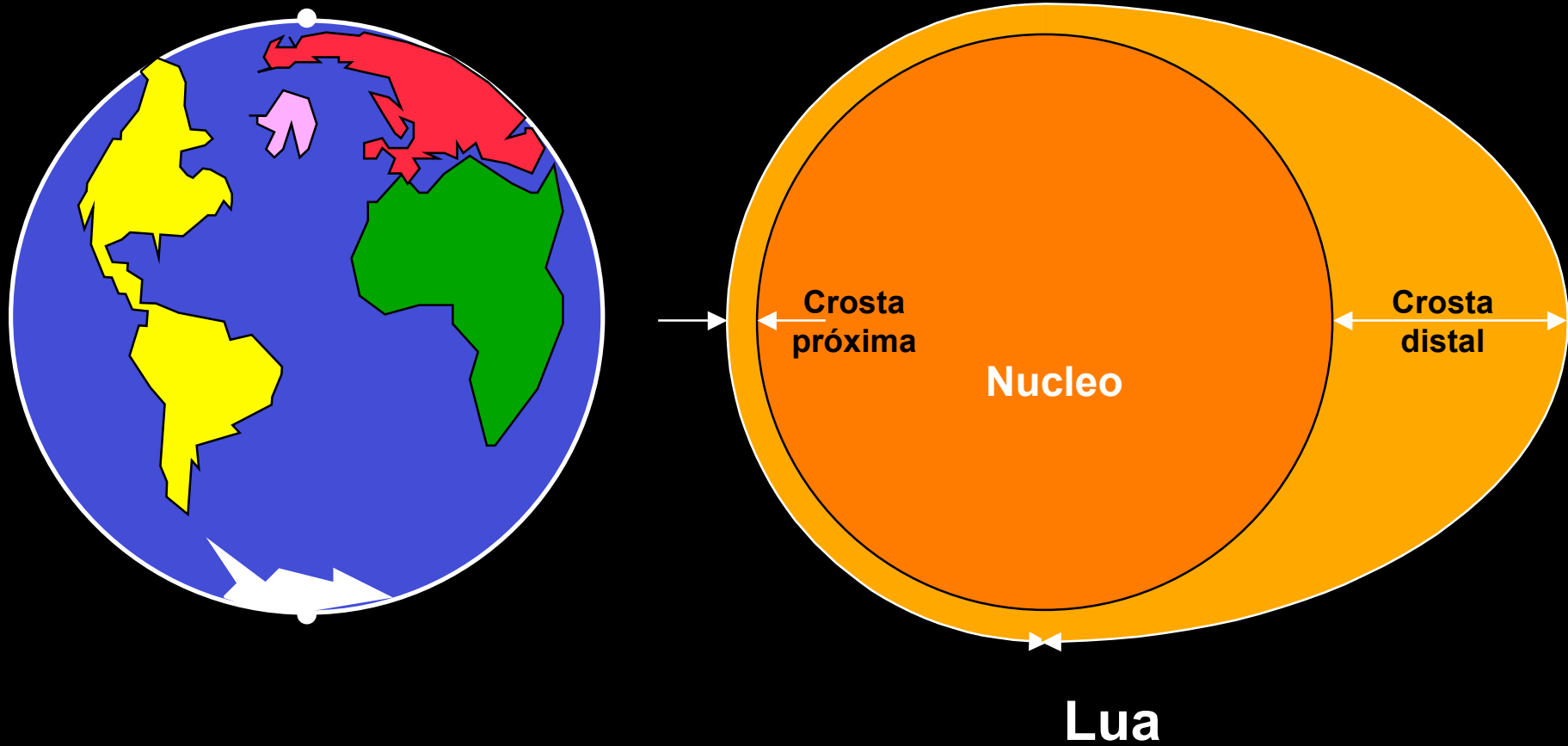


Face oposta

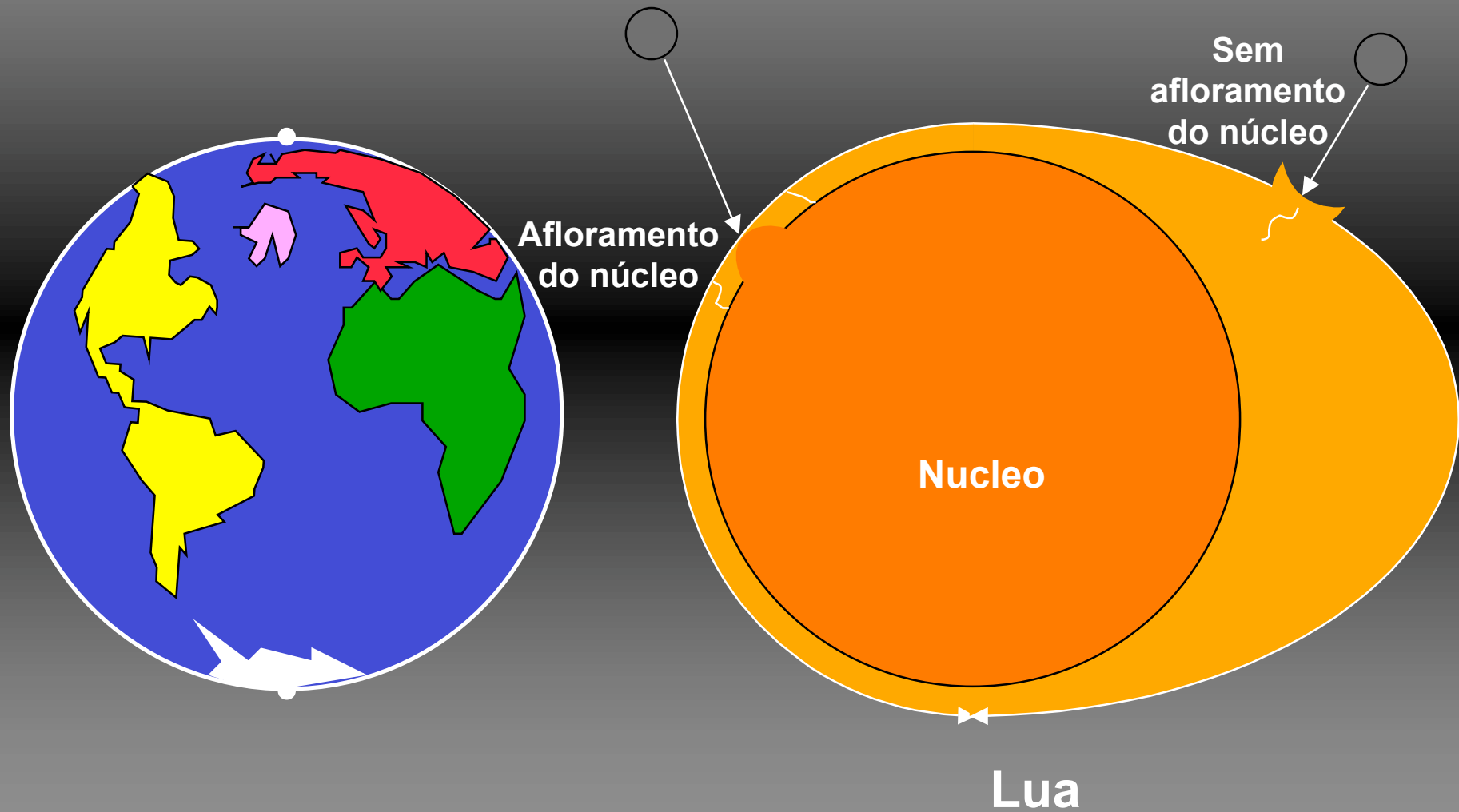
Estrutura interna da Lua



Forma da Lua



Formação dos mares



Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos Menores

Marte

$T_{\text{máx}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Marte possui 2 pequenos satélites naturais:

- Fobos (diâmetro de $\sim 28\text{ km}$)
- Deimos (diâmetro de $\sim 16\text{ km}$).

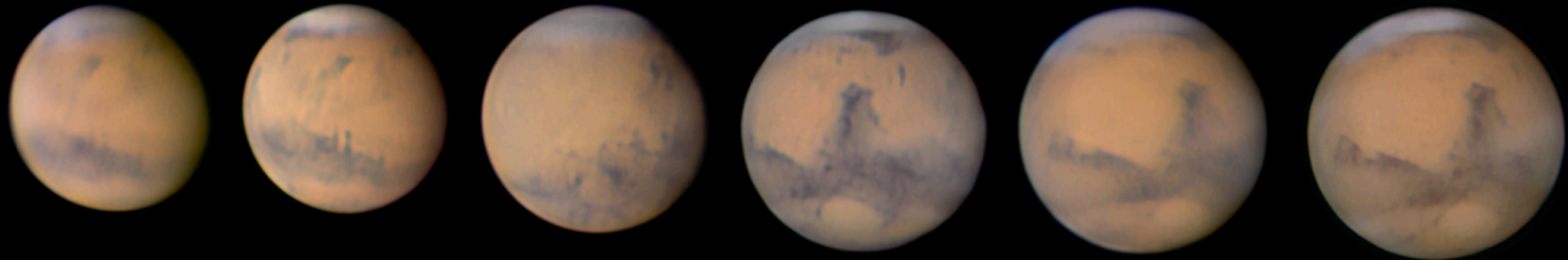
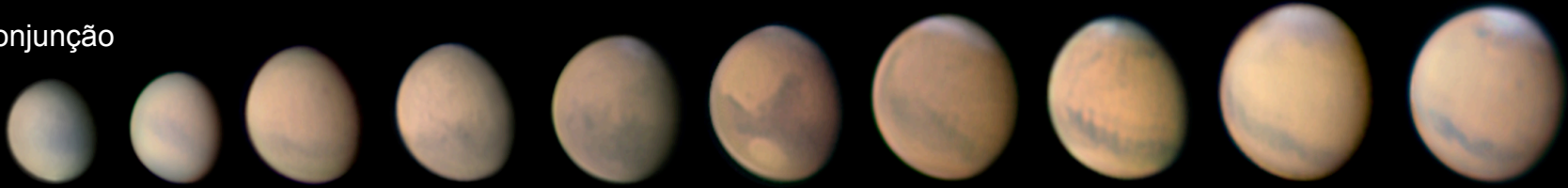
Interior:
Silicatos
e
Basaltos

$T_{\text{mín}} = -140\text{ }^{\circ}\text{C}$

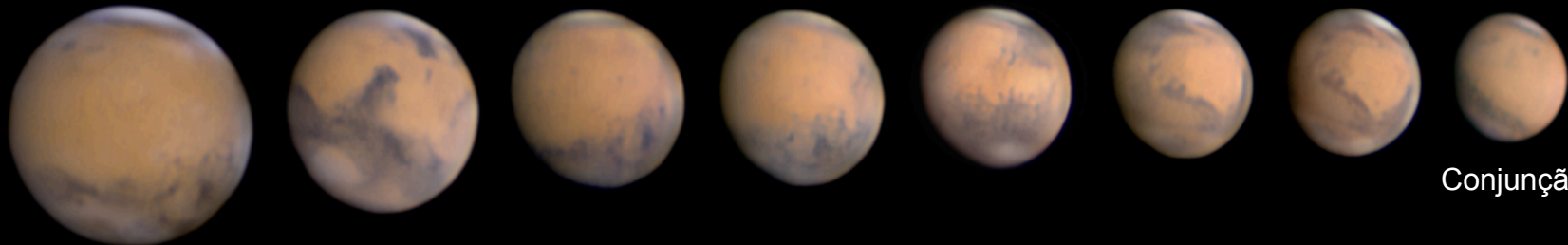
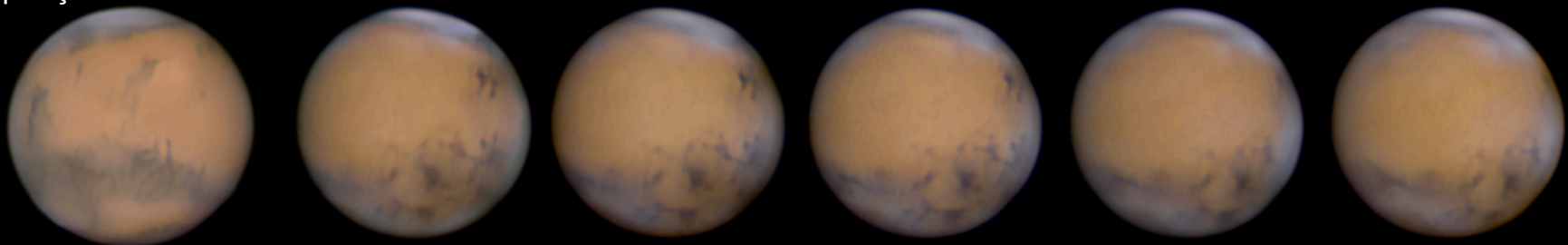
Atmosfera:
gás carbônico
($0,001\text{ }p_{\text{Terra}}$)

Mars 2007/2008

Conjunção



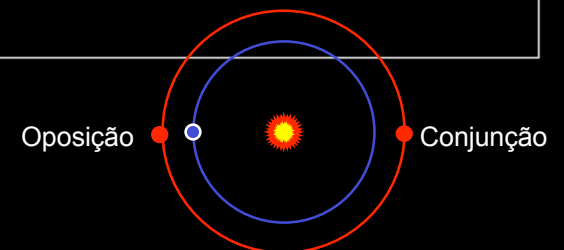
Oposição



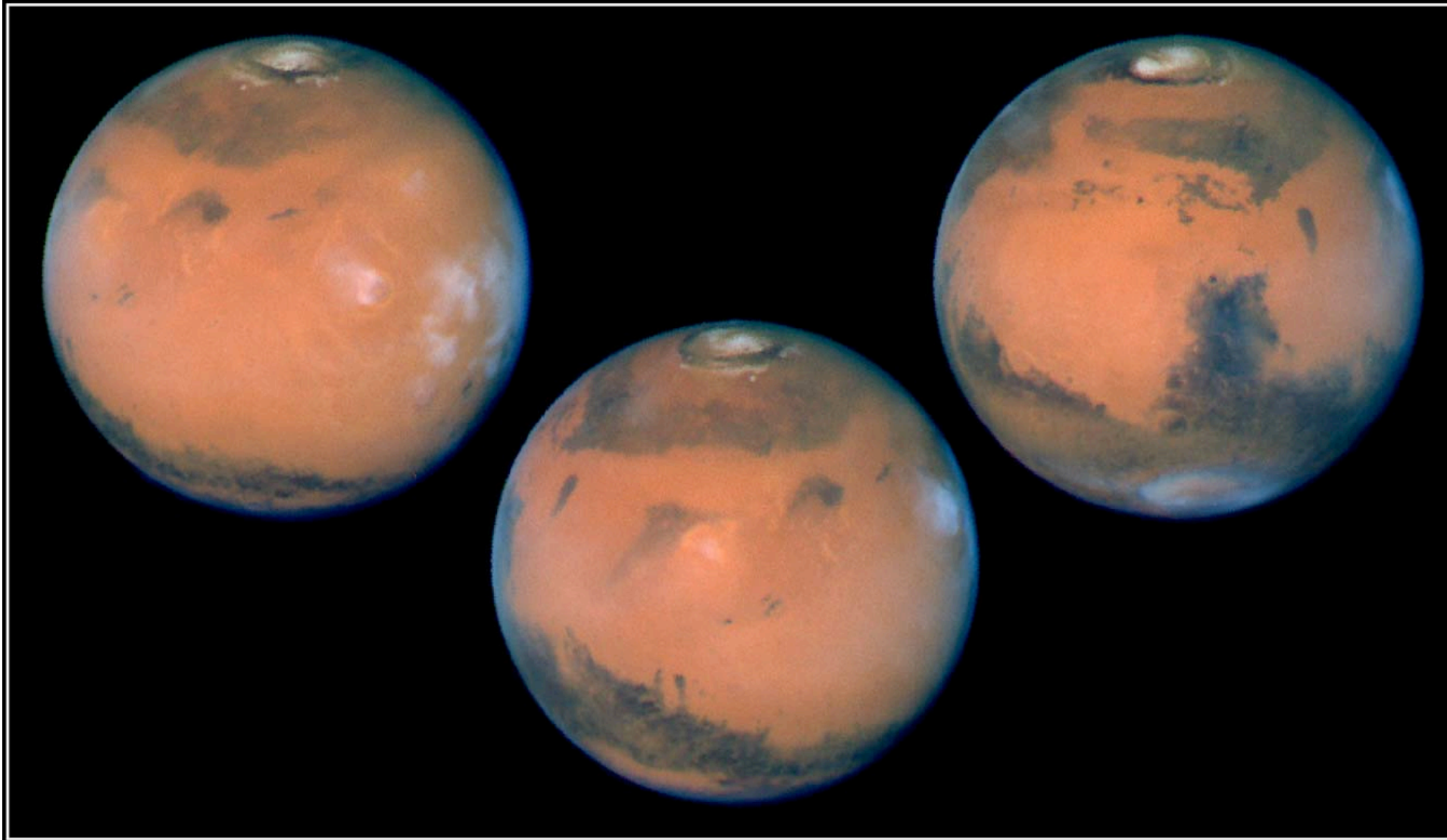
Conjunção

Richard Bosman Enschede Netherland

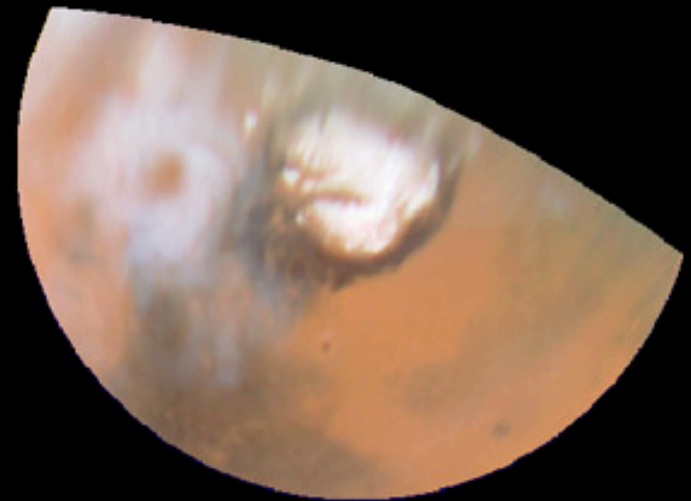
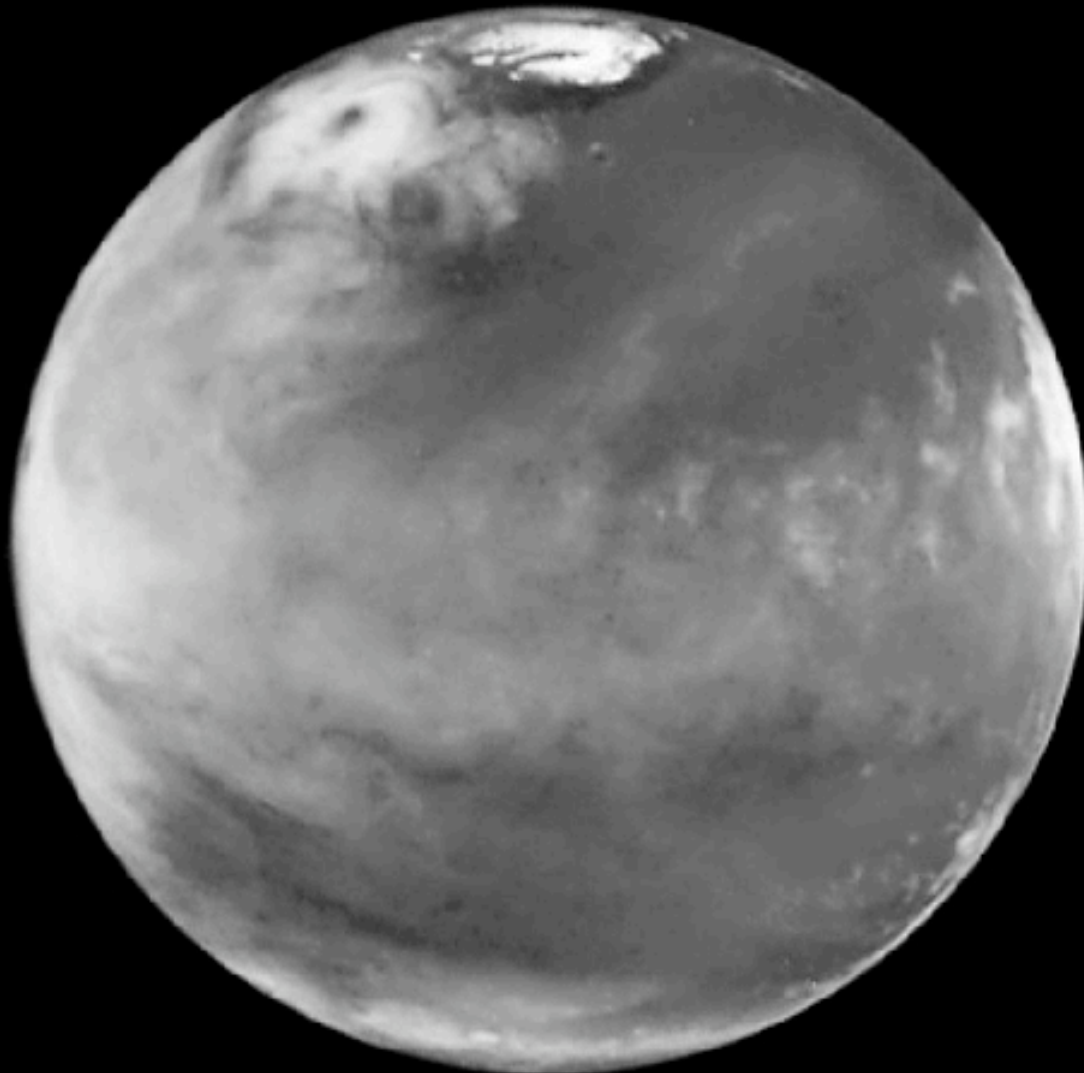
Tamanhos aparentes de Marte ao longo de um período sinódico



Manchas de Marte



Ciclone em Marte



Cyclone on Mars

PRC99-22 • STScI OPO • J. Bell (Cornell University),
S. Lee (University of Colorado), M. Wolff (SSI) and NASA

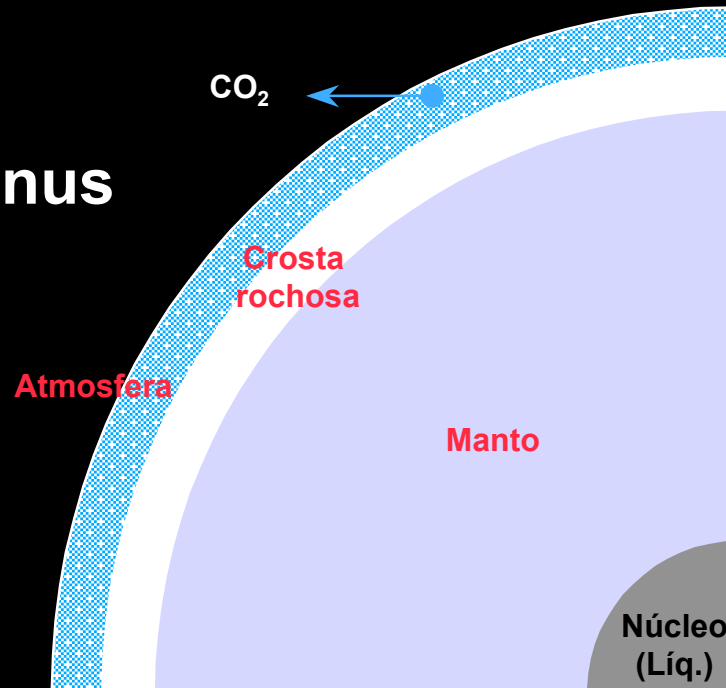
HST • WFPC2

Estrutura interna de Marte

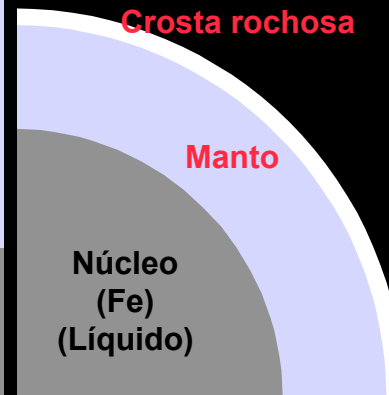


Estrutura dos Planetas Telúricos

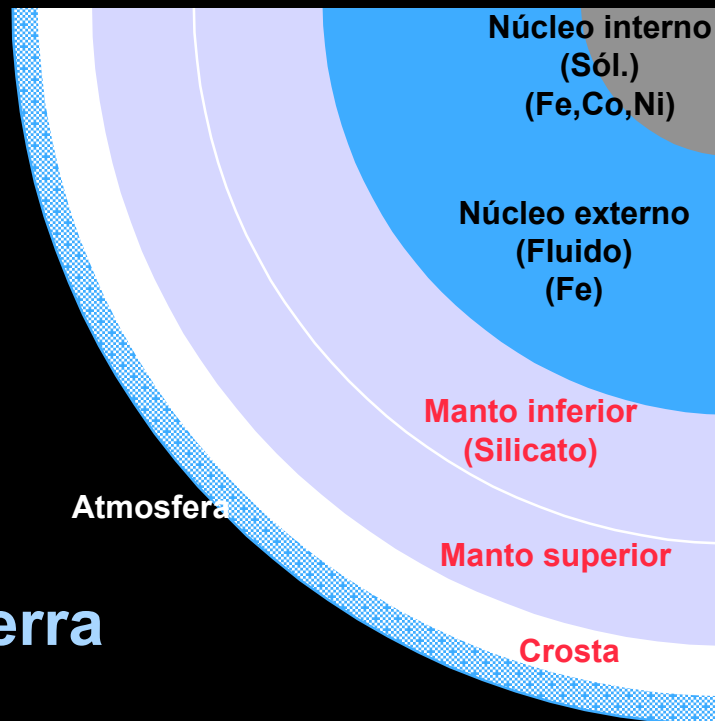
Vênus



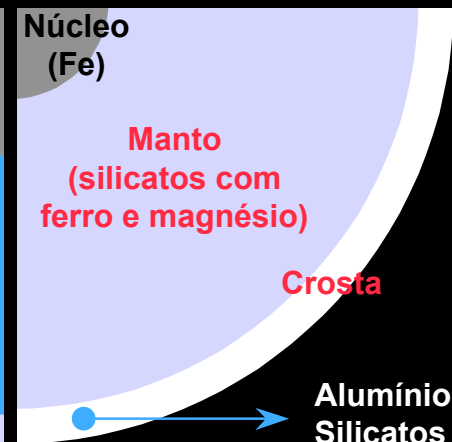
Mercúrio



Terra



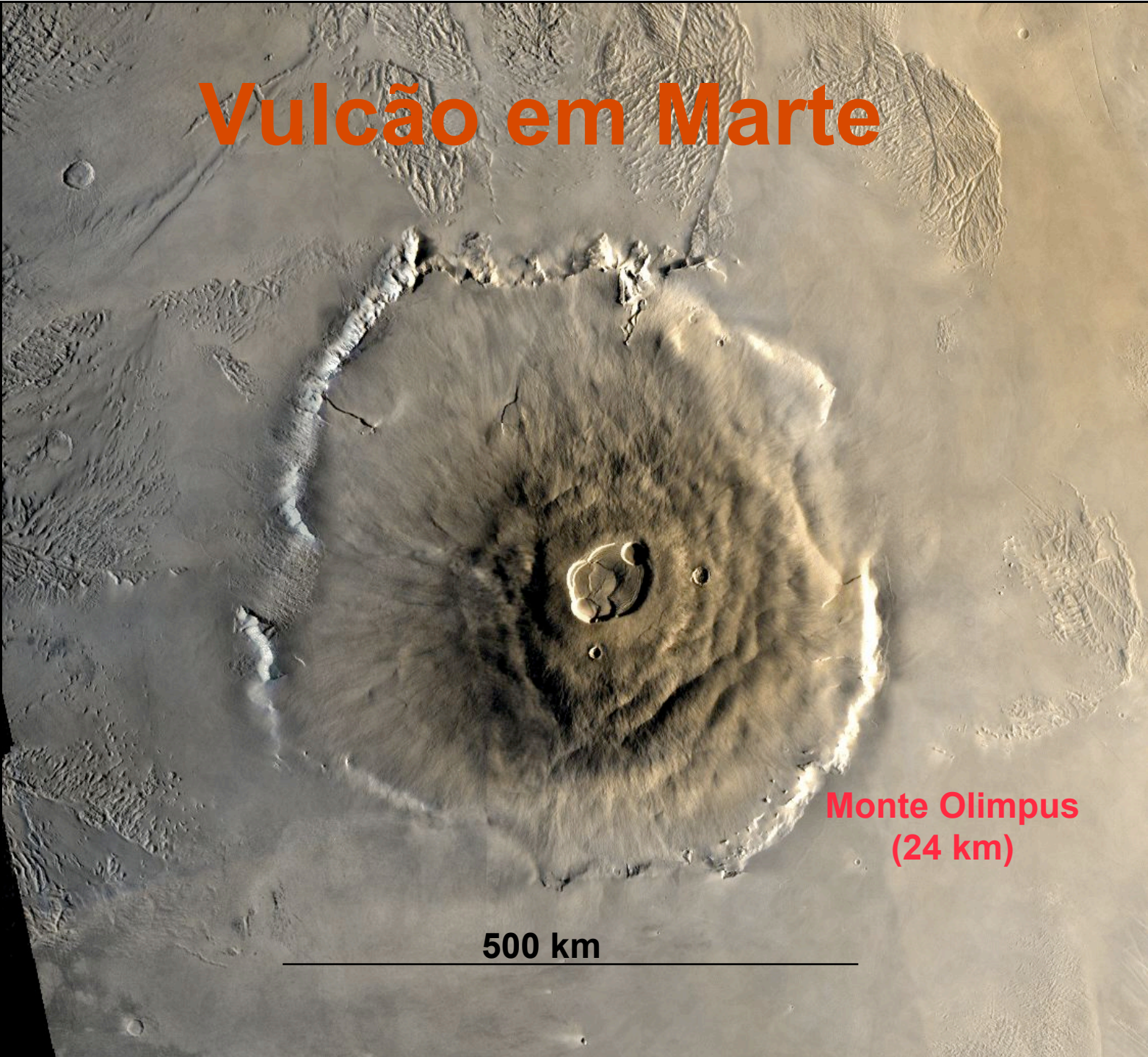
Marte



Vulcão em Marte

Monte Olimpus
(24 km)

500 km

An aerial photograph of the Martian surface showing the massive volcano Olympus Mons. The volcano is a large, roughly circular shield volcano with a prominent central caldera. The surrounding terrain is relatively flat with some smaller craters and ridges. A scale bar at the bottom indicates 500 km, and a label on the right identifies the volcano as Monte Olimpus (24 km).



**Solo marciano
visto pela Sonda
Phoenix**

**Marte é o planeta
do Sistema Solar
mais explorado
até o momento.**

Satélites de Marte

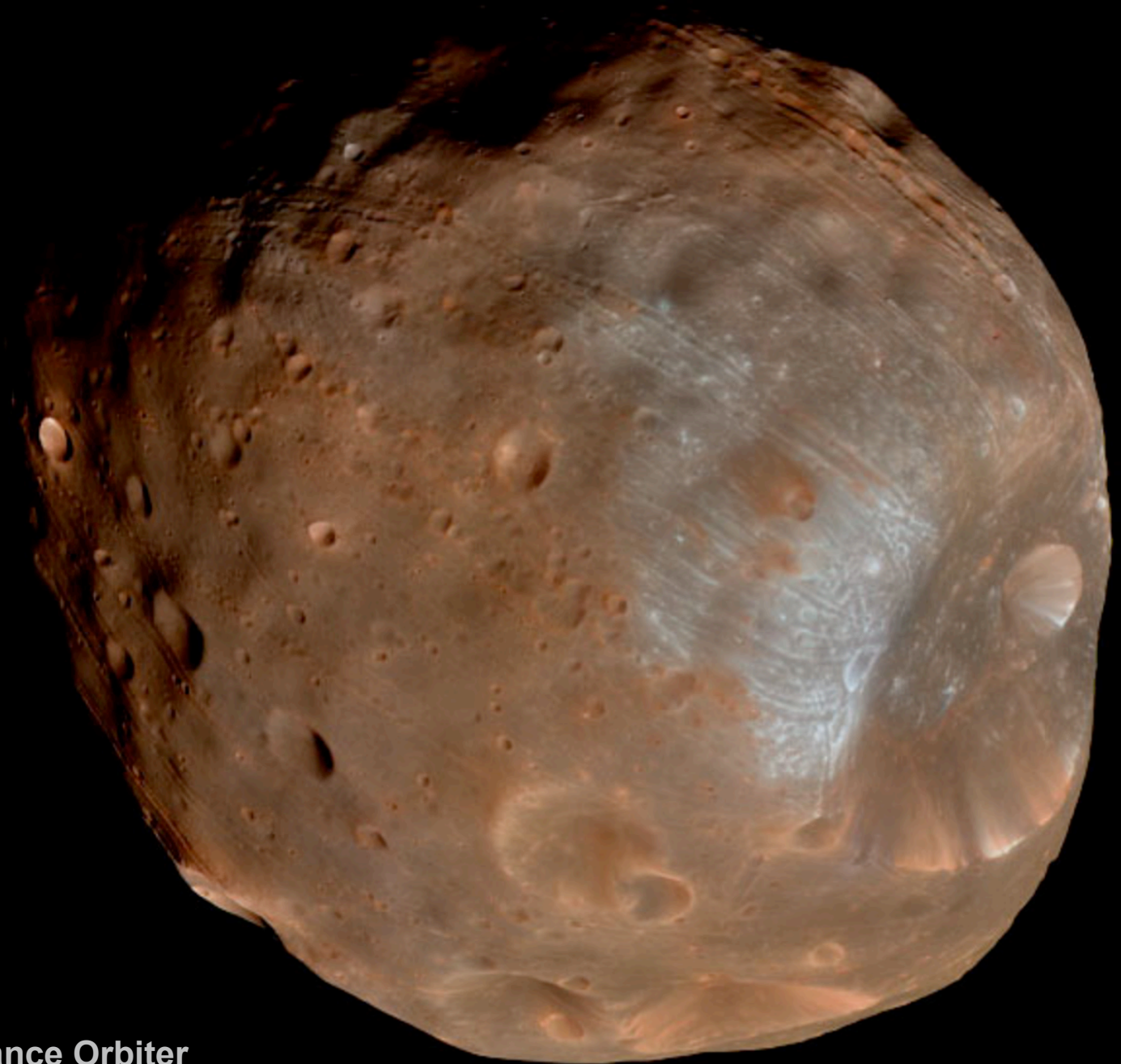
Phobos



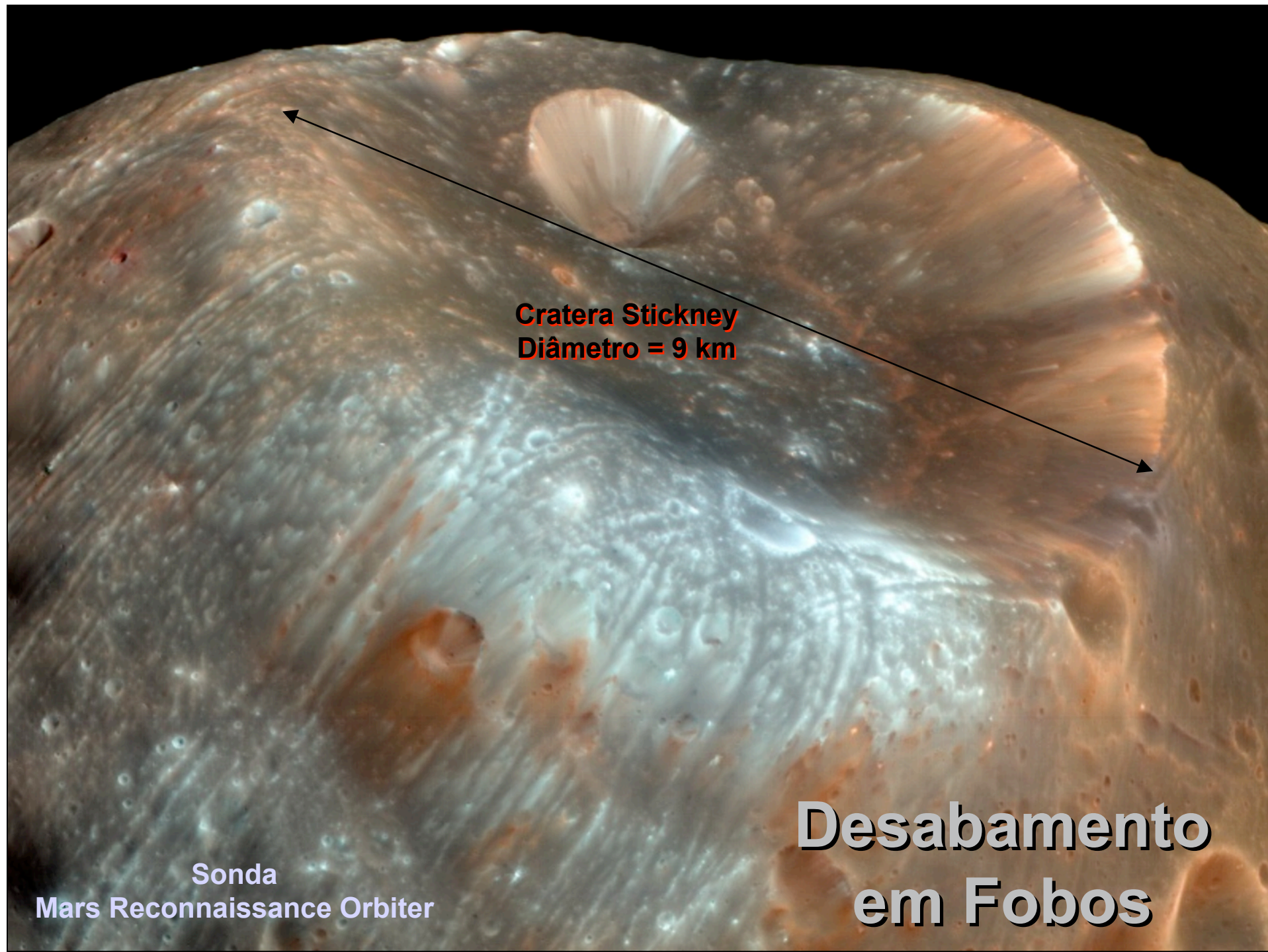
Deimos

O halo luminoso em torno de Marte se deve ao fato de a foto ter sido tirada com longo tempo de exposição para se conseguir ver os pálidos satélites

Fobos



Sonda
Mars Reconnaissance Orbiter

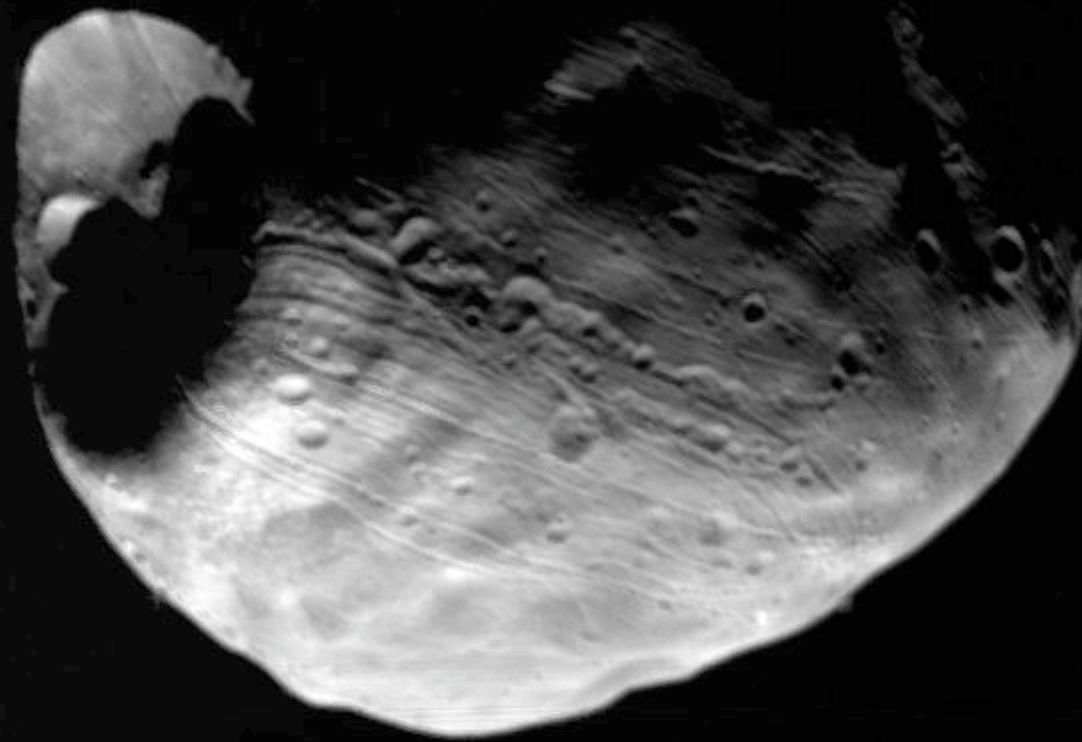


Cratera Stickney
Diâmetro = 9 km

Sonda
Mars Reconnaissance Orbiter

Desabamento
em Fobos

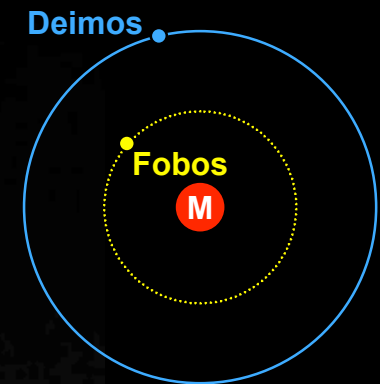
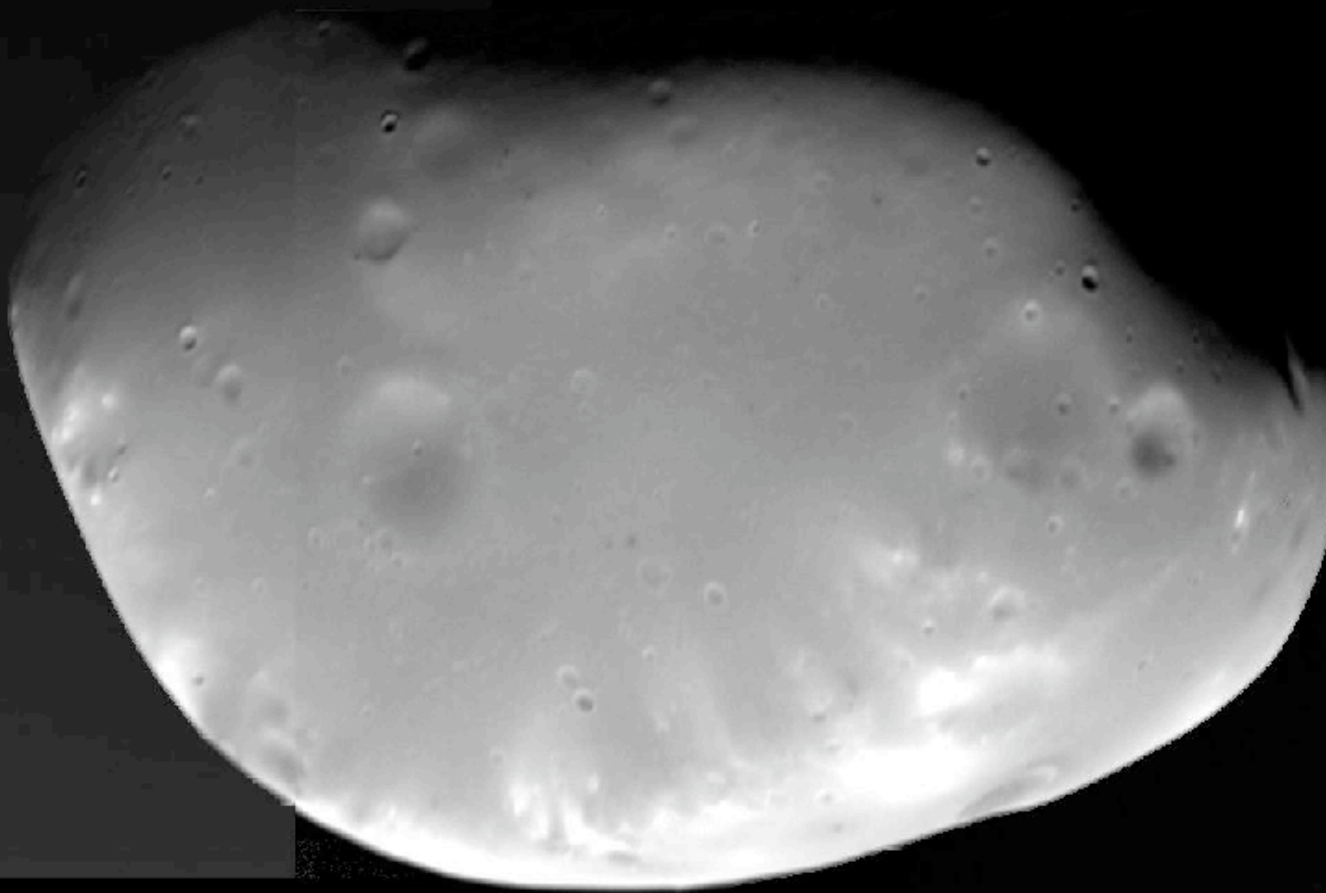
Fobos: satélite de Marte



- Dimensões : 28x23x20 km
- Distância da superfície : (9.400-3.400) km
- Período de revolução : 7 h 40 m
- Velocidade orbital : 2,18 km/s

Descoberta: 1877 (Hall)
Previsão Numerológica: ~1600 (Kepler)

Deimos: Satélite de Marte



- Dimensões : 16x12x10 km
- Distância da superfície : (23.500-3.400) km
- Período de revolução : 30 h 18 m
- Velocidade orbital : 1,36 km/s

Descoberta: 1877 (Hall)

Previsão Numerológica: ~1600 (Kepler)

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

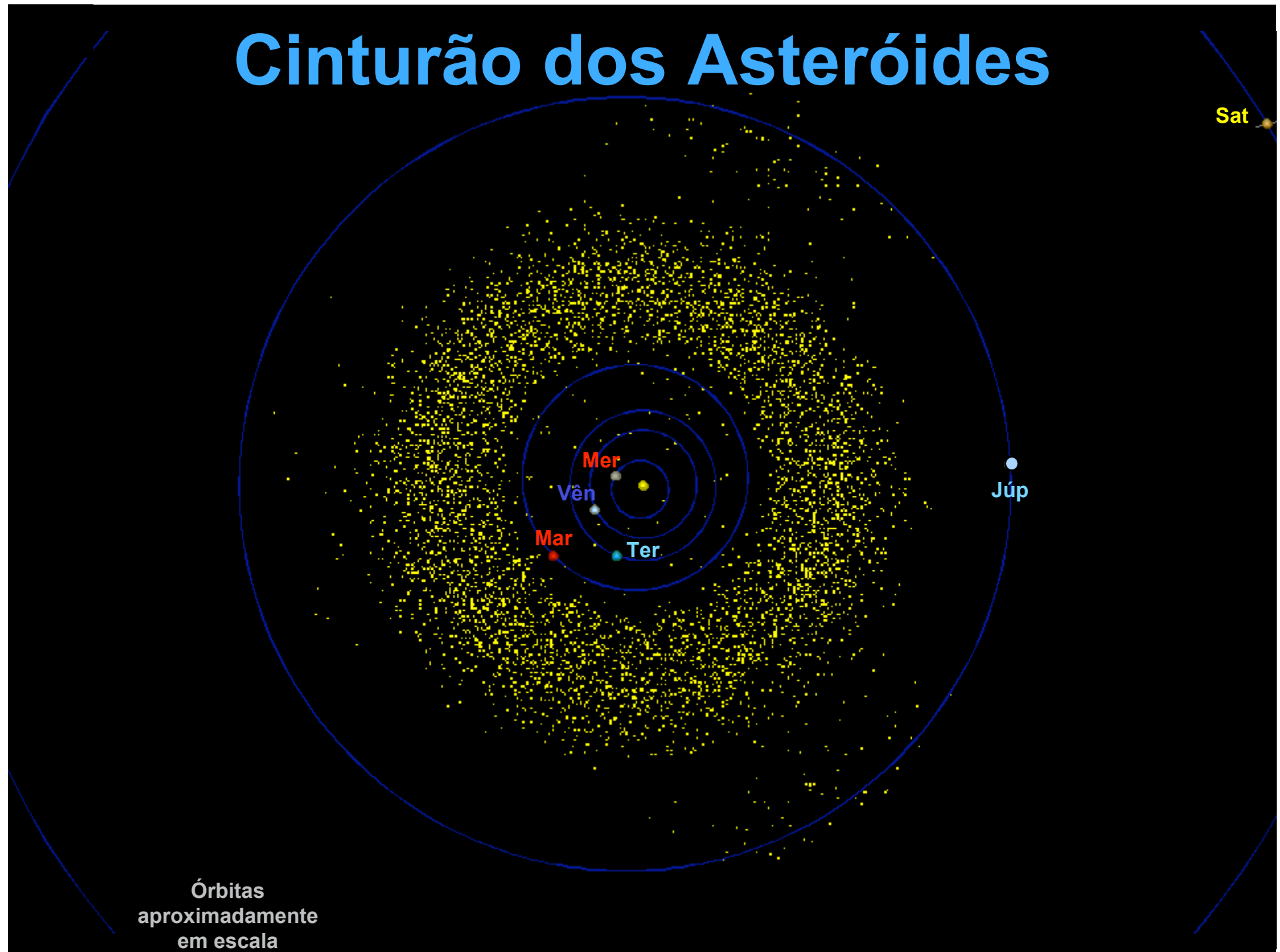
Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos menores

Cinturão dos Asteróides



Cinturão de Asteróides

Asteróides

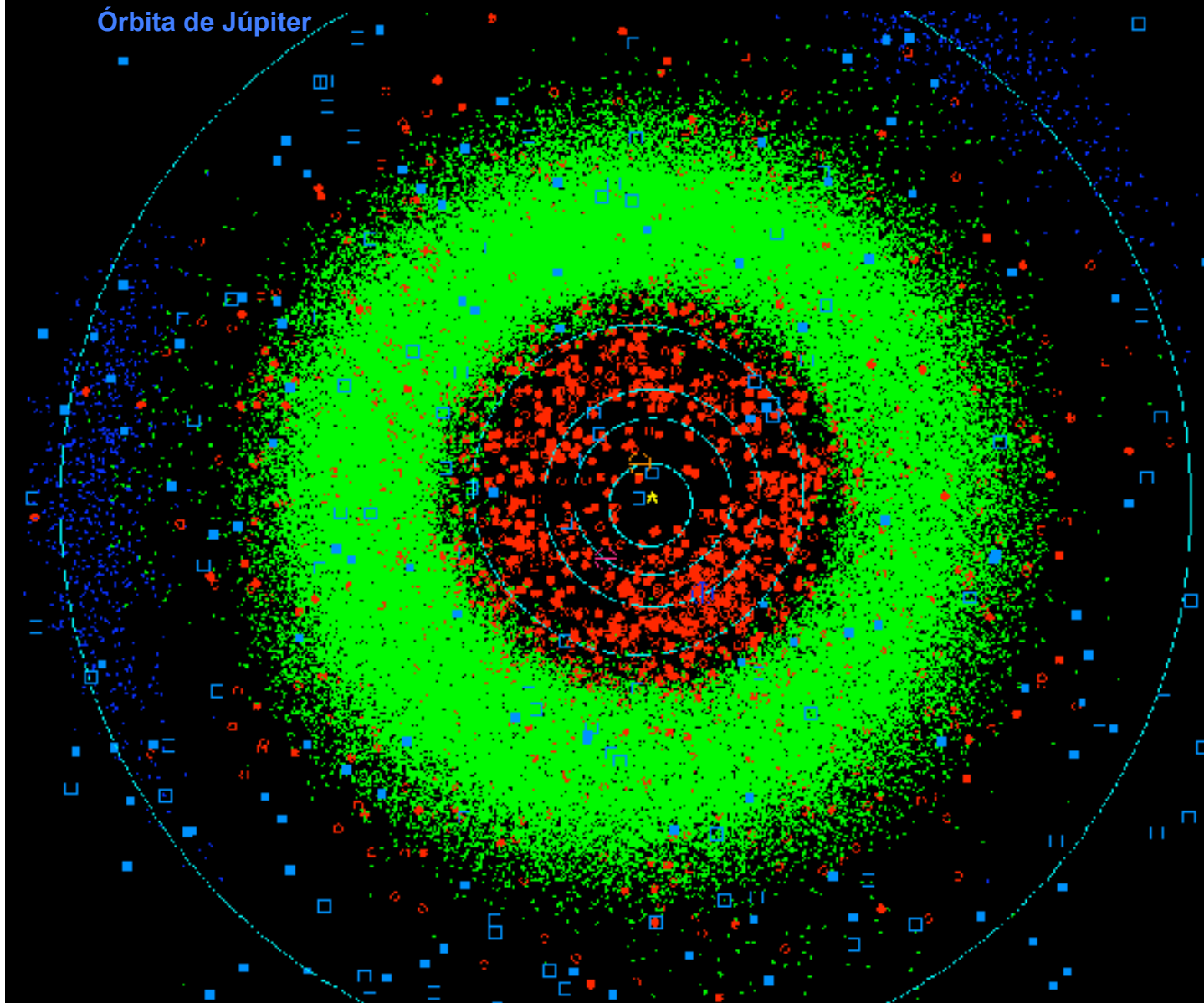
**Asteróides com
muita aproximação
($< 1,3$ UA)**

Asteróides trojanos

Cometas

Órbita de Júpiter

2002
jul
20



Matilde



Gaspra

Pertence à família Flora



Provavelmente é o
resultado da quebra de de
um asteroide maior há
200 My

Observado pela sonda Galileu em 1991

Ida & Dactyl

Pertencem à família Koronis

Massa
 $3-4 \times 10^{16}$ ton

55 km

Asteróide
com satélite

1,6 x 1,2 km

100 km

Densidade
2,2 - 2,9 g/cm³

Observado pela sonda Galileu em 1993

Provavelmente são o
resultado da quebra de de
um asteróide maior há 1 Gy

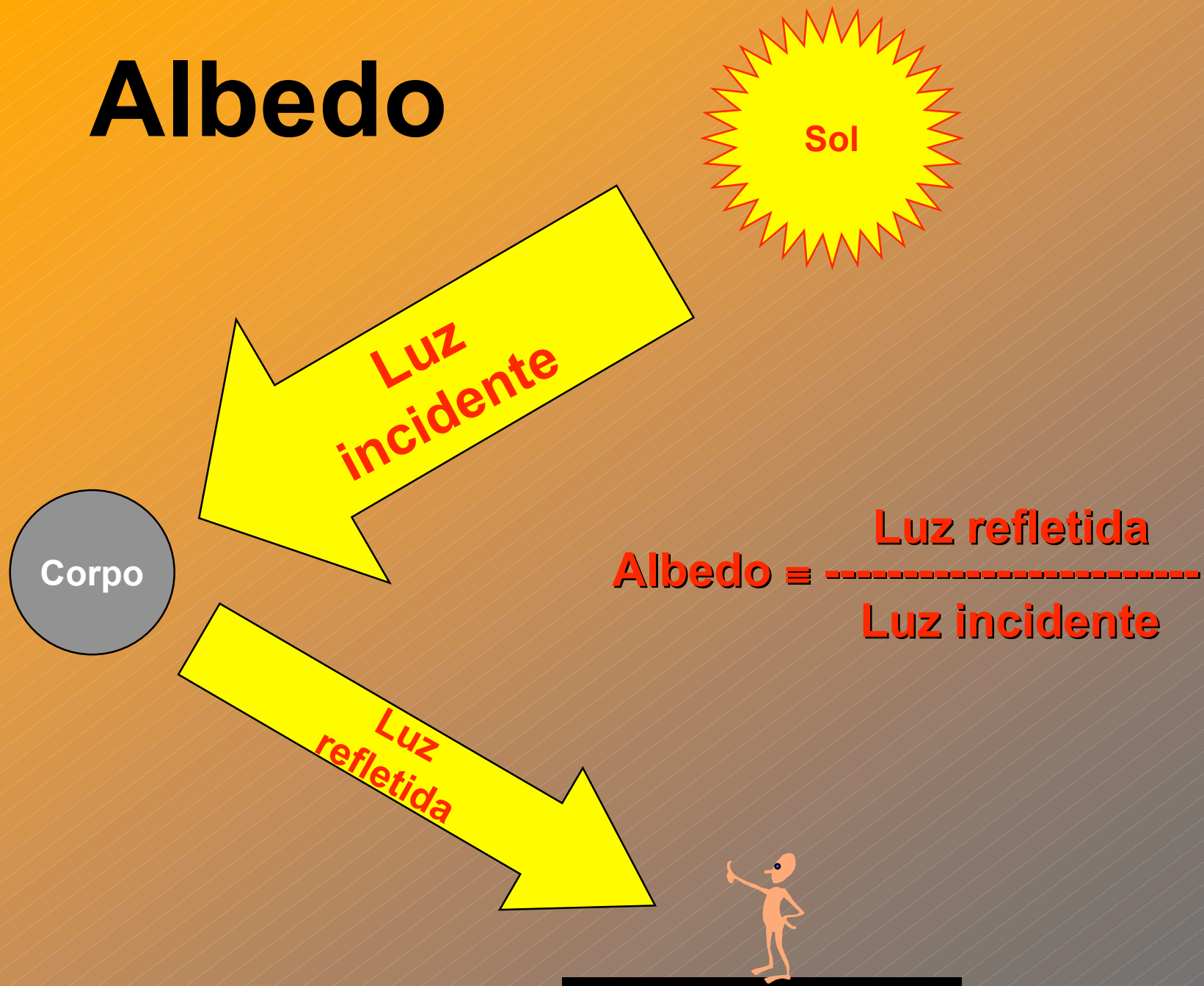


Asteróide 25143 Itokawa

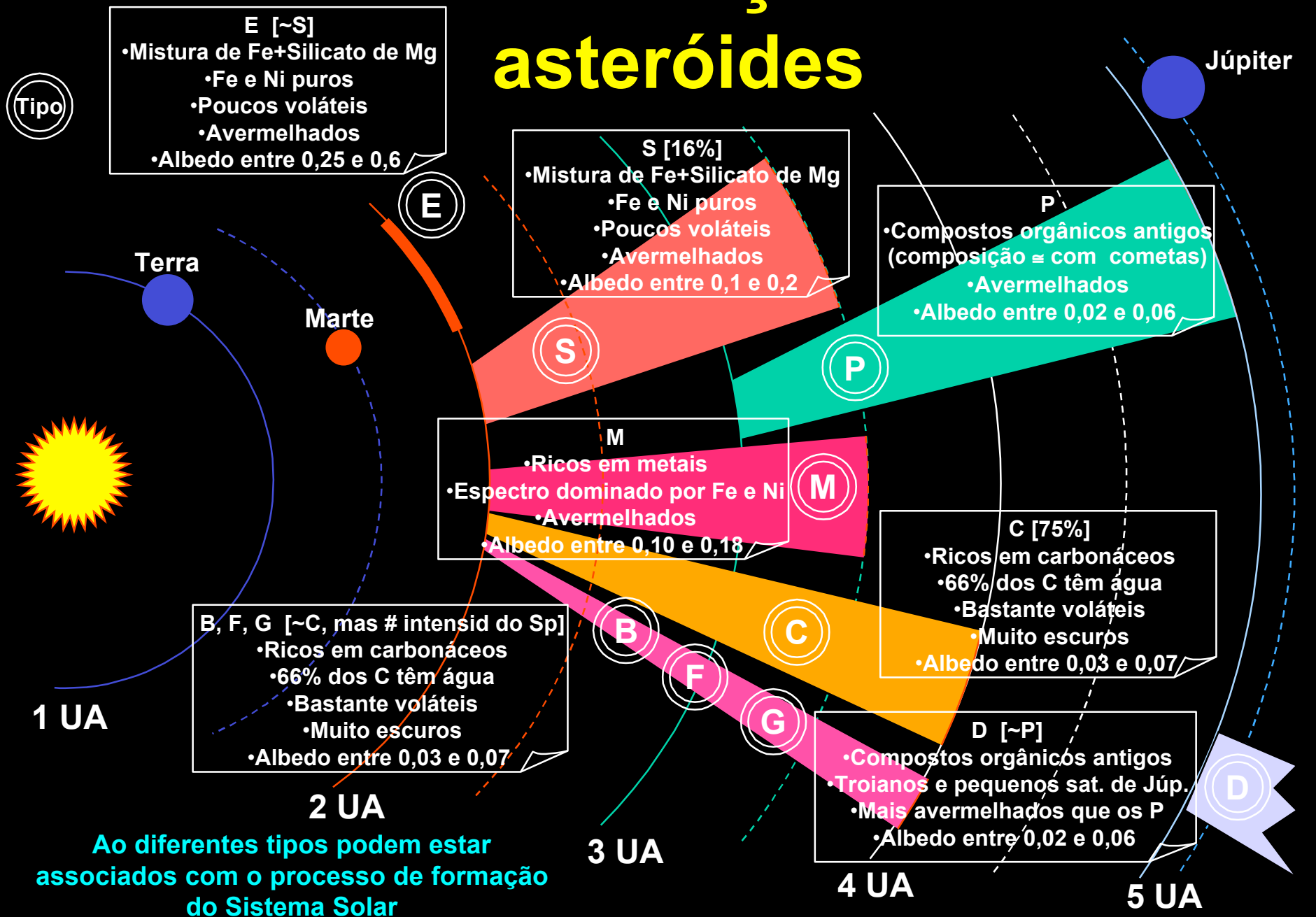


(535 x 294 x 209 m)
 $d \cong 2 \text{ g/cm}^3$

Albedo

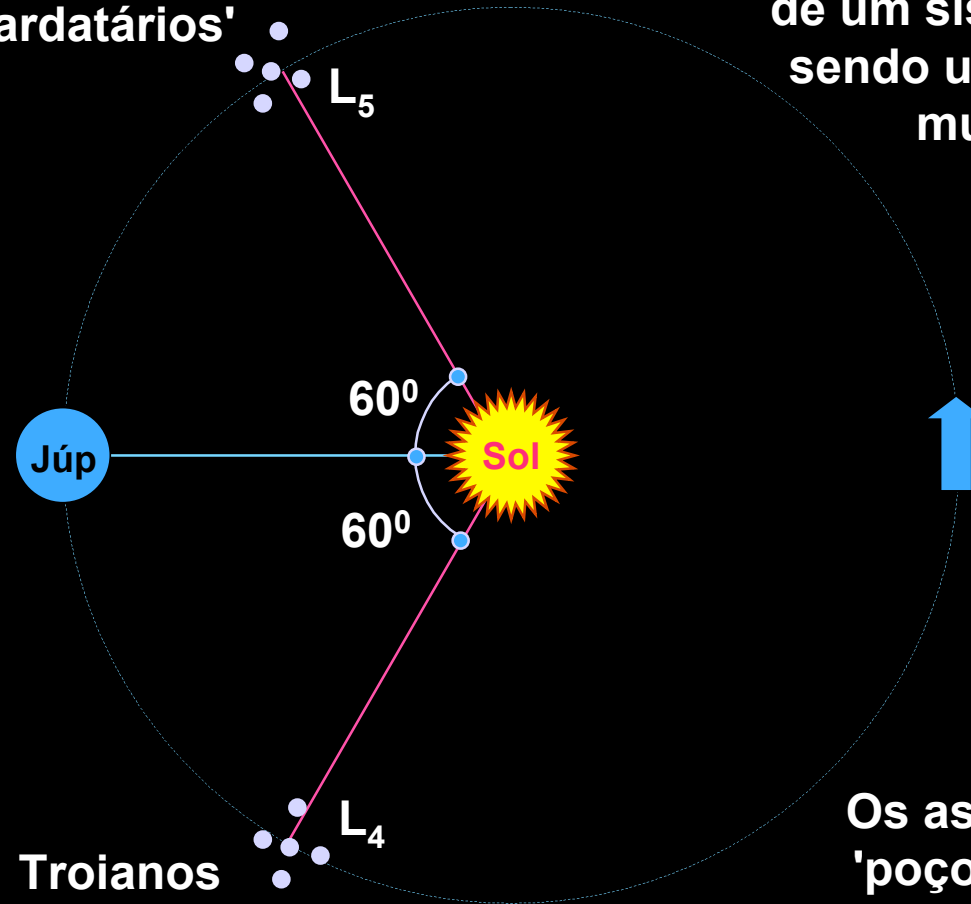


Classificação de asteróides



Asteróides Troianos

Troianos
'Retardatários'

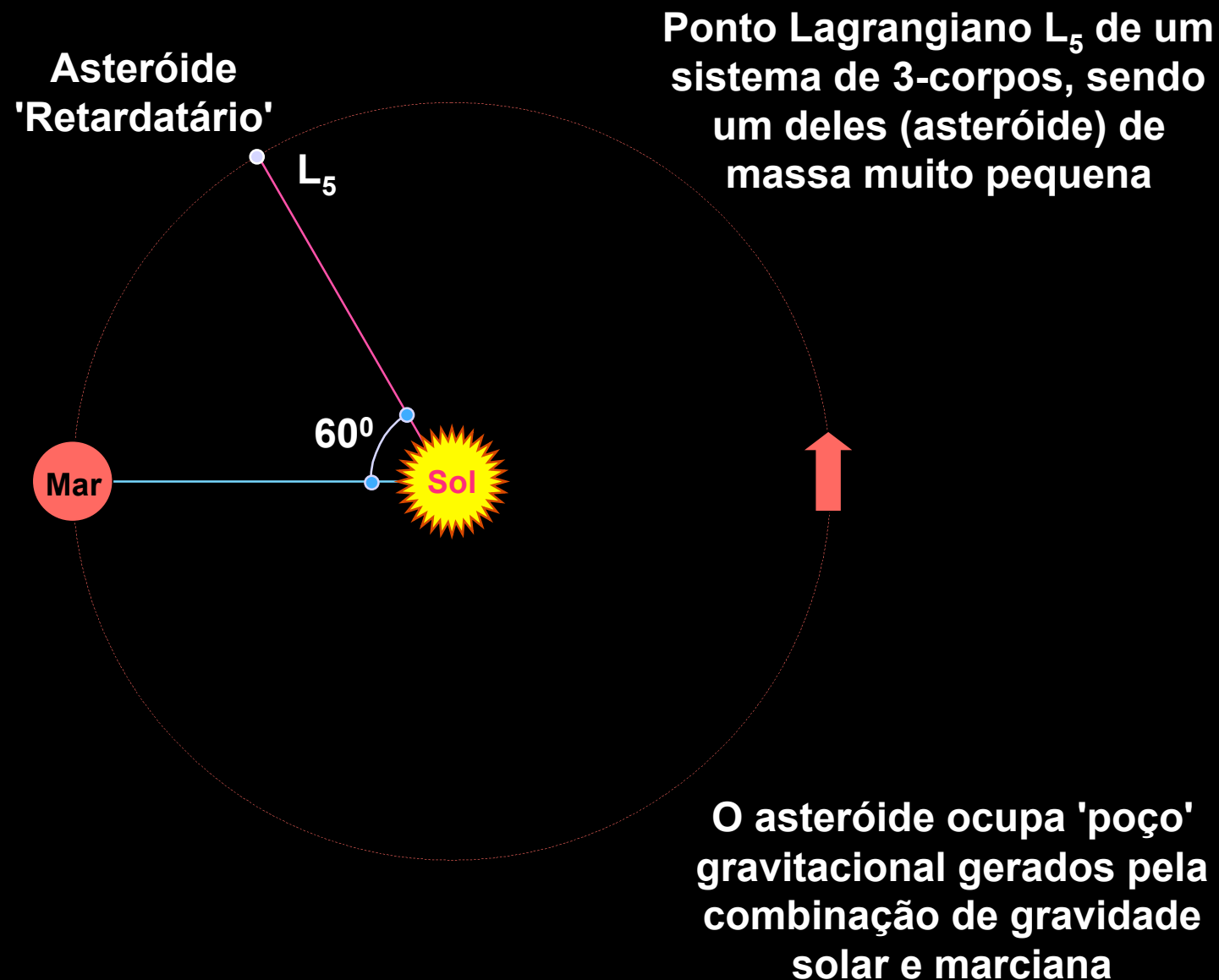


Pontos Lagrangianos L₄ e L₅
de um sistema de 3-corpos,
sendo um deles de massa
muito pequena

Troianos
'Vanguardeiros'

Os asteróides ocupam
'poços' gravitacionais
gerados pela combinação
de gravidade solar e
jupiteriana

Asteróide 1990 MB



Cinturão de Asteróides

Asteróides

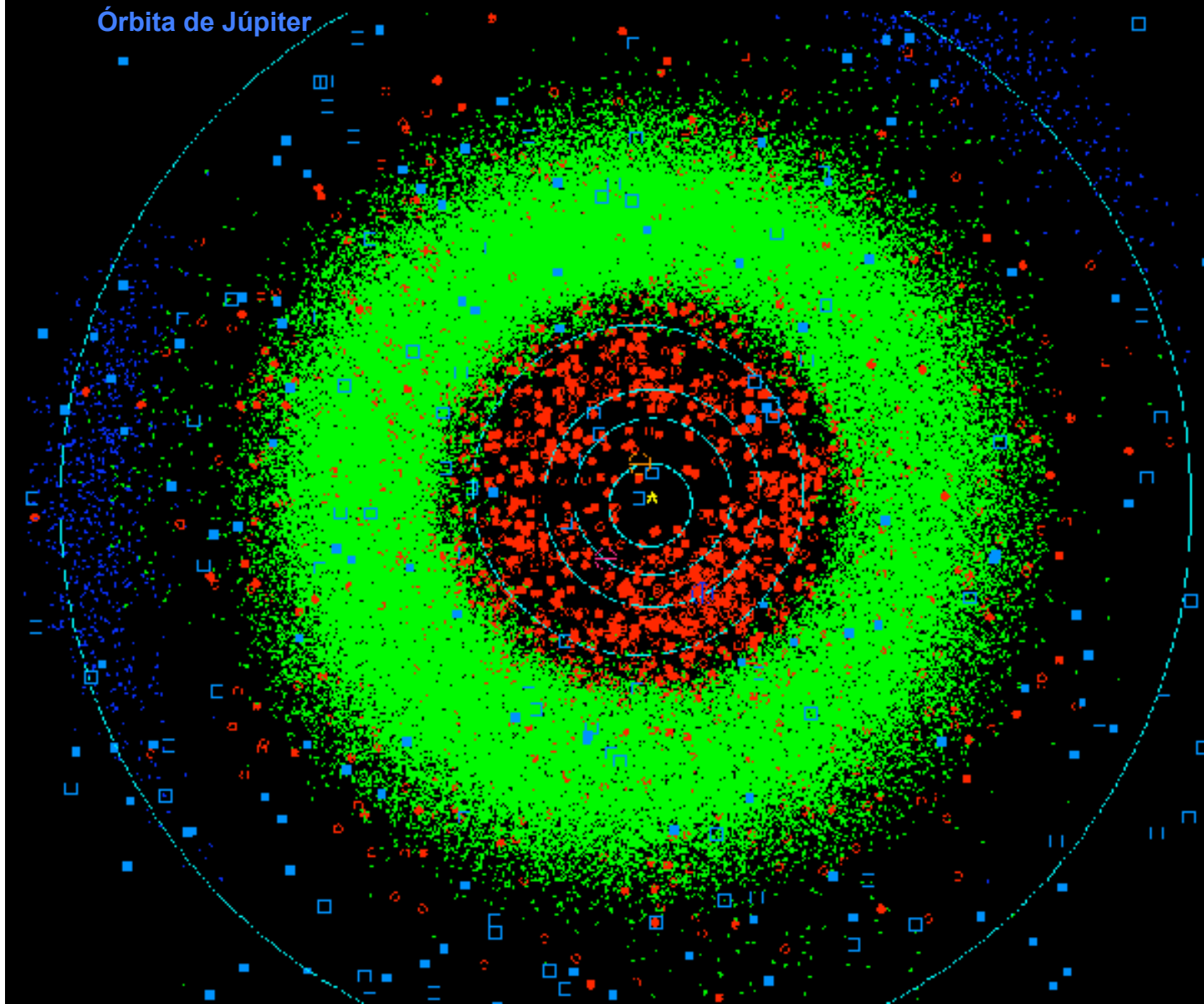
**Asteróides com
muita aproximação
($< 1,3$ UA)**

Asteróides trojanos

Cometas

Órbita de Júpiter

2002
jul
20



planetas Jovianos

Júpiter

Água
Gelo
Amônia
Hidrogênio
Metano

Atmosfera

Hidrogênio
Molecular
Líquido

Hidrogênio
Metálico
Líquido

Rocha

Gelo

Rocha

Hidrogênio
Molecular

Hidrogênio
Metálico



Saturno

**Estrutura
dos
Planetas
Jovianos**

Netuno

Rocha

Gelo

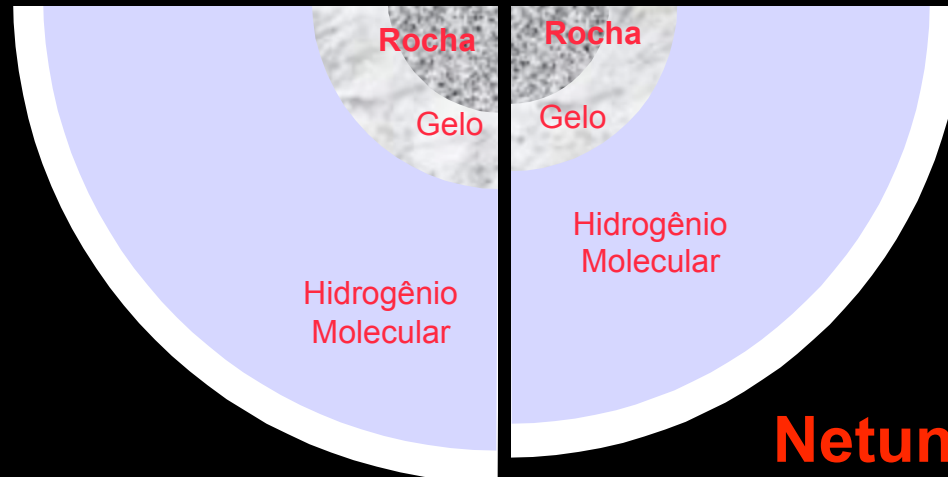
Hidrogênio
Molecular

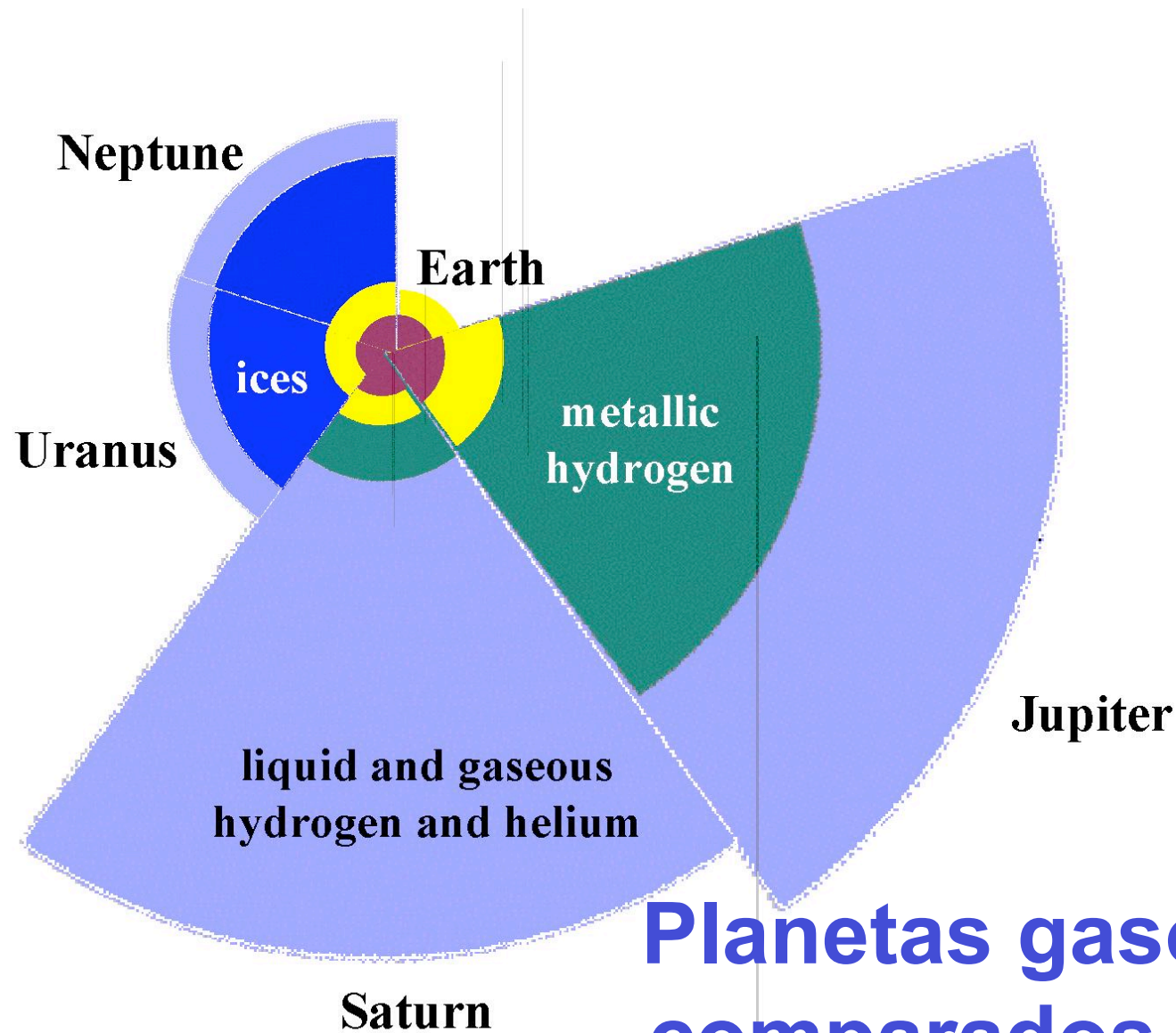
Hidrogênio
Molecular

Rocha

Gelo

Urano





**Planetas gasosos
comparados com
a Terra**

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Cinturão de Kuiper

Cometas

Meteoróides

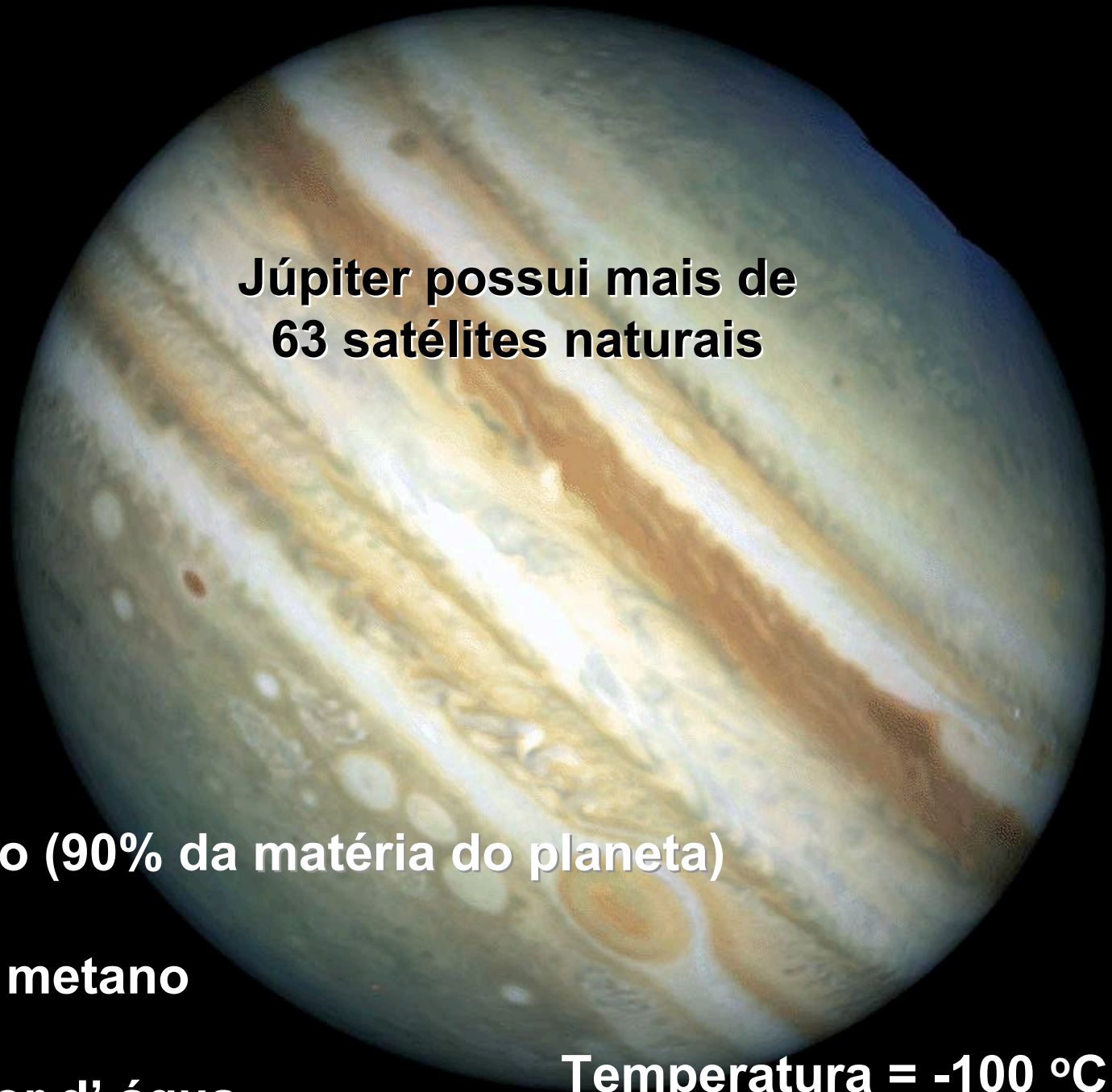
Júpiter

**Júpiter possui mais de
63 satélites naturais**

Composição:

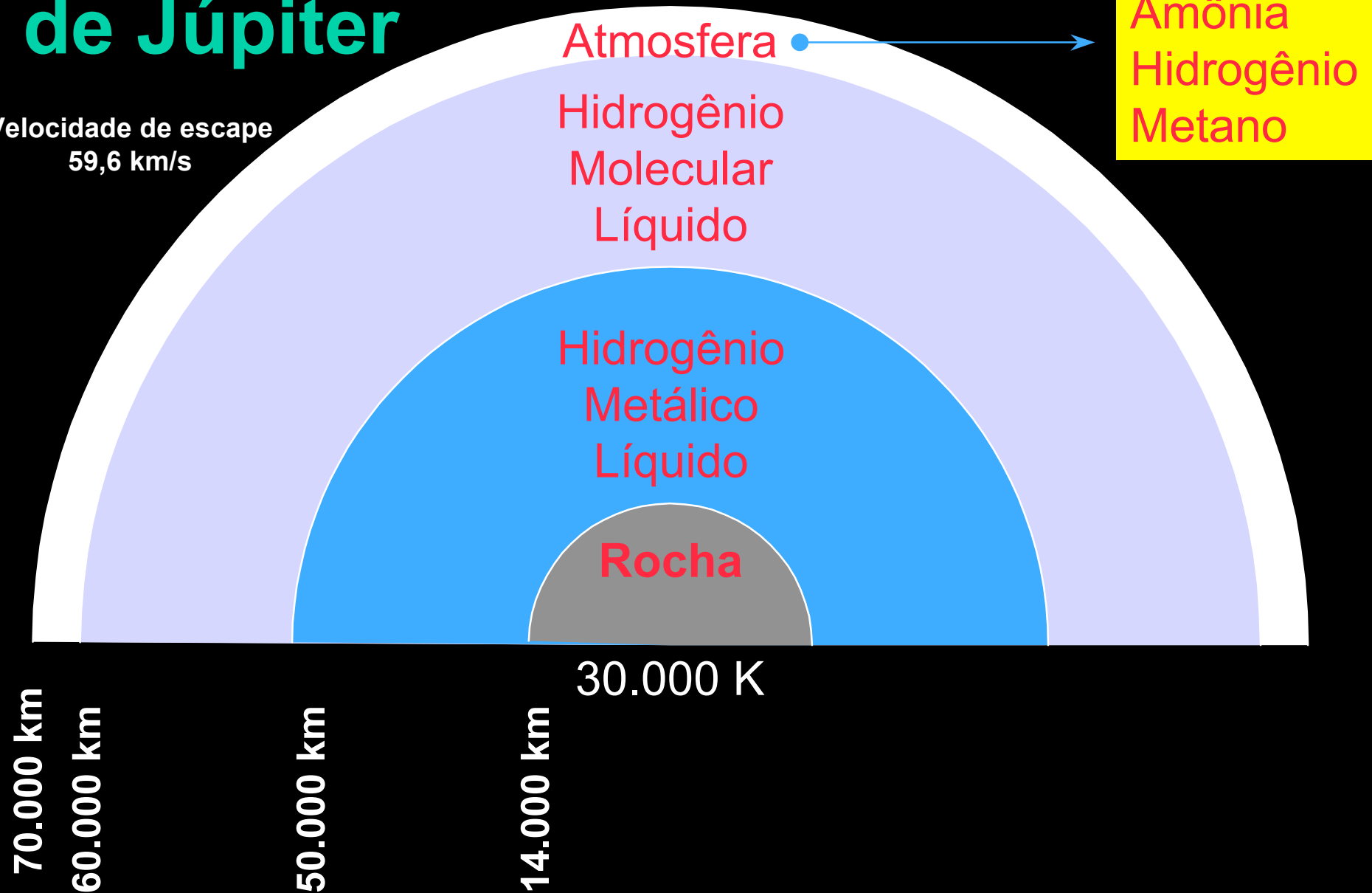
- gás hidrogênio (90% da matéria do planeta)
- hélio (10%)
- traços de gás metano
- gás amônia
- pouco de vapor d' água

Temperatura = -100 °C



Estrutura interna de Júpiter

Velocidade de escape
59,6 km/s

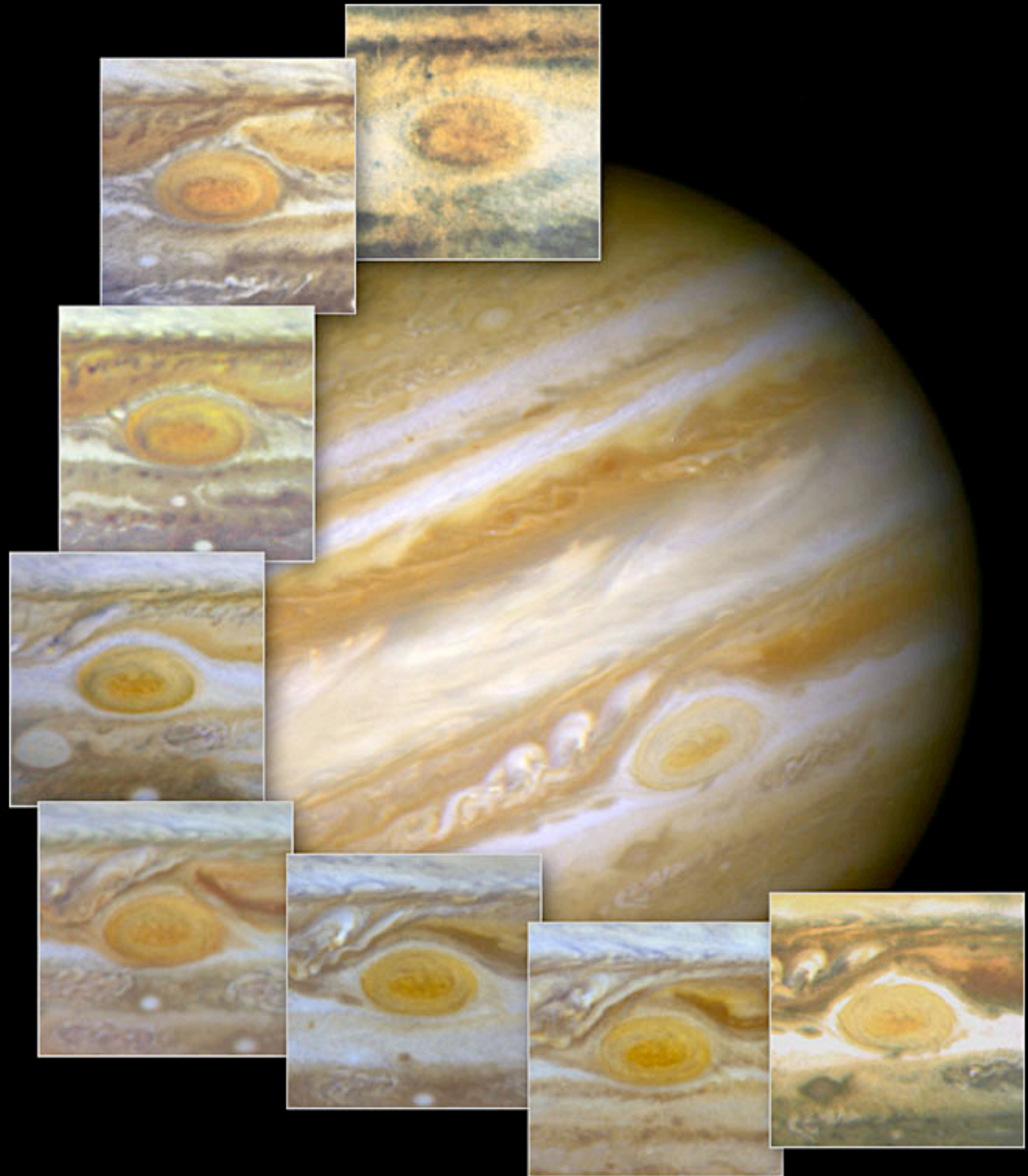


Júpiter e sua Mancha Vermelha

H.S. Schwabe

1831

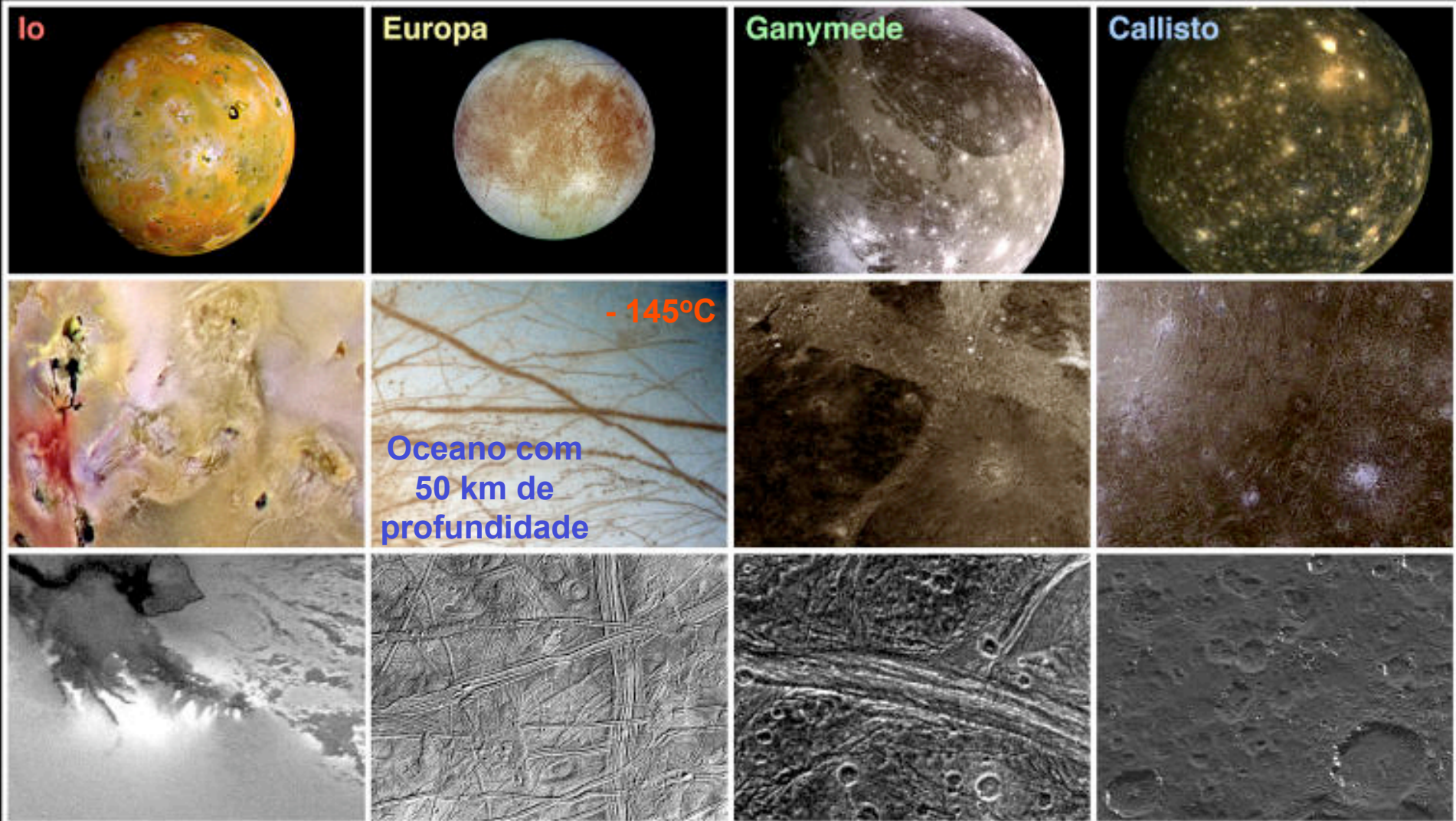
Fez o primeiro
desenho onde
aparece a
Mancha Vermelha



Satélites Galileanos



Satélites Galileanos



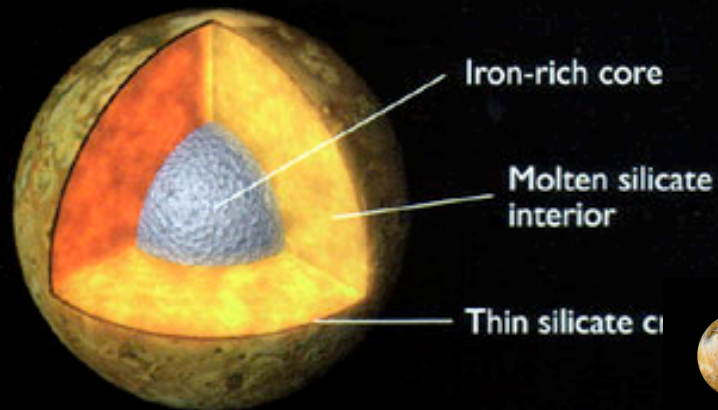
- Quarto a solidificar.
- Marés intensas.
- Atividade interna.
- Cratera de vulcões.

- Terceiro a solidificar.
- Sem crateras.
- Superfície gelada.
- Sup. < 100 M anos.
- Água no sub-solo.

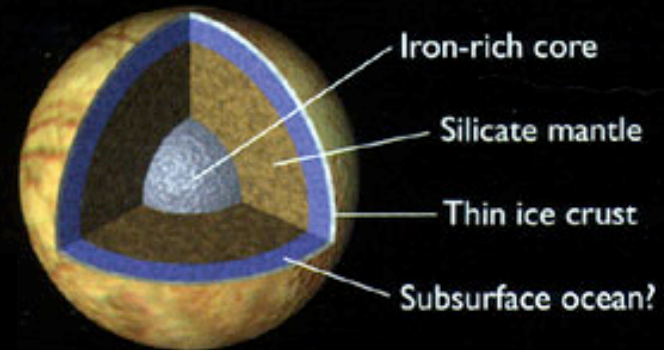
- Segundo a solidificar.
- Menos craterado.
- Movimento de placas.

- Primeiro a solidificar.
- Superfície antiga.
- Mais craterado.

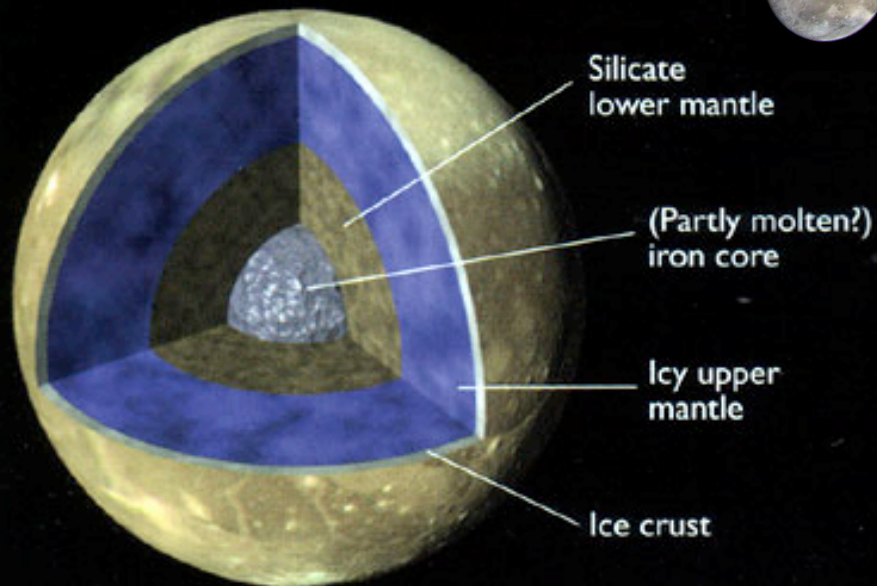
Estruturas dos satélites galileanos



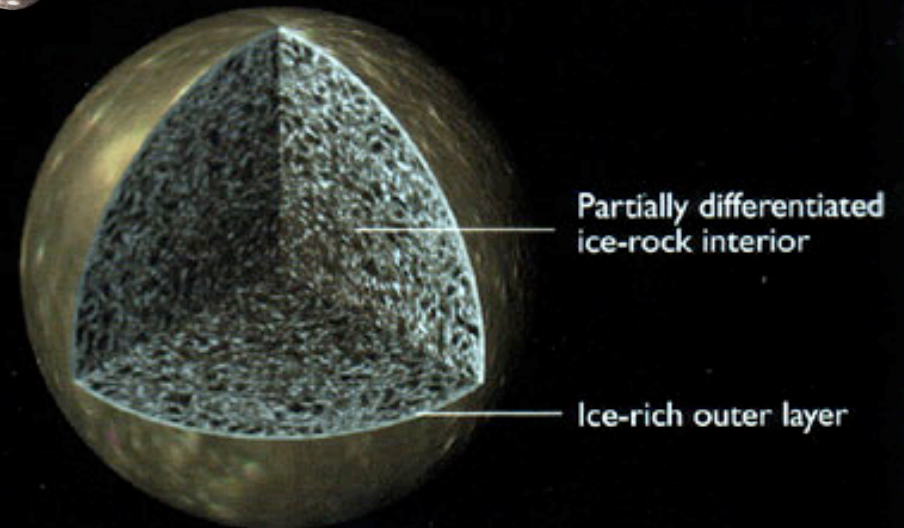
Io



Europa



Ganymede



Callisto

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos menores

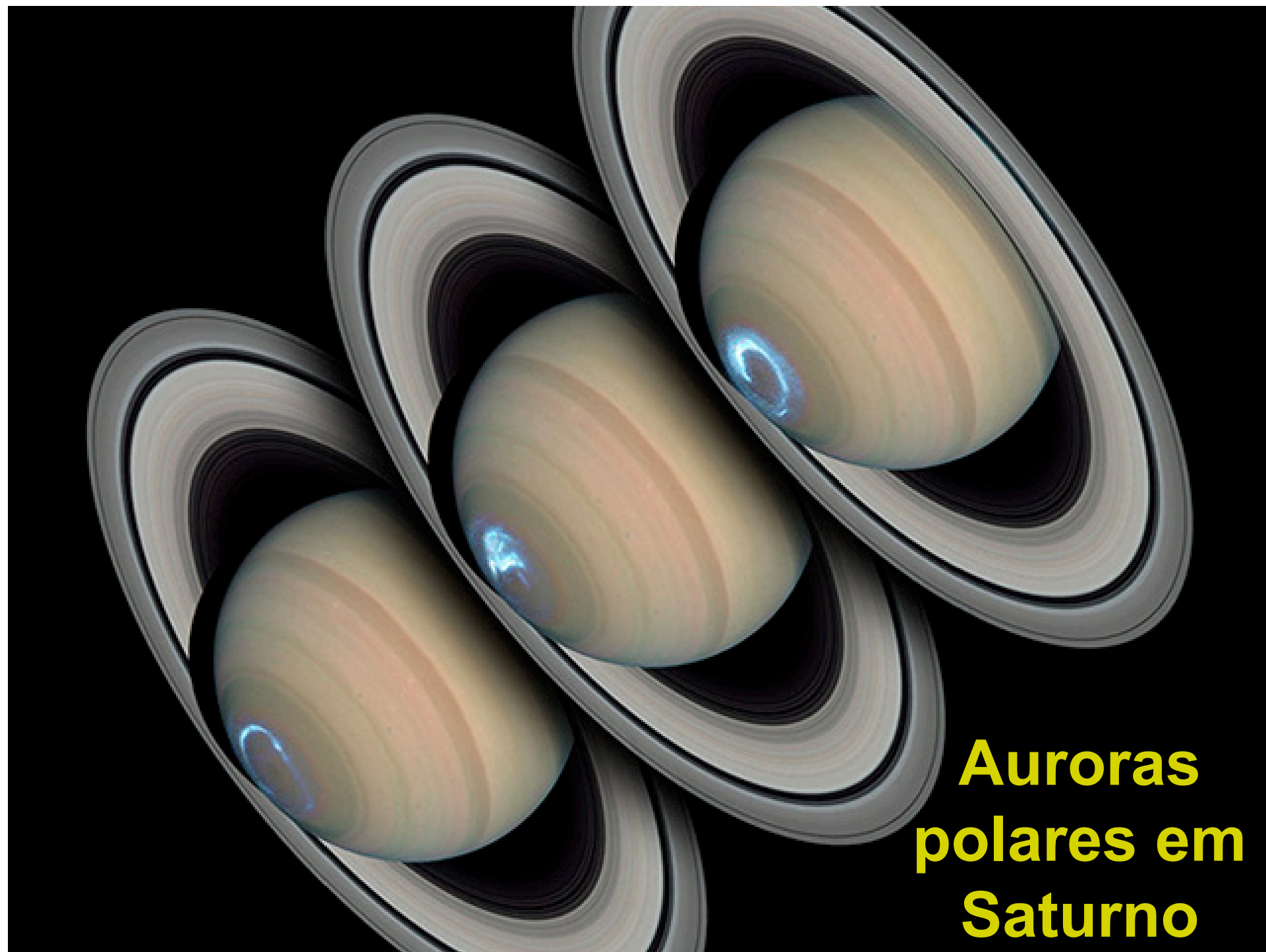
Saturno

Composição:

- gás hidrogênio (97% da matéria do planeta)
 - hélio (3%)
 - traços de gás metano
 - gás amônia
- pouco de vapor d' água

Temperatura = -140 °C

Saturno possui mais de 61 satélites naturais.



**Auroras
polares em
Saturno**

Visão dos anéis de Saturno



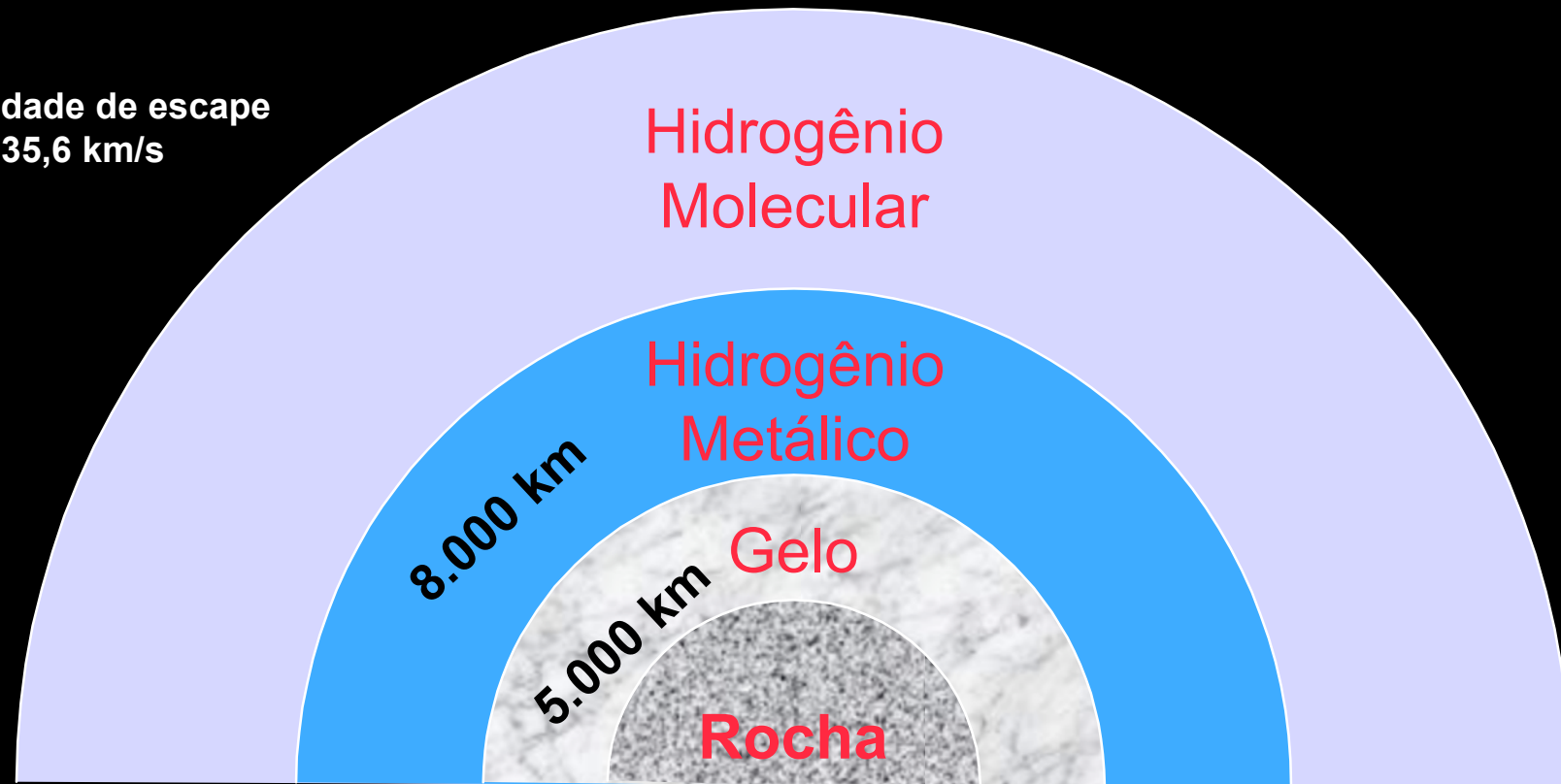
Hubble
Heritage

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC01-15

**Detalhes
dos
anéis de
Saturno**

Estrutura interna de Saturno

Velocidade de escape
35,6 km/s



60.000 km

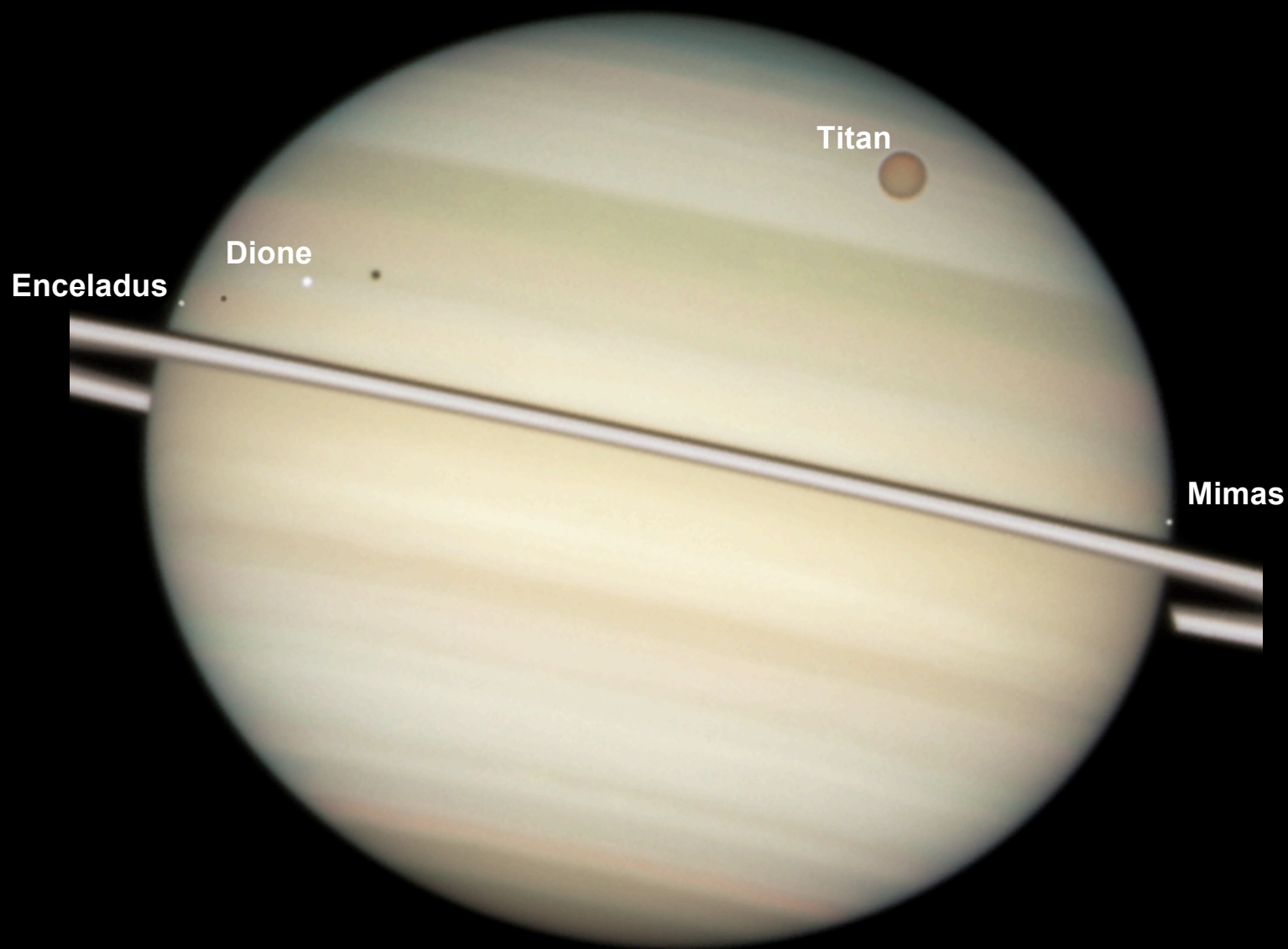
23.000 km

15.000 km

10.000 km

Saturno e suas luas

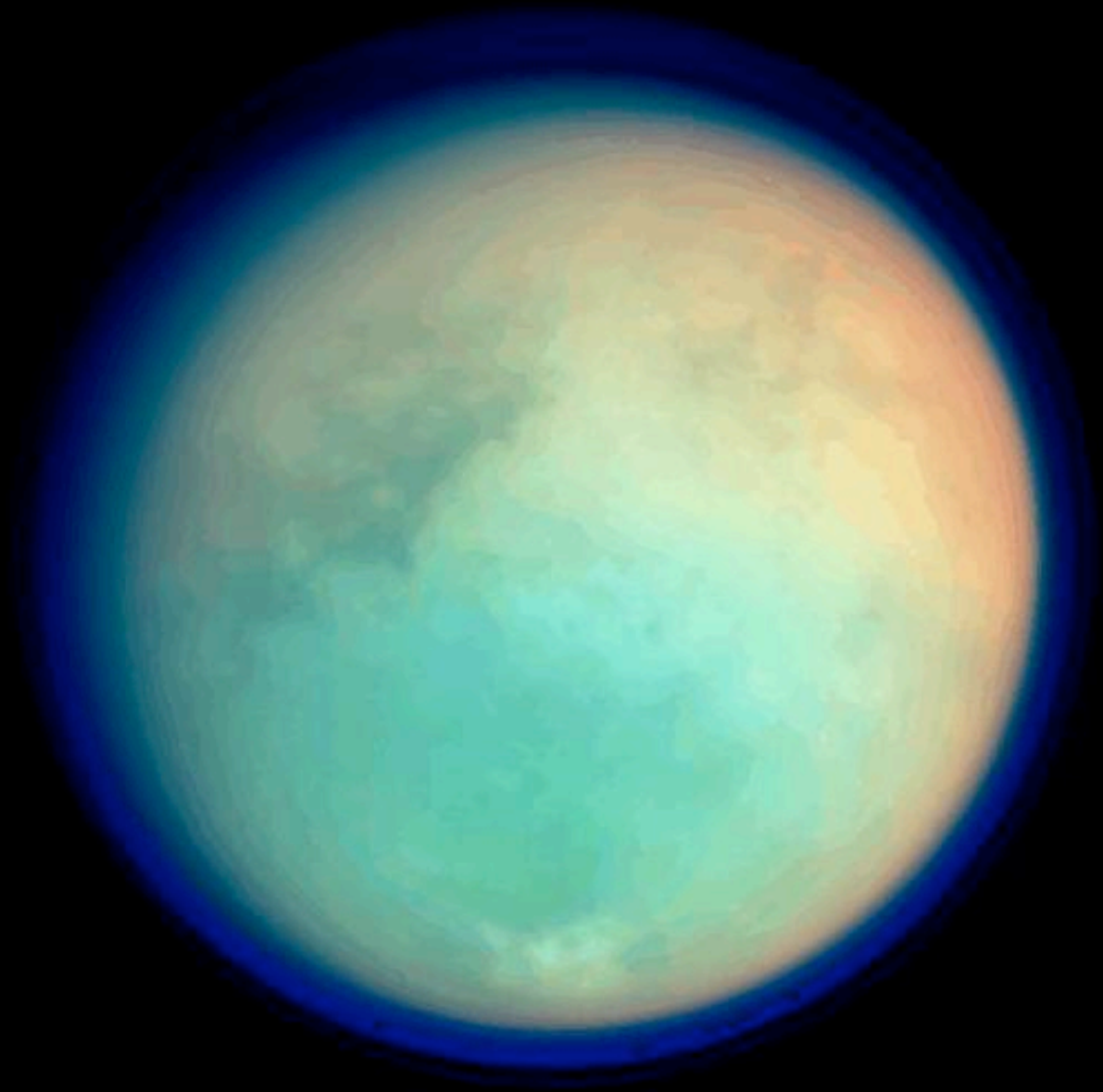




Trânsito de alguns satélites de Saturno

Titã: maior satélite do S.S.

Imagem em cor falsa
feita pela sonda Cassini



Hyperion visto da Cassini



Cores falsas

Satélite de Saturno

Iapetus

Foto: Sonda Cassini
a 75.000 km do satélite

Matéria bem escura

450 km

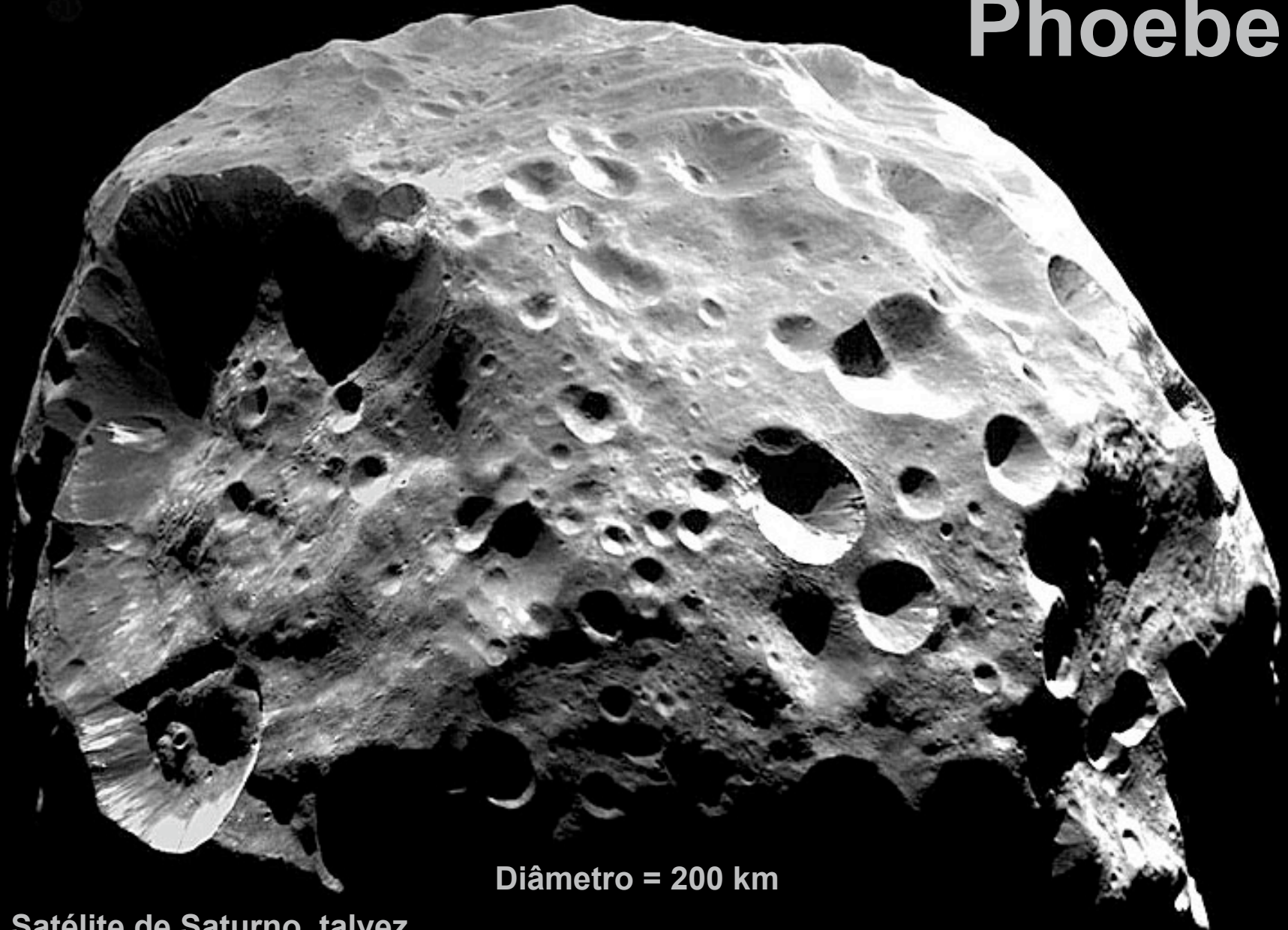
Talvez a mais velha cratera do satélite

- Satélite de Saturno
- Bastante escuro
- Deve conter Carbono

Mimas



Phoebe



Diâmetro = 200 km

Satélite de Saturno, talvez
capturado do Cinturão de Kuiper

Foto: Cassini

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

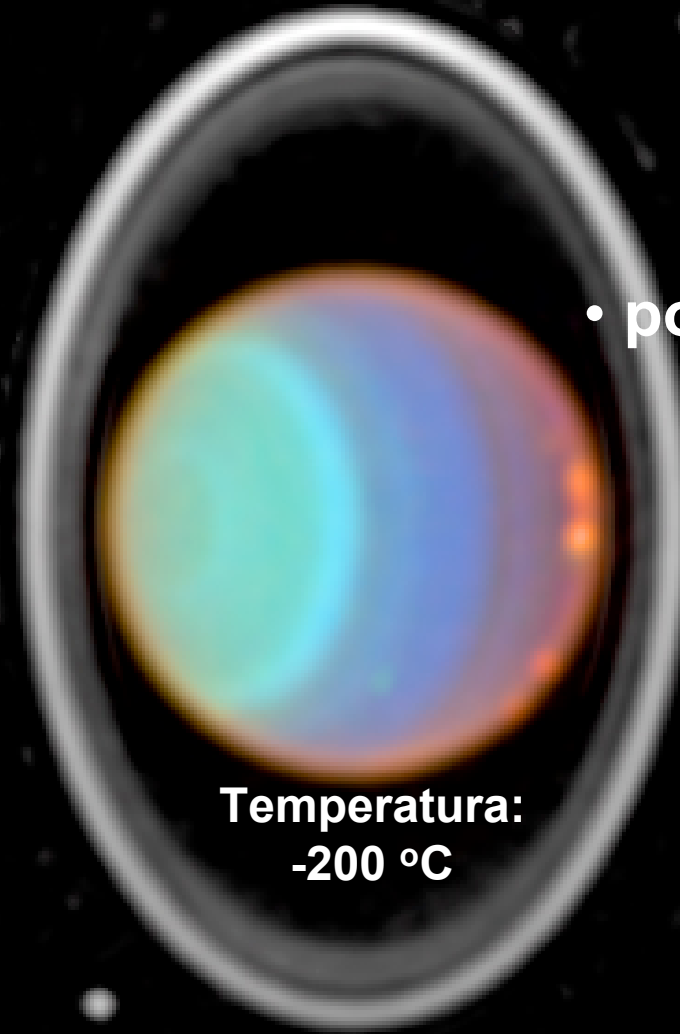
Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos menores

Urano



Temperatura:
-200 °C

Composição:

- gás hidrogênio (83% da matéria do planeta)
- hélio (15%)
- gás metano (2%)
- gás amônia
- pouco de vapor d' água

$D = 3,69 D_{\text{Terra}}$
 $M = 14,6 M_{\text{Terra}}$

Urano possui mais de
27 satélites naturais.

Estrutura interna de Urano

Velocidade de escape
22,5 km/s

Hidrogênio
Molecular

Gelo

Rocha

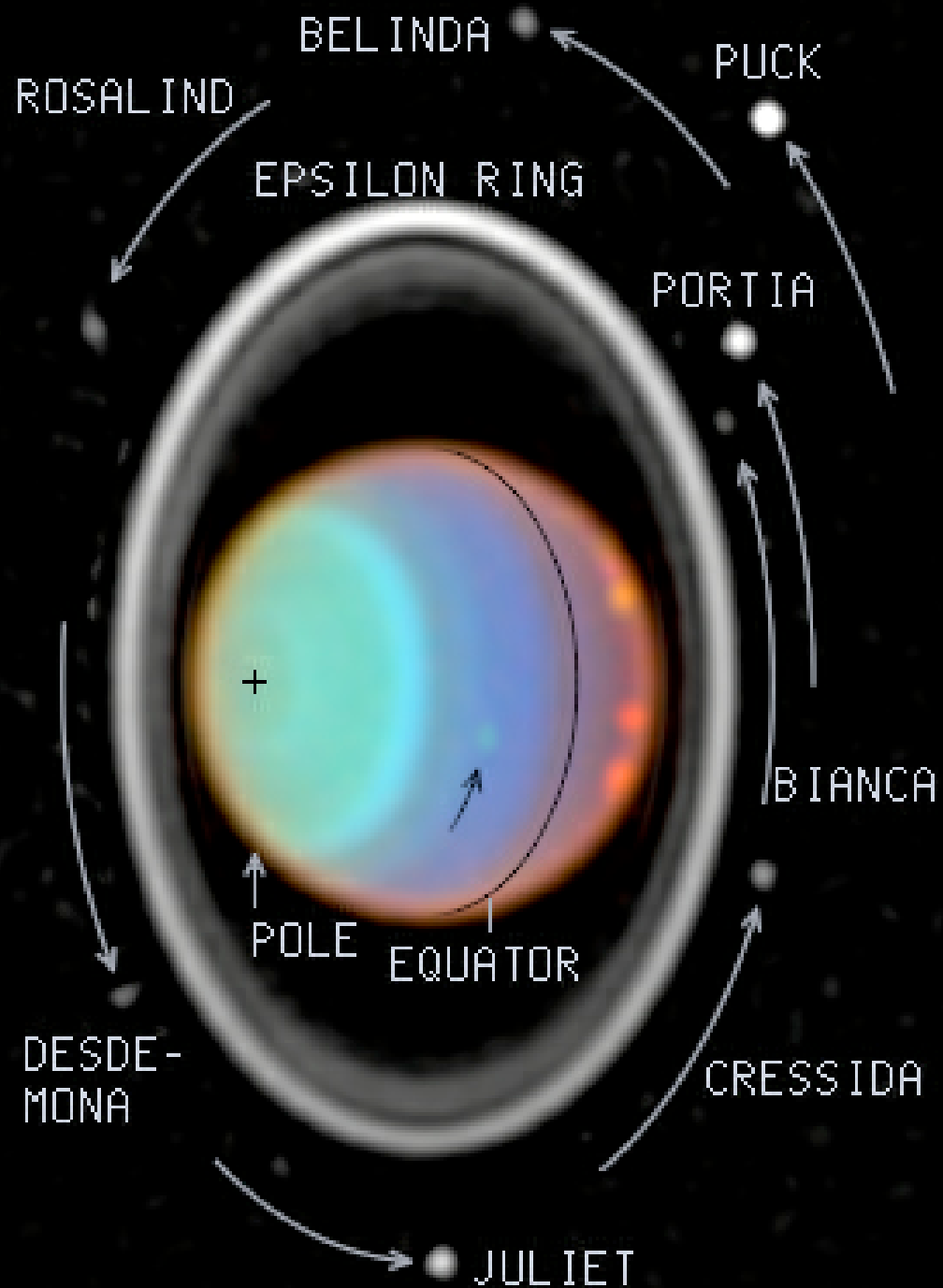
26.000 km

16.000 km

8.000 km



Urano e alguns de seus satélites



Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Planetas anões

Corpos menores

Netuno

Composição:

- gás hidrogênio (74% da matéria do planeta)
- hélio (25%)
- gás metano (1%)
- gás amônia
- pouco de vapor d' água

Netuno possui mais de
13 satélites naturais.

$D = 3,5 D_{\text{Terra}}$
 $M = 17,2 M_{\text{Terra}}$

Temperatura:
-200 °C

Fotografado 2 horas
antes da máxima
aproximação da
Voyager 2 de
Netuno.

Atmosfera rica em
hidrogênio e hélio.

A cor azul vêm do
metano.

Nuvens de Netuno



Estrutura interna de Netuno

Velocidade de escape
24,6 km/s

Hidrogênio
Molecular

Gelo

Rocha

25.000 km

16.000 km

8.000 km



Tritão: Satélite de Netuno



Tempertura
superficial: -236°C

Tem tênue
atmosfera de N

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

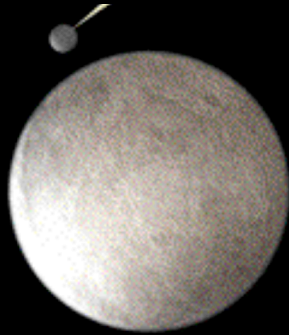
Netuno

Planetas anões

Corpos menores

Alguns planetas anões conhecidos

Disnomia

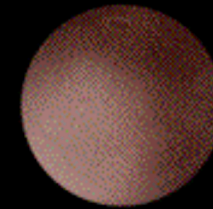


Eris

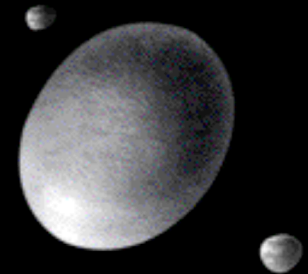
Caronte



Plutão



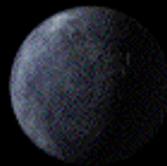
Makemake



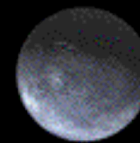
Haumea



Sedna



Orcus

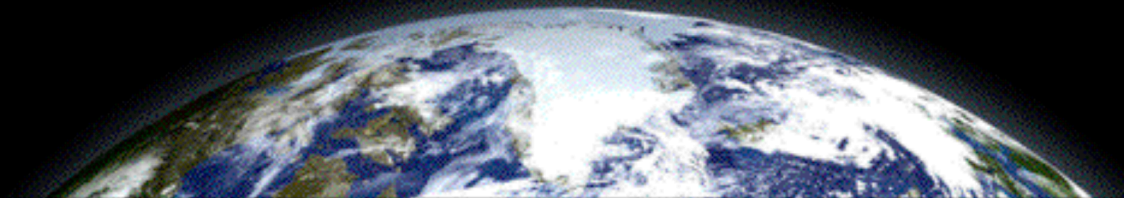


Quaoar



Varuna

candidatos

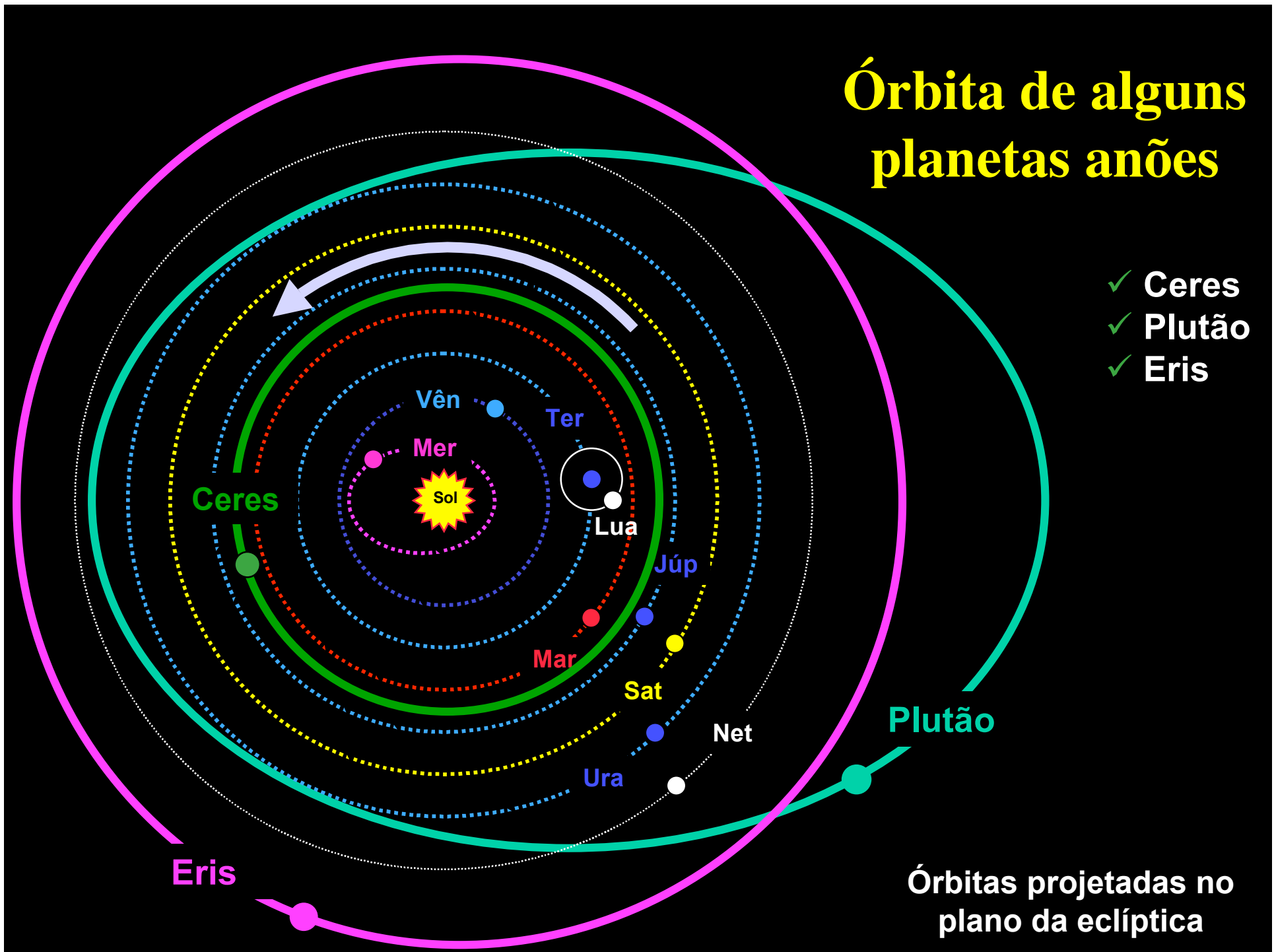


Planetas Anões

Com exceção de **Ceres**, que está no cinturão de asteróides, todos os demais planetas anões conhecidos estão localizados além da órbita de Netuno

Órbita de alguns planetas anões

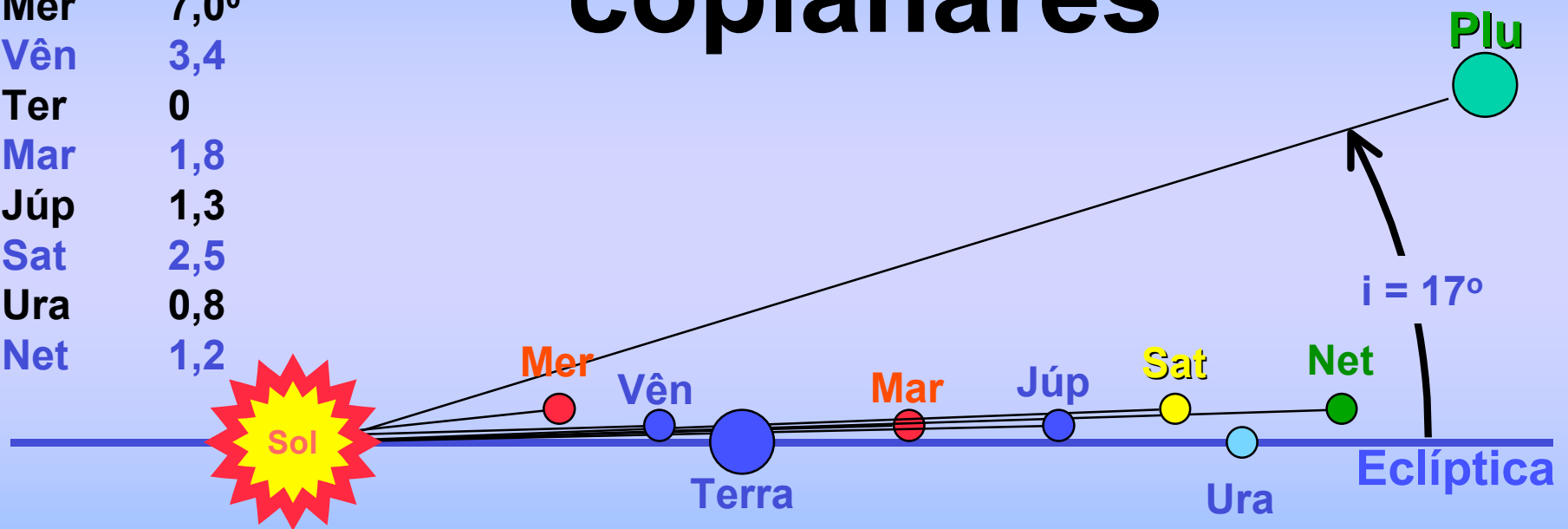
- ✓ Ceres
- ✓ Plutão
- ✓ Eris



**Inclinações
aproximadas
dos planos
orbitais dos
planetas**

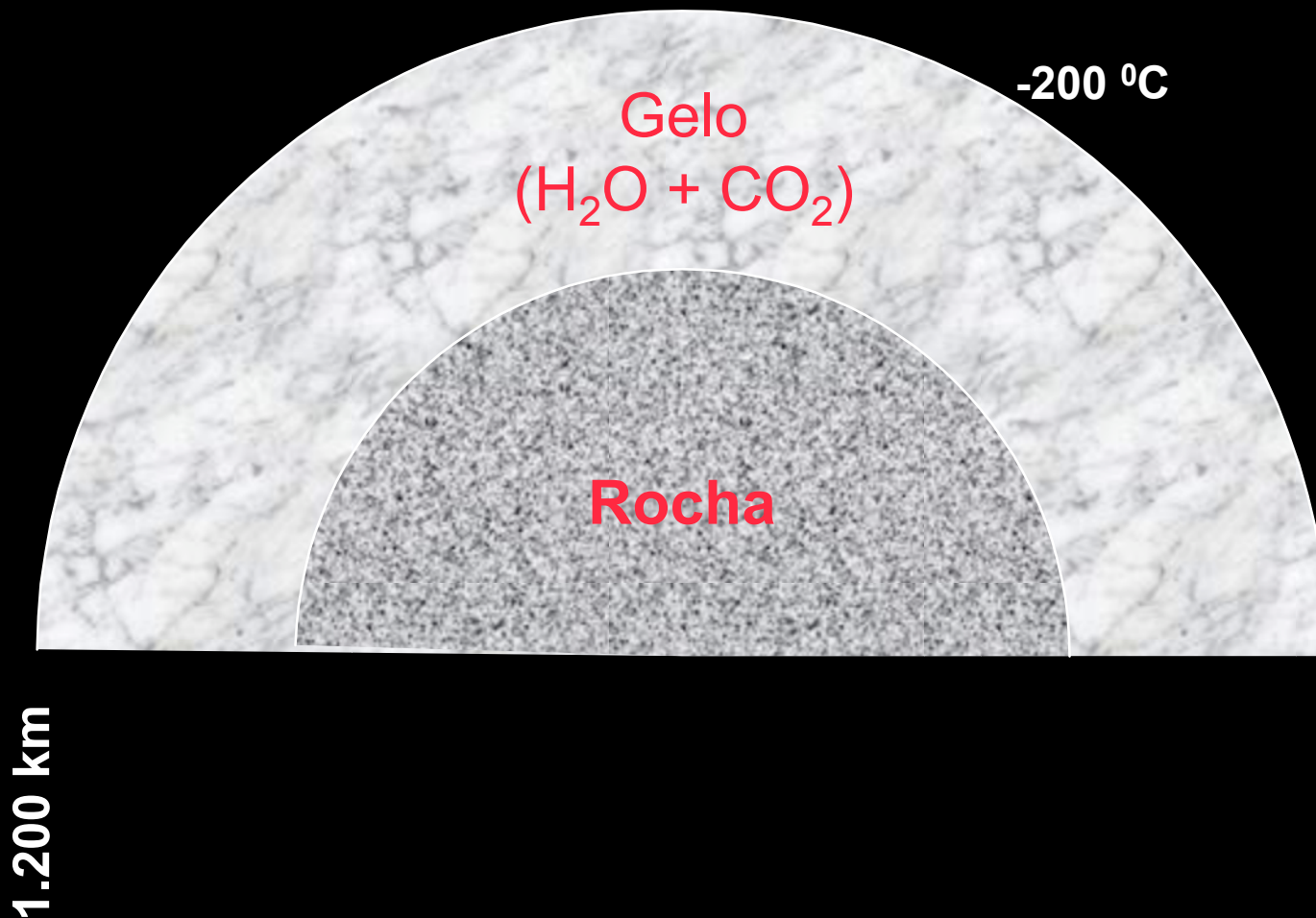
Mer	7,0°
Vên	3,4
Ter	0
Mar	1,8
Júp	1,3
Sat	2,5
Ura	0,8
Net	1,2

Órbitas não coplanares



Estrutura interna de Plutão

Velocidade de escape
7,7 km/s

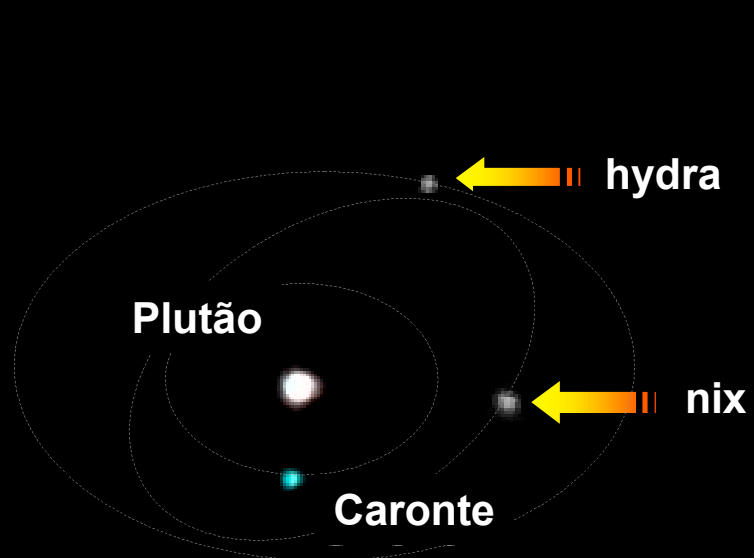


Plutão e Caronte

Sistema visto pelo
telescópio Hubble



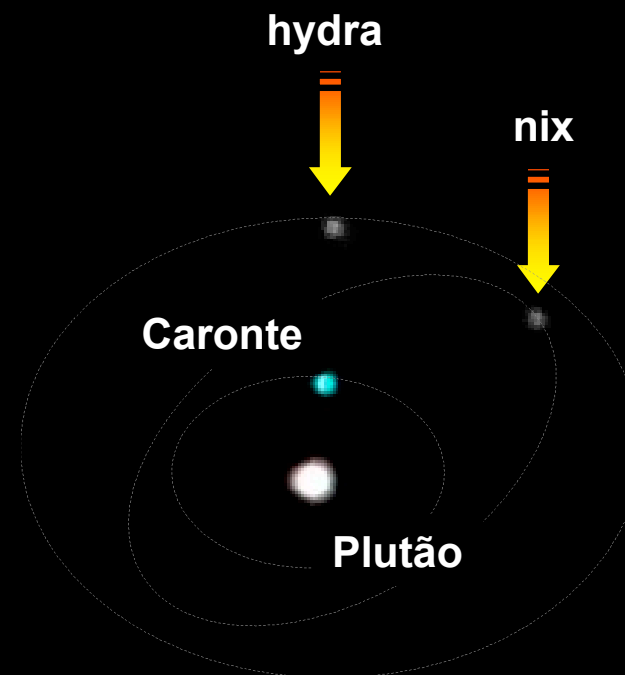
As três luas de Plutão



2005 mai 15

Plutão

Caronte

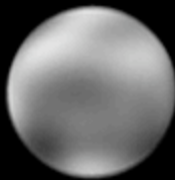


2005 mai 18

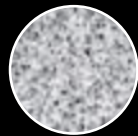
Diâmetros comparados dos Planetas Anões



Eris
3.000 (?)
km



Plutão
2250
km



Ceres
1000
km



Lua
3380
km



Terra
12870
km

Planetas anões

Membros do Sistema Solar

Sol

Mercúrio

Vênus

Terra

Lua

Marte

Cinturão de Asteróides

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

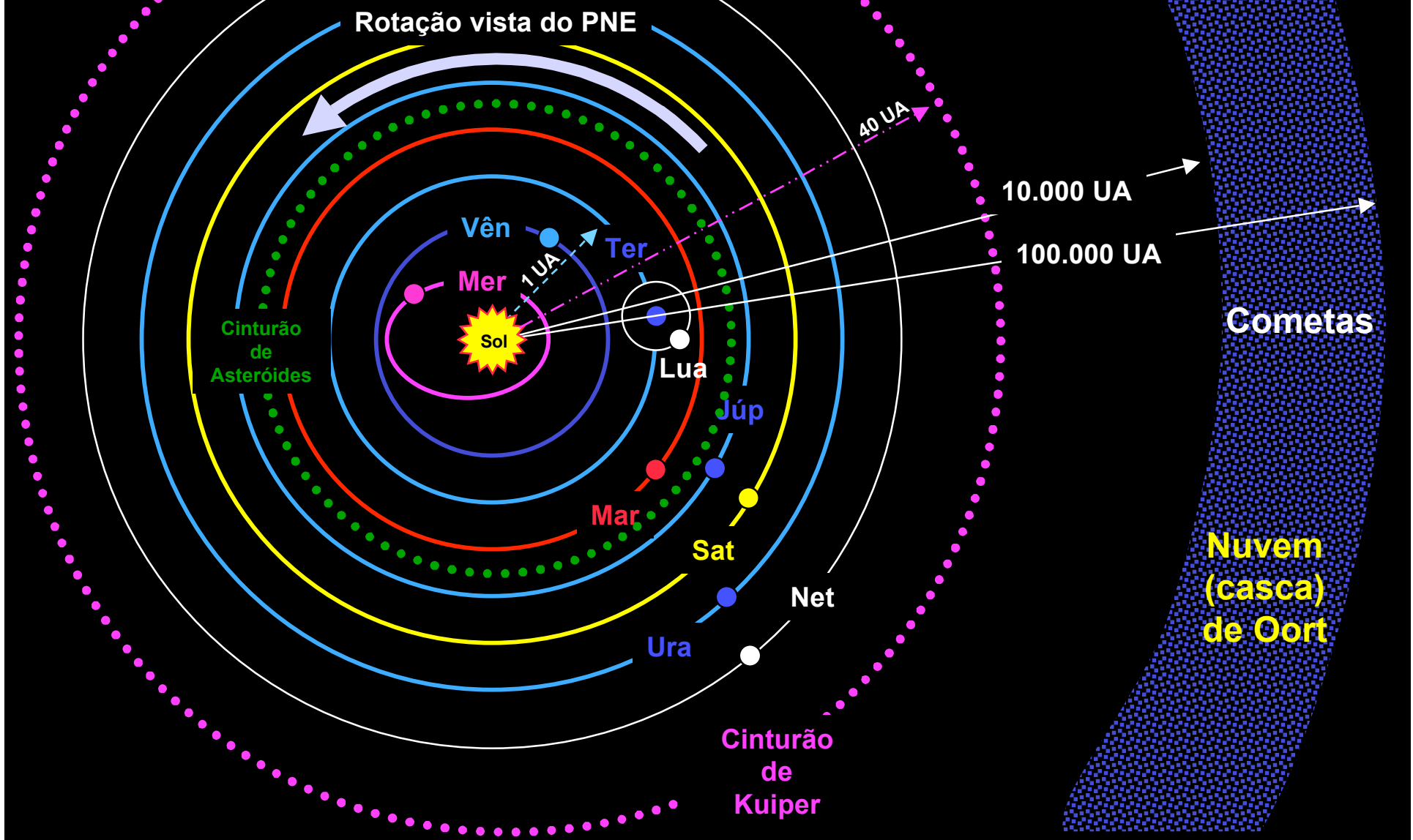
Planetas anões

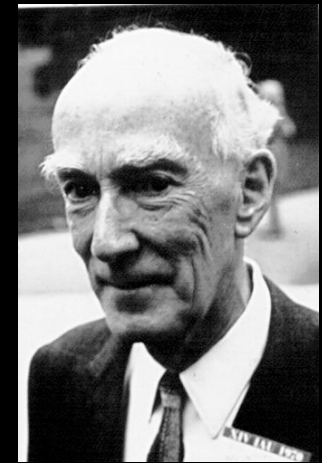
Corpos menores

Corpos menores do Sistema Solar

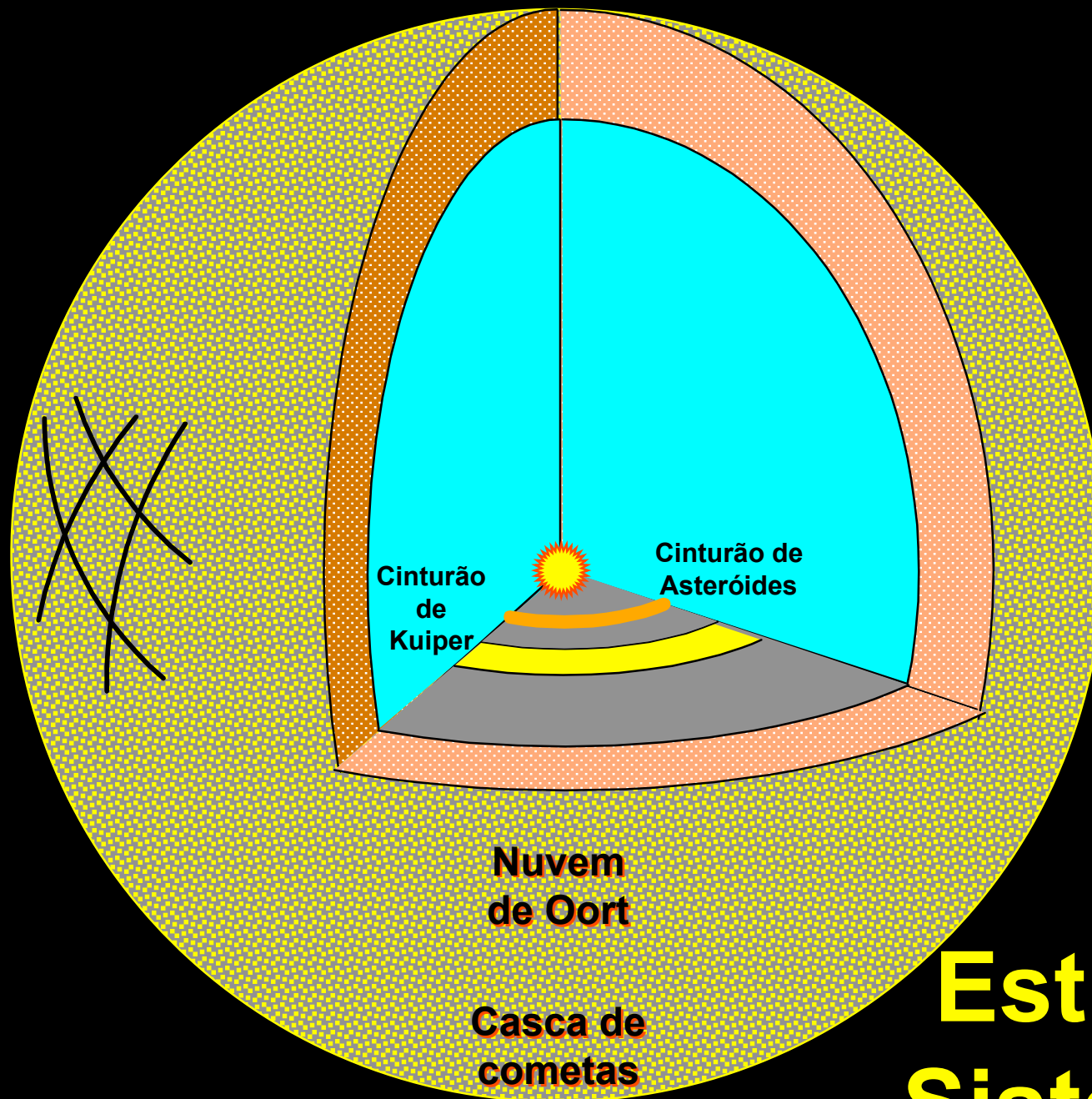
- Asteróides
- Objetos transnetunianos
- Cinturão de kuiper (cometas)
- Nuvem de Oort (cometas)
- Meteoróides
- Poeira

Cinturão de Kuiper e Nuvem de Oort





Oort



Estrutura do Sistema Solar

Visão de um cometa



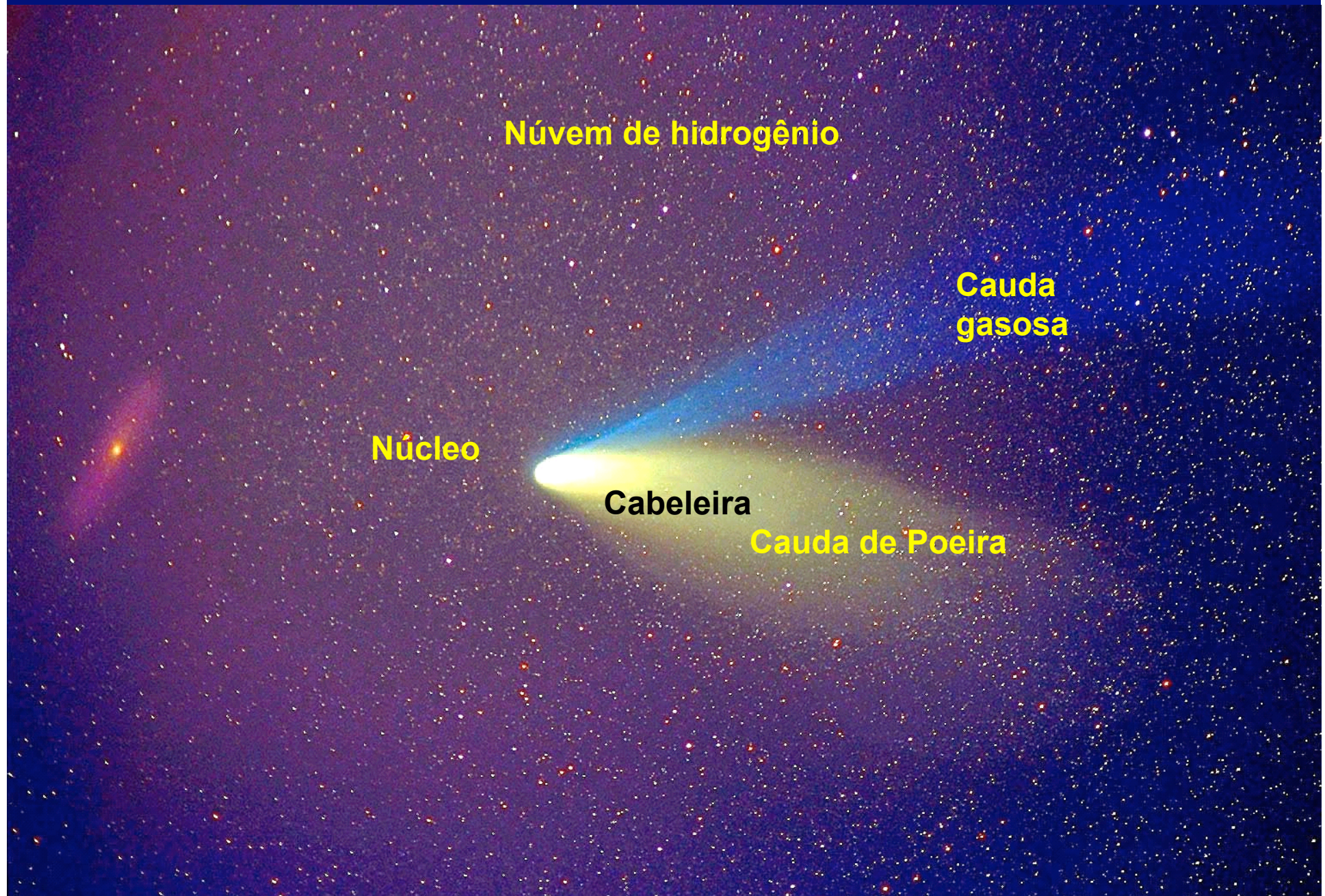
Cometa



Cauda de gás e de poeira

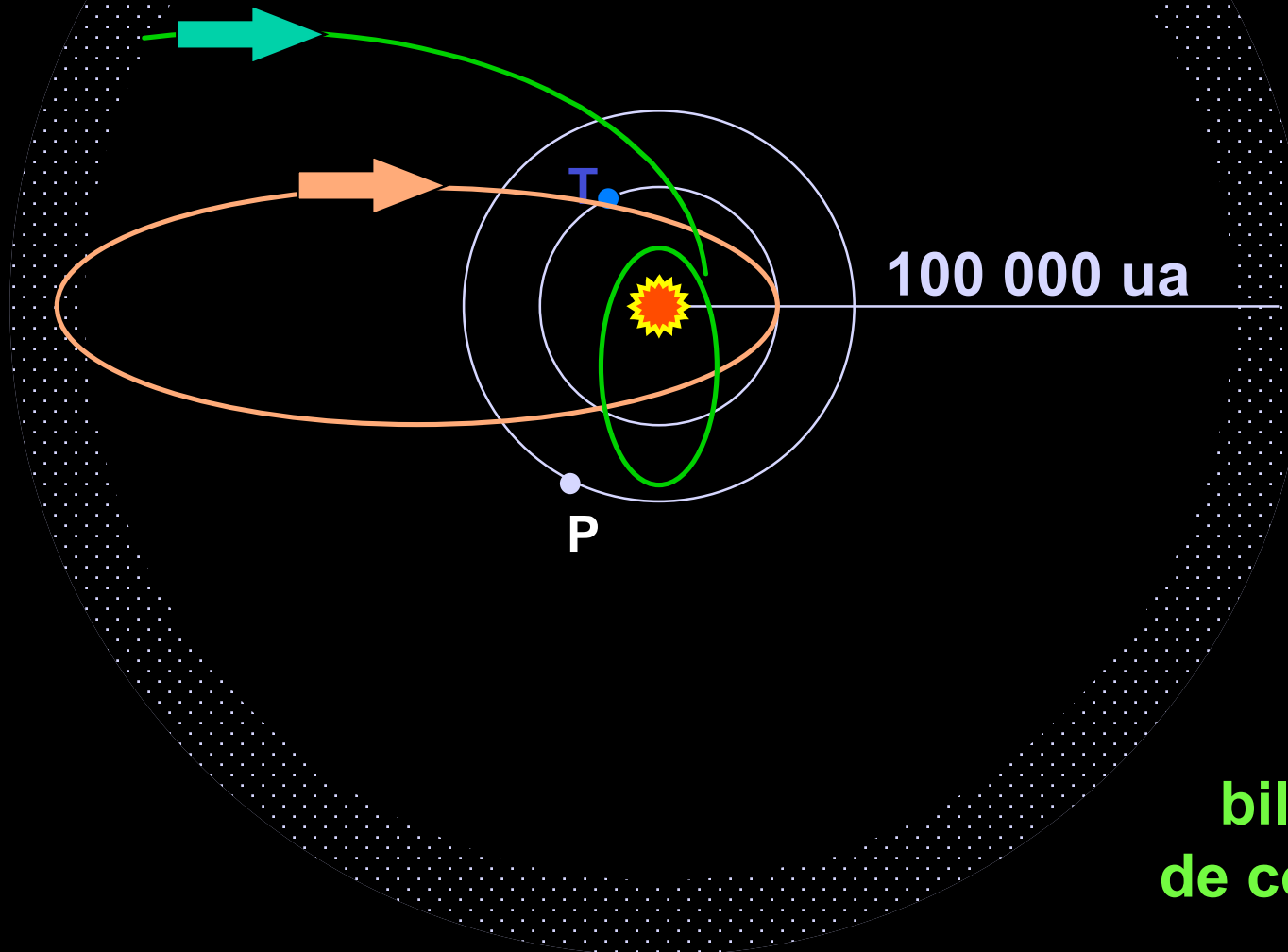


Estrutura de um cometa

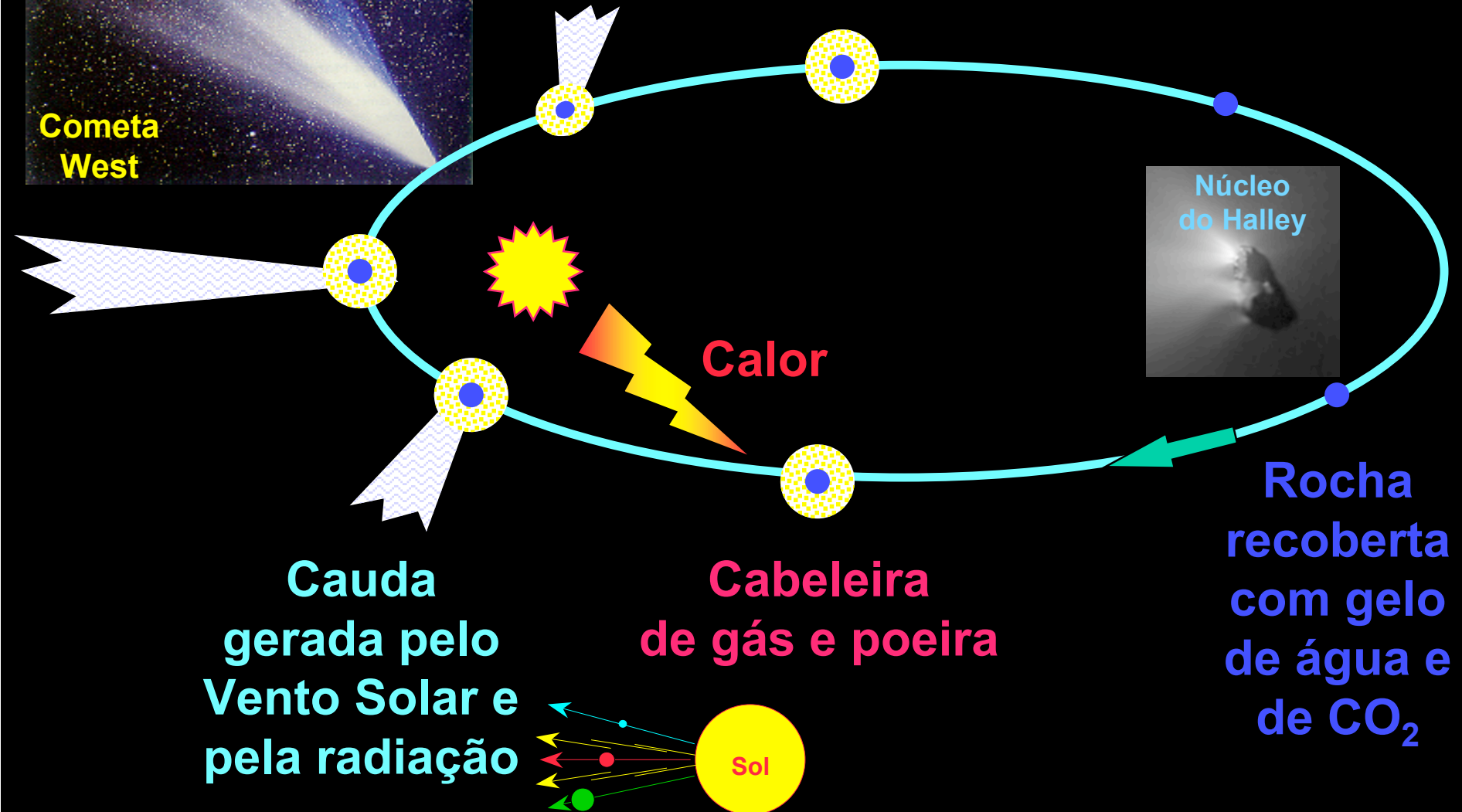


Origem dos Cometas

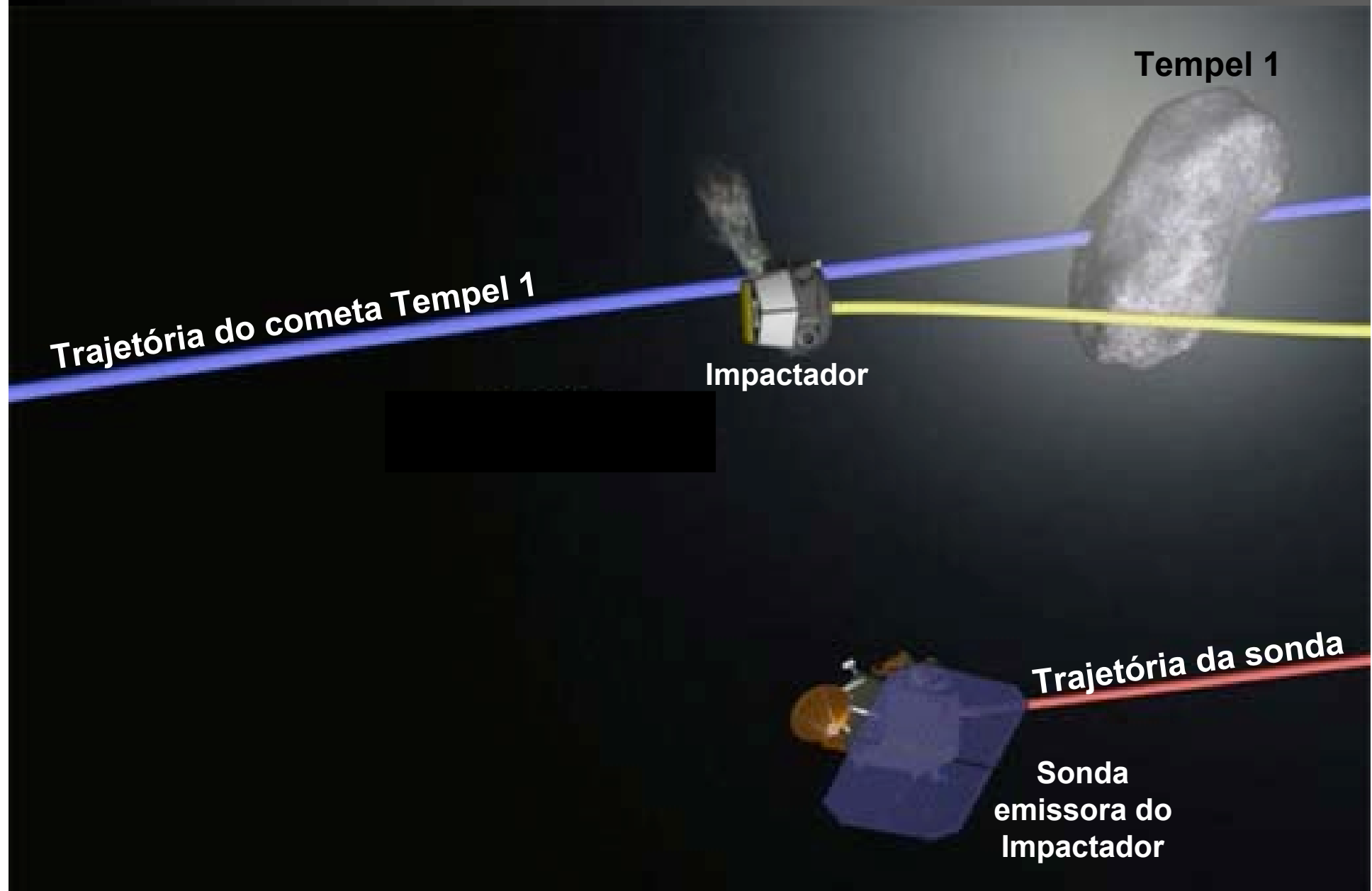
Distância
entre Sol e Terra:
1 Unidade Astronômica



Estrutura de um cometa

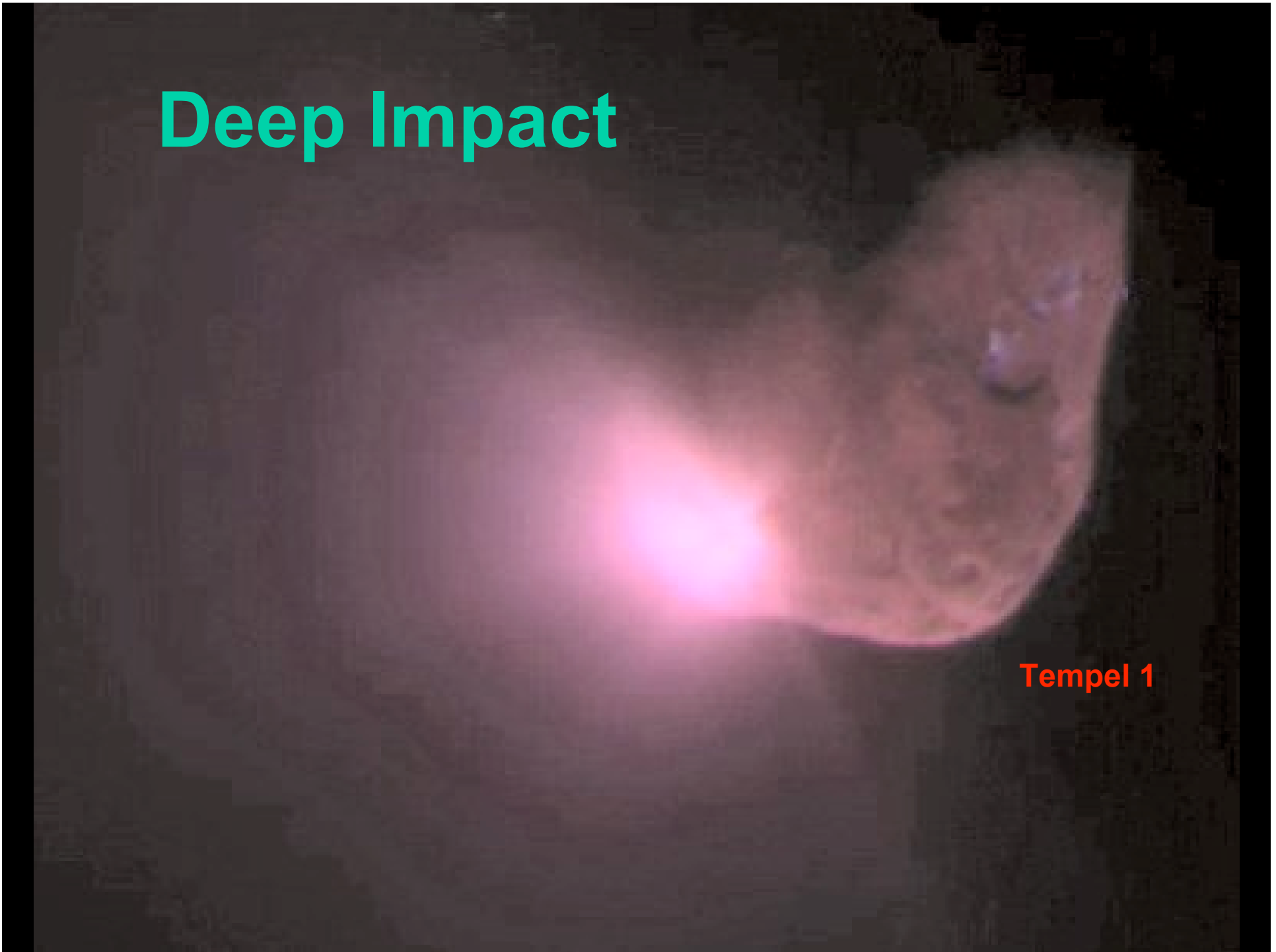


Deep Impact Mission (2005)



Deep Impact

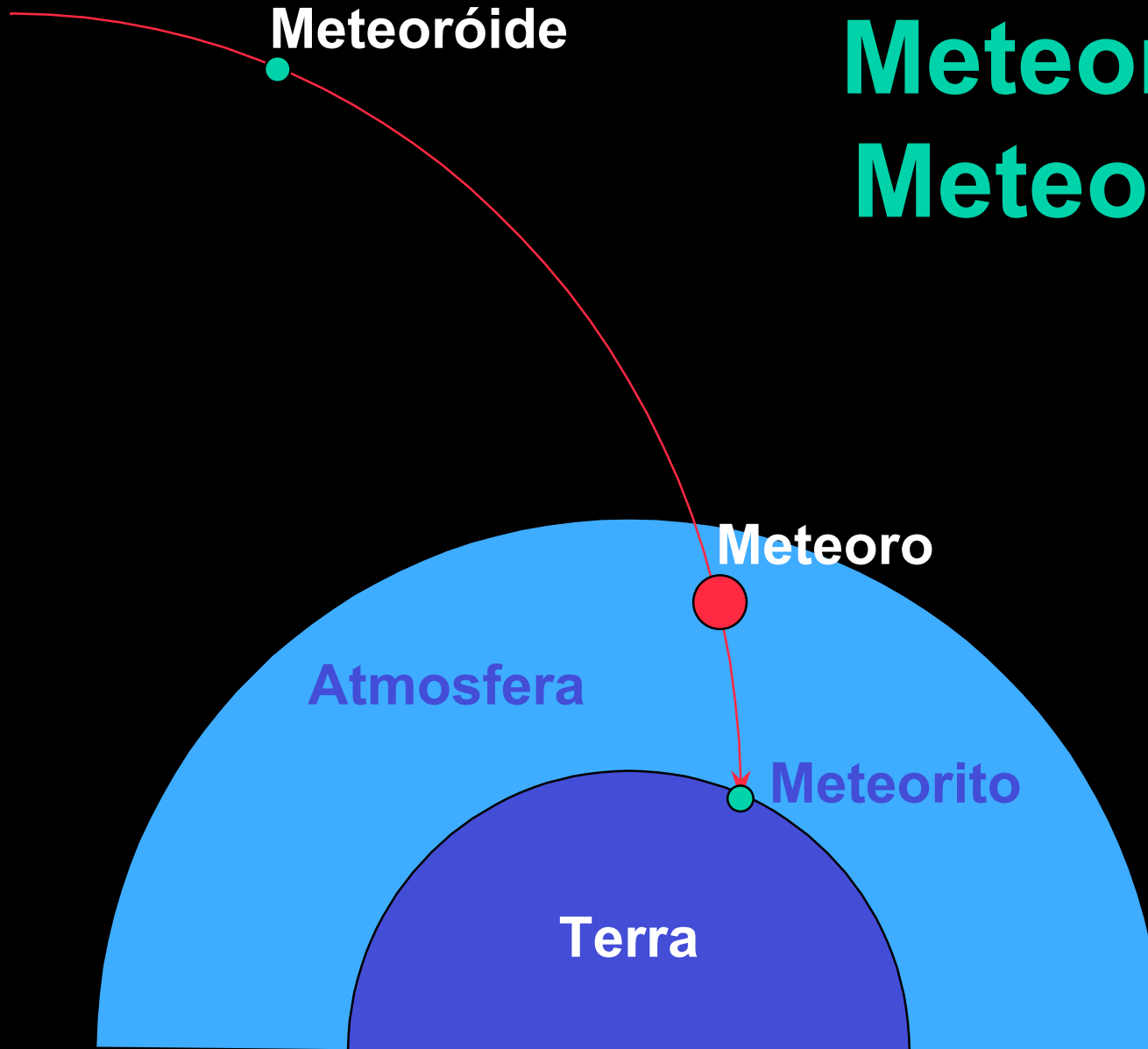
Tempel 1





Meteoros

Meteoróides, Meteoros e Meteoritos



Bola de fogo



Meteorito de Bendegó



Cratera de Meteorito no Arizona

Diâmetro inicial
do meteorito:
50 m

Impacto há
50.000 anos

200 m

1,2 km

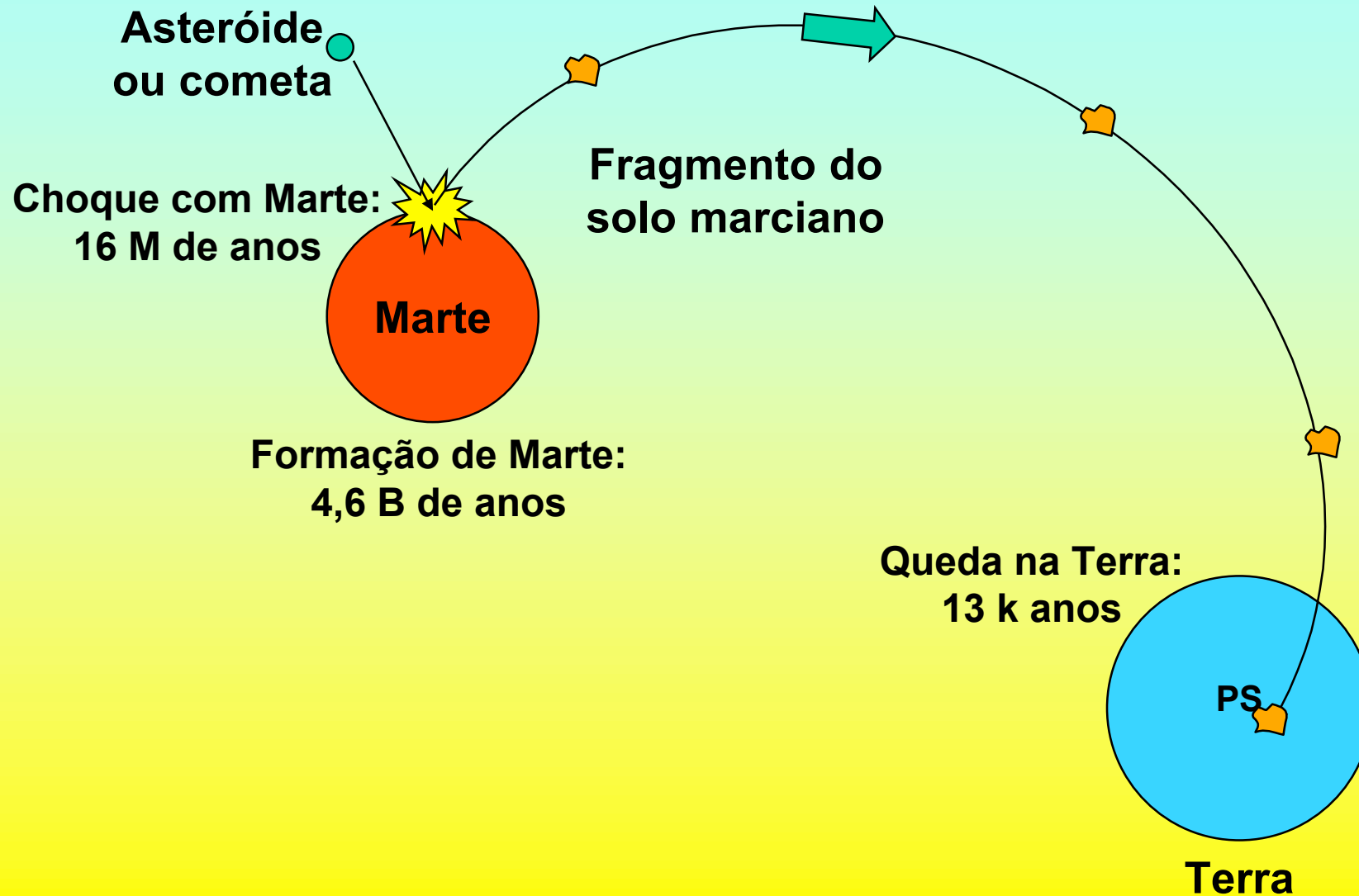
David J. Roddy, United States Geological Survey



Meteoritos de origem Marciana



Meteorito vindo de Marte



Poeira interplanetária



Luz solar
refletida na
poeira
interplanetária

©Yuri Beletsky

Observatório Paranal
Chile

Luz zodiacal na madrugada

Nota:

Parte dos slides desta apresentação foram gentilmente fornecidos pelo Prof. Roberto Boczko (IAG/USP).