



# ÁGUA EM MARTE !

VI Semana da Astronomia  
Grupo de Astronomia da UMA

Orlando Silva

8 de Junho de 2006



## Atmosfera Marciana:

95,3% CO<sub>2</sub>

2,7% N<sub>2</sub>

1,6% Ar e vestígios de O<sub>2</sub>, CO e outros gases

0,0035 % Vapor de Água

## Temperaturas

Equador: +22°C e -73°C


Pólos: -120°C

Ventos com velocidades ~ 200 km/h

# Expansão e contracção das calotas polares



MGS



Marte é um planeta bastante dinâmico,  
ao nível da acção:

Vulcânica

Clima

Erosão

Transporte

# Condições para existir água no estado líquido

- Temperatura e Pressão suficientemente elevada.

Caso:

- Temperatura baixar → Água congela
- Pressão diminuir → Água evapora.

Latitudes médias parecem demasiado frias para que a água subsista à superfície no estado líquido.



No entanto, os sulcos parecem demonstrar outra realidade.

# MGS (NASA)-Mars Global Surveyor

## Equipamento:

- Câmara de Alta Resolução (MOC)
- Espectrómetro de Emissão Térmica (TES)
- Altimetro Laser (MOLA)
- Magnetómetro/Reflectómetro de Electrões
- Oscilador Ultra-Estável
- Sistema de Retransmissão Rádio

## Missão:

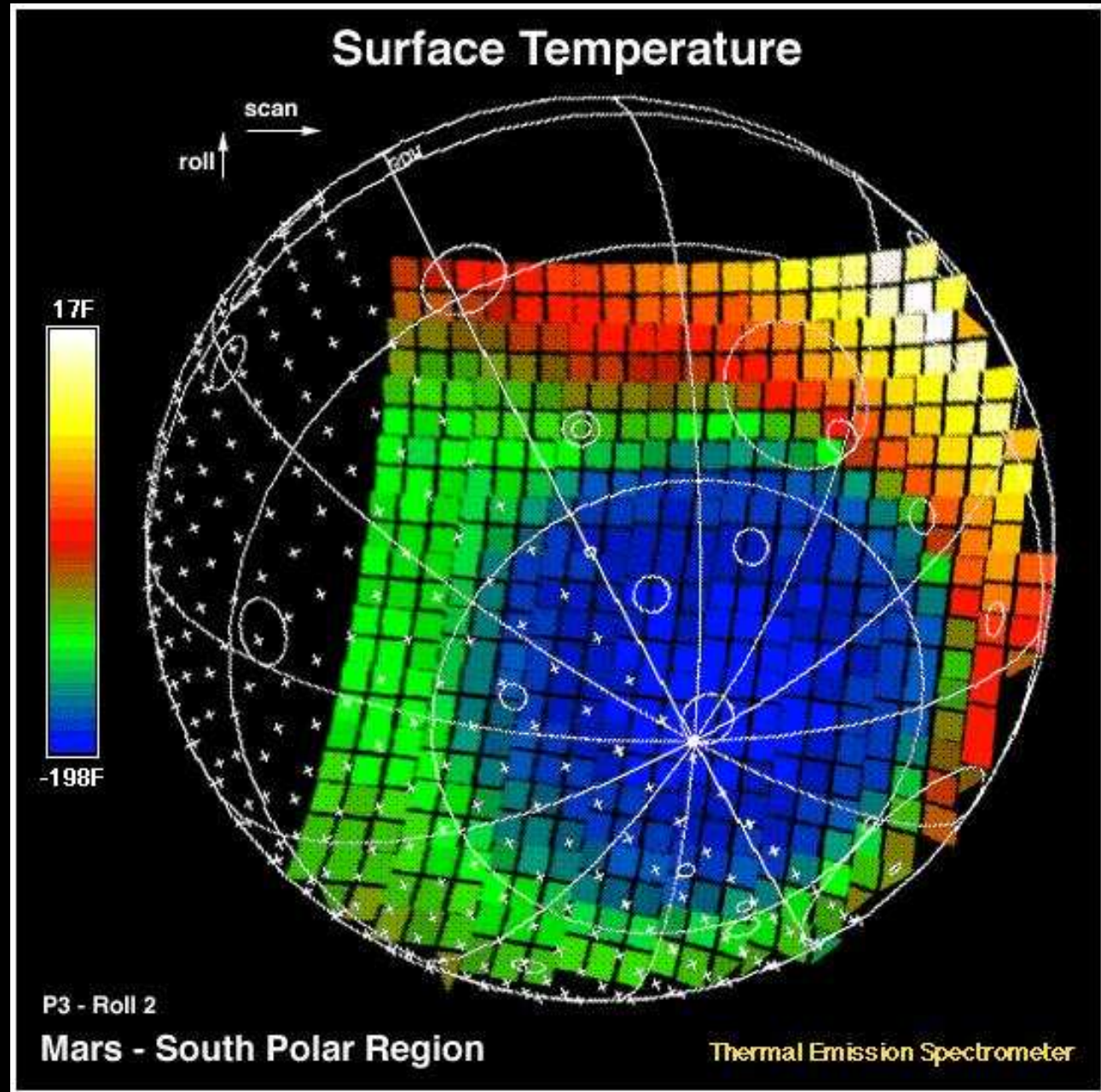
- Levantamento topográfico global da superfície
- Evidência da existência de massas de água.



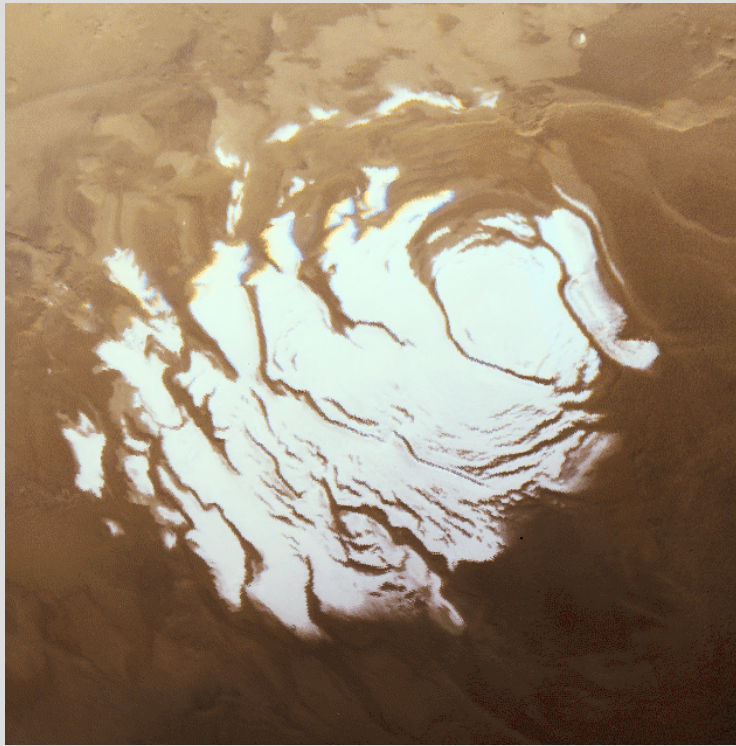
Lançada a 7 Novembro de 1996

Entrou em órbita a 12 Setembro de 1997

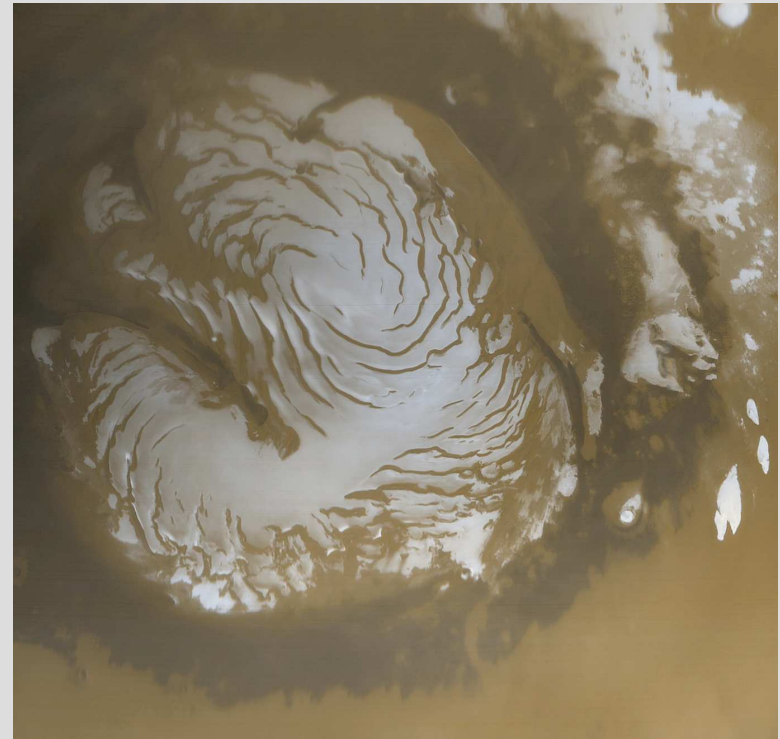
# TES da MGS



# Calotes Polares



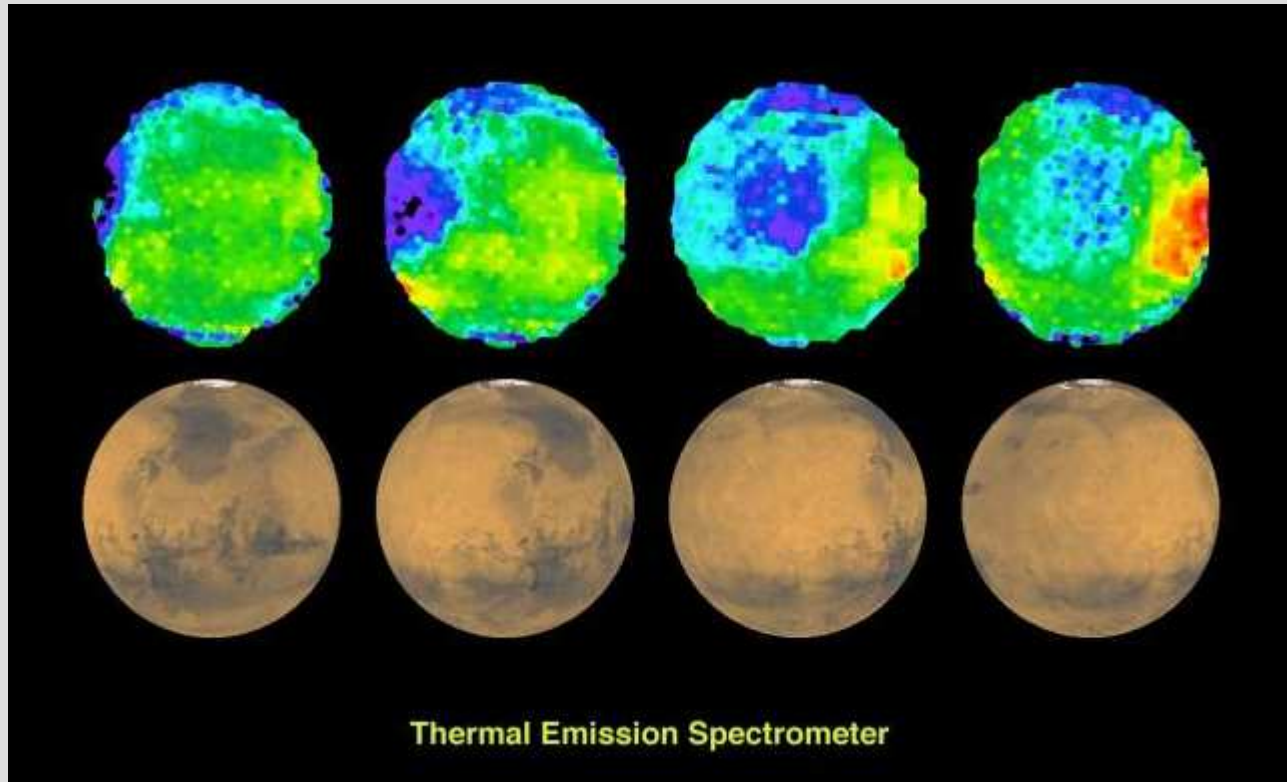
Pólo Sul



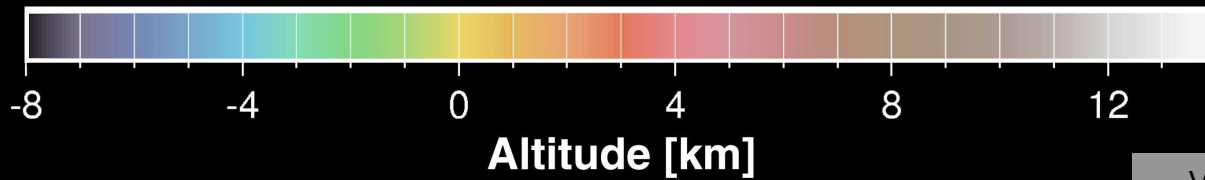
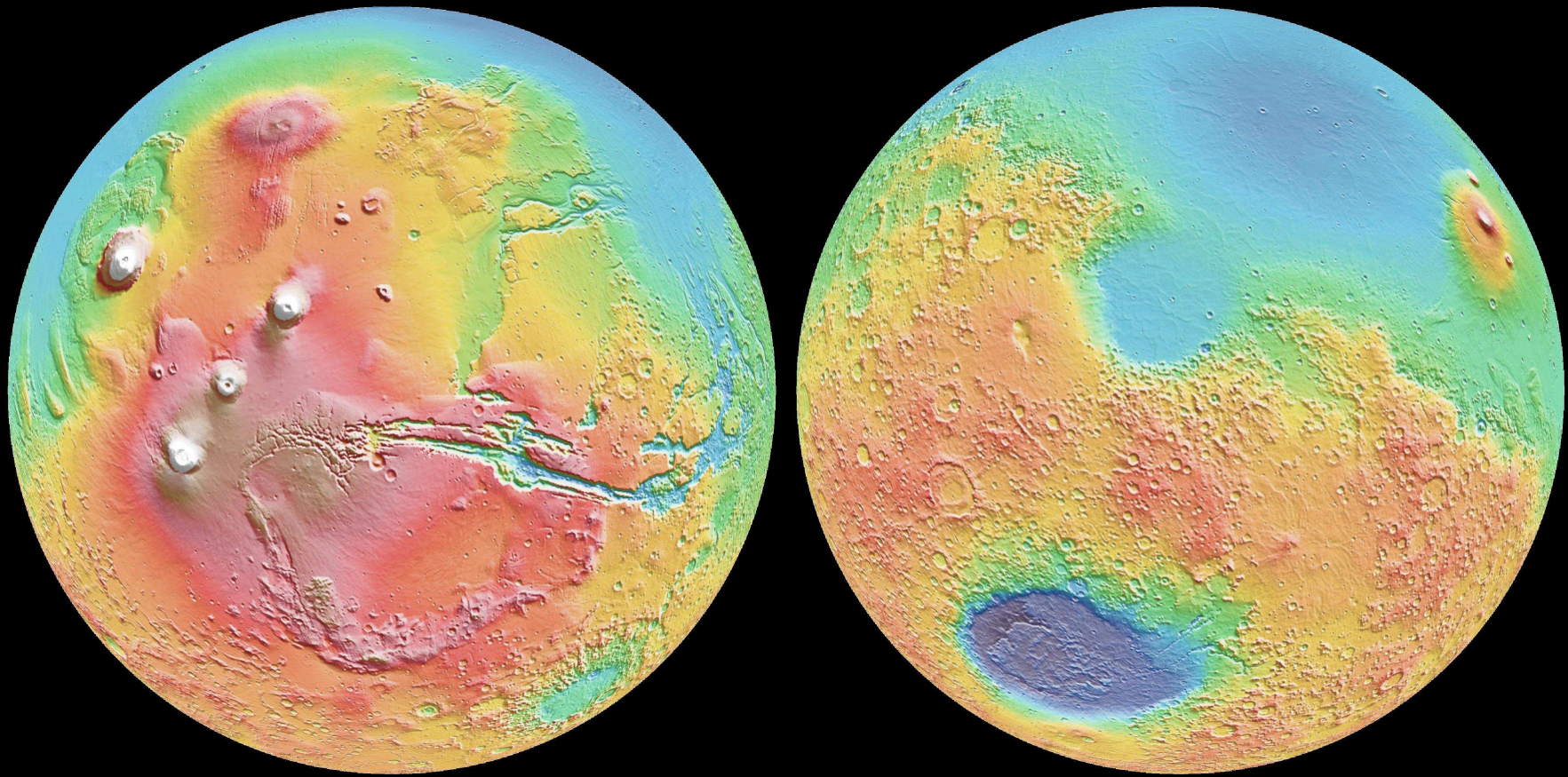
Pólo Norte



# Water ice clouds



# Levantamento topográfico



# A inclinação do eixo de rotação do planeta

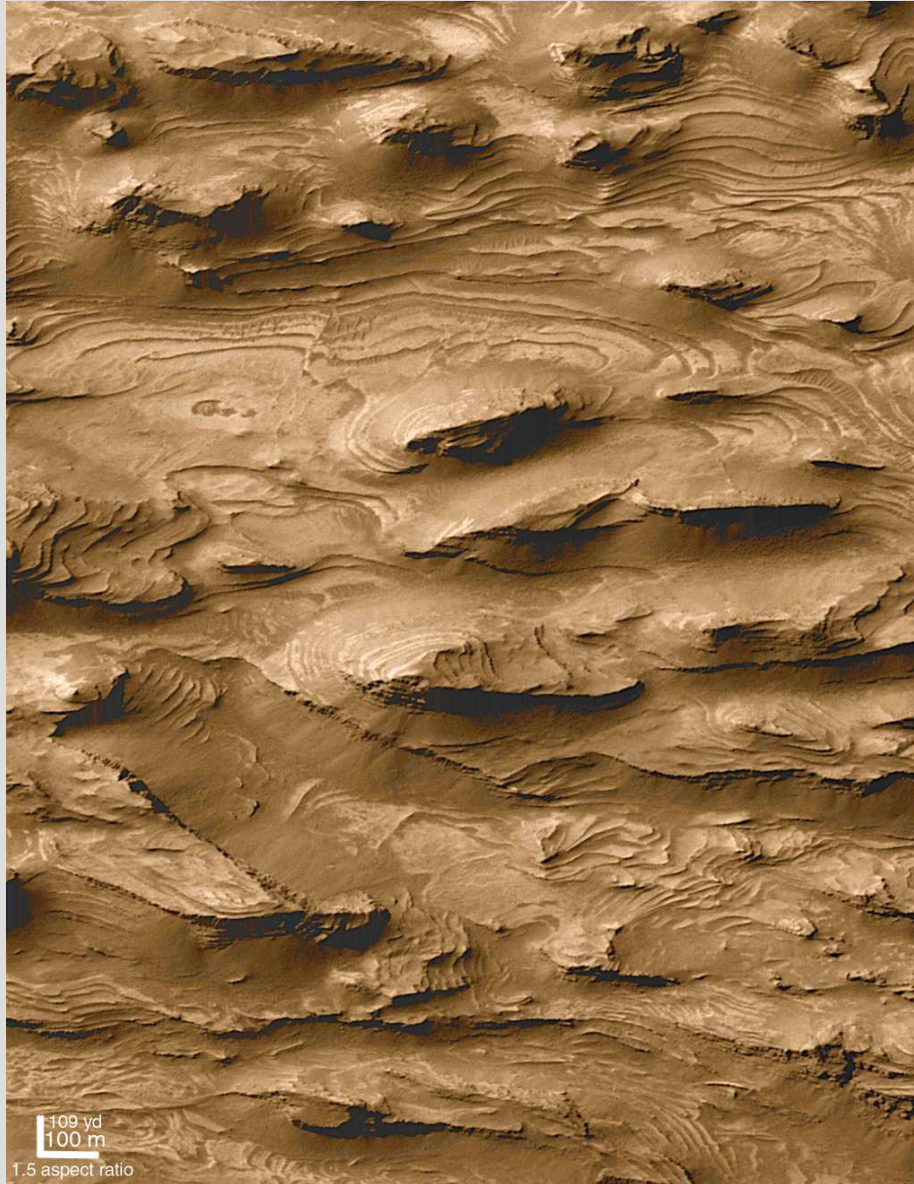


Caiu alguma vez chuva em Marte?



Thermal Emission Spectrometer

# Candor Chasma



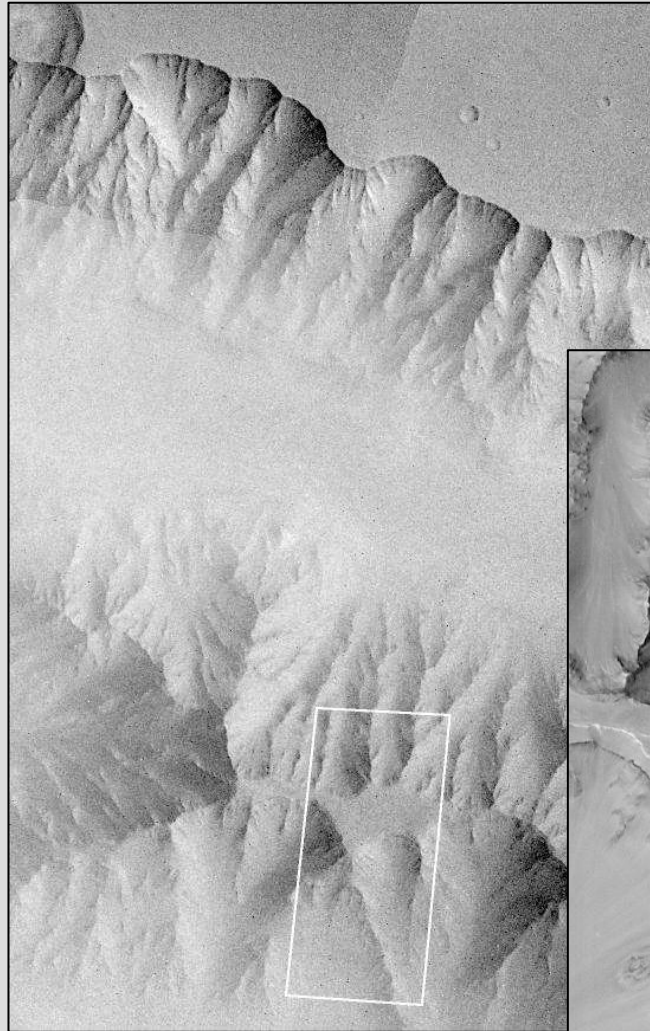
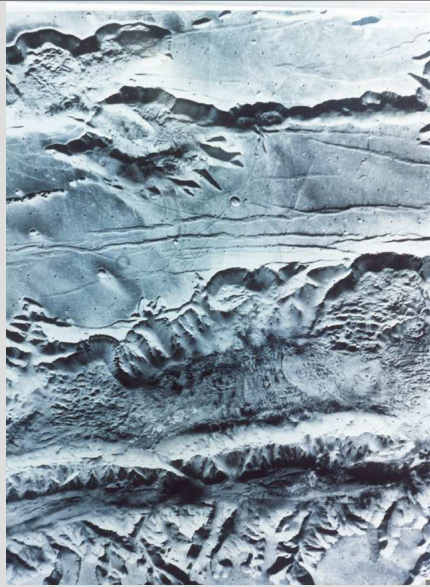
Camadas estratificadas no solo de Valles Marineris

Os socalcos estratificados sugerem várias origens:

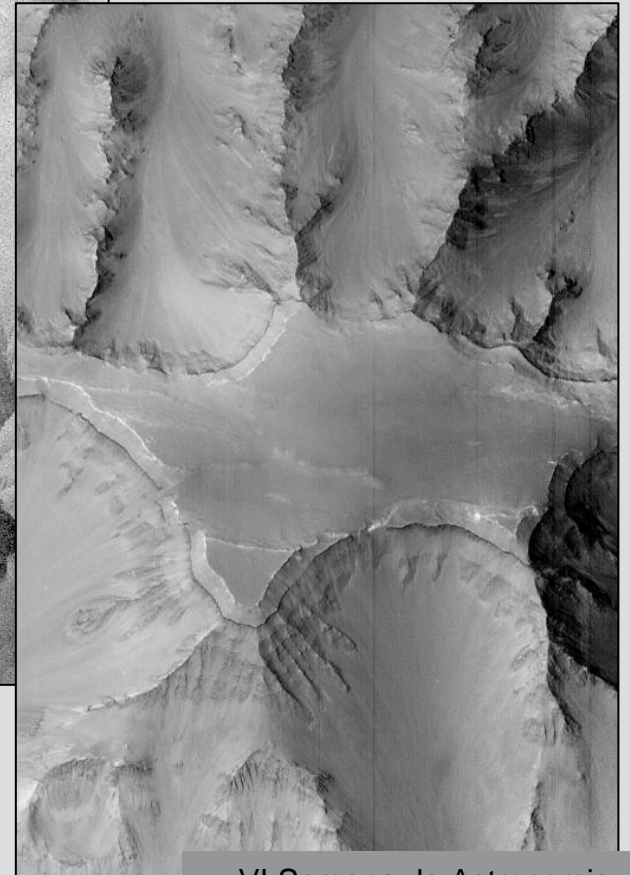
- enxurradas volumosas de lava;
- quedas repentinas de cinzas vulcânicas;
- sedimentação de materiais num antigo lago.

MOC, MGS

# Valles Marineris



*Coprates Chasma*



# Ravinas de neve em Marte (1)



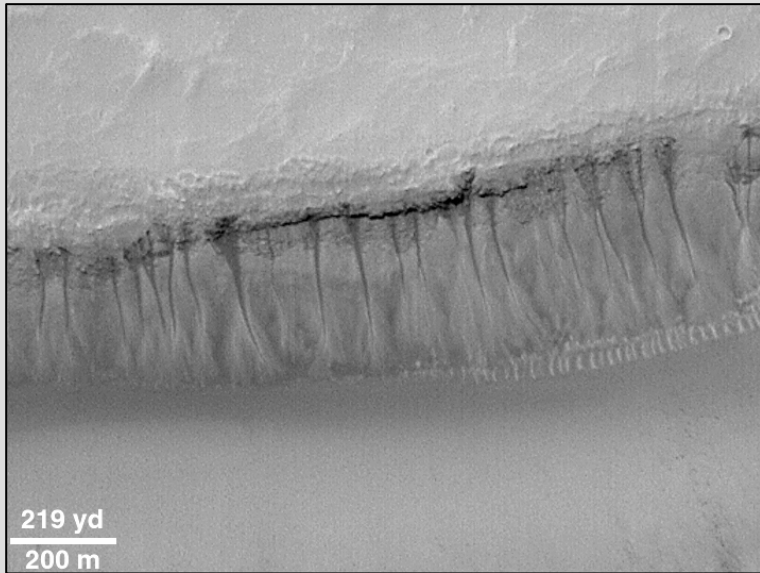
Viking, 1976

Os sulcos observados pela MGS nesta região são reveladores de que a água não se encontra retida nos pólos.



*Gorgonum Chaos*, MGS

# Lama em Marte?

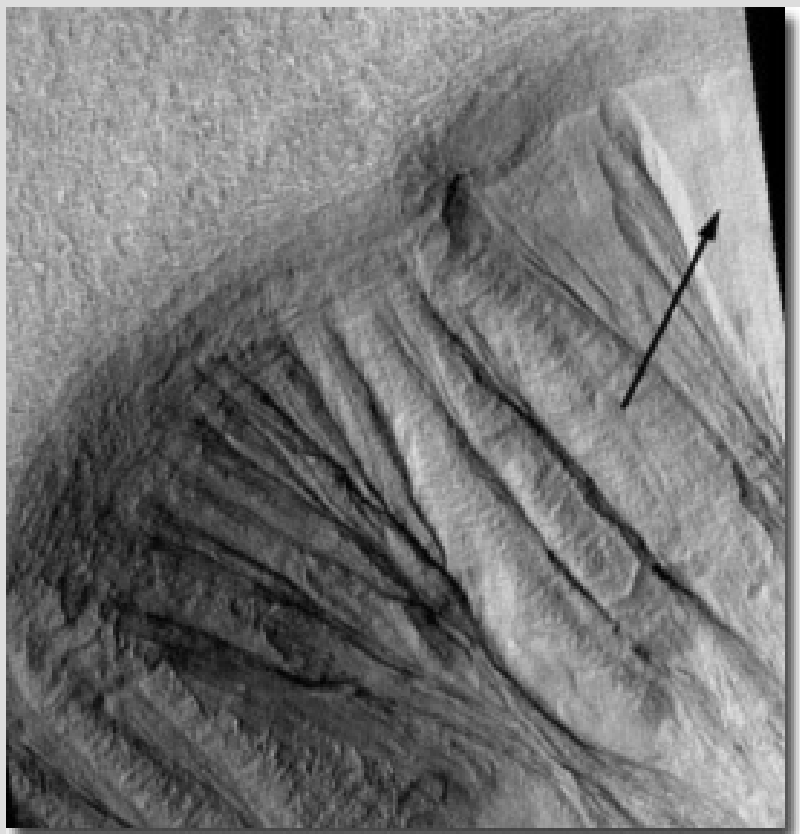


Estas correntes sugerem a presença de um elemento espesso, líquido e cheio de detritos.



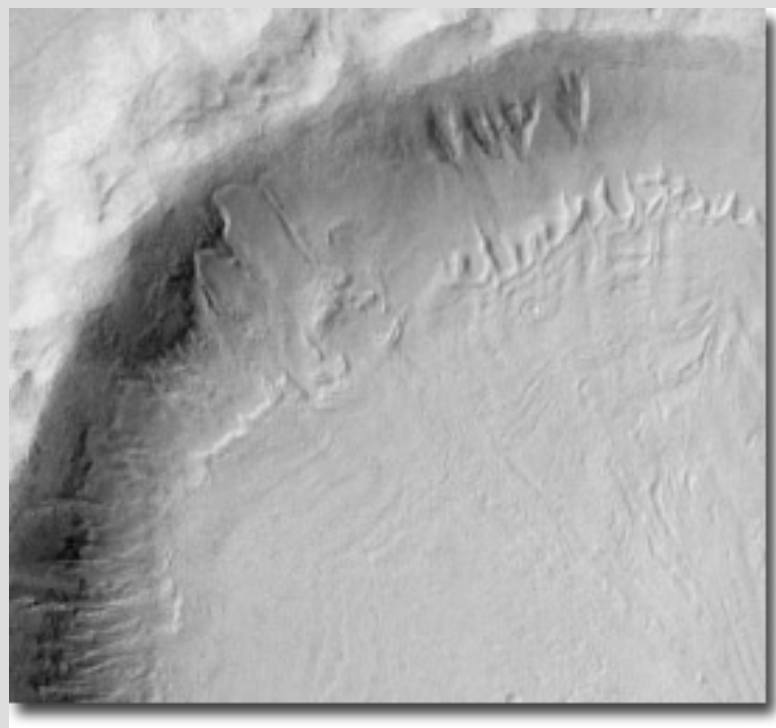
***Gorgonum Chaos***

## Ravinas de neve em Marte (2)



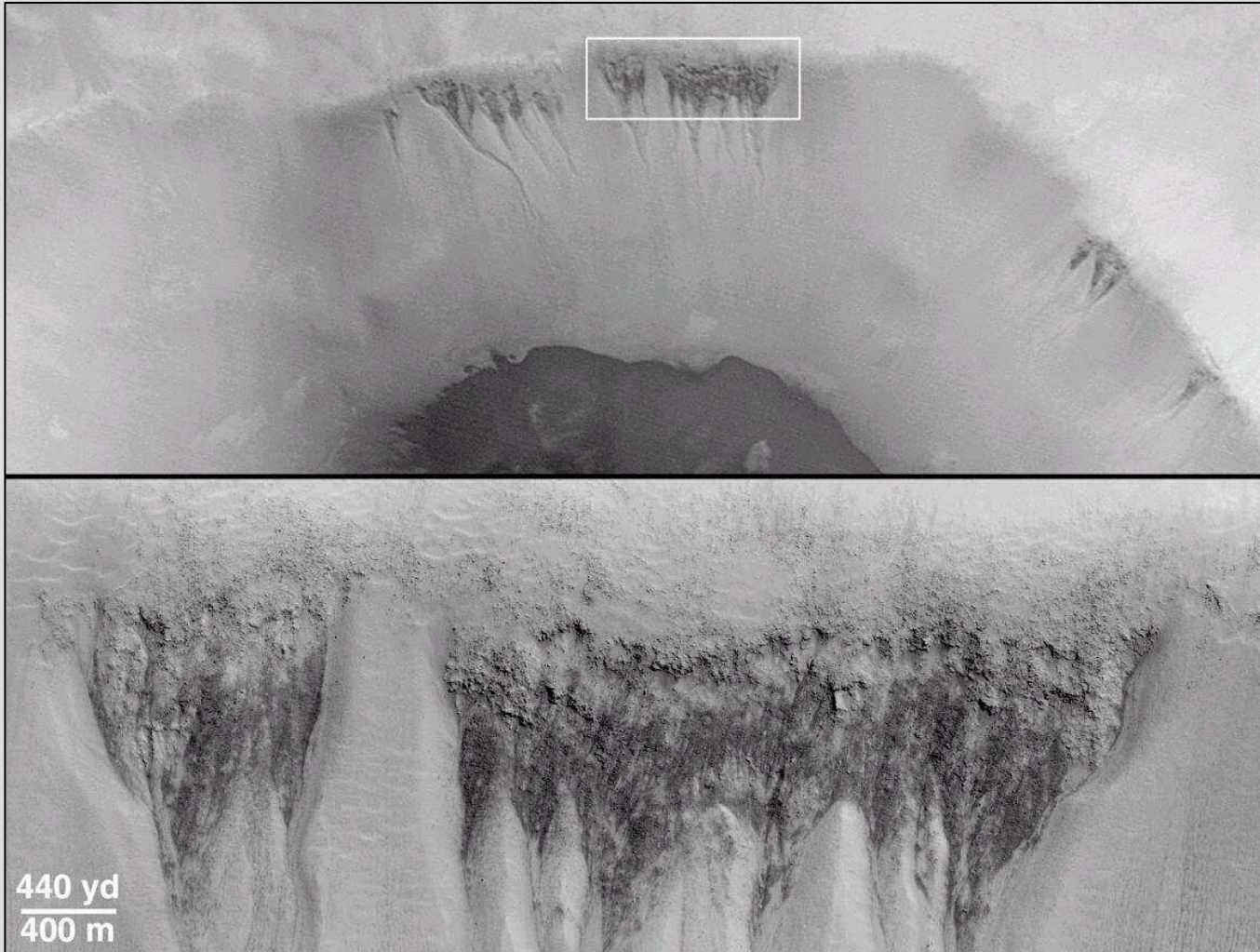
Cratera de *Newton*, MGS, 2000

Ravinas erodidas nas paredes de crateras e penhascos, observados pela primeira vez em 2000.





# *Noachis Terra*

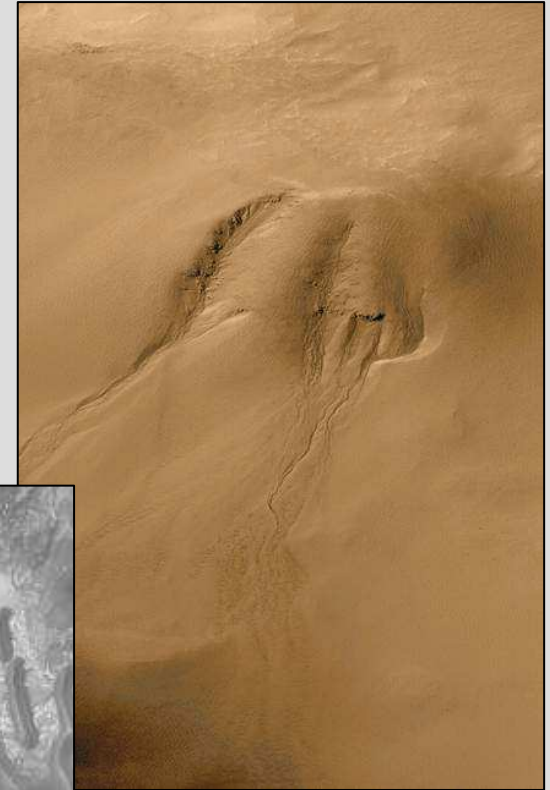
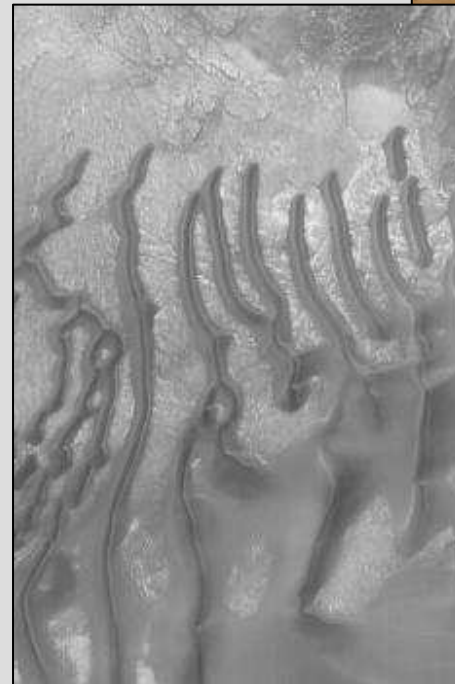


MGS

# Marcas de água?

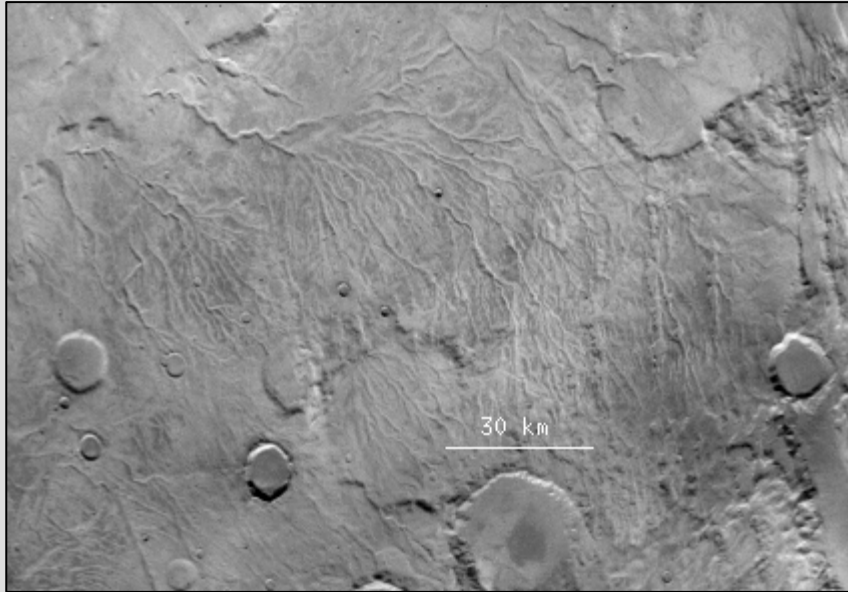
Estes canais que fazem lembrar cursos de água na Terra, indicando que a água ainda pode correr em Marte.

Constituem locais perfeitos para se procurar água em Marte.



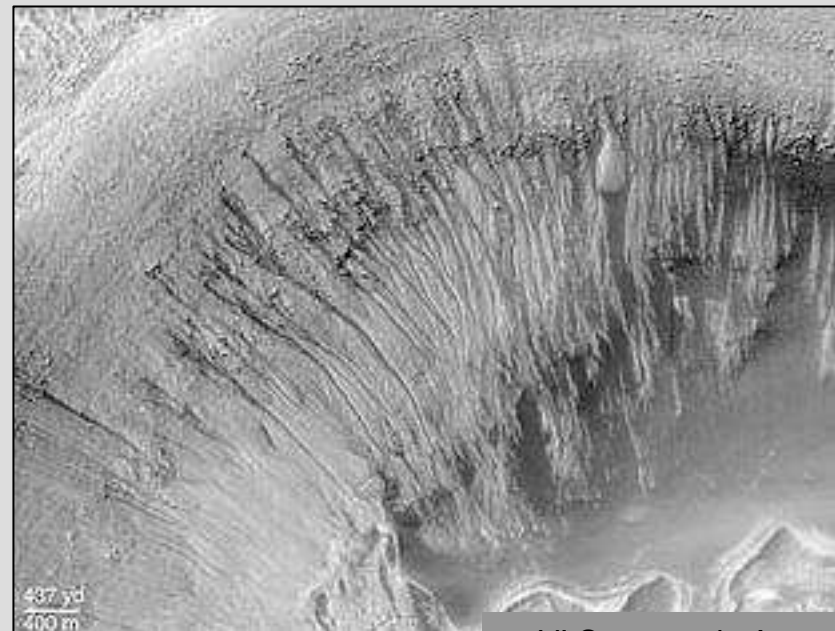
*Noachis Terra*

# Canais de Água?



*Newton Crater*

Variedades de formas e canais, características já naturais na paisagem marciana.



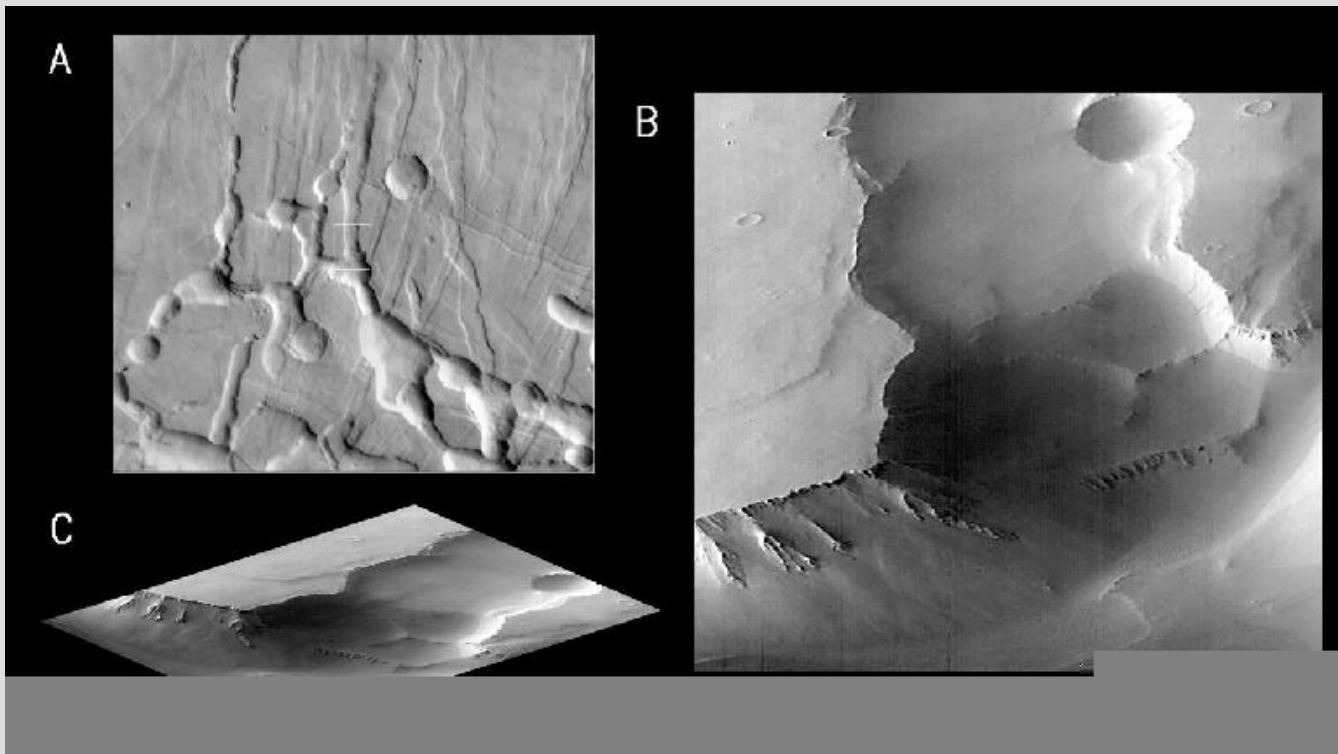
# *Nirgal Vallis*

Mais de 14 canais com extensão de 1 km.

Depósito de rochas detríticas que sugerem idade geológica recente.



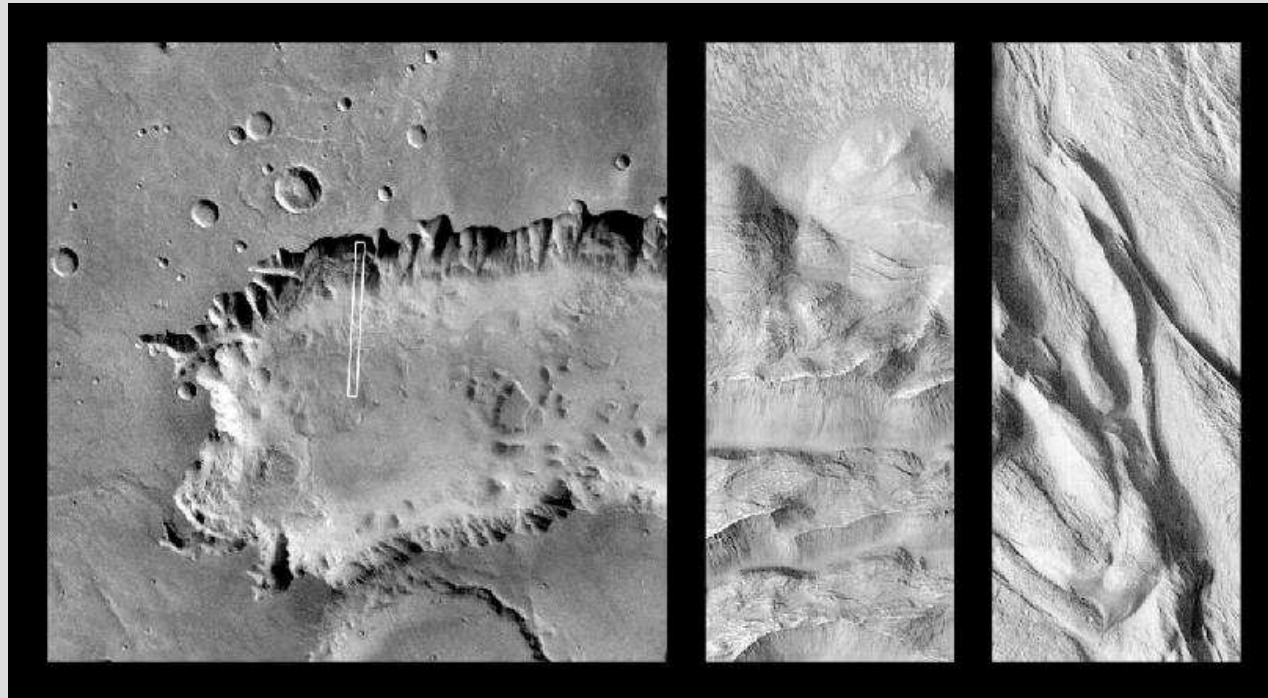
# *Labyrinthus Noctis*



Um desfiladeiro  
a oeste de  
Valles Marineris.

MGS, 1997

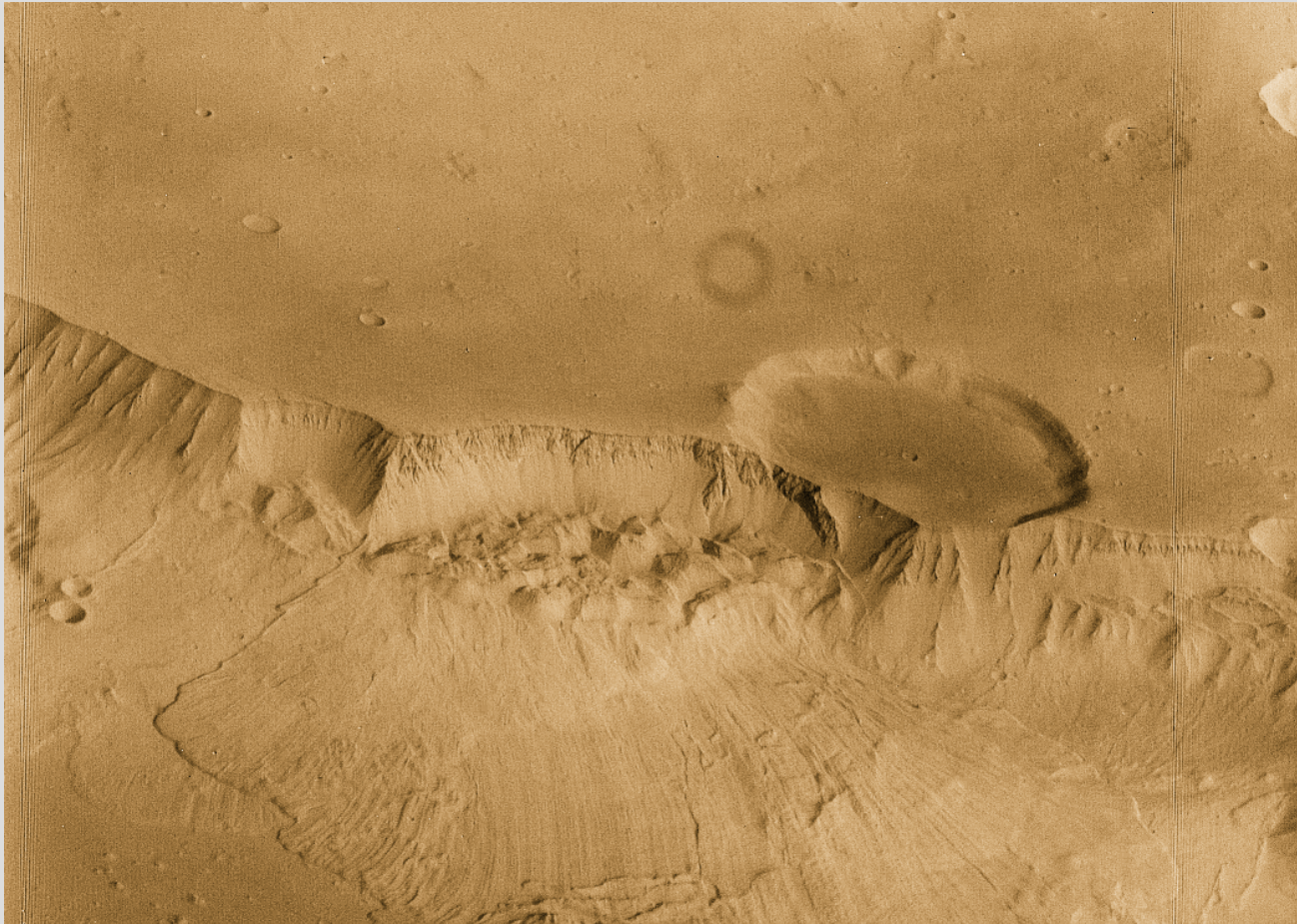
# *Ganges Chasma*



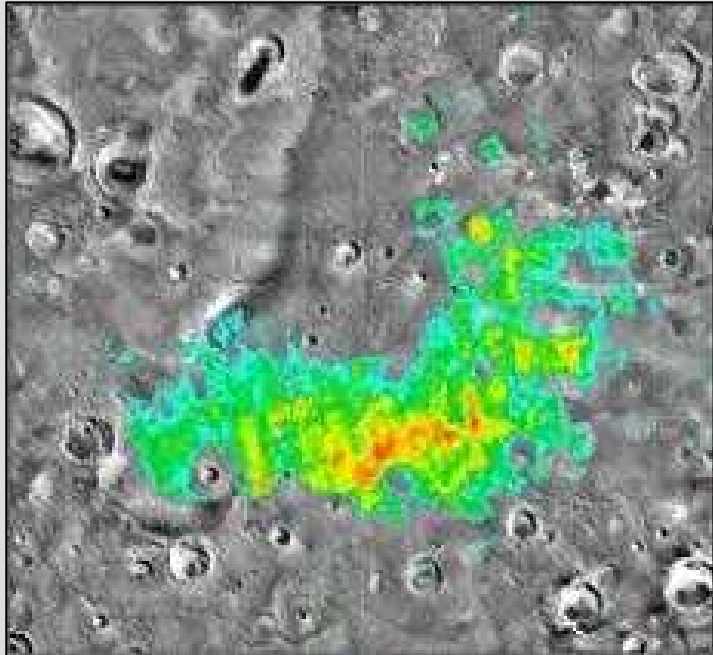
Pode ter sido formado por um colapso de material à superfície.

É uma região complexa de depósitos, onde são visíveis características geológicas específicas.

# Deslizamento de terras



# Minerais vs Água



MGS, 1998

Prova da existência de hematite na superfície de Marte, captada na região de Meridiani Planum.





## Principais conclusões:

-novas formas geológicas com fortes evidências de terem uma origem em linhas de água, depósitos de sedimentos transportados pela água;

-a grande maioria a latitudes próximas do pólo sul;

-água maioritariamente a Sul, deixou de correr a milhões de anos.

Imagem da Mars  
Express tirada em Abril  
de 2005



# 2001 Mars Odyssey (NASA, JPL)

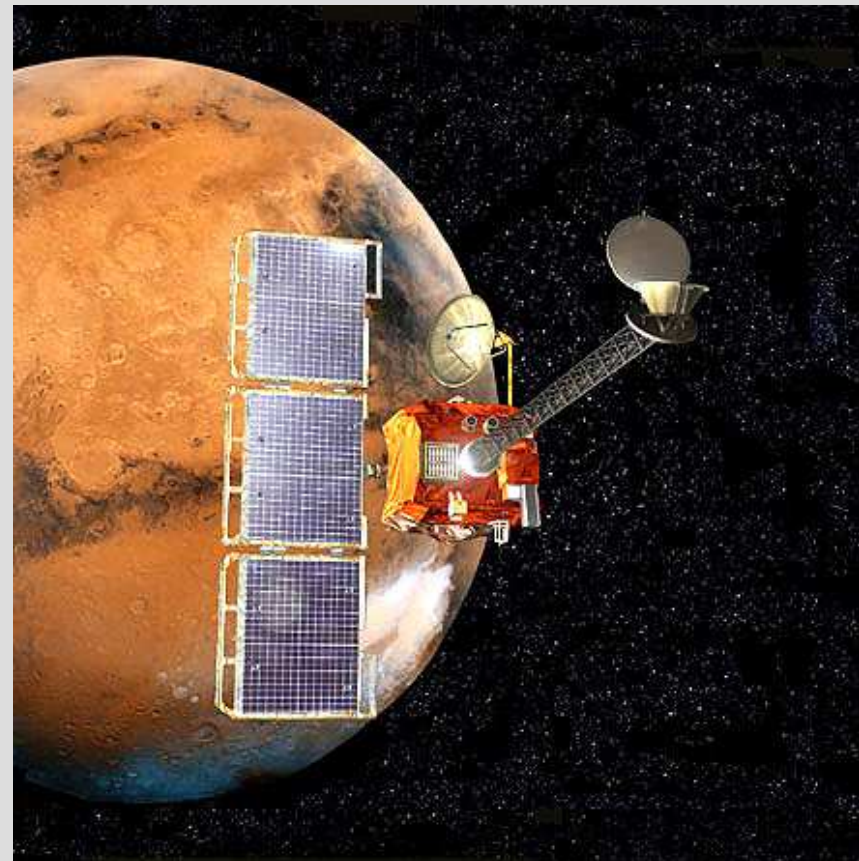
## Principais instrumentos:

- THEMIS** Sistema de Obtenção De Imagens de Emissão Térmica
- GRS** Espectrómetro de Raios Gama
- HEND** Detector de Neutrões de elevada Energia

## Missão:

- Levantamento global do clima;
- Possível existência de água no presente ou passado.

Fim da Missão – Agosto de 2004



Lançada a 7 de Abril de 2001

Entrou em órbita em Abril de 2002

## TES Resolution

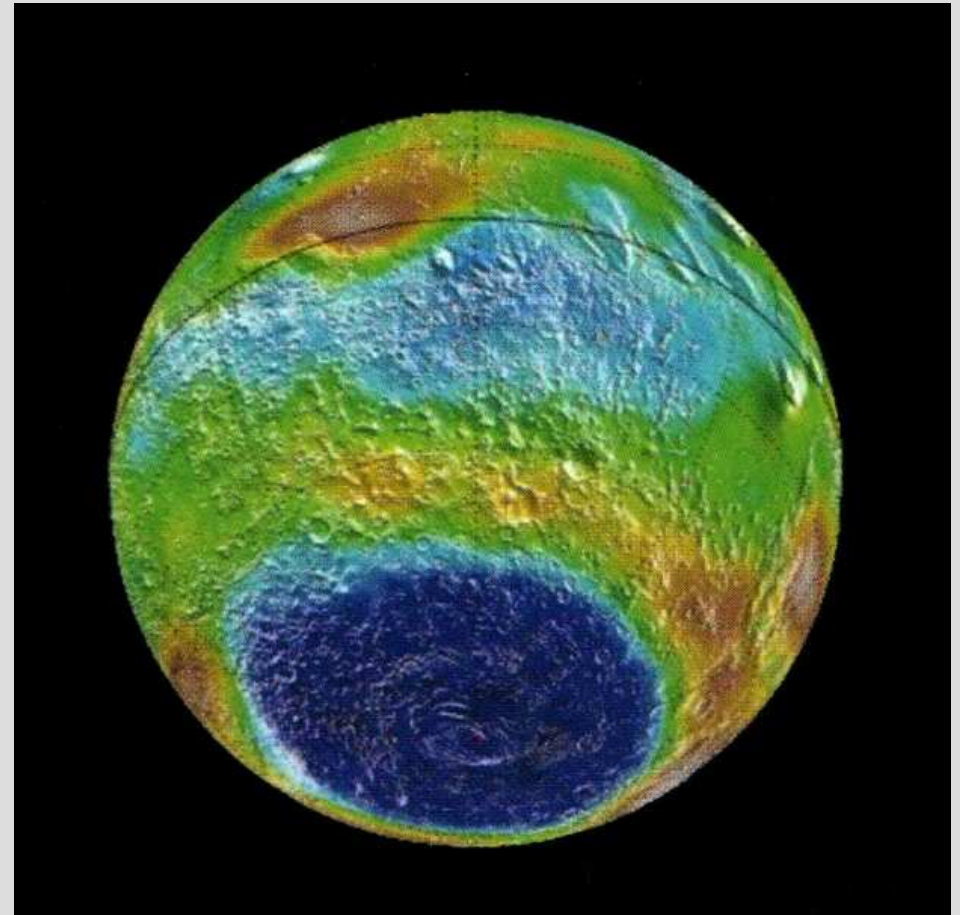
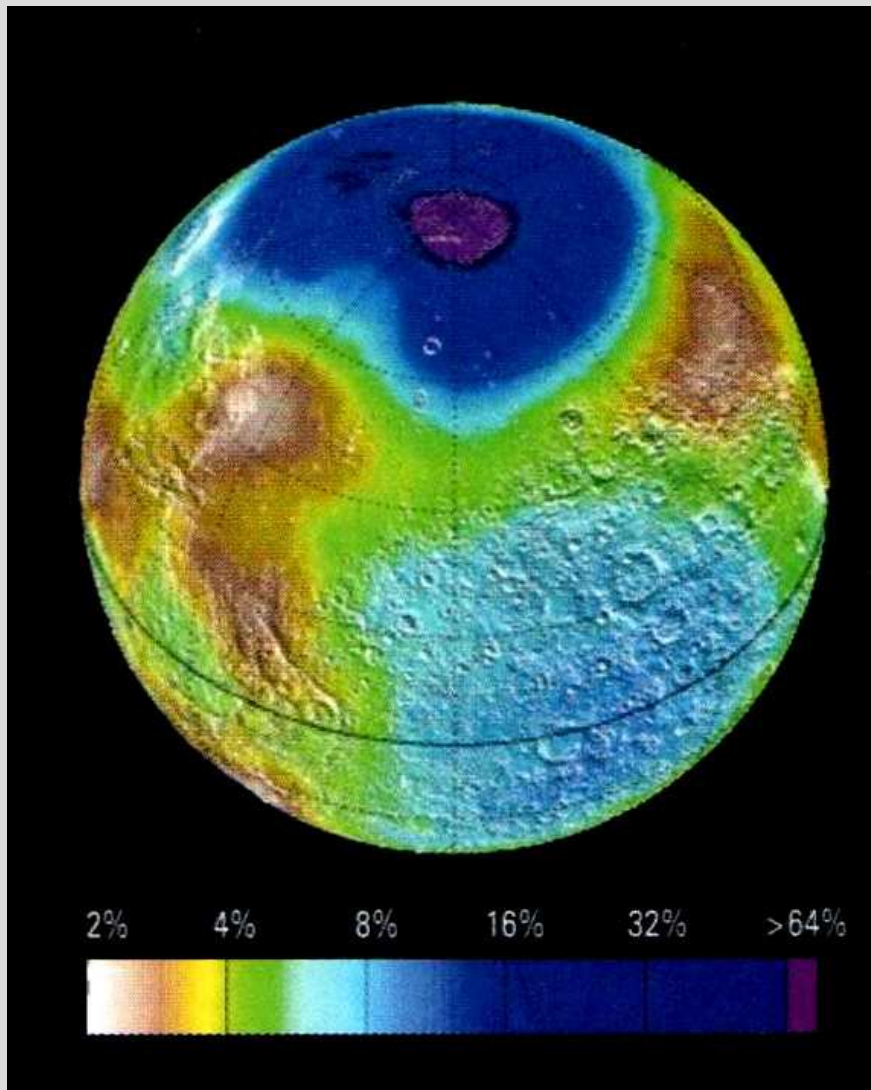


## THEMIS IR Resolution

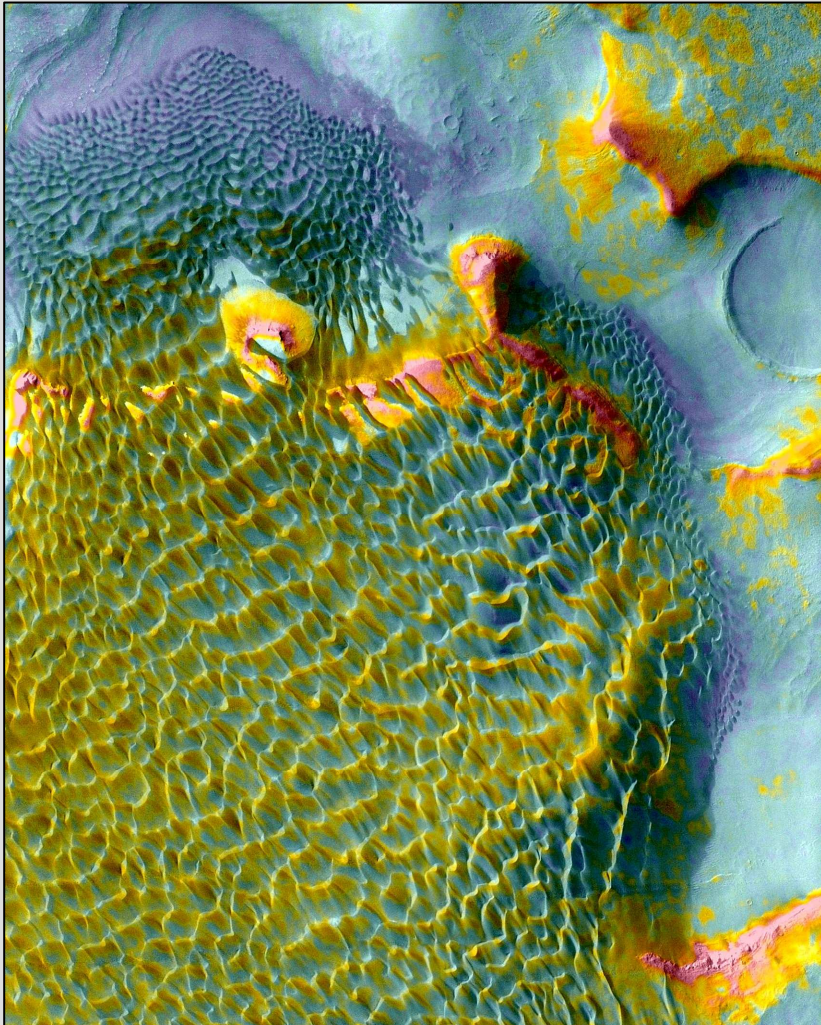


A capacidade de infravermelho do THEMIS vai aperfeiçoar significativamente os dados da TES da MGS.

# Água no Equador?



# Cratera *Rabe*

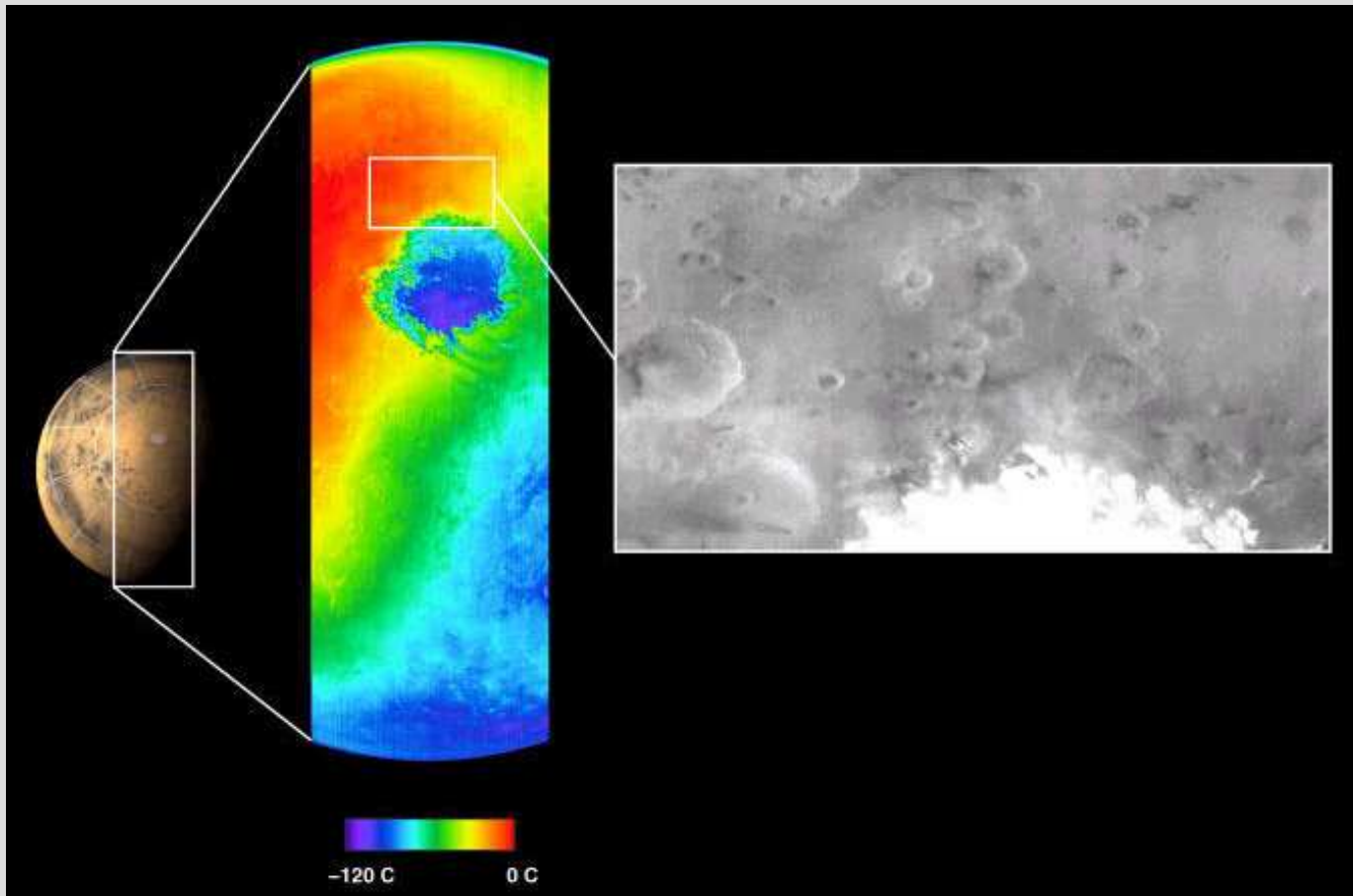


**Imagem THEMIS da Mars Odyssey**

Situa-se a meia distância entre o Equador e o Pólo Sul, na região de Rough-Hewn.

A imagem THEMIS permite distinguir áreas cobertas de materiais, tais como poeiras e areias, de zonas rochosas.

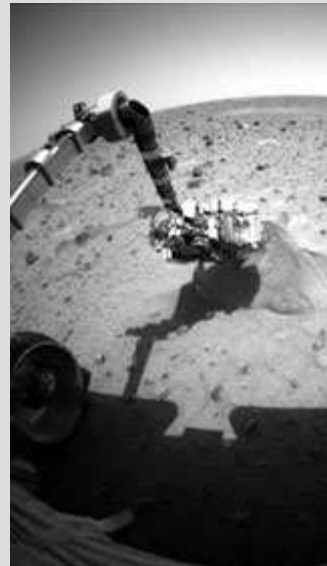
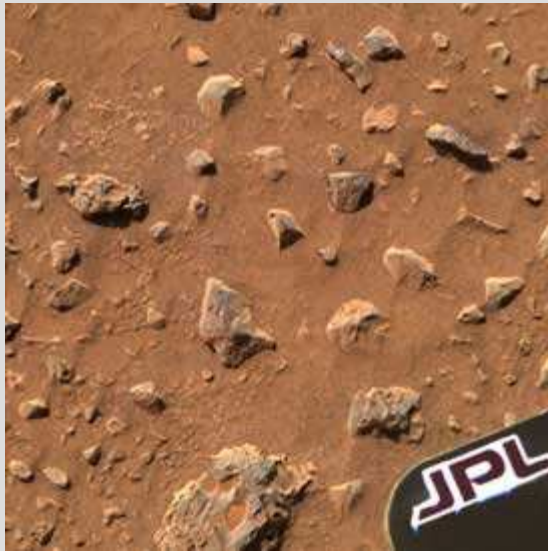
# THEMIS – 2001 Mars Odyssey



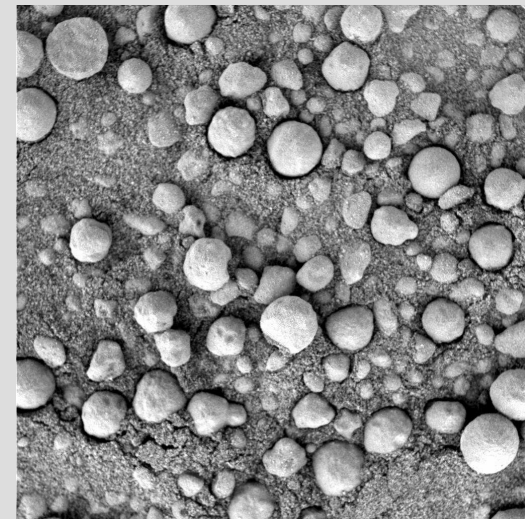
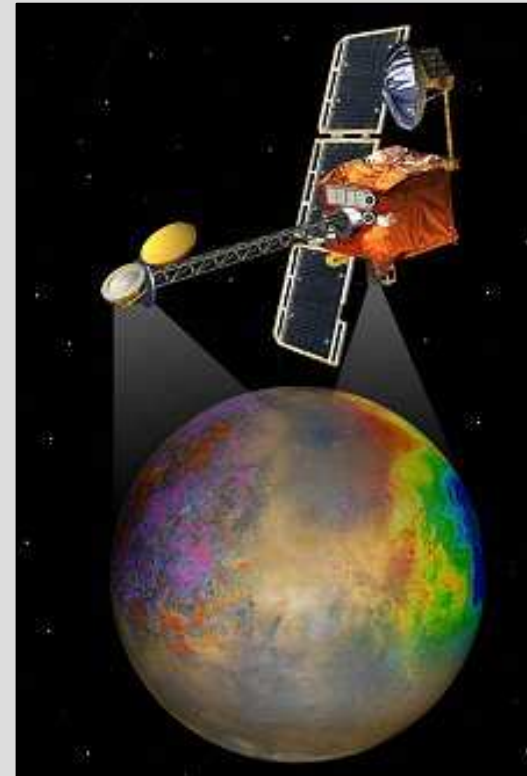
**Verão, 2002**

Permite interpretar o processo de formação dos sulcos de Marte

Para além de procurar gelo e água no subsolo, tem um papel importante no capítulo da procura de informação vital sobre os perigos potenciais de radiação para futuros exploradores humanos.



Spirit inspecciona a rocha Adirondack



Opportunity





## Constituição do solo marciano

**Principais elementos:**

**Silício**

**Ferro**

**Cloro e enxofre (em pequenas quantidades)**

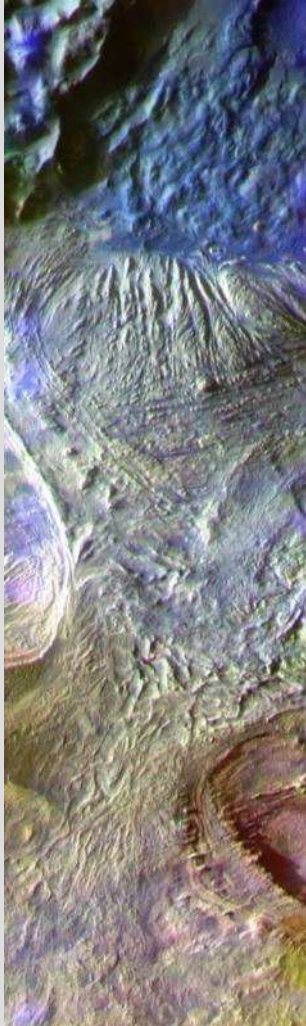
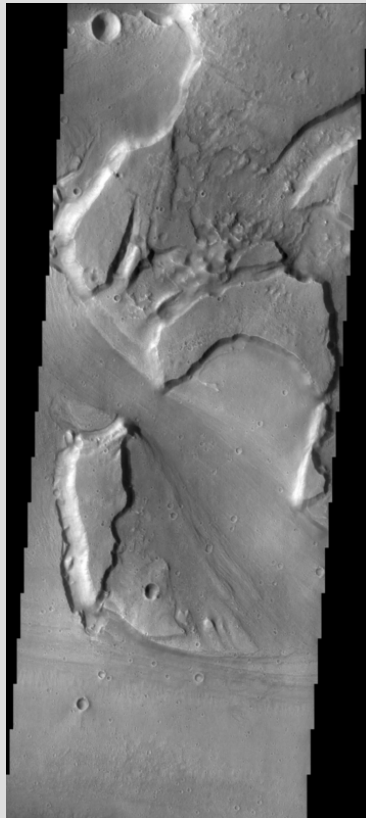
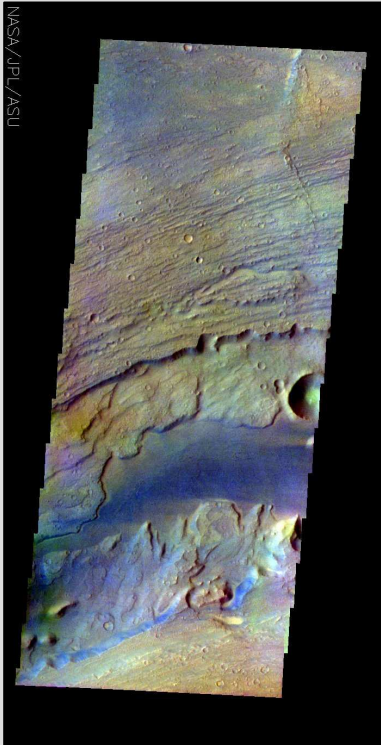


Imagem THEMIS da região de  
*Candor Chasma*

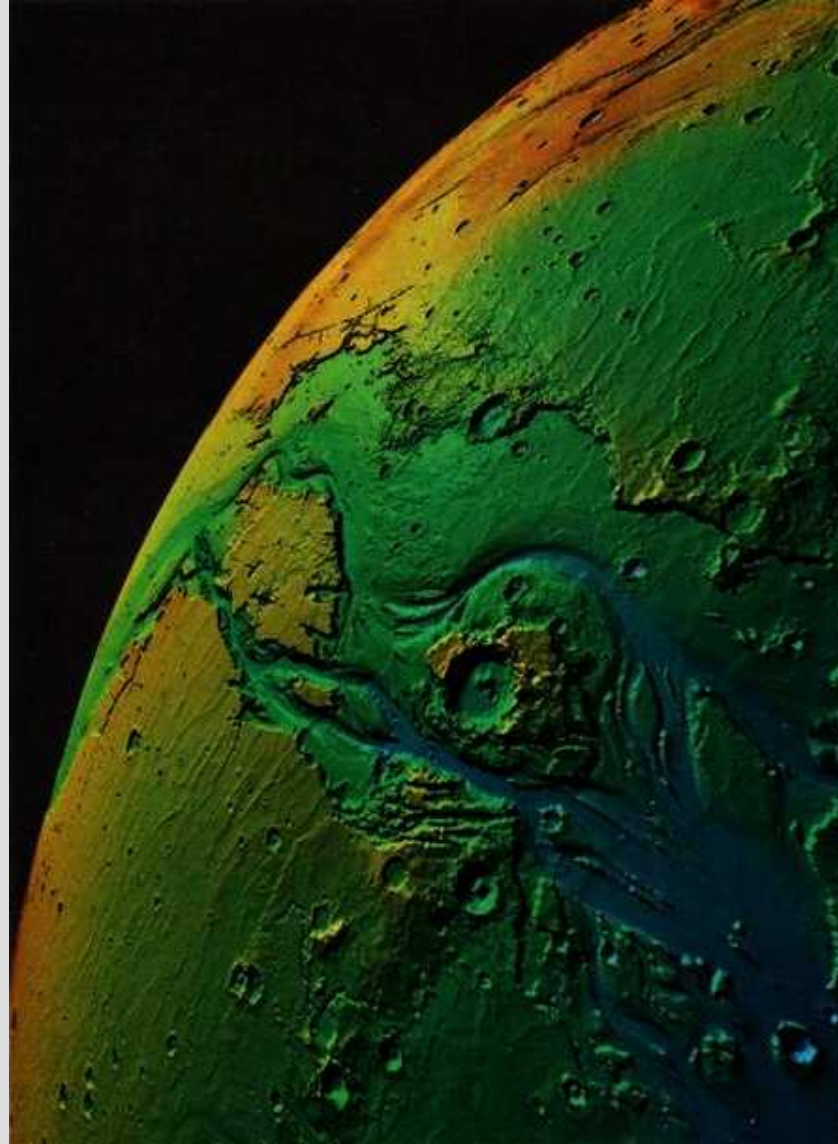


*Arsia Mons*

# *Kasei Valles*



# Dilúvios da Antiguidade



*Kasei Valles*

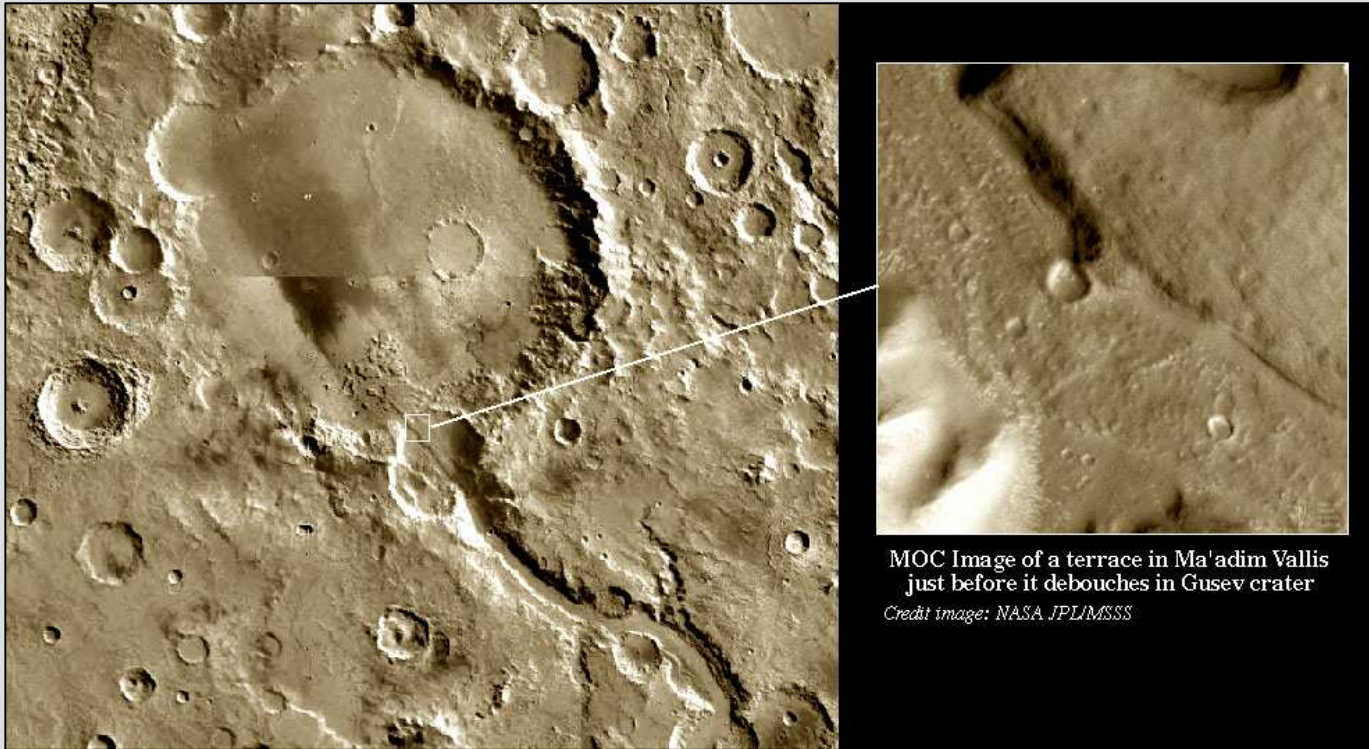
A abertura do enorme canal existente no Kasei Valles é atribuída à violência geológica na superfície de Marte.

Teorias apontam que:

- o catastrófico volume de água expelido poderia ter fluído durante escassas semanas ou meses.
- o gelo manteve as águas confinadas sob a superfície e, quando o gelo abriu (talvez devido à actividade vulcânica), a água irrompeu com violência.



# Dilúvios da Antiguidade



MOC Image of a terrace in Ma'adim Vallis  
just before it debouches in Gusev crater  
*Credit image: NASA JPL/MSSS*

*Ma'adim Vallis*

Visível porção de terreno plano, devido à acção de uma forte corrente num canal estreito.



## Principais conclusões:

- provas claras de que a água fluiu, ou ainda flúi, na superfície;
- Confirmação em 2003, por espectroscopia da presença de grandes quantidades de água no subsolo e distribuída por todo o planeta;
- existência de água na calote polar sul sob a neve carbónica.

# Mars Express, ESA

## Equipamento:

-MARSIS Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionospheric Sounding

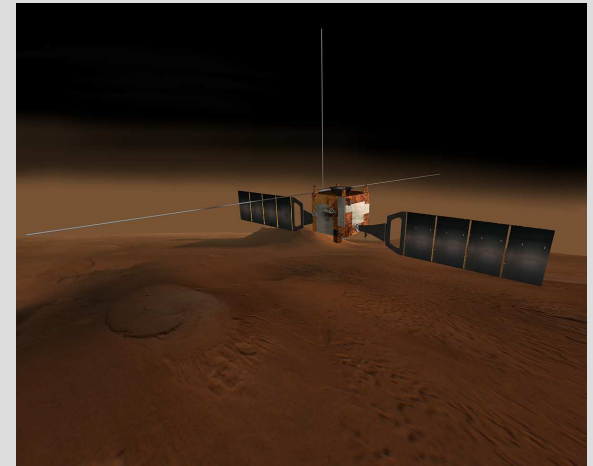
-HRSC High Resolution Stereo Camera

-OMEGA Visível and Infrared Mineralogical Mapping Spectrometer

-ASPERA Energetic Neutron Atoms Analyser

-PFS Planetary Fourier Spectrometer

-SPICAM Ultraviolet and Infrared Mars Atmospheric Spectrometer



**Lançada a 2 de Junho de 2003**

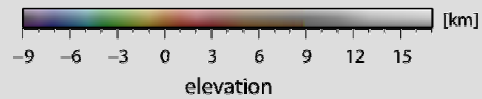
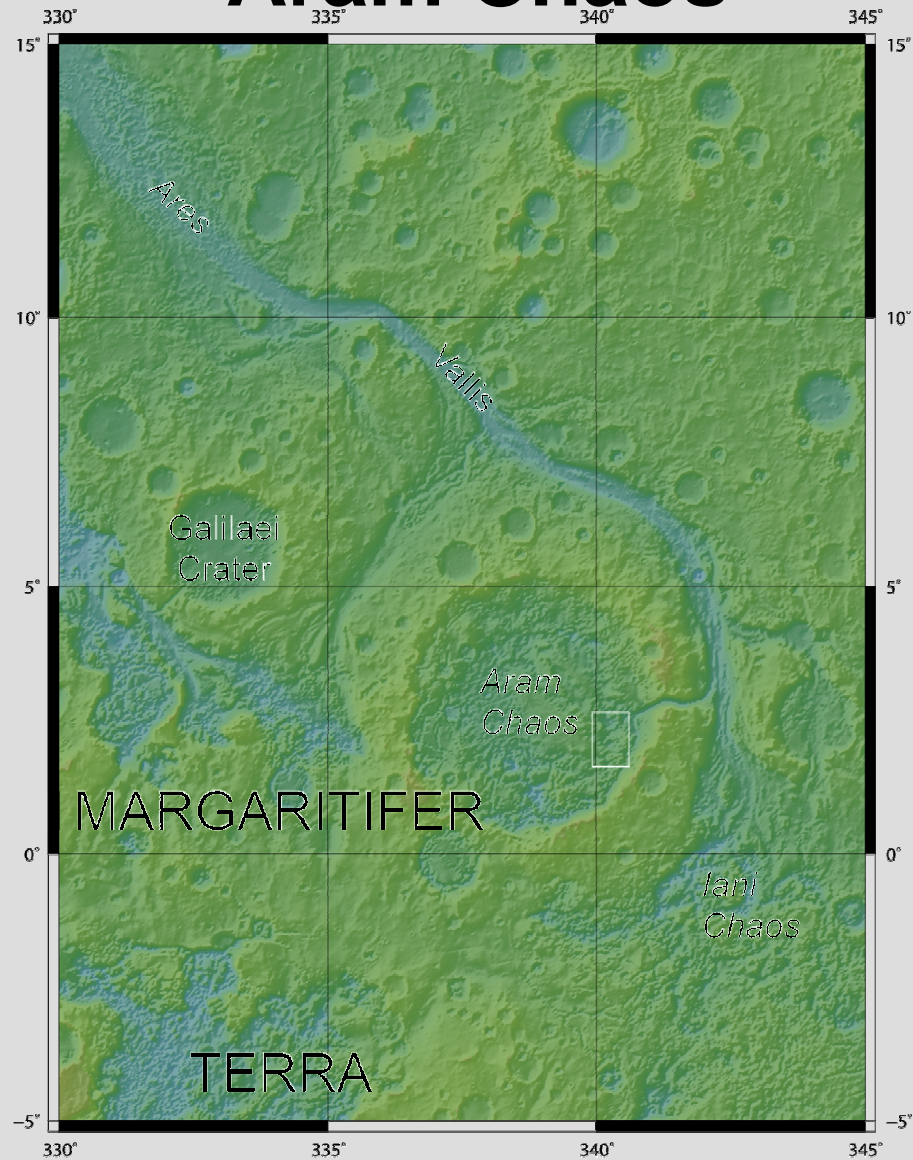
**Entrou em órbita a 25 de Dezembro de 2003**



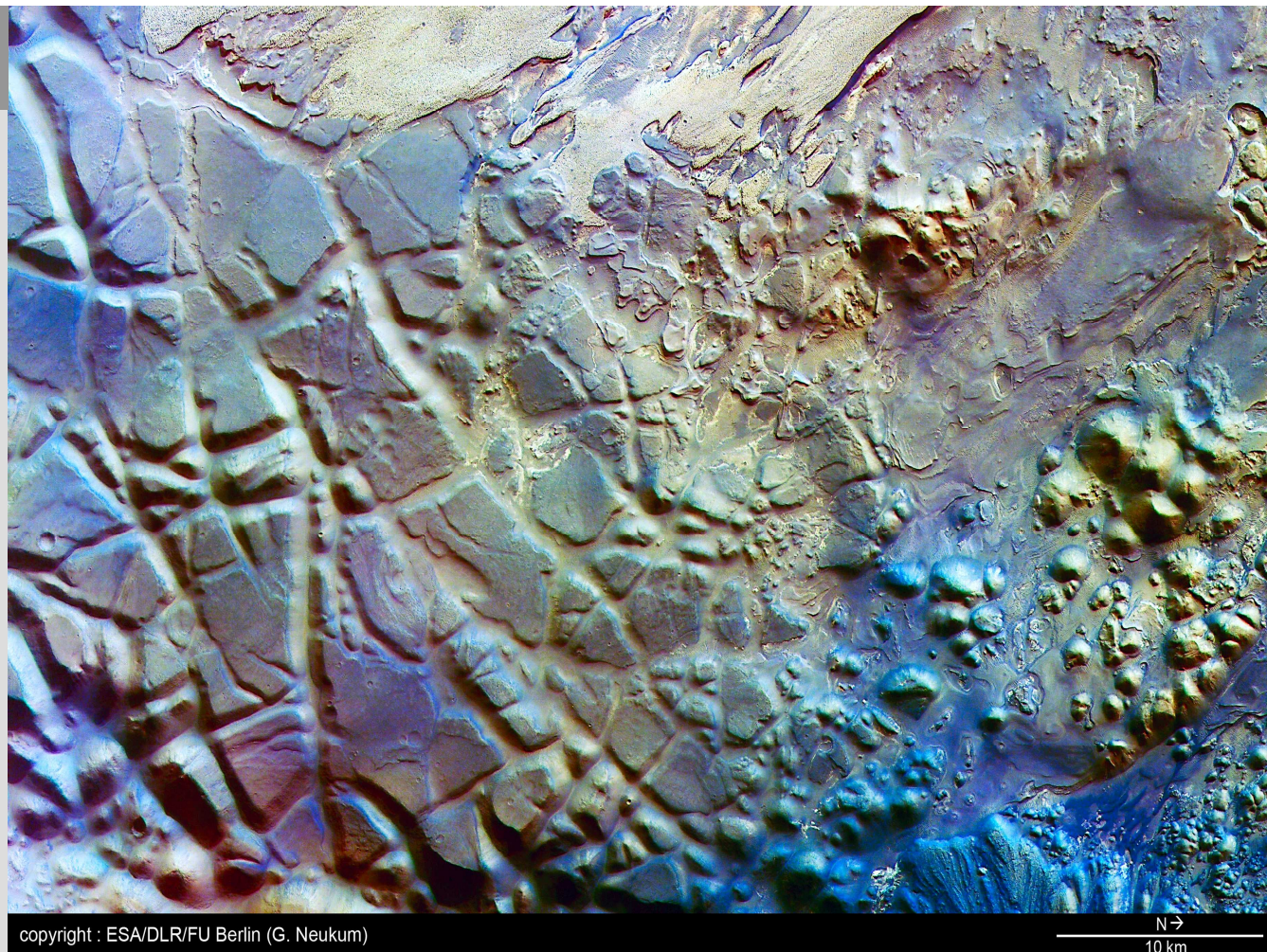
Soyuz



# Aram Chaos



# Aram Chaos



Estrutura de aproximadamente 280 km, quase circular, é uma extensão de terreno que compreende o que resta de um maciço rochoso, fica na região de *Margaritifer Terra*.

# *Aram Chaos*



copyright : ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

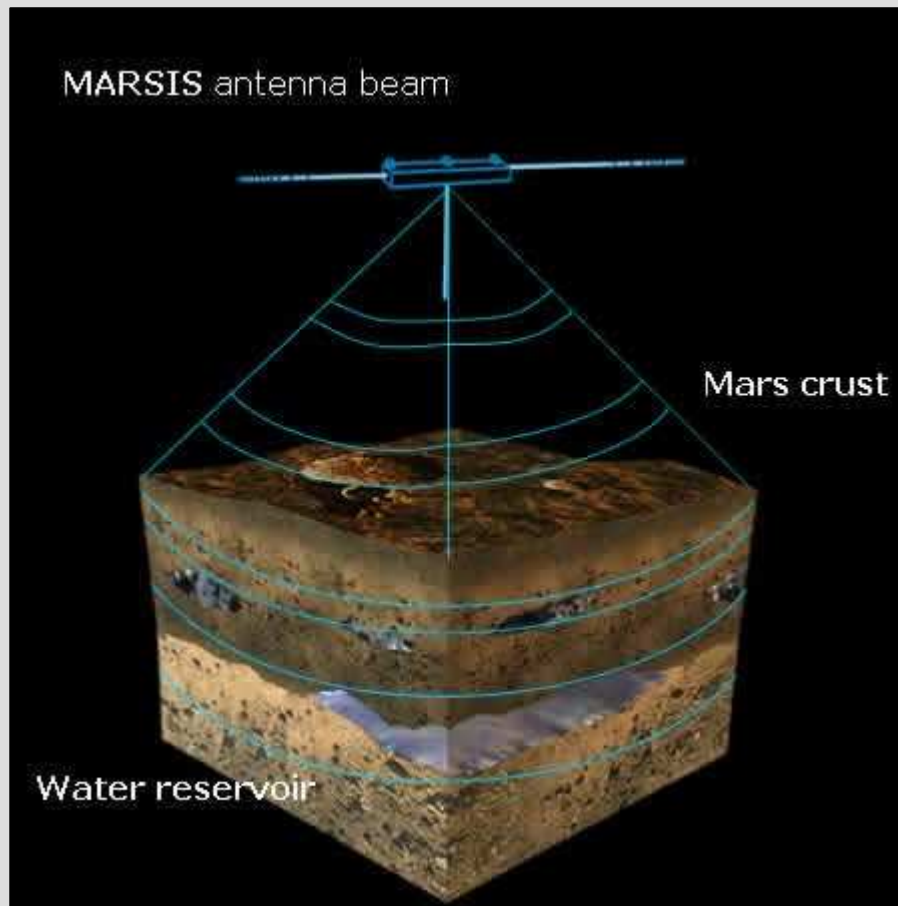
# Mar de gelo



Dimensões: 800x900 Km

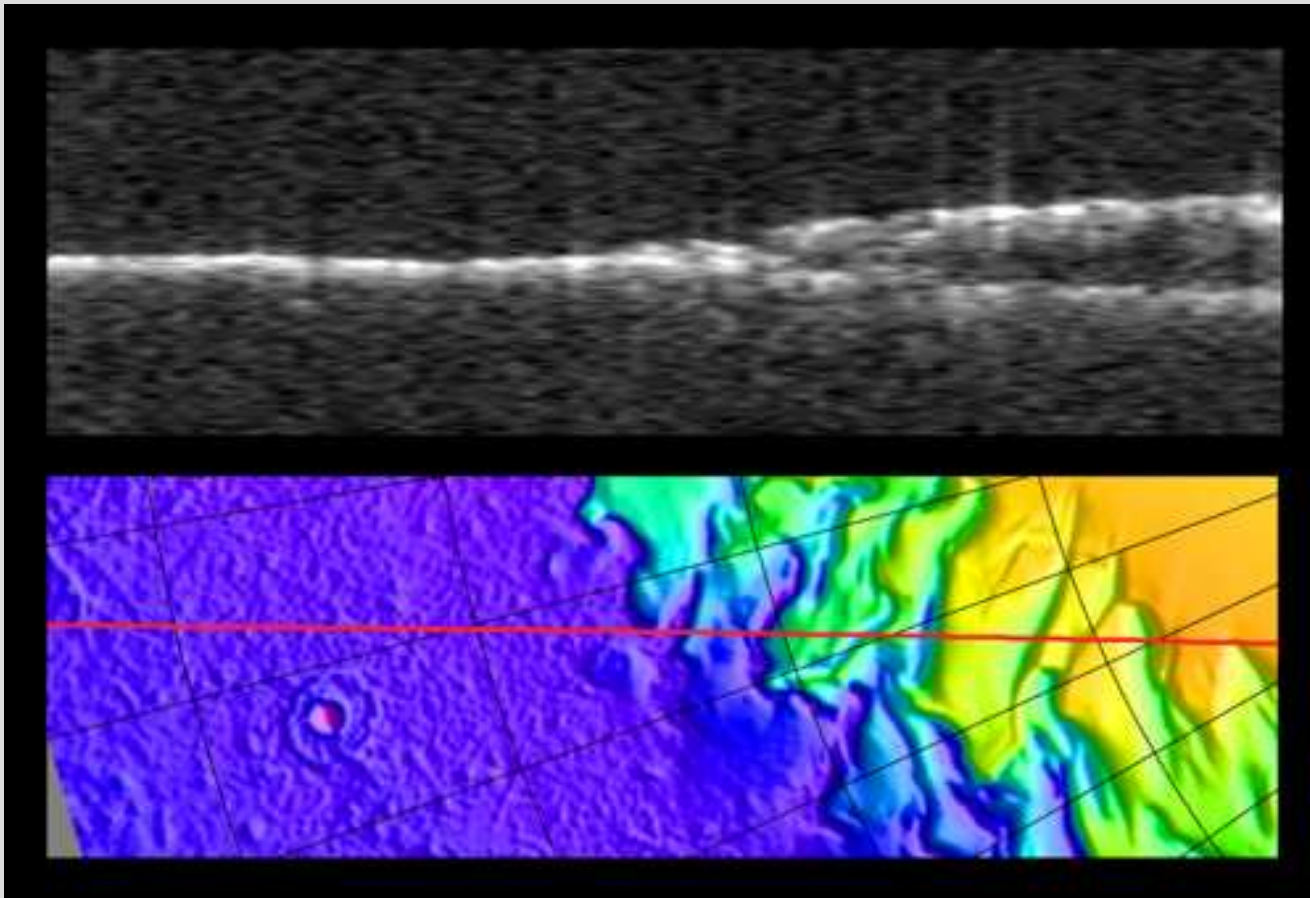
Profundidade: 45 m

O que poderá ser um mar de gelo na superfície de Marte, coberto de sedimentos vulcânicos formados entre os 2 e 5 milhões de anos, na Planície de Elysium.



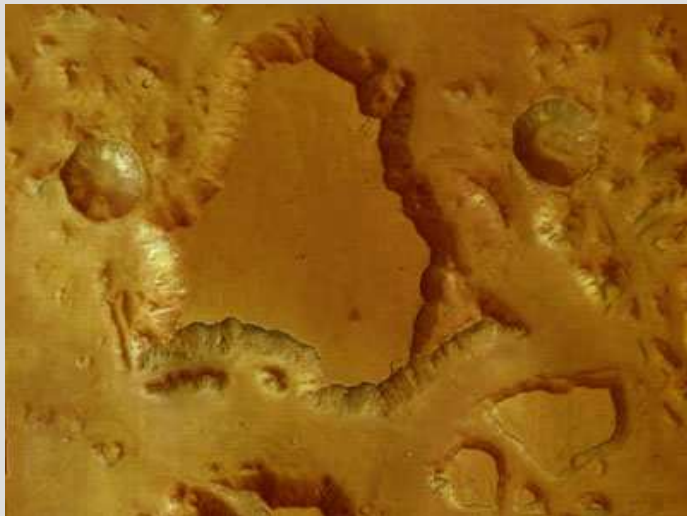
# Descoberta de Gelo no subsolo.

## MARSIS- Mars Express



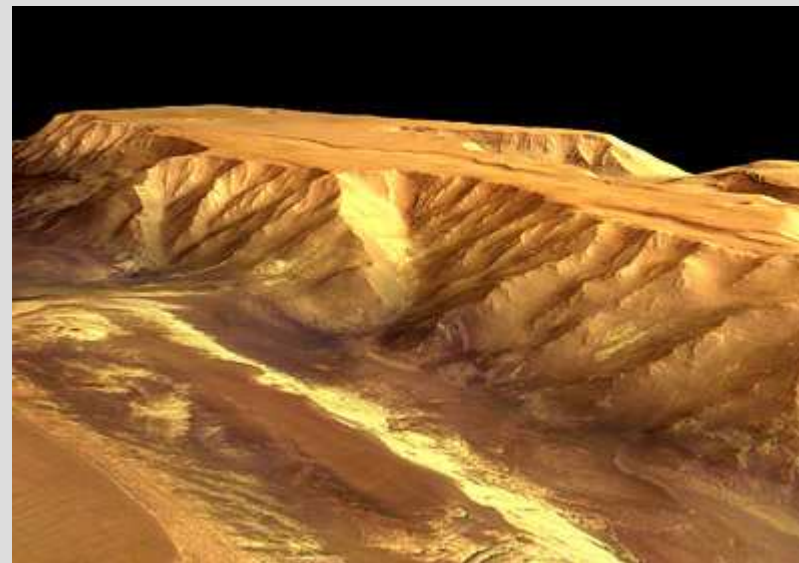
# Água no Pólo Sul à superfície

Provas de que a água existe no estado líquido, não coberta por gelo de gás carbônico.



HRSC - Mars Express

# *Candor Chasma* pela HRSC da Mars Express



22 de Dezembro de 2005



# Rios de lava em *Pavonis Mons*

*Pavonis Mons*, na região de *Tharsis Montes*, estes canais de lava atingem extensões máximas de 60 km.



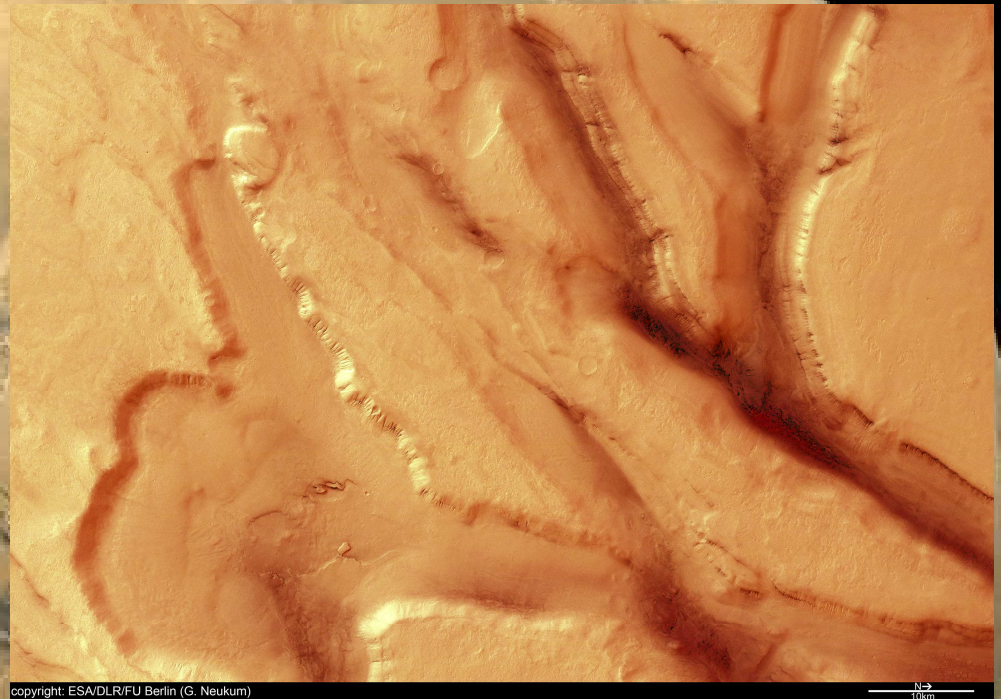
copyright: ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

N  
10km

# *Tempe Terra*

**Grabens** – Falhas tectónicas em *Tempe Terra*, região geologicamente complexa das terras altas Marcianas.

Extensões consideráveis, tendo comprimentos da ordem dos 5 a 10 km e profundidades que atingem os 1500 metros.



copyright: ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

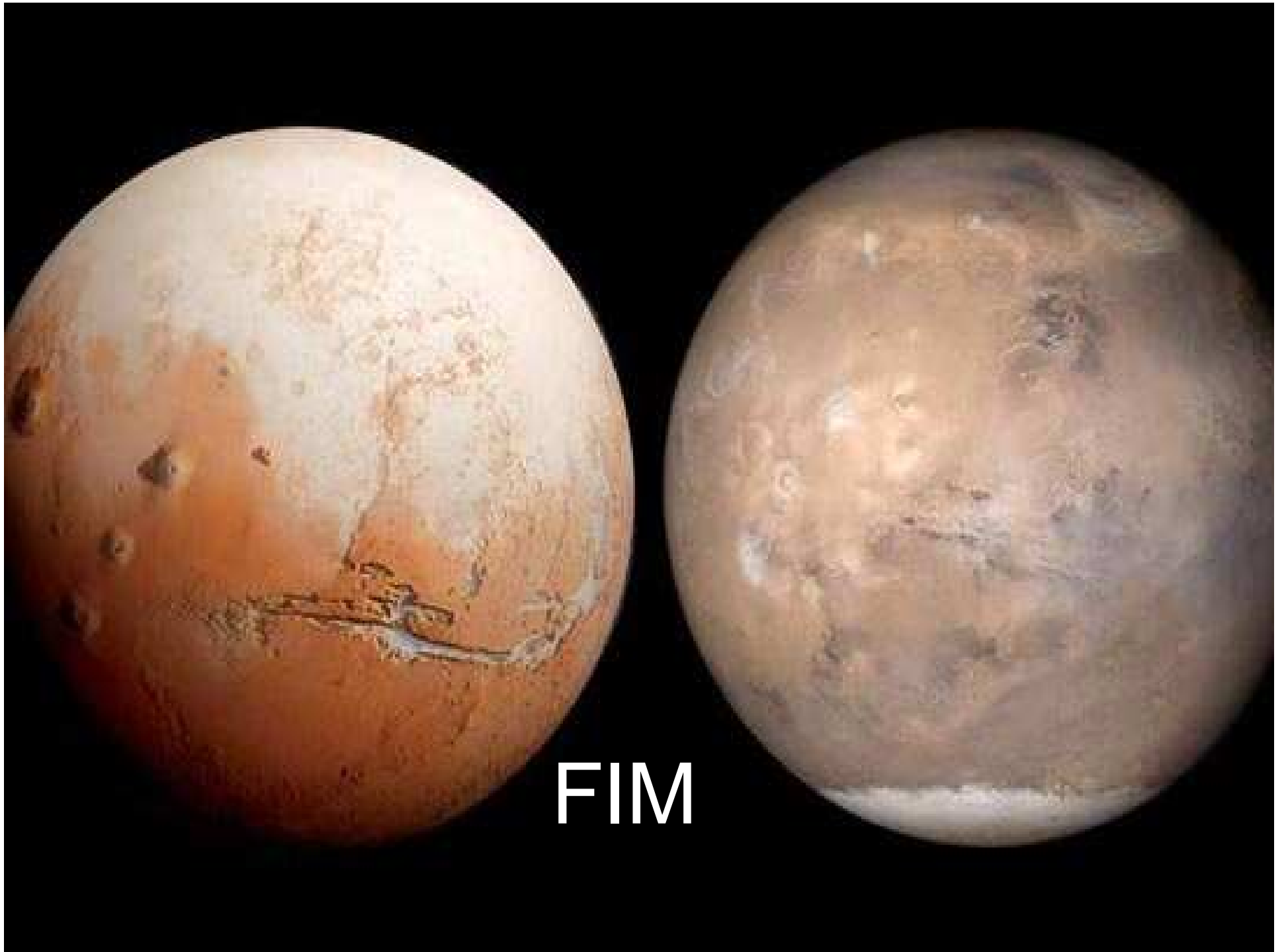
10km

Cratera de *Barabashov*



## Conclusões gerais das sondas MGS, Odyssey e Express:

- detectadas grandes quantidades de hidrogénio (ligado ao oxigénio, formando assim água) em latitudes elevadas – Mars Odyssey em 2002;
- água sob a forma de gelo na calote polar sul – Mars Express em 2004;
- metano na atmosfera, indicando actividade vulcânica recente ou, em alternativa, a presença de vida no subsolo – Mars Express em Março de 2004;
- antigo mar na zona de aterragem do Rover Opportunity, demonstrando que Marte foi, algures no passado, um planeta habitável – Mars Exploration Rovers em Março de 2004;
- um possível mar gelado na Planície de Elysium – Mars Express em Fevereiro de 2005.



FIM