

**Grupo de Astronomia
da
Universidade da Madeira**

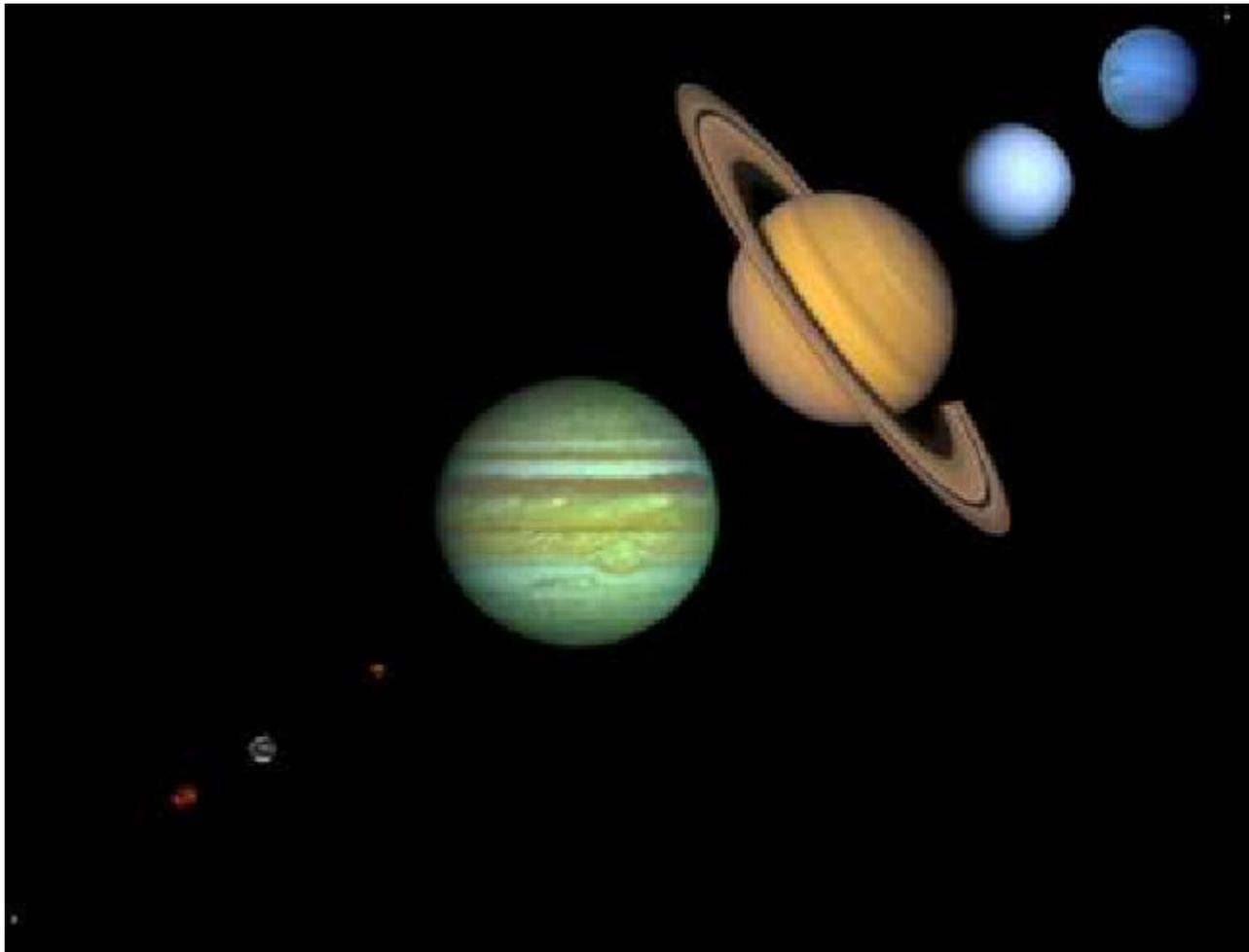
Os Espantosos Planetas

Angelino Gonçalves

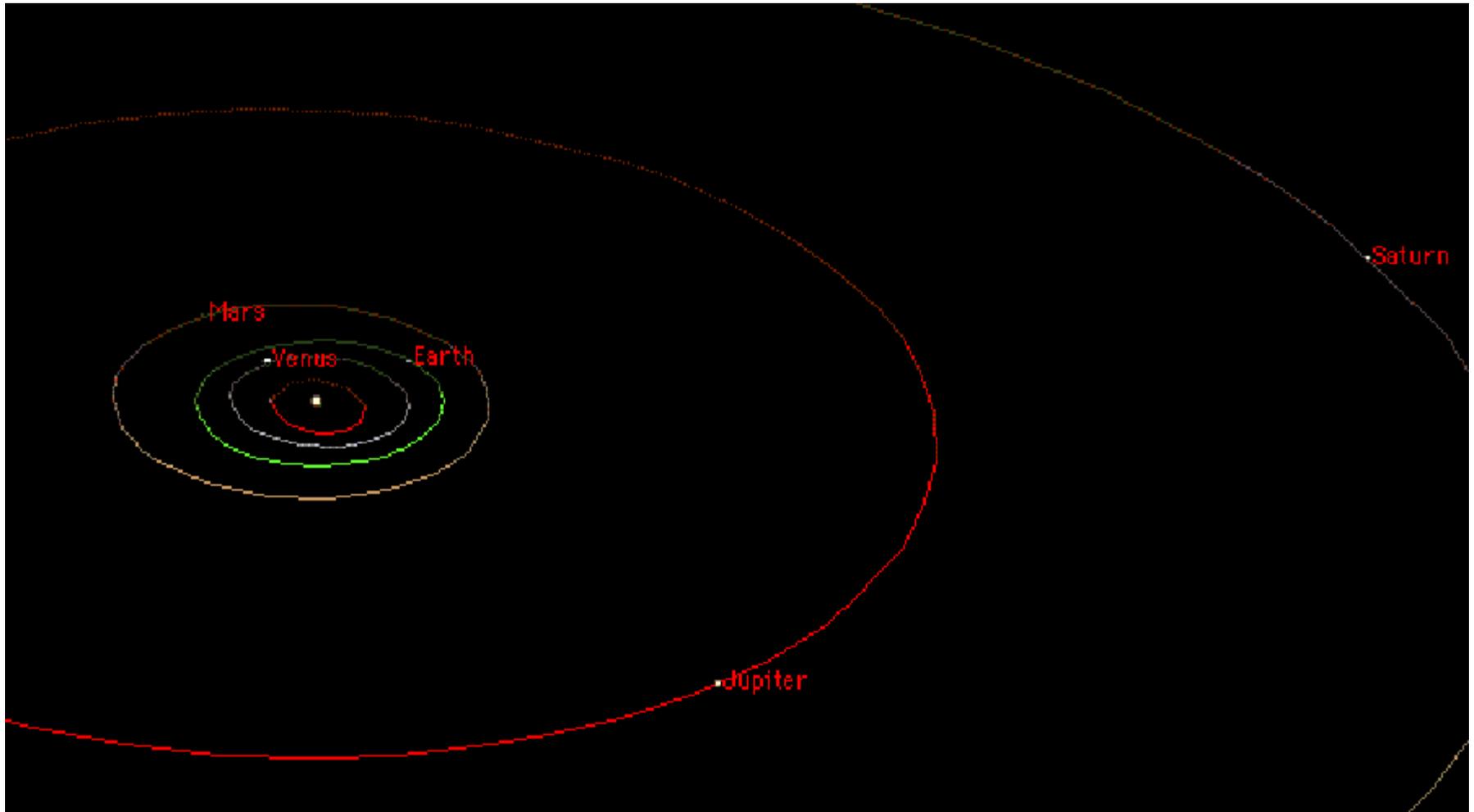
**Semana da Astronomia
23 de Julho de 2001**

O Sistema Solar.

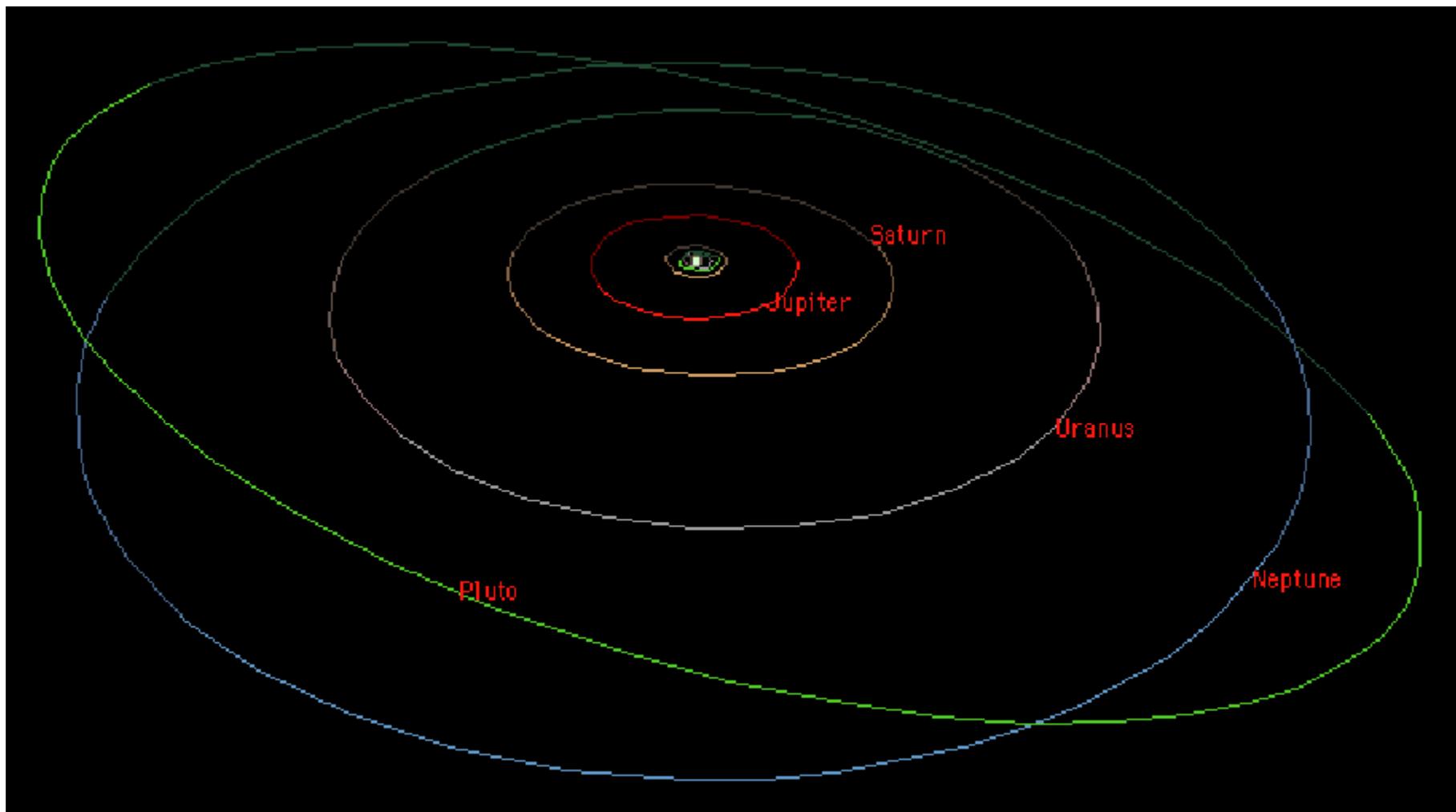
O Sistema Solar é constituído pelo Sol, os nove planetas, os satélites dos planetas, uma grande quantidade de pequenos corpos, e o meio interplanetário.



A parte interna do Sistema Solar é constituído pelo Sol, Mercúrio, Vénus, Terra e Marte:

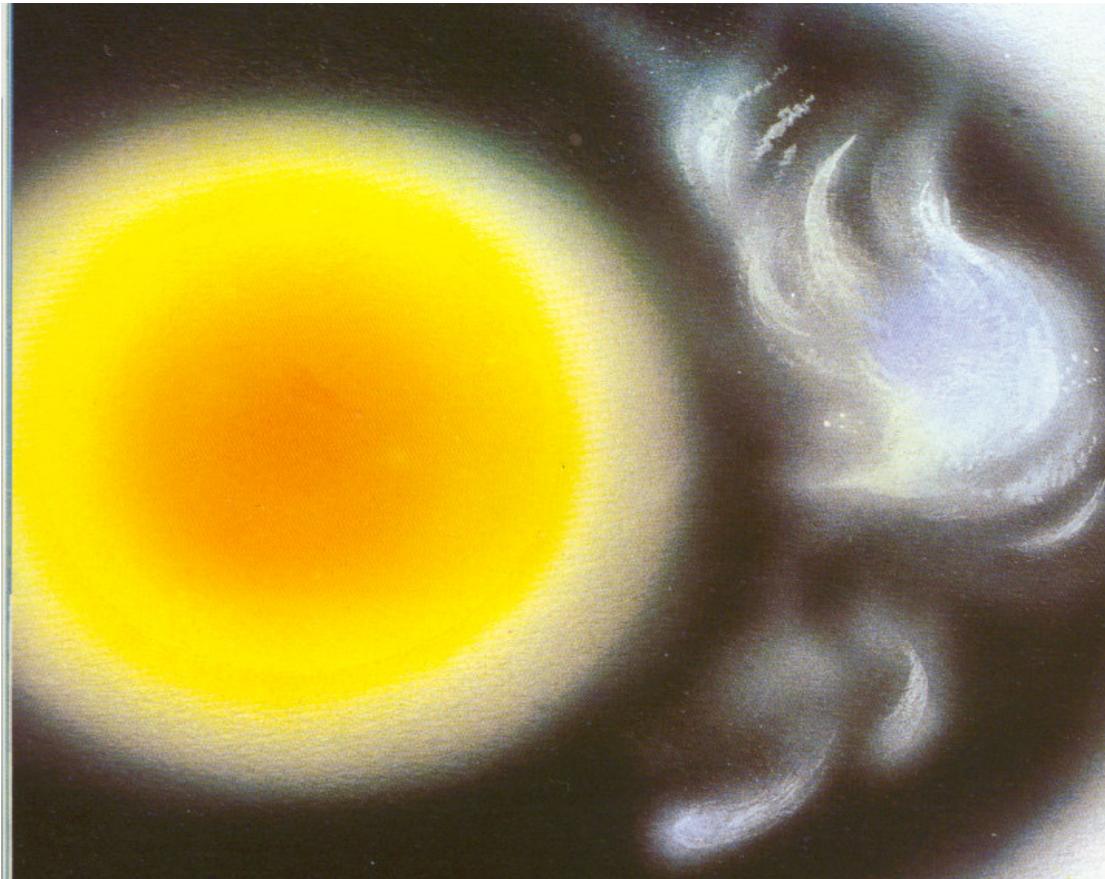


Os Planetas exteriores do Sistema Solar são Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno e Plutão.

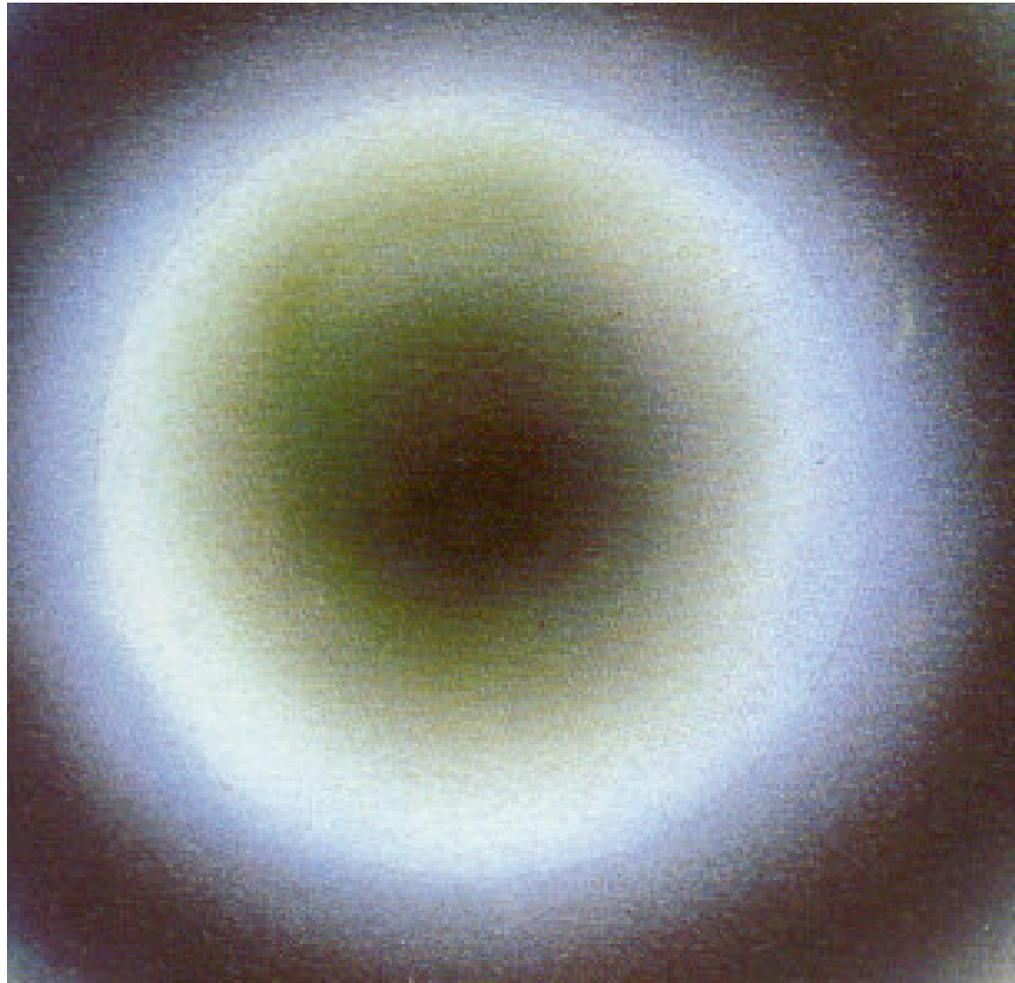


Como se formou a Terra.

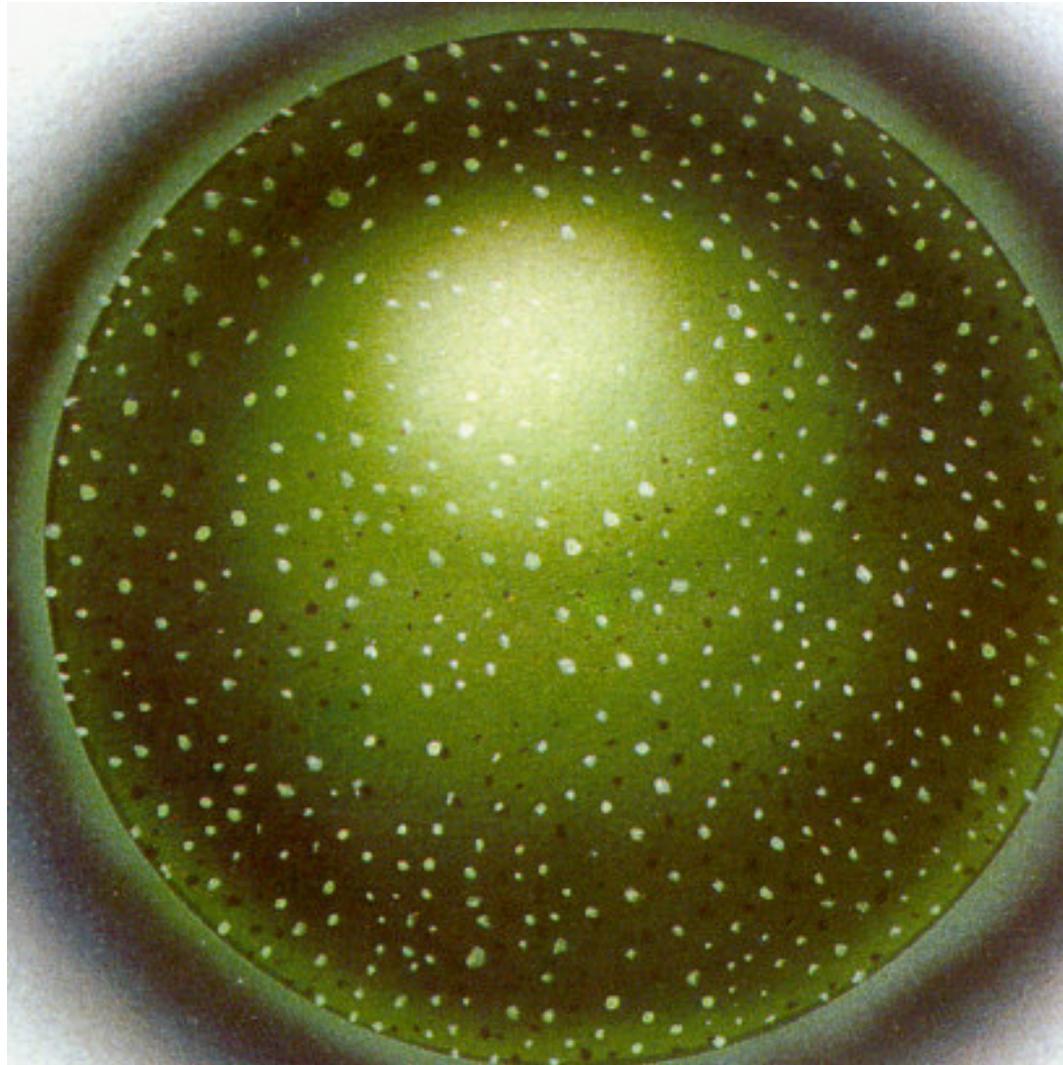
O Sol tem 1% do momento angular e 99.9% da massa do sistema Solar. A teoria mais popular diz-nos que houve um colapso gravitacional de uma nuvem de gás e de poeiras que deu origem ao Sol e aos planetas e satélites. O vento Solar expeliu os restos de gás e poeiras do Sistema Solar. Vamos ver em mais detalhe como é que o nosso planeta se formou.



Gás e pequenas partículas de matéria, juntando-se, formaram largos conjuntos de matéria e gás. Estes uniram-se, numa nuvem como um enxame de mosquitos.



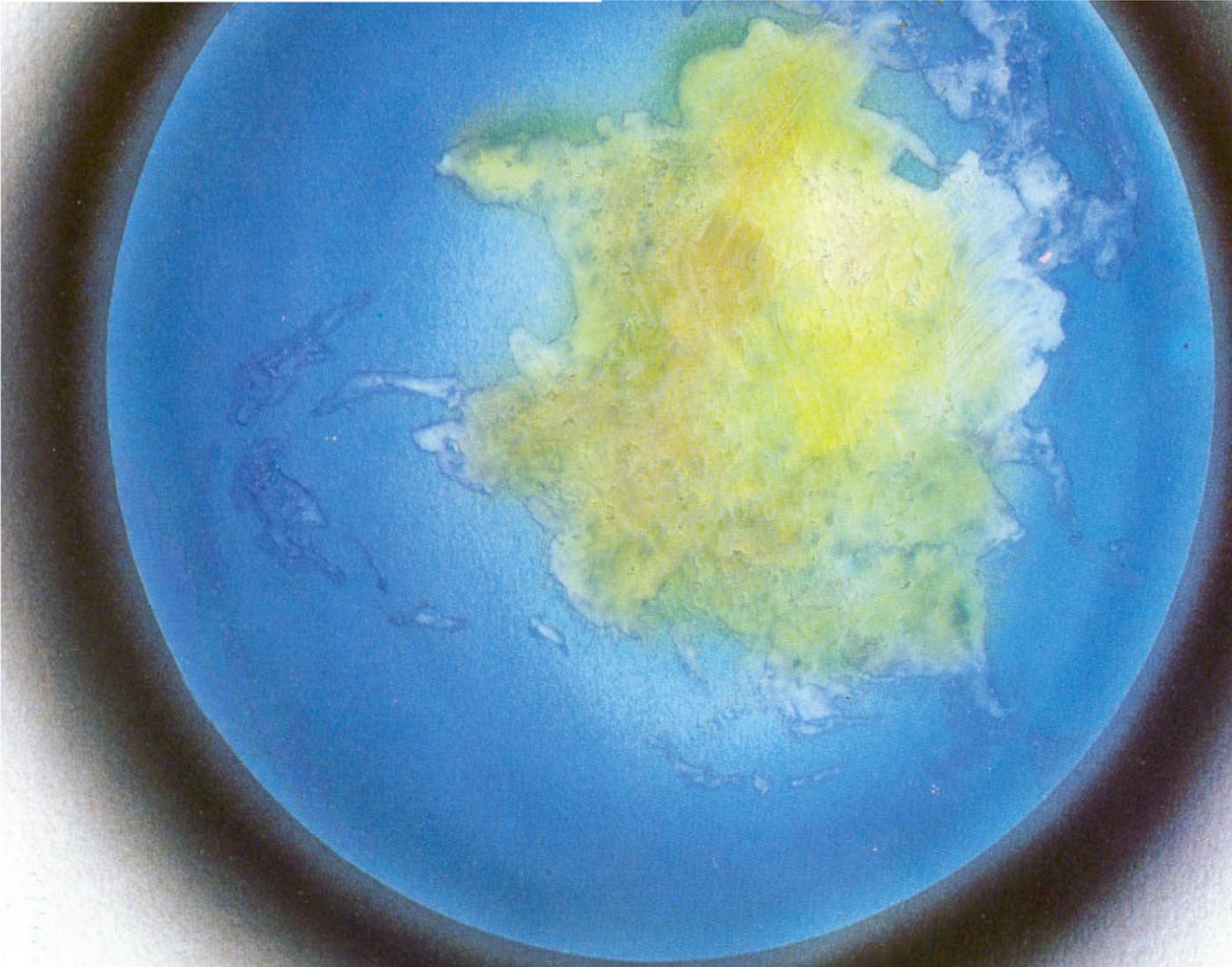
Assim, dos sólidos condensados, formou-se uma bola de matéria. No princípio, no interior e no exterior, era quase o mesmo.



Conforme a bola se foi contraindo debaixo da força da gravidade ela começou a aquecer, a partir do interior, derretendo a matéria à medida que se tornou mais sólida. Gás e vapor, vindos do centro liquefeito, irromperam para formarem a água e a atmosfera.



Depois, a crosta arrefeceu e endureceu. Formaram-se os continentes e os oceanos.
Assim se constituiu a Terra há 4 600 000 000 de anos.





Mercúrio

Planeta do comércio, viagens e do roubo.
Mensageiro dos Deuses.



Conhecido desde o tempo dos Sumérios (3º milênio BC).

Visitado por uma única nave, Mariner 10 entre 1974 e 1975.

Só conseguimos cartografar 45% da sua superfície.

Tem uma órbita muito excêntrica, 46 milhões Km do Sol no periélio, 70 milhões Km no afélio.

Em 1965 utilizando observações de radar doppler descobriu-se que roda 3 vezes em 2 dos seus anos.

A variação de temperatura é a mais extrema do Sistema Solar (varia entre 90K e 700K).

É muito semelhante à Lua.

É o segundo Planeta mais denso do Sistema Solar.

Tem um núcleo de ferro com um raio entre 1800 a 1900 Km parcialmente no estado fluido.

Tem uma crosta de silicatos (500 a 600 Km).

Tem uma pequena atmosfera de átomos expulsos da superfície do Sol pelo vento Solar.

Eles escapam rapidamente para o espaço (renovação contínua).

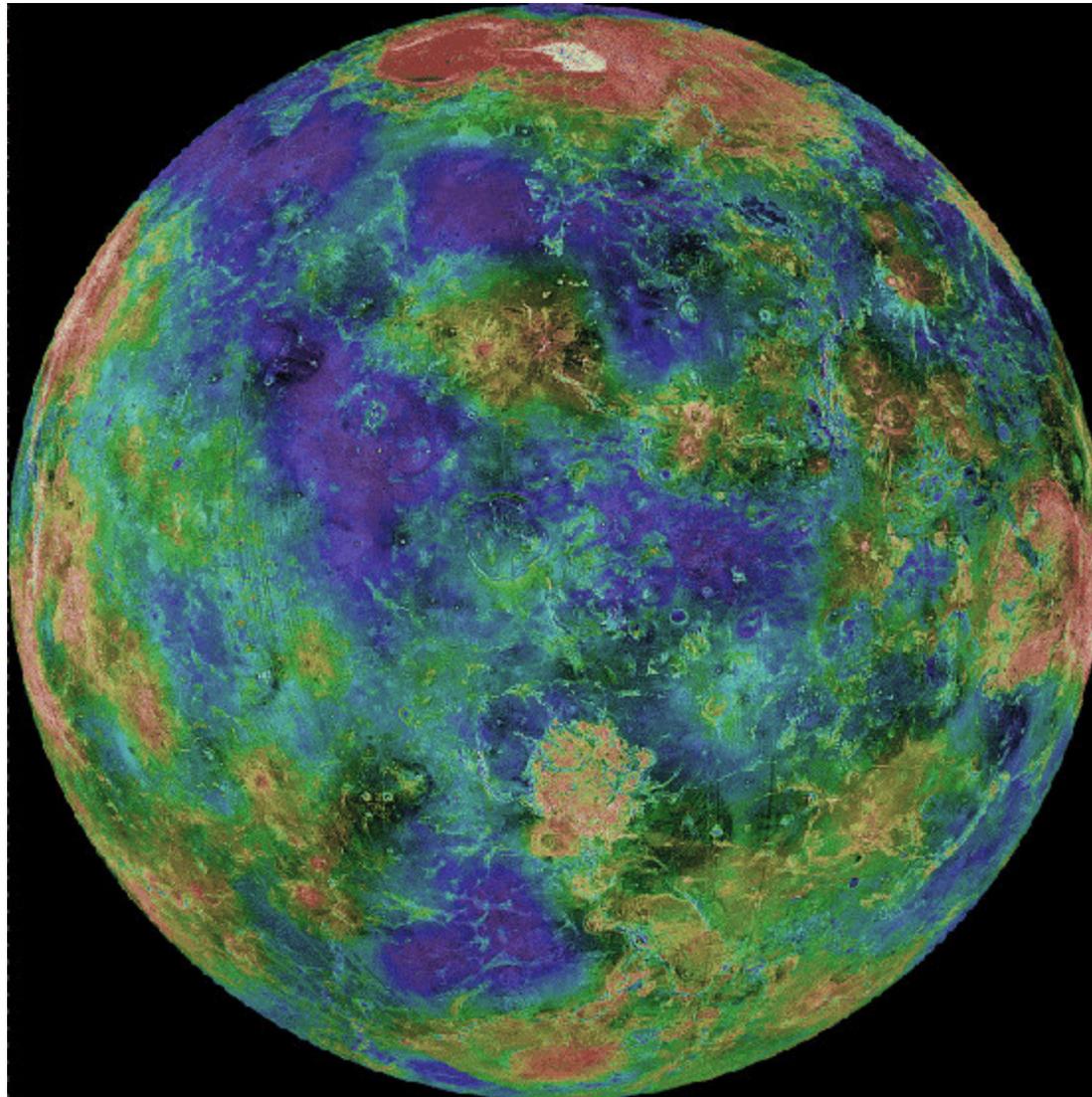
Tem gelo de água no polo norte.

Tem um campo magnético pequeno (1% do da Terra).



Vénus.

Planeta do amor e da beleza.



Tem uma órbita quase circular (excentricidade menor que 1%).

É conhecido desde os tempos pré-históricos.

É o objecto mais brilhante no céu depois do Sol e da Lua.

Tem fases o que veio a apoiar a teoria de Copernicos do Sistema Solar.

A primeira nave a visitá-lo foi Mariner 2 em 1962.

Fotografia tirada pela nave Soviética Venera 7 (a primeira nave a aterrar noutro Planeta).

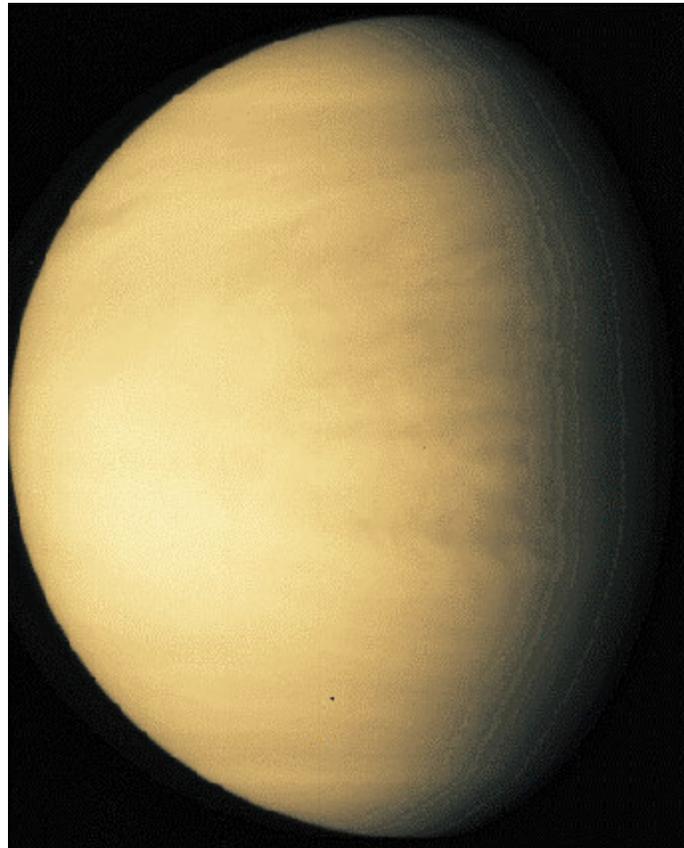


Tem uma rotação não muito usual devido ao facto de ser muito lenta.

Um dia tem 243 dias terrestres, ligeiramente superior ao seu ano.

A sua rotação é no sentido do ponteiro do relógio.

Apresenta a mesma face à Terra quando os dois Planetas estão em maior proximidade.



É o planeta irmão da Terra.

São semelhantes em muitos aspectos.

É ligeiramente mais pequeno (95% do diâmetro, 80% da massa da Terra).

Têm poucas crateras indicando superfícies relativamente novas.

As densidades e composições químicas são muito semelhantes.

A pressão da atmosfera é de 90 atmosferas (a pressão a 1 Km de profundidade nos nossos oceanos).

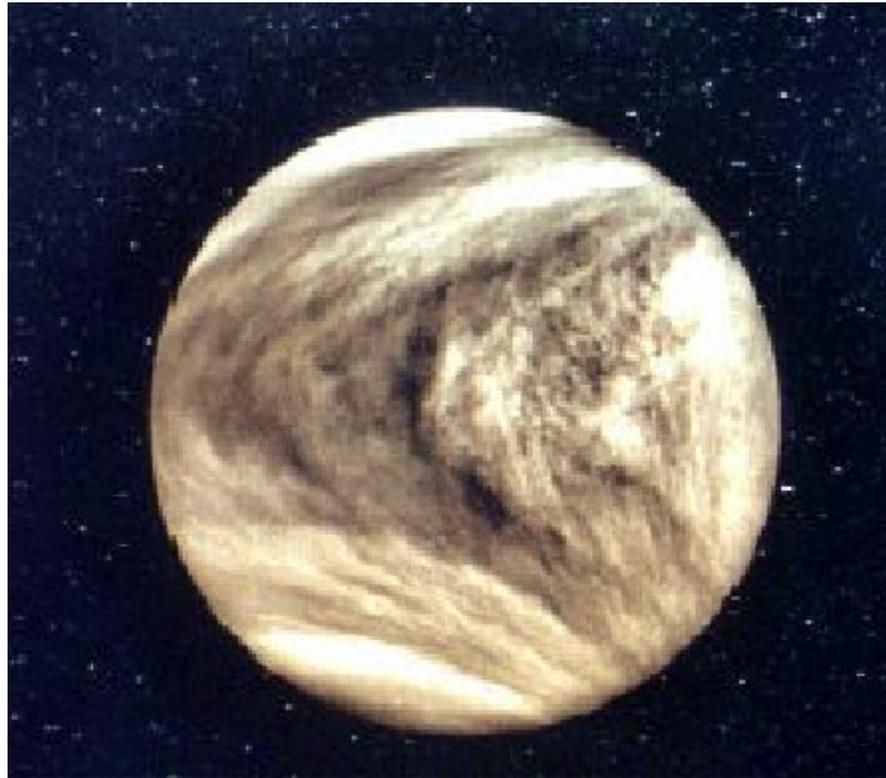
É composta principalmente de dióxido de carbono.

O efeito estufa eleva a temperatura na superfície por 400K.

A temperatura é de 740K o suficiente para derreter chumbo.

Na parte superior das nuvens existem ventos fortes (350 Km/h).

Na superfície há ventos muito lentos (poucos Km/h).



O núcleo central é constituído por ferro (6000 Km).

A crosta constitui a maior parte do Planeta.

Não tem campo magnético.



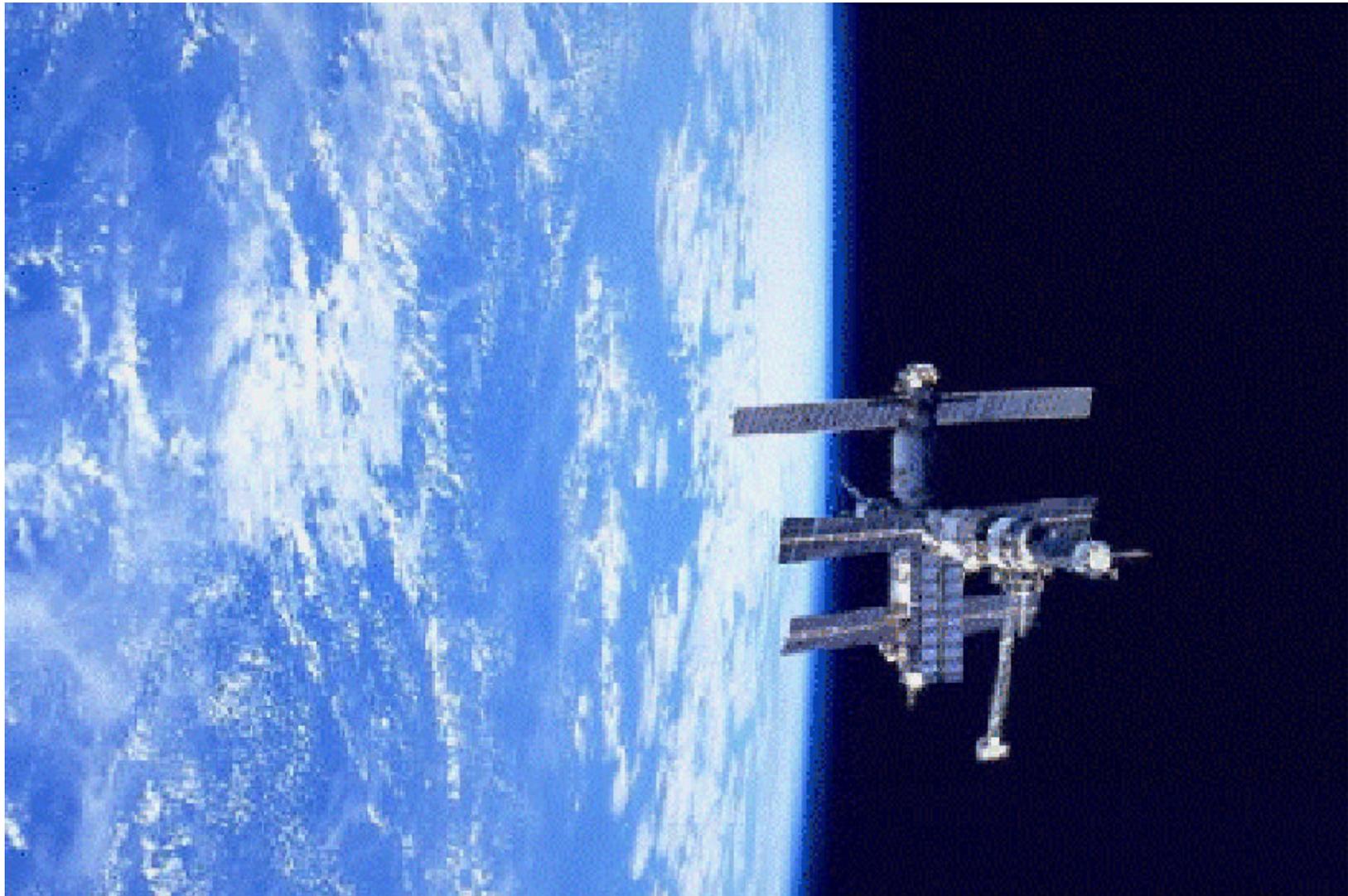
Terra.

Planeta de terra fértil.



Copernicus percebeu que a Terra era simplesmente mais um Planeta.

Só no século 20 se conseguiu fazer um mapa do Planeta inteiro.



A terra está dividida em várias camadas que têm propriedades químicas e sísmicas distintas (Distância em Km).

0 – 40	Crosta
40 – 400	Manto Superior
400 – 650	Região de transição
650 – 2700	Manto inferior
2700 – 2890	Camada “D”
2890 – 5150	Núcleo exterior
5150 – 6378	Núcleo interior

A maior massa da Terra encontra-se no manto e quase tudo o resto está no núcleo.
(os valores a seguir são $\times 10^{24}$ kg):

Atmosfera	= 0.0000051
Oceanos	= 0.0014
Crosta	= 0.026
Manto	= 1.835
Núcleo exterior	= 1.835
Núcleo interior	= 0.09675

A temperatura no centro do núcleo é da ordem dos 7500 K.

As percentagens de elementos que compõem o Núcleo são as seguintes:

Ferro-----34.6%

Oxigénio----29.5%

Silicone-----15.2%

Magnésio---12.7%

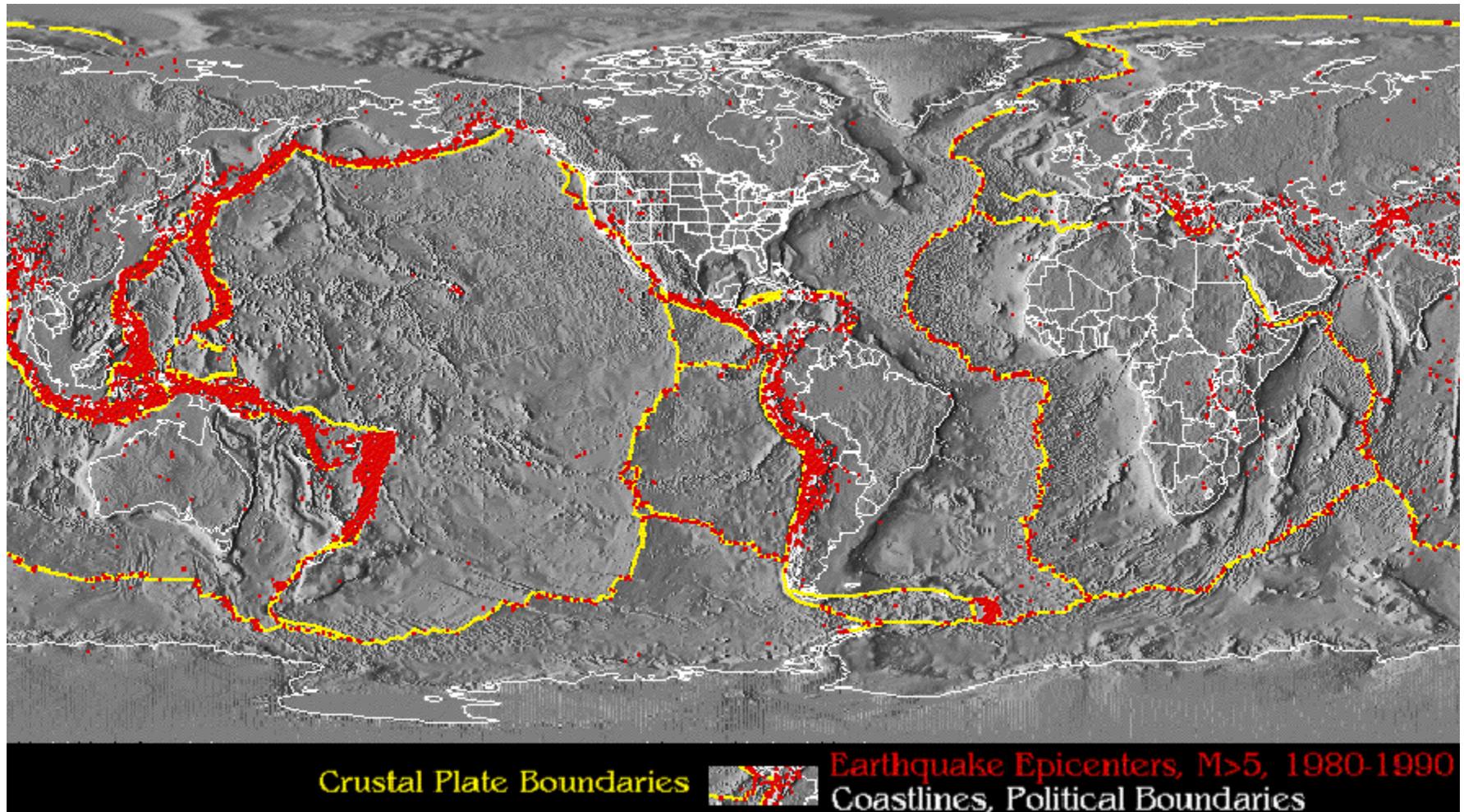
Níquel-----2.4%

Enxofre-----1.9%

Titânio-----0.05%

É o corpo mais denso dos principais corpos do Sistema Solar.

Placas sólidas distintas que flutuam em cima do manto quente.



Os terremotos são muito mais comuns nas fronteiras das placas.

A superfície da Terra é relativamente nova (entre 4.5 e 4.6 milhões de anos).

71% da superfície está coberta por água.

É o único Planeta onde pode existir água na sua forma líquida.

A atmosfera é constituída por:

77% de nitrogénio

21% de oxigénio

Com pequenas quantidades de

Argon

dióxido de carbono

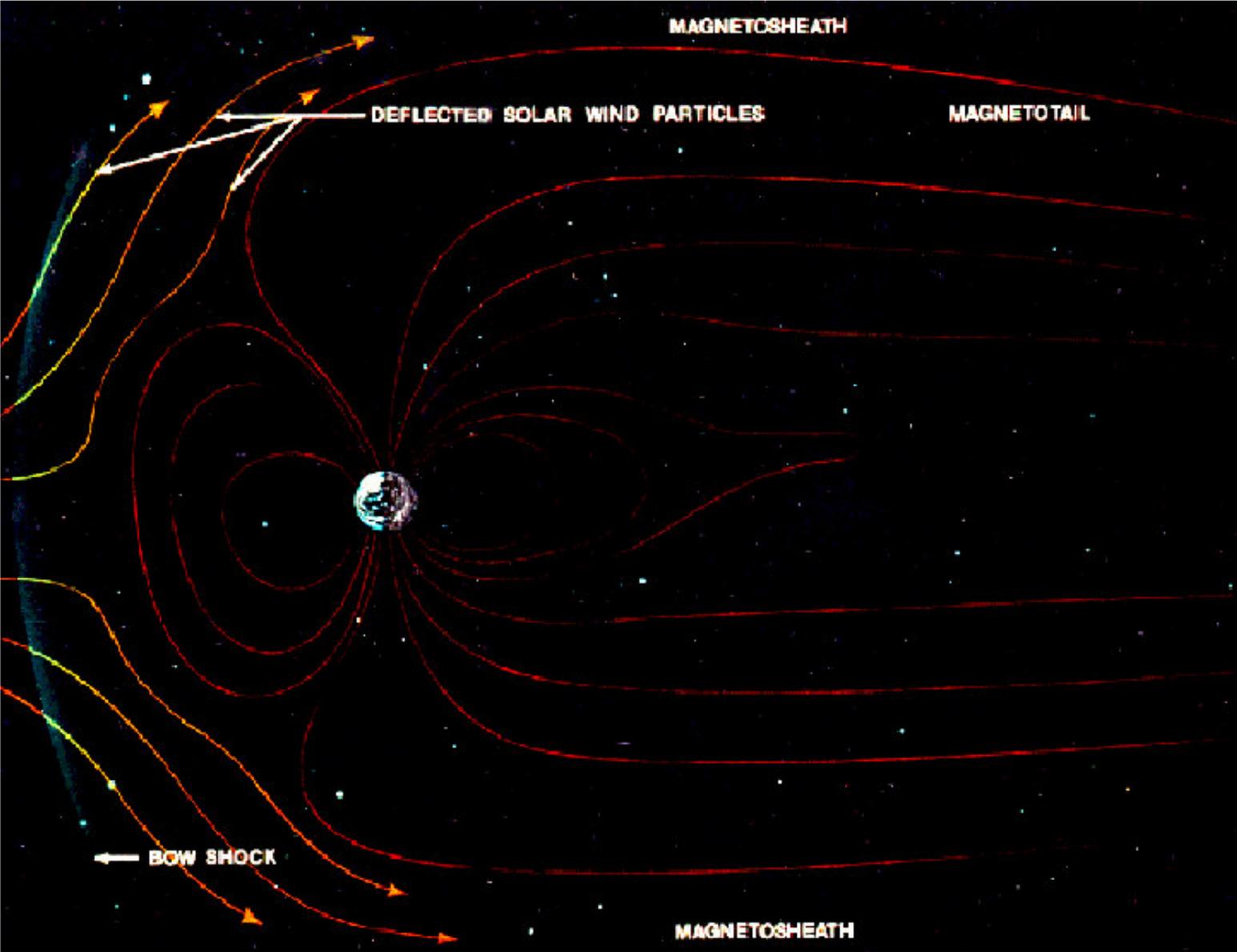
água

O dióxido de carbono é responsável pelo Efeito Estufa ($T > 35^\circ$).

A interacção entre a Terra e a Lua atrasa a rotação da Terra em 2 milésimos de segundo por século.

Há 900 milhares de anos tínhamos 481 dias de 18h

Campo magnético modesto produzido por correntes eléctricas no núcleo exterior.

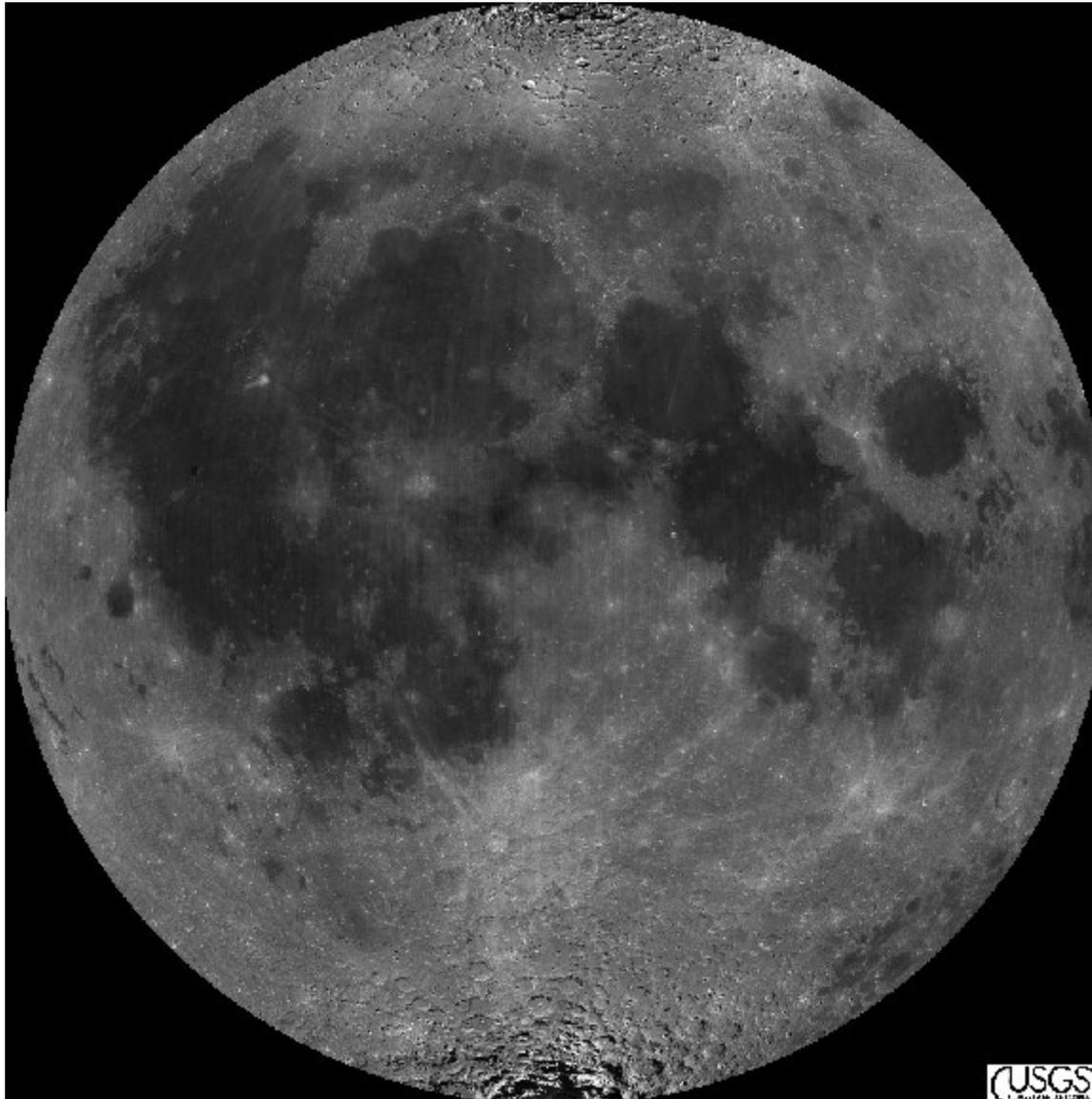


A interacção de o vento solar com o campo magnético e a atmosfera superior é a causa das auroras.





Lua.



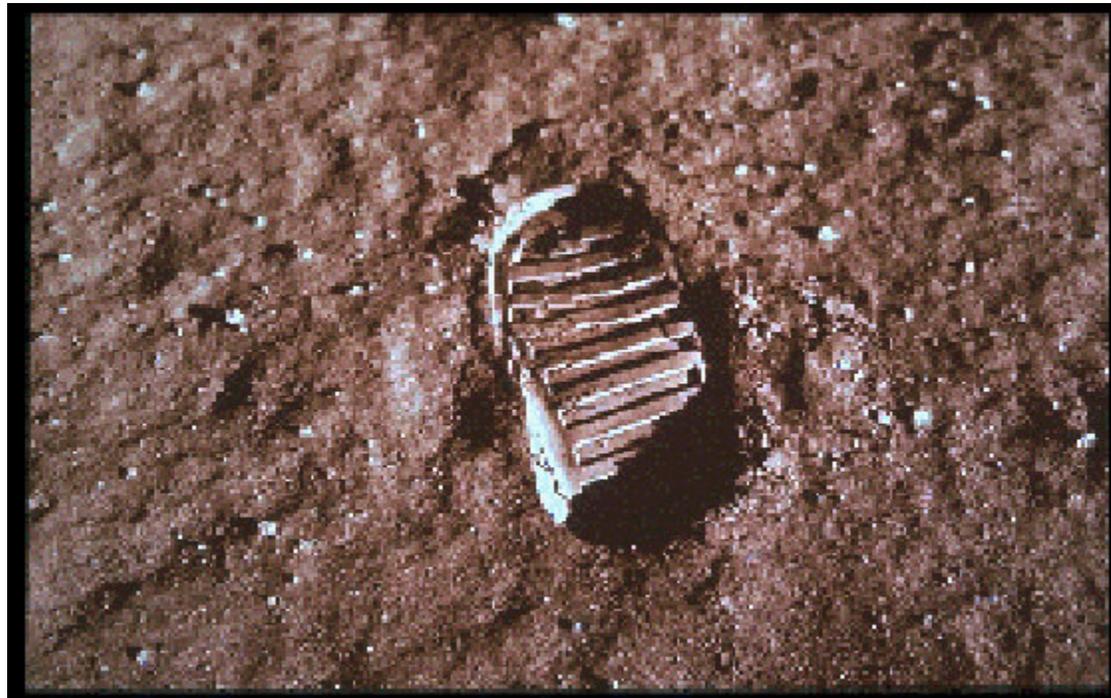
É o objecto mais brilhante a seguir ao Sol.

A mudança do ângulo entre a Terra, a Lua e o Sol vemos no ciclo de fases da Lua.

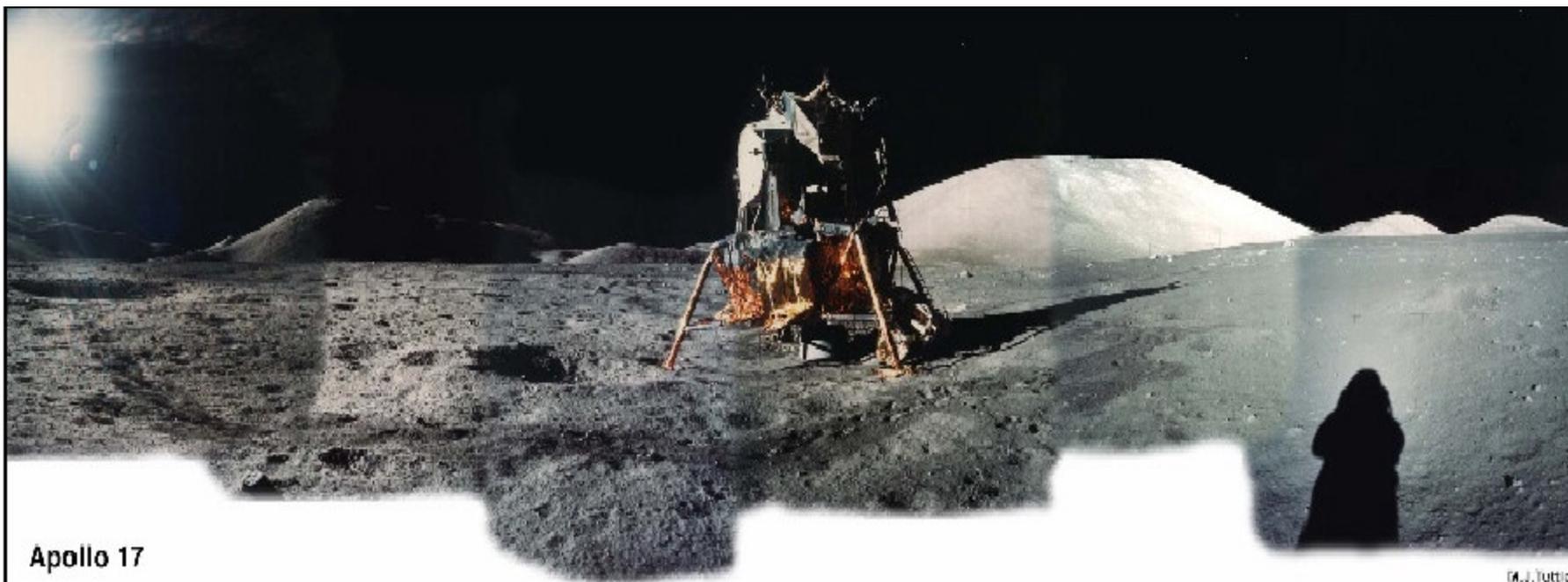
O tempo entre duas luas novas sucessivas é de 29,5 dias (709 h).

A primeira nave a visitar a Lua foi a nave Russa Luna 2 em 1959.

É o único corpo extraterrestre a ser visitado por seres humanos.



Primeira vez a 20 de julho de 1969 e a última em dezembro de 1972.



As forças gravitacionais têm efeitos muito interessantes. O mais óbvio é as marés.

Apresenta sempre a mesma face à Terra



Não tem atmosfera.

Tem gelo de água nas crateras profundas perto do polo Sul.

A crosta tem em média uma espessura de 68 Km mas varia entre 0 e 107 Km.

O manto é apenas ligeiramente fundido.

Tem um núcleo pequeno (raio 340Km e 2% da massa).

O centro de massa está afastado do centro por 2 Km na direcção da Terra.

A crosta é mais fina do nosso lado.

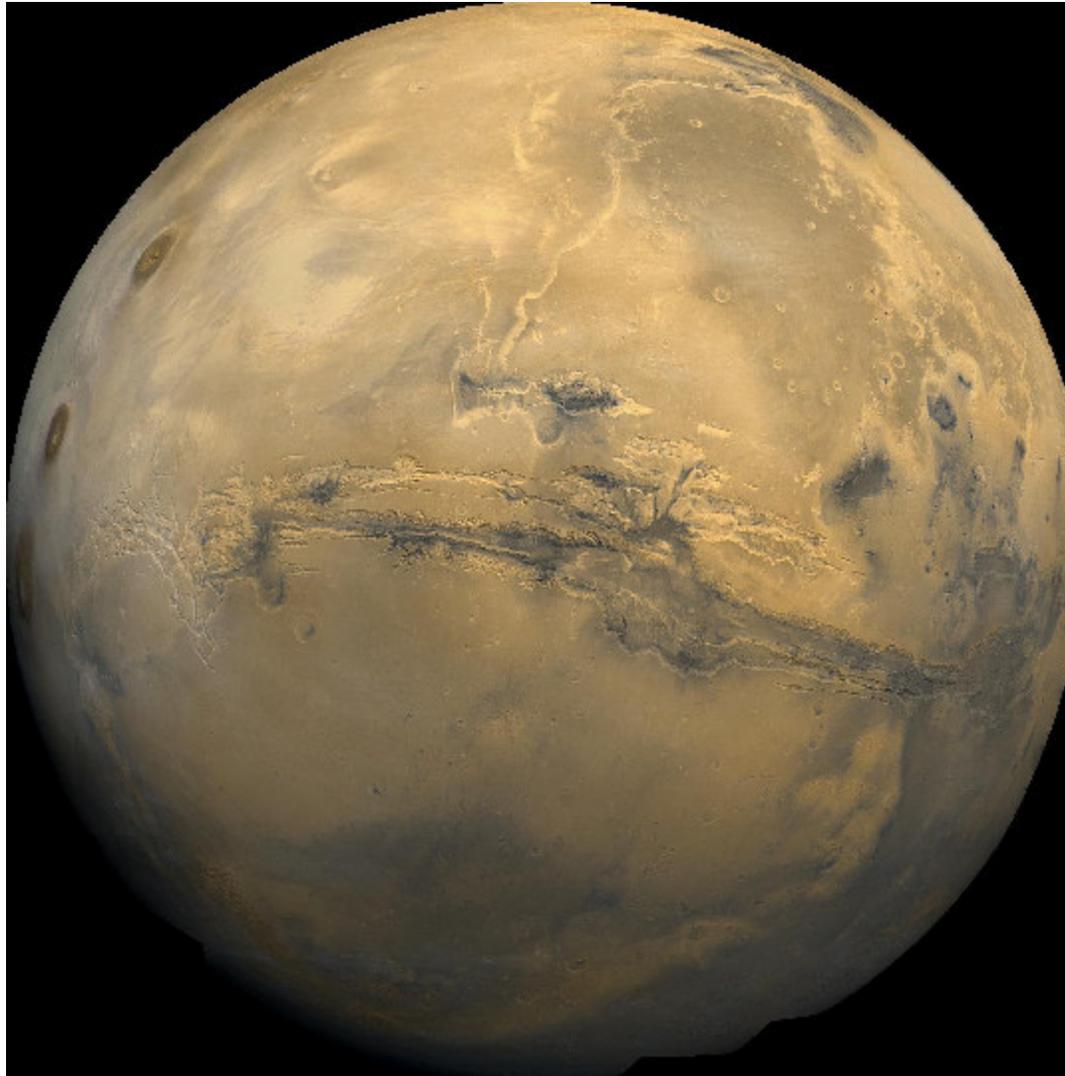
Não tem campo magnético.

As rochas na superfície indicam reminiscência do campo global antigo.



Marte

Planeta da Guerra



É conhecido desde a pré-história.

É o candidato mais provável para ser habitado por seres humanos.

A primeira nave a visitá-lo foi Mariner 4 em 1965.

Aterragem do Mars Pathfinder a 4 de julho de 1997.



Tem diferença de temperatura entre perélio e afélio de 30°.

A temperatura média é 218K (55°C) mas varia entre 140K e 300K na superfície.

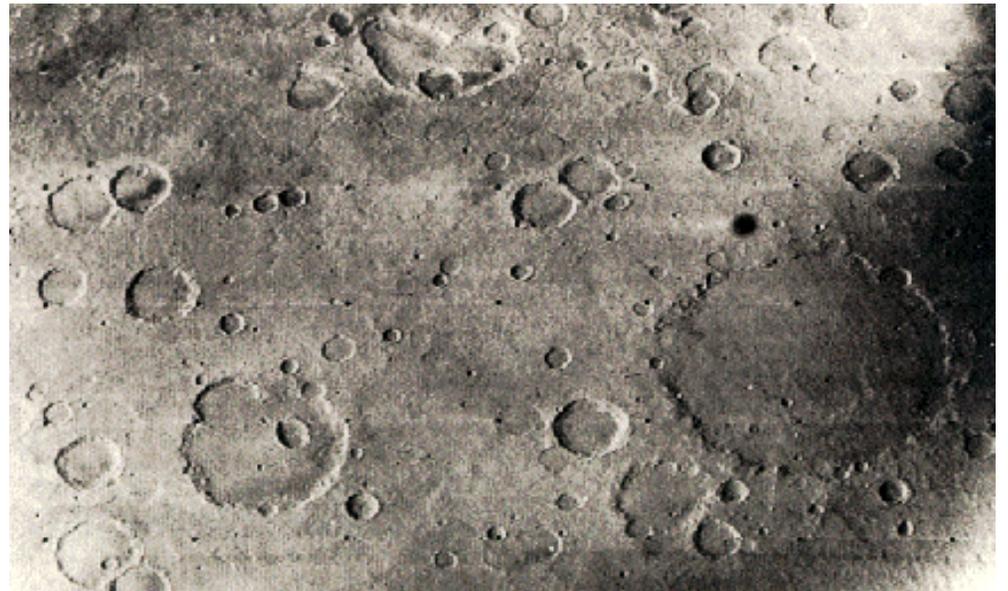
É mais pequeno que a Terra.

Tem a mesma área de superfície terrestre.

Tem a maior montanha do sistema Solar (24Km de altura e 500 Km de largura na base).

O hemisfério Sul é antigo e cheio de crateras.

O hemisfério Norte é muito mais novo.



Tem um núcleo de 1700 Km.

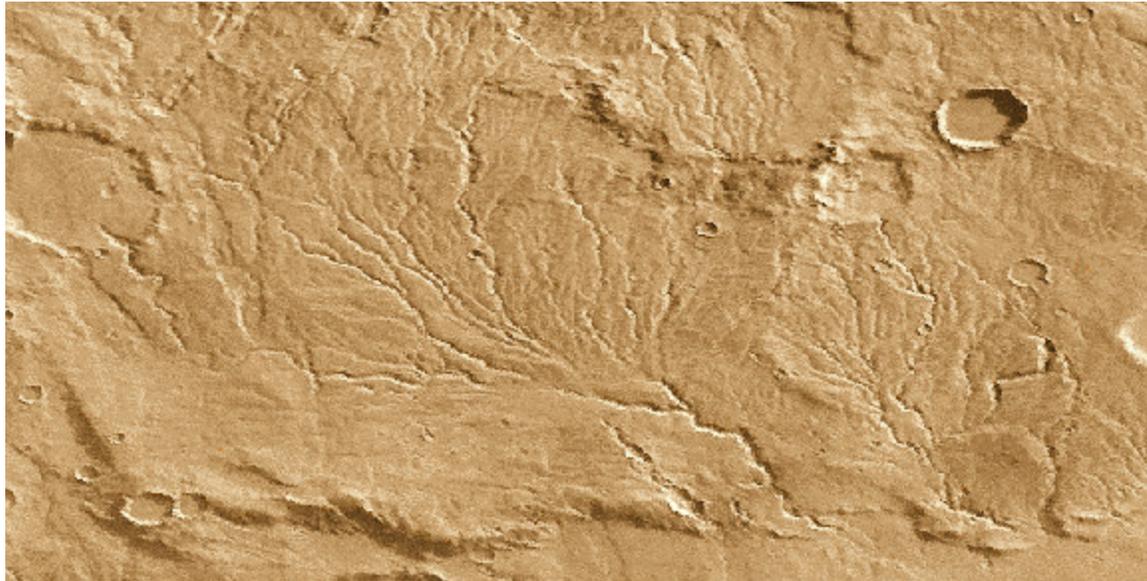
Tem um manto muito denso.

Tem uma crosta fina (80 Km no Sul e 35Km no norte).

Tem baixa densidade o que implica um núcleo de enxofre (> %) e ferro.

Evidencia que já houve actividade vulcânica no passado.

Há evidência de erosão em muitos lugares (4 milhões de anos).



Pequena atmosfera de

dióxido de carbono	(95.3%)
nitrogénio	(2.7%)
oxigénio	(0.15%)
agua	(0.03%).

A pressão média é 1% da pressão da Terra.

Tem ventos fortes e tempestades de areia durante meses.

Tem enormes campos magnéticos locais.

Tem vestígios de um campo global.

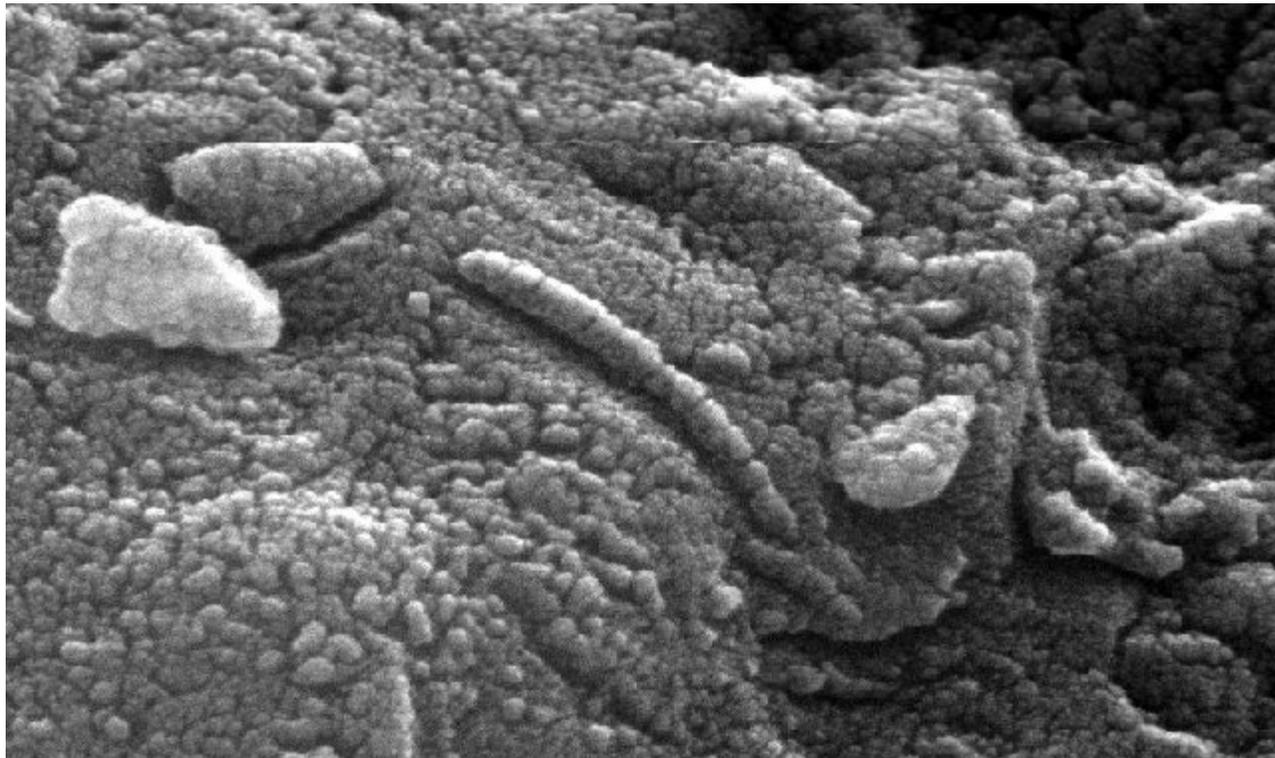
Gelo em ambos os pólos, composto principalmente por dióxido de carbono.



Existe vida em Marte?

A evidência mais forte veio em 1996 (David McKay et al).

Identificou componentes orgânicas num meteorito Marciano.

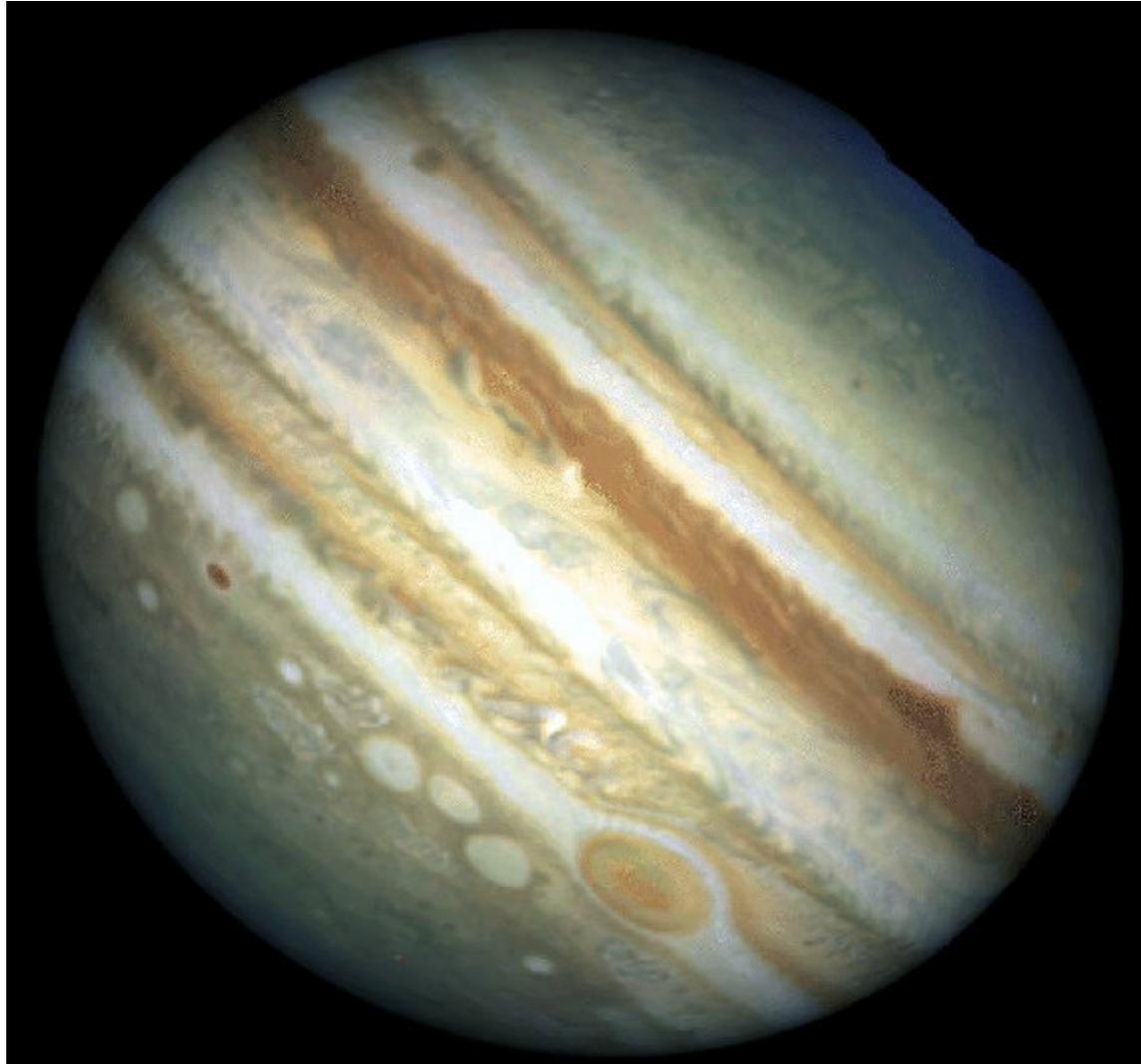


Dois pequenos satélites muito perto da sua superfície (Phobos e Deimos).

24

Júpiter

Rei dos Deuses



É o maior planeta do Sistema Solar.

Tem o dobro do tamanho de todos os outros Planetas juntos.

Tem 318 vezes o tamanho da Terra.

É o quarto objecto mais brilhante no céu (às vezes Marte é mais brilhante).

É conhecido desde a pré-história.

Em 1910 Galileo descobriu as quatro grandes luas.

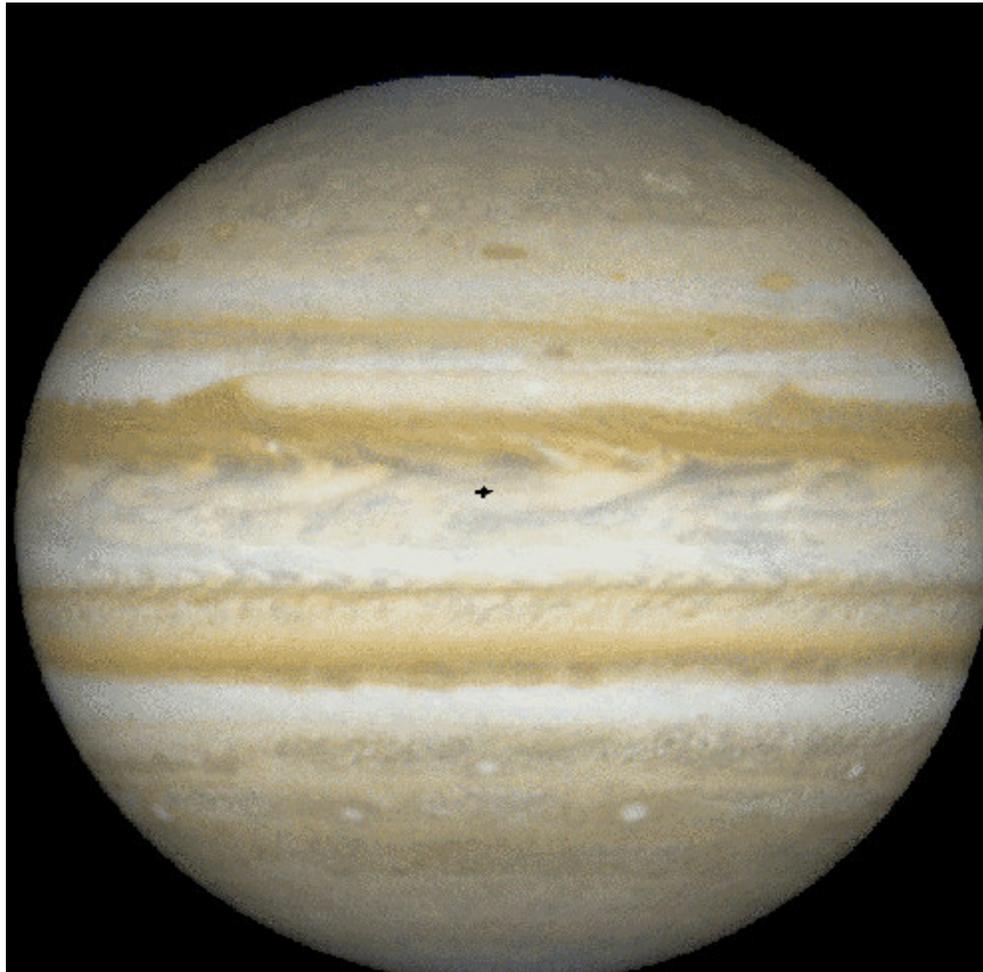
Foi a primeira descoberta de um centro de massa que não era centrado na Terra.

Foi visitado pela primeira vez em 1973 por Pioneer 10

Neste momento Galileo está em órbita à volta do Planeta.

A sonda de Galileo fez tentativa de penetrar as nuvens de Júpiter.

Ponto de entrada da sonda



Os Planetas gasosos não têm superfícies sólidas.

É constituído por 90% de hidrogénio e 10% hélio.

Tem vestígios de metano

água

amónia

“rocha”

Tem um núcleo de material “rochoso”(10 a 15 massas terrestres).

A sua maior parte é um líquido de Hidrogénio metálico.

Com a temperatura e pressão no interior o hidrogénio é um líquido e não um gás.

É o condutor da corrente e a fonte do campo magnético.

A sua camada exterior é composta por Hidrogénio e hélio normal.

Tem ventos de alta velocidade (Júpiter é acima de 400 mph) provocado pelo calor vindo do interior.

As cores vêm de ligeiras diferenças químicas e correspondem a diferentes altitudes.

É azul nas partes inferiores, vermelho nas partes superiores.

A grande mancha vermelha é conhecida há mais de 300 anos

Emite mais energia para o espaço do que recebe do Sol.

Devido à compressão interna o núcleo tem uma temperatura de 20 000K.

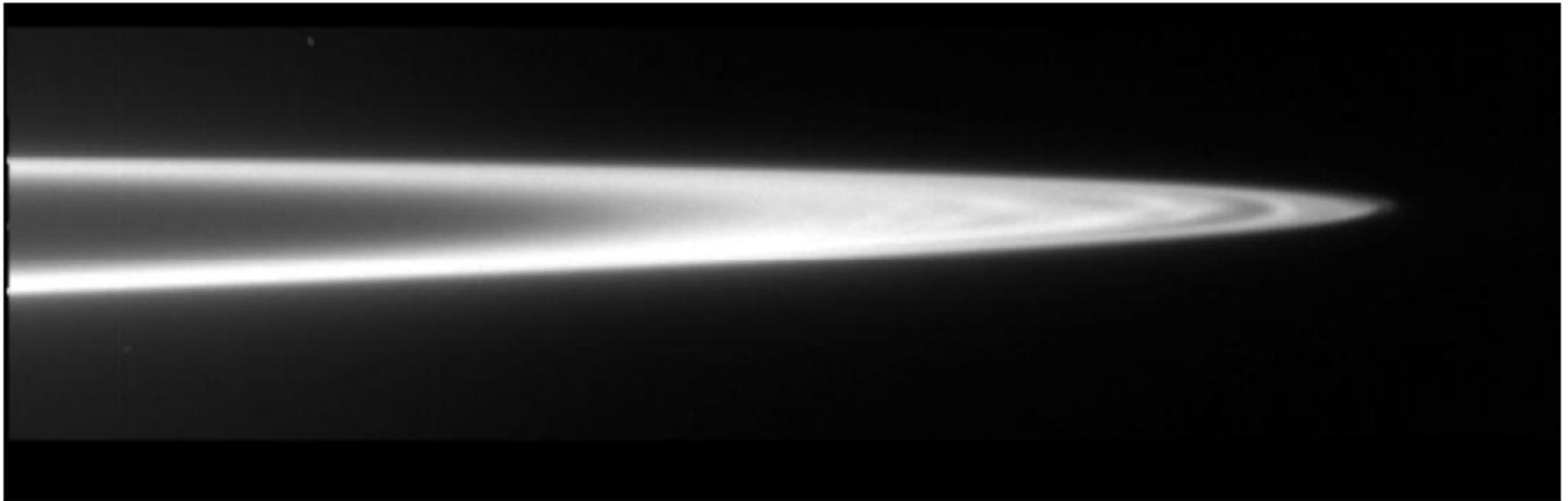
Saturno e Neptuno são muito parecidas com Júpiter neste respeito, mas Urano estranhamento não é.

Tem um campo magnético enorme que se estende a 650 milhares de Km (para além da órbita de Saturno).

Tem anéis pequenos e menos brilhantes que Saturno.

São escuros e parecem não conter gelo mas apenas pequenos grãos de areia.

São renovados por impactos de micro-meteoritos nas quatro luas interiores.



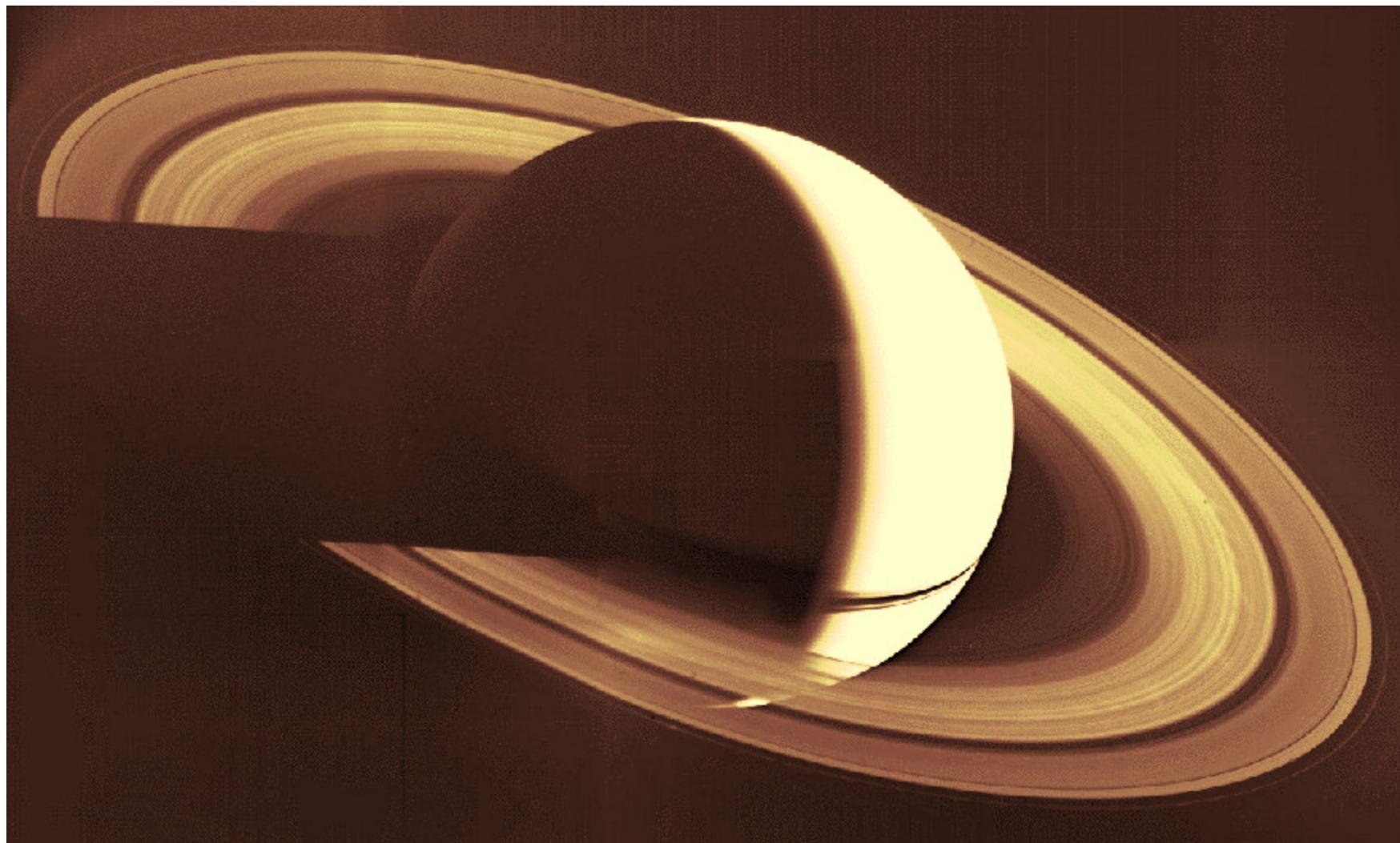
Tem quatro satélites maiores e muitos pequenos.

Forças de maré causadas pelos quatro maiores satélites estão a provocar um abrandamento do Planeta e mudança nas orbitas dos satélites.



Saturno.

Deus da agricultura.



É conhecido desde a pré-história.

A primeira nave a visitá-lo foi Pioneer 11 em 1979.

Cassini que está a caminho chegará em 2004.

É achatado: os diâmetros equatoriais e polares variam por 10% (120 536Km vs. 108 728Km), resultado da sua rápida rotação e estado fluído.

Tem uma densidade relativa de 0.7 é muito menor que a da água.

A sua composição é 75% hidrogénio e 25% hélio.

Tem vestígios de água

metano

amónia

“rocha”

É parecido com a nuvem primordial.

O seu interior é constituído por:

- um núcleo de “rocha”
- uma camada de hidrogénio metálico
- uma camada de hidrogénio molecular
- vestígios de vários tipos de gelo

Tem o interior quente (12 000K no núcleo).

Emite mais radiação do que recebe do Sol. Tem bandas pouco proeminentes

Tem dois anéis proeminentes (A e B) e um fusco (C) podem ser vistos da Terra.

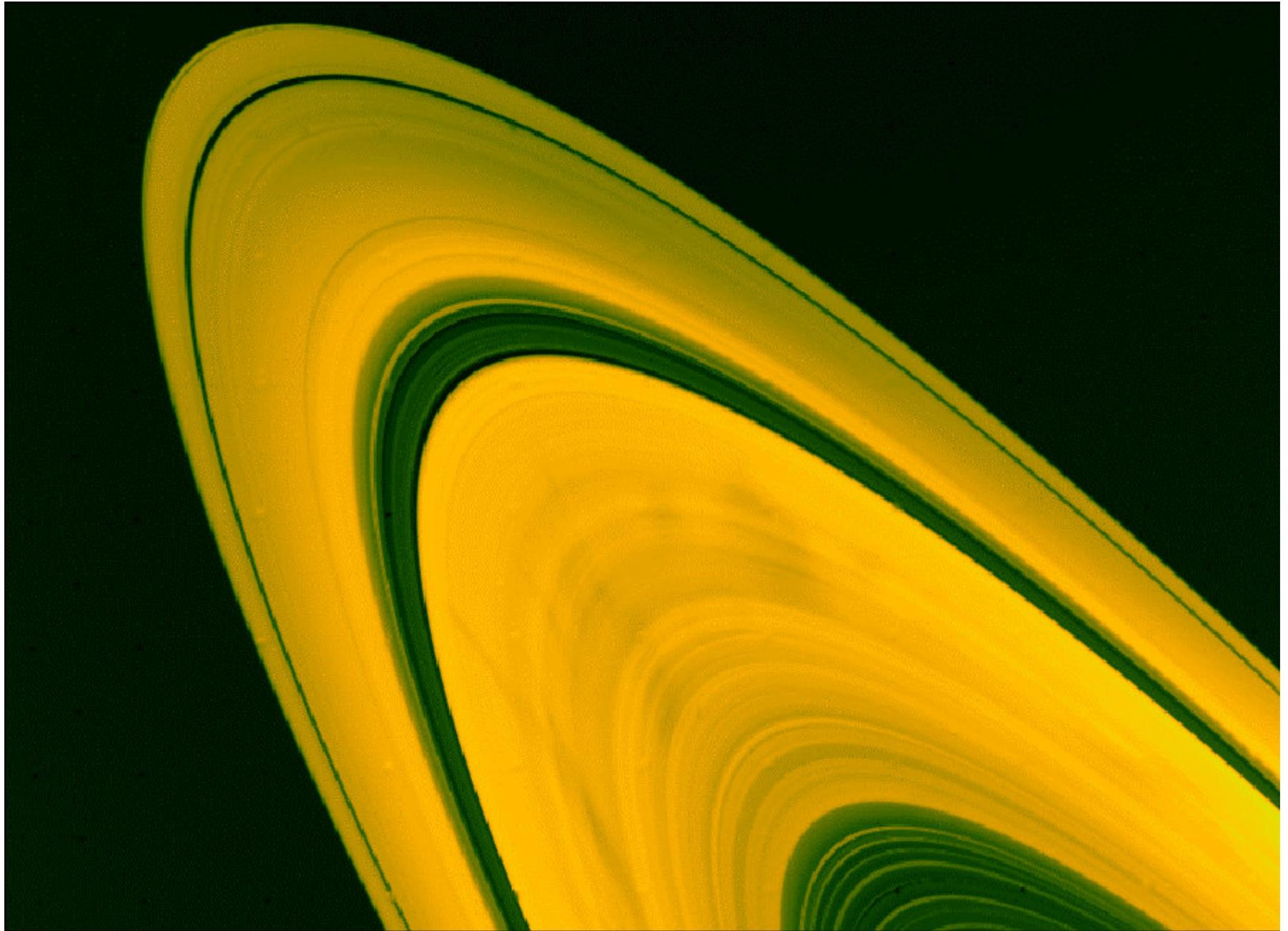
Imagens do Voyager mostram quatro anéis adicionais.

São compostos por uma grande quantidade de pequenas partículas variando de tamanho entre um centímetro e vários metros.

Existem vários objectos de poucos Km.

São extraordinariamente finos (1.5Km) mas têm um diâmetro de 250 000 Km.

São compostos principalmente por gelo de água e rochas com camadas de gelo.



Existe complexa ressonância de mares entre as luas de Saturno e os anéis.



As luas Atlas, Protheus e Pandora são claramente importantes para manter o sistema de anéis.

Tem um campo magnético significativo.

Phoebe e Hyperion têm rotação sincronizada.

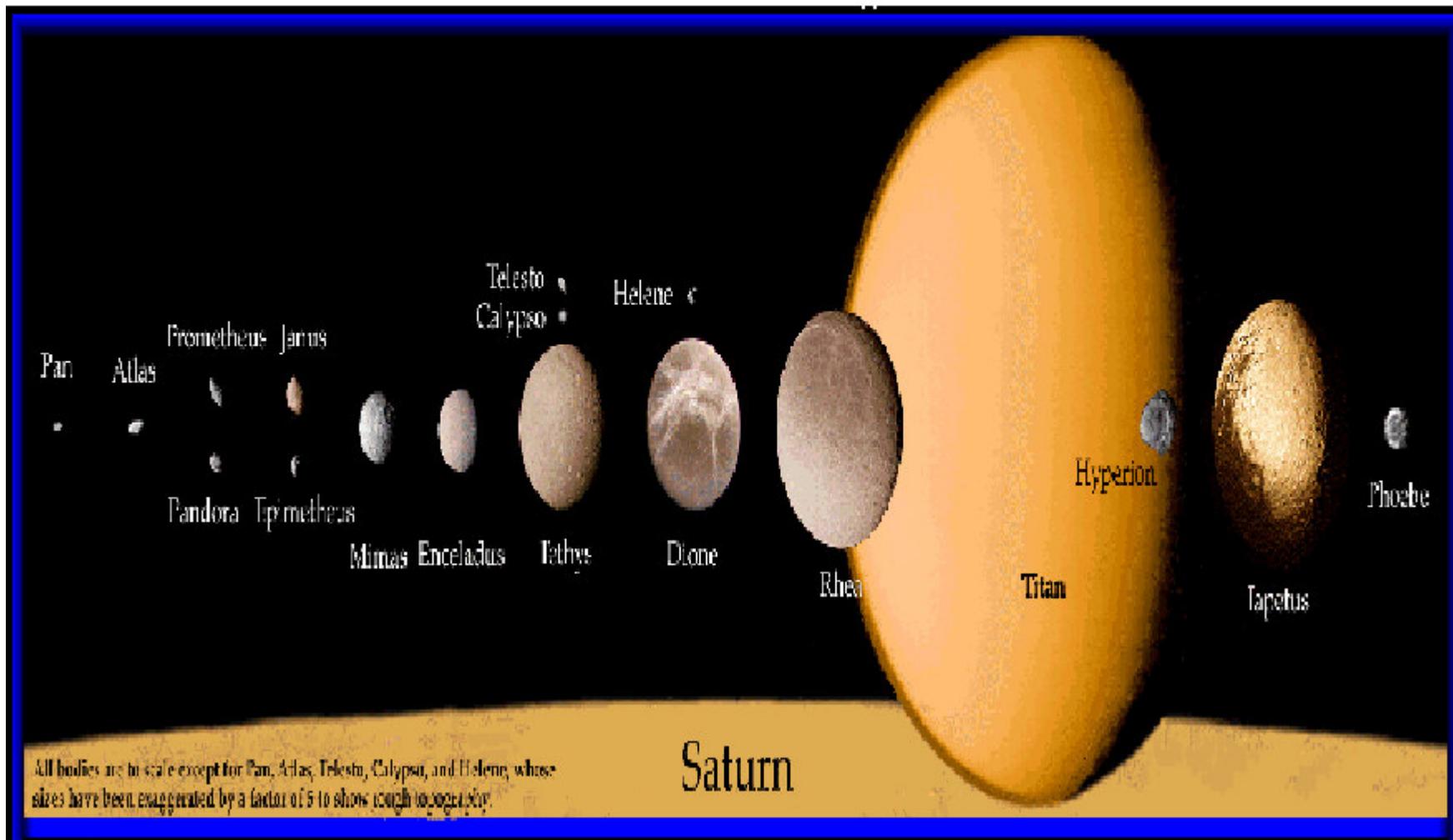
Três pares Mimas-Tethys
 Enceladus-Dione
 Titan-Hyperion

O período da órbita de Mimas é exactamente metade do de Tethys (estão em ressonância 1:2).

O mesmo acontece com Enceladus-Dione.

Titan-Hyperion tem ressonância 3:4.

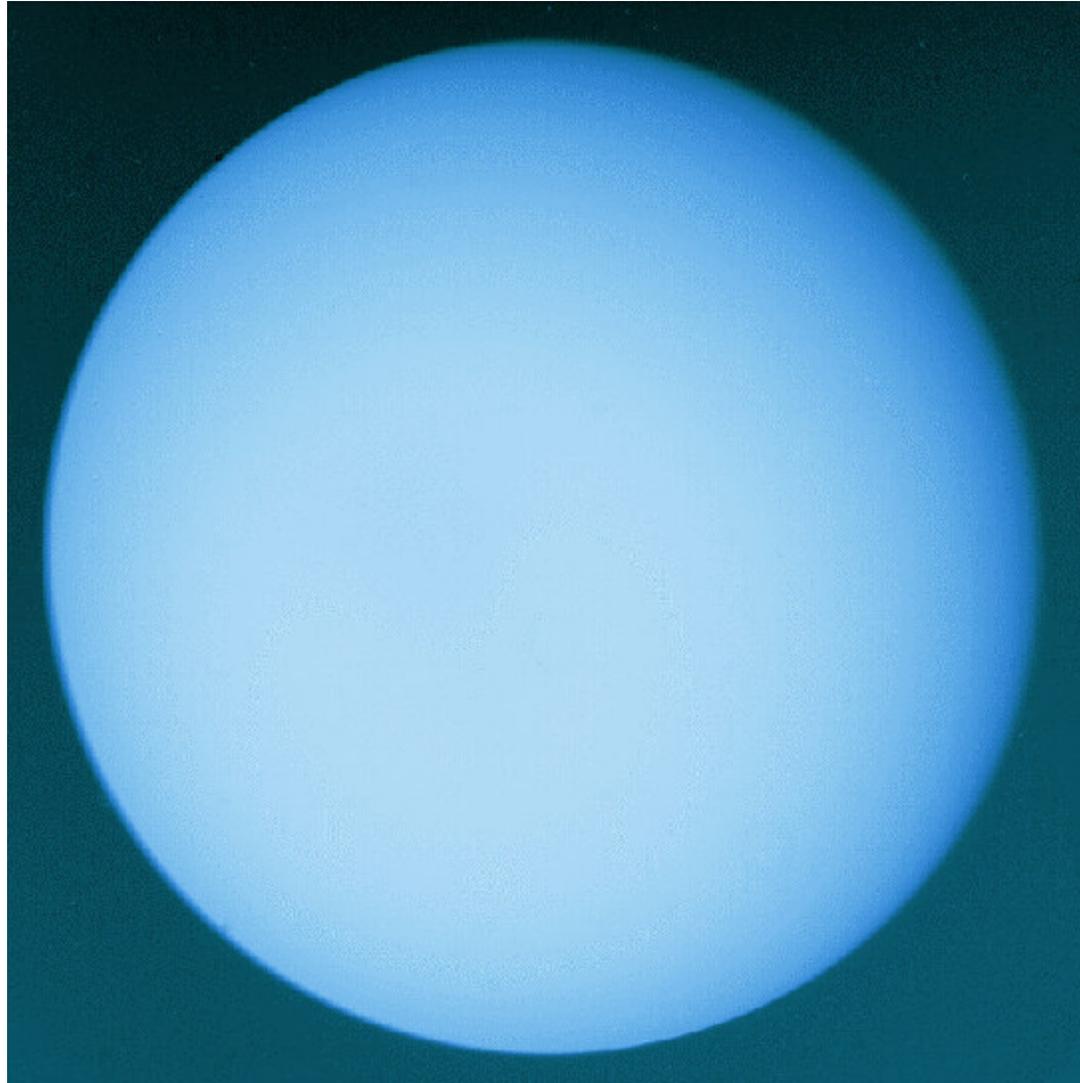
Existem muitos outros Satélites.





Urano.

Deus Supremo.



Foi primeiro Planeta a ser descoberto (William Herchel 1781) nos tempos modernos.

Foi visitado por uma única nave Voyager 2 em 1986.

O eixo de rotação é quase paralelo ao plano da órbita.

As regiões polares recebem mais energia Solar do que o equador.

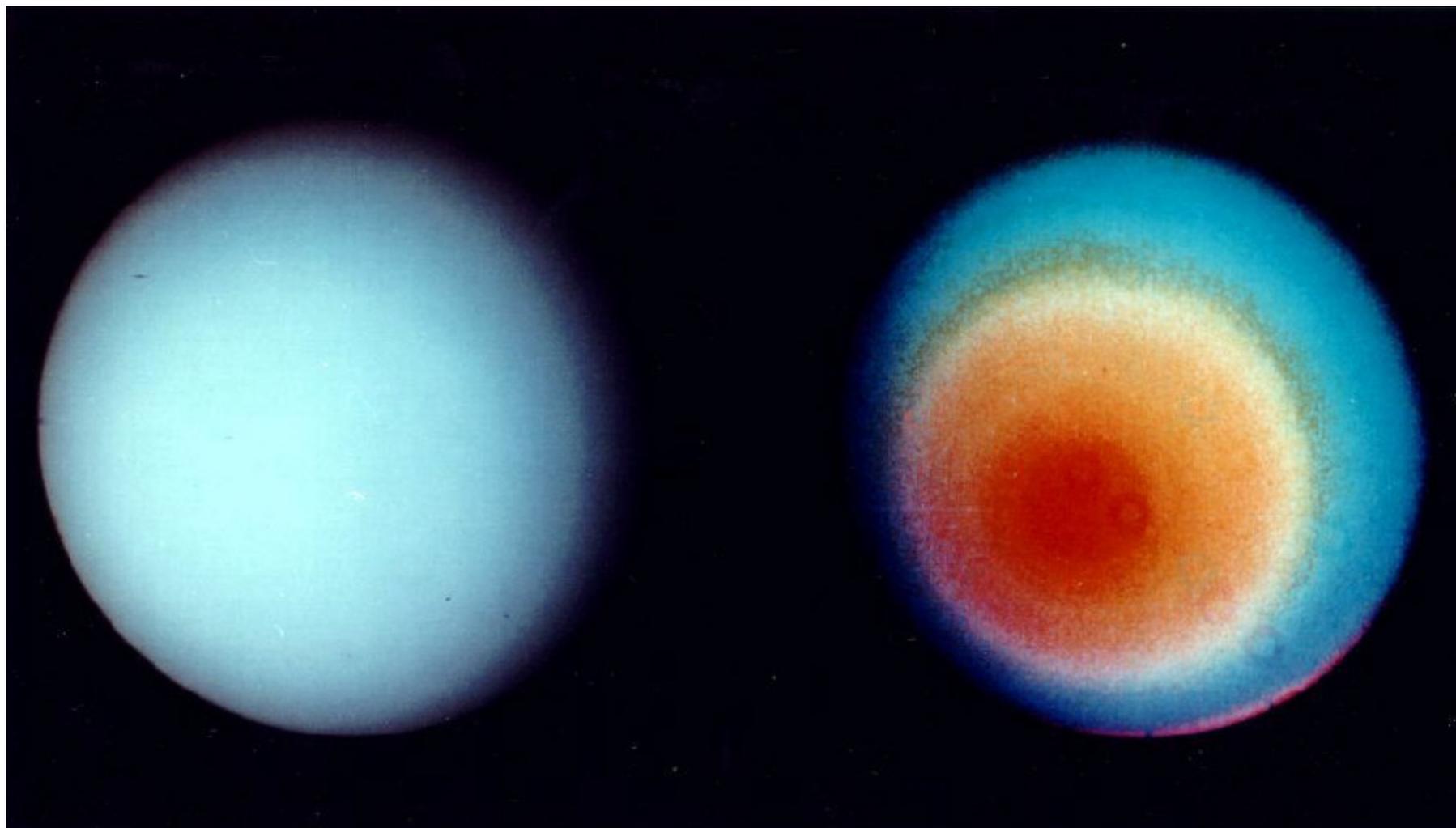
No entanto no equador é mais quente que nos pólos.

É composto por “rocha e vários tipos de gelo com apenas 15% de hidrogénio e um pouco de hélio.

Não tem um núcleo sólido.

A composição da sua atmosfera é de 83% hidrogénio, 15% hélio e 2% metano.

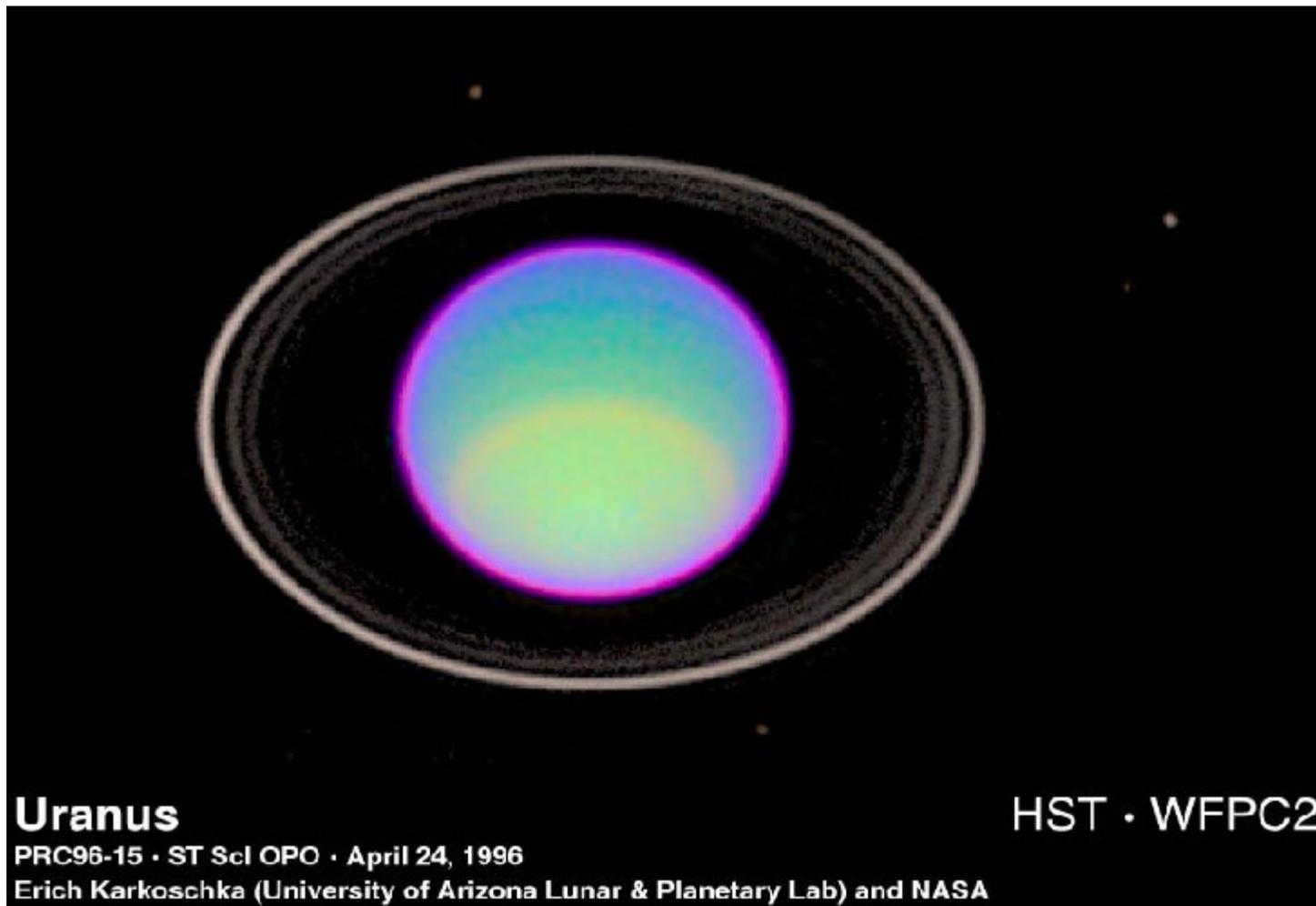
A cor azul é o resultado da absorção da luz vermelha pelo metano na atmosfera superior.



Tem anéis escuros.

São compostos por partículas entre 10m e poeira fina.

São conhecidos 11 anéis.



Tem um campo magnético estranho.

Não está centrado no centro do Planeta.

Está inclinado 60°.

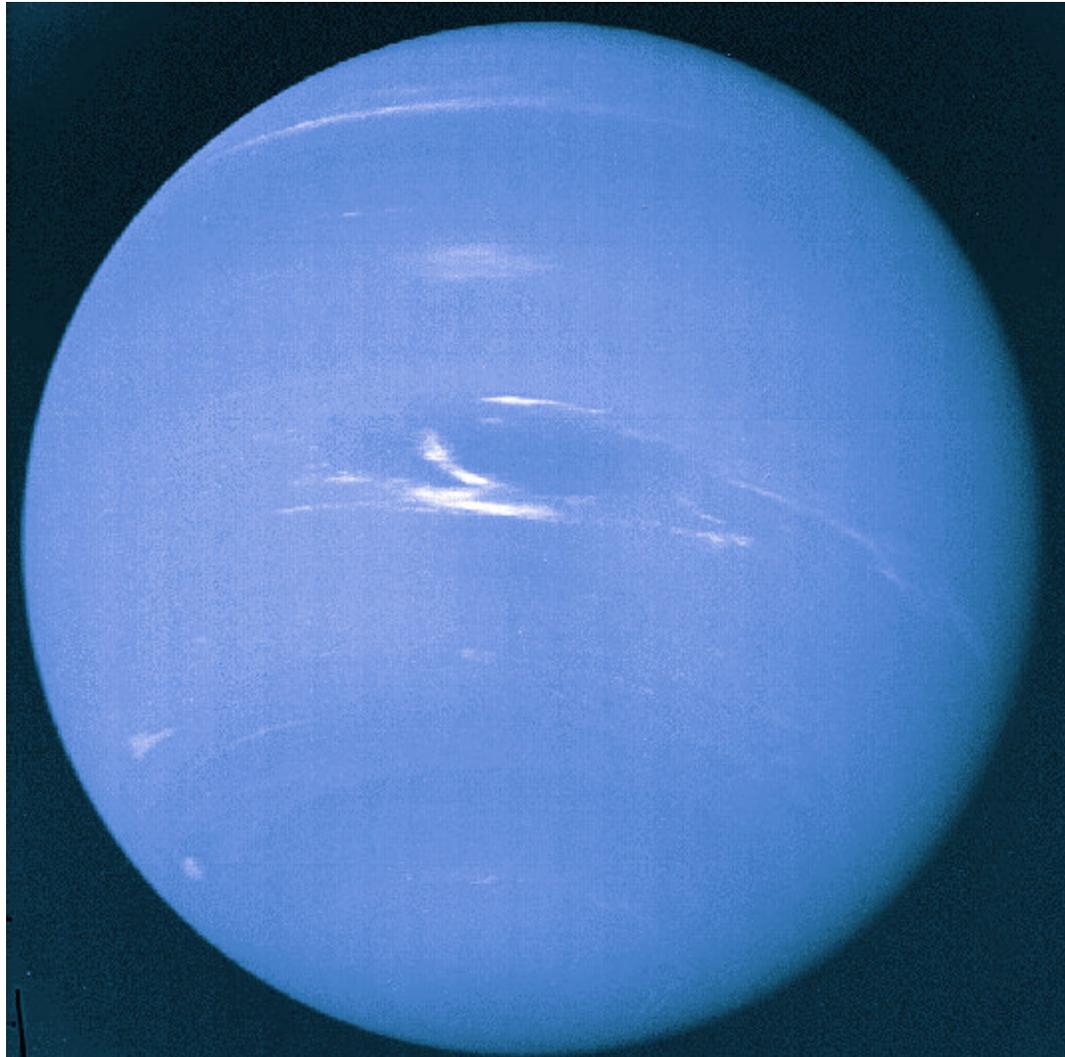
Tem pelo menos 21 satélites.





Neptuno.

Deus do mar.



A órbita de Urano não estava de acordo com as leis de Newton.

Foi previsto um Planeta mais distante a perturbar a órbita de Urano.

Neptuno foi observado pela primeira vez a 23 de Setembro de 1846.

Dois séculos anteriores Galileo tinha observado Neptuno mas pensou que era uma estrela.

Foi visitado por apenas uma nave, Voyager 2 a 25 de Agosto de 1989.

Foi o Planeta mais distante durante alguns anos.

É composto por vários tipos de gelo, “rocha”, 15% de hidrogénio e um pouco de hélio.

É uniforme em composição.

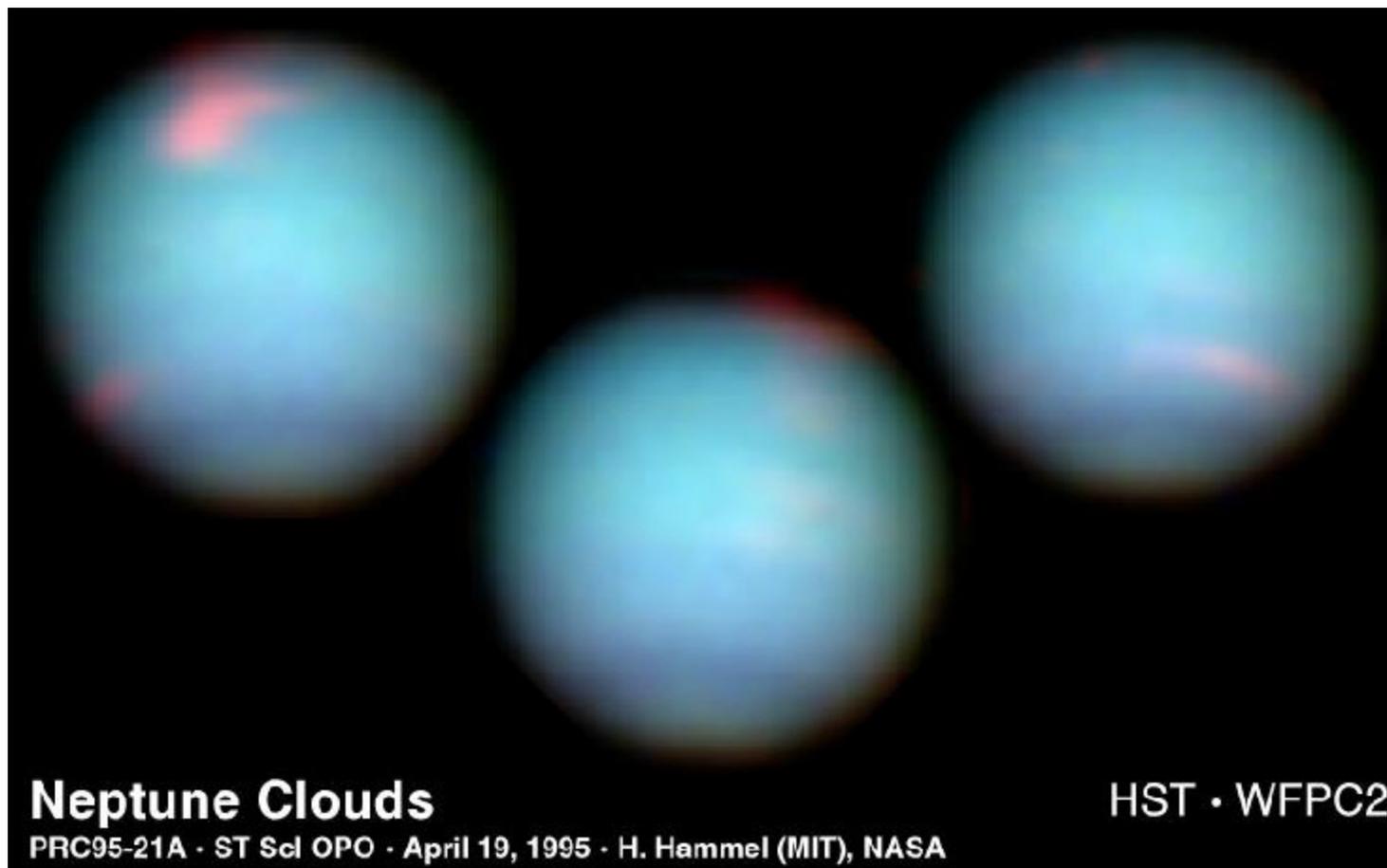
Tem um pequeno núcleo (da massa da Terra) de material “rochoso”.

A atmosfera é composta por hidrogénio e hélio com uma pequena quantidade de metano.

Tem cores azuis devido à absorção da luz vermelha pelo metano na atmosfera.

Tem os ventos mais rápidos do Sistema Solar chegando a 2000Km/h.

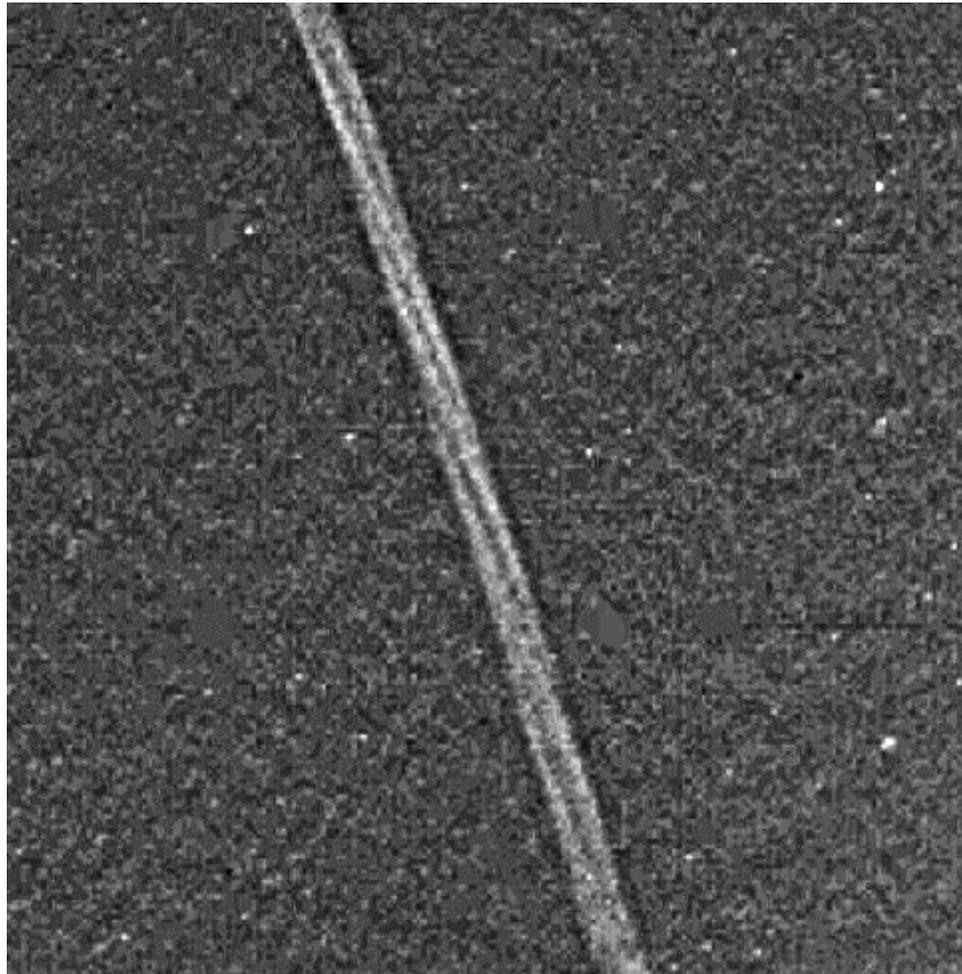
Tem uma fonte interna de calor (emite mais que duas vezes a quantidade de energia que recebe do Sol).



Tem anéis escuros.

São de composição desconhecida.

Um destes aparenta ter uma estrutura torta.



O campo magnético tem uma orientação estranha. Provavelmente devido ao movimento de material condutor (talvez água) nas camadas do meio.

Neptuno tem 8 luas conhecidas, 7 pequenas e Tritão.



P *Plutão*

Deus das Trevas



É o Planeta que fica mais longe do Sol.

É o mais pequeno Planeta do Sistema Solar.

Foi descoberto em 1930 por acidente.

Não foi visitado por uma única nave.

Hubble só consegue resolução suficiente para distinguir os maiores detalhes.

Tem um satélite, Charon.

Foi descoberto em 1978.

É o segundo corpo com mais contrastes no Sistema Solar (depois de Iapetus).

Tem uma órbita muito excêntrica.

Por vezes está mais próximo do Sol que Neptuno (como entre Janeiro de 1979 até Fevereiro de 1999).

Plutão gira na direcção oposta.

Tem uma ressonância 3:2 com Neptuno.

Tem a inclinação orbital mais alta.

O equador está quase perpendicular ao plano da sua órbita.

A temperatura na superfície varia entre -235°C e -210°C .

Tem uma composição desconhecida.

A densidade é de 2 gm/cm^3 .

Tem uma mistura de 70% “rocha” e 30% água.

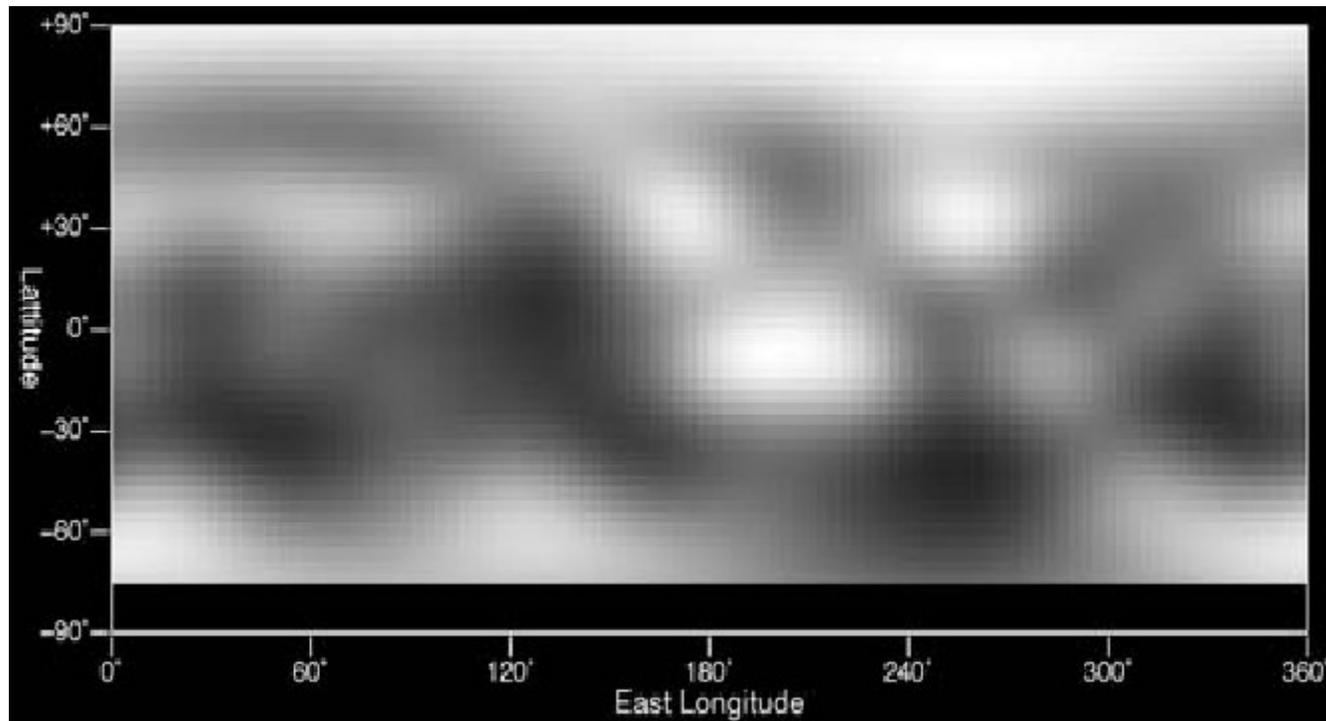
É parecido com Tritão.

Tem áreas claras na superfície cobertas por gelo de nitrogénio com pequenas quantidades de metano (solido), etano e monóxido de carbono.

As áreas escuras são desconhecidas mas podem ser compostas por material orgânico primordial.

A atmosfera provavelmente consiste de nitrogénio primordial com algum monóxido de carbono e metano.

É extremamente rarefeita.





Pequenos Corpos

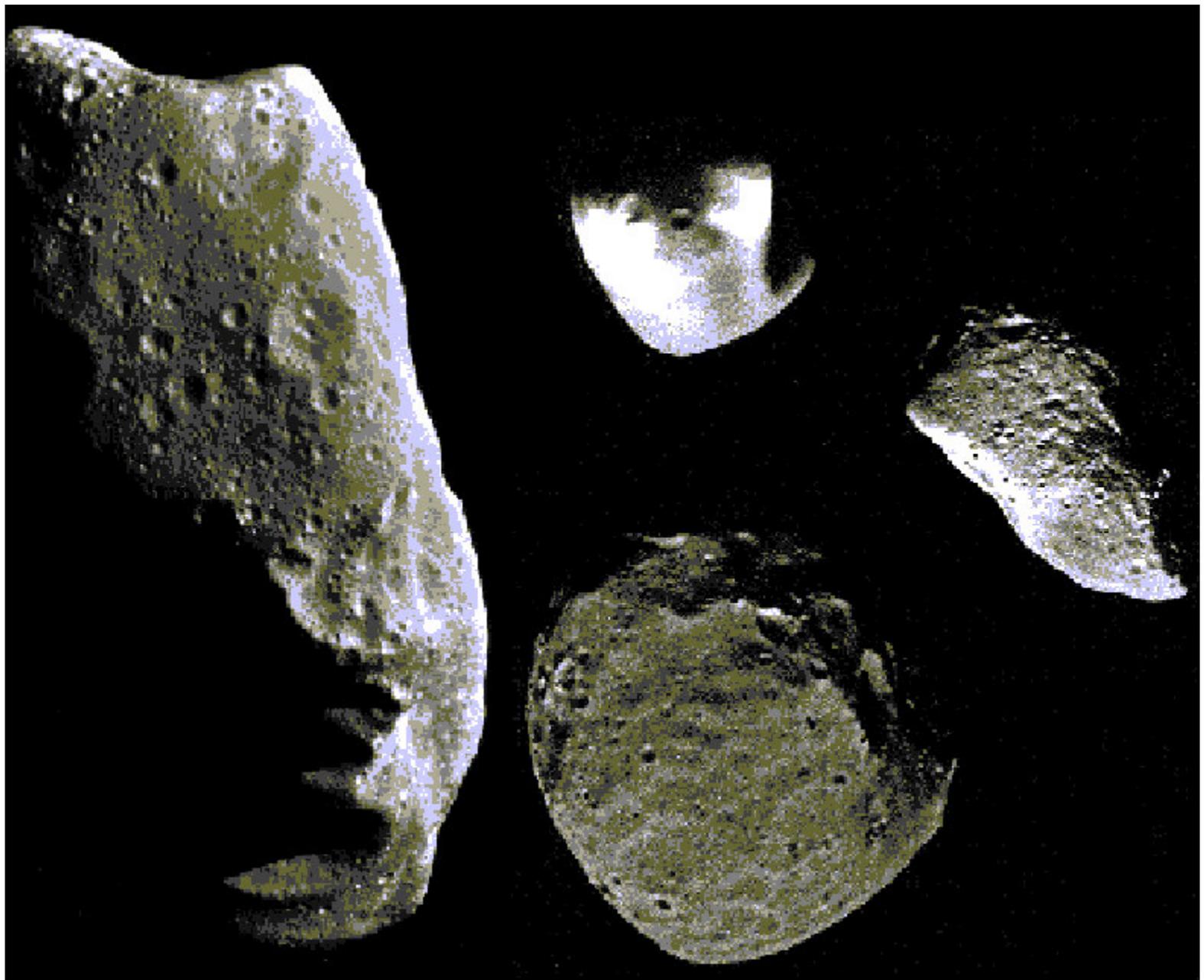
Existe uma grande quantidade de pequenos corpos.

Existem milhares de asteróides e cometas conhecidos e muitos mais desconhecidos.

A maior parte dos asteróides estão numa órbita entre Marte e Júpiter.

Alguns têm órbitas que os levam mais perto do Sol que a Terra.

As órbitas são altamente elípticas e por isso eles passam a maior parte do tempo nos confins do Sistema Solar.



Cometas tem órbitas mais elípticas e uma maior quantidade de substâncias voláteis.



Os asteróides são chamados planetas pequenos ou planetóides.

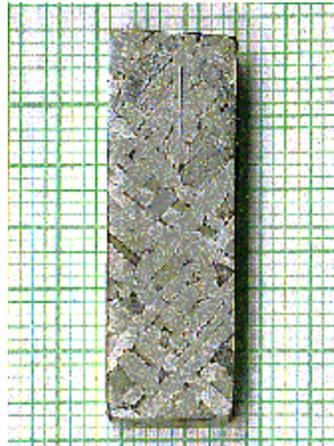
As rochas muito pequenas em órbita à volta do Sol são chamados meteoróides.

Quando entra na atmosfera da Terra este é aquecido até à incandescência.

A faixa visível que fica no céu é chamada meteorito.

Uma pequena fracção destes não queimam e chegam à superfície da Terra.

São a principal fonte de informação sobre o nosso Sistema Solar.



Finalmente o espaço entre os planetas não é espaço vazio. Este contém uma grande quantidade de poeira, gás, radiação e campos magnéticos.

Os nove planetas principais (resumo)

Nome	Dist média ao Sol	Translação (tempo Terra)	E	Diâmetro eq. (Km)	Massa (mT)	Período sideral	No. Satélites	Temp Média Sup (°C)
Mercúrio	0.386	88 dias	0.21	4 878	0.06	58.6 dias	0	167
Vénus	0.720	225 dias	0.01	12 100	0.82	243 dias	0	457
Terra	1.000	365 dias	0.02	12 756	1	23.9 h	1	14
Marte	1.520	687 dias	0.09	6 794	0.11	24.6 h	2	-55
Júpiter	5.190	11.9 anos	0.05	142 800	318	9.8 h	≥ 21	-153
Saturno	9.530	29.5 anos	0.06	120 000	95	10.2 h	≥ 30	-185
Urano	19.10	84 anos	0.05	52 400	15	~ 17 h	≥ 21	-214
Neptuno	30.00	165 anos	0.01	48 400	17	~ 19 h	≥ 8	-225
Plutão	39.40	249 anos	0.25	~ 2 270	0.002	dias	1	-235

Os Satélites mais importantes dos Planetas principais.

Planeta	Satélite	Raio médio da órbita (Km)	Translação (dias)	Diâmetro (Km)
Terra	Lua	384 000	27.3	3 476
Marte	Fobos	9 000	0.3	28*22*18
	Deimos	23 000	1.3	16*12*10
Júpiter	Io	422 000	1.8	3 652
	Europa	671 000	3.6	3 138
	Ganimede	1 070 000	7.2	5 262
	Calisto	1 883 000	16.7	4 860
Saturno	Titã	1 222 000	16.0	5150
Neptuno	Tritão	355 000	5.9	3500
Plutão	Charon			~ 1 170

FIM