



# *Os Planetas do Sistema Solar*



(c) 2009/2014 Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira

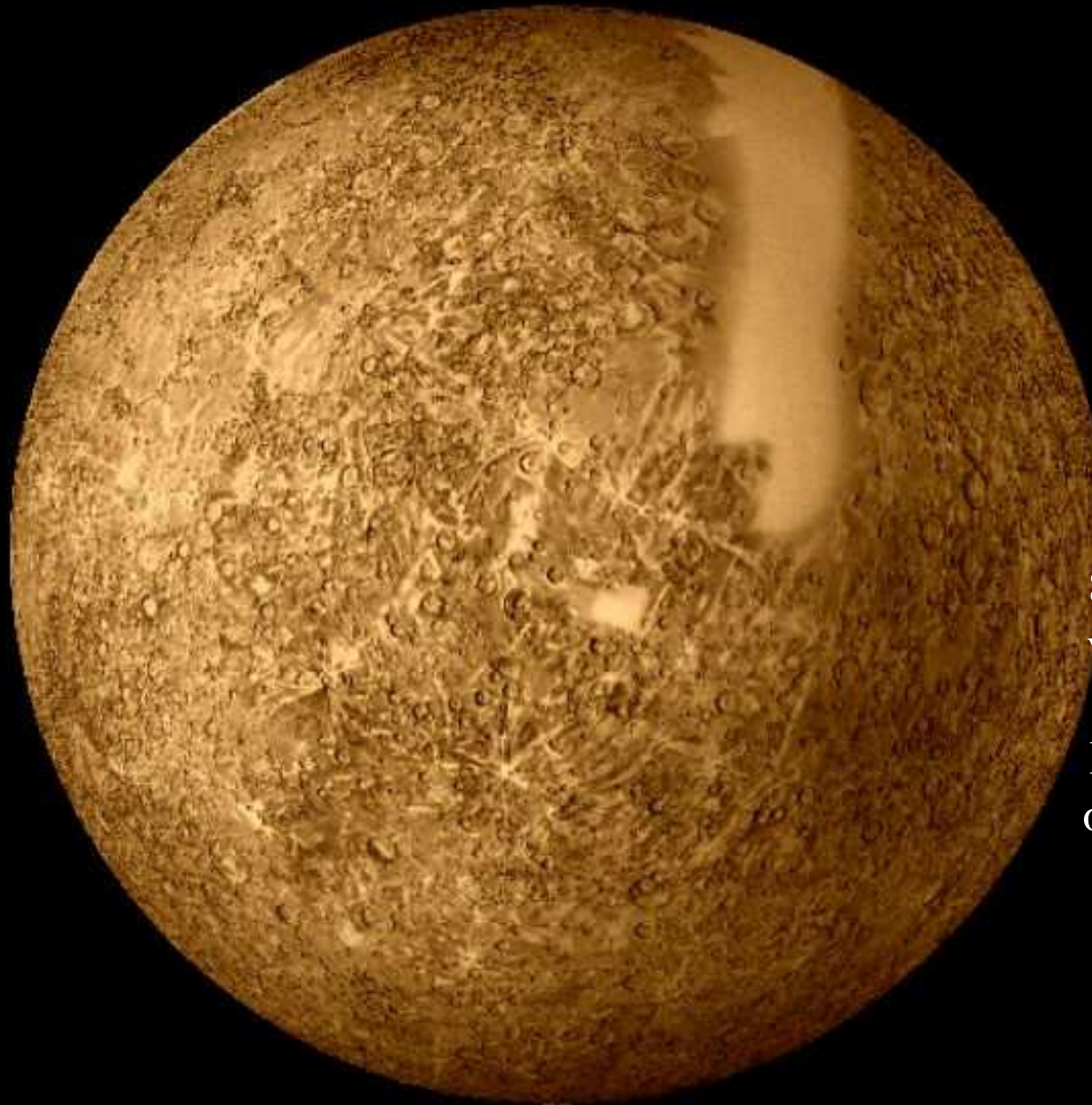


# 1 - Mercúrio



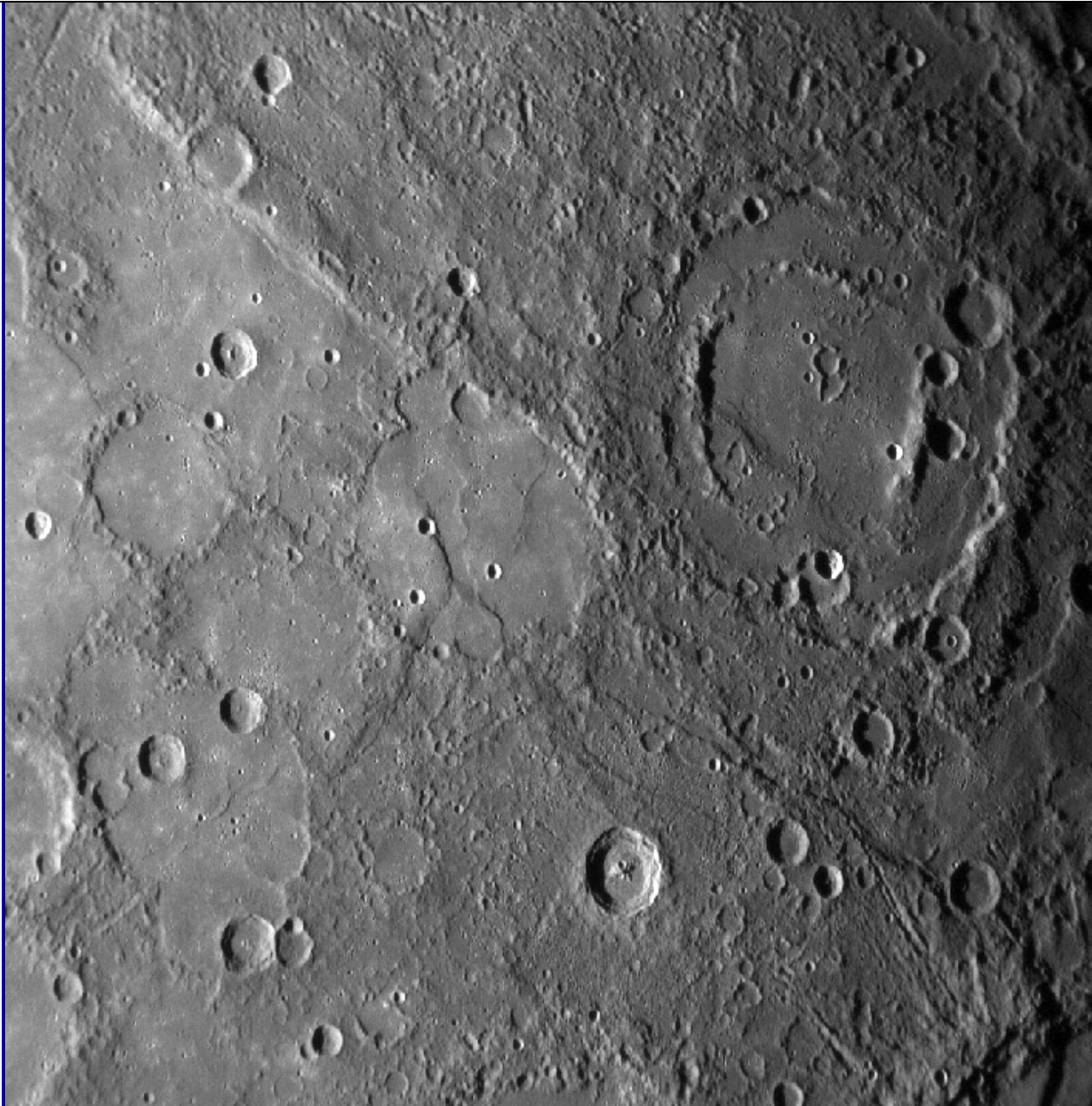
Imagem obtida pela  
sonda **Messenger**

[http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/display.cfm?IM\\_ID=7543](http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/display.cfm?IM_ID=7543)



**Mercúrio** é o planeta mais pequeno do sistema solar e também o que fica mais próximo do Sol.

Demora cerca de 88 dias a dar uma volta em torno do Sol. É muito difícil de observar pois está sempre muito próximo do Sol

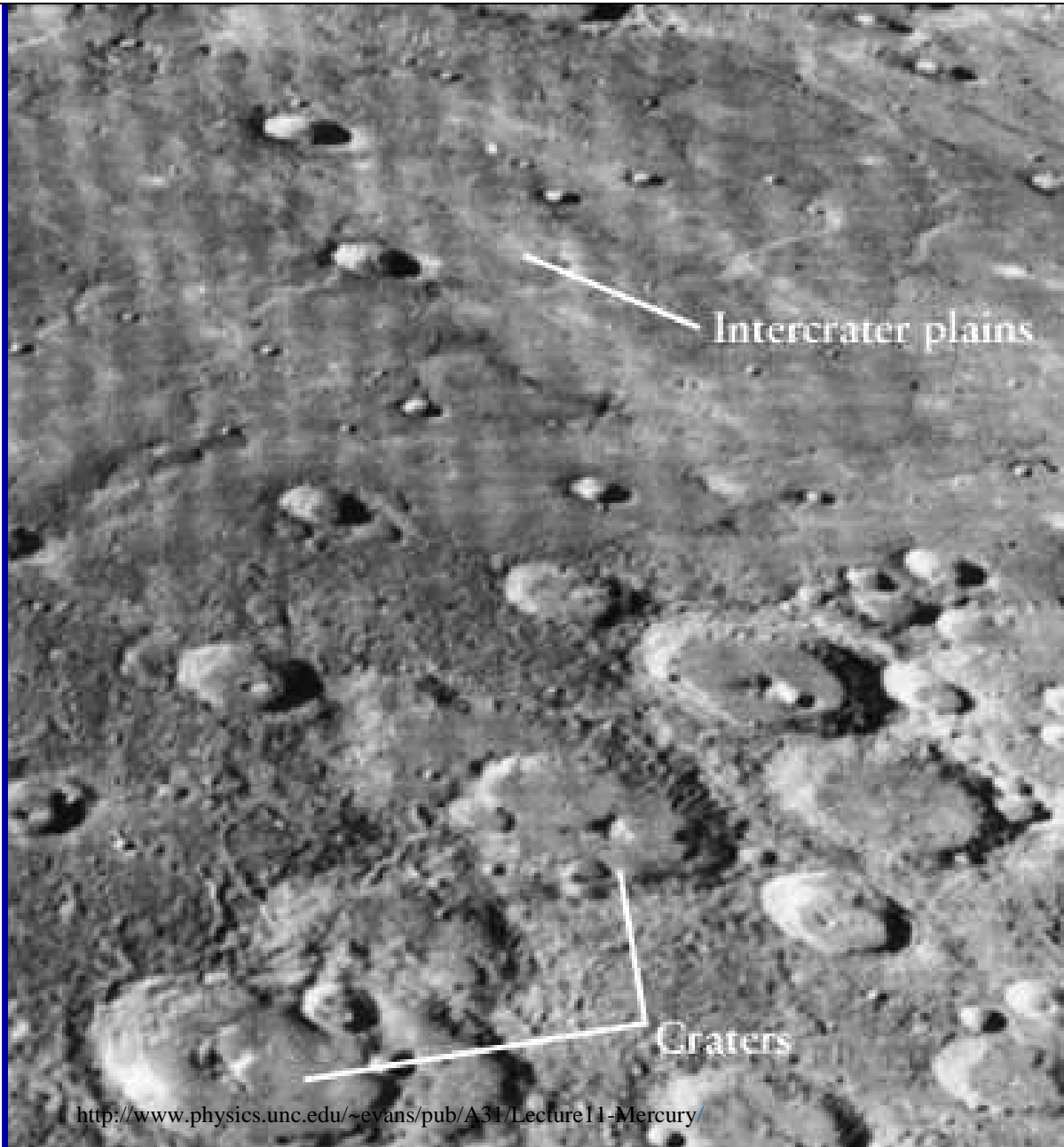


Mercúrio foi visitado pela primeira vez entre 1974 e 1975 pela sonda *Mariner 10*.

Desde 2008 a sonda *Messenger* está a observar Mercúrio.

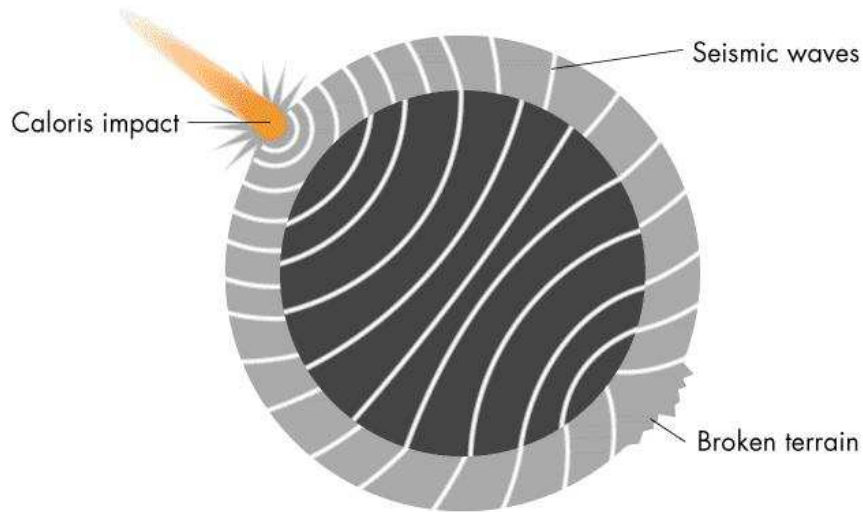
A superfície do planeta é, em aparência, muito semelhante à da Lua.

A sua temperatura superficial varia entre **-180°C** e **430°C**



Aspetto da  
superfície de  
Mercúrio: existem  
crateras rodeadas  
por vastas zonas  
planas.

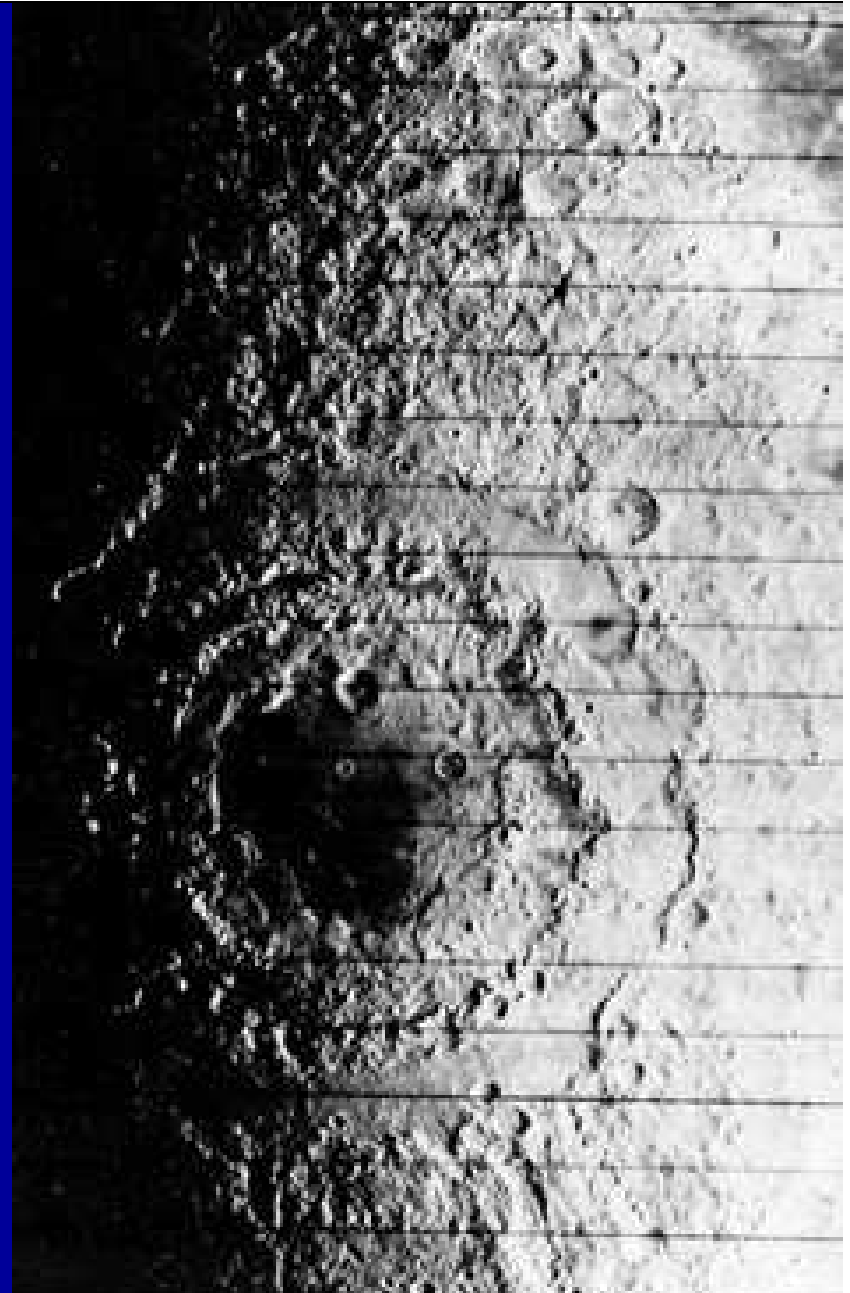
Foto foi obtida pela  
sonda **Mariner 10**.



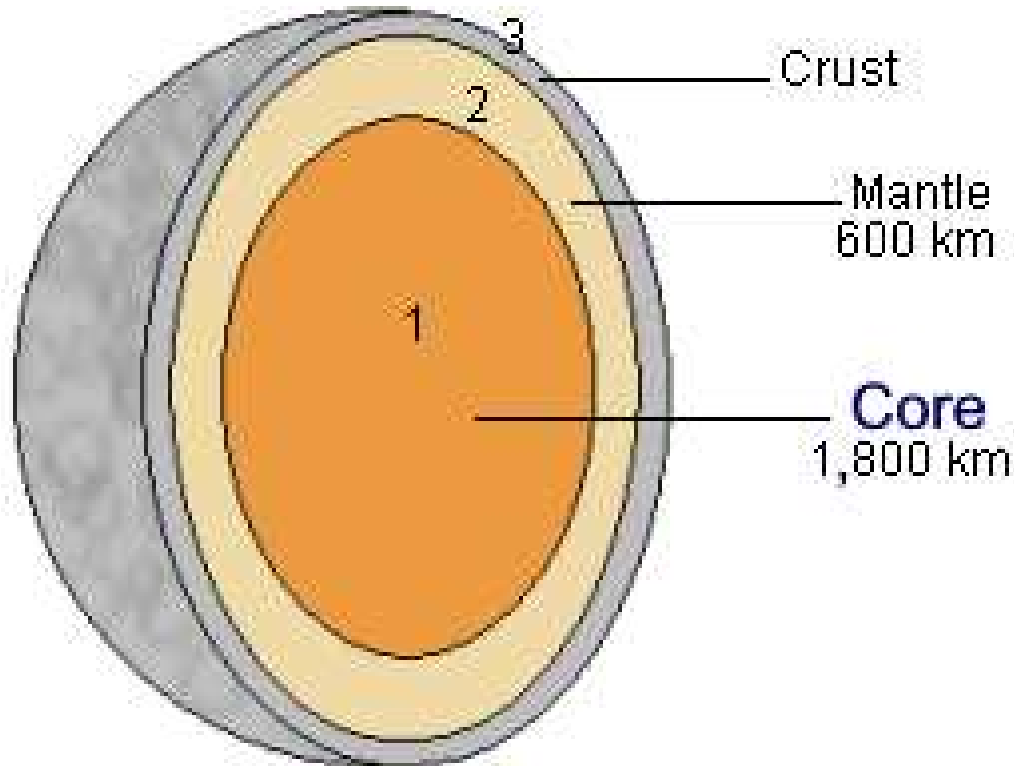
<http://www.physics.unc.edu/~evans/pub/A31/Lecture11-Mercury/>

**Caloris Basin:** uma das crateras mais salientes de Mercúrio. O impacto que lhe deu origem abalou todo o planeta....

Foto obtida pela sonda **Mariner 10**.



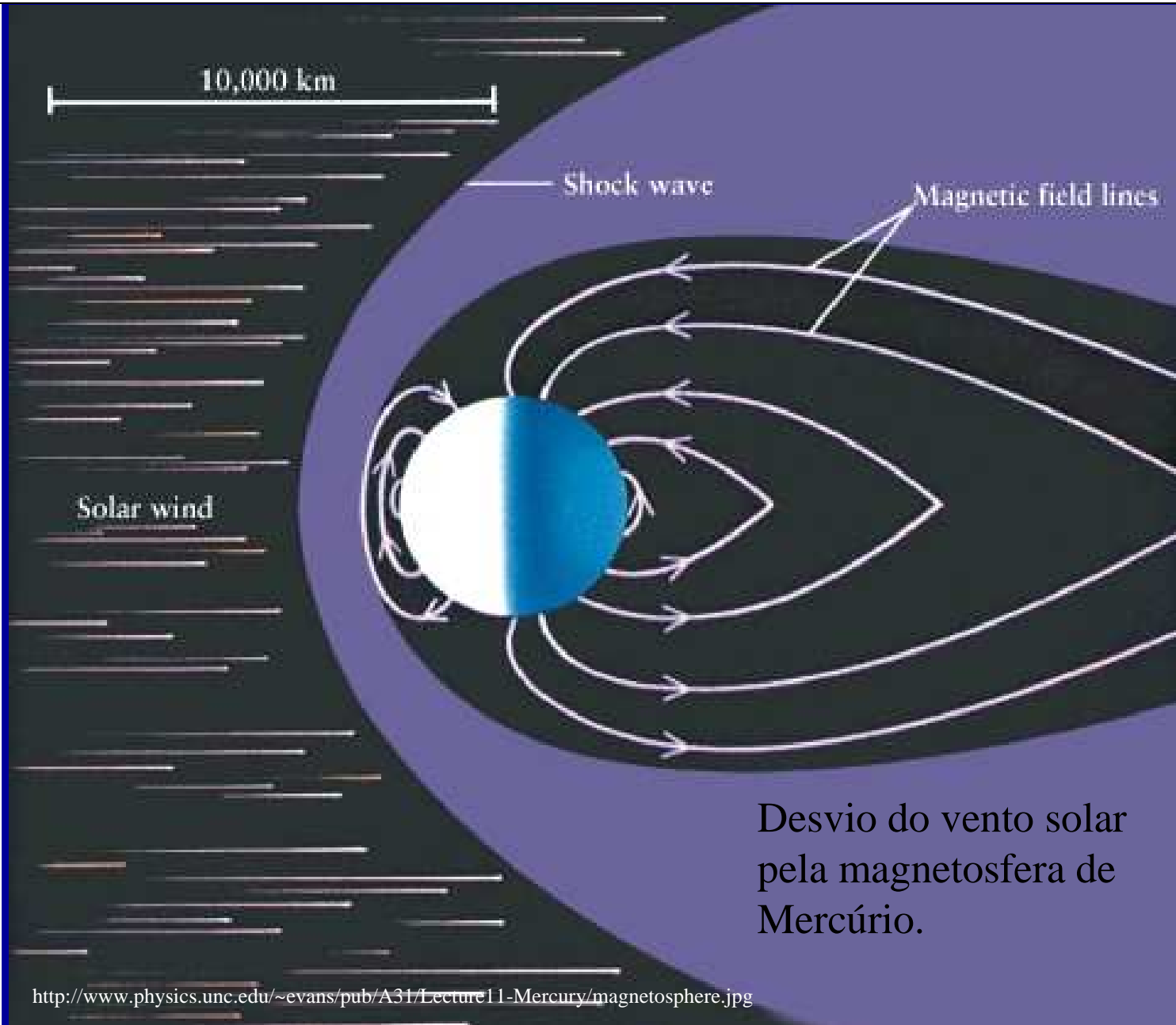
## Interior of Mercury



[http://www.lpl.arizona.edu/undergrad/classes/spring2011/Hubbard\\_206/Lectures2/Feb15.htm](http://www.lpl.arizona.edu/undergrad/classes/spring2011/Hubbard_206/Lectures2/Feb15.htm)

- 1: Core, mostly of iron
- 2: Mantle of silicates
- 3: Crust

Esquema do interior do planeta Mercúrio no qual se destaca, claramente, o **núcleo rico em Ferro** cujo raio ronda os 1800 km (cerca de 0.75 vezes o raio do planeta).



Desvio do vento solar pela magnetosfera de Mercúrio.

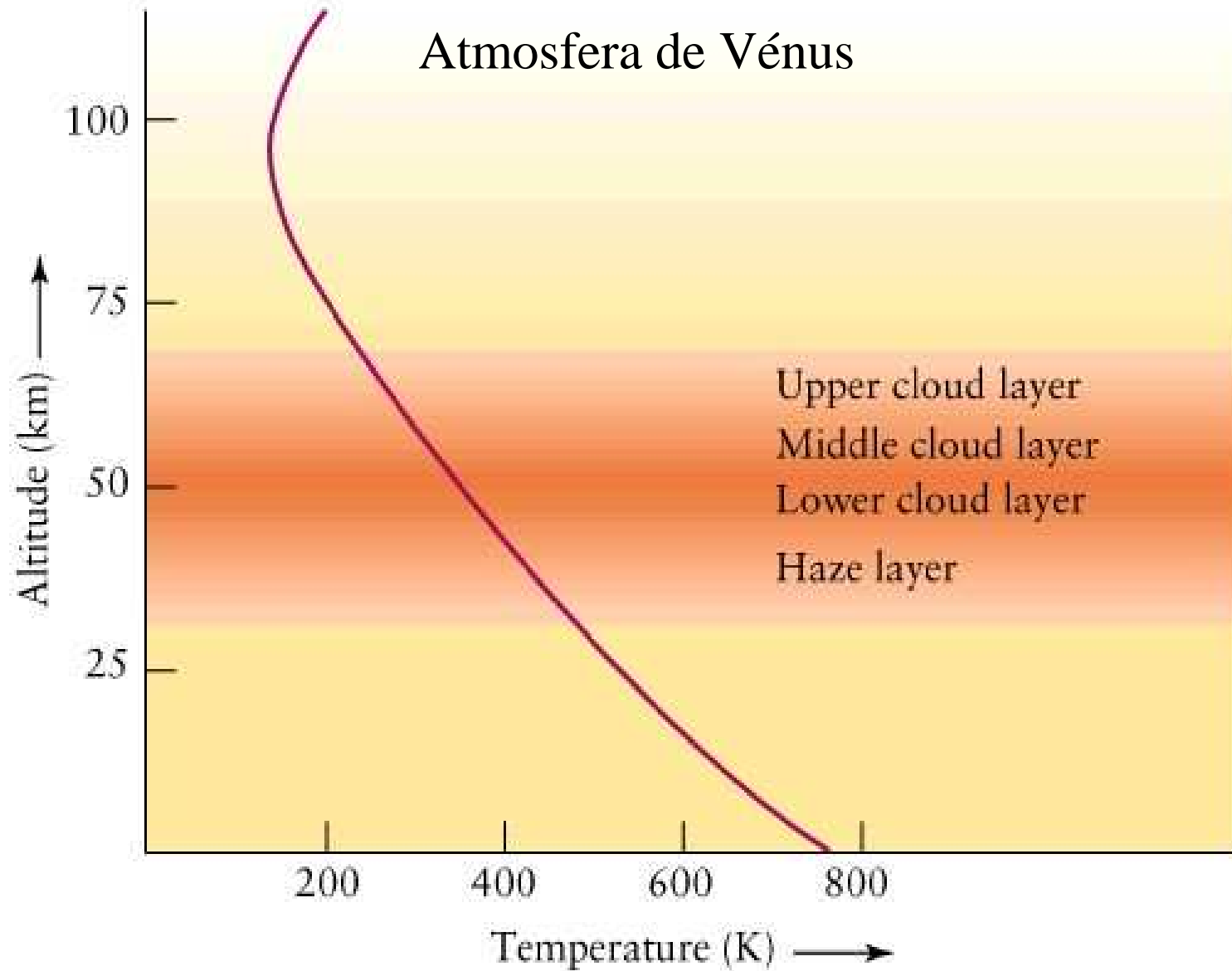




## 2 - Vénus



Aspeto de Vénus visto do exterior. O planeta apresenta-se sempre completamente rodeado por espesso um manto de nuvens.



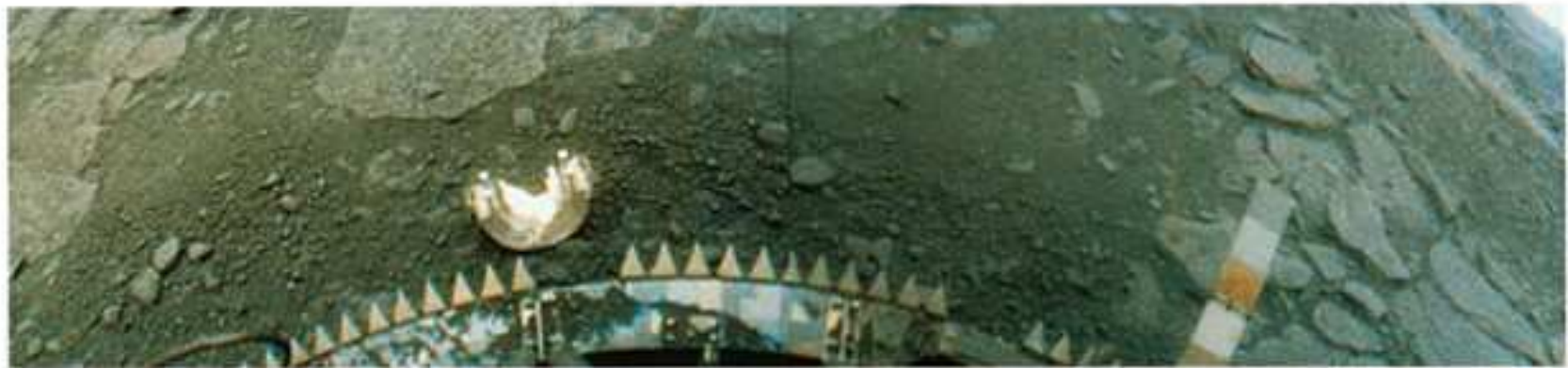


Foto da superfície de Vénus enviada pela sonda **Venera 13** em 1982.



Imagem da superfície de Vénus enviada pela sonda *Venera 13* em Março de 1982.

A nave sobreviveu apenas cerca de **120 minutos** [32min] (o suficiente para enviar valiosos dados para a Terra, 465°C e 89,5 atm).

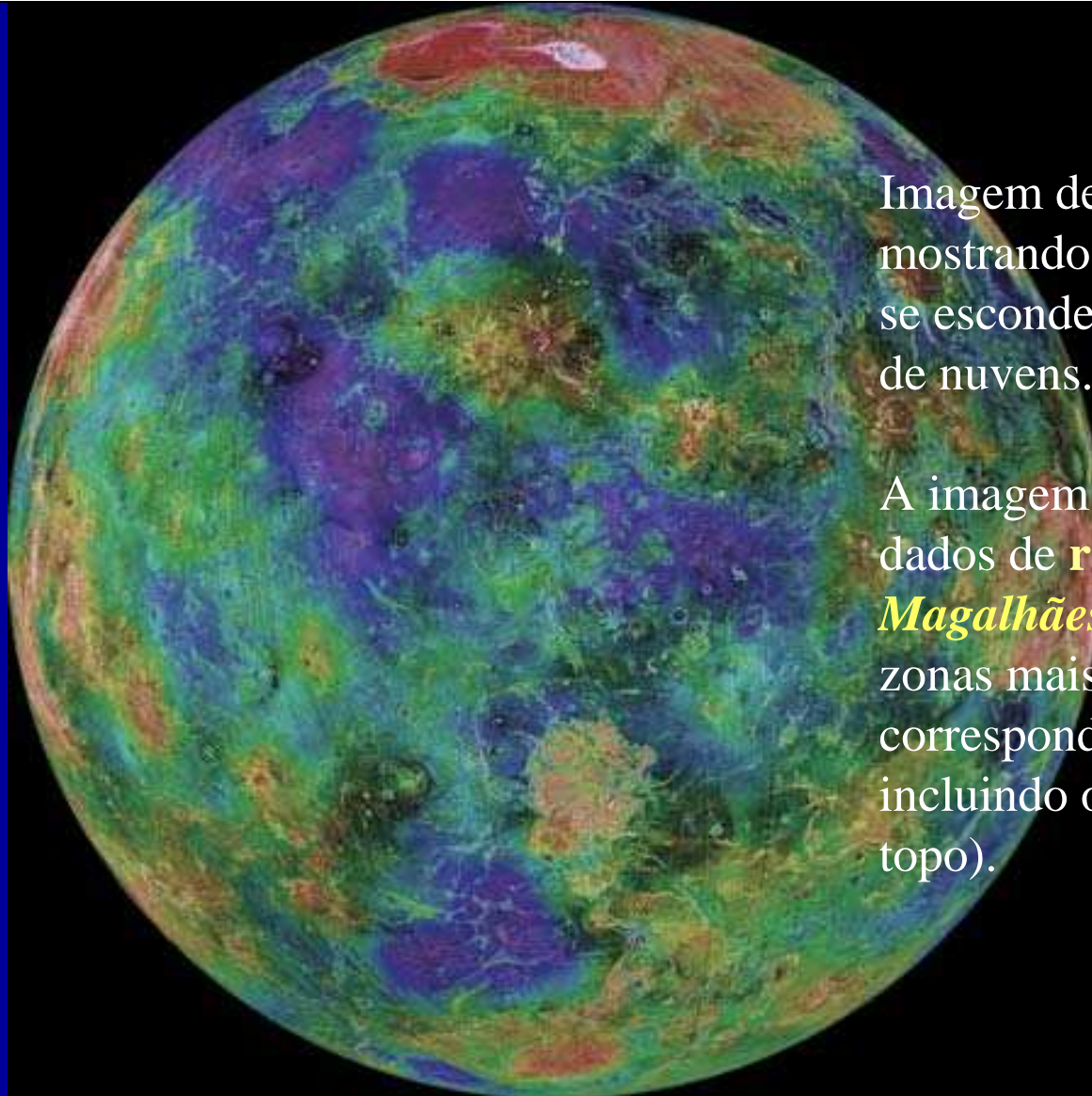
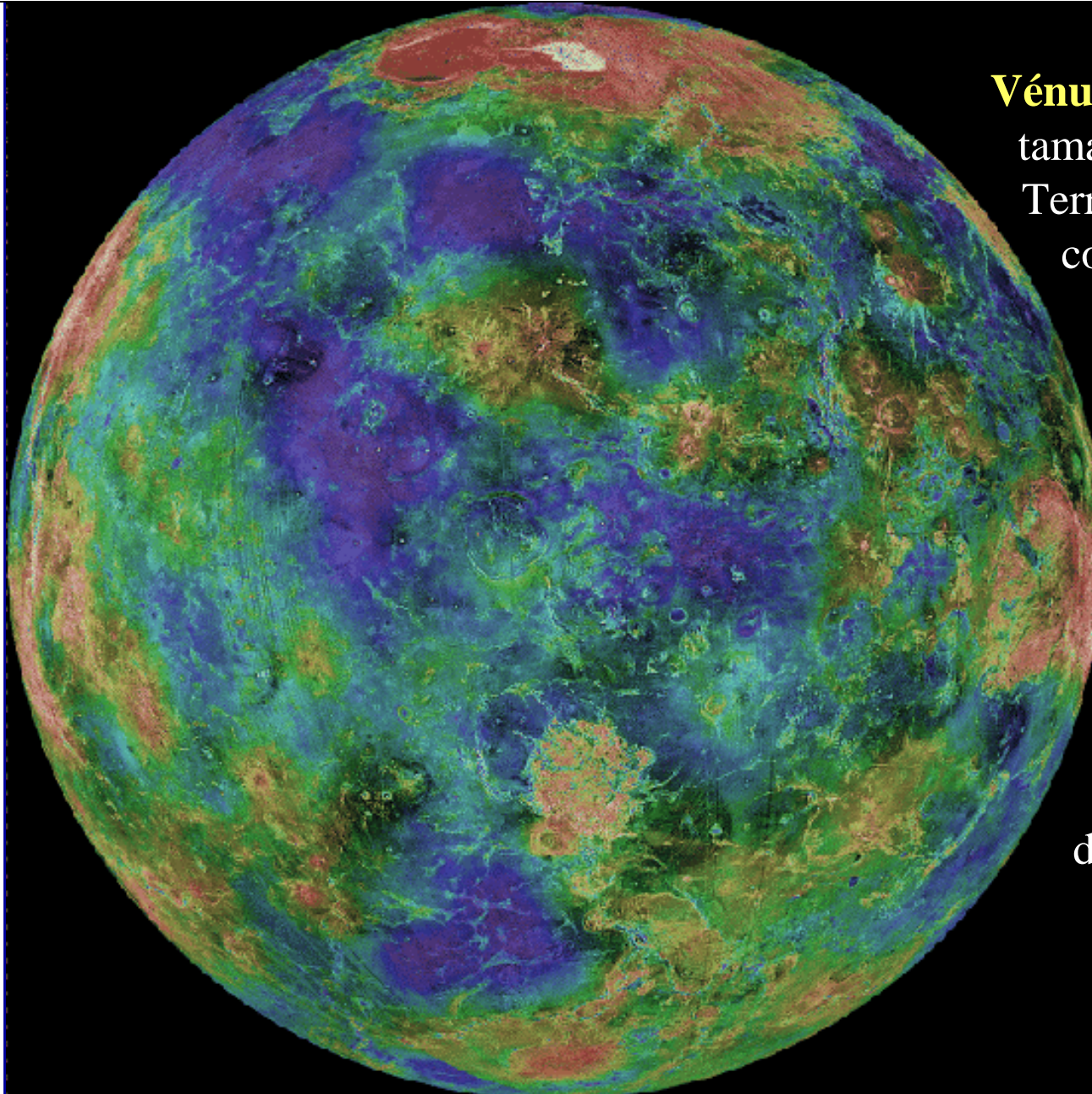


Imagem de Vénus em cores falsas mostrando o relevo do planeta que se esconde por debaixo do coberto de nuvens.

A imagem foi obtida combinando dados de **radar** obtidos pela sonda **Magalhães** e outras anteriores. As zonas mais avermelhadas correspondem a terrenos mais altos incluindo os montes Maxwell (no topo).



**Vénus** é um planeta em tamanho semelhante à Terra que está sempre coberto por nuvens. O *efeito de estufa* faz com que a sua temperatura superficial seja cerca de **500°C** por todo a superfície do planeta. Esta temperatura é suficiente para derreter o chumbo!

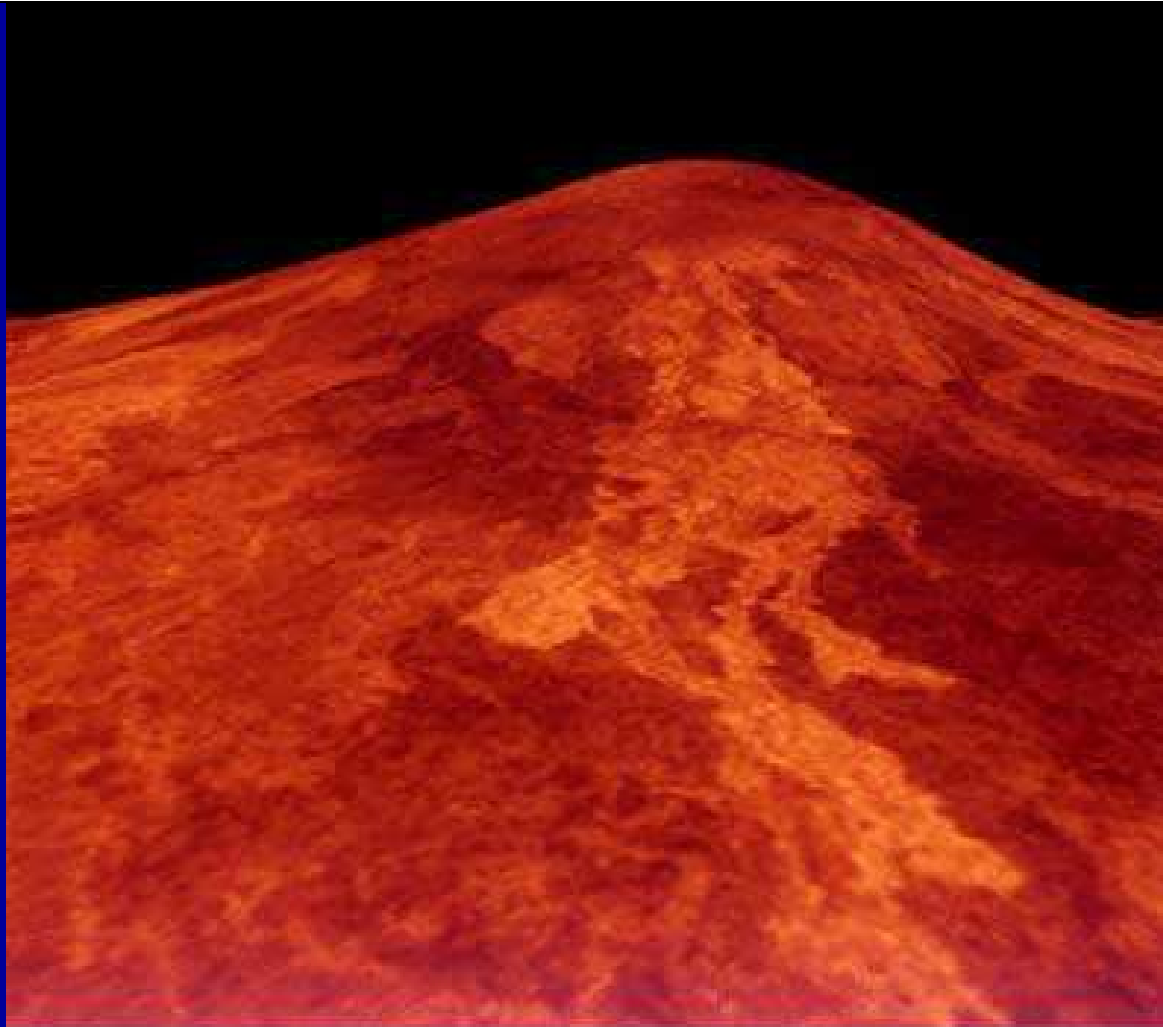


Imagem de radar da montanha vulcânica *Sif Mons*.

No início dos anos 90 do século XX a sonda *Magalhães* cartografou cerca de 95% da superfície de Vénus.

Grande parte da superfície está coberta por *rios de lava*.

Existem mesmo vestígios de *actividade vulcânica* recente em Vénus.

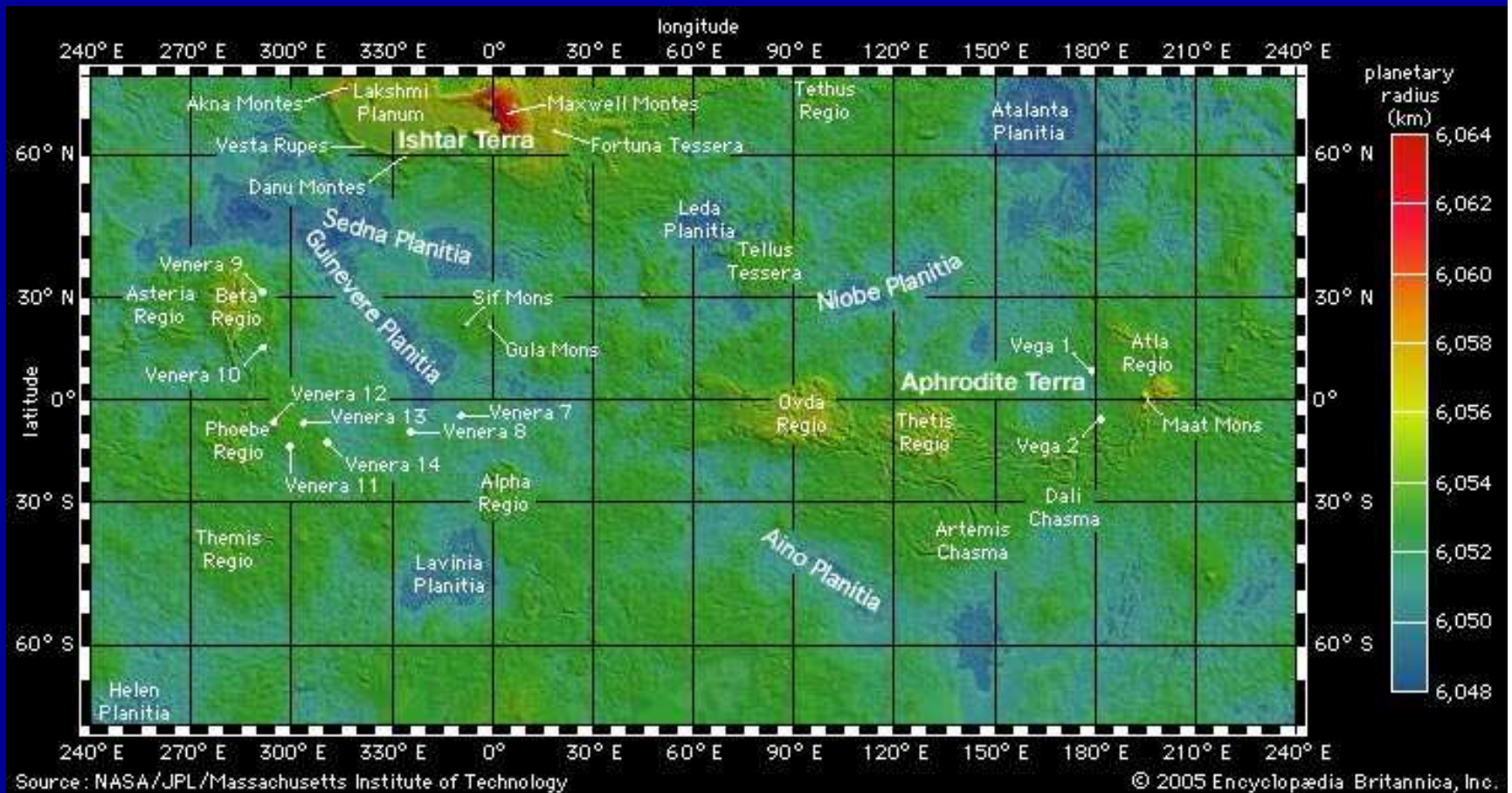


## Maat Moons: um monte vulcânico em Vénus!



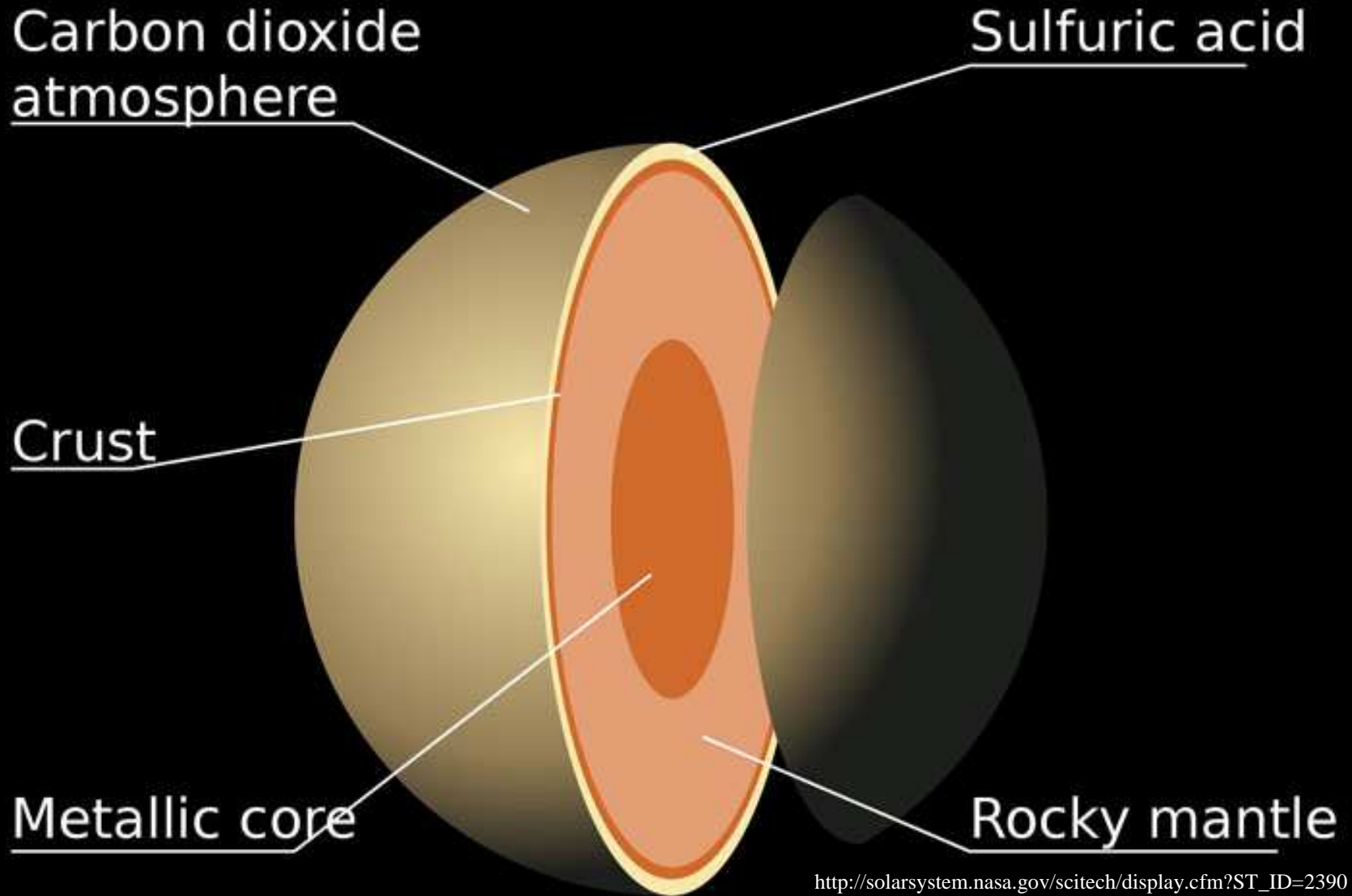


Mapa de Vénus onde estão também assinalados os pontos de descida de diversas sondas espaciais.





Esquema mostrando o interior de Vénus:





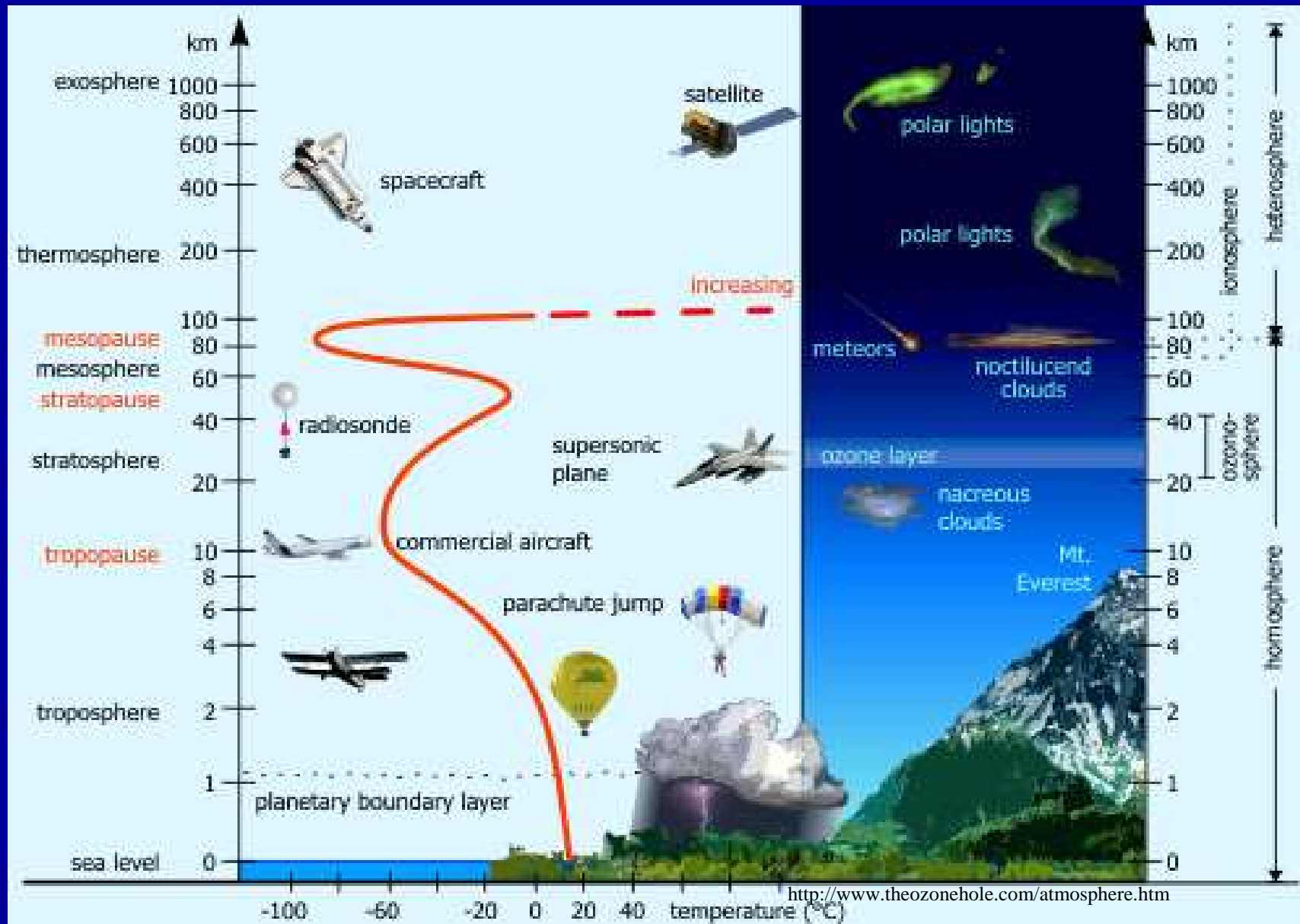
# 3 Terra

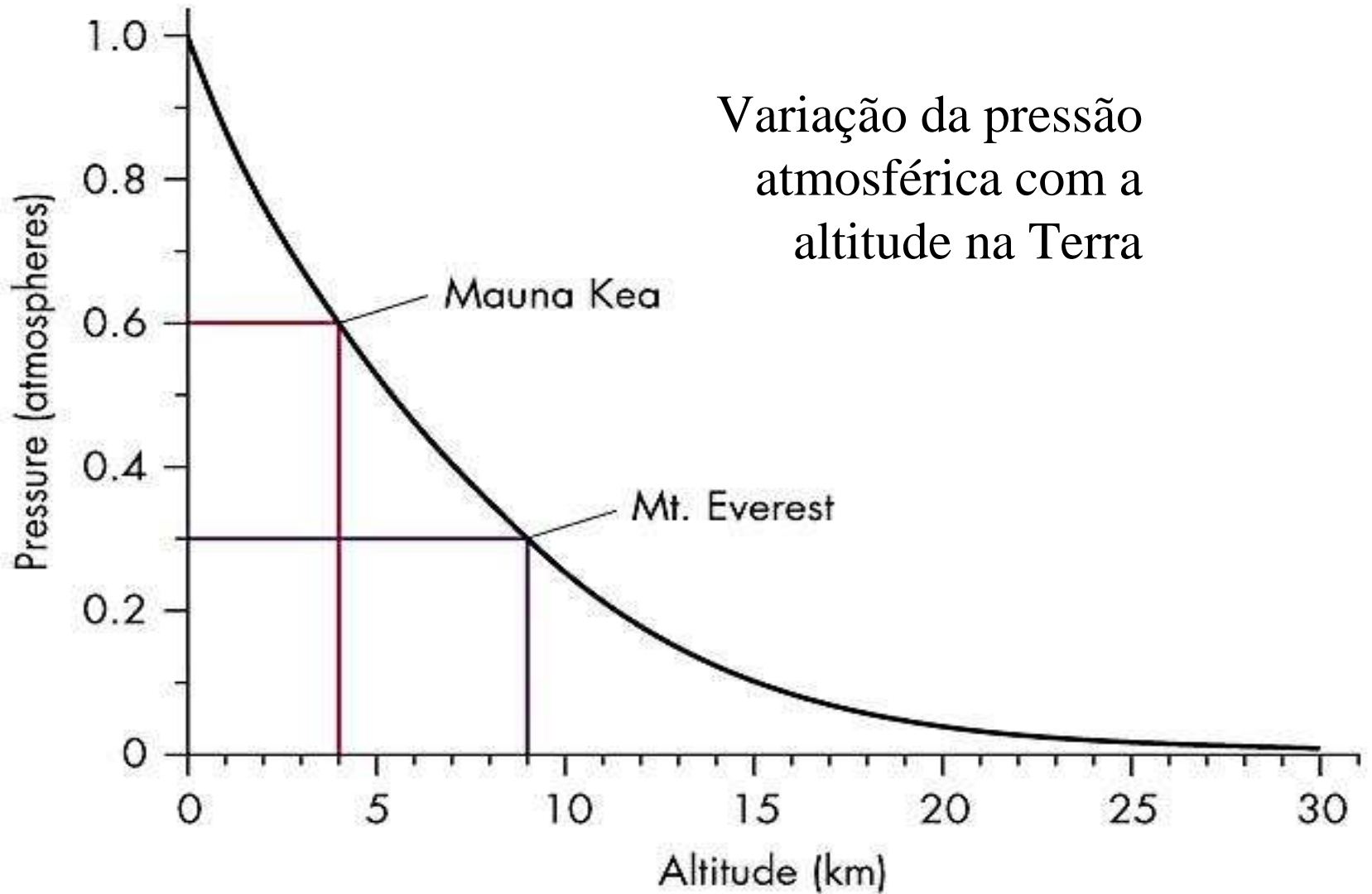




## Atmosfera da Terra

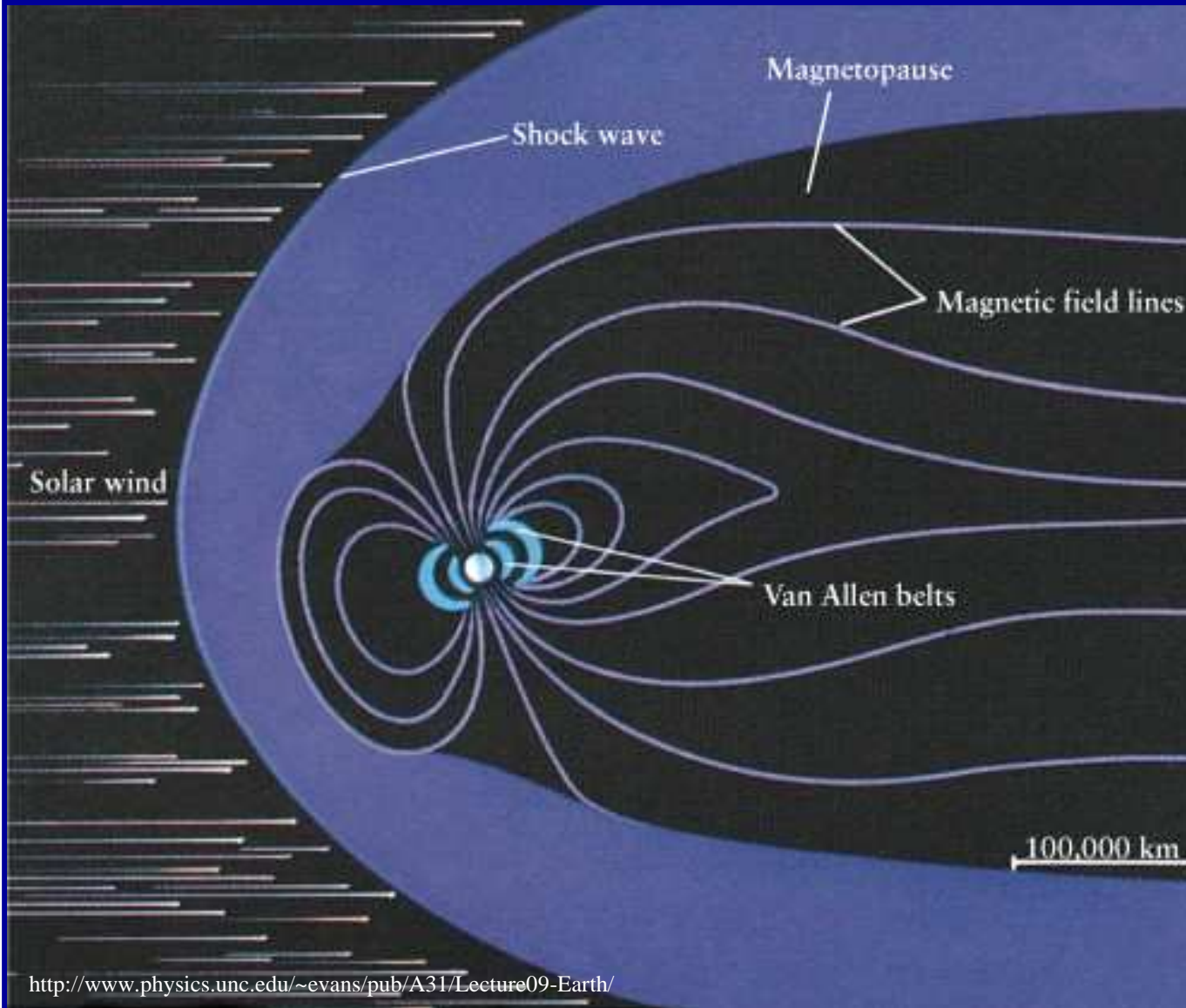
Grupo de Astronomia







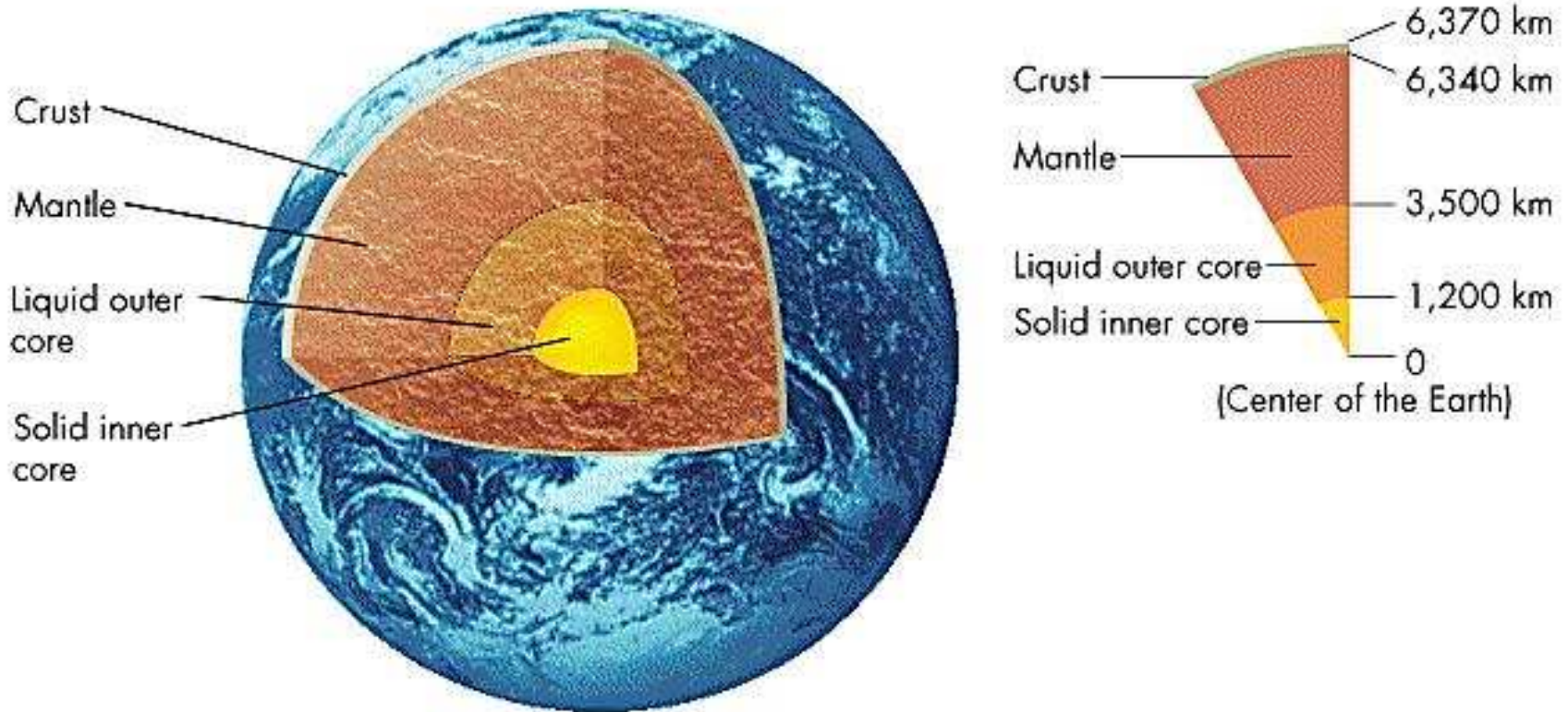
# Magnetosfera da Terra e as cinturas de Van Allen.



Video

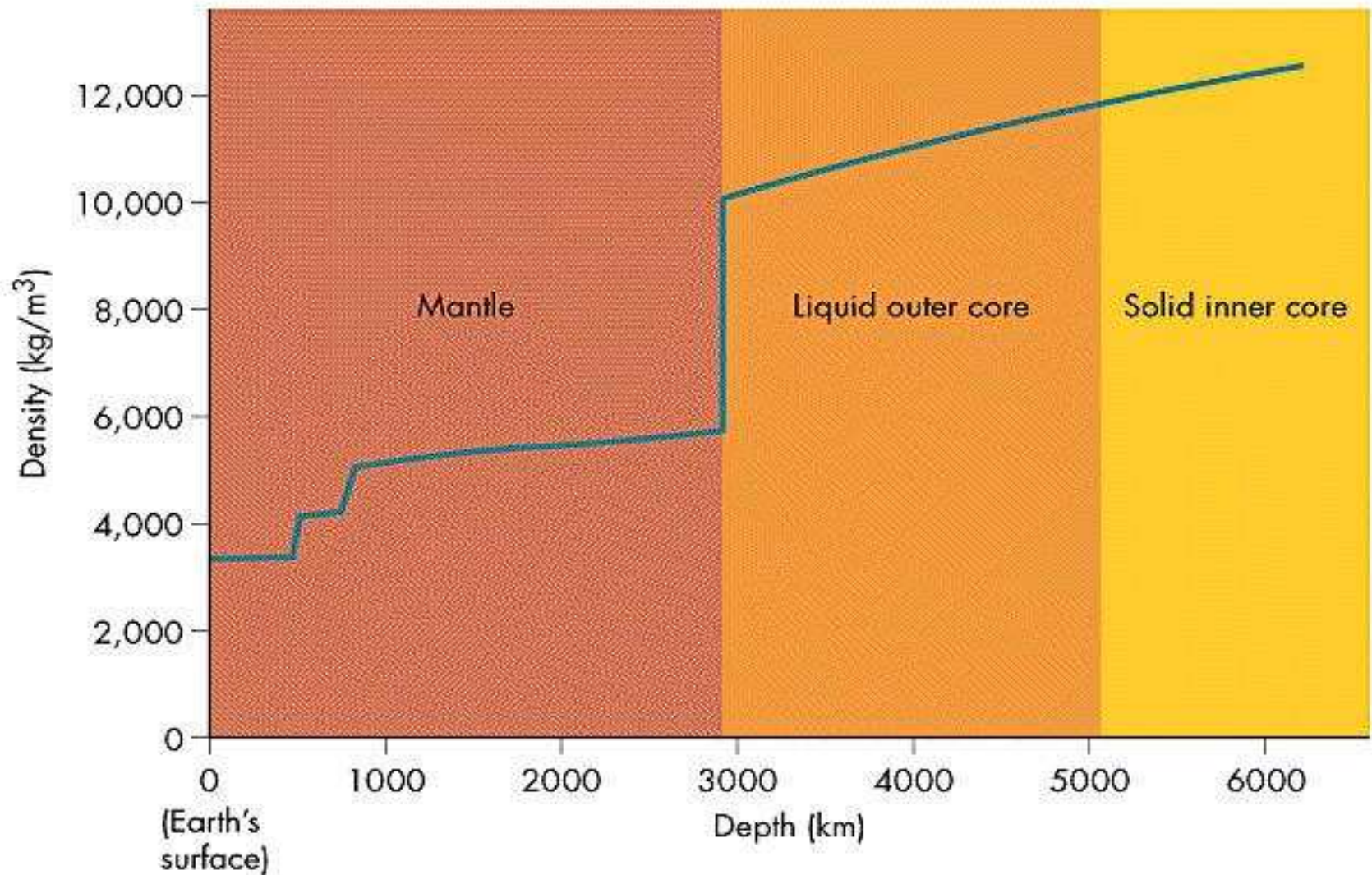


## Esquema mostrando o interior da Terra:





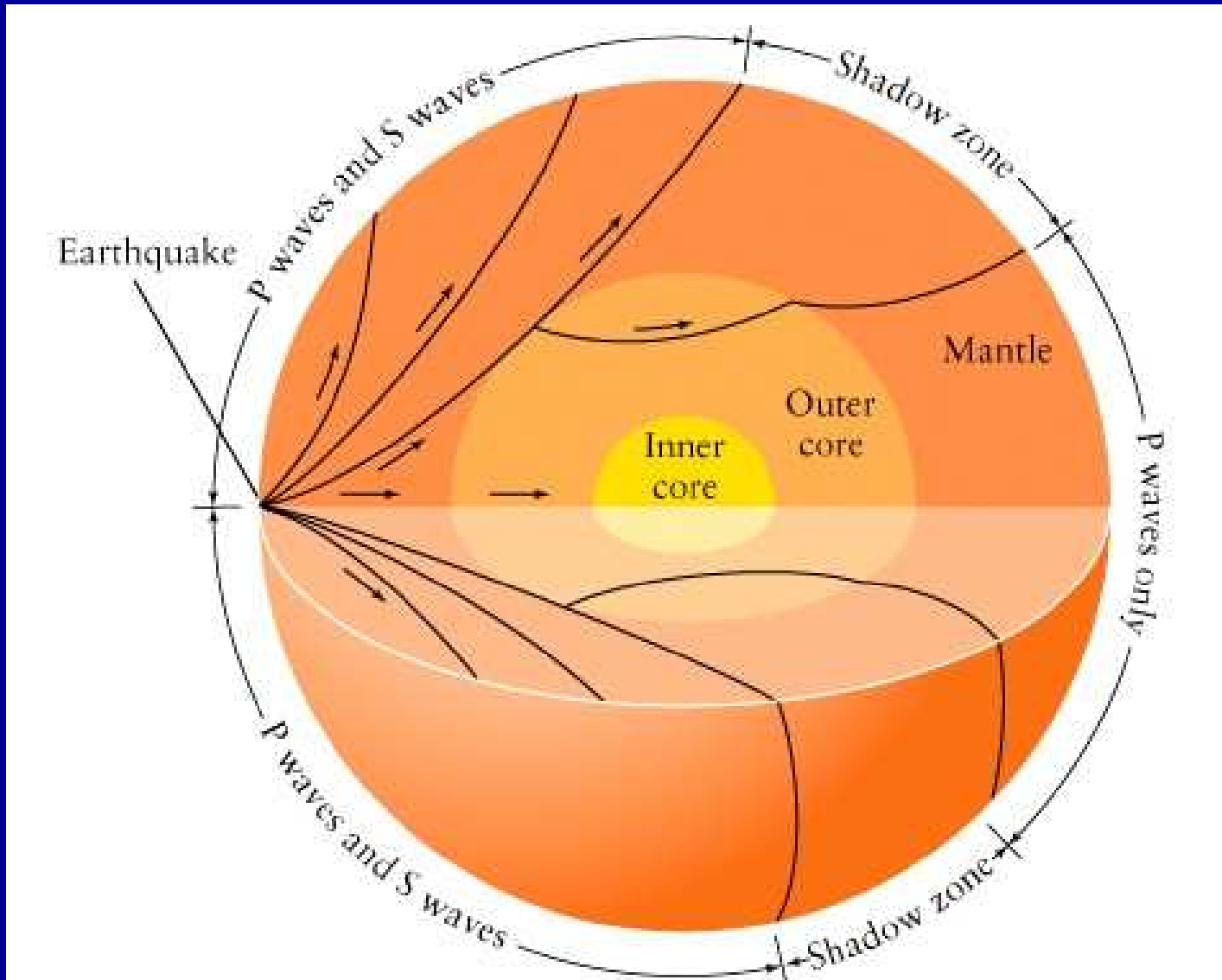
## Variação da densidade com o raio da Terra





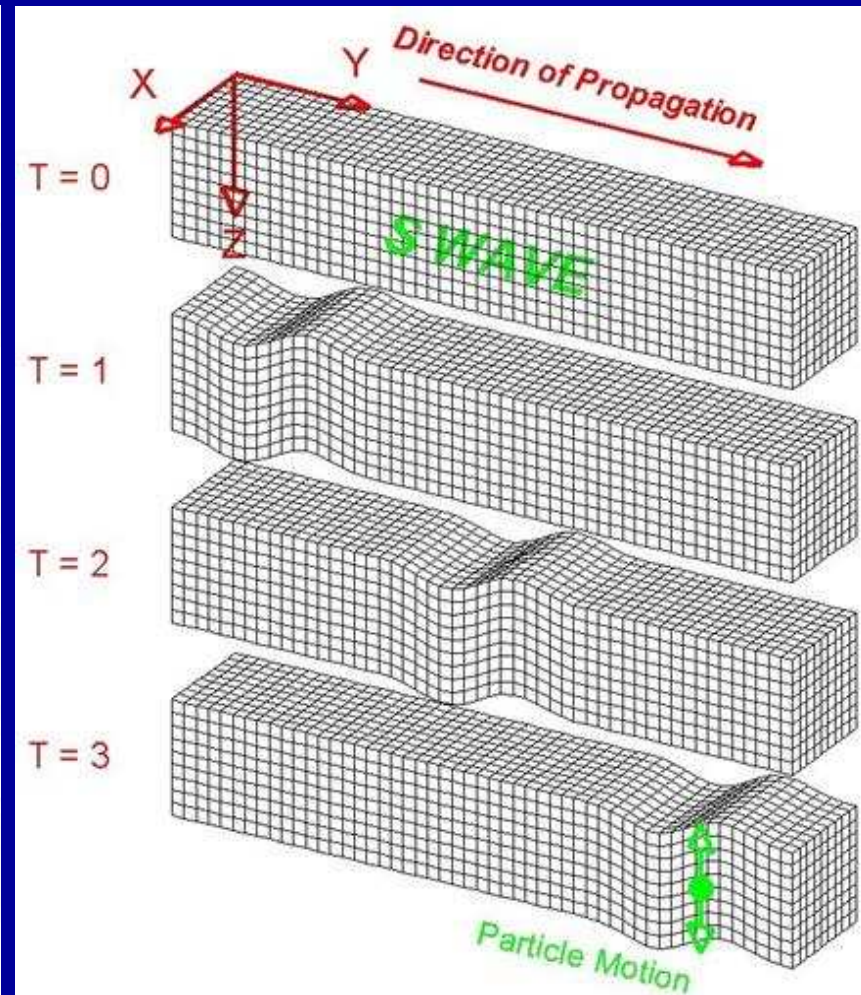
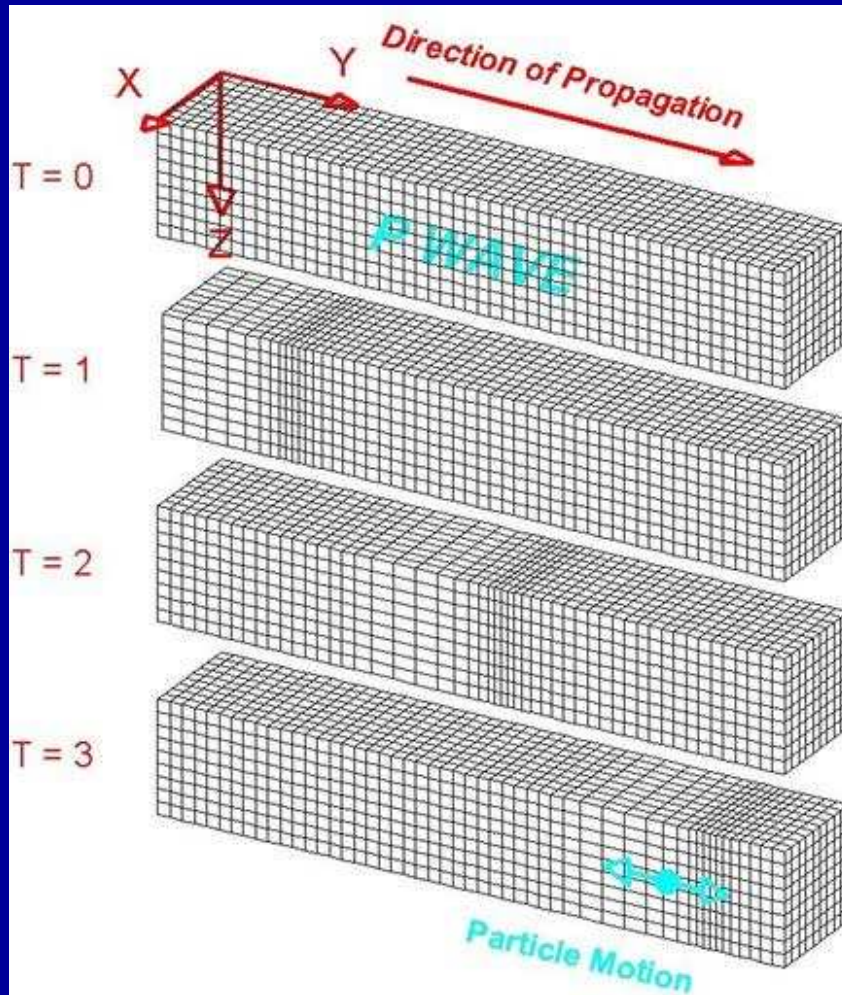


## Propagação de ondas sísmicas pelo interior da Terra





## Propagação de ondas sísmicas pelo interior da Terra (Ondas Primárias e ondas secundárias)

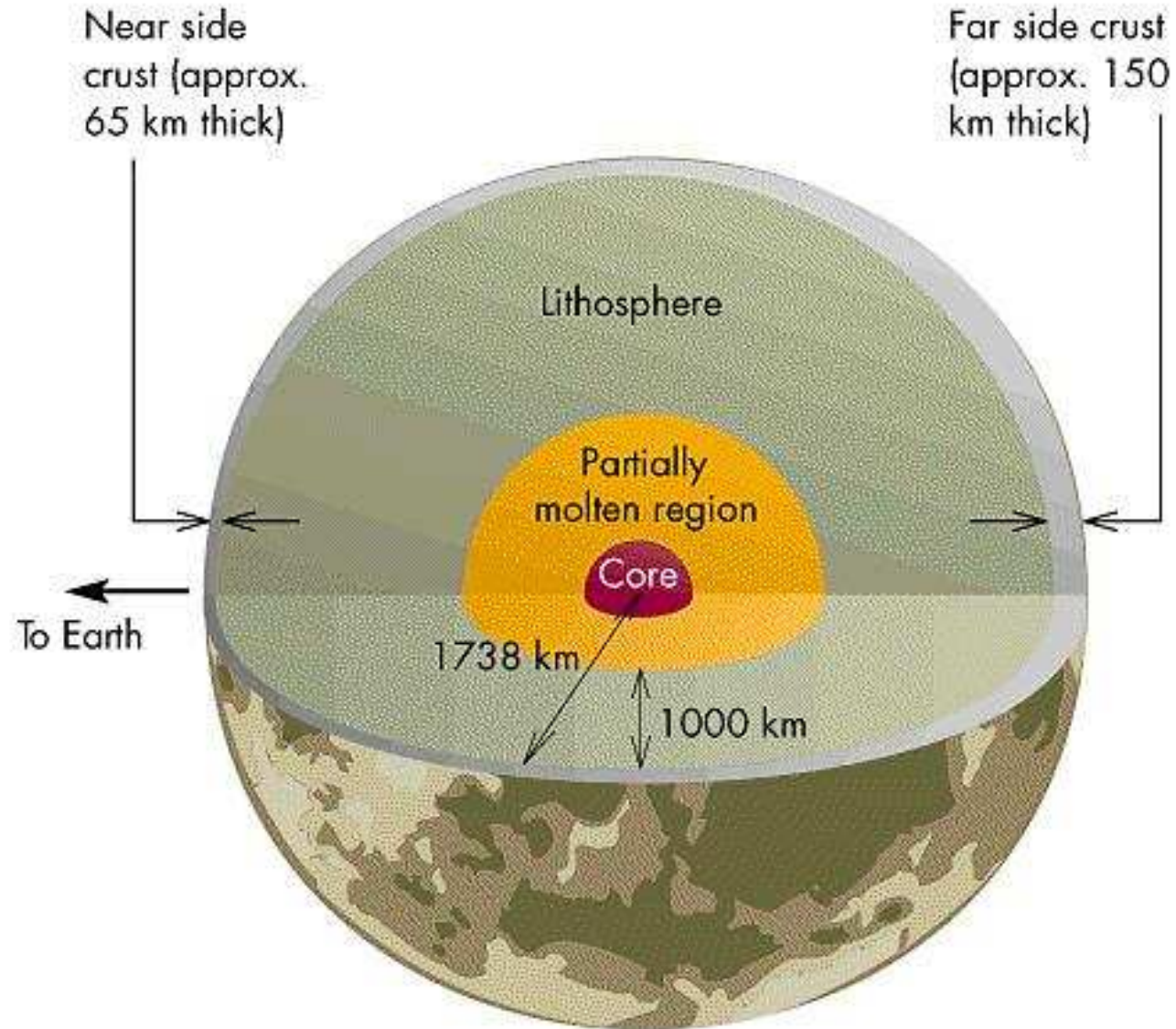


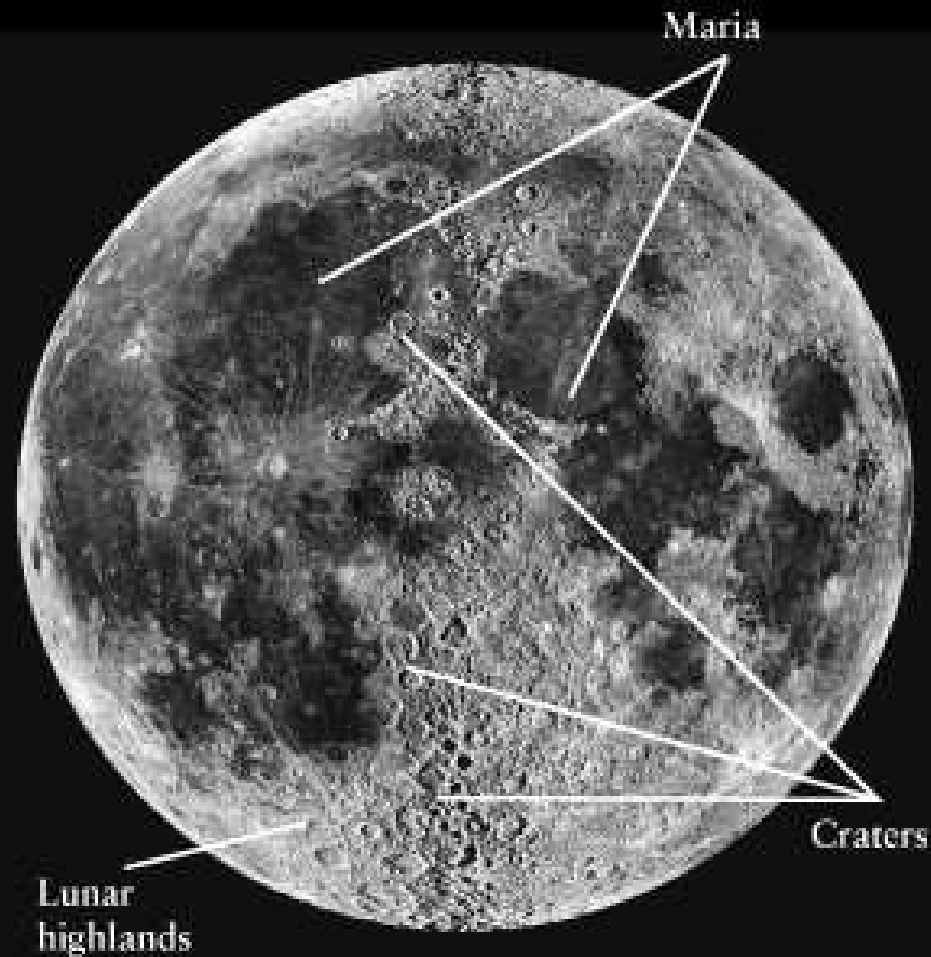


Cratera de impacto na **Lua** mostrando o característico pico central.



## Esquema mostrando o interior da Lua:





A Lua com  
as suas  
terras altas,  
crateras e  
mares.

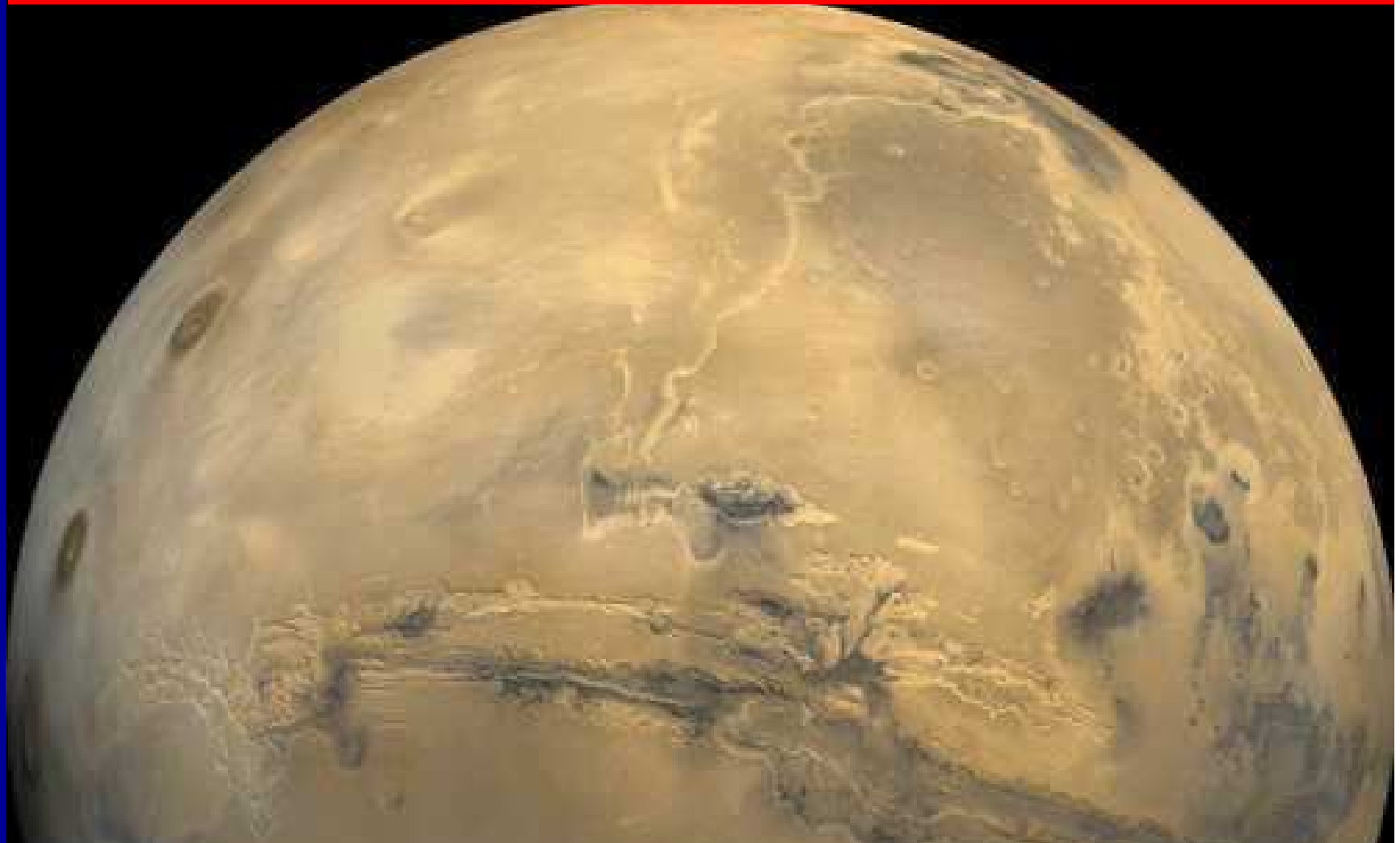


A Lua é o único satélite natural da Terra. Está a uma distância de aprox. **380 000 km.**

O seu raio é de aprox. **1730 km.** Demora **27.3** dias a dar uma volta em torno da Terra e é a responsável pelas marés.

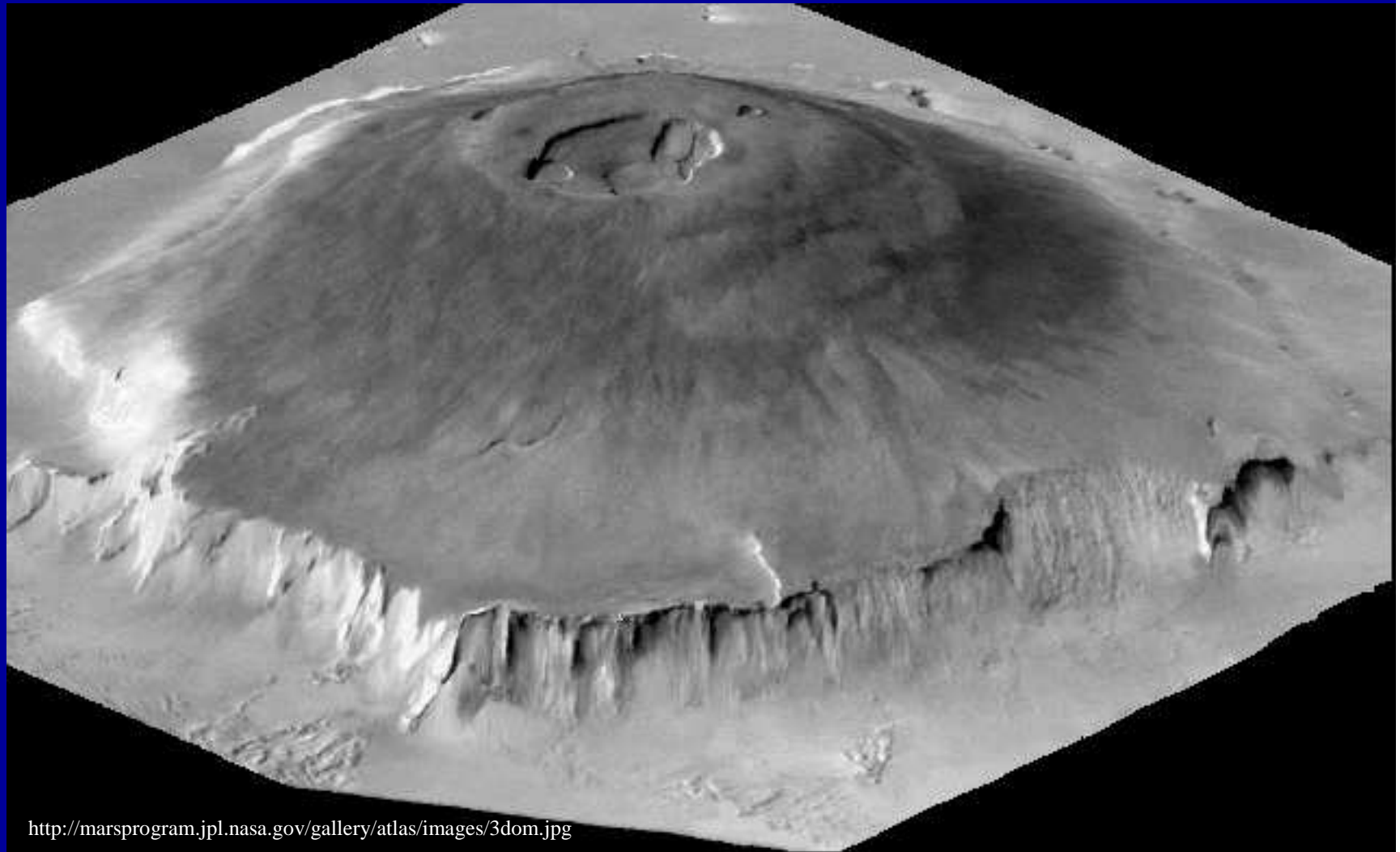


# 4 - Marte

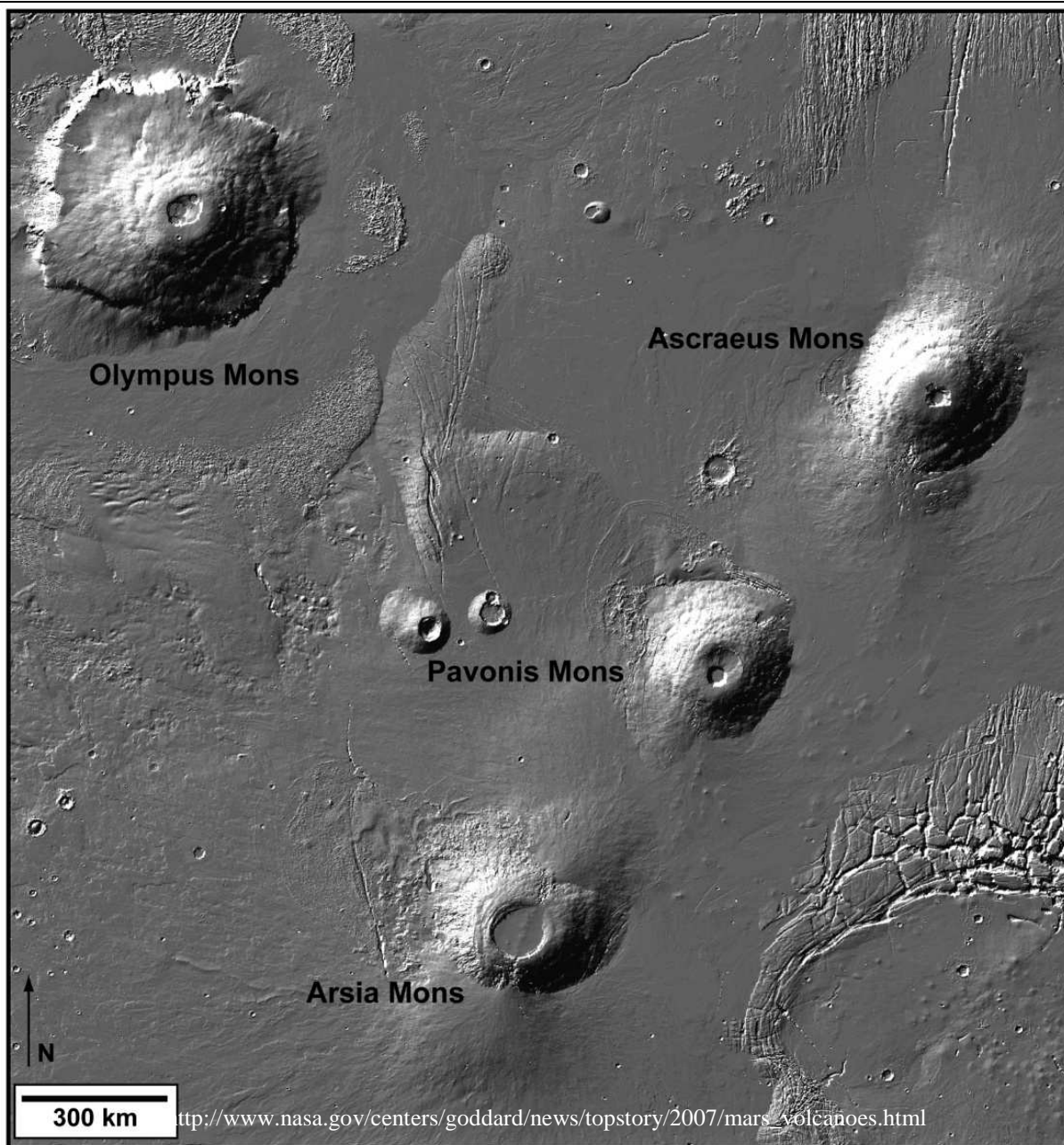




**Olympus Mons:** a maior montanha vulcânica conhecida no Sistema Solar (20 km de altura e 600 km de base rodeados por escarpas com 6 km de altura).



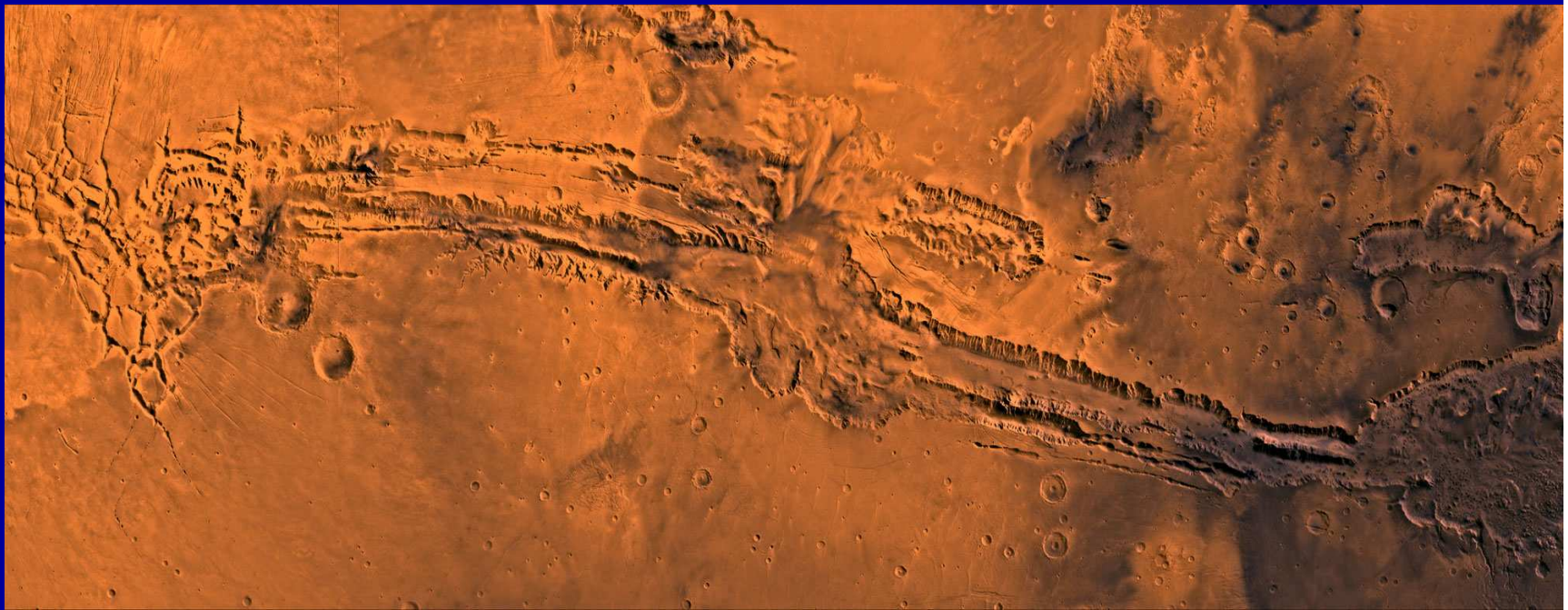




**Faixa de Tharsis:**  
cadeia de  
montanhas  
vulcânicas perto  
de Olympus  
Mons.



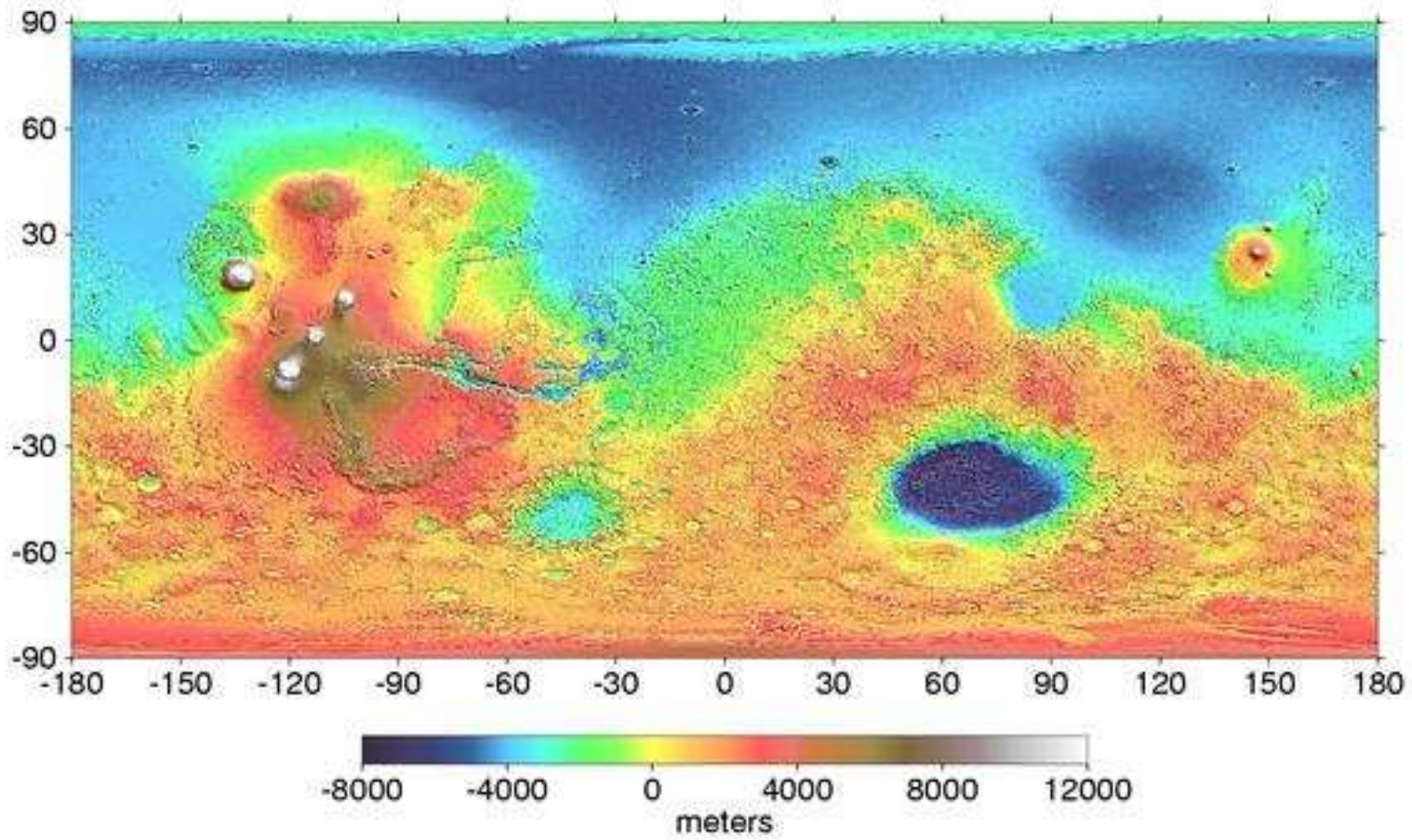
**Valles Marineris:** um desfiladeiro com cerca de 4000 km de extensão e uma profundidade que atinge os 7 km nalguns locais.

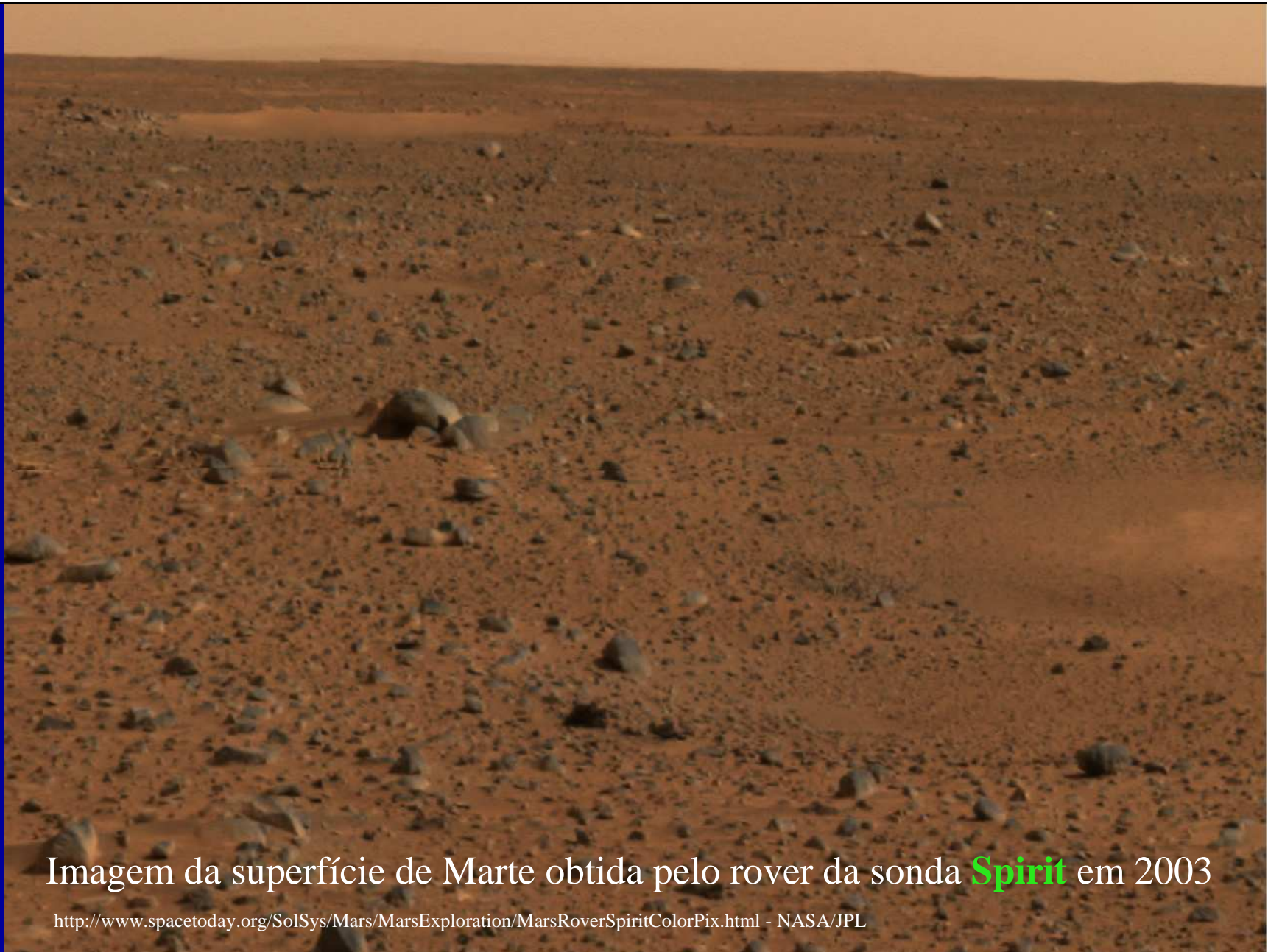


<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/mer/funzone/marsrover4/L002.html>



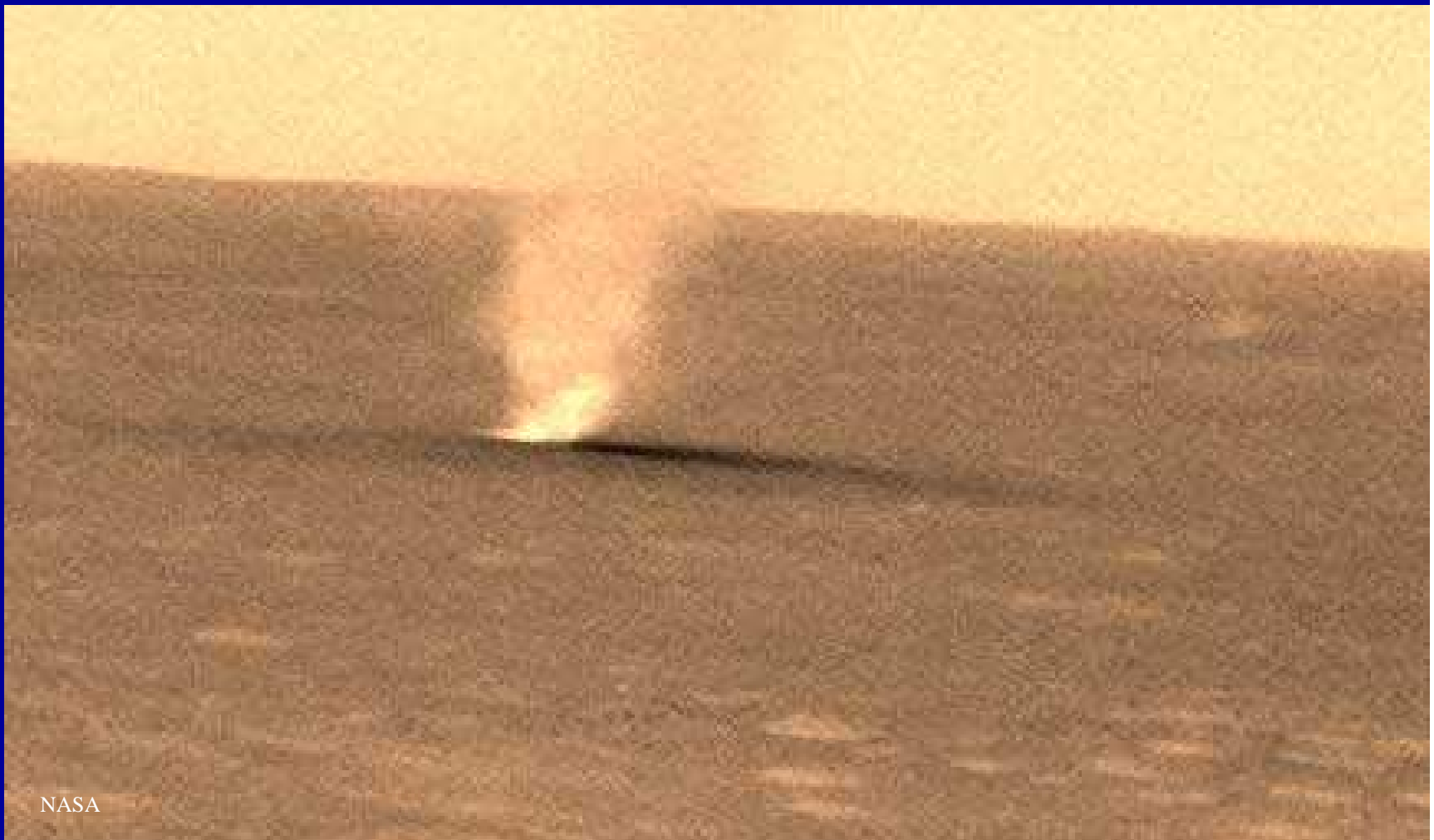
## THE TOPOGRAPHY OF MARS BY THE MARS ORBITER LASER ALTIMETER (MOLA)







Um *dust devil* fotografado em Marte pelo Rover da Sonda Spirit.





Duas fotos do planeta Marte. Na da esquerda podemos ver as *calotes polares* e alguns detalhes do relevo do planeta. Na da direita, tirada cerca de dois meses mais tarde, todo o planeta está envolvido por uma *tempestade de areia*.

## Mars • Global Dust Storm



June 26, 2001



September 4, 2001

Hubble Space Telescope • WFPC2

NASA, J. Bell (Cornell), M. Wolff (SSI), and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • STScI-PRC01-3188



A seguir à Lua **Marte** deverá ser o próximo corpo celeste a ser visitado pelo Homem.

Dado o seu aspecto avermelhado Marte é muitas vezes chamado de **Planeta Vermelho**.

Na imagem podemos ver o relevo de Marte com especial destaque para o desfiladeiro **Valles Marineris** que é o maior conhecido no Sistema Solar.





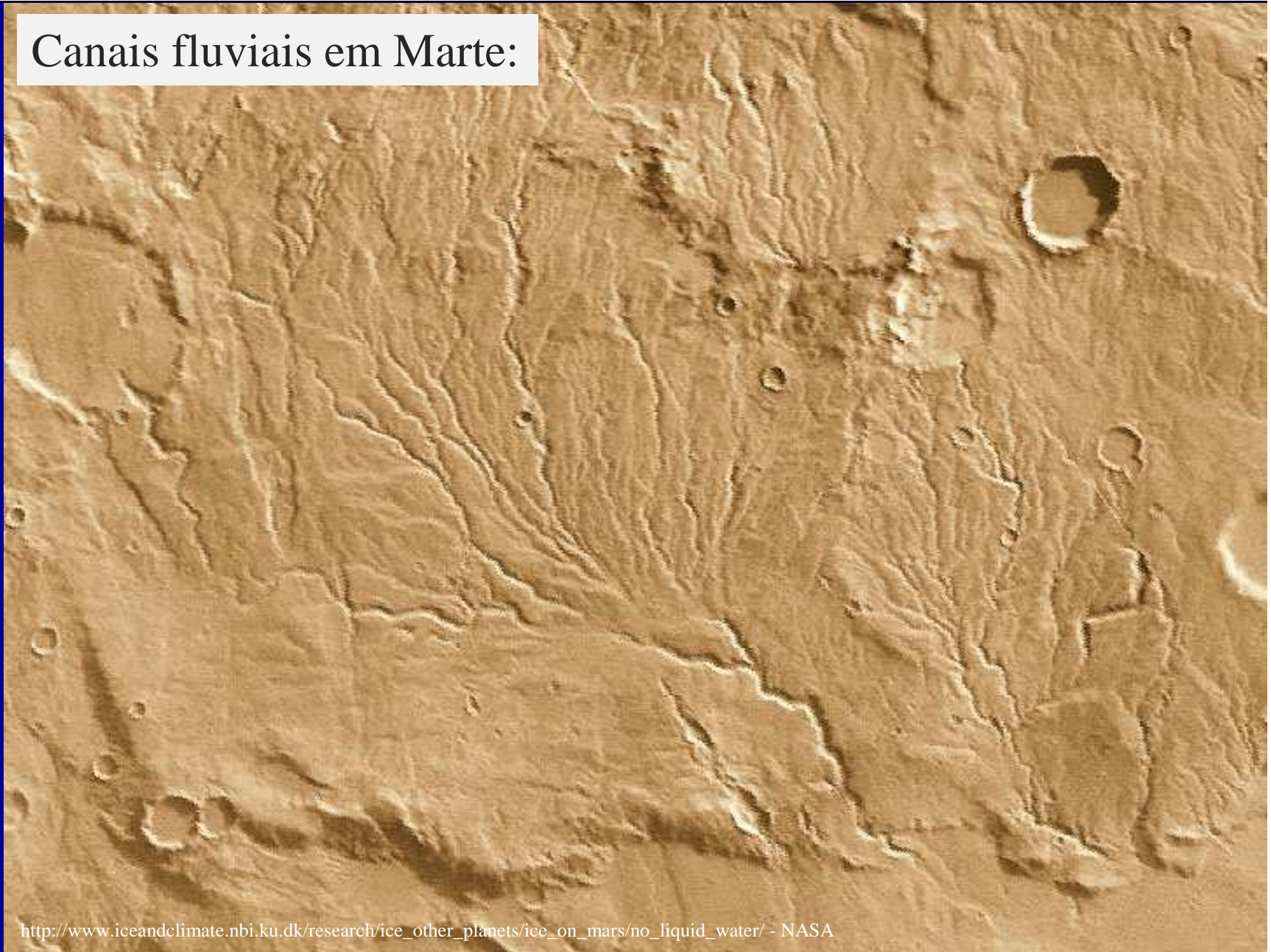
A primeira nave a visitar Marte foi a *Mariner 4* em 1965. Desde então sucederam-se várias missões. Neste momento estão algumas sondas a trabalhar em Marte.

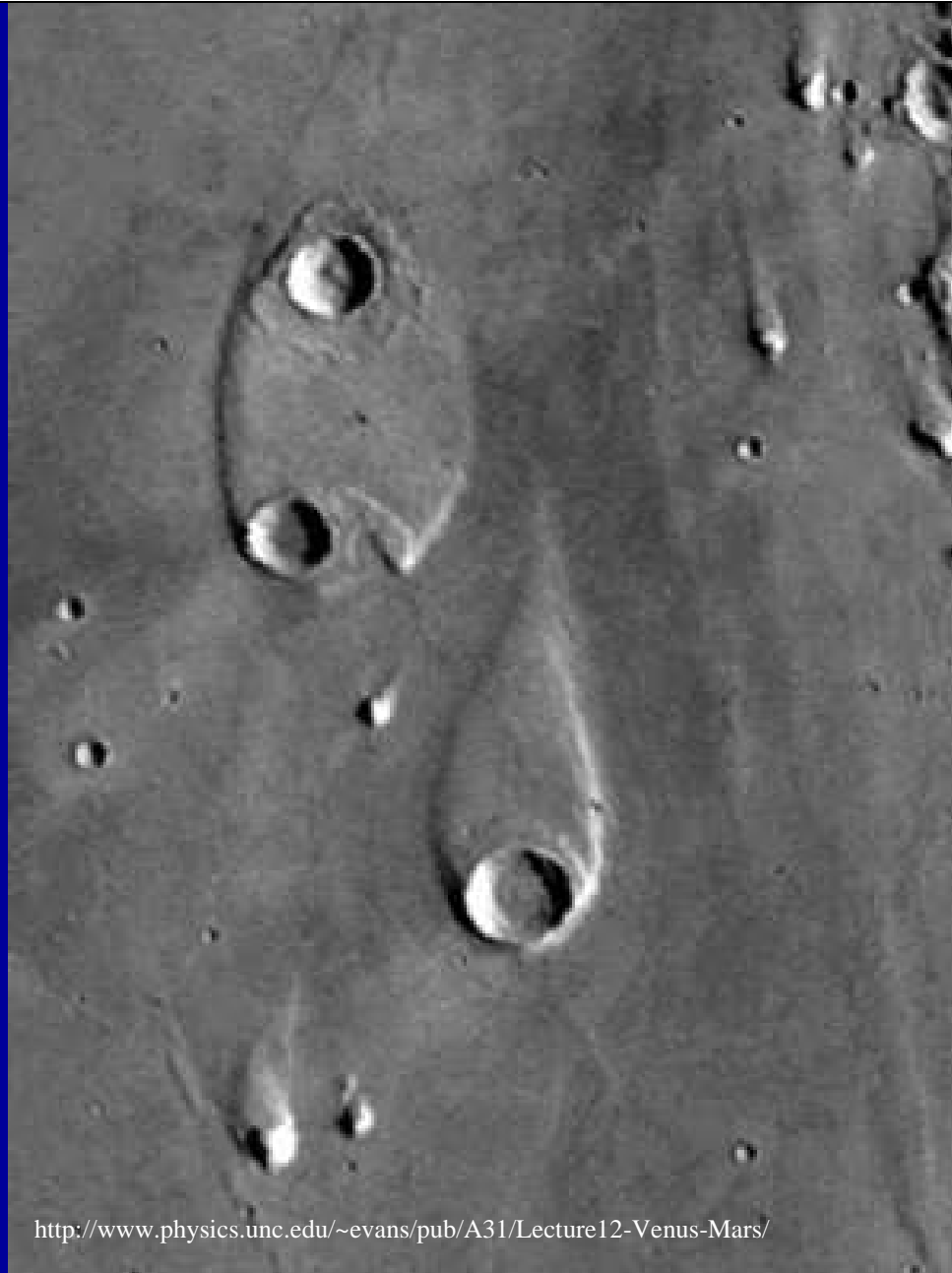






## Canais fluviais em Marte:



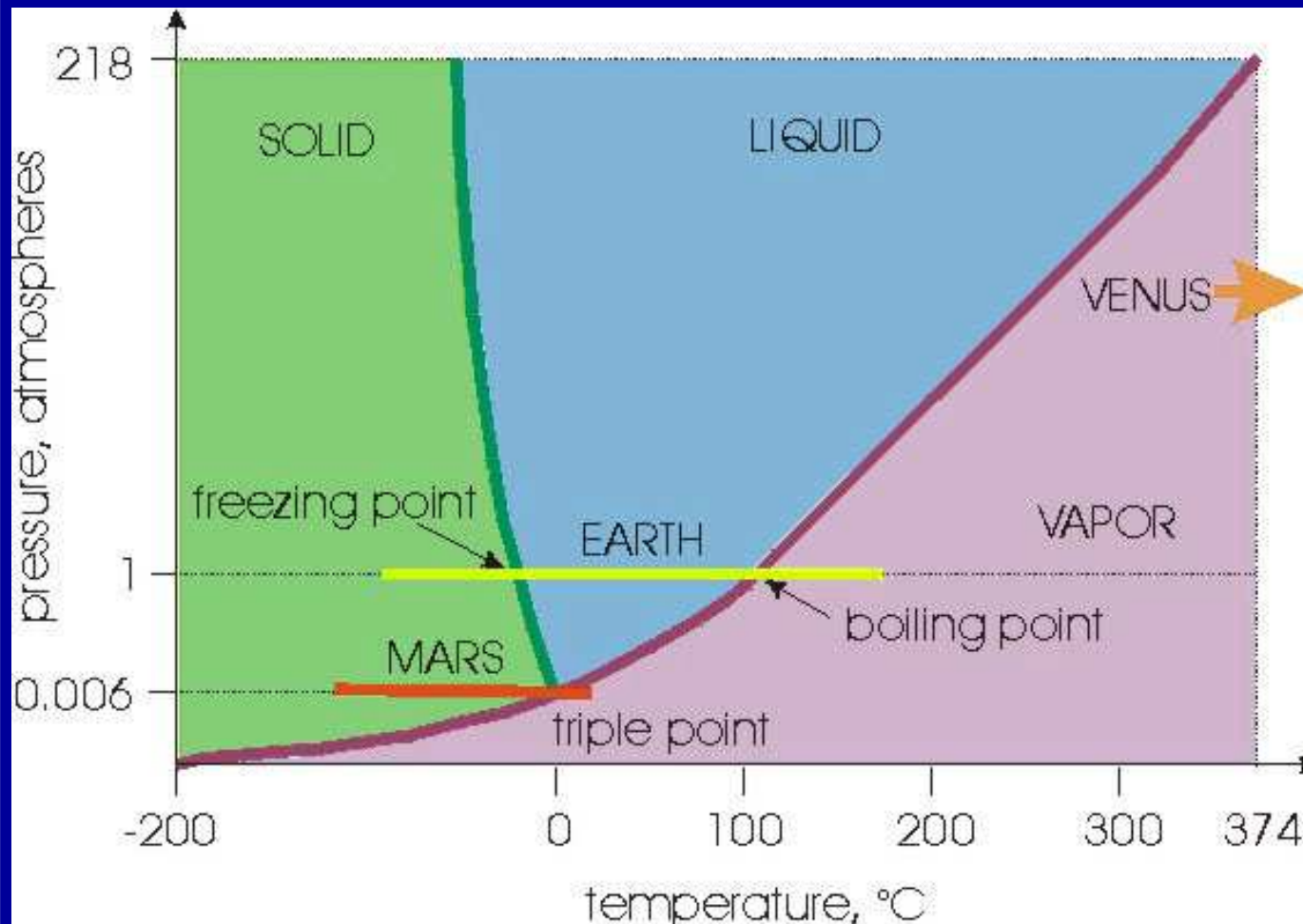


Vestígios de uma grande inundação no passado remoto de Marte.

No caso desta imagem o fluxo de água ocorreu de baixo para cima.

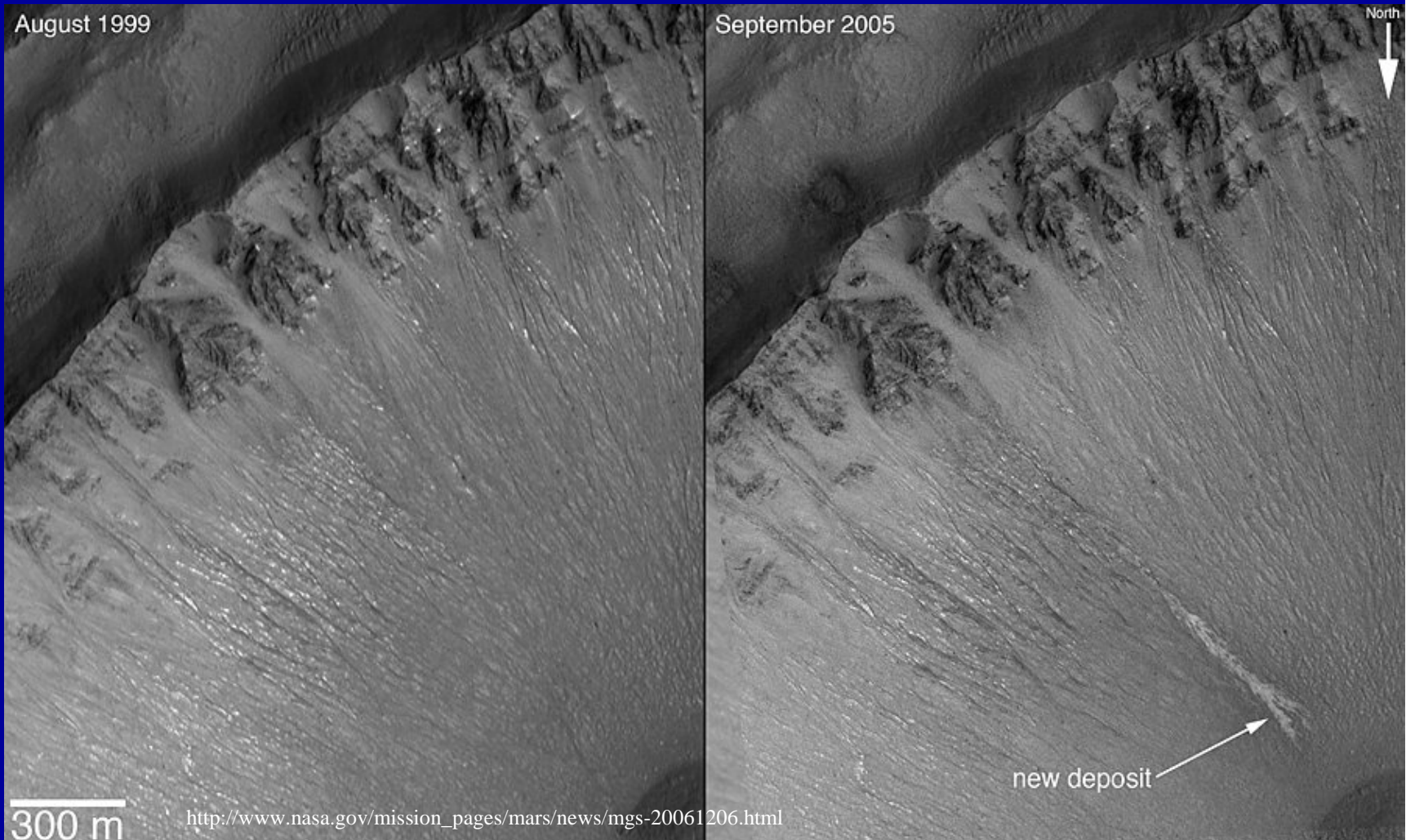


**Diagrama de fases da água:** na Terra estão reunidas as condições de pressão e temperatura para termos água nos três estados. No caso de Marte apenas podemos ter água no estado sólido ou no estado gasoso.





Imagens do mesmo local captadas com seis anos de intervalo. A imagem de 2005 parece sugerir que ocorreu um novo depósito de material...

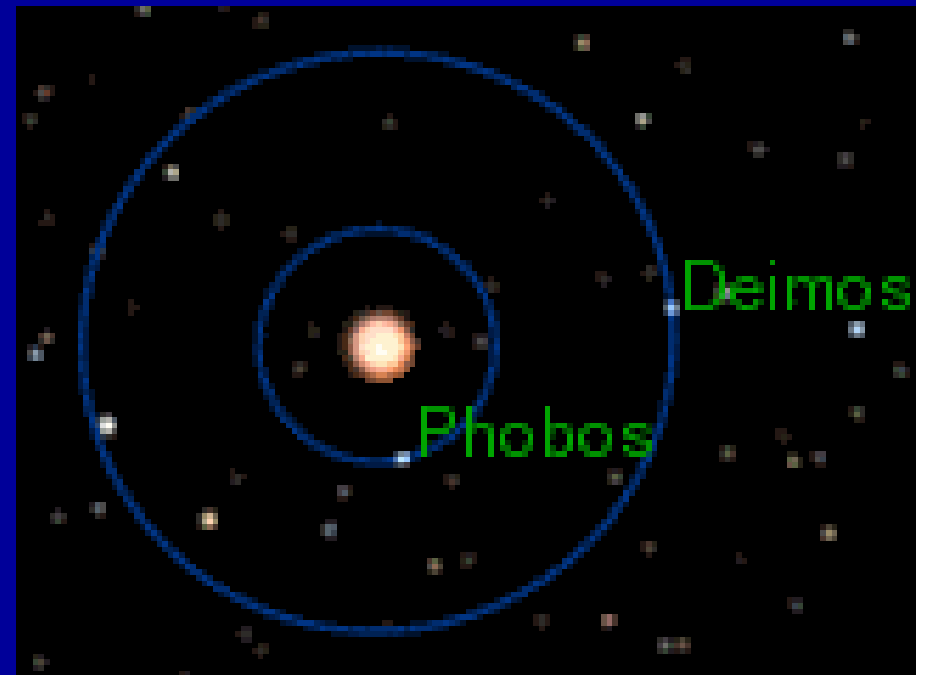




Marte tem dois pequenos satélites:

**Phobos** - raio (médio) 11 km.  
Período orbital: 07h:39m.

**Deimos** - raio (médio) 6 km.  
Período orbital: 1.26 dias.





# 5 - Júpiter



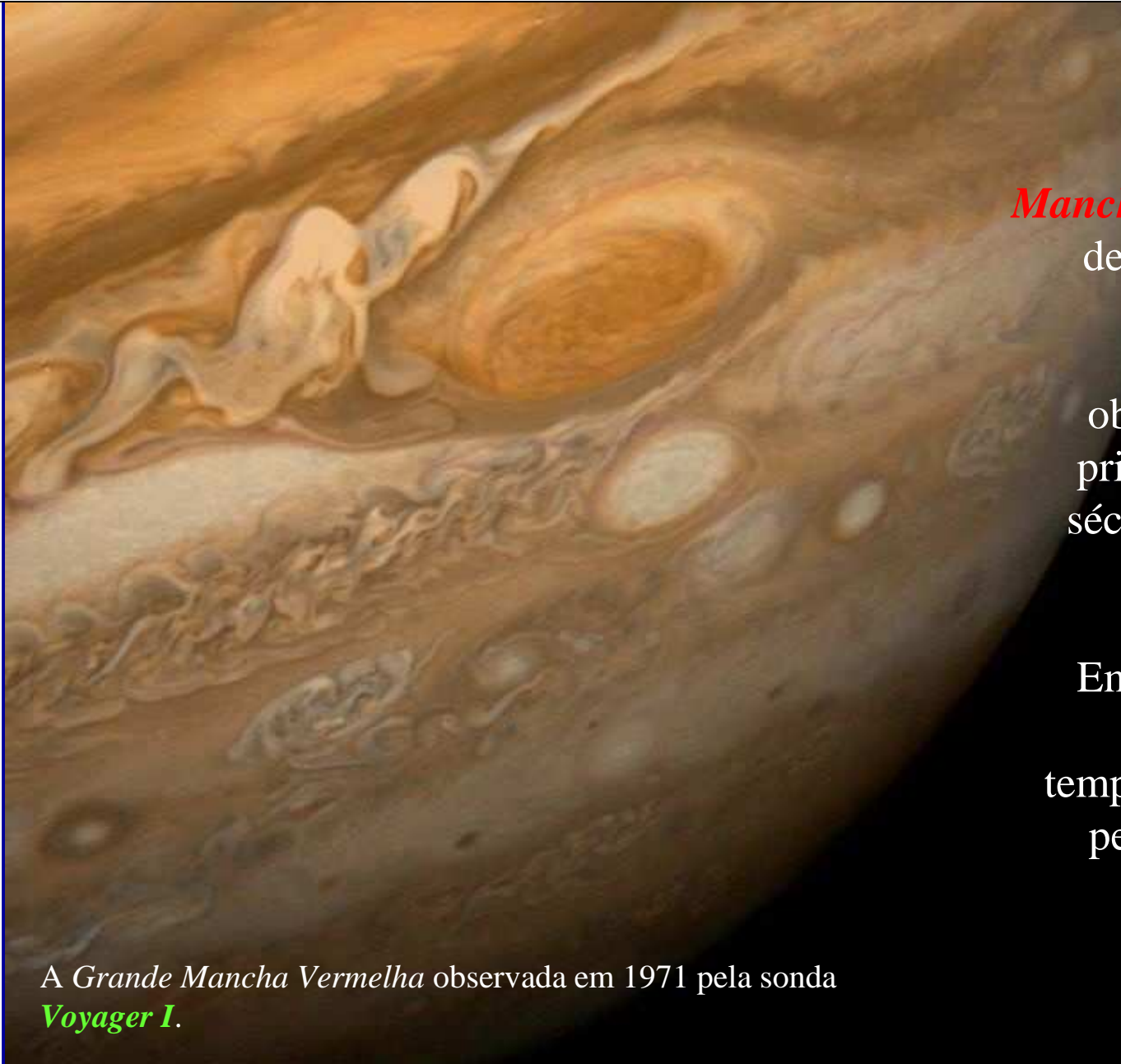
Foto de Júpiter obtida pela sonda **Cassini** (a caminho de Saturno). Podemos ver a sombra da Lua Europa sobre o disco do planeta.



**Júpiter** é o maior planeta do sistema solar.

A sua massa é cerca de 2.5 vezes a massa de todos os restantes planetas juntos.

É um *planeta gasoso* composto principalmente por *Hidrogénio* e *Hélio*.



## *A Grande Mancha Vermelha*

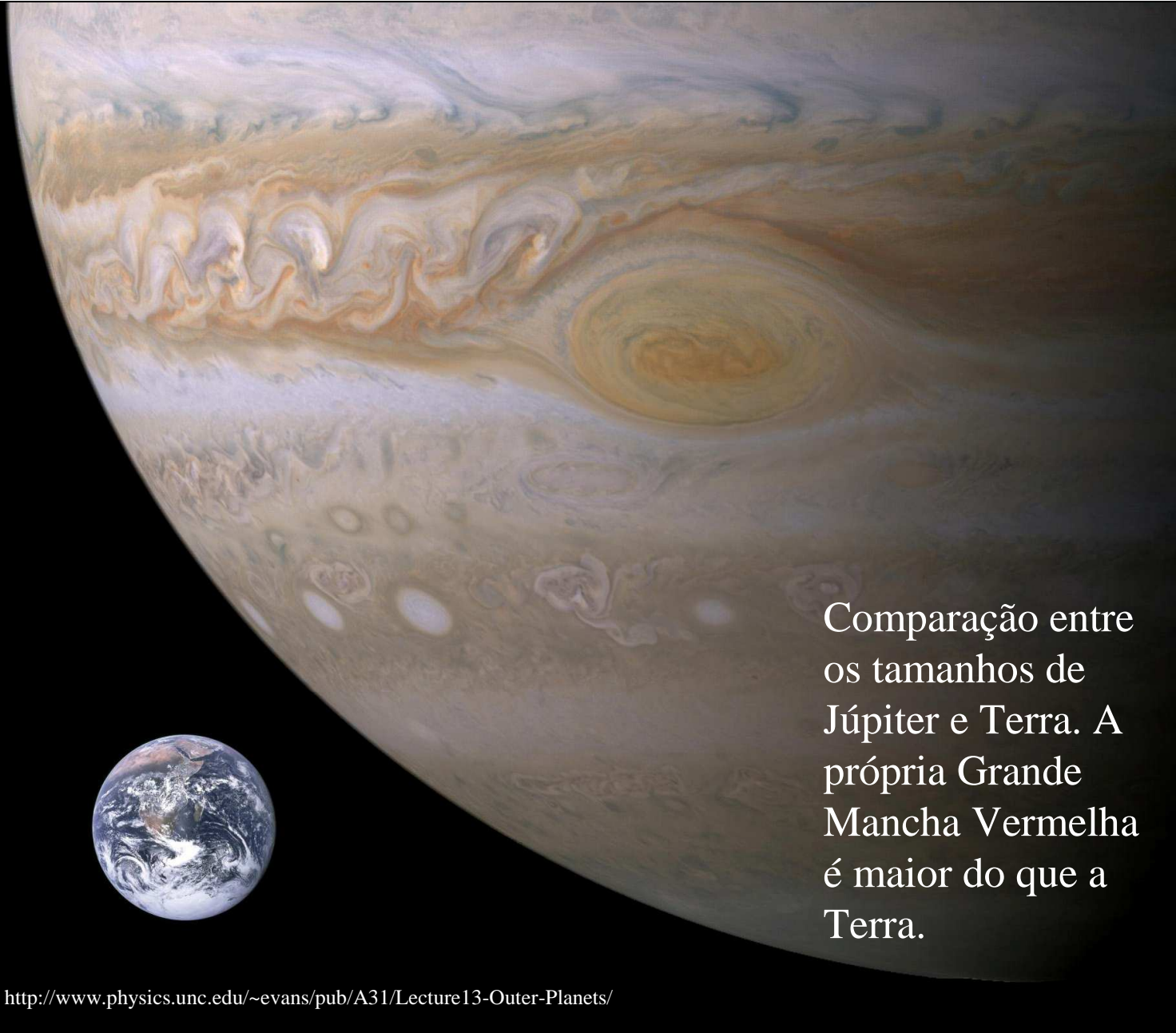
de Júpiter é um *anticiclone* persistente observado pela primeira vez no século XVII por Galileu.

Em 2006 foram observadas tempestades mais pequenas à sua volta.

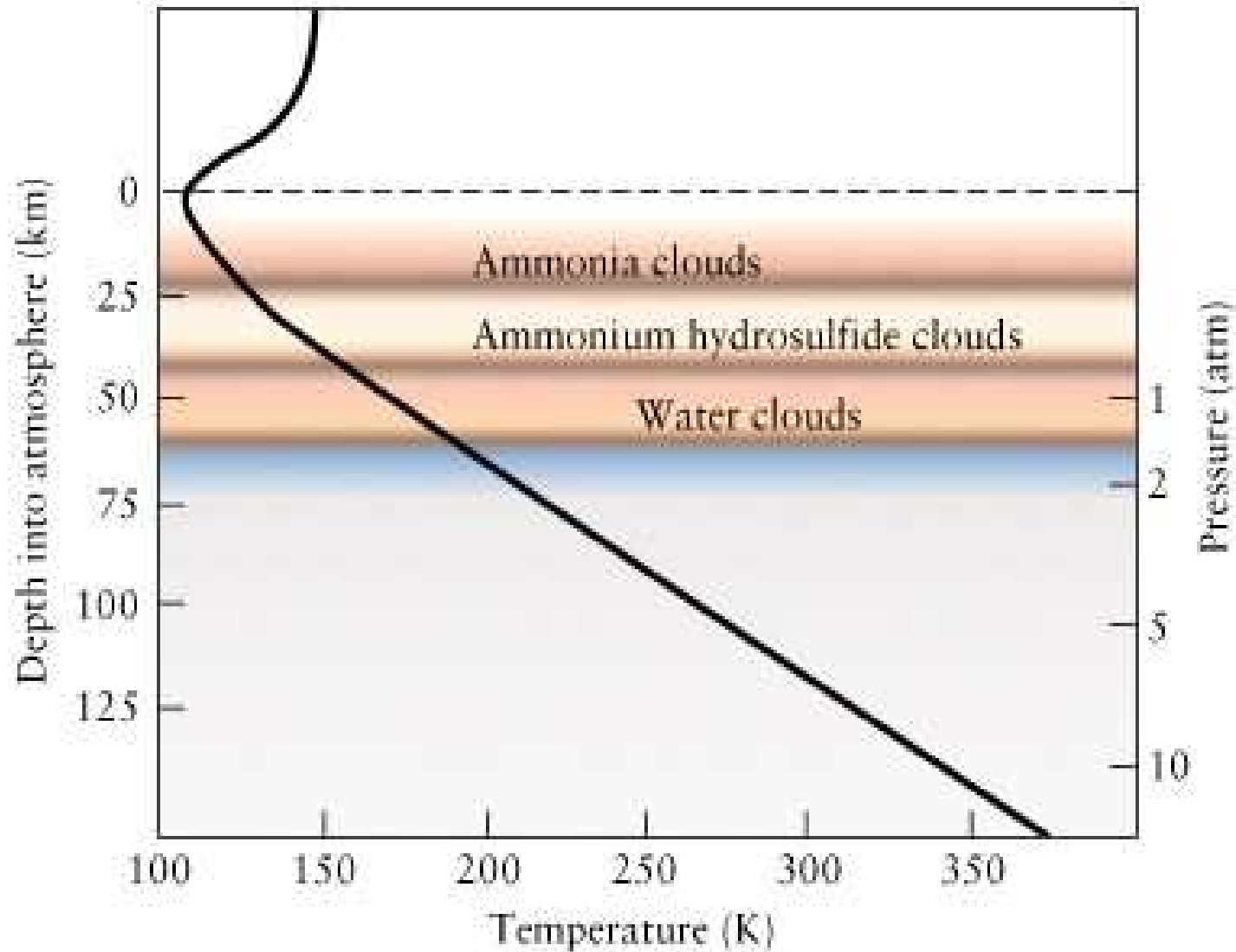




A Grande Mancha Vermelha de Júpiter.

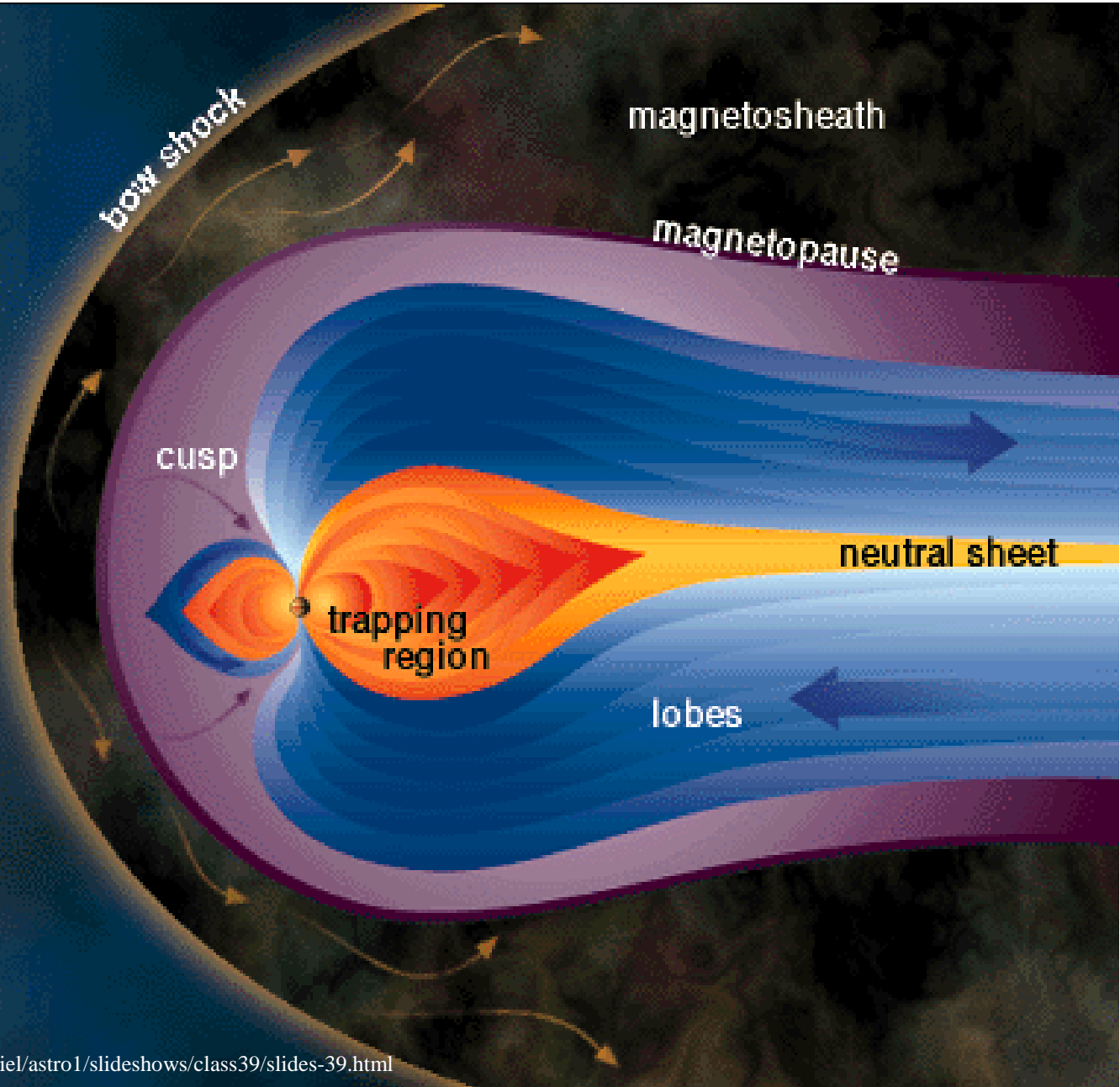


Comparação entre os tamanhos de Júpiter e Terra. A própria Grande Mancha Vermelha é maior do que a Terra.



## Atmosfera de Júpiter

**Magnetosfera**  
de Júpiter (do  
lado oposto ao  
Sol chega a  
cruzar a órbita  
de Saturno..)

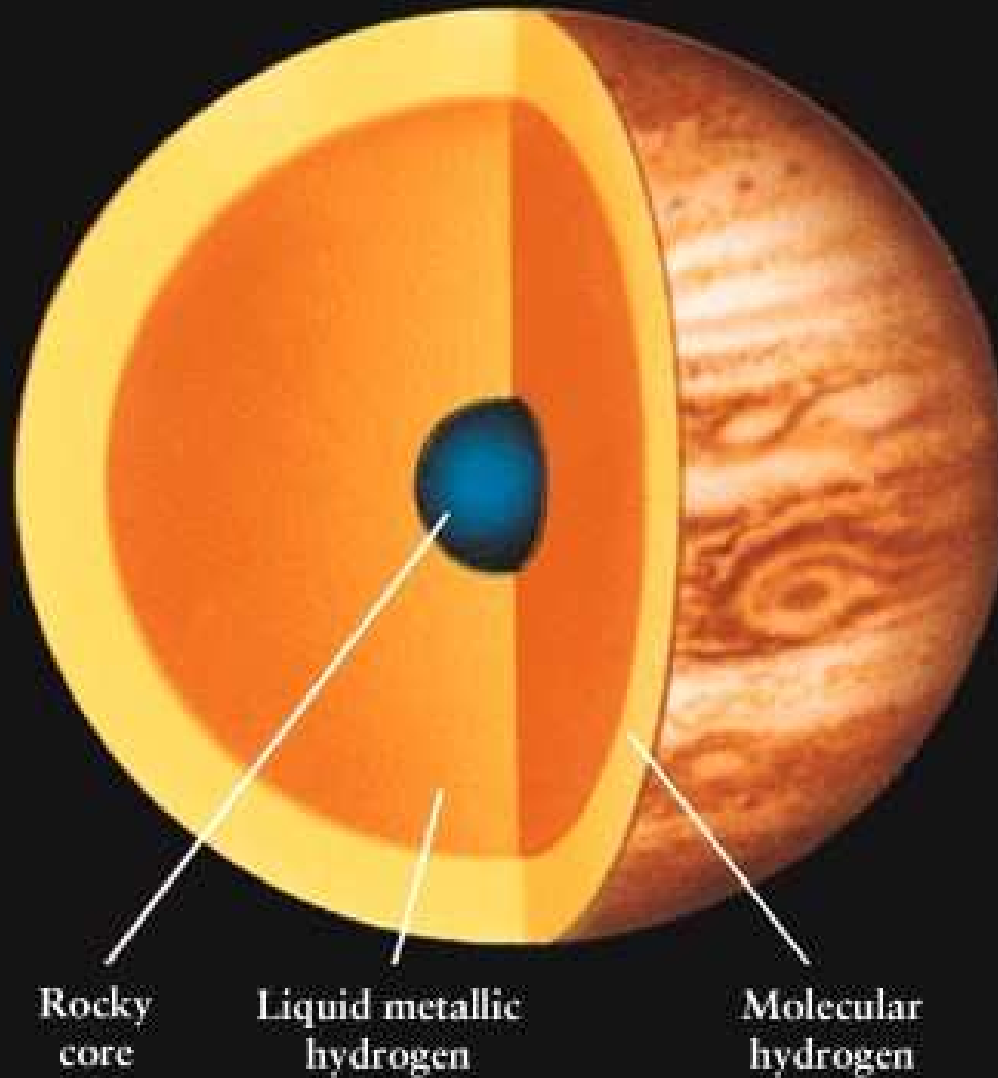




Auroras causadas pelo vento solar em Júpiter.



(sobreposição de uma imagem de raios-X do observatório espacial **Chandra** com uma imagem na banda do visível obtida pelo HST)

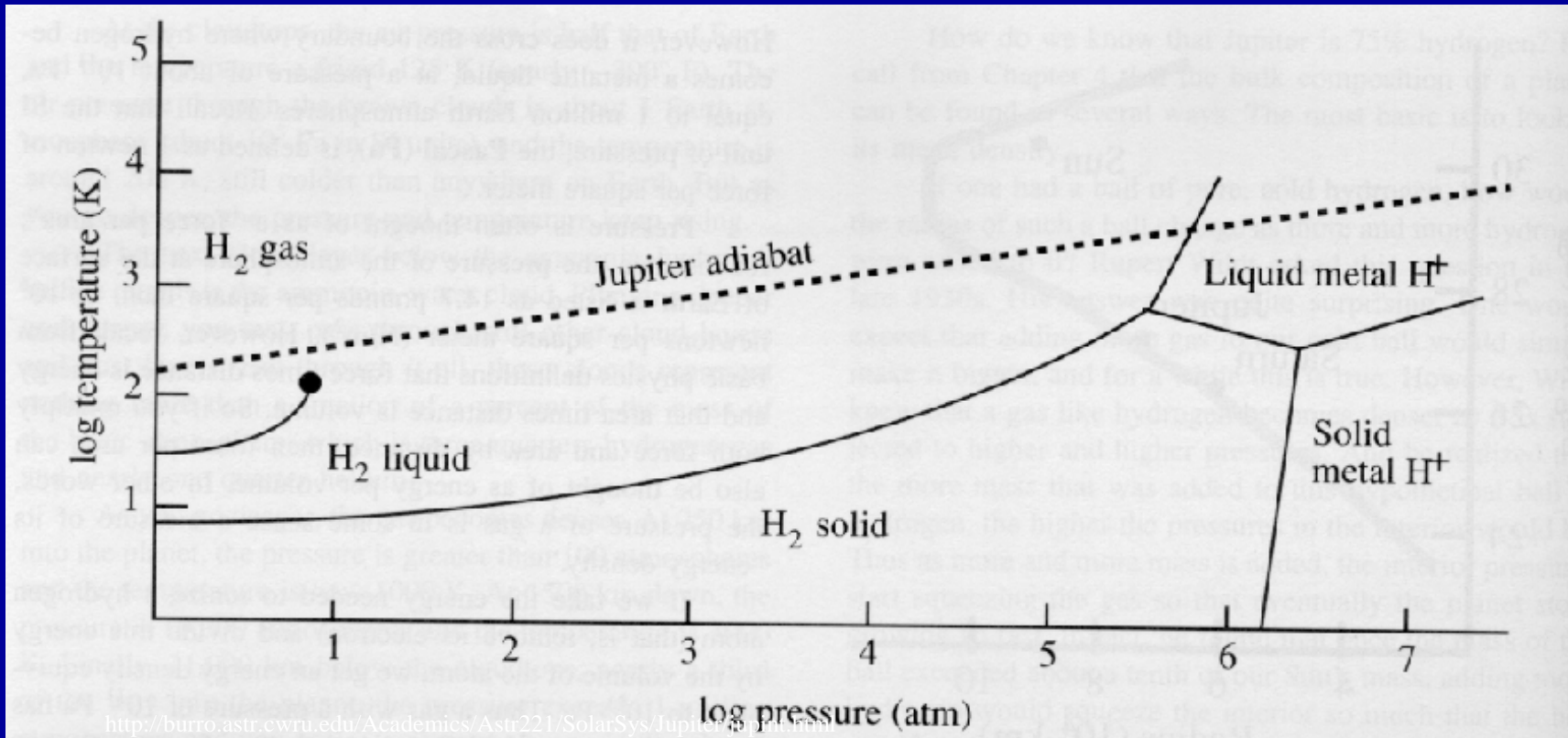


10,000 km  
|-----|

Esquema mostrando o interior de Júpiter.



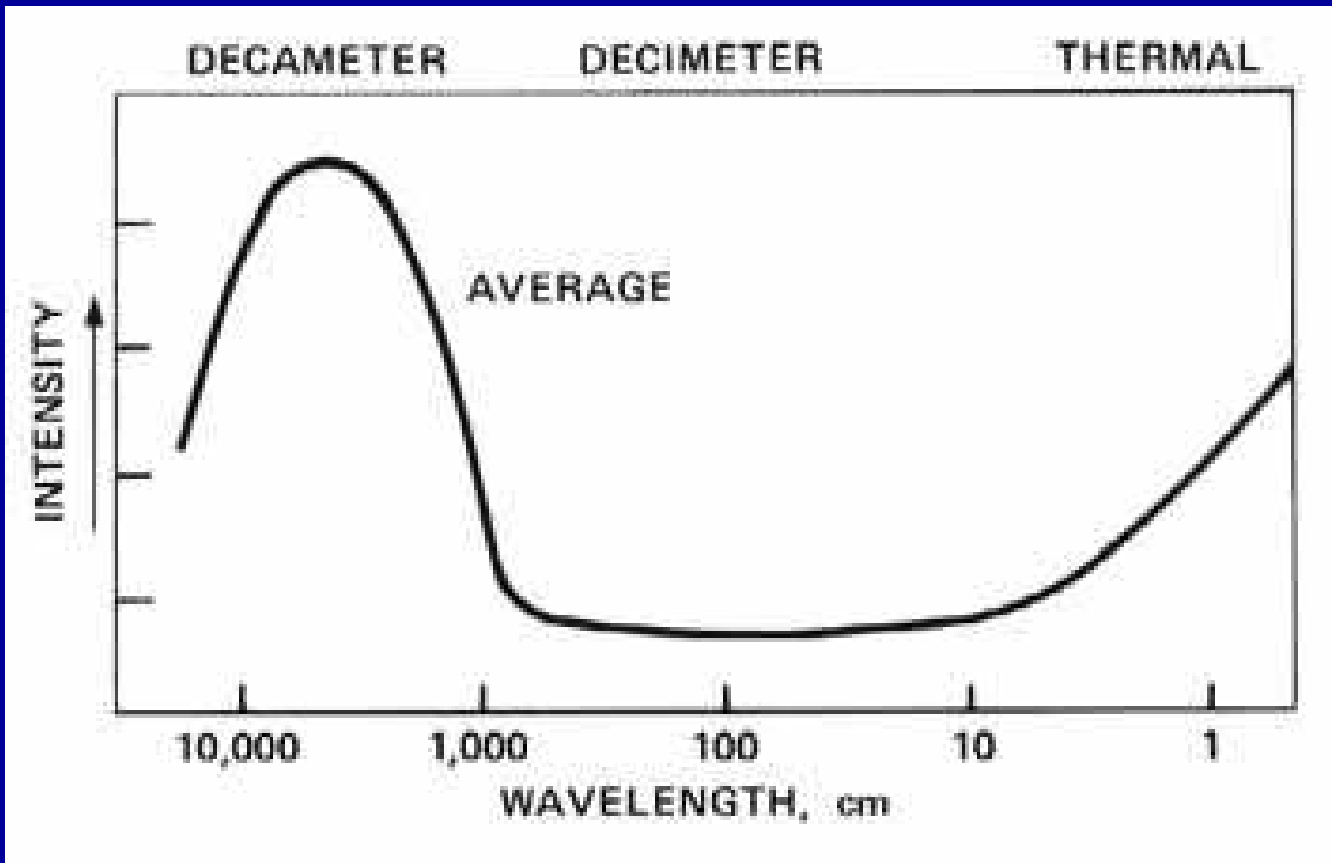
## Diagrama de fases do hidrogénio





## Ondas de rádio emitidas por Júpiter:

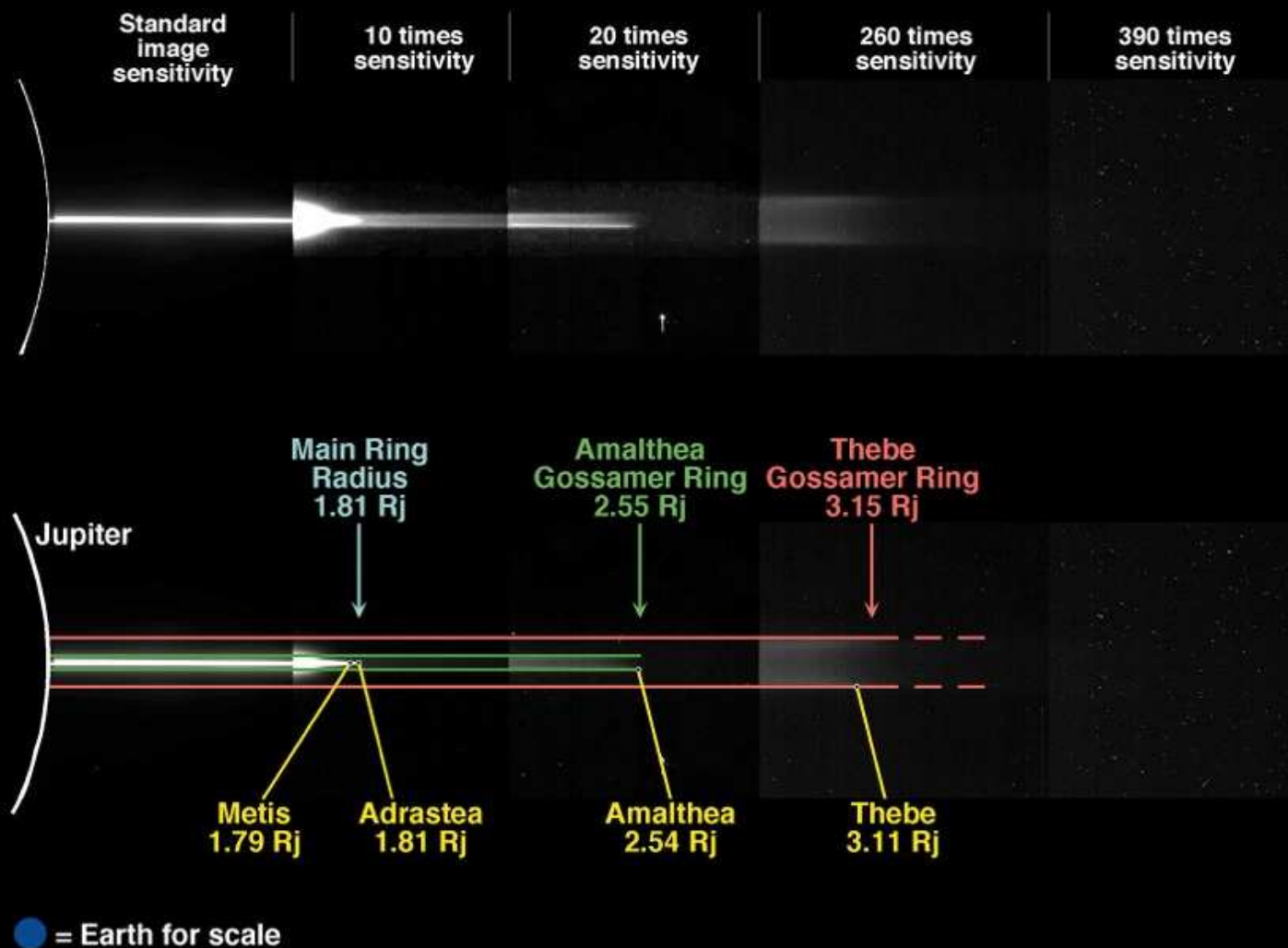
- > Ondas decamétricas
- > Ondas decimétricas
- > Radiação de corpo negro (ondas térmicas)







## Os anéis de Júpiter:



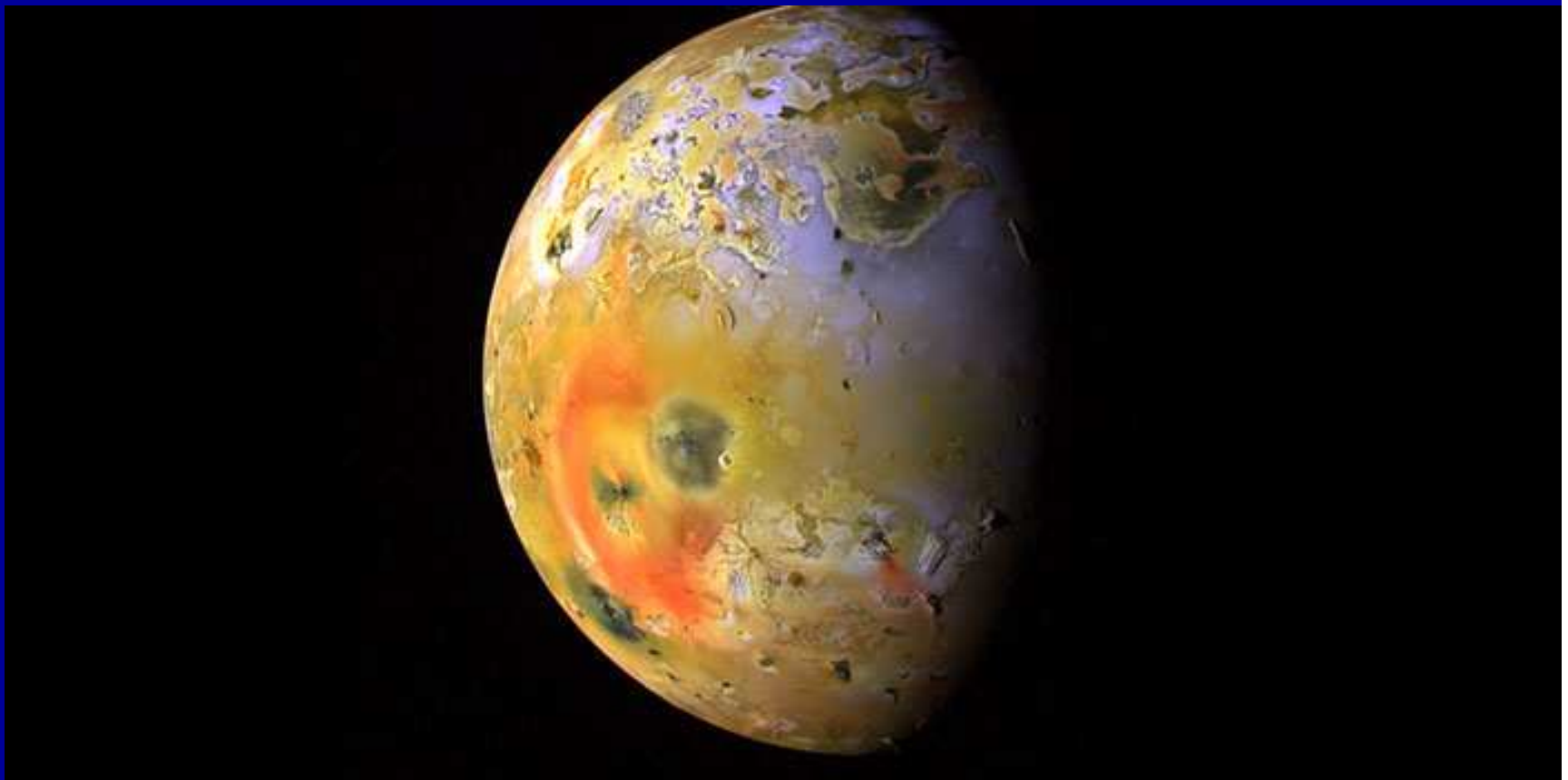


Júpiter e as suas quatro maiores luas observado por um telescópio de 30 cm de abertura.



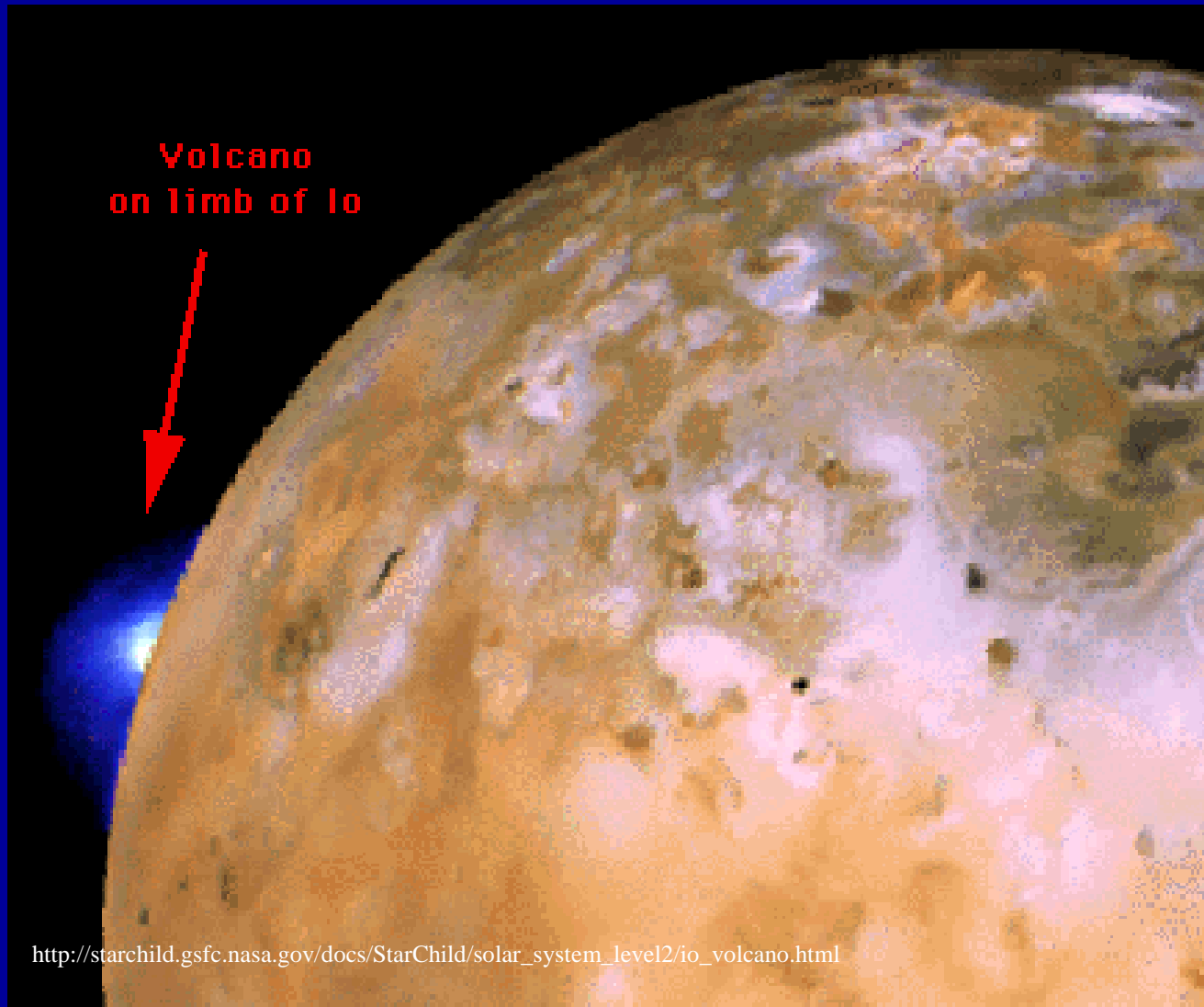


**Io** – foto obtida pela sonda Galileu quando esta se encontrava em órbita de Júpiter. Io, ligeiramente maior do que a nossa Lua, é o corpo mais vulcanicamente ativo no Sistema Solar.



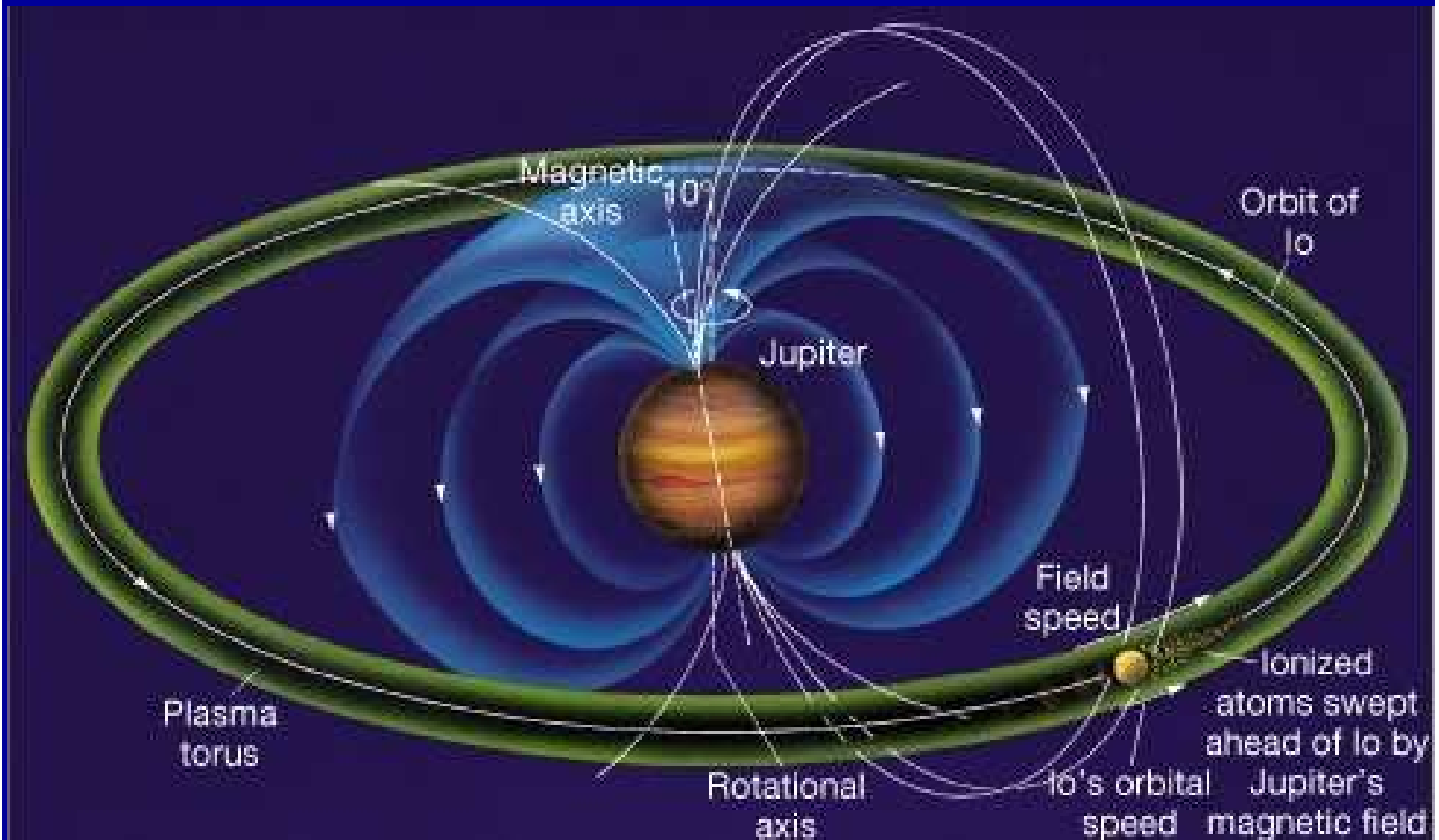


**Erupção vulcânica** em Io captada pela sonda **Voyager 2**. Foi a primeira vez que vimos um vulcão em atividade fora da Terra.



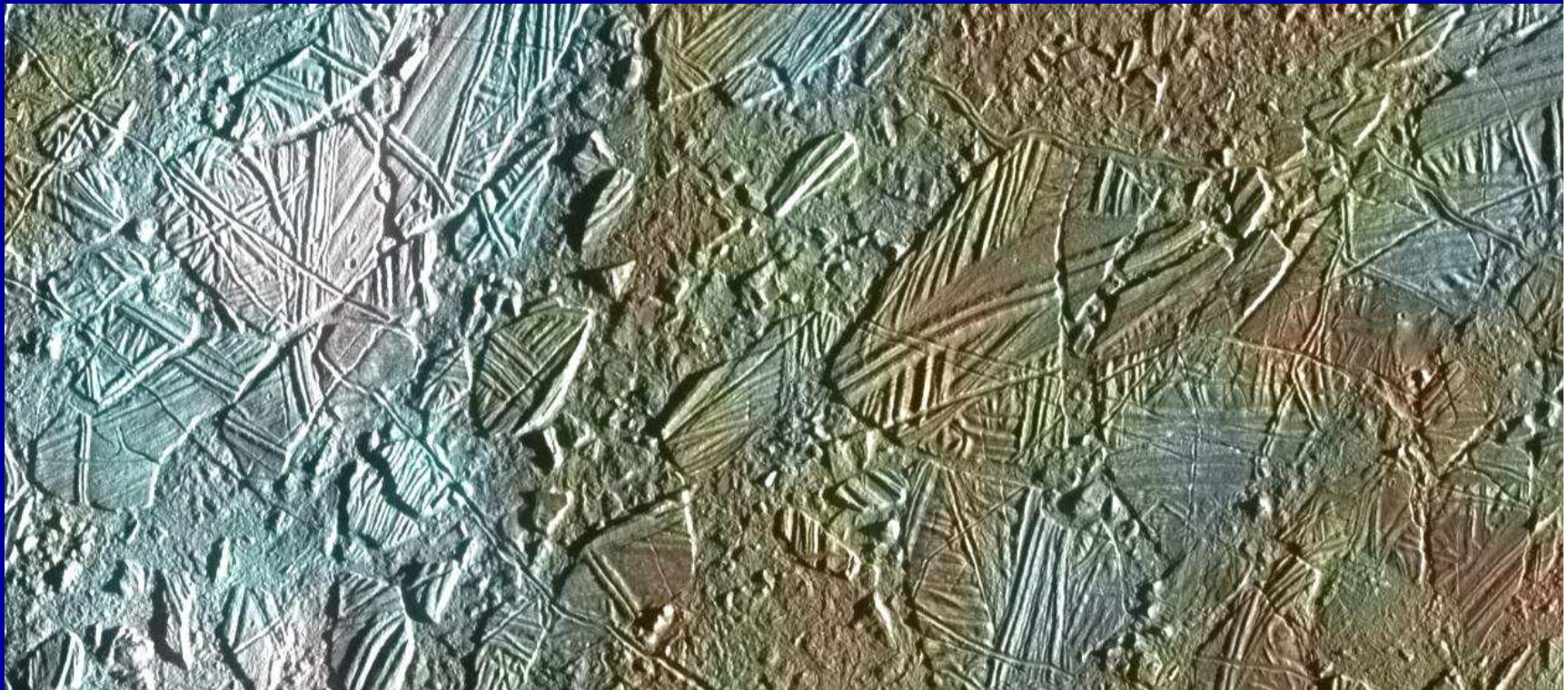


Parte do material lançado por Io acaba por interagir com o campo magnético de Júpiter formando um **toro de plasma** à volta do planeta.



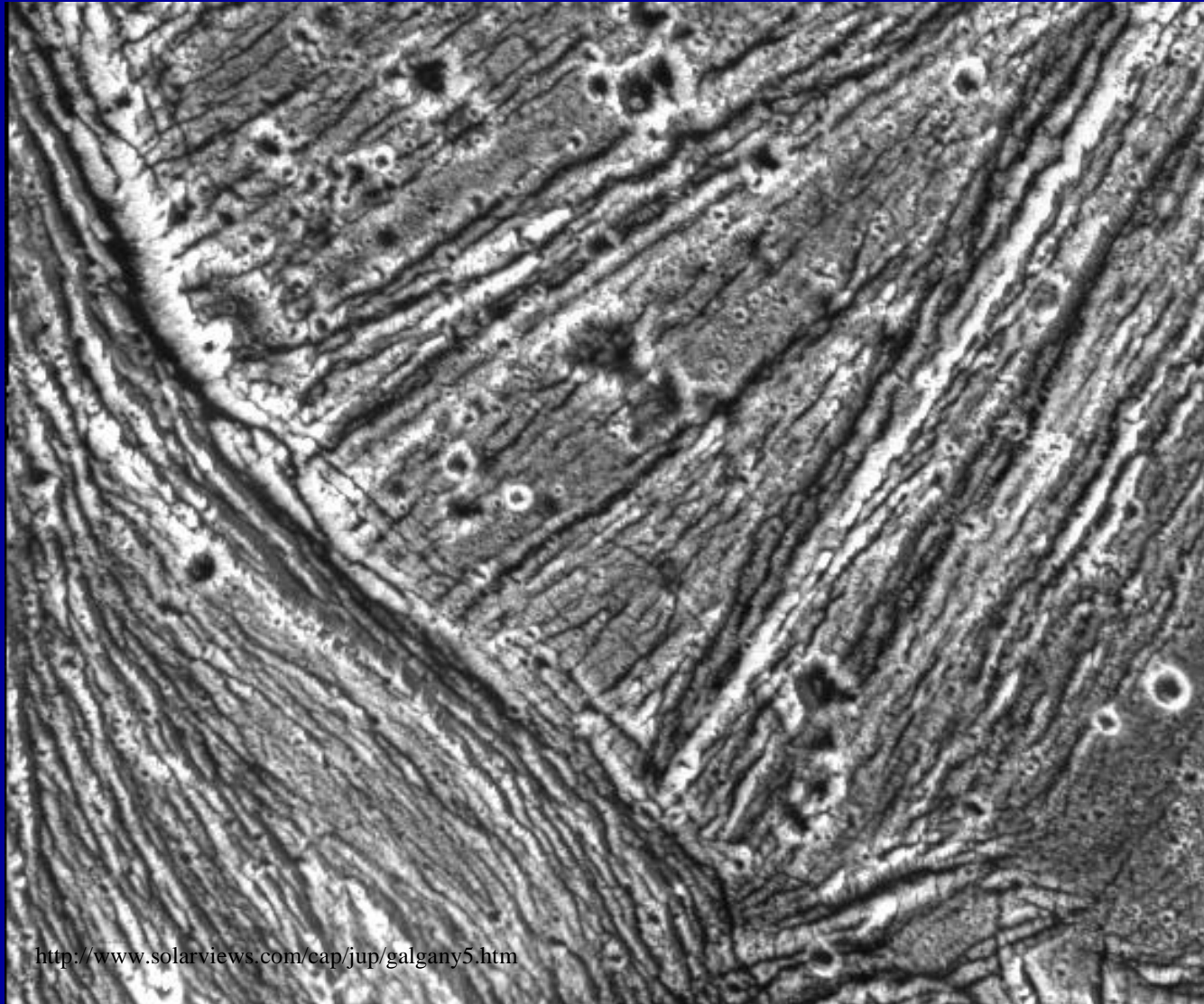


Aspeto da crosta gelada de **Europa** com o seu emaranhado de riscos, ranhuras e fraturas:





Aspeto da superfície de **Ganimedes** mostrando longos e profundos sulcos

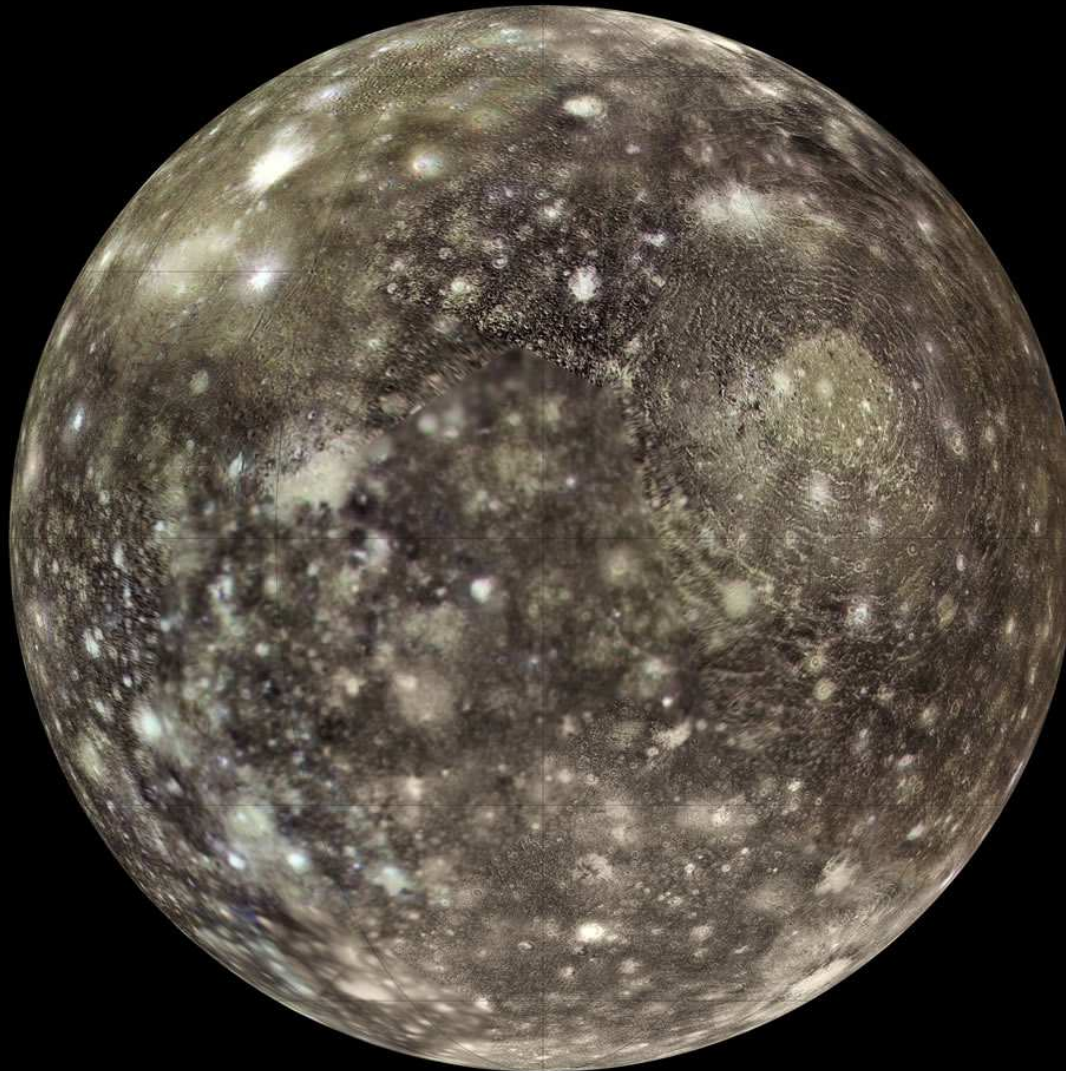




DR. PAUL SCHENK  
Atlas of the Galilean Satellites,  
Cambridge University Press, 2010



Callisto



**Callisto** e a sua  
coloração  
bastante escura.





## Os quatro satélites Galileanos de Júpiter:



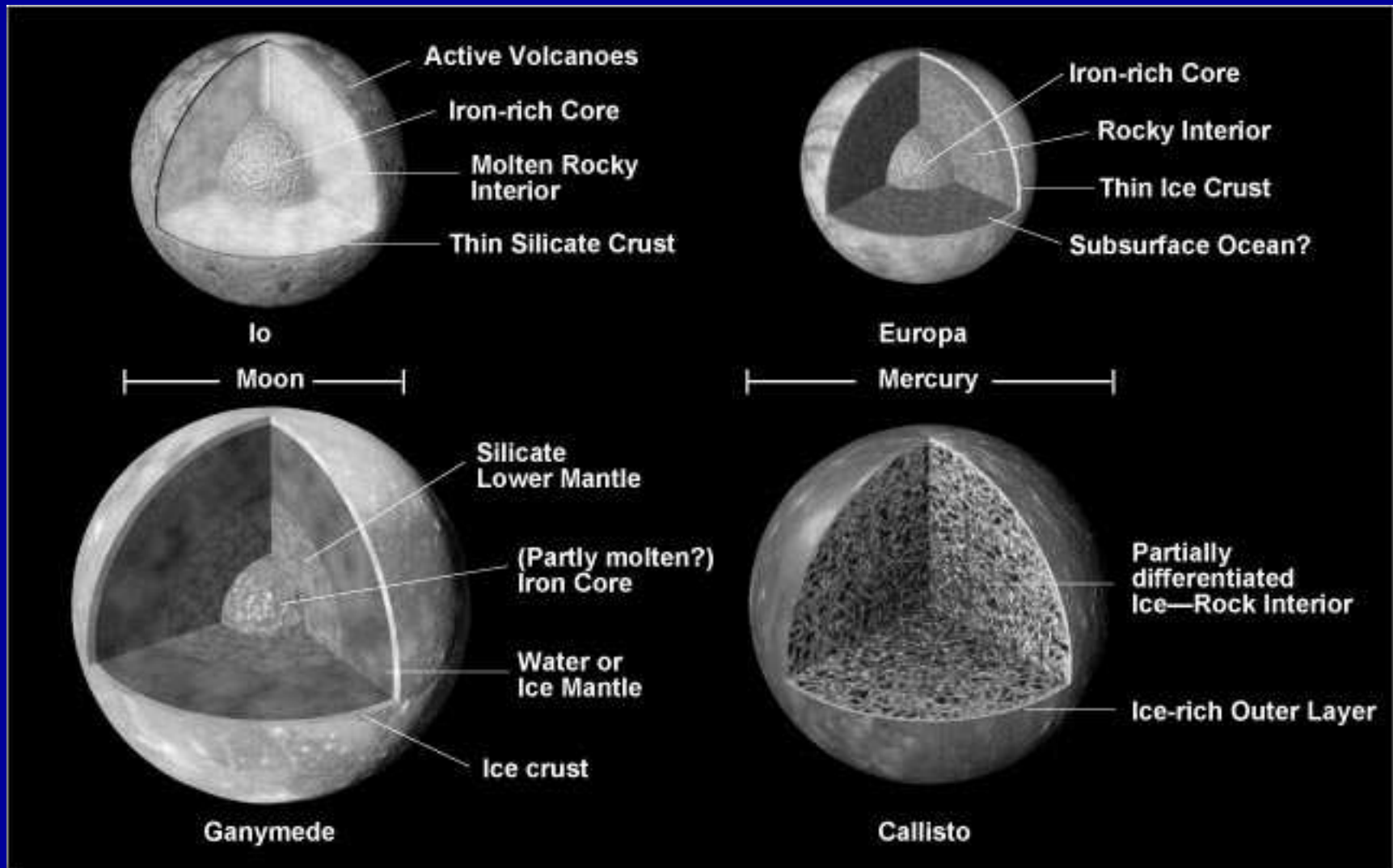
Calisto

Ganimesdes

Europa

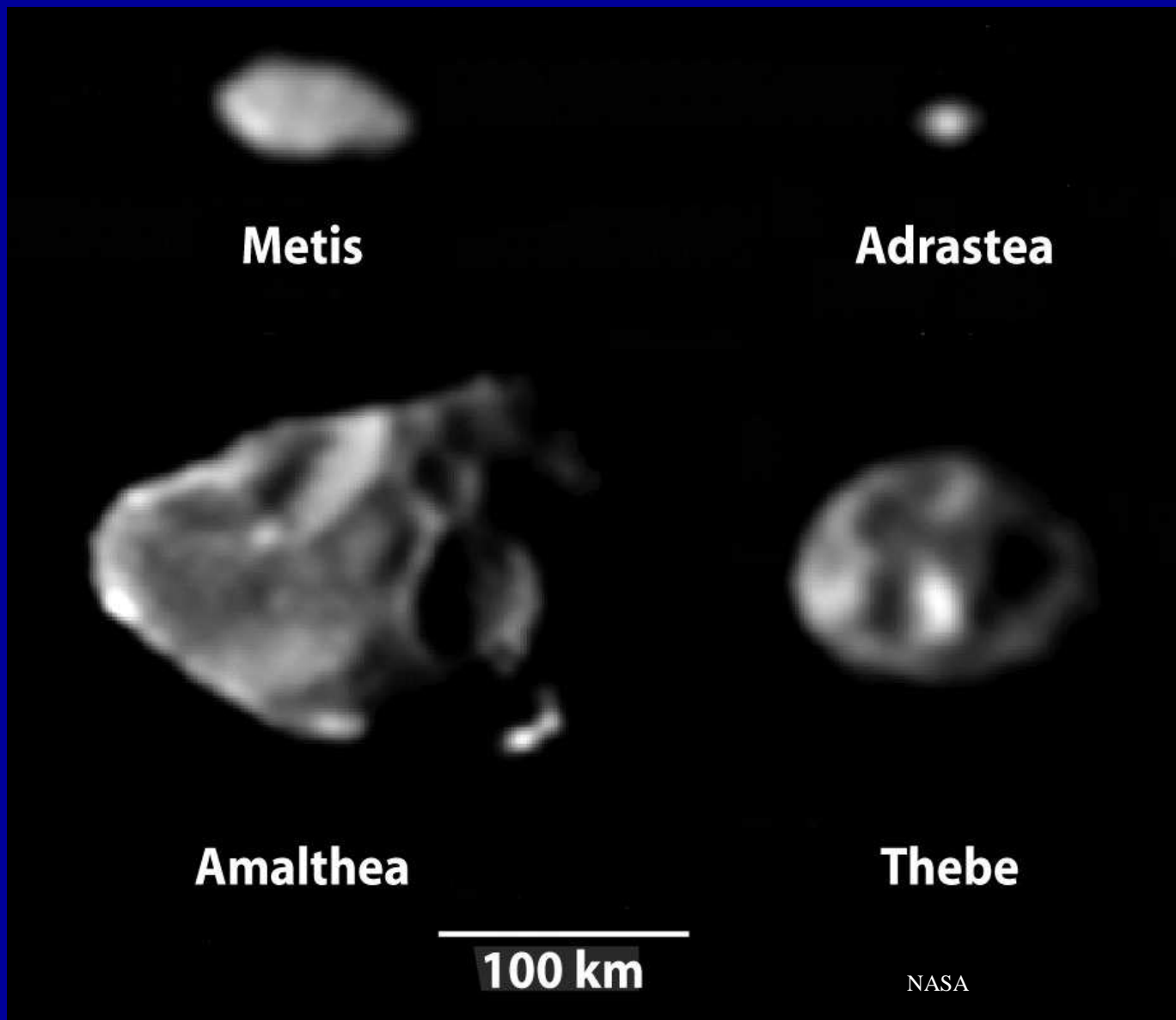
Io

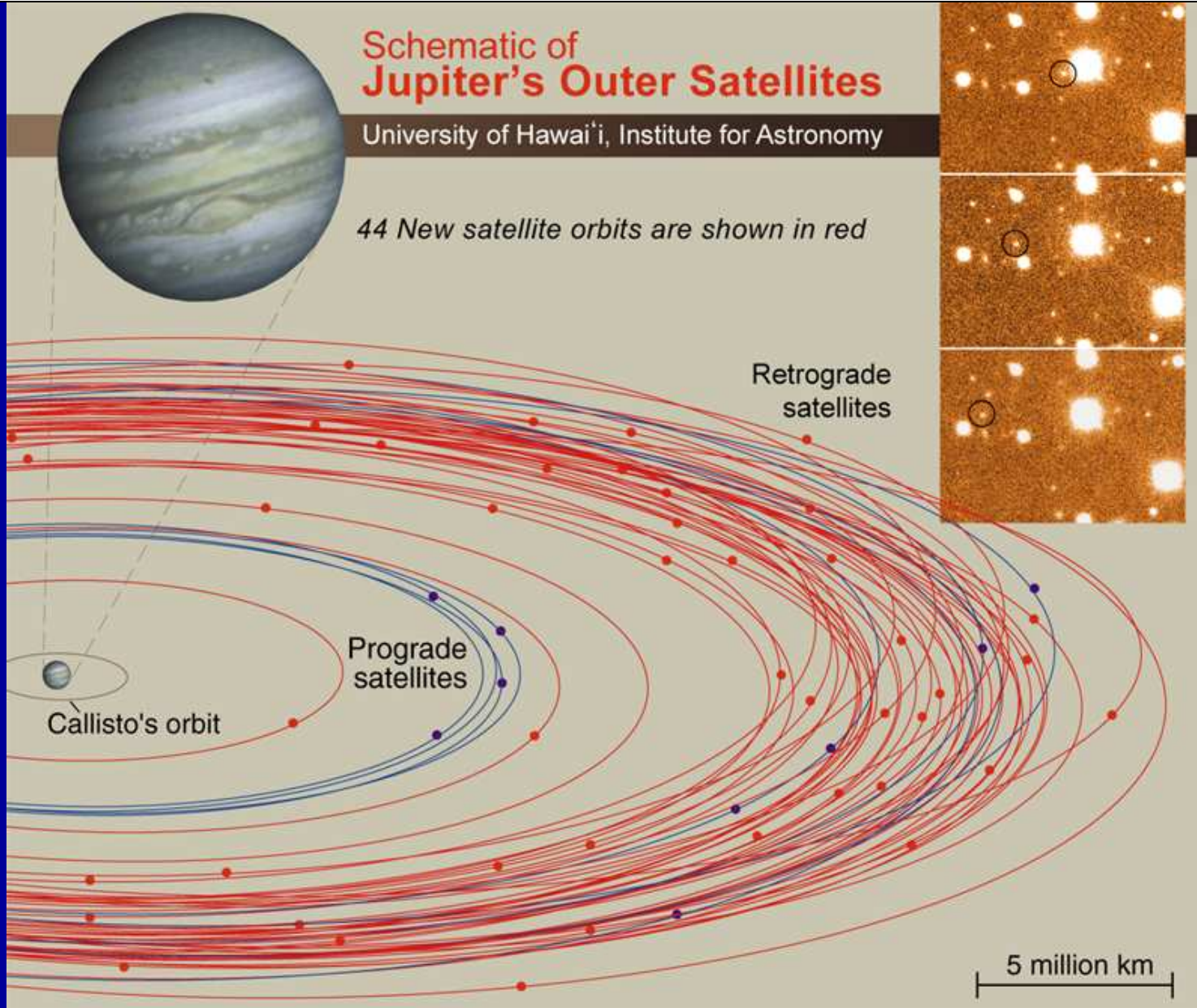
## Os interiores dos quatro satélites Galileanos de Júpiter:





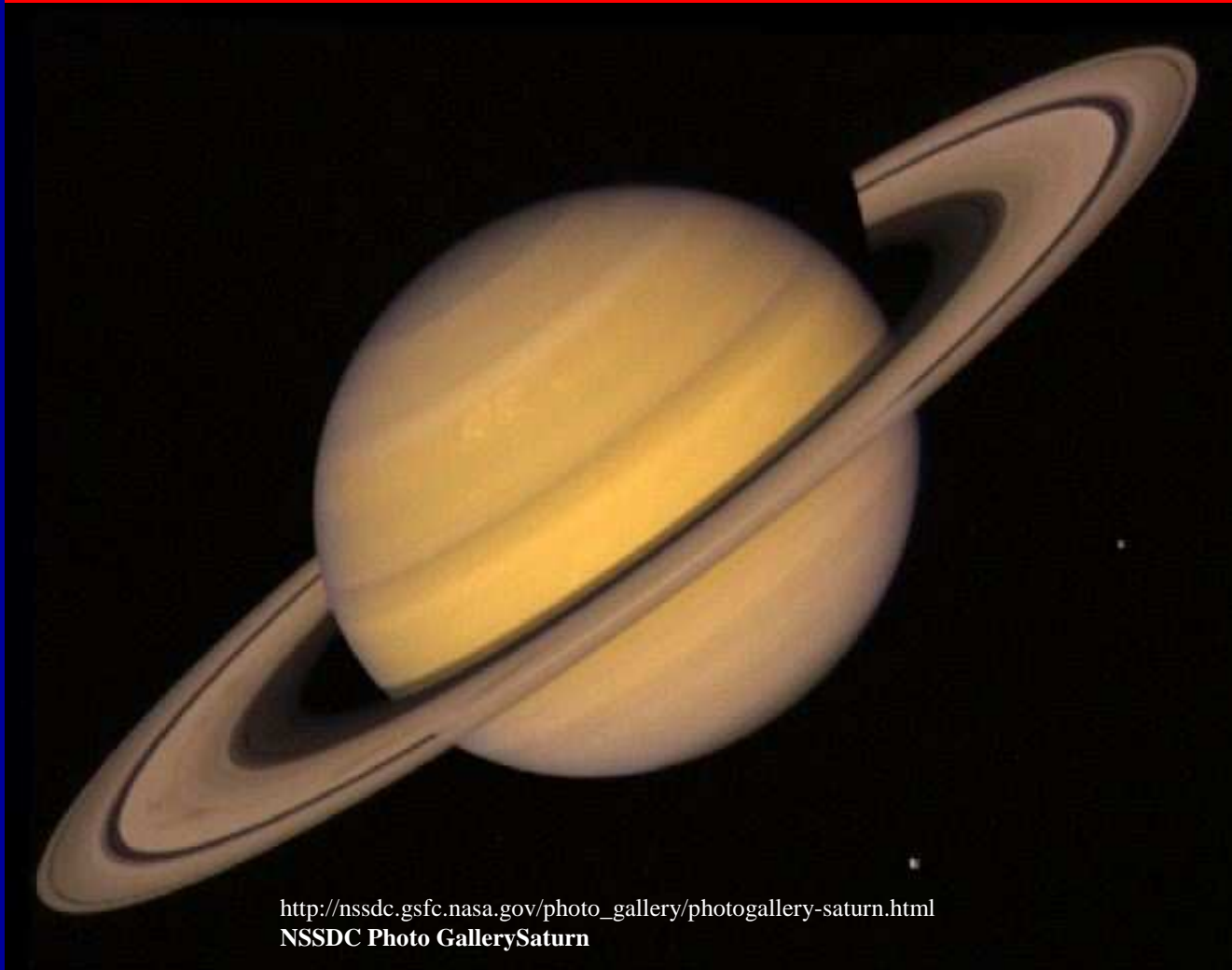
## Outras luas de Júpiter (ao todo são mais de 60!)







# 6 - Saturno



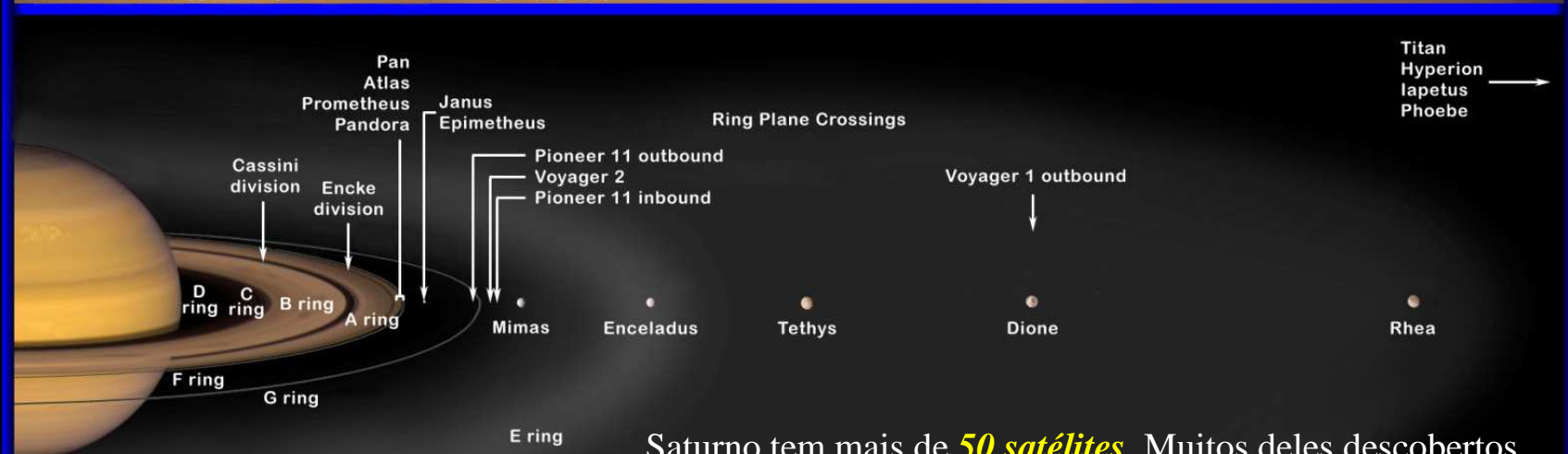
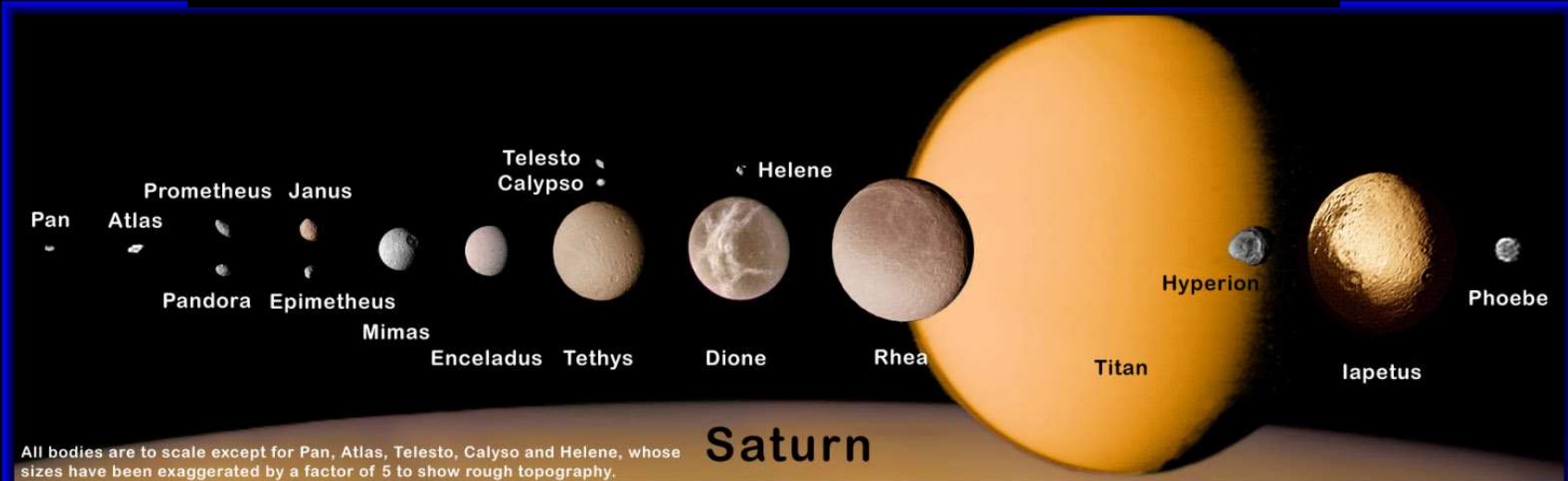
Saturno visto  
pela  
**Voyager 2** a  
21 de julho  
de 1981 (à  
distância de  
33.9 milhões  
de km).



Os anéis são compostos  
principalmente por  
pequenas partículas de  
gelo e poeira.



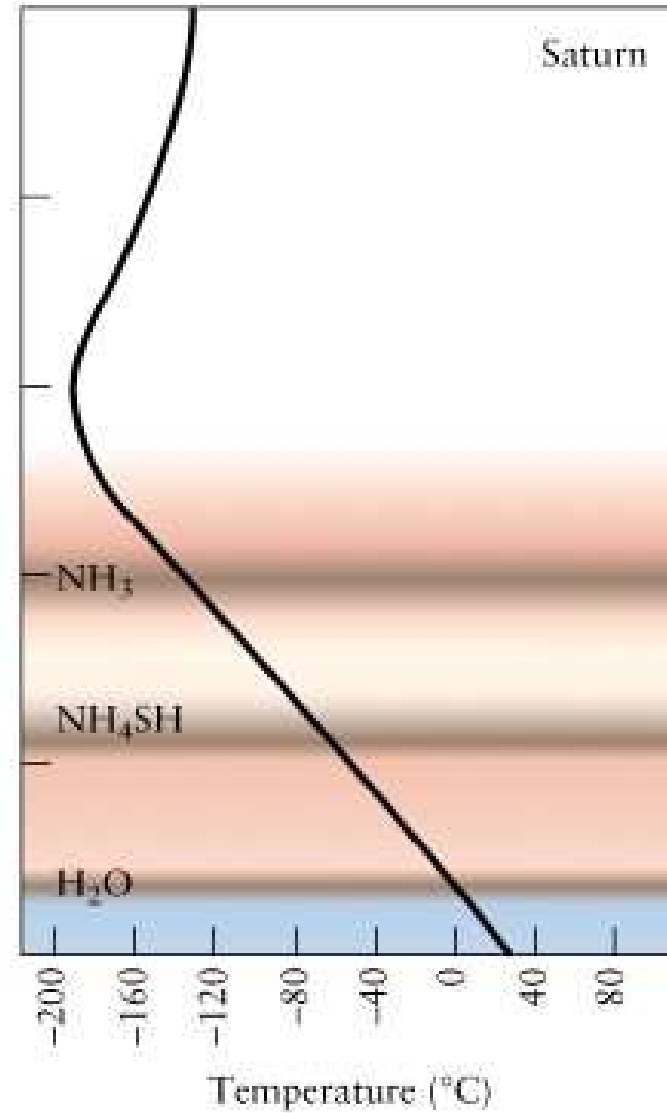
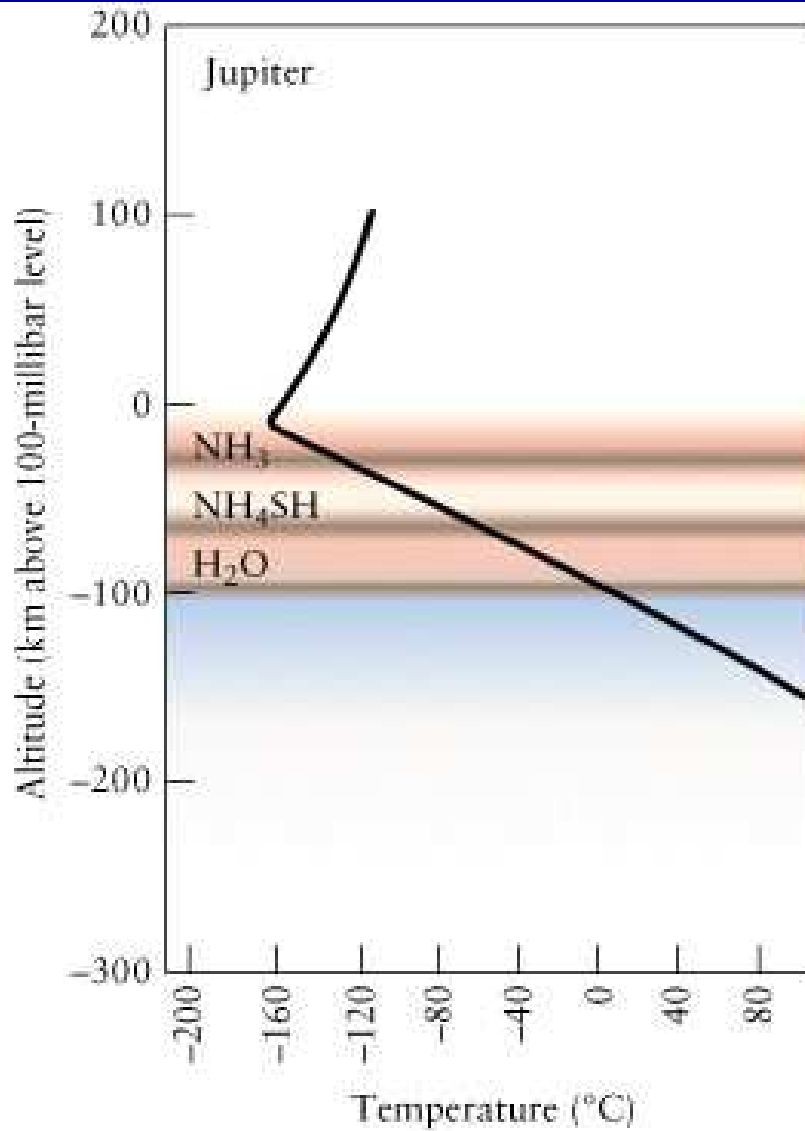
## Satélites e Anéis de Saturno



Saturno tem mais de **50 satélites**. Muitos deles descobertos recentemente pela sonda **Cassini** ainda não têm nome definitivo!

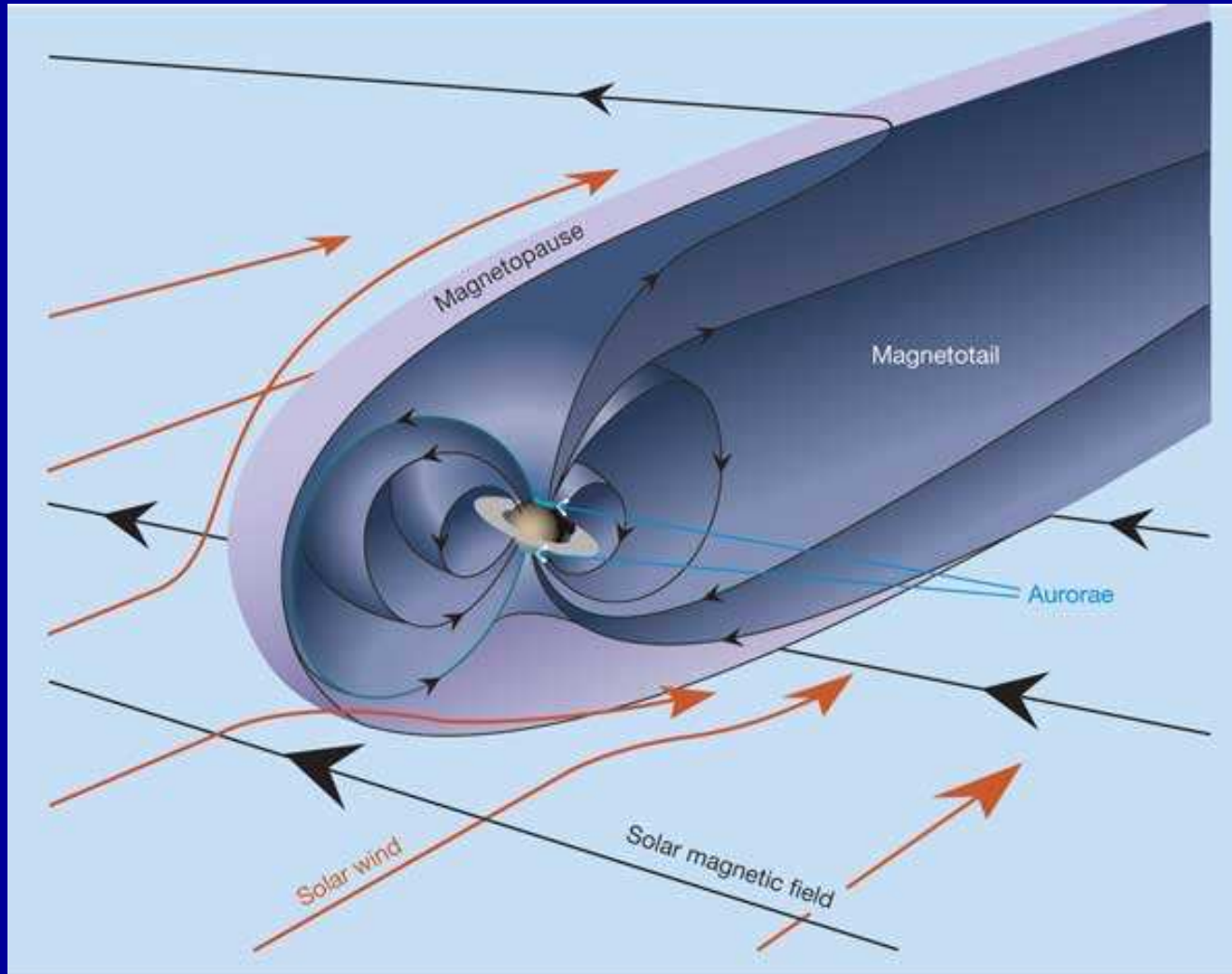


## Atmosferas de Júpiter e Saturno

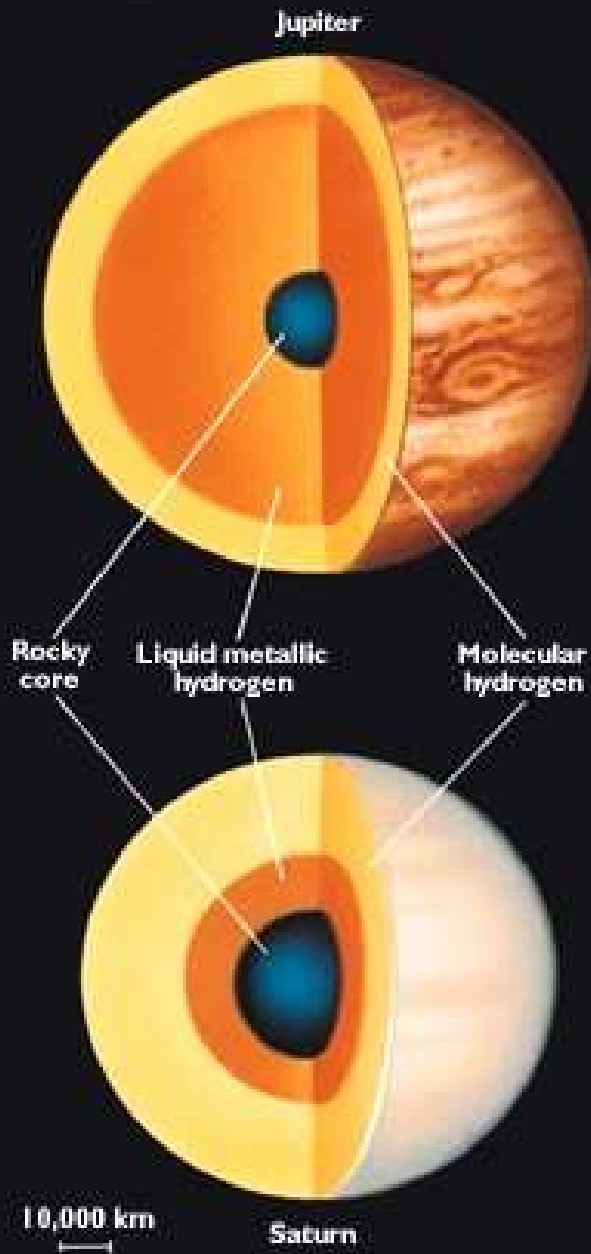




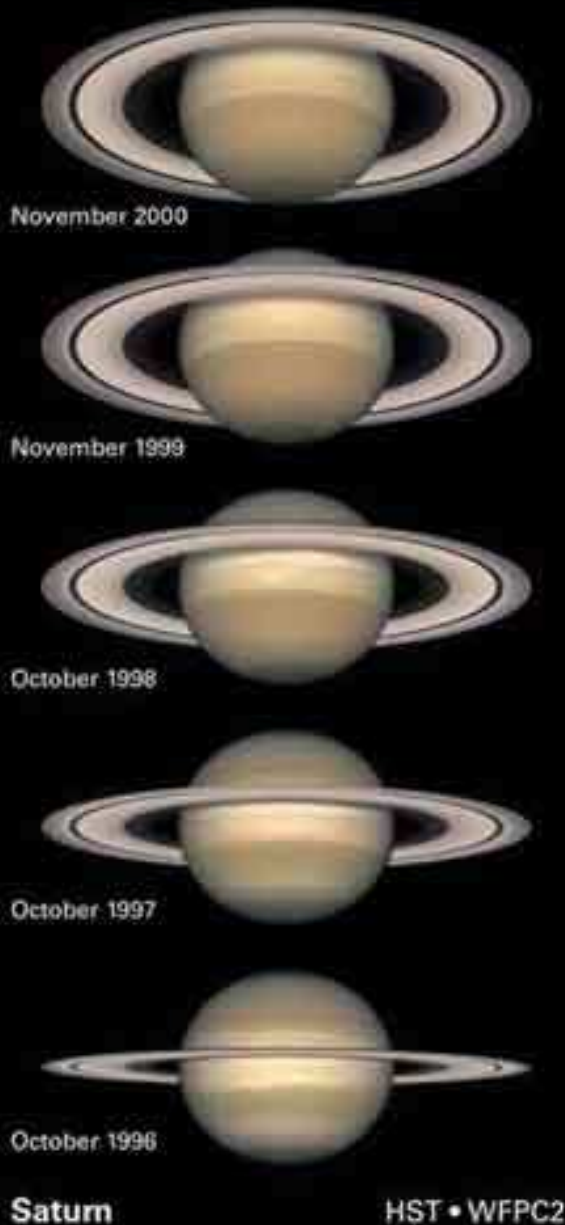
A **magnetosfera de Saturno** estende-se por cerca de 20 raios de Saturno na direção do Sol e centenas no sentido oposto.



(neste esquema Saturno e os seus anéis estão representados numa escala exagerada por um fator de 2)



Esquema mostrando e comparando entre si os interiores de Júpiter e Saturno.



Como Saturno e a Terra não têm o mesmo plano orbital, com o decorrer do tempo, um observador terrestre vê os anéis de Saturno em diferentes configurações.



# Os anéis de Saturno:

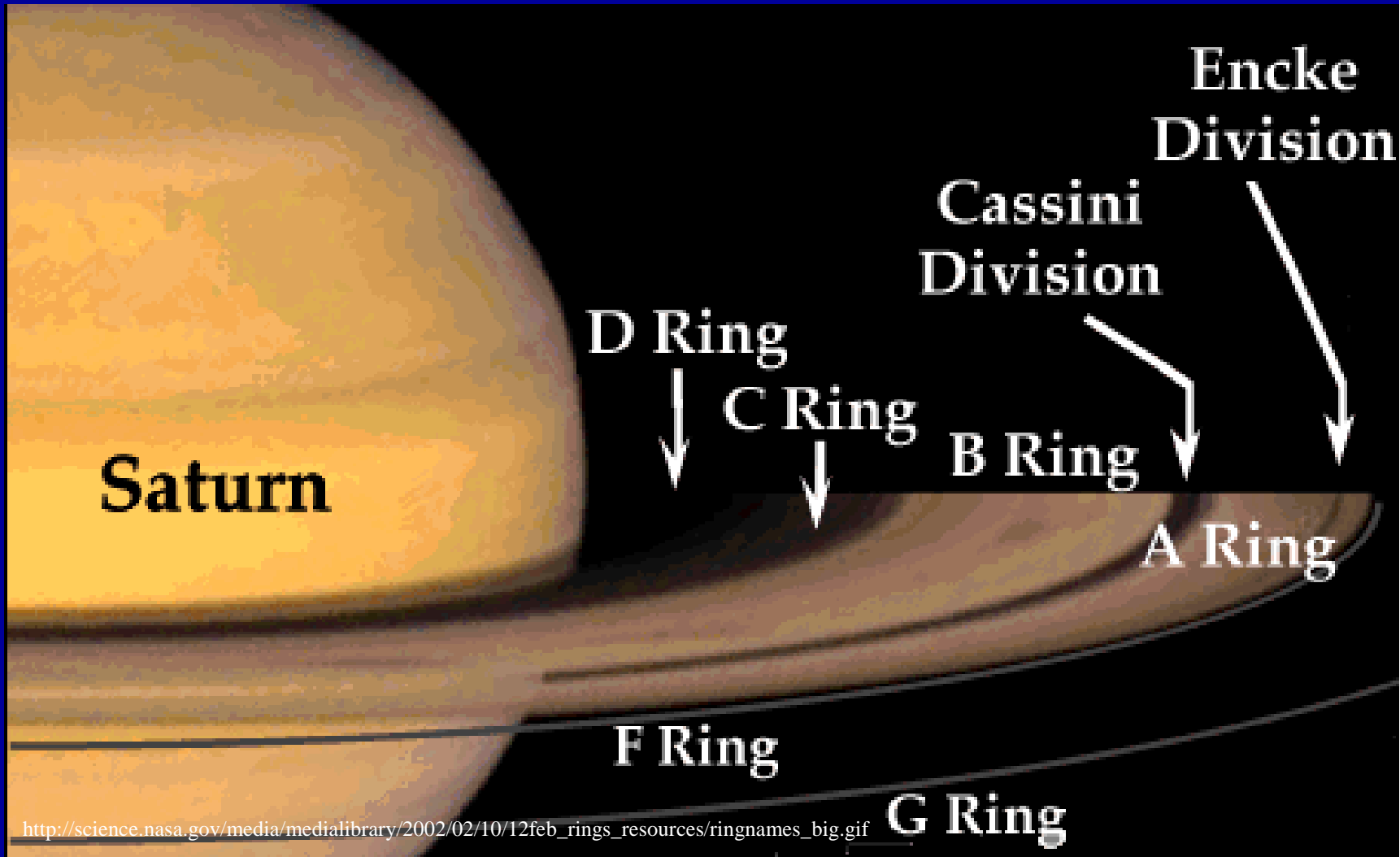
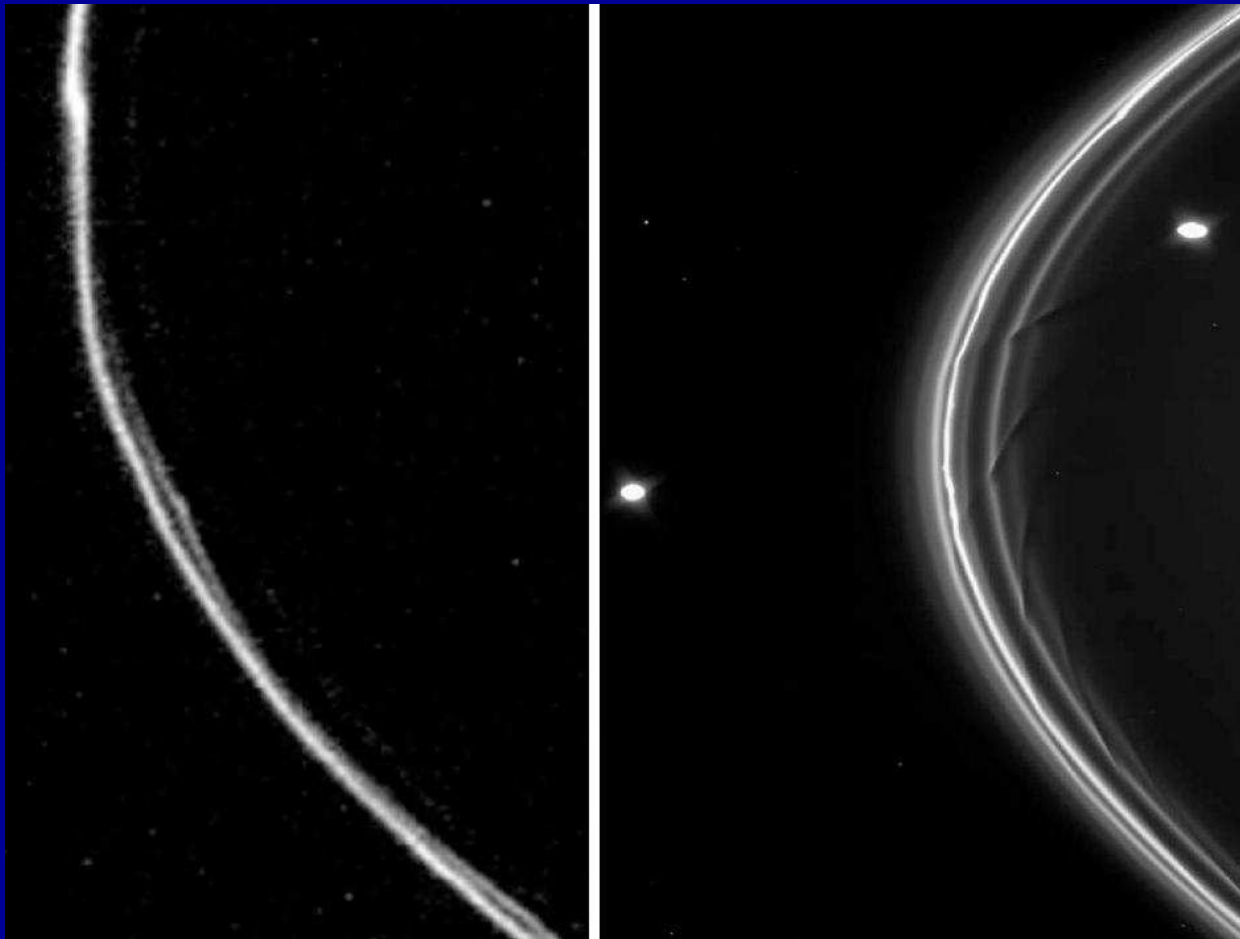


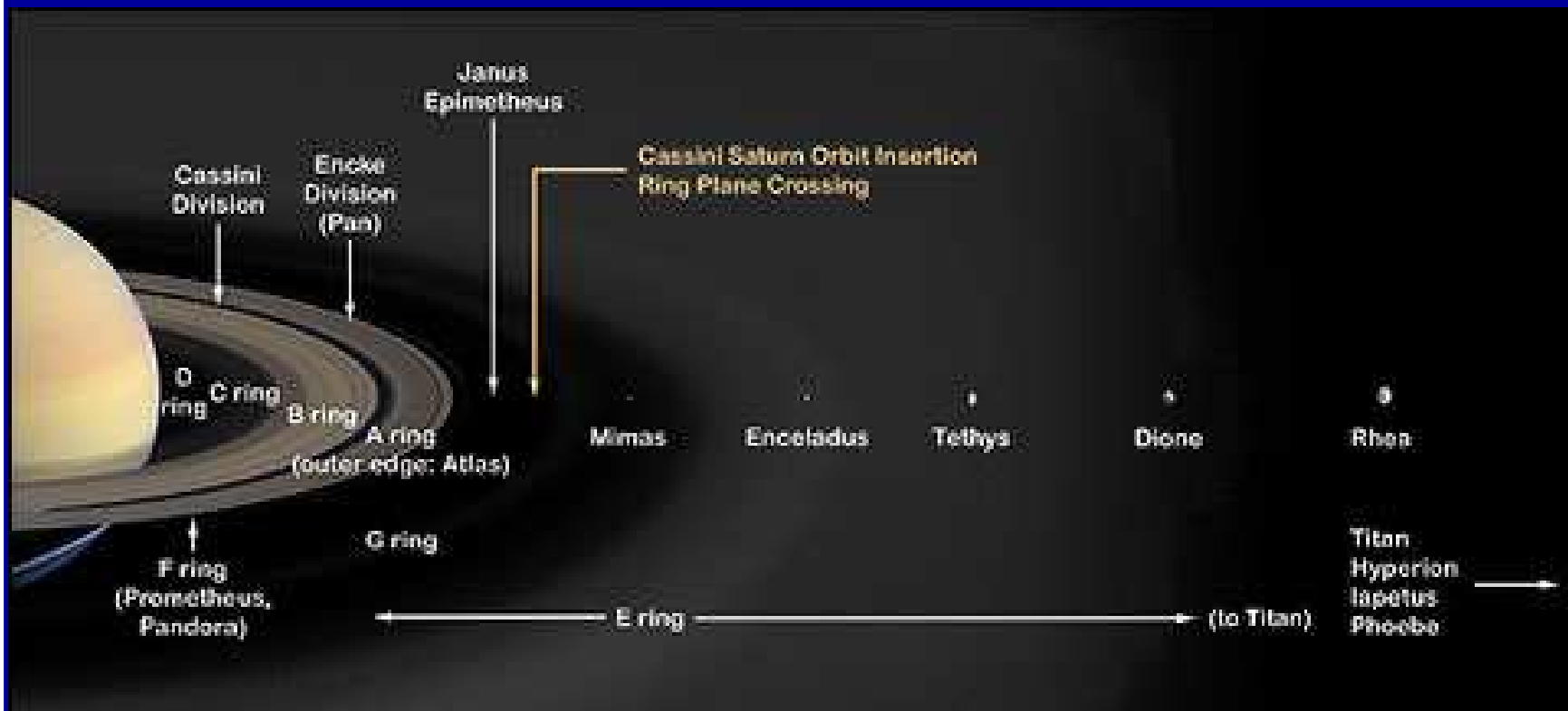


Imagem do **anel F de Saturno** obtida pela Voyager 1 em novembro de 1980 (esquerda) e pela Cassini em abril de 2005 (direita).

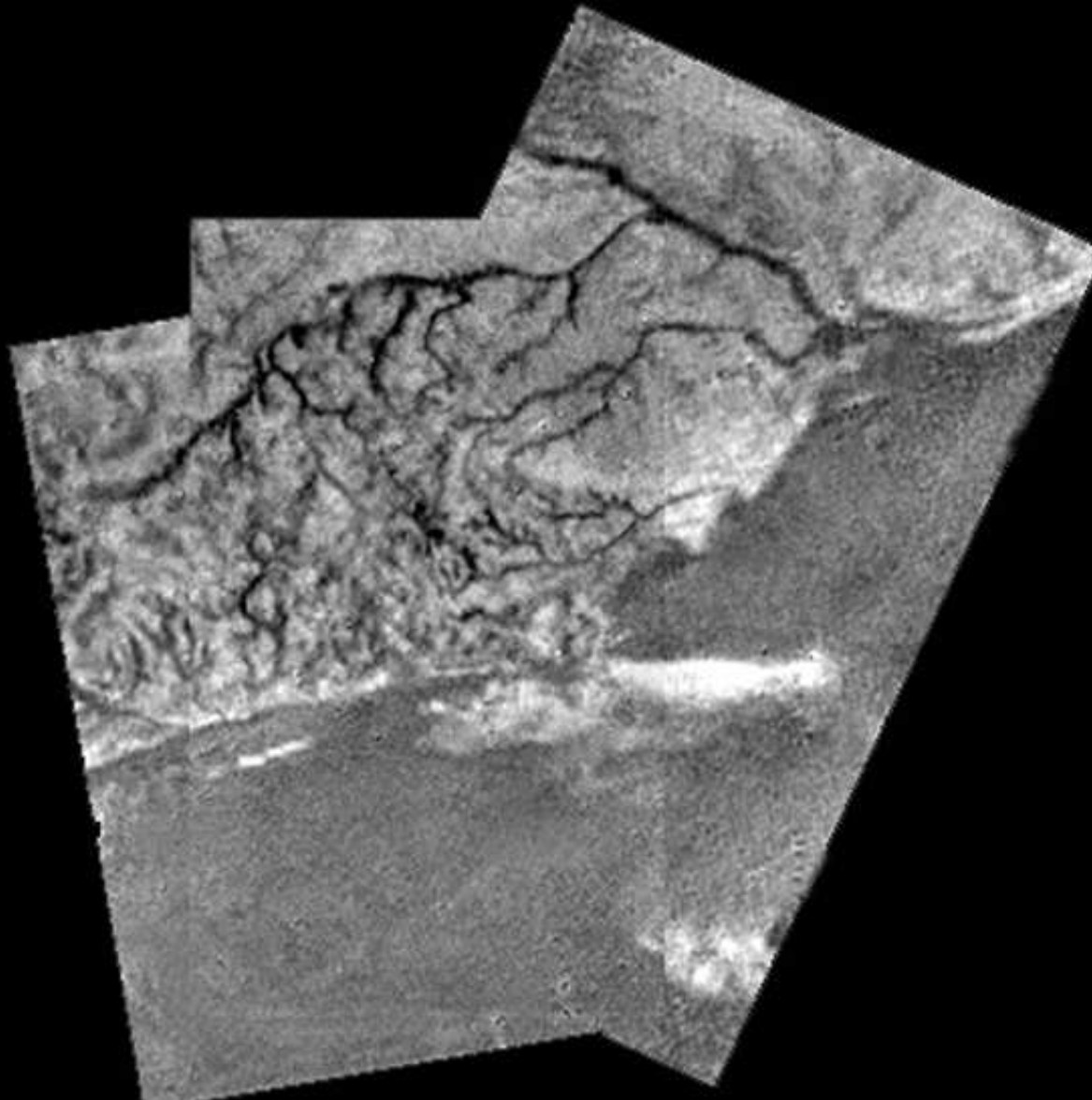


Na imagem da direita podemos ver a lua **Pandora** (no exterior do anel) e a lua **Prometeus** (no interior do anel). São estas duas luas as principais responsáveis pelo aspeto retorcido do anel F.

Os anéis de Saturno e algumas das suas luas mais interiores. Está assinalado também o ponto onde se deu a inserção da sonda **Cassini** na órbita de Saturno.

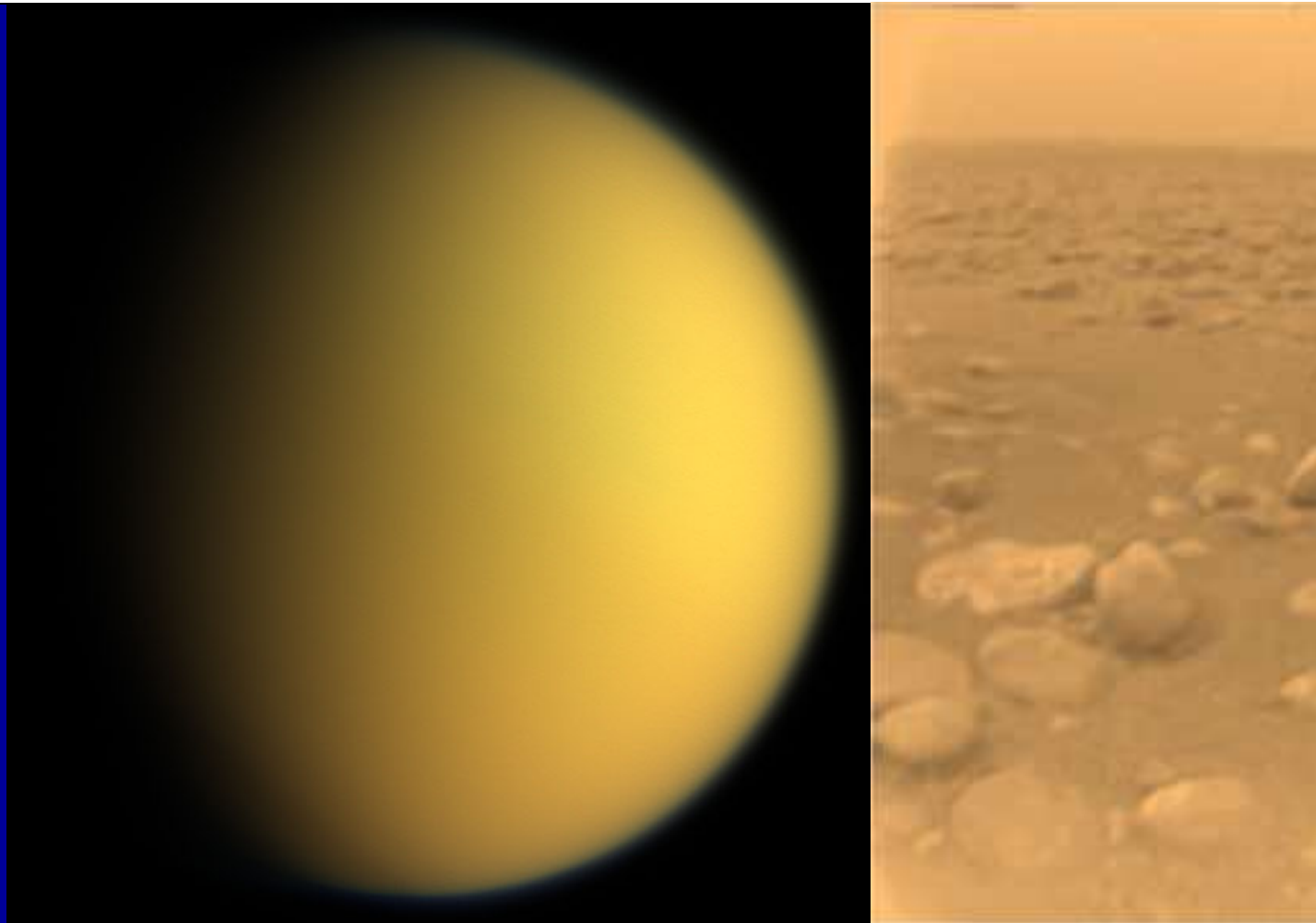


SOURCE: NASA



Aspetto da  
superfície de  
**Titã**. A imagem  
foi obtida pela  
sonda **Huygens**  
quando esta  
descia em direção  
à superfície (14  
de janeiro de  
2005).

Podemos ver  
**canais fluviais e  
zonas costeiras**.  
Aqui o que corre  
não é água mas  
sim o metano.



A 14 de Janeiro de 2005 a sonda *Huygens* desceu em Titã e enviou os primeiros dados e imagens deste mundo distante para a Terra.

*Titã* é, com um raio de 2575 km, o maior satélite de Saturno (maior que o planeta Mercúrio – 2440 km de raio). Foi descoberta em 1655 por *Huygens*. Tem uma atmosfera relativamente densa composta por *Azoto* e algum *Metano*.





[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/whycassini/moons.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/whycassini/moons.html)

## Outras luas de Saturno...



Mimas



Enceladus



Tethys



Dione



Rhea



Hyperion



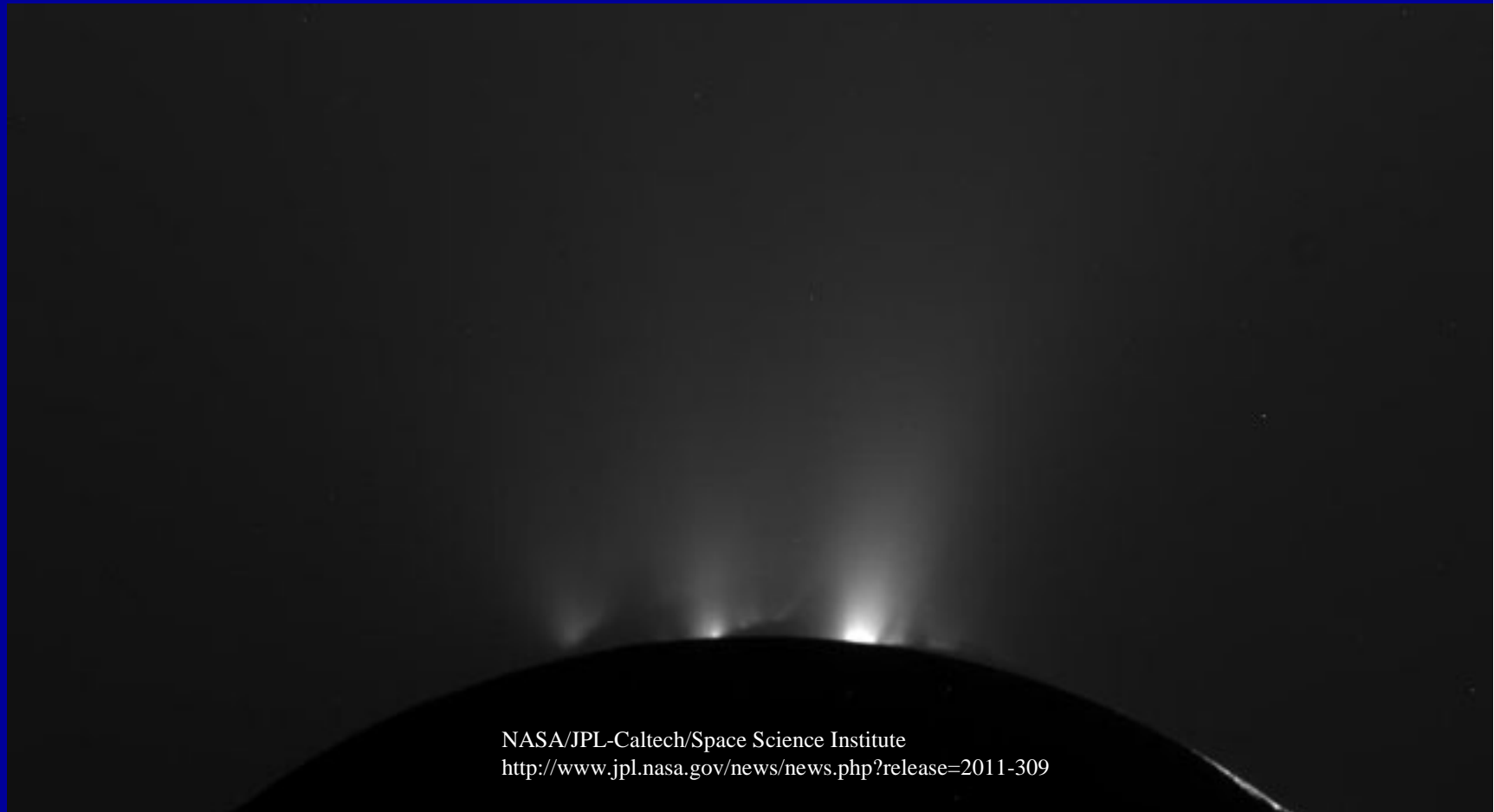
Iapetus

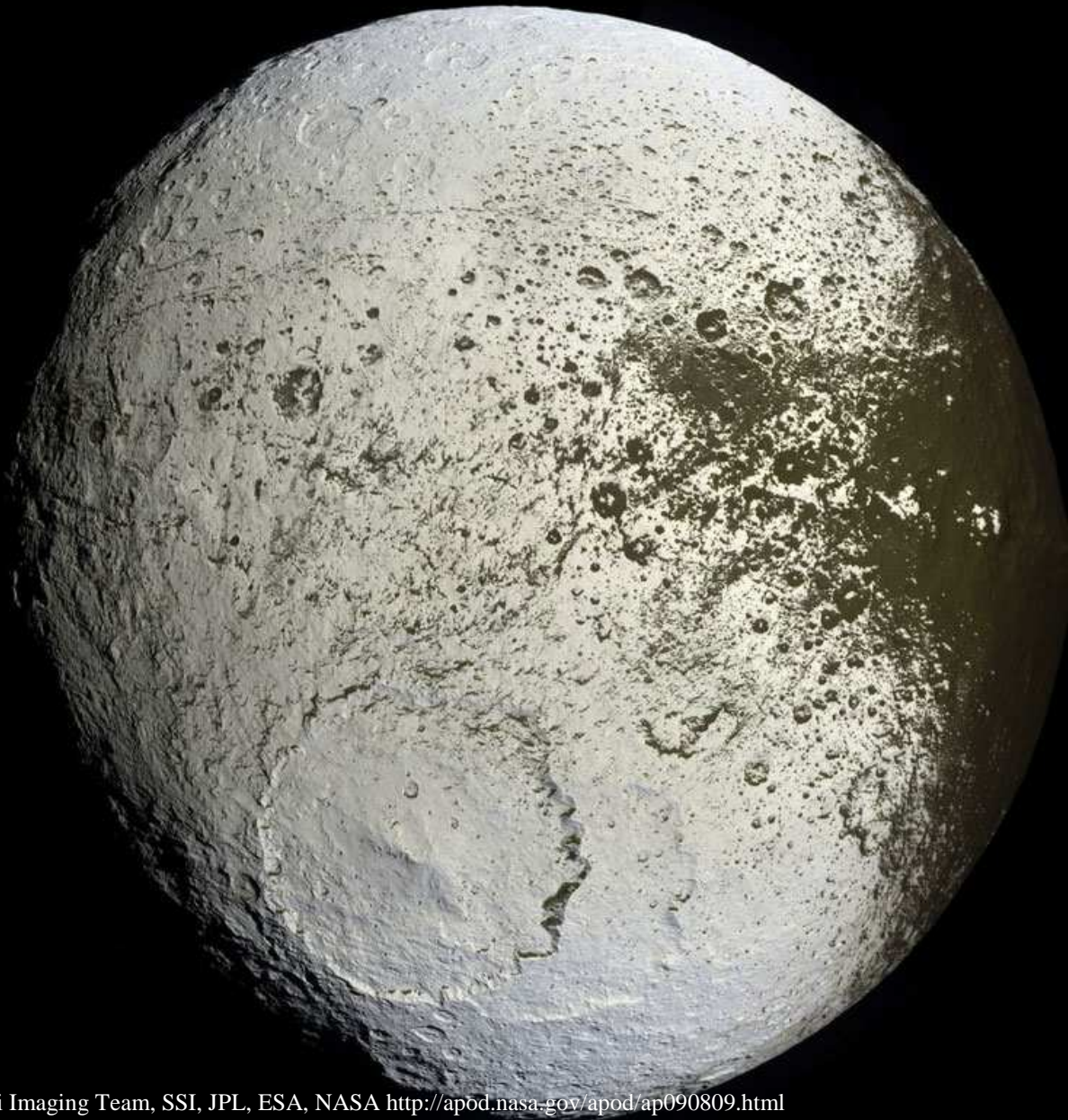


Phoebe



**Enceladus** – nesta imagem obtida pela sonda Cassini podemos ver jatos de gelo e vapor a saírem de Enceladus.





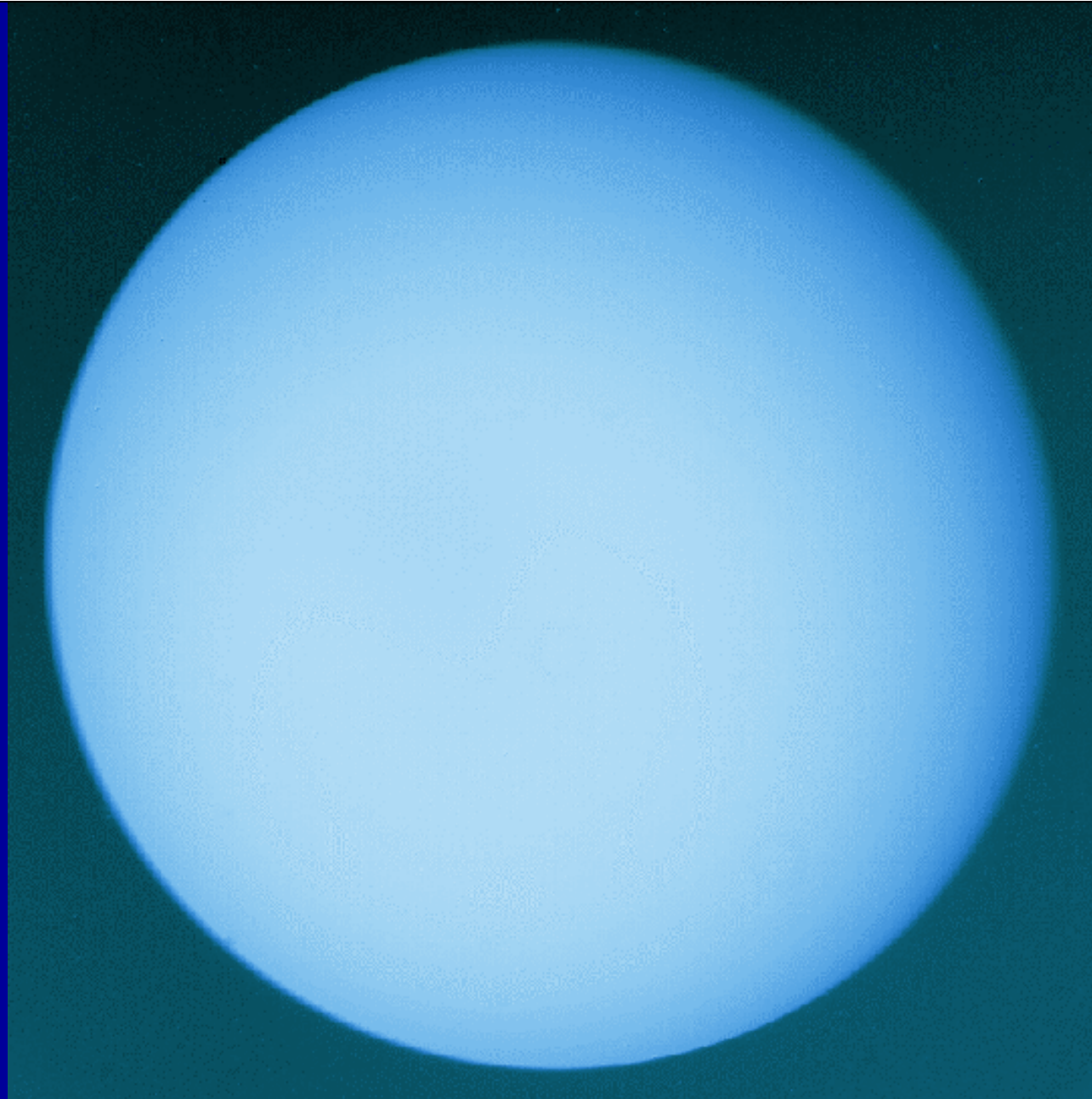
**Iapetus** (a lua pintada): nesta lua de Saturno temos vastas secções escuras como o carvão e outras brilhantes como o gelo.



# 7 - Úrano



Imagem de Úrano obtida pela Voyager 2 na sua passagem em 1986.



**Urano** é um planeta gigante gasoso composto principalmente por *Hidrogénio*, *Hélio* e *Metano*.

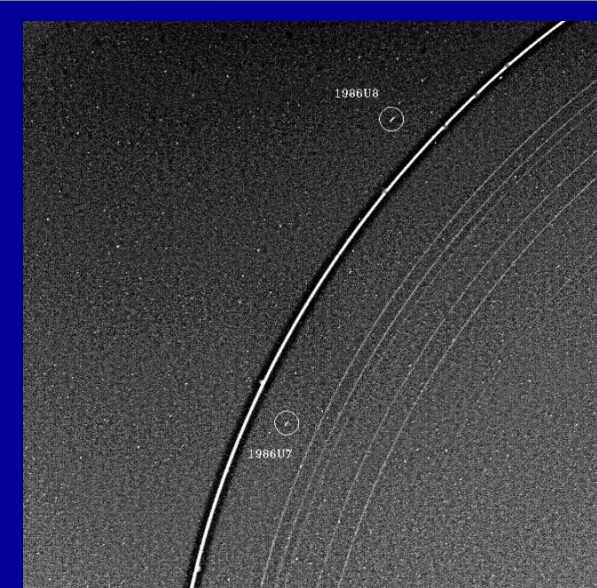
O seu tom azul claro resulta da absorção da luz vermelha pelo *Metano* existente na sua atmosfera.



## Os cinco maiores satélites de Urano



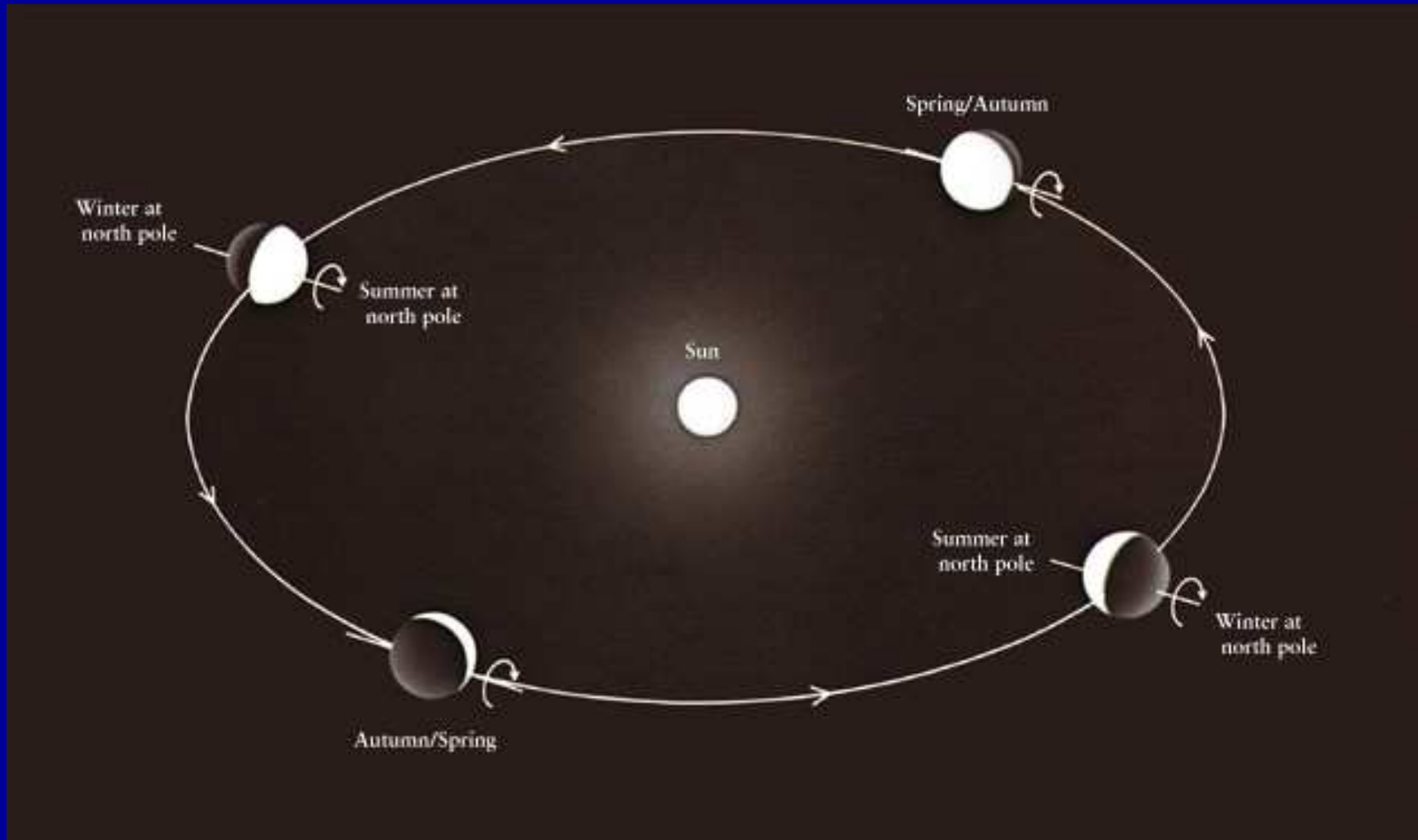
São conhecidos actualmente cerca de 27 satélites de Urano. O maior deles, com um diâmetro de 1580 km, é **Titânia** (descoberto em 1787 por William Herschel). Até a data a única nave a observar de perto Urano e os seus satélites foi a **Voyager II** em 1986. Muitos dos pequenos satélites foram descobertos nessa altura.



Duas luas varrendo cada lado do anel epsilon (Voyager II, 1986). As duas luas acabaram por ser baptizadas de **Ophelia** (em cima) e **Cordelia** (em baixo).



## A inclinação do eixo de rotação e Úrano e as estações do ano.



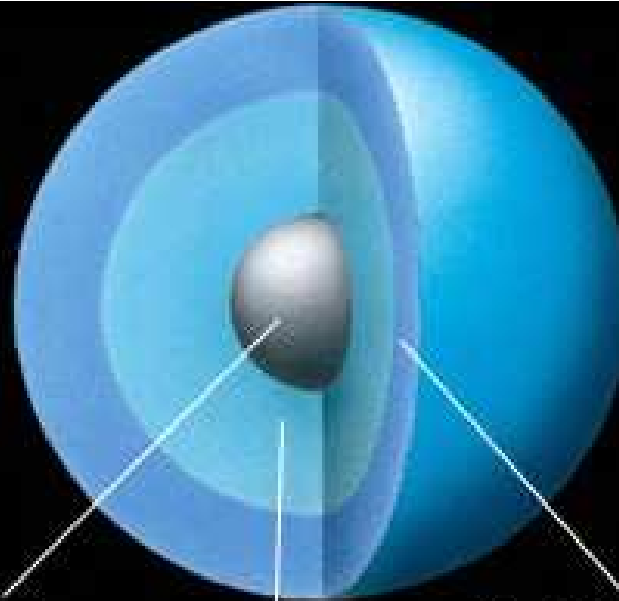


Chegada da primavera ao hemisfério norte de Úrano. O acontecimento é acompanhado de fortes tempestades.





Uranus

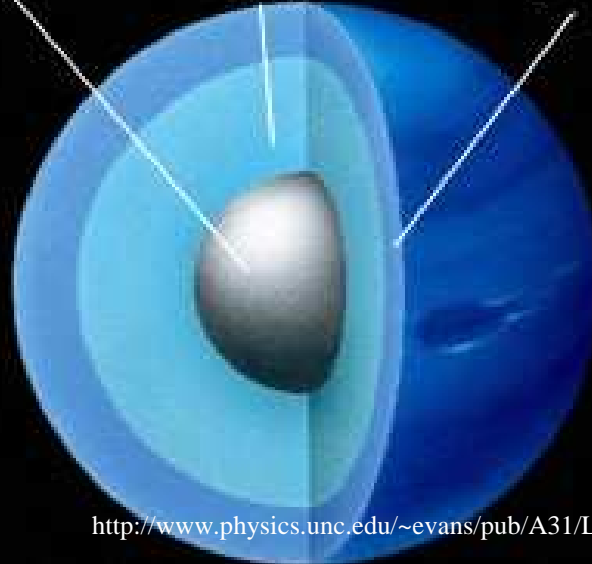


Rocky core

Highly compressed water

Liquid molecular hydrogen and liquid helium

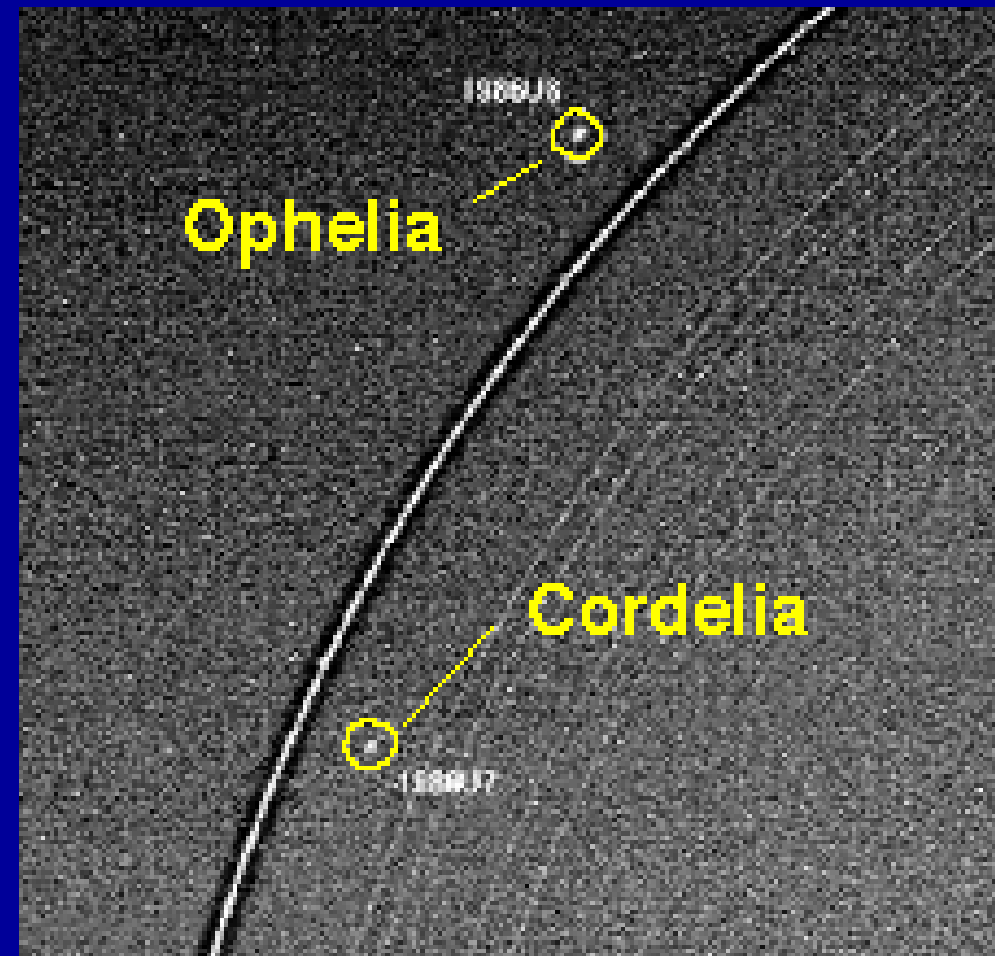
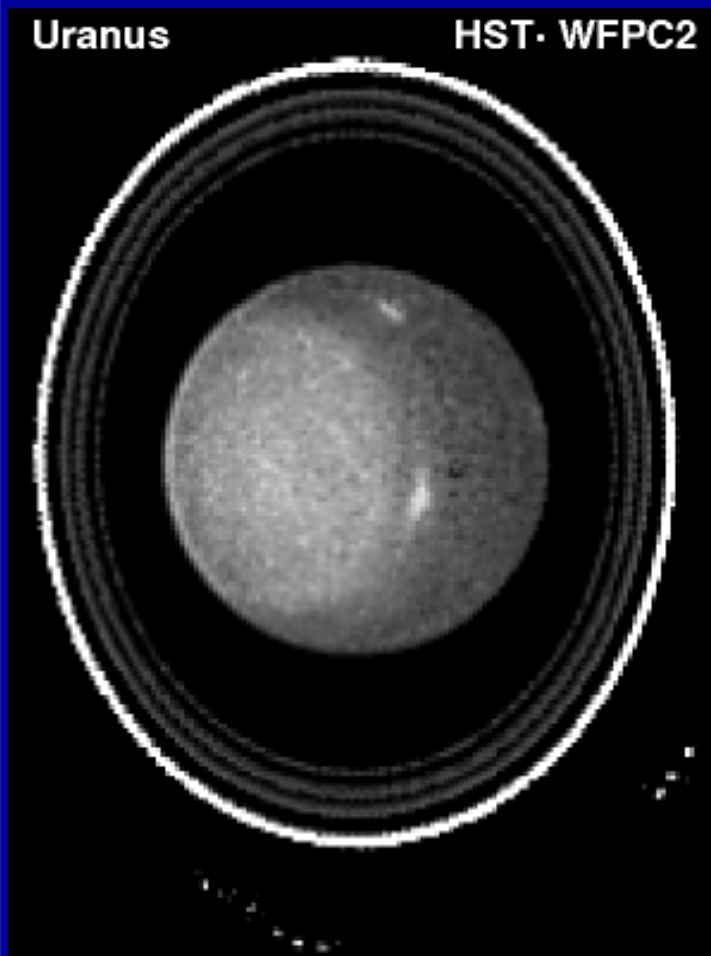
Neptune



Esquema mostrando e comparando entre si os interiores de Úrano e Neptuno.



Os **anéis de Úrano**. Na imagem da direita, obtida pela Voyager 2, vemos duas pequenas luas (Ophelia e Cordelia) que “guardam” o anel mais exterior.

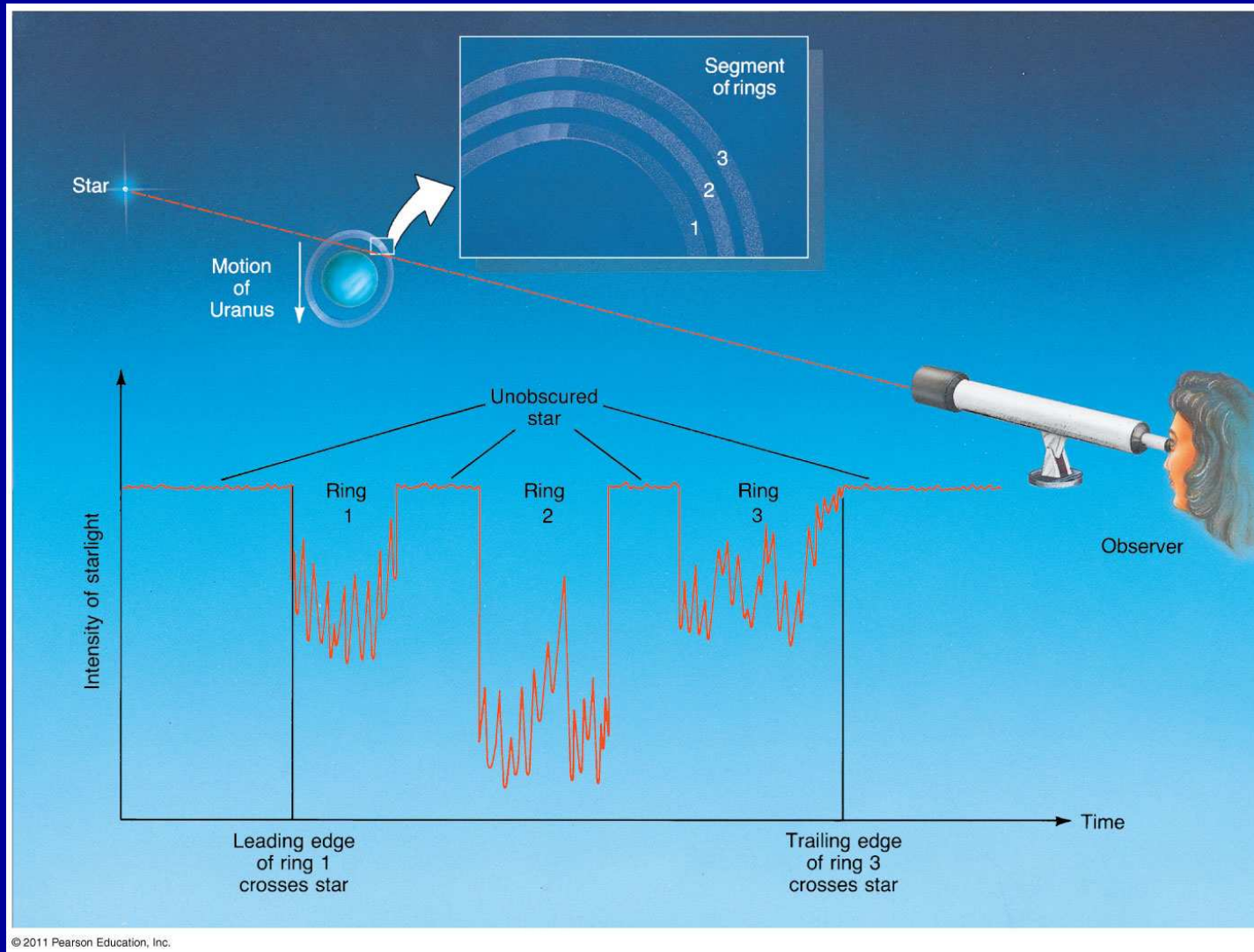




# Universidade da Madeira

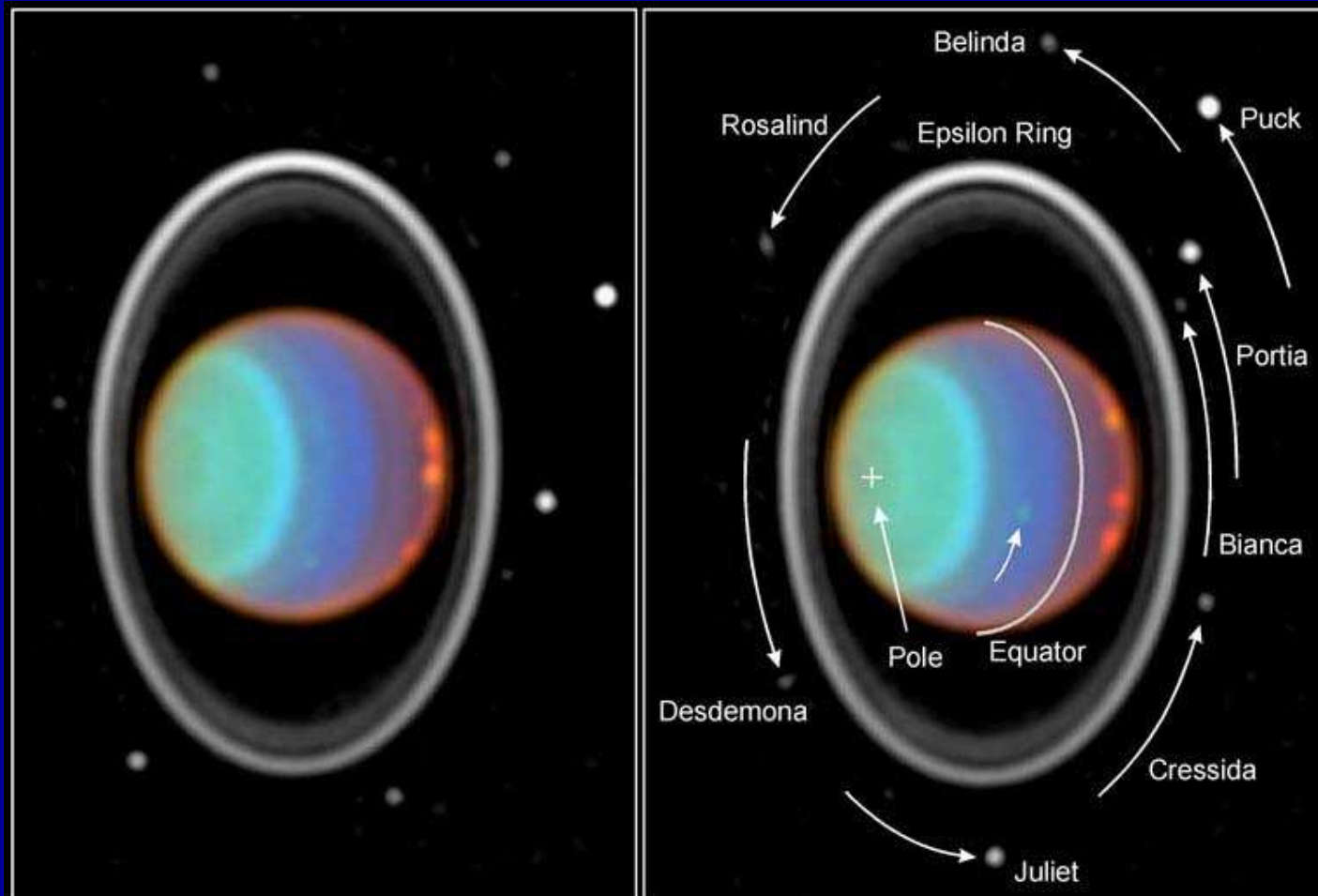
Grupo de Astronomia

Os anéis de Úrano forma descobertos durante a **ocultação** de uma estrela pelo planeta.



© 2011 Pearson Education, Inc.

## Planeta Úrano com anéis, luas e tempestades:

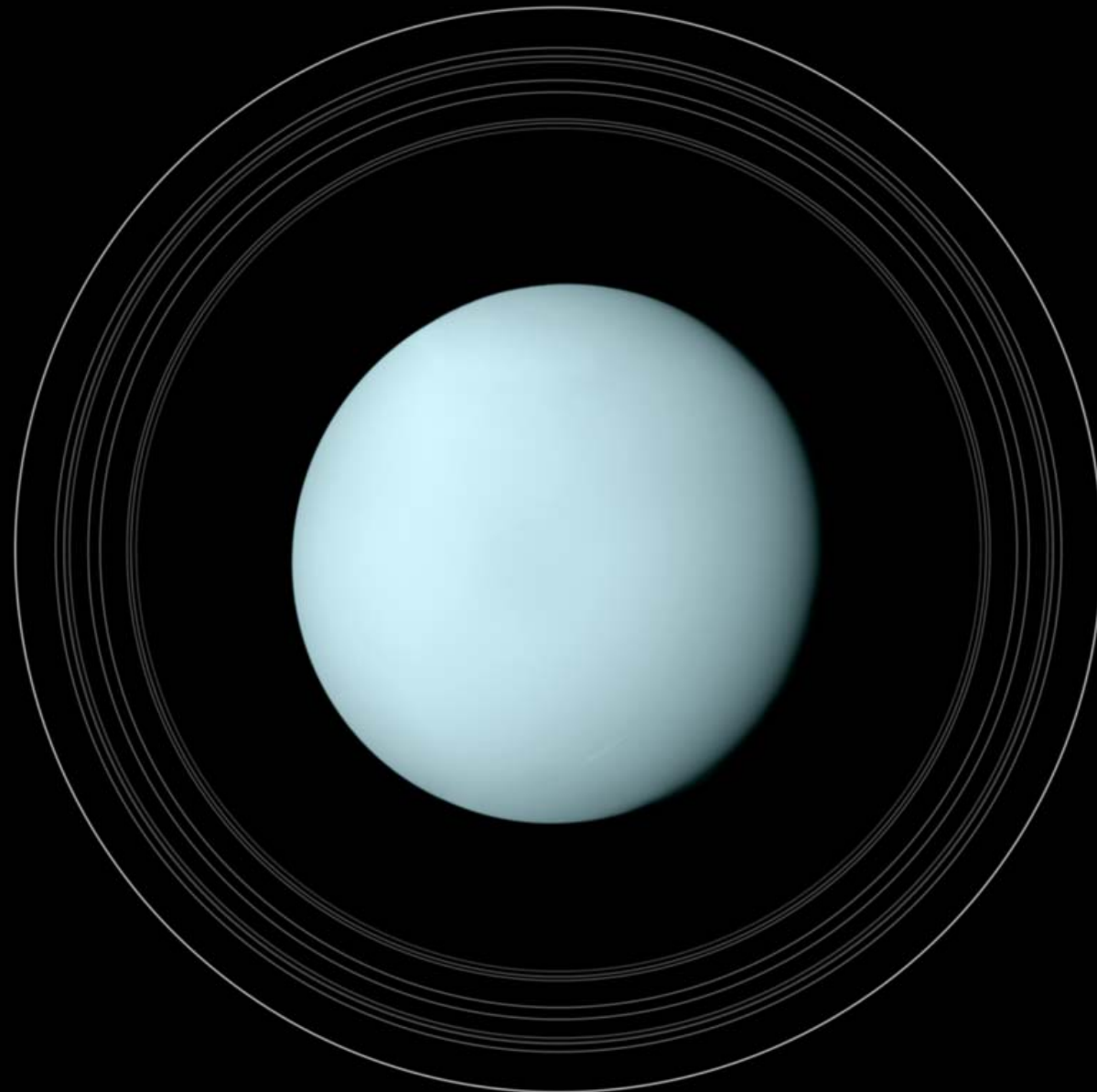


**Uranus • July 28, 1997**

**HST • NICMOS**

PRC97-36a • November 20, 1997 • ST Sci OPO

E. Karkoschka (University of Arizona Lunar & Planetary Lab) and NASA



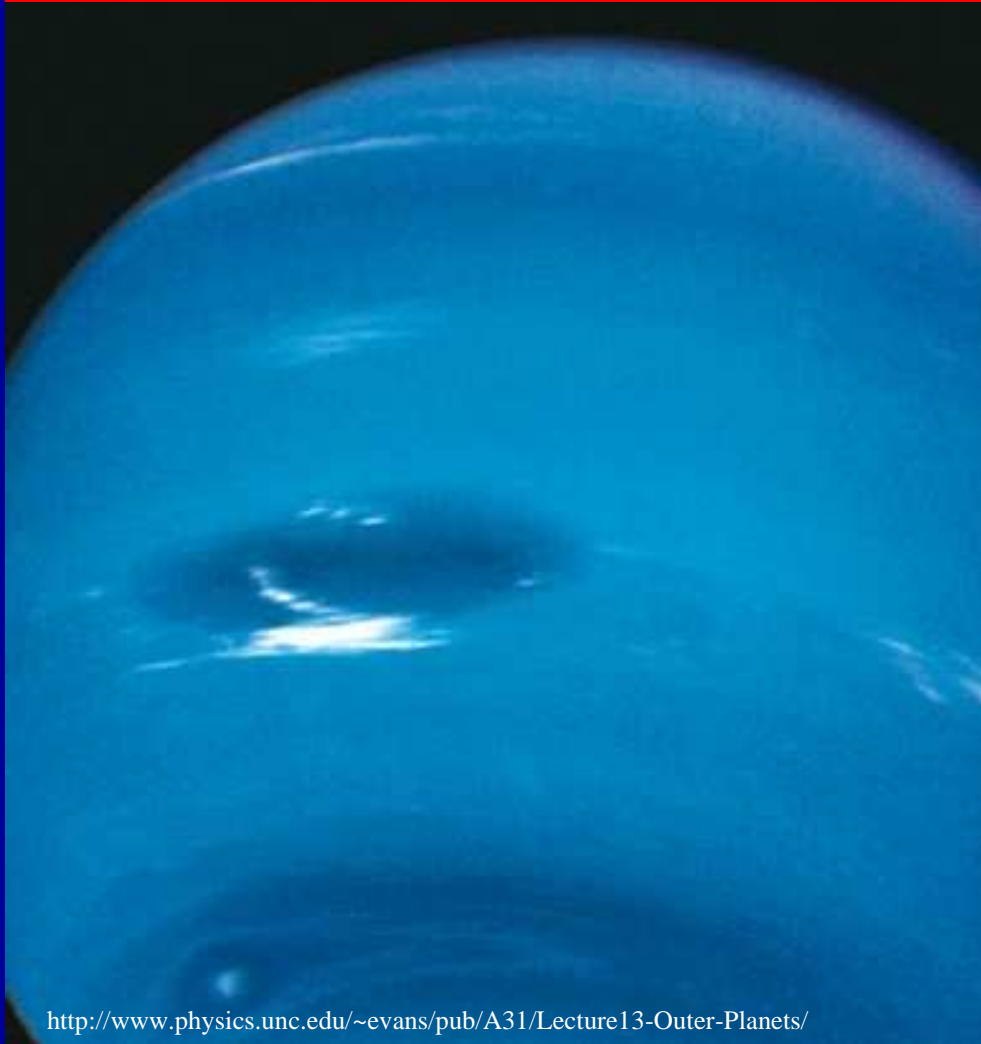


As maiores luas de Úrano em comparação com a nossa Lua



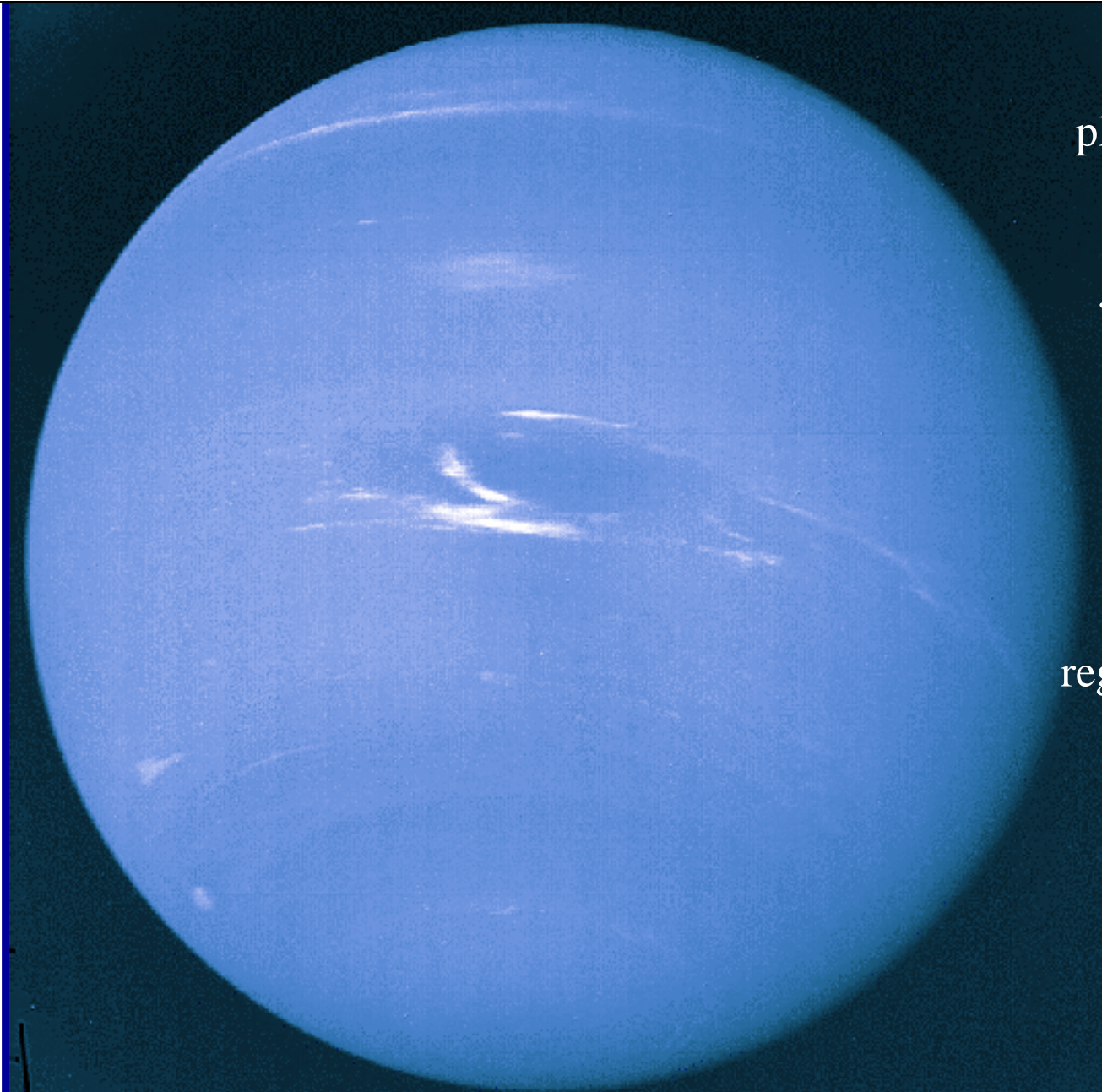


# 8 - Neptuno



O planeta Neptuno fotografado pela sonda Voyager 2 em 1989.

Podem ver-se algumas tempestades com particular destaque para a **Grande Mancha Escura.**



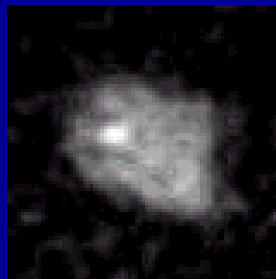
**Neptuno** é um planeta gasoso cuja aparência faz lembrar Urano. Julga-se que a sua composição é também parecida com a de Urano.

Neptuno é *muito ventoso* (foram registados ventos de 2000 km/h).

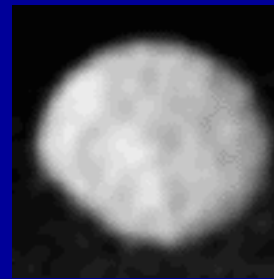




**Satélites de Neptuno:** são conhecidos actualmente 13 satélites. Apenas dois deles eram conhecidos antes da passagem da Voyager II em 1989. Seis deles foram descobertos pela Voyager II. Outros quatro descobertos em 2002 e um em 2003 ainda não têm nome.



**Nereide:**  
descoberto  
em 1949  
por Kuiper



**Larissa:**  
descoberto em  
1989 pela  
Voyager 2

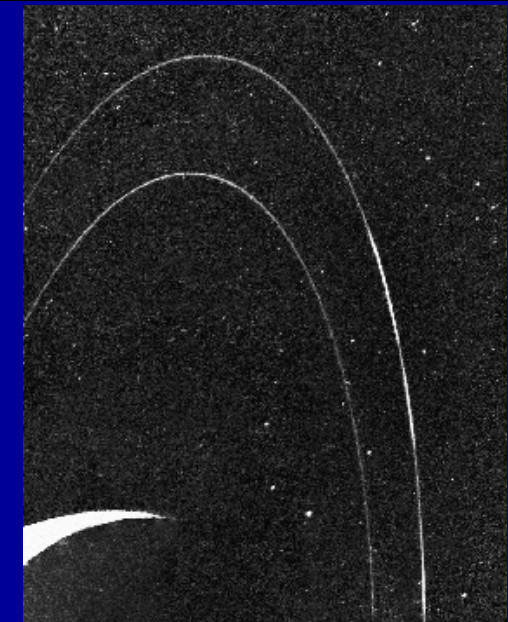


**Proteus:** descoberto em 1989 pela Voyager II

**Raios:**  
Tritão 1350 km  
Proteus 209 km  
Nereide 170 km  
Larissa 96 km



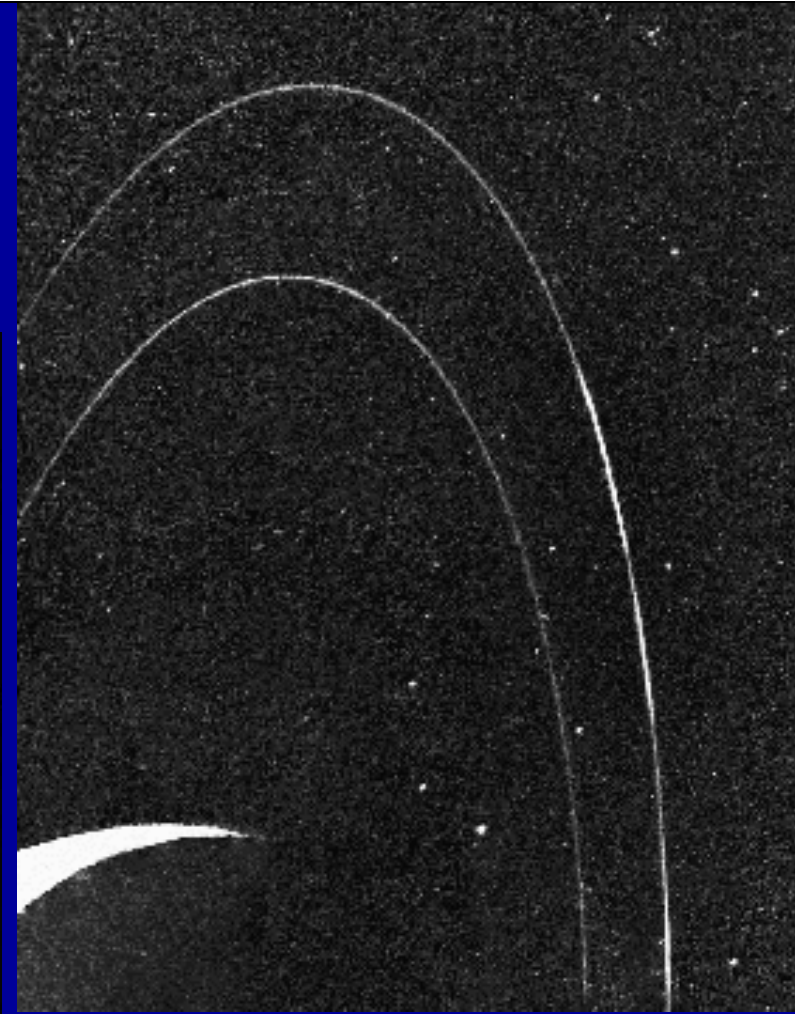
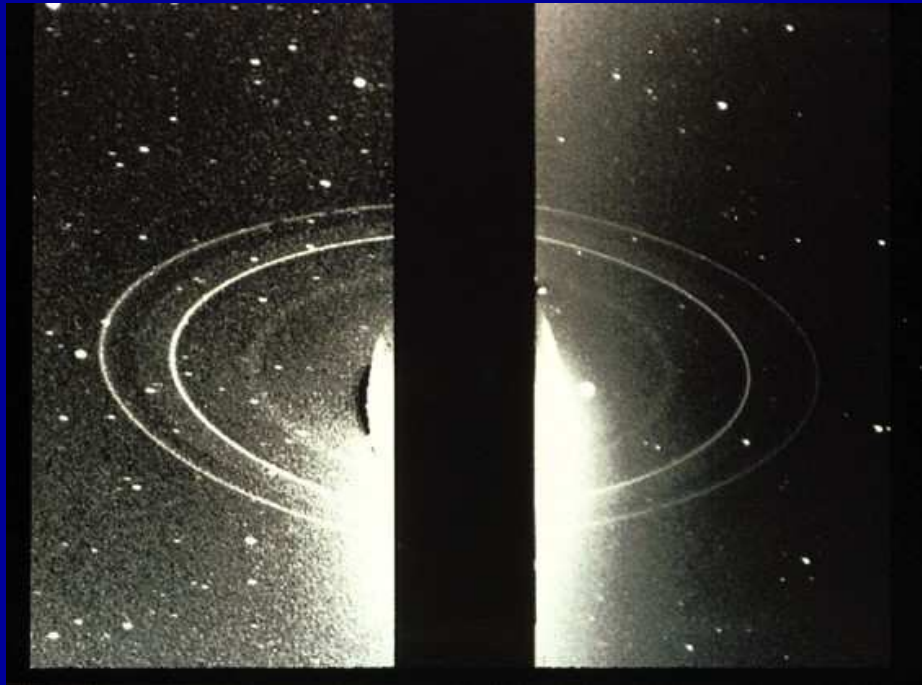
**Tritão:** descoberto em 1846 por Lassell



**Os anéis de Neptuno** (Voyager II - 1989)



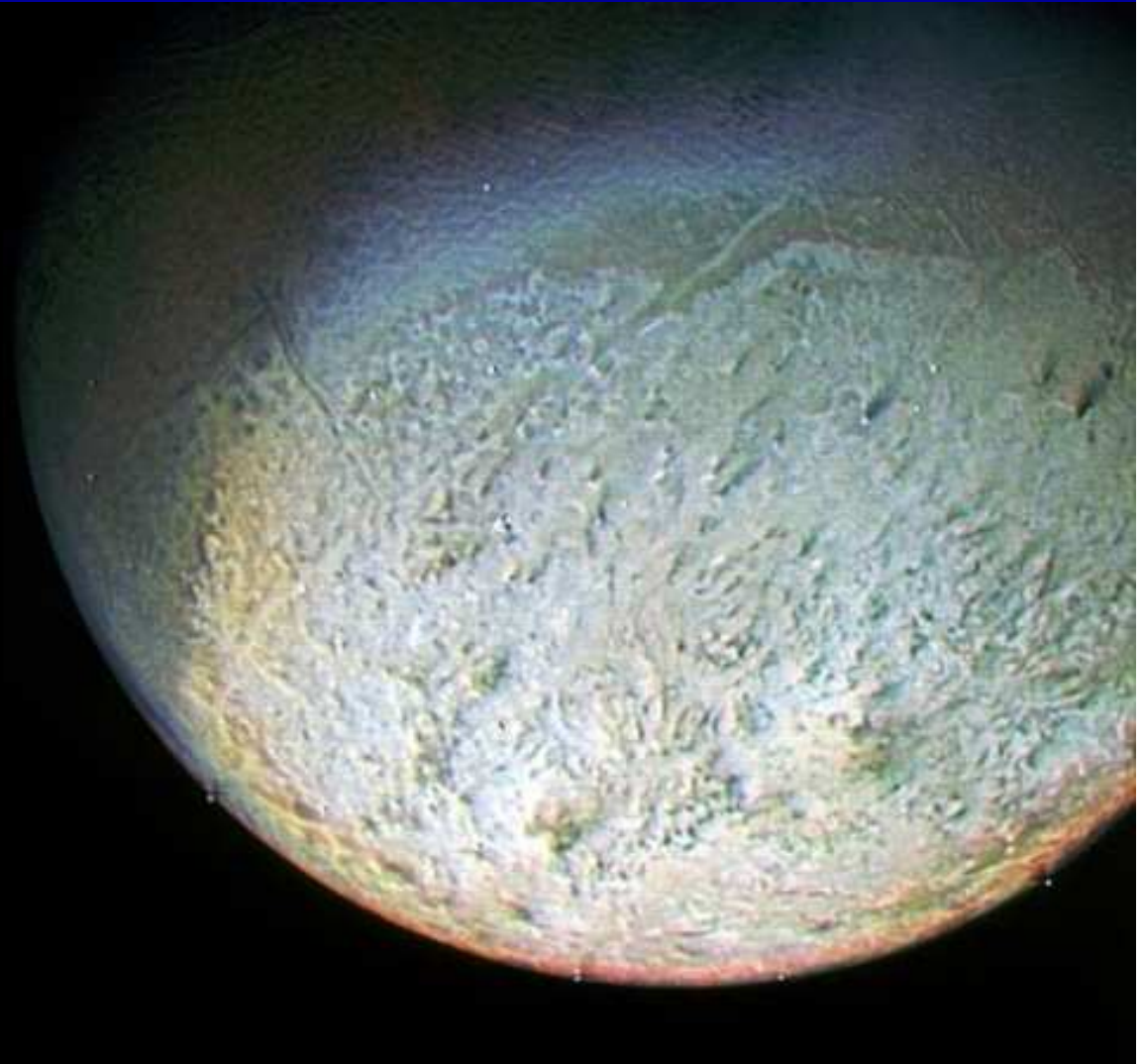
## Anéis de Neptuno



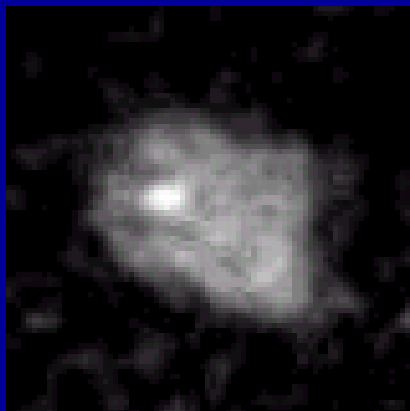
(Voyager II - 1989)



Imagem de  
**Tritão** enviada  
pela Voyager 2.  
Foram  
detetados  
**geysers ativos**  
nesta lua de  
Neptuno.



**Outras luas de Neptuno:** são conhecidas atualmente 13 luas. Apenas duas delas (Tritão e Nereide) eram conhecidas antes da passagem da Voyager 2 em 1989. Seis foram descobertas pela Voyager 2. Entre 2002 e 2003 descobriram-se mais cinco luas.



**Nereide:**  
descoberto  
em 1949  
por Kuiper



**Larissa:**  
descoberto em  
1989 pela  
Voyager 2



**Proteus:** descoberto em 1989 pela Voyager II

**Raios:**  
Proteus 209 km  
Nereide 170 km  
Larissa 96 km

NASA



**Ganymede**  
5262 km



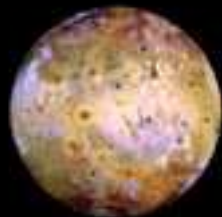
**Titan**  
5150 km



**Mercury**  
4880 km



**Callisto**  
4806 km



**Io**  
3642 km



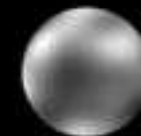
**Moon**  
3476 km



**Europa**  
3138 km



**Triton**  
2706 km



**Pluto**  
2300 km



**Titania**  
1580 km

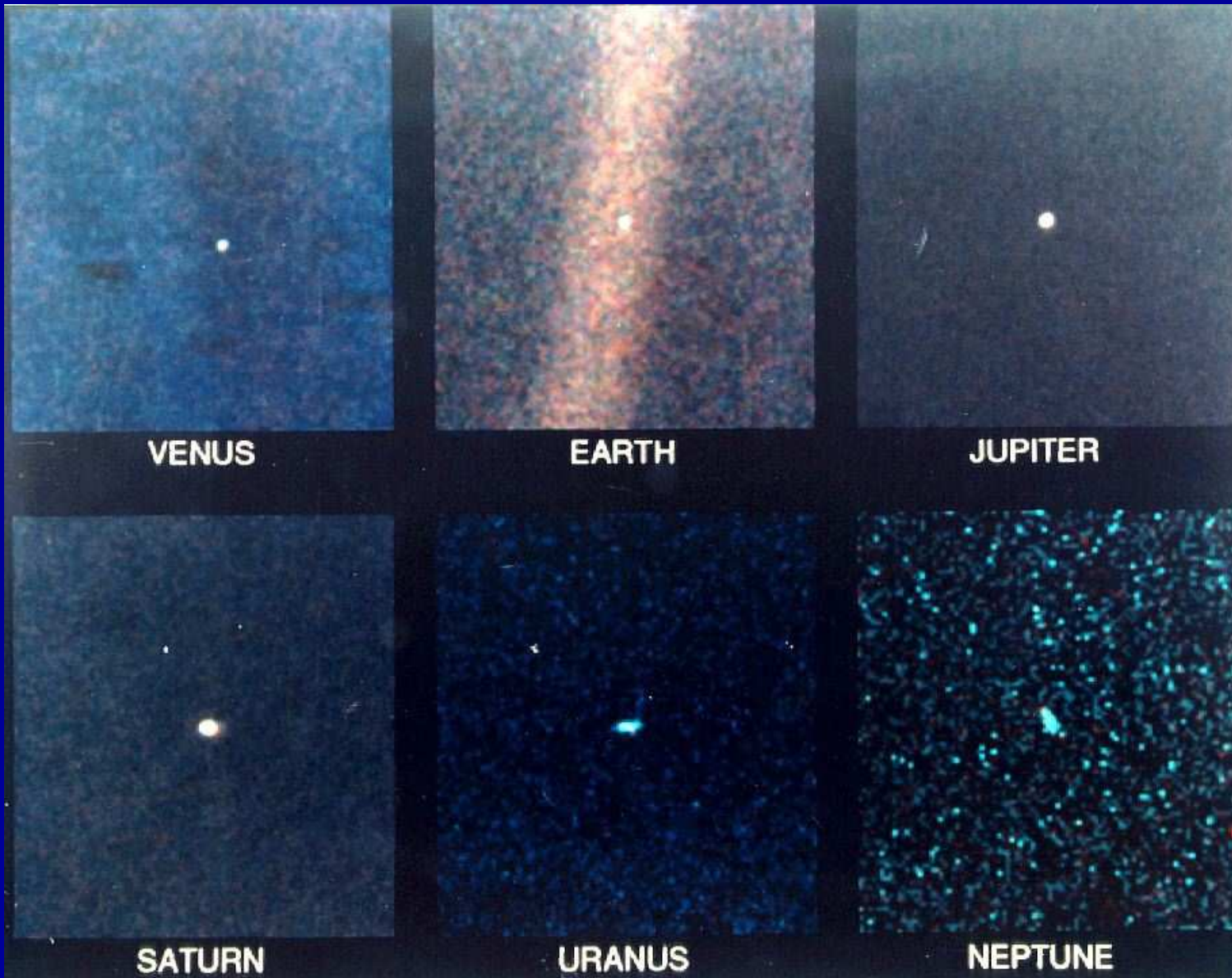
**The Largest Moons and Smallest Planets**

© Copyright 1999 by Calvin J. Hamilton

**NOTA:** os valores indicados referem-se ao diâmetro do objeto.



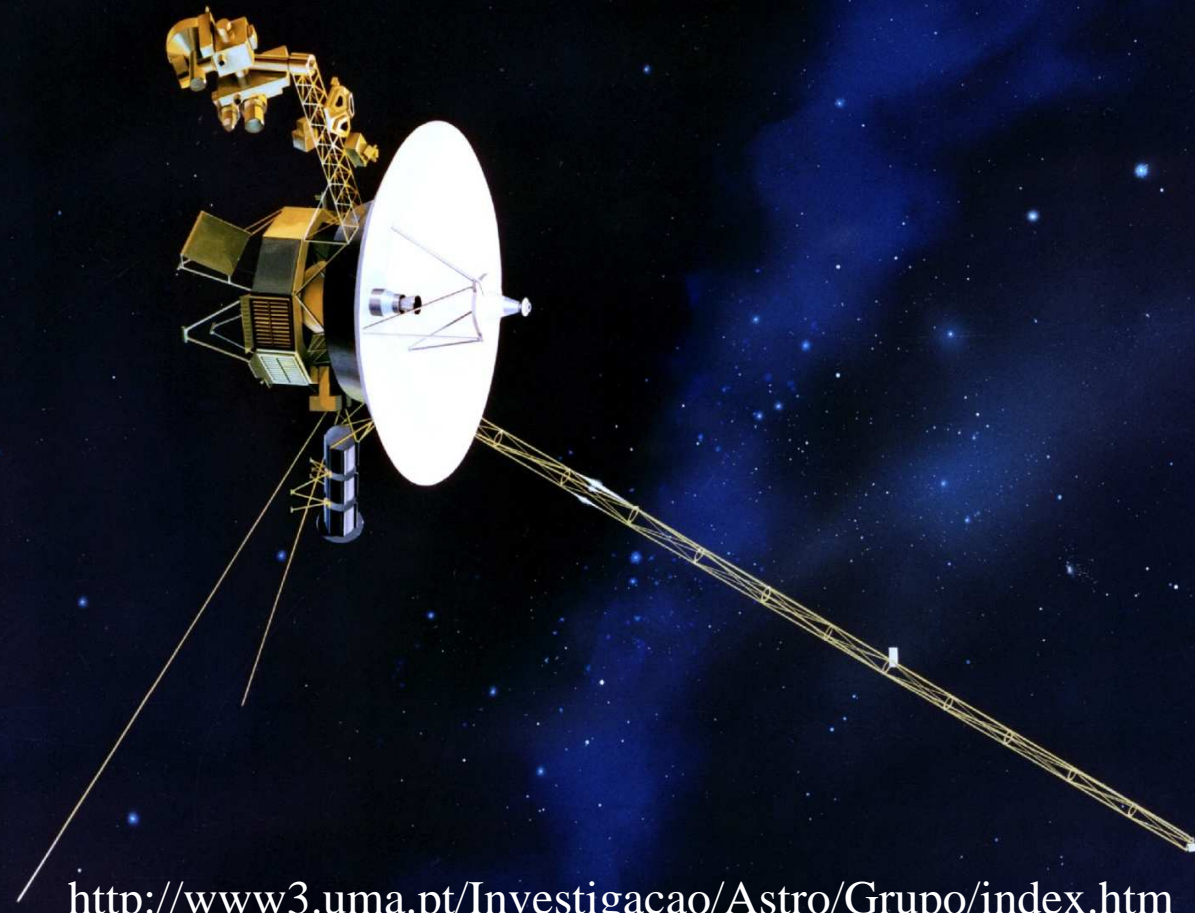
Conjunto de fotos tiradas pela Voyager 1 a 4 mil milhões de km da Terra!





## Voyager 1/2

<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/index.html>



<http://www3.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/index.htm>  
astro@uma.pt