

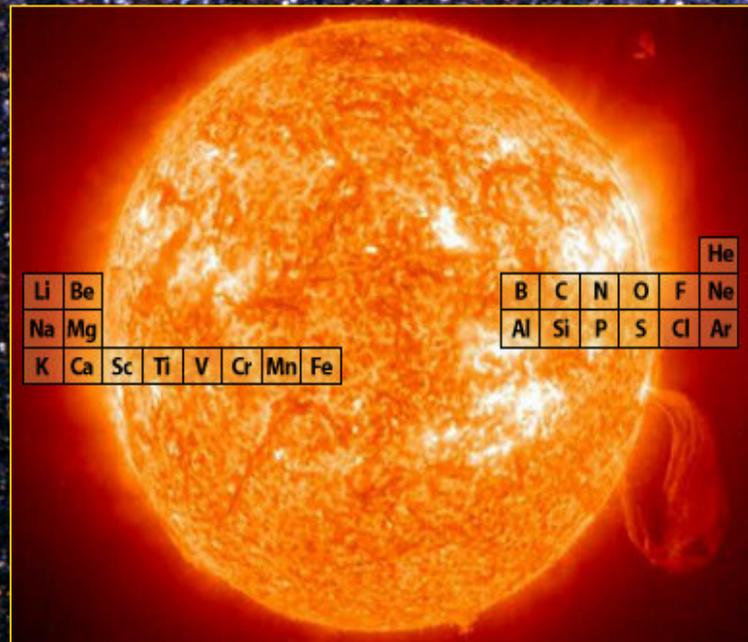
A Origem Cósmica da Água



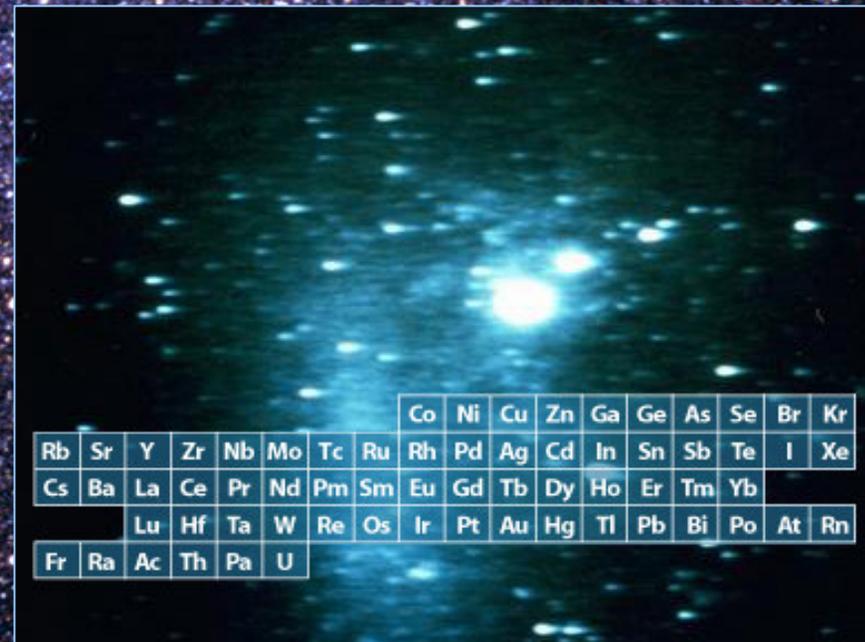
Enos Picazzio
Departamento de Astronomia - IAGUSP

Algumas centenas de milhares de anos após o Big Bang, prótons e elétrons esfriaram o bastante para organizarem-se em átomos de hidrogênio e, em proporção bem menor, hélio e traços de outros elementos. Nenhum outro produto químico deve ter existido em quantidades significativas até que o universo atingisse milhões de anos e as estrelas surgissem. As estrelas são responsáveis pela criação de todos os elementos químicos naturais e seus compostos. Somos todos feitos de restos de estrelas.

Os elementos químicos são forjados nas estrelas



Elementos químicos até o peso do ferro são manufaturados nas estrelas.



Elementos químicos mais pesados que o ferro são formados na explosão de uma supernova.

O Sistema Solar é Úmido

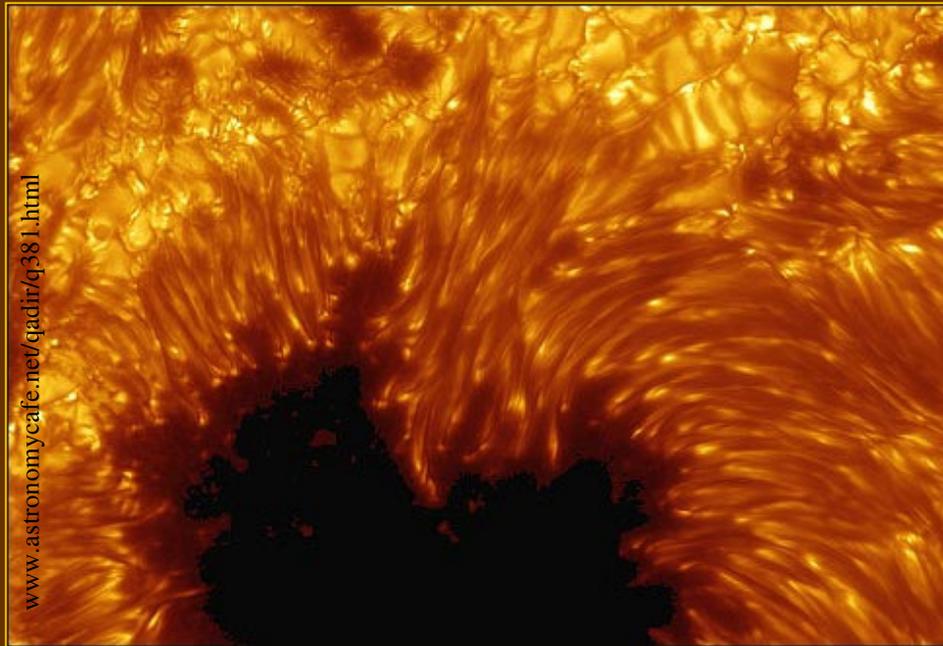
A água é necessária a qualquer forma de vida. Onde quer que ela esteja presente, ou esteve, sempre haverá a possibilidade de se encontrar alguma forma de vida. Por isso, temos tanto interesse em procurar e estudar locais fora da Terra que possam ter água.

Em suas várias formas a água se mostra presente em praticamente todo o Sistema Solar, de vapor no Sol a gelo nos longínquos cometas da Nuvem de Oort.

A água na Lua ou em Marte poderá nos auxiliar nas futuras missões tripuladas.

A seguir, veremos alguns exemplos de locais onde se pode encontrar água.

É difícil acreditar, mas há água no Sol!



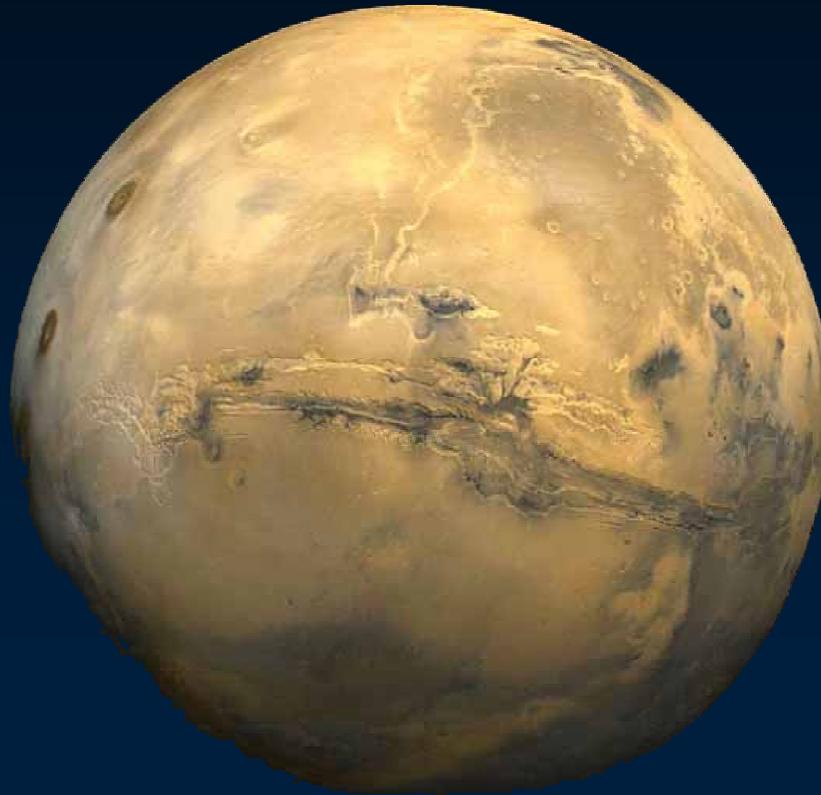
Regiões mais frias da atmosfera solar, cerca de 4.500 K

Na forma de vapor, a água está presente nas manchas solares. Elas causam uma espécie de efeito estufa. Moléculas de vapor de água são absorvedores importantes nas atmosferas de estrelas frias, como as gigantes vermelhas variáveis.

O espectro da mancha na região espectral do infravermelho (entre 196 e 217 nanômetros) é praticamente dominado por linhas de absorção pela água. Esta é a conclusão de Wallace e Livingston (NSO Tech. Rep. 92-001, 1992).

Os planetas têm água.

Veja, por exemplo, o caso de Marte:



O fundo da cratera localizada na região Vastitas Borealis ($70,5^\circ$ N, 103° L), de 35 km de diâmetro e 2 km de profundidade, está parcialmente coberta de gelo. A parte interna de um dos bordos parece permanecer sempre na sombra por isso contém mais gelo.

As capas polares de Marte, compostas de água e dióxido de carbono congelados, aumentam de tamanho no inverno e diminuem no verão.

O grande reservatório de água marciana deve estar no subsolo. A baixa pressão atmosférica impede a existência de água líquida.



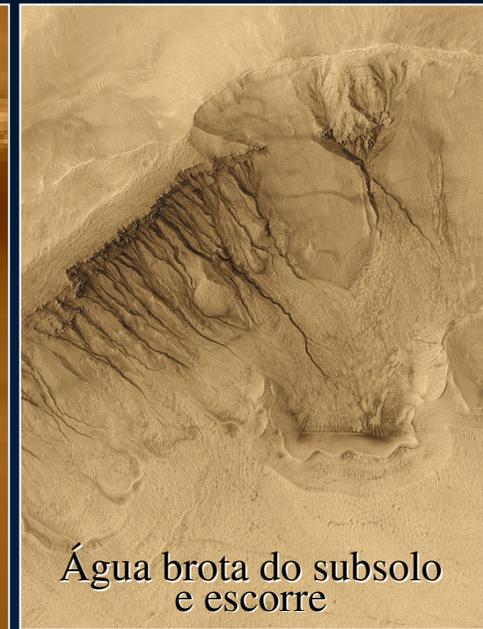
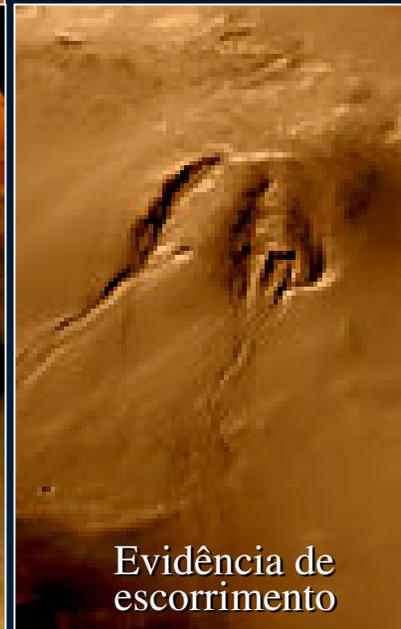
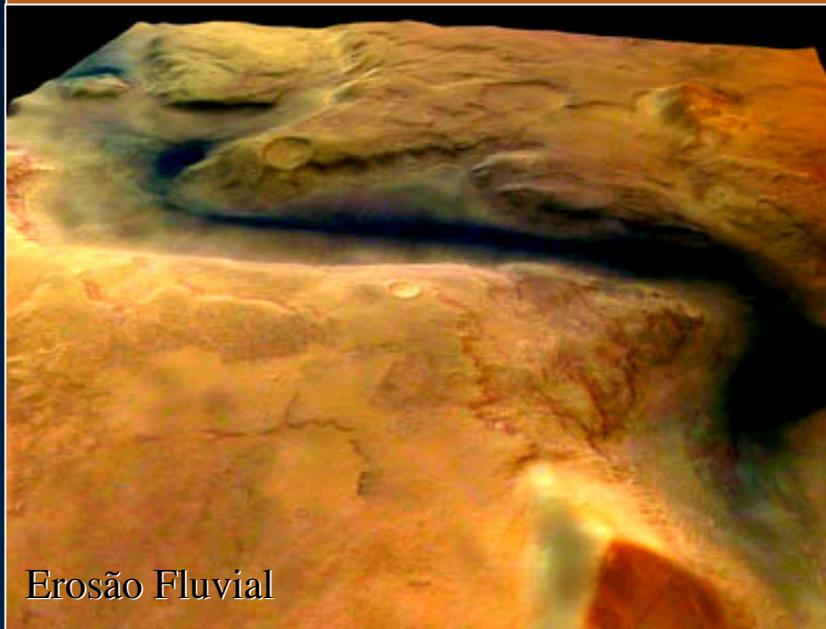
Imagens: ESA / NASA

Enos Picazzio (IAGUSP)

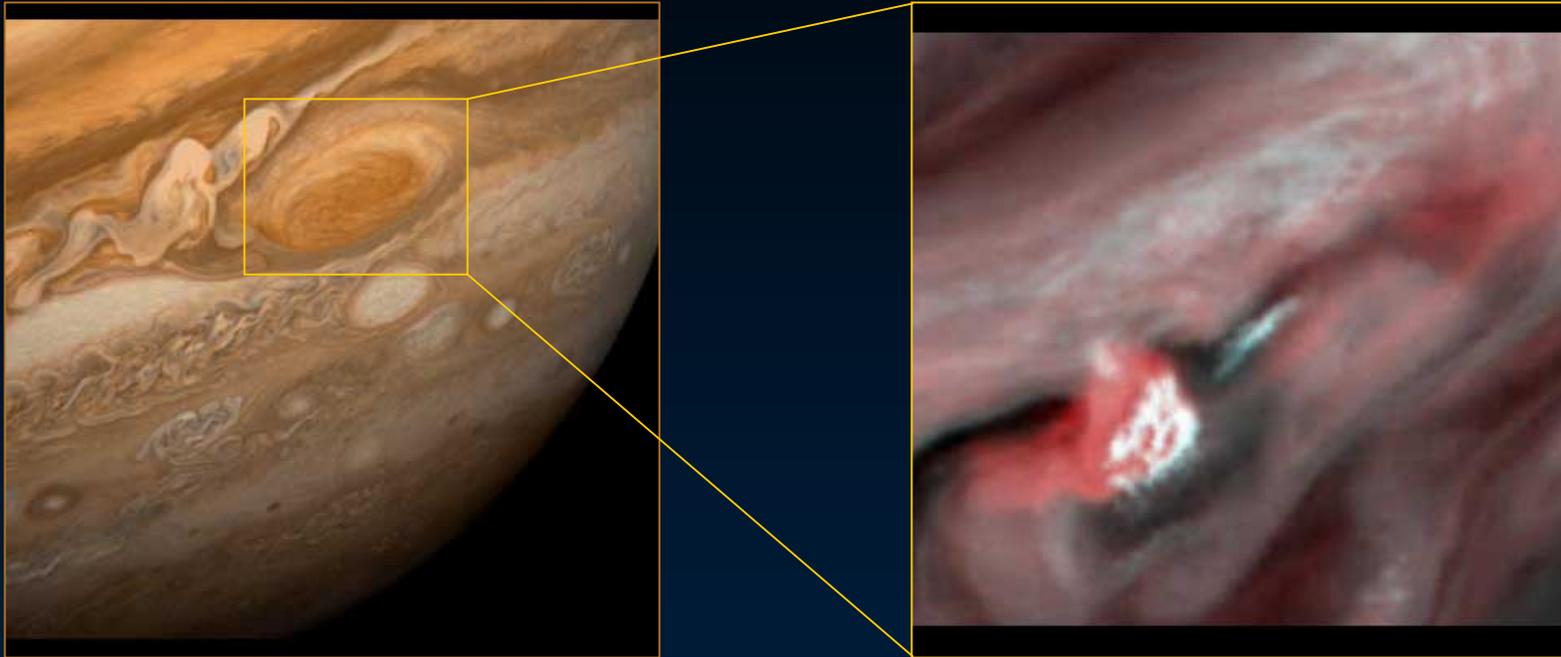
Vestígios de água em Marte

Já houve clima favorável à existência de água líquida na superfície. Eis algumas evidências:

Vale Reull (41° S, 101° L), visto de 273 km acima do solo. Canal formado no passado por água corrente



Tempestade de nuvem d'água em Júpiter?

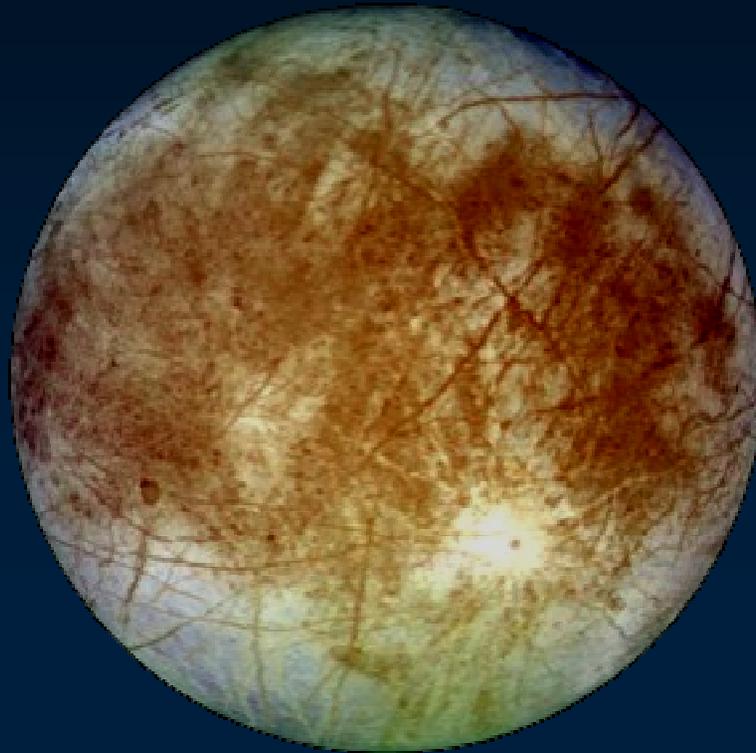


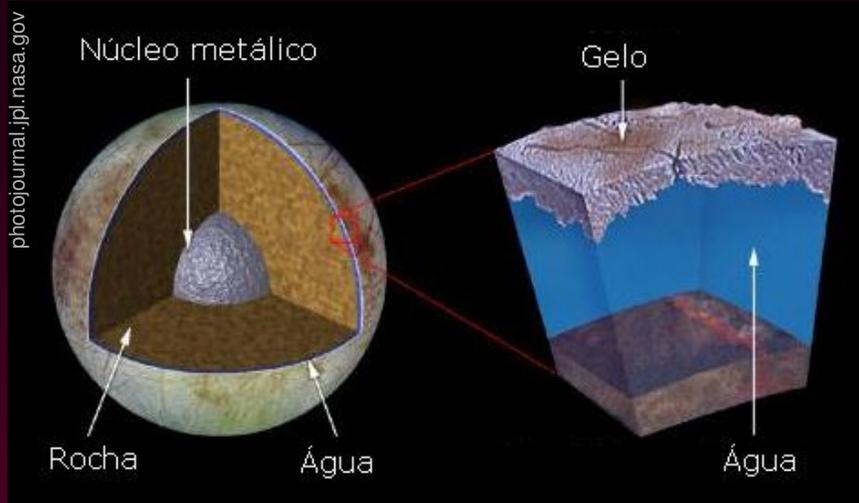
Uma tempestade convectiva à noroeste da Grande Mancha Vermelha é vista na imagem à direita. A área branca no centro é uma nuvem espessa de amônia, de baixa pressão (pouco menor que a do nível do mar) e bem mais elevada que as nuvens vizinhas. A região vermelha é a que contém água e representa a base dessa coluna tempestuosa.

Os satélites também têm água

A maioria deles tem superfície congelada.

O caso mais evidente de água é o de Europa, satélite do gigante Júpiter.



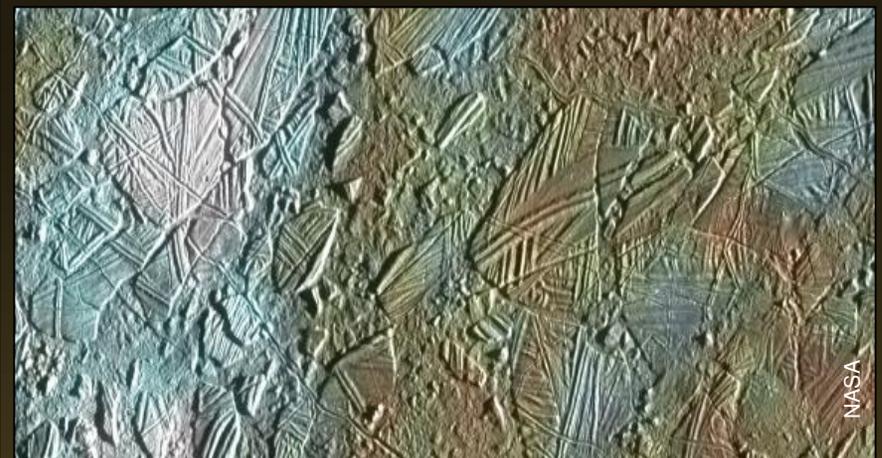


Europa, um dos maiores satélites de Júpiter, é um oceano cósmico. Abaixo de sua superfície congelada jaz um oceano de água líquida.

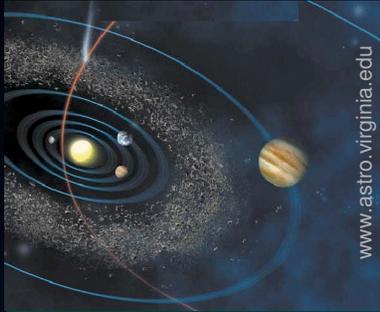


Em futuro próximo uma sonda visitará Europa.

Um explorador aquático deverá mapear o interior e procurar por alguma forma de vida.



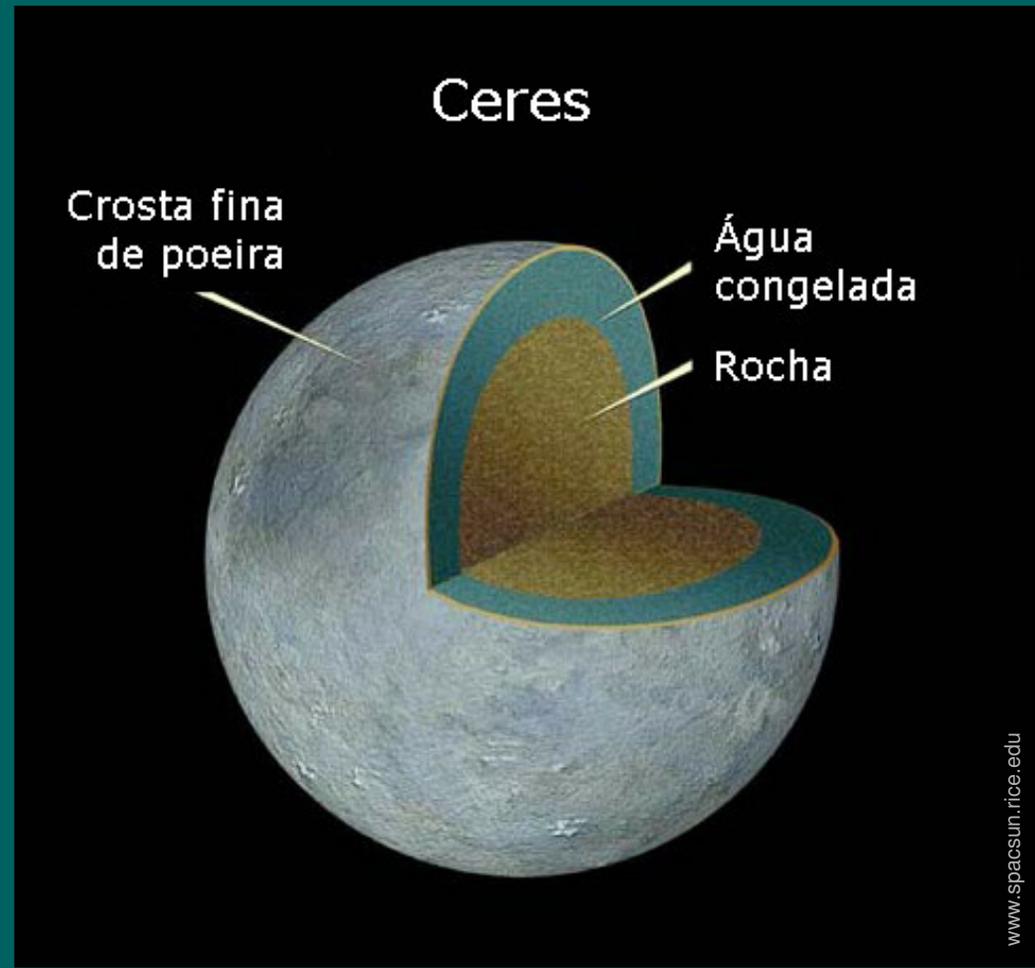
A crosta se fragmenta, os blocos de gelo flutuam na água, movem-se, e são fundidos em posições diferentes após o congelamento da água. Este fenômeno também se observa nas regiões polares da Terra.



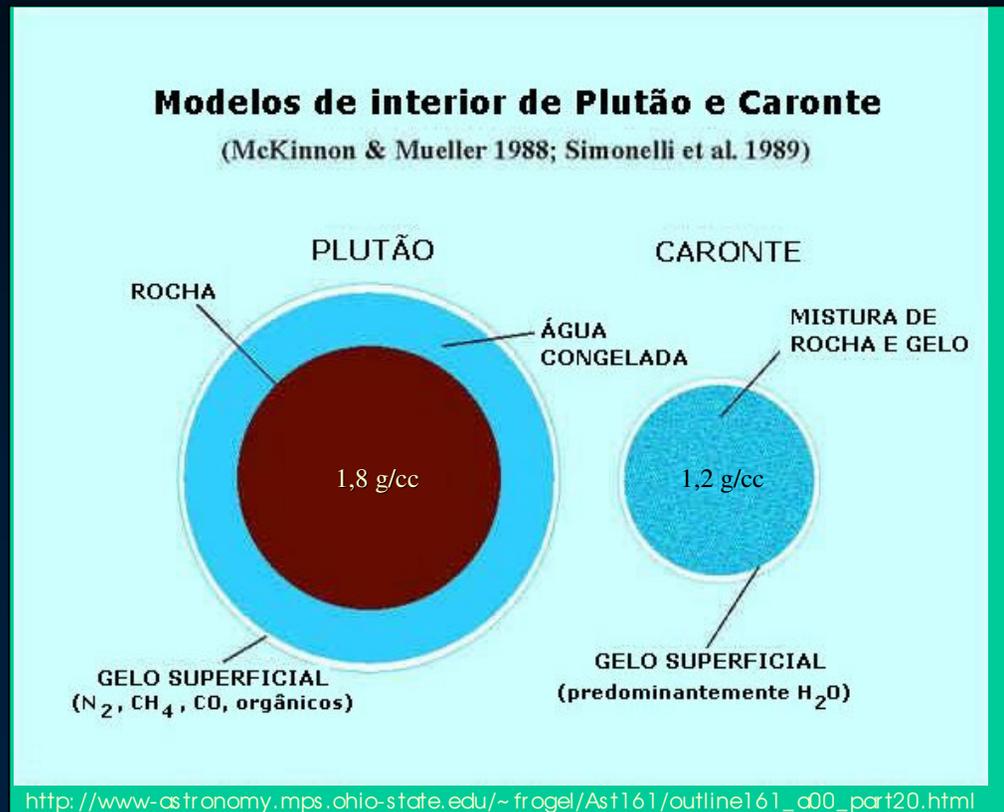
Asteróide pode conter água

Ceres é o maior asteróide do Cinturão, localizado entre Marte e Júpiter. Com seus quase 930 km de diâmetro, ele pode conter cerca de 25% da massa total do Cinturão. Estudos recentes indicam a possibilidade de ele possuir um manto espesso rico em água. Se essa água representar um quarto da massa do manto, Ceres pode conter mais água doce que a Terra.

O volume total de água na Terra é cerca de 1,4 bilhão de km^3 , sendo 41 milhões de km^3 de água doce. Ceres pode conter 200 milhões de km^3 de água doce.



A dupla Plutão e Caronte é de uma região rica em água congelada



Provavelmente Plutão seja o maior representante dos objetos transnetuniano.
É possível que isto lhe custe a desclassificação de planeta.

**Os cometas
são feitos
praticamente
de água**

Composição química básica:

80% de H₂O,

16% de CO,

4% de CO₂

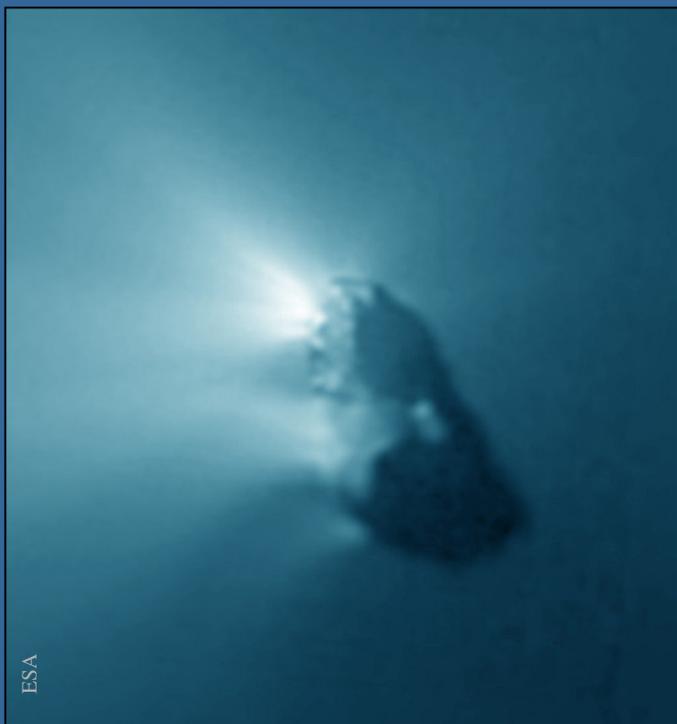
e traços de

NH₃ e CH₄



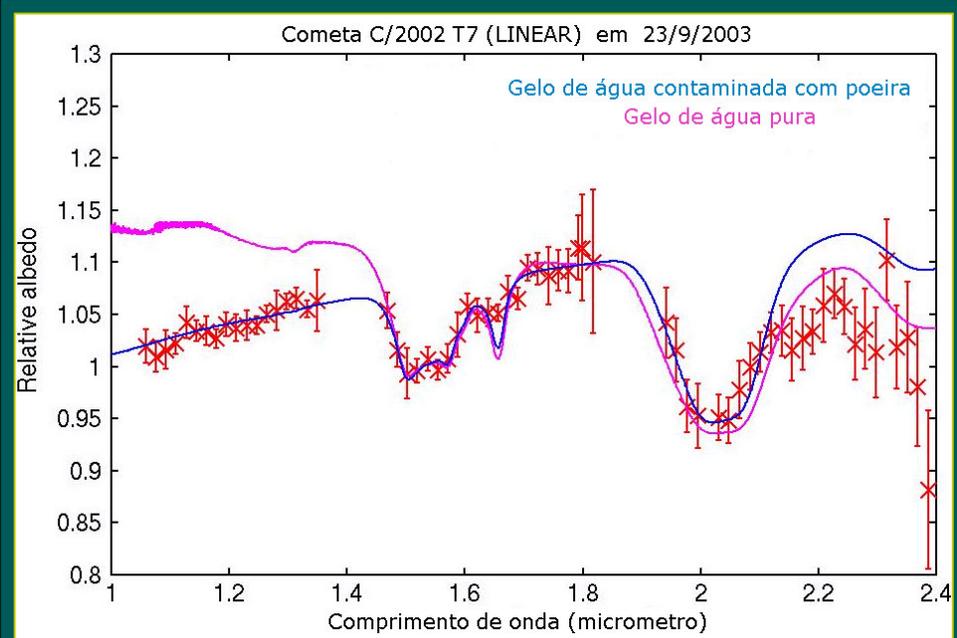
Cometa Hale-Bopp (C/1995 O1)

Enos Picazzio (IAGUSP)



O núcleo do Cometa Halley é tão escuro quanto carvão, e apresenta zonas ativas. Elas são uma espécie de lagoas congeladas, de água e demais moléculas. Sob o calor solar, o gelo vaporiza.

É possível que boa parte da água da Terra tenha sido trazida por cometas que aqui caíram. Os cometas também são portadores de compostos orgânicos.



O espectro do Cometa T7 LINEAR revela presença de água congelada



© 2000 Don Dixon / cosmographica.com

Enos Picazzio (IAGUSP)

Água em pedra?



Meteoritos são cascalhos de corpos planetários que sobreviveram a passagem pela atmosfera e atingiram o solo. No espaço são chamados *meteoróides*. O traço luminoso decorrente do atrito com a atmosfera denomina-se *meteoro*.

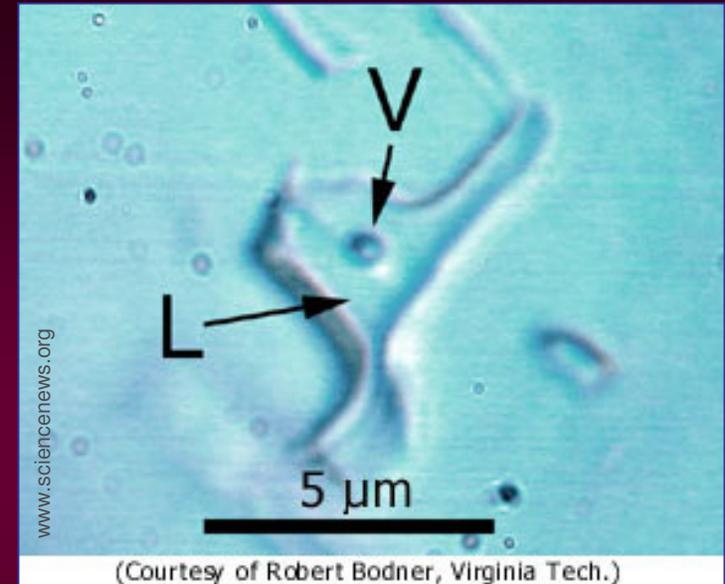


O meteorito rochoso Monahans (nome da cidade do Texas onde foi encontrado) é do tipo condrítico ordinário, isto é, apresenta inclusões rochosas ricas em gases.

É o que se descobriu pelo microscópio



Estudos microscópicos revelaram a presença de cloreto de sódio (sal de cozinha), contendo minúsculas bolhas de vapor de água. Essa água pode ser tão antiga quanto o Sistema Solar.



V – indica a posição de uma bolha de água

L – indica localização da água salgada líquida.