

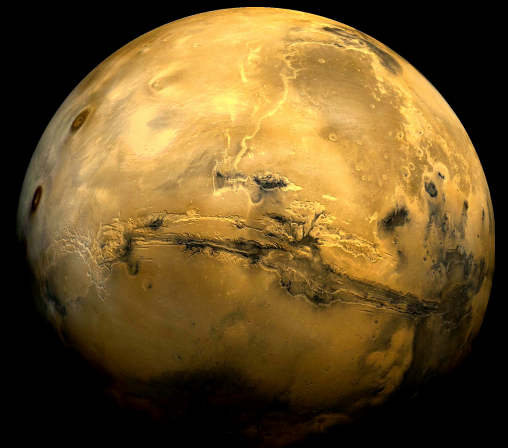
PARTE I



Marte e seus Canais
Percival Lowell (1906)

Spirit e Opportunity:

Missão cumprida !



NASA

Enos Picazzio
IAG / USP

Sondas em operação



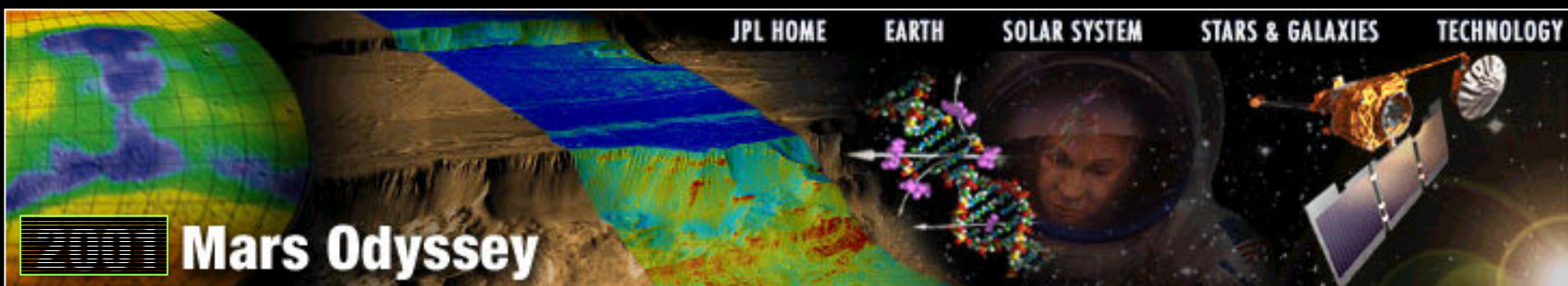
 JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

Mars Global Surveyor

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

1996

This banner features the NASA logo on the left. The background is a dark space scene with a large, textured sphere (likely Mars) on the left and a bright light source on the right creating a lens flare. Navigation links are at the top, and the mission name is in large blue letters. The JPL and Caltech affiliations are on the right, and the launch year is in a small box on the left.



JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

Mars Odyssey

2001

This banner shows a colorful topographic map of Mars on the left. The background features a collage of images: a Martian landscape, a DNA double helix, an astronaut's helmet, and a satellite. Navigation links are at the top, and the mission name is in large white letters. The launch year is in a small box on the left.



JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES TECHNOLOGY

Mars Exploration Rover Mission

2004

This banner depicts a Mars lander with a parachute descending and a rover on the surface. A bright comet streaks across the sky. Navigation links are at the top, and the mission name is in large white letters. The launch year is in a small box on the left.



 Mars Express

European Space Agency

2004

This banner has a solid red background with a subtle texture. It features the ESA logo on the left, the mission name in large white letters, and the agency name on the right. The launch year is in a small box on the left.

Missão MER (Mars Exploration Rovers)

	SPIRIT	OPORTUNITY
Lançamento:	07 Jul 03;	10 Jun 03;
Chegada:	04 Jan 04	25 Jan 04
Dist.Percorrida:	~199 milhões km	~170 milhões km

CUSTO DO PROGRAMA

US\$ (milhões)

Módulos e Instrumentação científica	645	} 820
Lançamento	100	
Operação e Ciência	75	

AH-64 Apache equipado	56	
Michael Shumacher	100 /ano	
Avião de guerra Stealth	1.000	
Guerra no Iraque (2003)	75.000	
(2004)	87.000	



Mars Express (ESA)

Tarefas do orbitador "Mars Express":

Superfície:

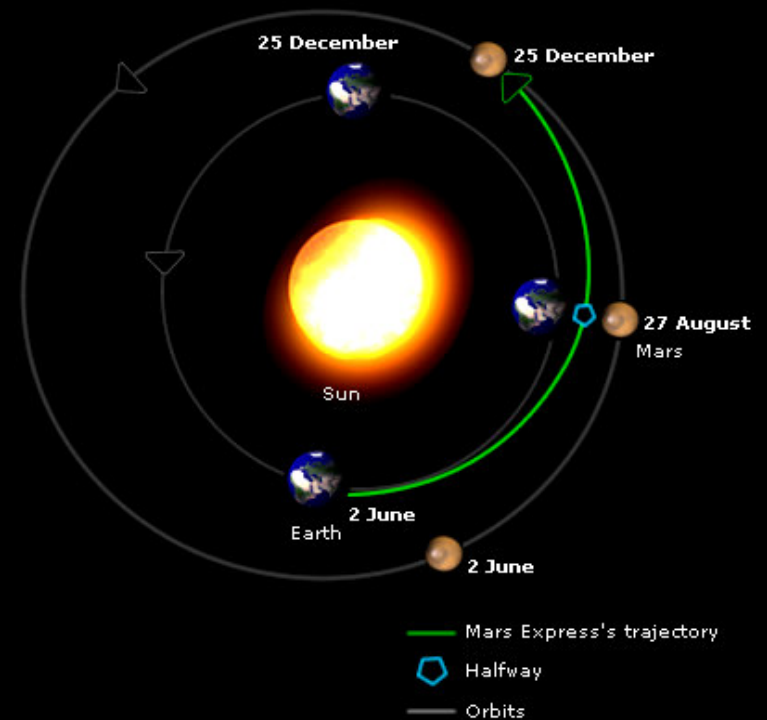
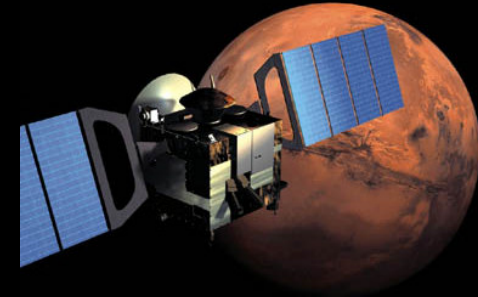
- * fotografar (10 m /pixel) toda a superfície e selecionar (2 m /pixel) áreas de interesse
- * produzir um mapa da composição mineralógica (resolução = 100m)
- * determinar a estrutura do subsolo, até alguns km de profundidade

Atmosfera:

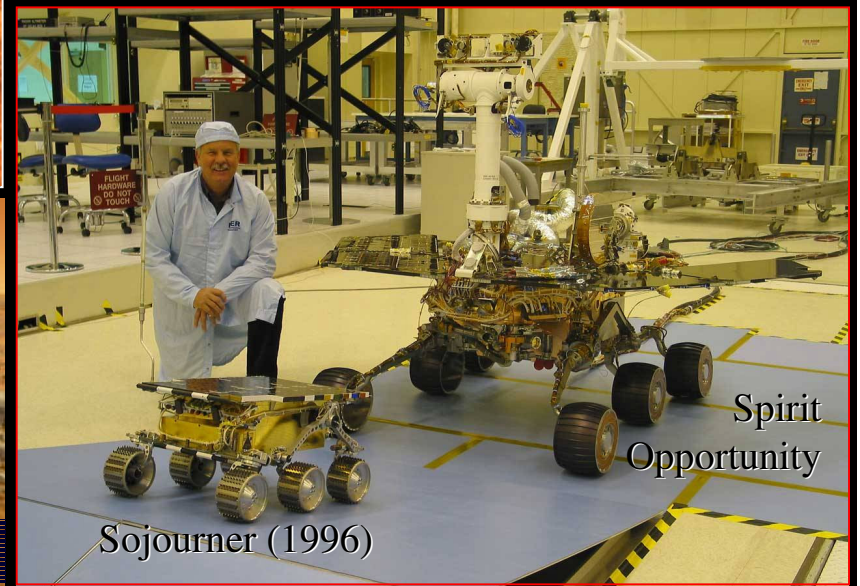
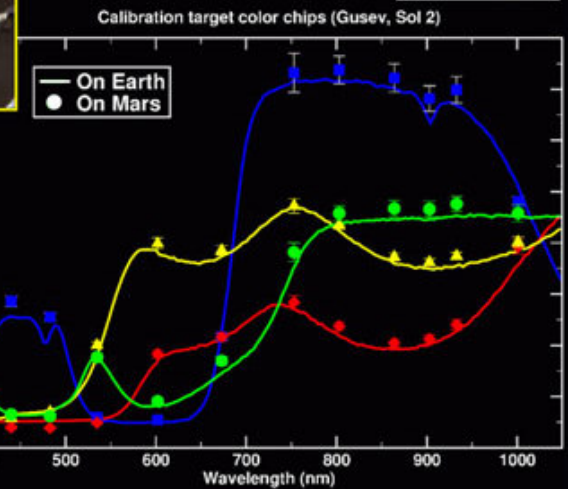
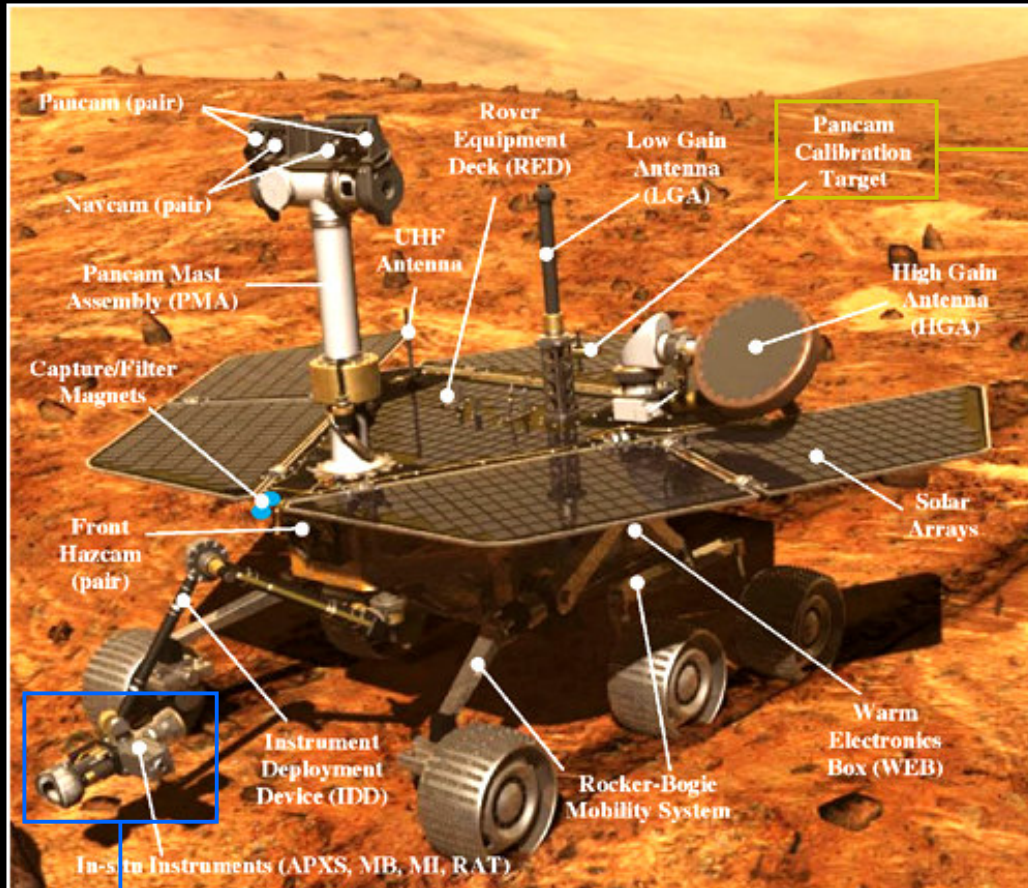
- * mapear a composição
- * determinar:
 - padrão global de circulação
 - efeito da atmosfera sobre a superfície
 - interação da atmosfera com o vento solar

Tarefas da sonda Beagle 2:

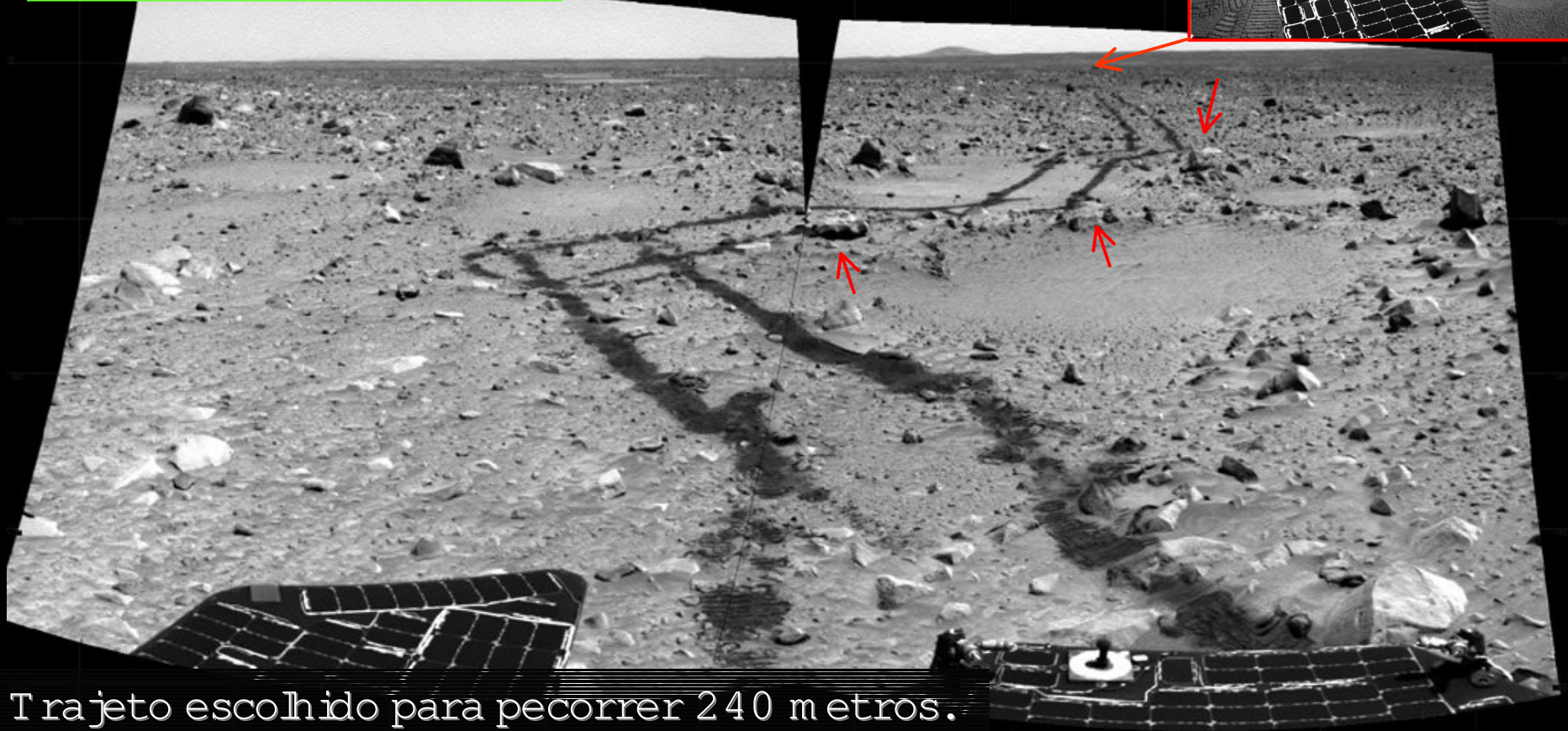
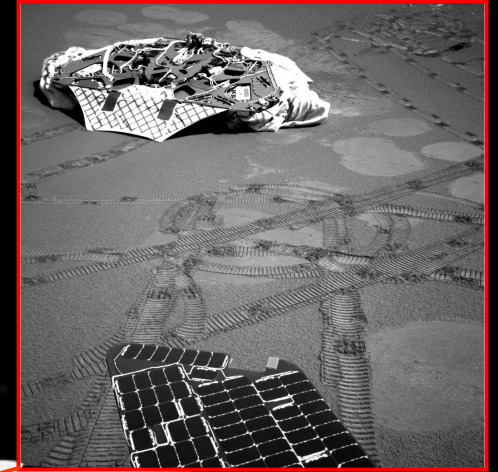
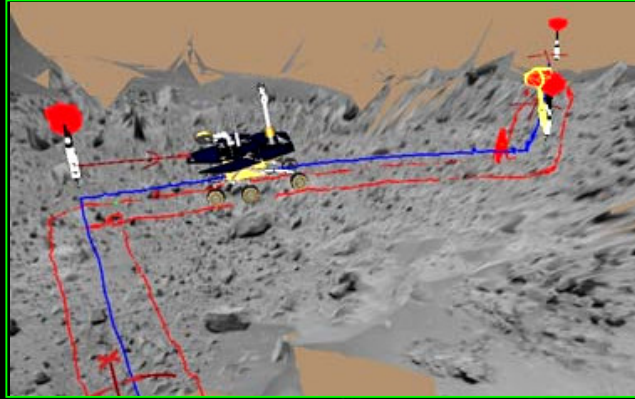
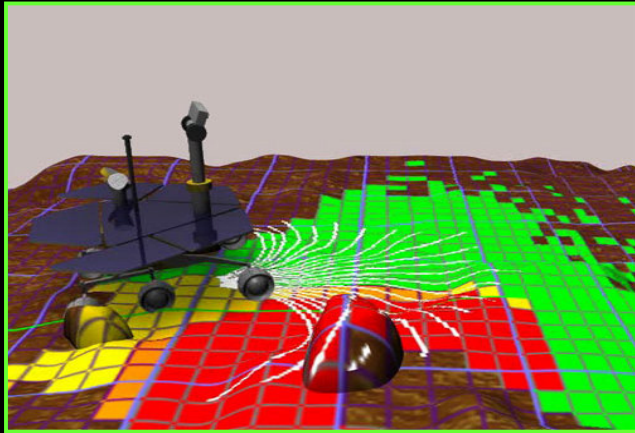
- * determinar a geologia e a composição química e mineralógica do local de pouso
- * procurar por sinais de vida (exobiologia)
- * estudar as condições climáticas



Os robôs SPIRIT (134d) e OPPORTUNITY (114d)



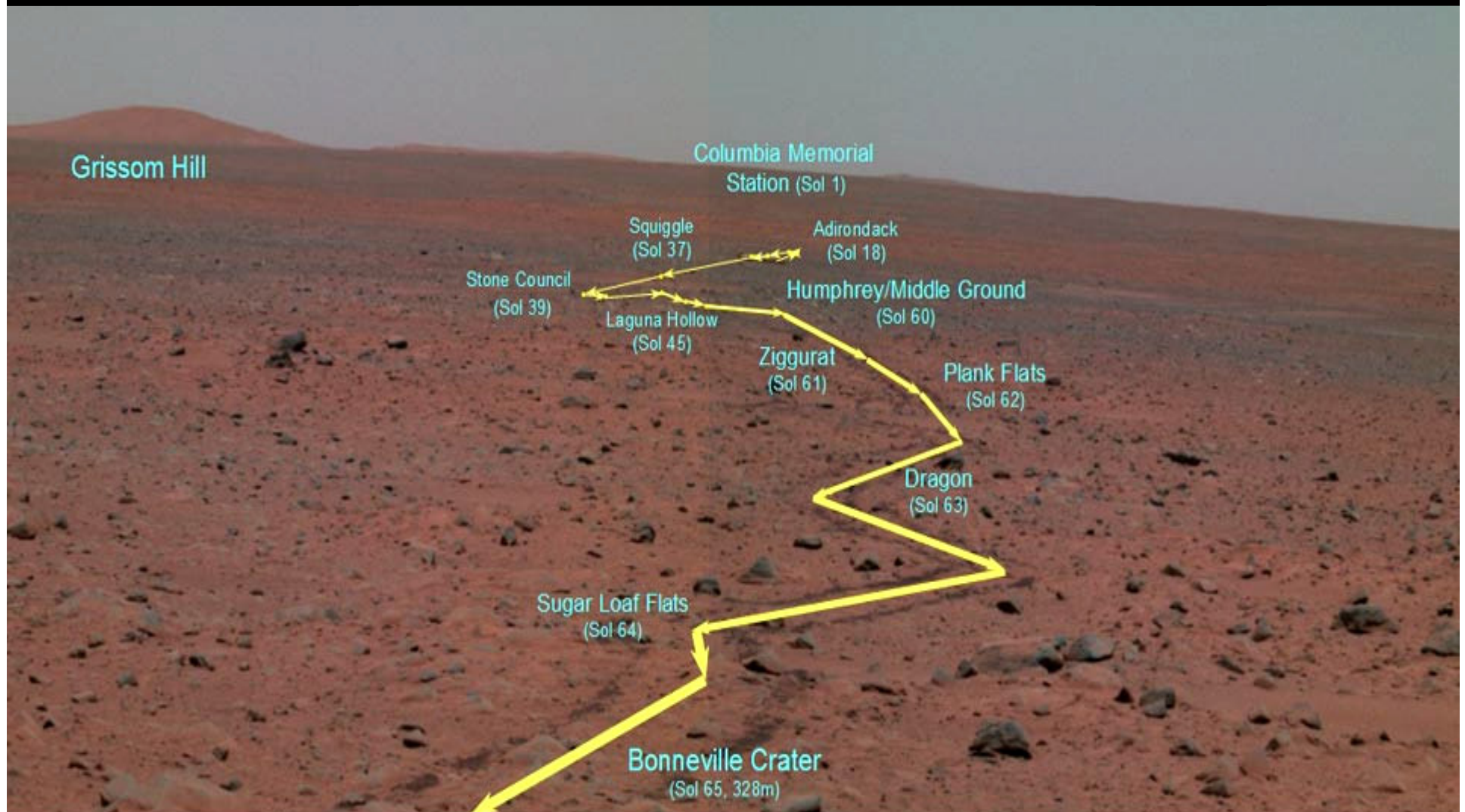
Sistema de navegação



Trajetos escolhidos para percorrer 240 metros.

Sistema de navegação

Spirit Rover Traverse – Bonneville Crater (Sol 65)



Spirit a caminho dos montes “Columbia”



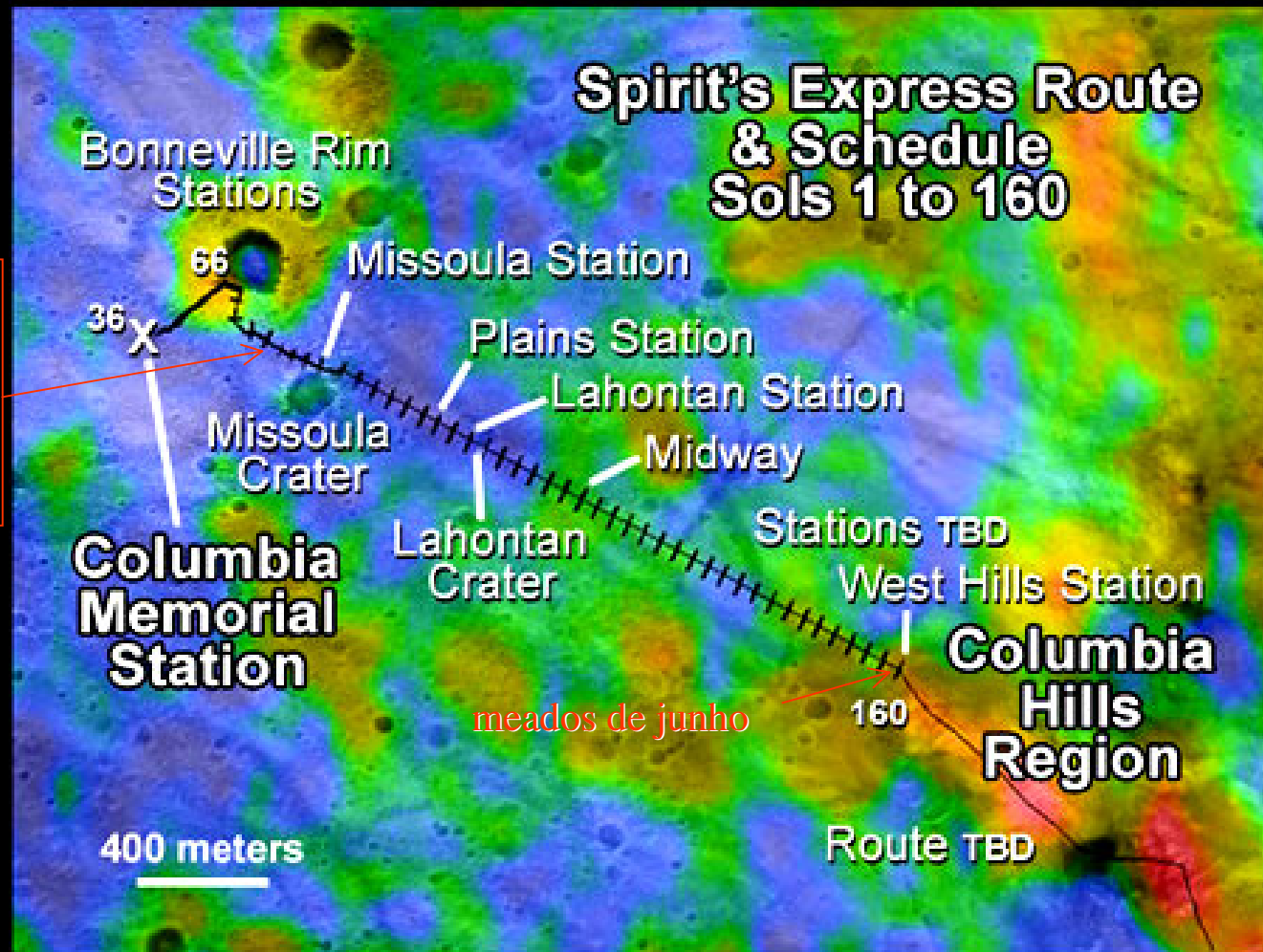
Cores exageradas premeditadamente para diferenciar:

rochas “limpas” das “empoeiradas”, e

solos “claros” dos “escuros”.

Spirit a caminho dos montes “Columbia”

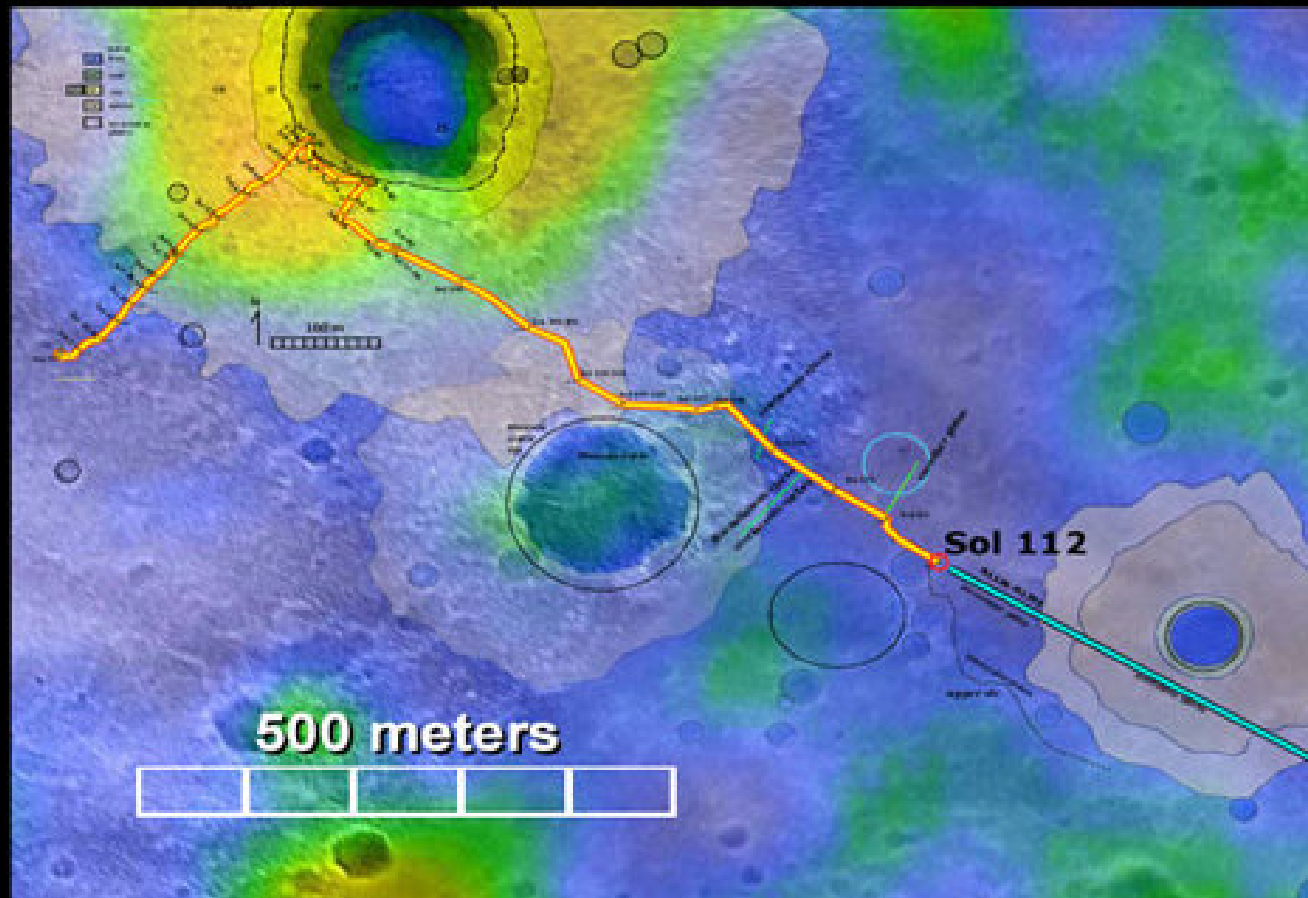
Cada marca
representa
deslocamento
diário (sol) de
60-70 m.



Vermelho - alta inércia térmica, associada a terrenos rochosos (frios de dia, quentes à noite)
Azul - baixa inércia térmica, associado a pequenas partículas e poucas rochas.

Mapa composto com imagens da *Mars Global Surveyor* (visual) e *Mars Odyssey* (térmica)

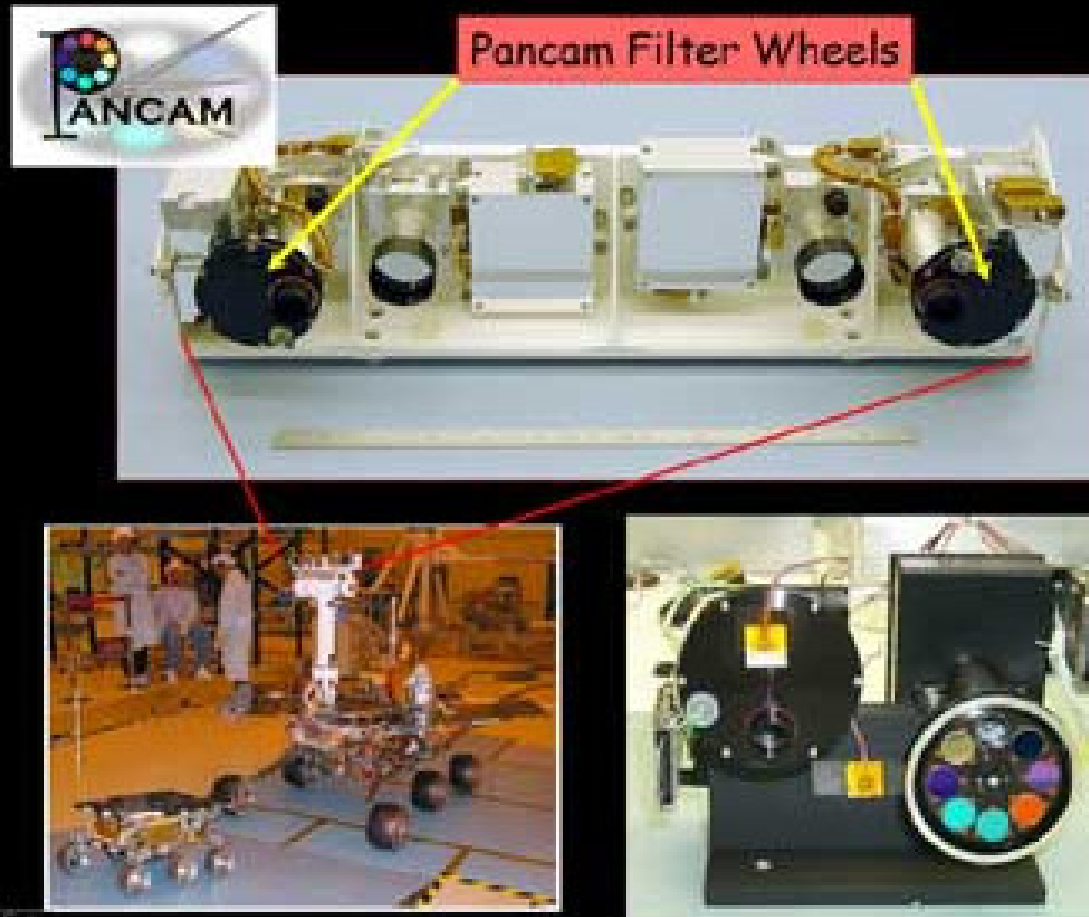
Previsões confirmadas



Mars Global Surveyor e *Mars Odyssey* (infravermelho) :
regiões claras circundando crateras são áreas formadas por material ejetado das crateras.

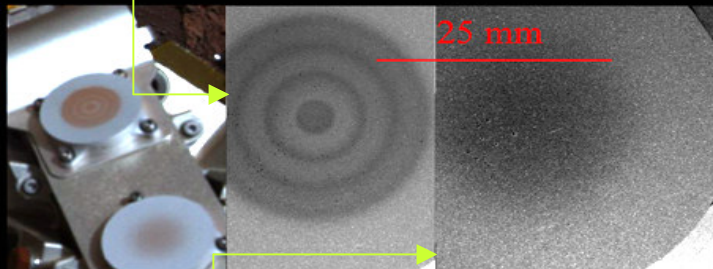
Spirit confirmou previsões através de análises de rocha e solo.

Câmeras panorâmicas



Câmera panorâmica dos robos.
Filtros multicoloridos e no infravermelho permitem
identificar minerais que constituem as rochas e o solo.

Campo magnético variado: usado para aumentar a força magnética e atrair poeira contendo Fe e/ou magnetizadas.

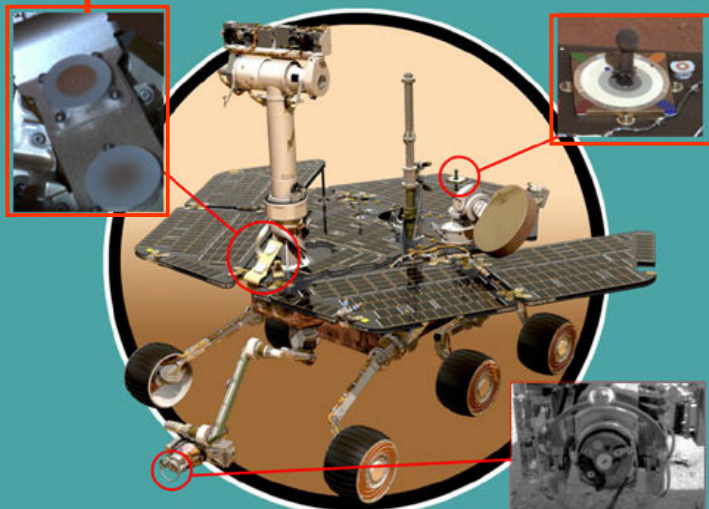


Poeira Marciana é magnetizada
As origens da poeira marciana são um mistério:

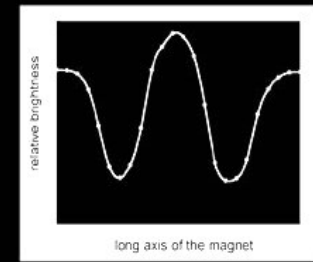
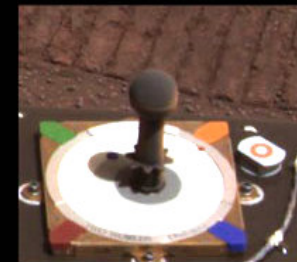
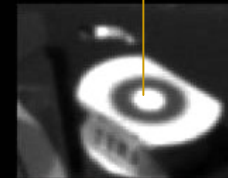
cinza vulcânica ?
rocha pulverizada ?
mineral precipitado de água líquida ?

- Partículas não magnetizadas devem espalhar-se por toda a superfície do magneto, incluindo o centro. Mas o centro permanece limpo!!!
- A poeira atmosférica marciana é magnetizada?.

- **Campo magnético contínuo:** força magnética mais fraca atrai as partículas fortemente magnetizadas.
- **Partículas escuras grandes!!** agregados de partículas pequenas aglutinadas pelo campo magnético???



Magnetos coletam poeira para estudos com 2 espectrômetros.



Os robôs SPIRIT e OPPORTUNITY

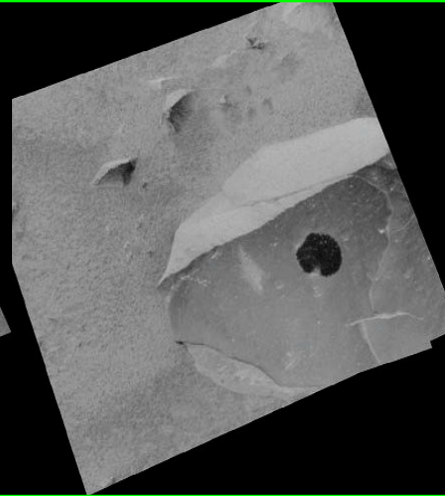
aproxim a-se



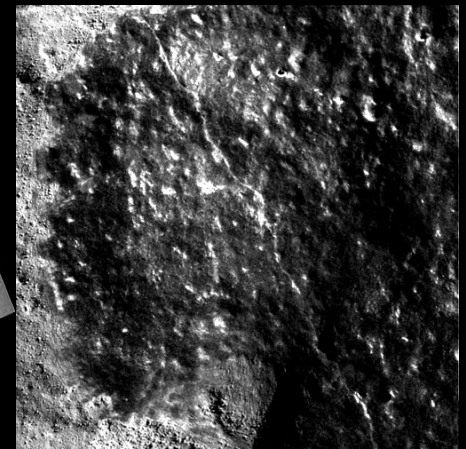
examina



escova a superfície



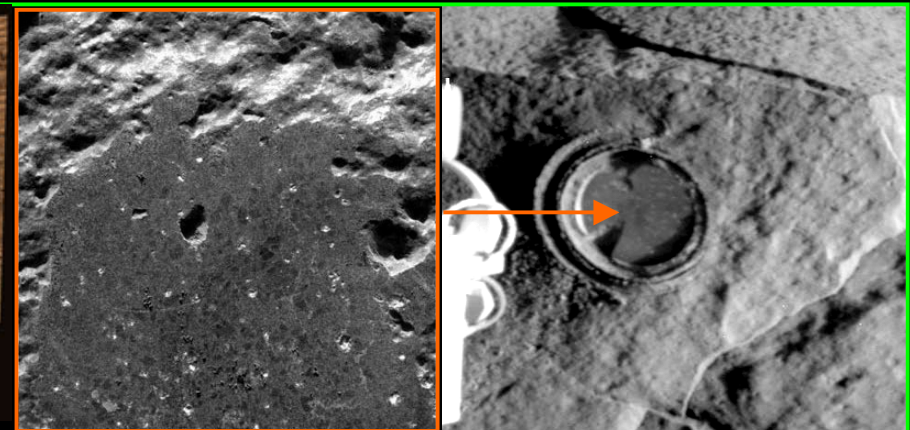
examina de perto



cavoca o solo...



esm erilha e analisa



Observação astronômica



Estrelas em Orion

11/3/ 2004

Estrelas e raios cósmicos

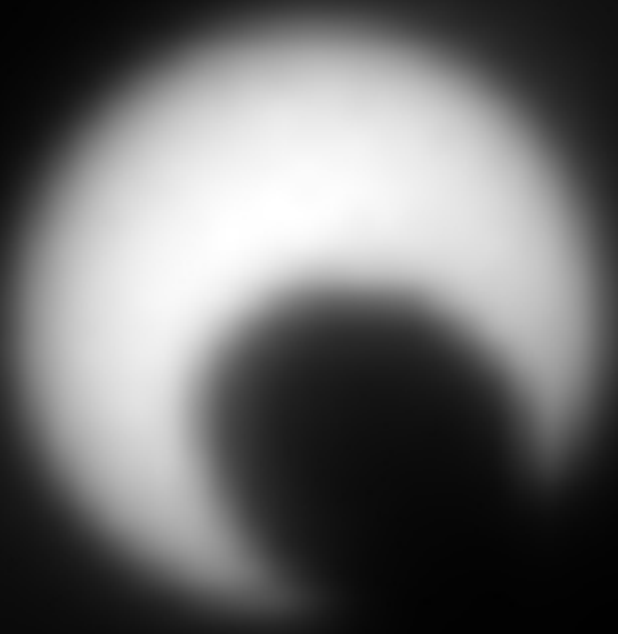
- Imagens são enviadas à Terra através do orbitador “Mars Global Surveyor”
- Estas imagens serão utilizadas para estudos de possíveis observações astronômicas de Marte

Câmera panorâmica do Spirit.

Observação astronômica



Deimos



Fobos

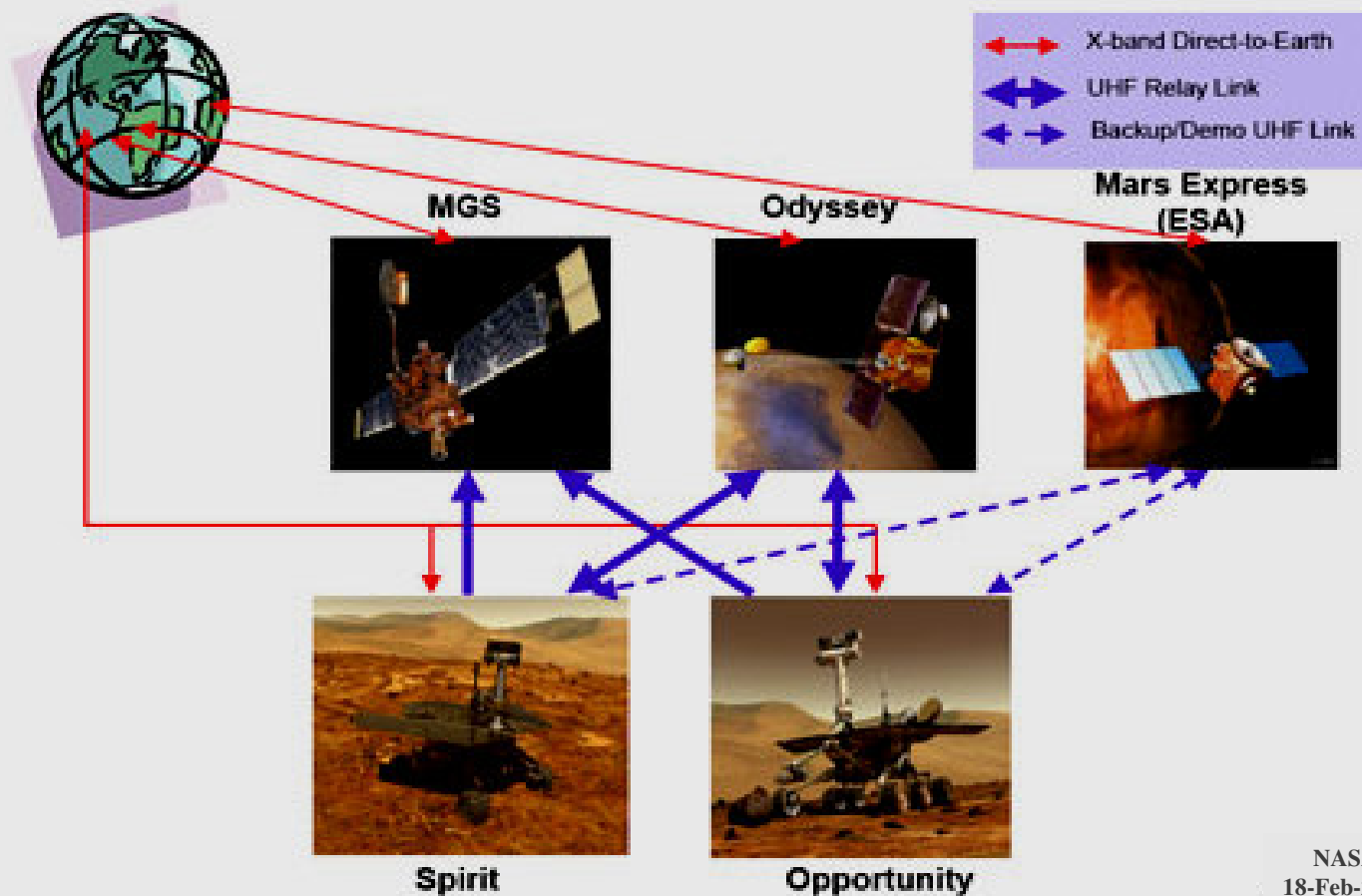
Trânsitos dos satélites

Observação astronômica

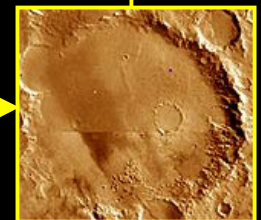
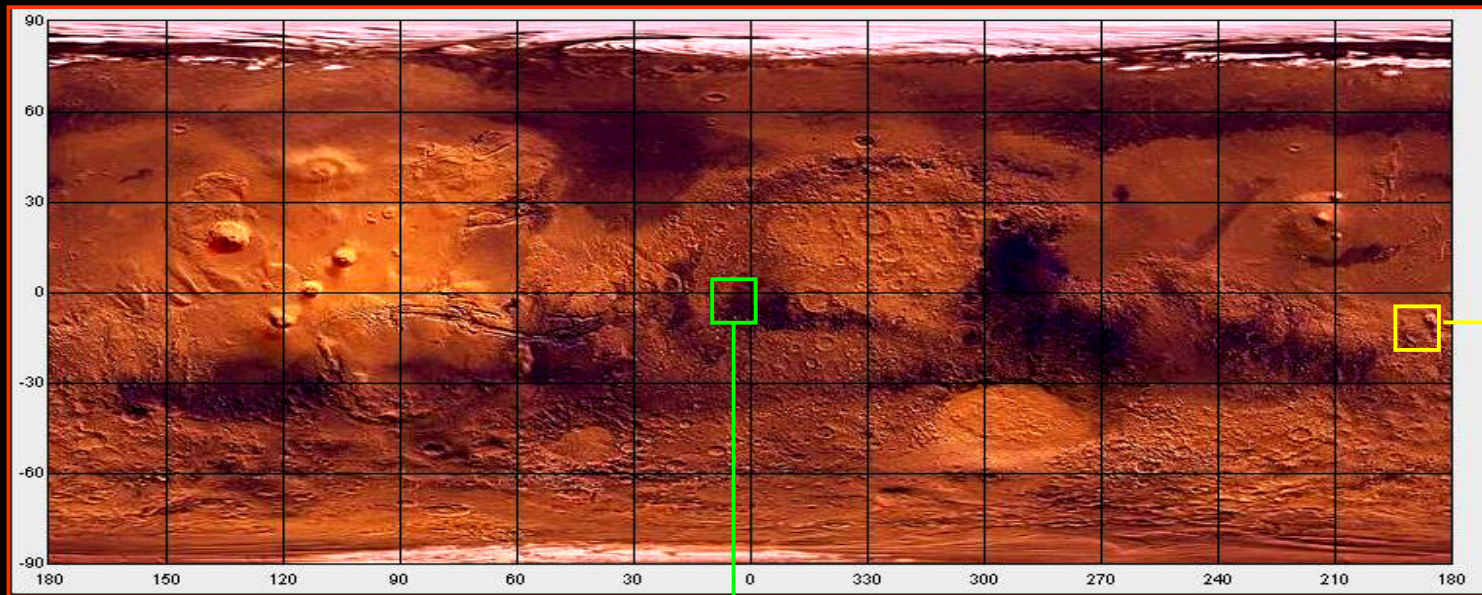
You are here

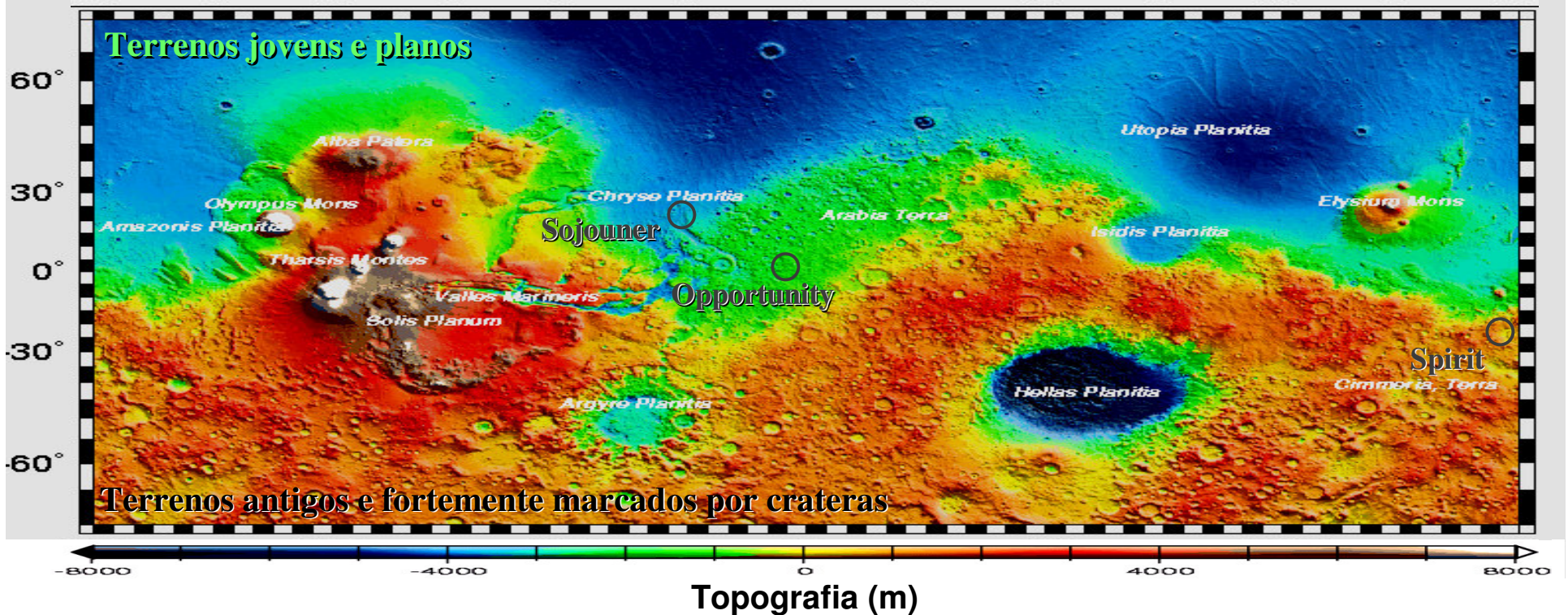
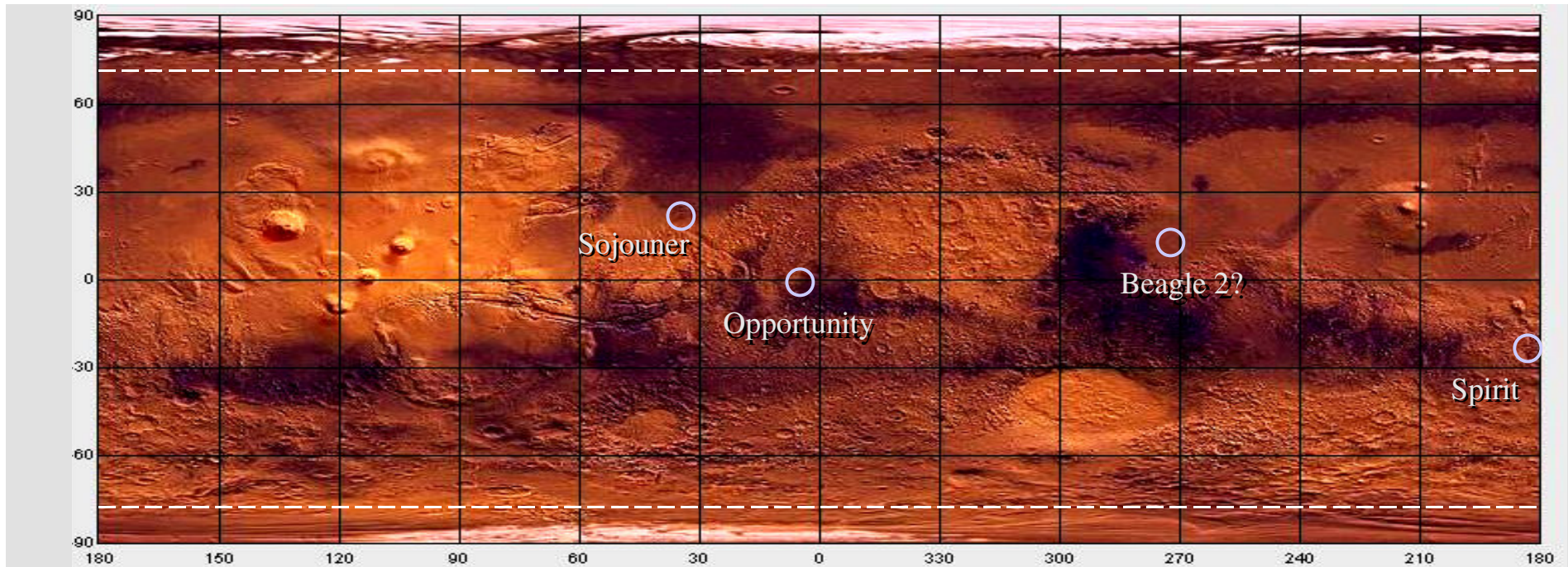


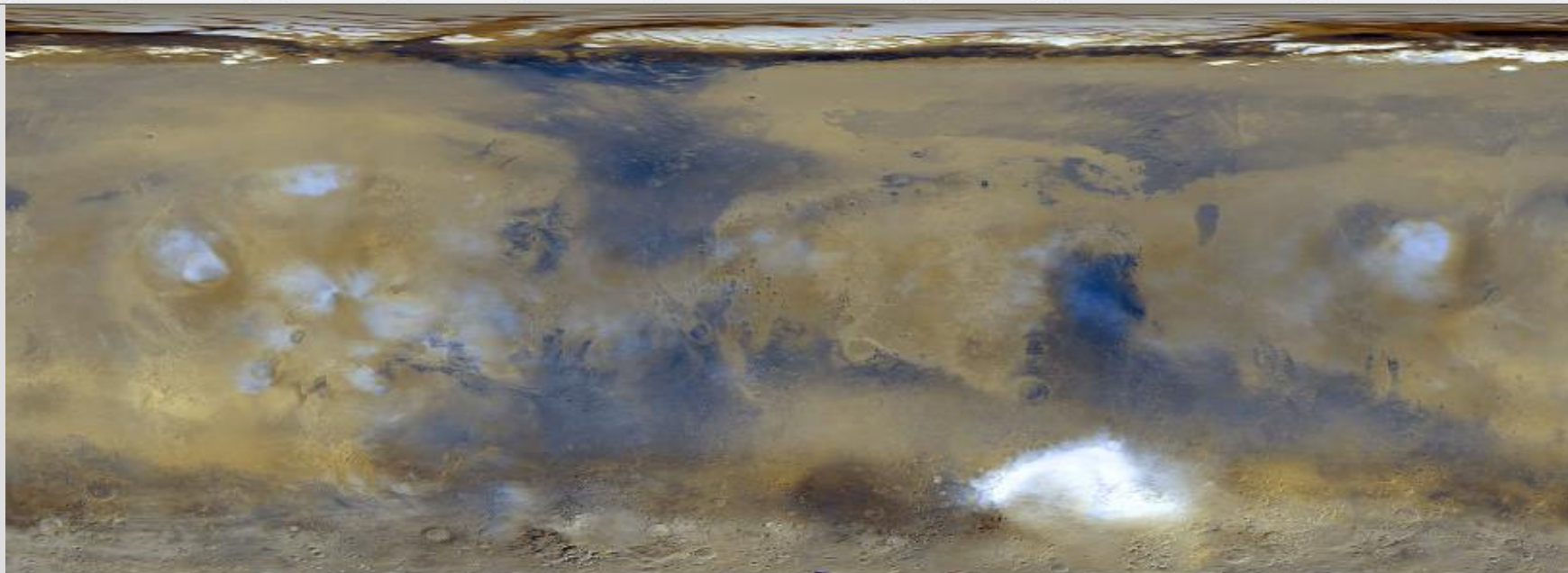
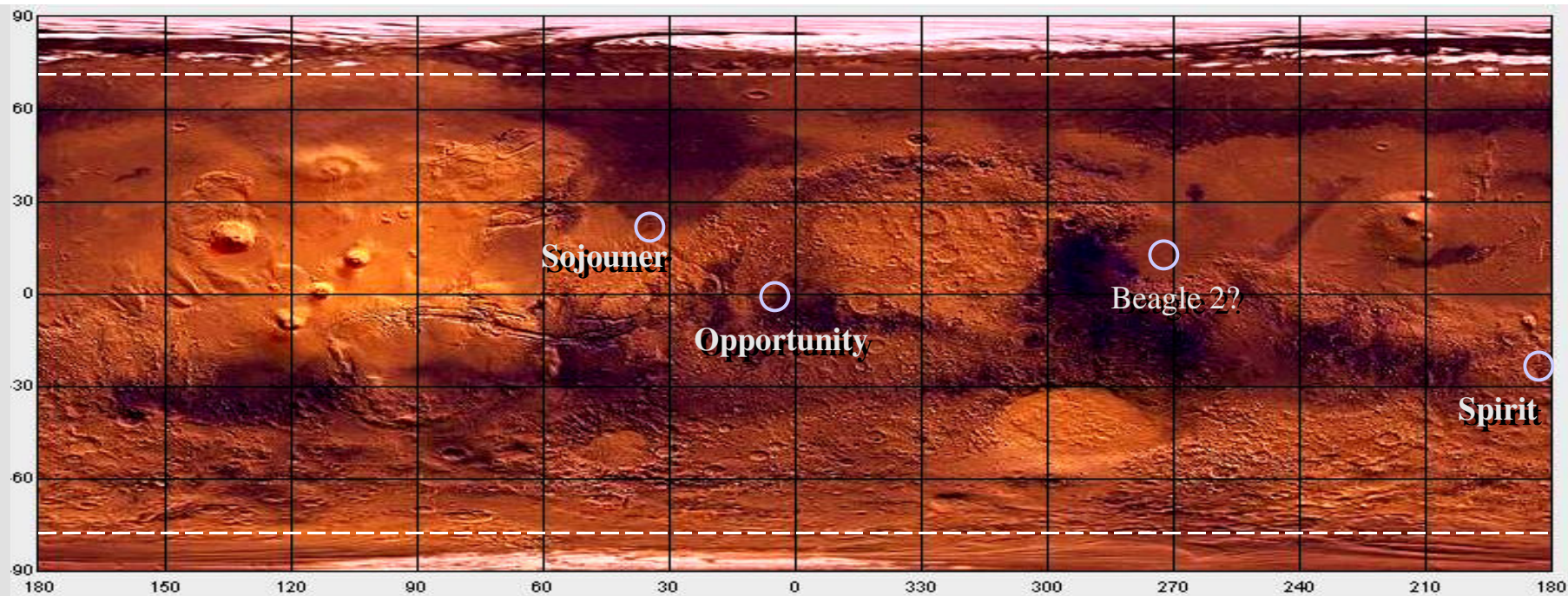
Arquitetura de telecomunicações



Locais de pouso e exploração

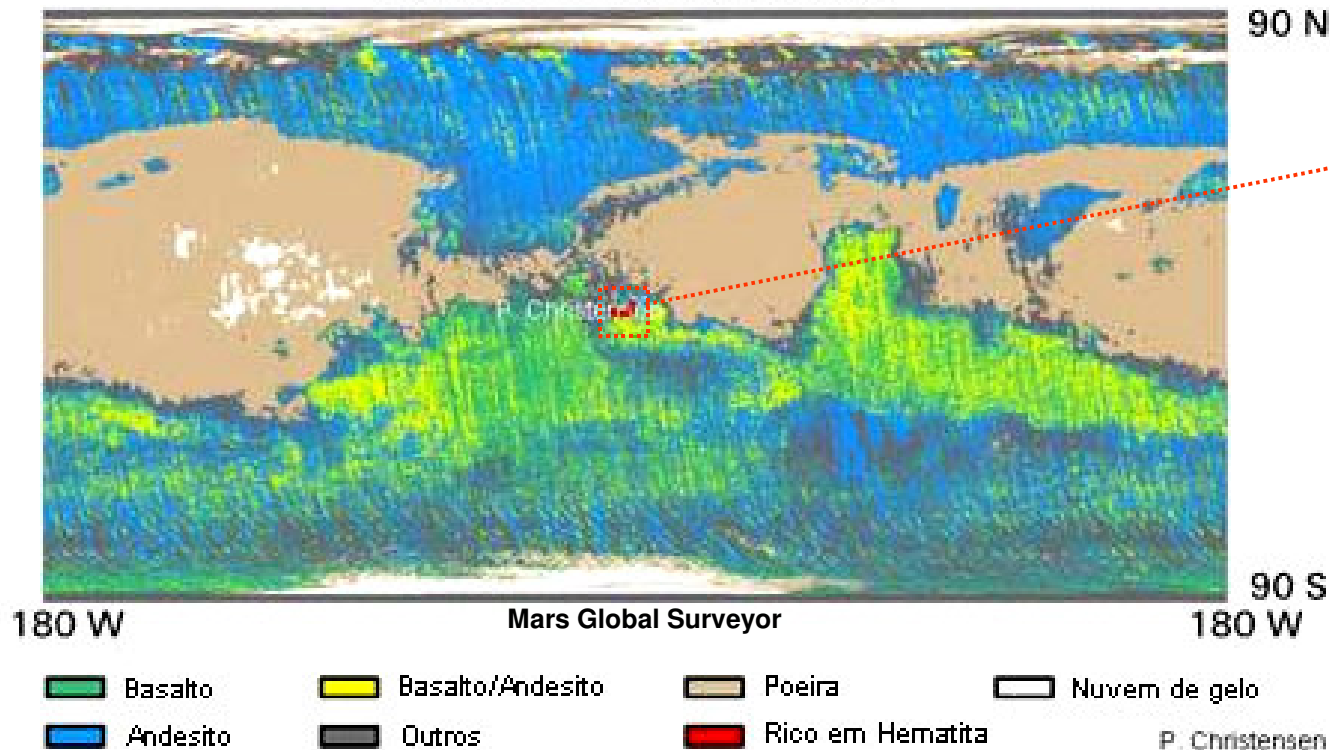




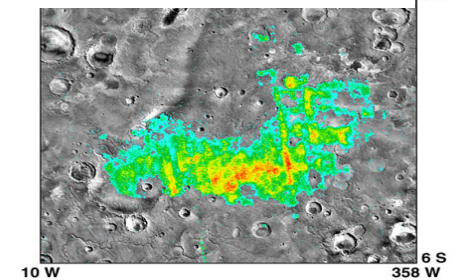


Nuvens branco-azulada sobre os vulcões Tharsis → gelo de água.

MAPA GEOLÓGICO DE MARTE



Abundância de Hematita



Hematita: tipo de óxido de ferro (Fe_2O_3). Em forma de grãos finos, ajuda a dar cor avermelhada à Marte.

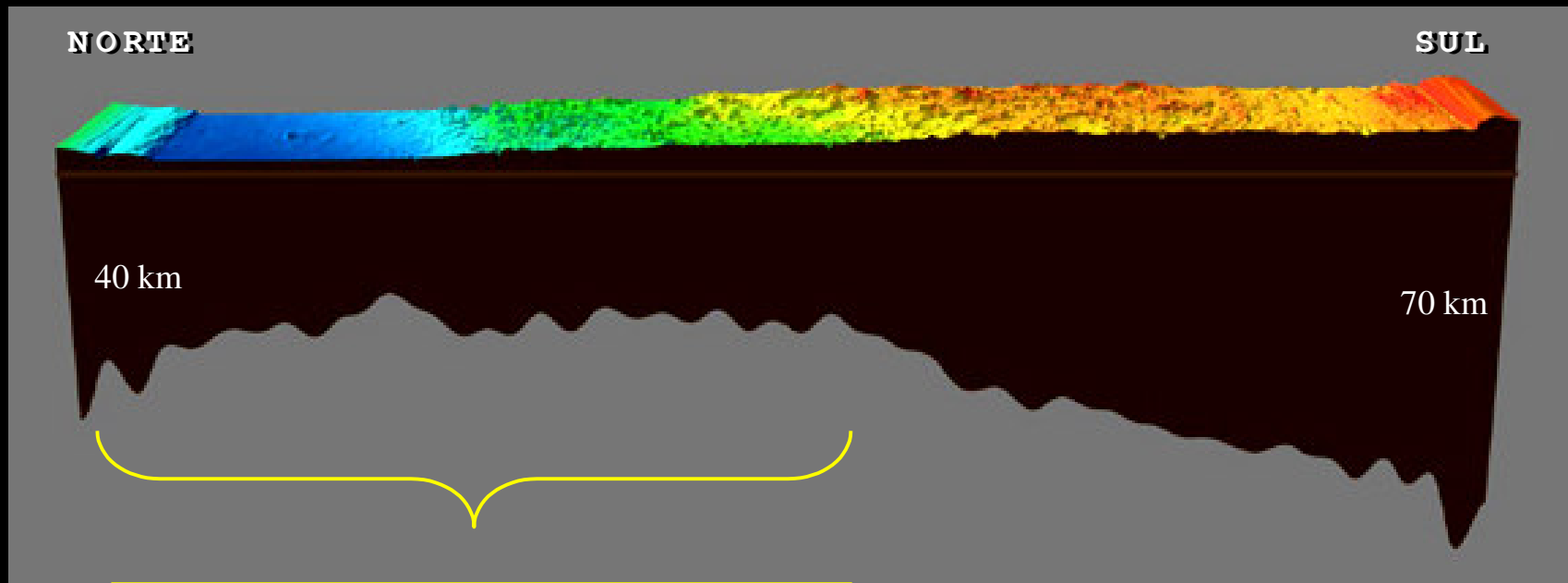
Hematita cinza: embora não esteja necessariamente associada à água é tida como mineral traçador de água. Depósitos de hematita cinza são figuras típicas de locais onde houve abundância de água; Yellowstone é um caso típico.

Impurezas comuns: Ti, Al, Mn, H_2O

A hematita pode também resultar de atividade vulcânica.

1. Os grãos de hematita são arredondados e cimentados, como se espera da ação de água líquida?
2. Ou são cristais que cresceram de lava vulcânica?
3. A hematita apresenta-se em camadas, por consequência de deposição por água acumulada?
4. Ou apresenta-se em veios rochosos, por decorrência de água fluindo através das rochas?

Estrutura interna



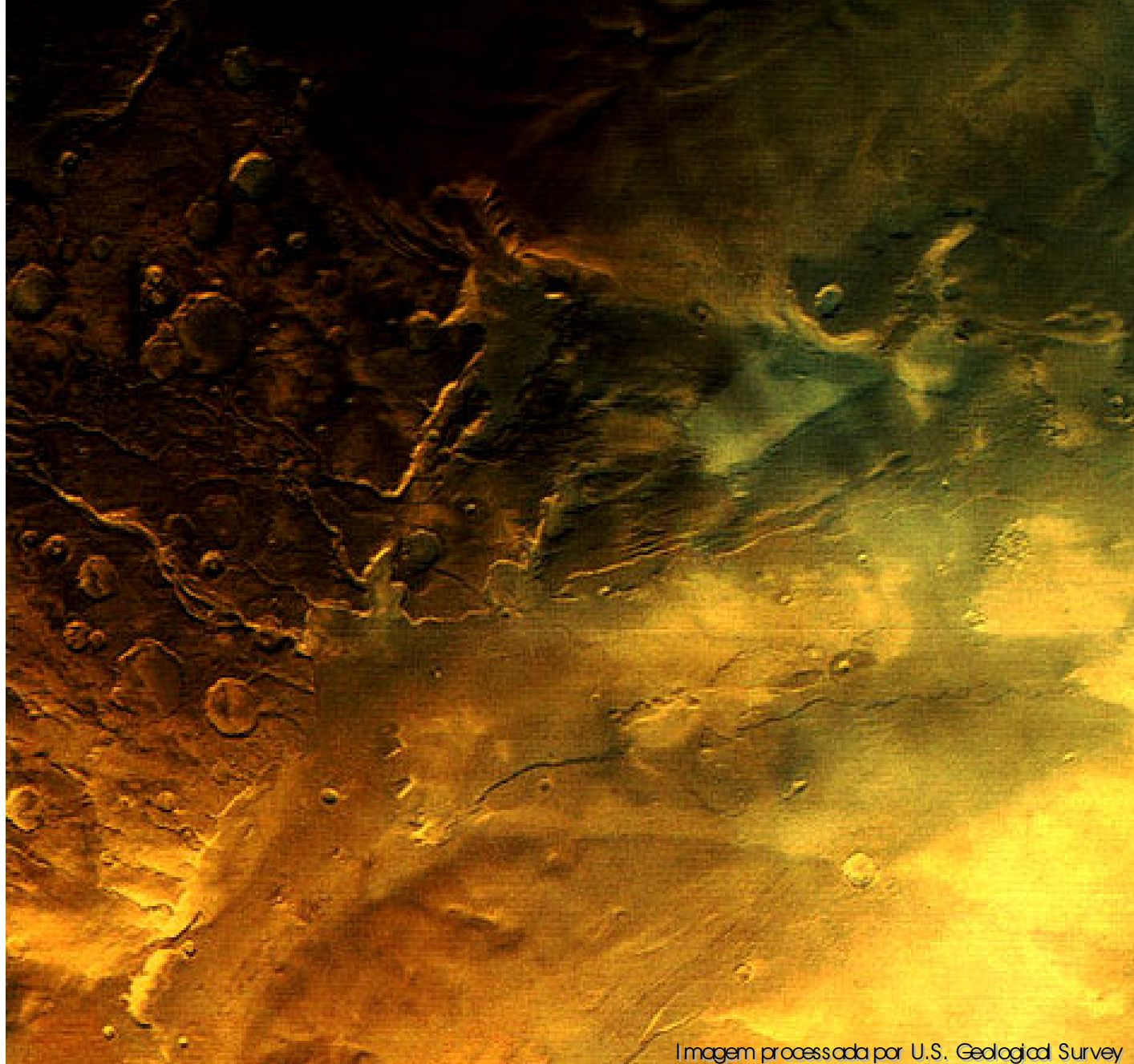
Talvez seja uma zona marcada por fluxo térmico intenso (convecção), ocorrido nos primórdios da história.

Gases podem ter sido liberados para atmosfera, e gelo ou água para a superfície

clima mais quente, úmido que o atual

Modelo de crosta derivado de medidas de gravidade e topografia da Mars Global Surveyor.

Planície Amazônia



**Região fronteiriça
entre os
terrenos do
SUL (antigos e
fortemente marcados
por crateras)
e do NORTE (jovens
e planos).**

**Caracterizada por
canais e penhascos
irregulares e
erodidos.**

**Pela diversidade de
terrenos (jovens e
antigos) essa região é
forte candidata à ser
explorada em futuro
próximo**

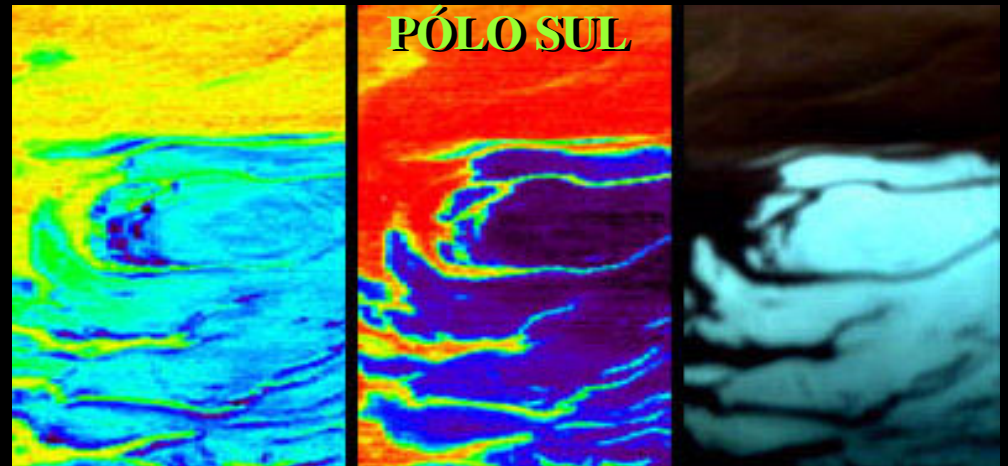
Capas polares



PÓLO NORTE

**Coberto por camada de CO₂
sobre gelo de água**

**Conteúdo estimado NÃO justifica
os imensos canais provocados (?)
por erosão fluvial, observados
pelas sondas Mariner e Viking**

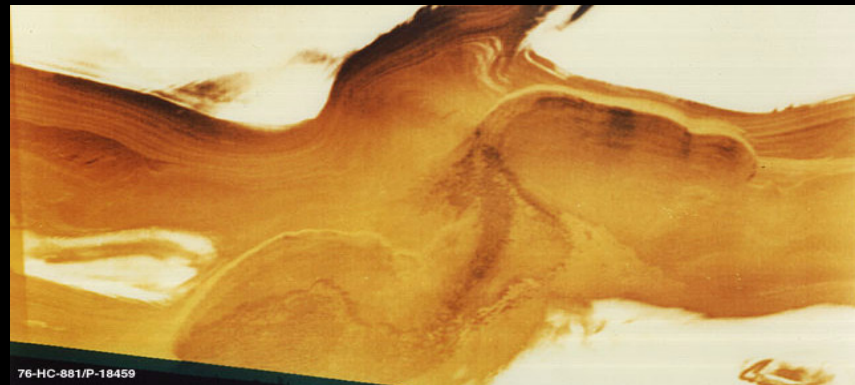


Luz integral

CO₂

H₂O

Mars Express (ESA) - 18/01/2004



CAMADAS DA CAPA POLAR

**Camadas alternadas de poeira e gelo (CO₂ + H₂O).
Registros de mudanças sazonais ou mudanças de longo
termo na órbita?**

Excelente sítio p/ estudos sobre o passado de Marte

Vento



Spirit - Fev/2004



Viking Orbiter image #VO-575B60

DUNAS

Semelhantes às terrestres e presentes em quase toda a superfície.

Apresentam mudanças com o tempo que podem indicar a direção dos ventos.

P2217: Sol 5 @ 10:31-10:46

P2218: Sol 3 @ 13:25-13:48 LST

Poeira suspensa pelo vento



Spirit

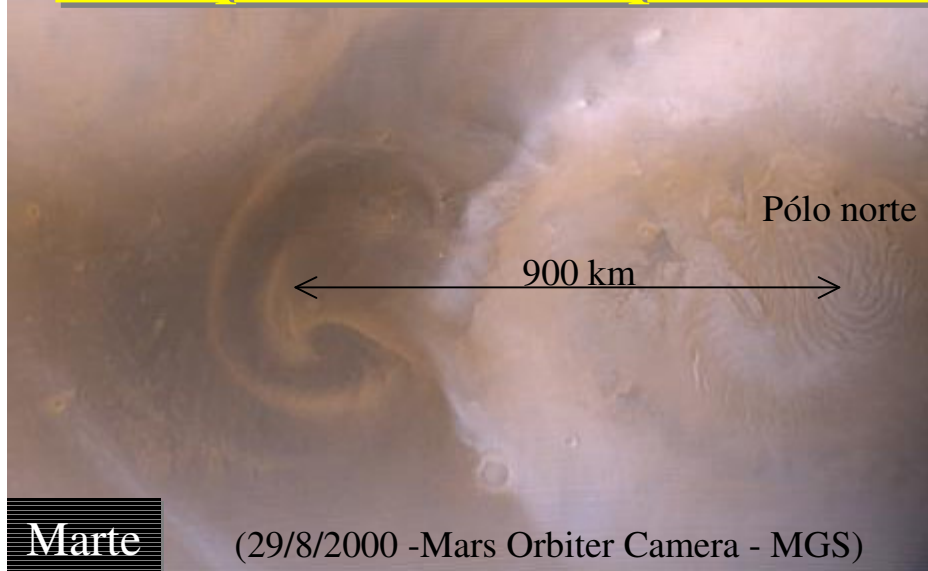
Vento



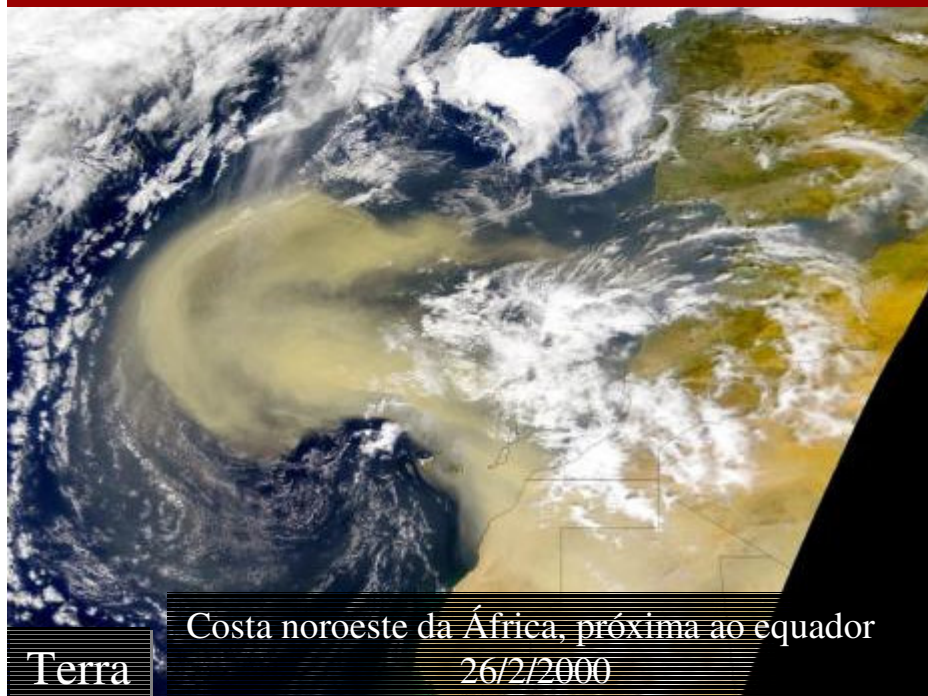
Dunas escuras (Nili Patera - Syrtis Major)

Formas indicam presença contante (contínua) de ventos.

Tempestades de poeira



Escalas idênticas: 4 km/pixel



A tempestade move-se como uma frente, vindo da parte central (jato), vórtices marginais também são vistos.

Tempestades de poeira atuam no clima de Marte. Tempestades globais são raras, alteram o balanço de calor total, causam variações nas formações sazonais e dissipações de geadas, e afetam fortemente a distribuição do vapor d'água

Tempestades locais e regionais, especialmente as das regiões polares, afetam a taxa em que as geadas evoluem e controlam os padrões regionais de tempo.

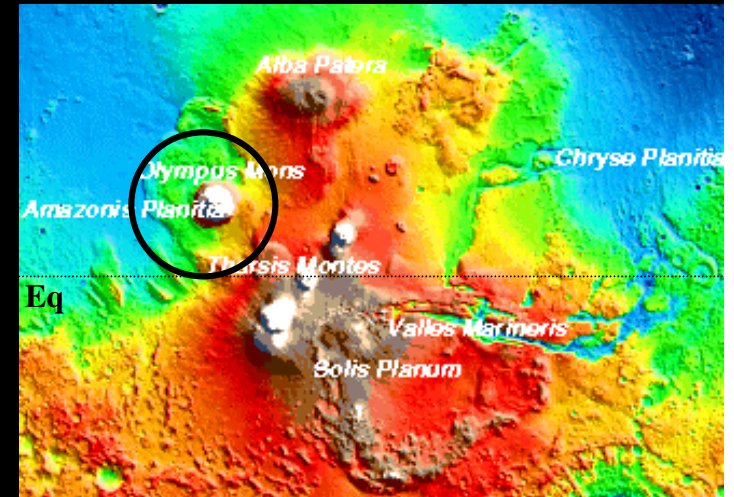
Na Terra, as tempestades de poeira também contribuem na mudança ambiental, influenciando a meteorologia sazonal e a saúde de comunidades biológicas.

Vulcanismo

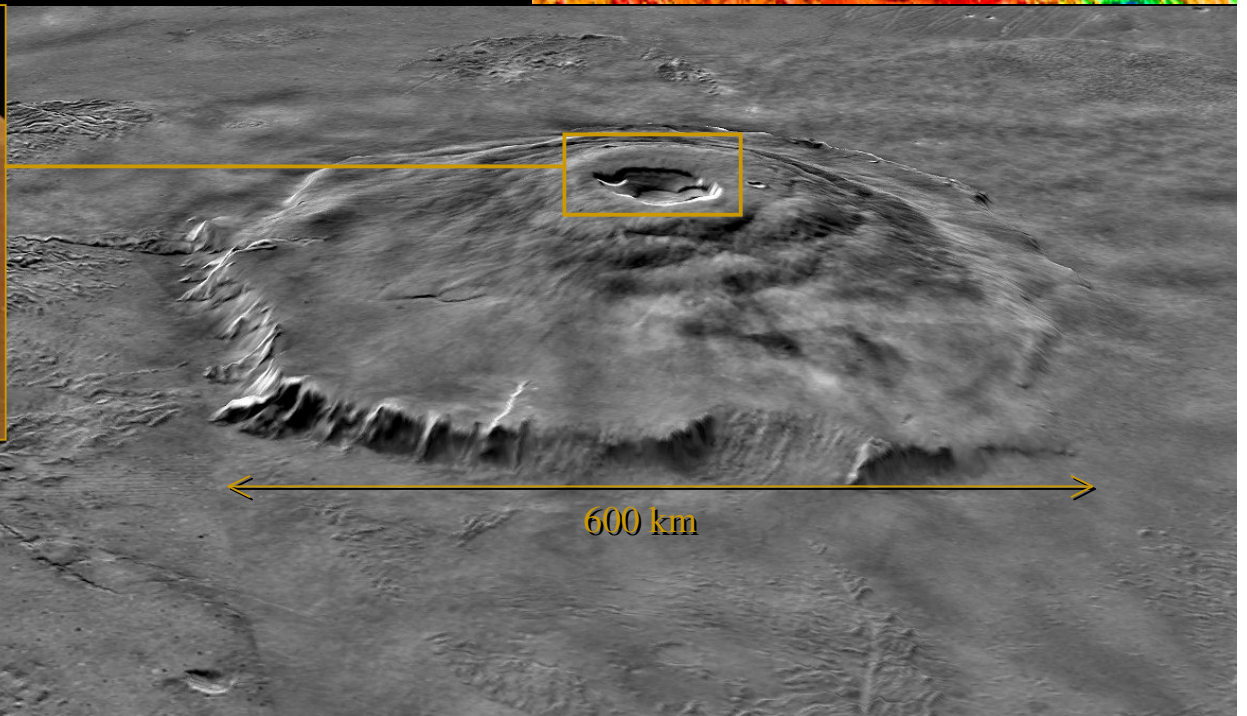
MONTE OLIMPO

- o maior vulcão (extinto) do Sistema Solar
- altura: 27 km

A história do vulcanismo marciano parece ser mais ativa que a de muitos planetas.

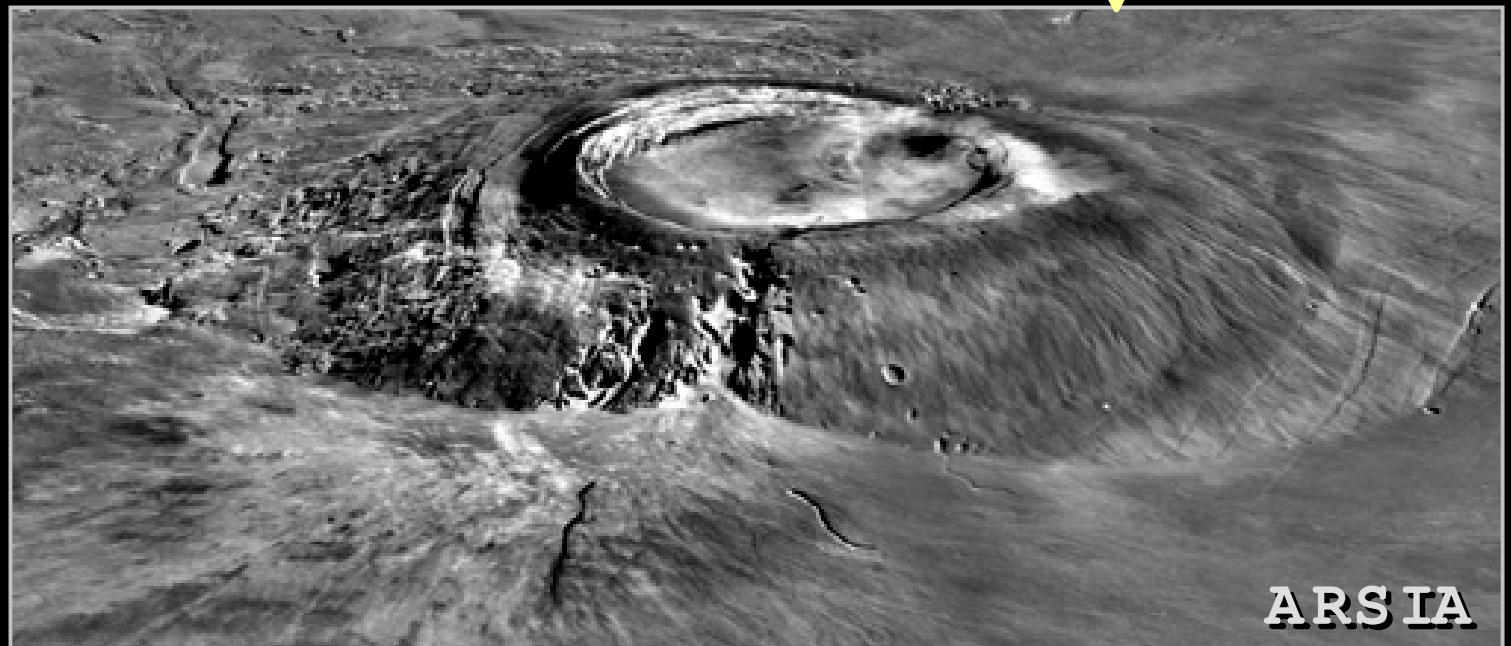
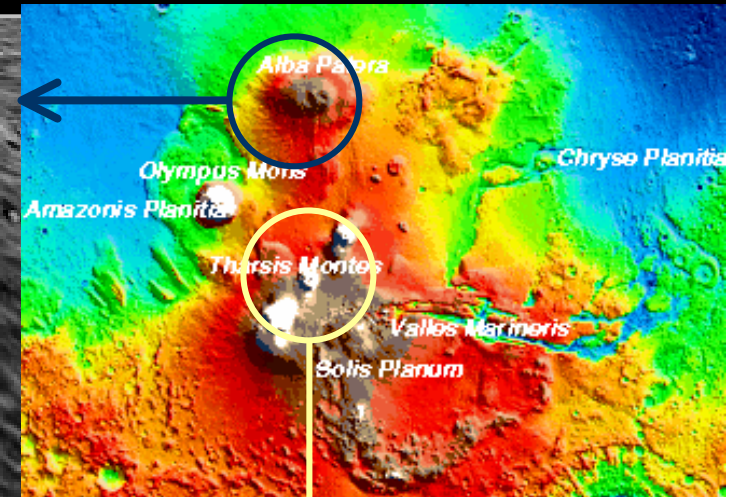
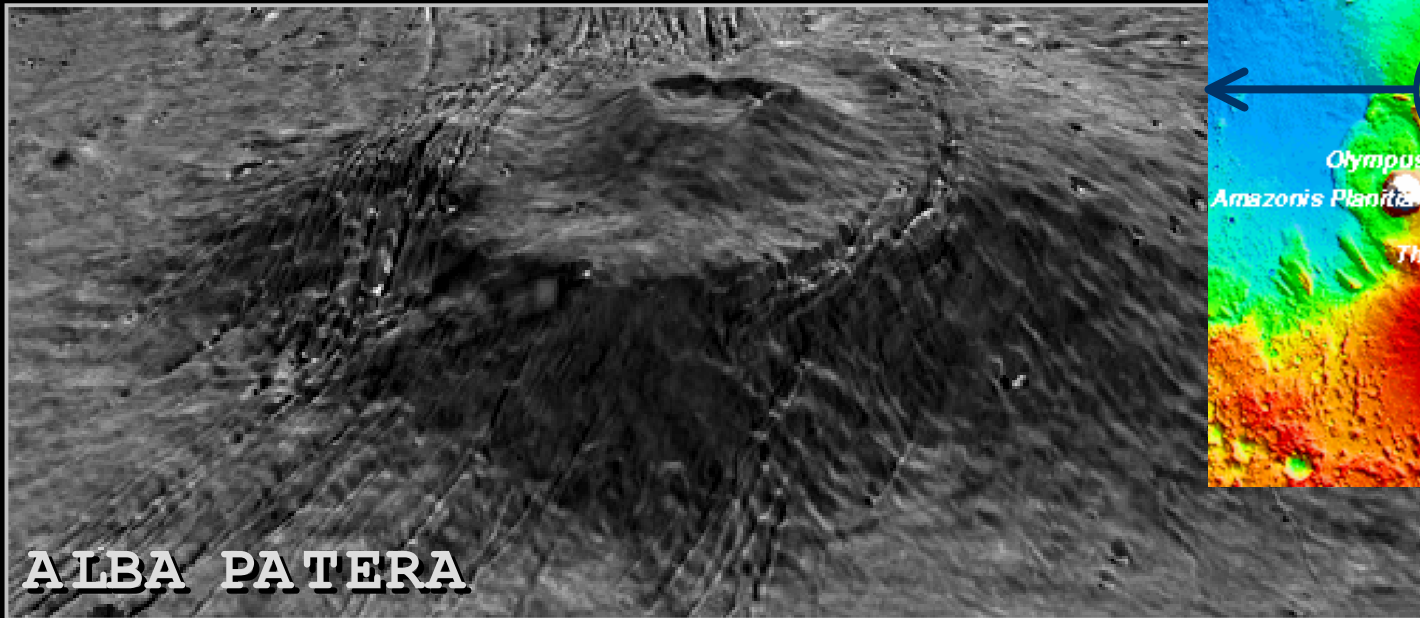


21/01/2004, Mars Express,
ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)



fluxos de lavas de diferentes idades, mostram que as erupções ocorreram por longo período (centenas de milhões de anos).

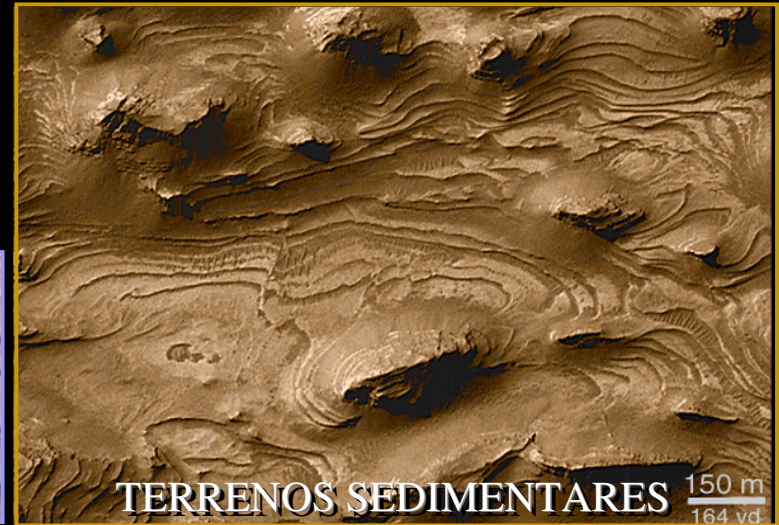
Vulcanismo



Vestígios de água

Já houve clima favorável à existência de água líquida na superfície?

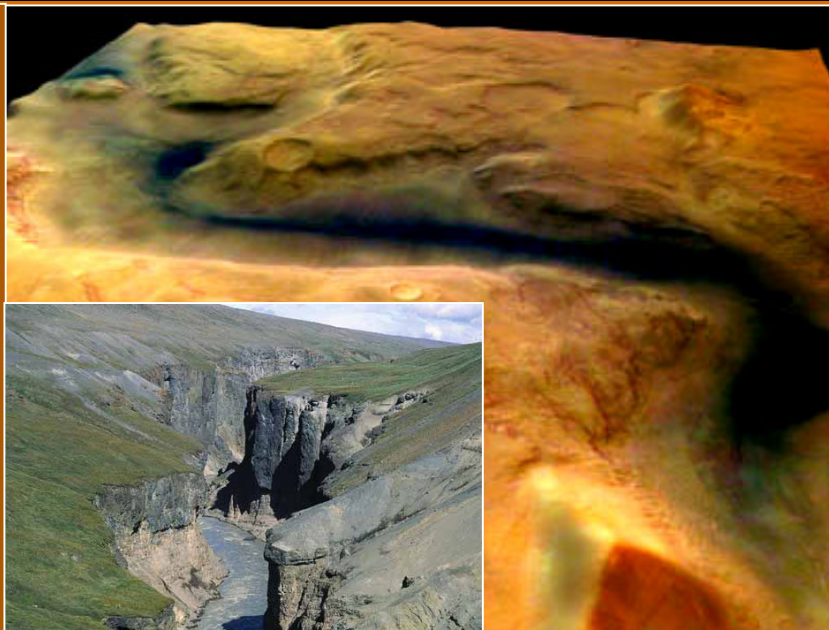
Na forma líquida, a água contida na atmosfera atual cobriria a superfície com uma camada de apenas 6 microns!



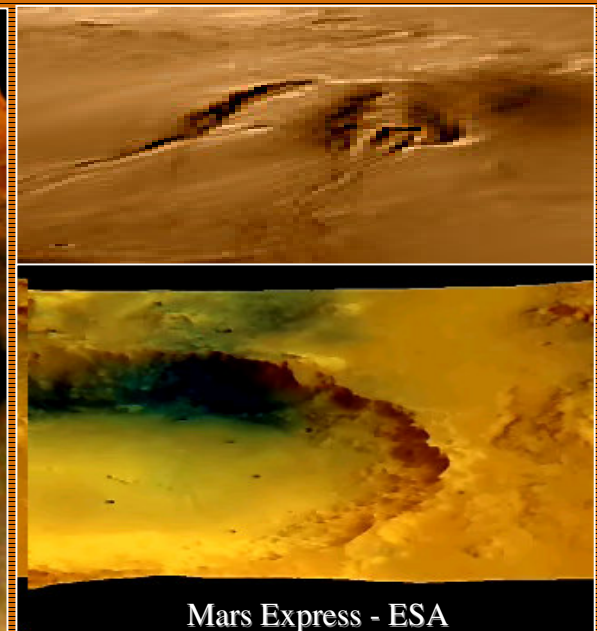
Erosão Fluvial

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

15/01/2004 - Mars
Express ESA/DLR/FU
Berlin (G. Neukum)



Evidência de escoamento



Mars Express - ESA

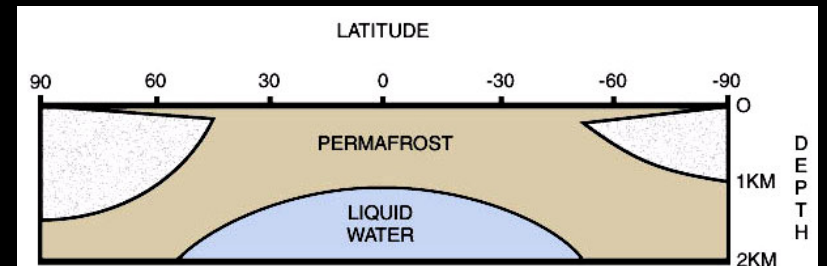
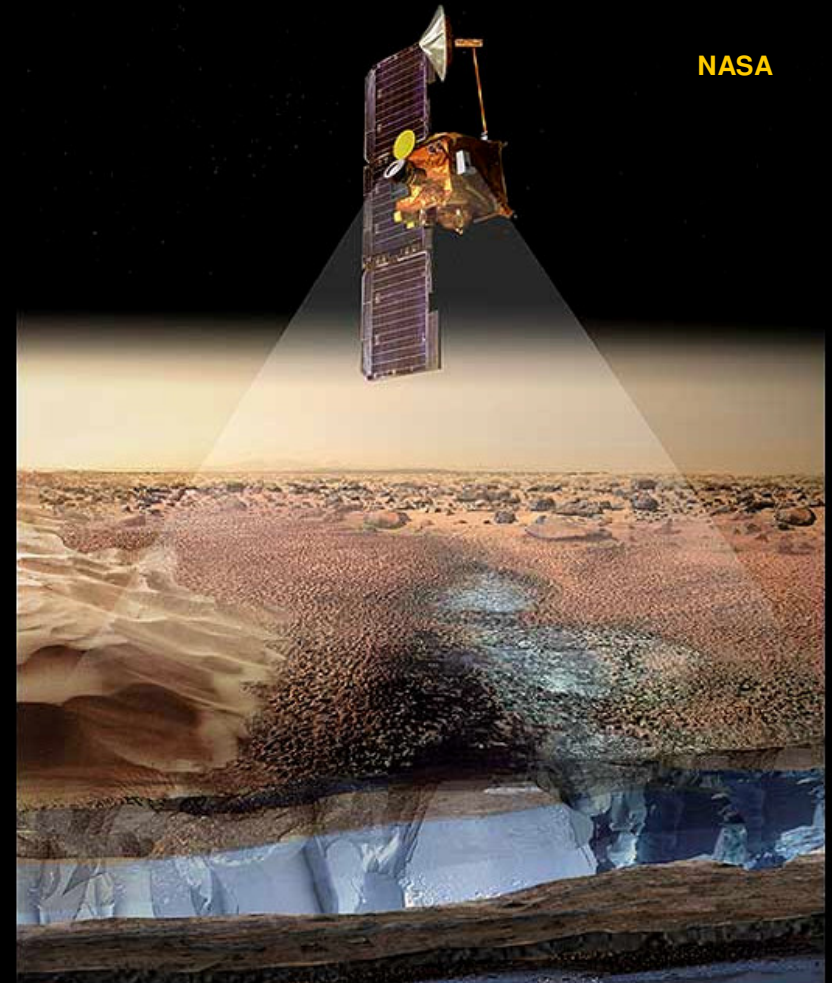
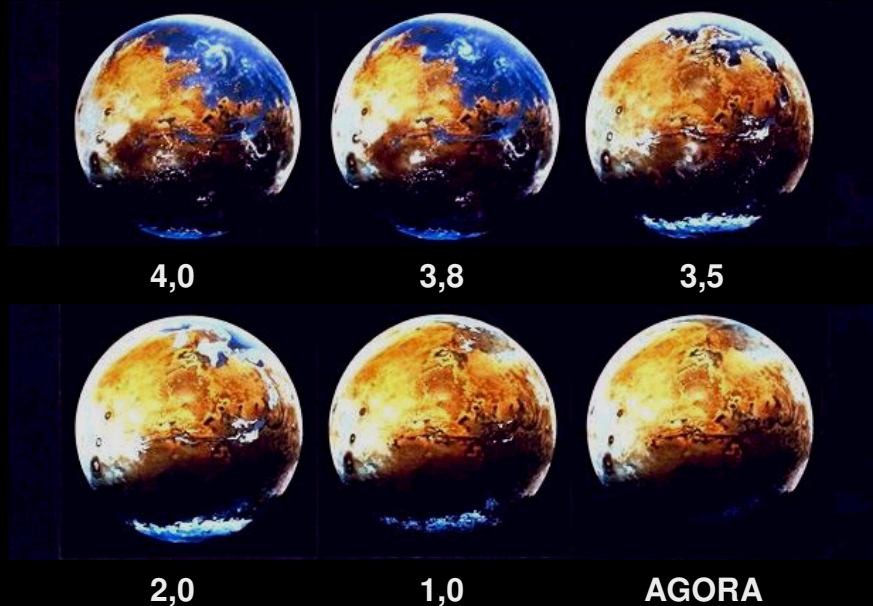
Hoje, onde está a água?

Permafrost: solo permanentemente congelado. Na Terra ele aparece nas regiões árticas e proximidades.

Um impacto de grandes proporções pode liquefazer o permafrost e provocar erosão fluvial também de grandes proporções.

Processo semelhante ocorreu na Islândia, por ação vulcânica.

HISTÓRIA DA ÁGUA EM MARTE ? (HÁ BILHÕES DE ANOS)



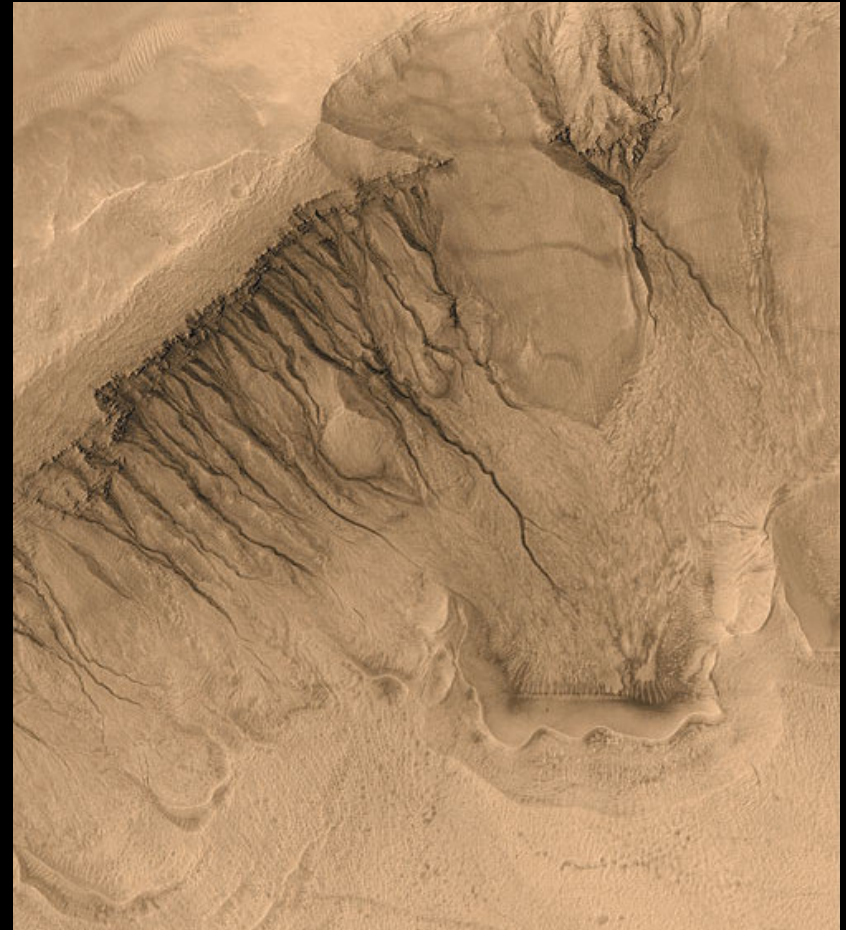
Hoje, onde está a água?

Ejeção de material fluído, indica a presença de água ou gelo subterrâneos.



Cratera de 30 km em terreno plano do hemisfério norte. O terreno nas vizinhanças de 70 km está coberto por material ejetado desse impacto.

Newton Basin on Mars. Malin Space Science Systems, MGS, JPL, NASA



Água brota do sub-solo, escorre e vaporiza?