

Exploração Espacial

Aula 3



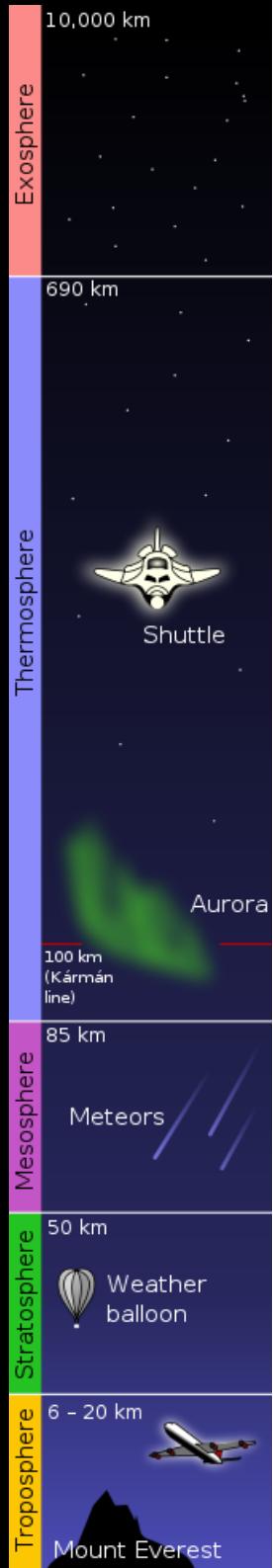
Silvia Lorenz-Martins

Exploração Espacial

- A exploração do espaço circunterrestre por técnicas astronáuticas costuma ser confundida com a atividade profissional astronômica.
- Apesar da distinção de áreas, muitos avanços na Astronomia foram diretamente possibilitados pela exploração espacial, notadamente na Planetologia e no uso de telescópios espaciais.
- Boa parte da exploração espacial ocorre na circunvizinhança da Terra, na sua termosfera.
Compare a distância com aquela entre a Terra e a Lua.



Perigee 363,300 km
Mean 384,400 km
Apogee 405,500 km

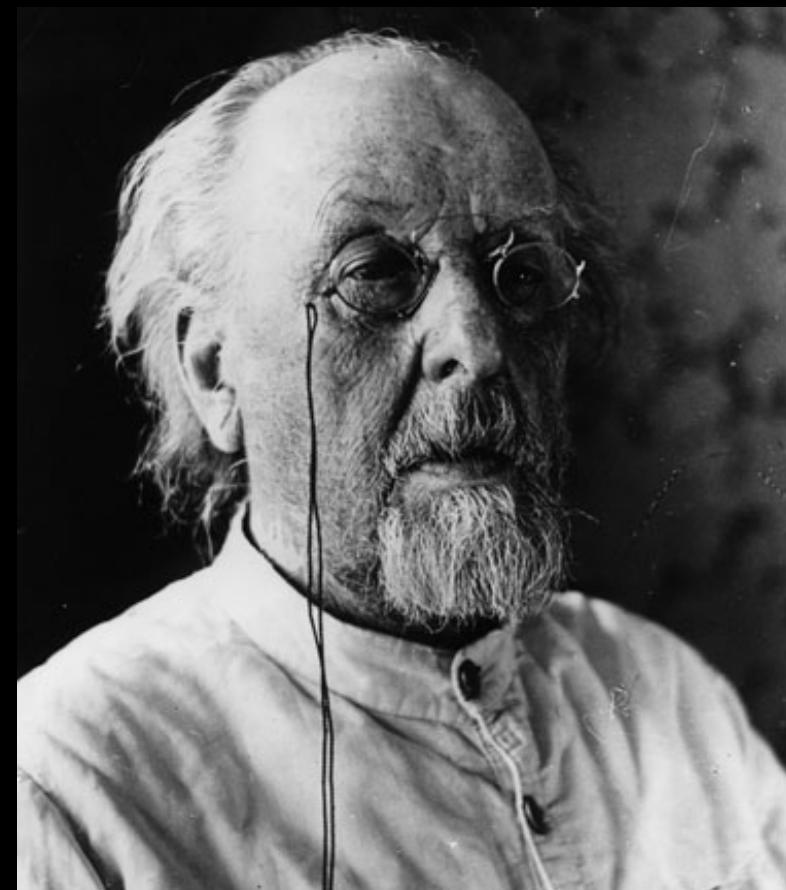


Tsiolkovsky

Pai da astronáutica

- Construiu o primeiro túnel de vento na Rússia em 1897
- Primeiro a afirmar que para os humanos sobreviverem no espaço, precisariam levar consigo suprimentos de oxigênio em um tubo pressurizado
- Calculou a velocidade e quantidade de combustível necessário a um foguete para escapar do campo gravitacional da Terra
- Propôs o uso de propelentes líquidos contidos dentro do próprio foguete, para lidar com a ausência de O₂ no espaço.

Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935)

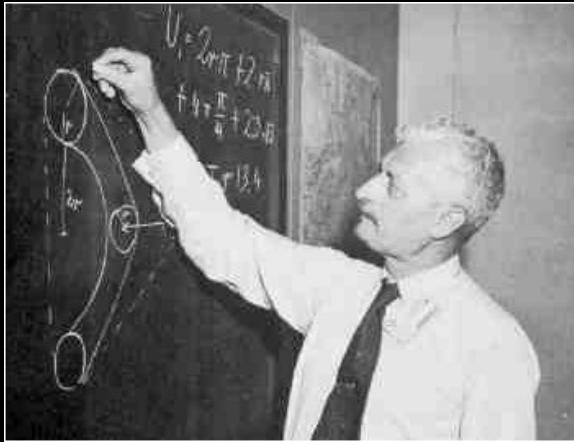


Goddard

O fogueteiro americano

- Goddard descobriu que os foguetes operariam com maior eficiência no vácuo do espaço do que no ar.
- Trabalhou na construção de foguetes com vários estágios, sistemas de ignição e combustíveis, controle de guiagem e recuperação com paraquedas.
- Lançou o primeiro foguete com propelente líquido (O_2 líquido e gasolina) em 1926.
- Foi o primeiro a propor o uso de foguetes para chegar à Lua no seu livro *“Method of Reaching Extreme altitudes”*





Os alemães



Hermann Oberth: foguetes, teoria; efeitos do voo espacial ; popularizou o conceito do voo espacial; jipes lunares e estações espaciais.

- Inspirou a formação da VfR (Sociedade para a Viagem Espaçonaval) em 1927.

Wernher von Braun (cientista de Hitler): chefe do Centro Alemão de Desenvolvimento de Foguetes, que criou diversos mísseis balísticos, até chegar à mortal **V-2** (Vingança 2), em 1942

- Rendeu-se aos Aliados (1945) migrou para os EUA, onde seguiu trabalhando com mísseis e foguetes..

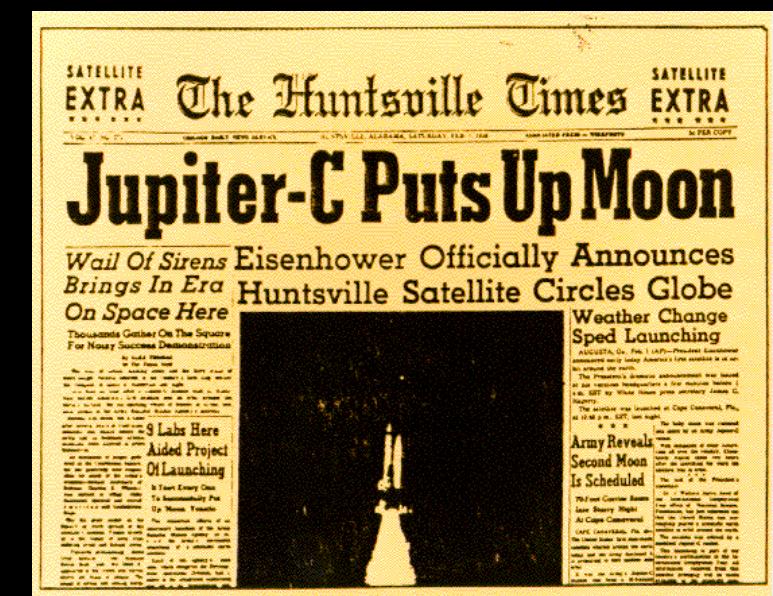
Wernher von Braun

O cientista de Hitler

V2

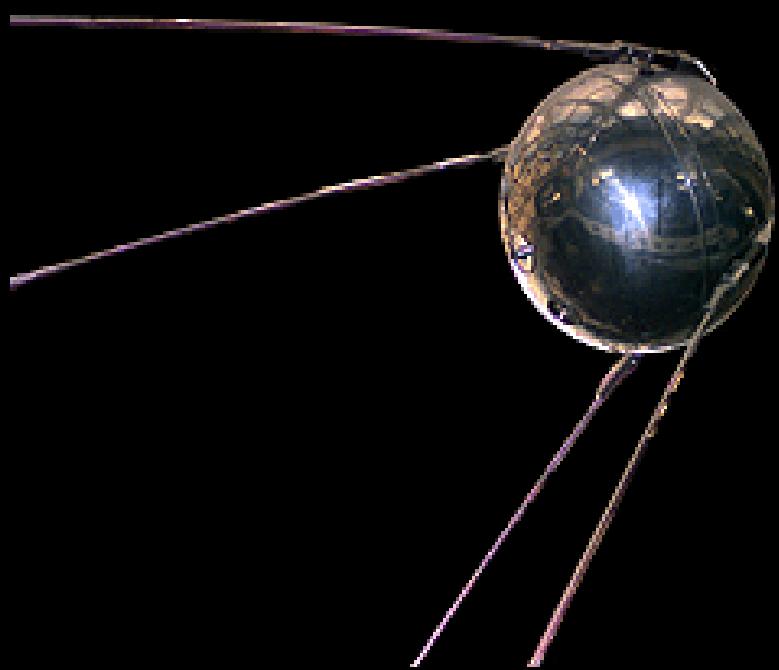


- Nos EUA, von Braun desenvolveu, entre outros, o Jupiter-C, capaz de colocar um satélite em órbita e o foguete Saturn V, que levou os astronautas americanos à Lua.



Sputnik 1, o primeiro satélite

- Em 4-10-1957, dia do centésimo aniversário de nascimento de Tsiolkovsky
 - primeiro satélite artificial da Terra: o Sputnik 1.
- Isso causou um pânico enorme nos EUA.
 - A população temia que os soviéticos dominariam o planeta a partir do espaço.



Sputnik 2

Laika, primeiro ser vivo lançado ao espaço

- Poucos meses após o lançamento do Sputnik 1, os soviéticos lançaram o Sputnik 2 + Laika
- 2002 - russos admitem que ela morreu antes de chegar ao espaço



A corrida espacial

- **Guerra fria => corrida espacial**
- Vendo o período em perspectiva histórica, é provável que a ideia de corrida só tenha existido no mundo ocidental (leia-se: EUA), dado que os EUA saíram atrasados nessa “corrida” e, de fato, estabeleceram qual era a meta a vencer: a Lua
- Para a União Soviética, não devia haver uma corrida propriamente dita, pois seu programa nunca deu prioridade à conquista da Lua, mas sim composição de estações espaciais e exploração não tripulada

Formação da NASA (1958)

- Primeiro diretor: Werner von Braun
- Atividade fim: organização e direção do programa espacial dos EUA
- Atuação ampliada: mapear asteroides e cometas potencialmente perigosos
- Suas primeiras missões:
 - levar seres humanos ao espaço,
 - estudar o efeito da exposição ao ambiente de gravidade baixa e
 - garantir a segurança dos astronautas.

1961: primeiro homem orbita a Terra

- Vostok I : Yuri Gagarin: 12 de Abril, orbita a Terra (108 min)
- Vostok VI : Valentina Tereshkova: 16 de Junho de 1963 (3 dias)



O desafio de Kennedy

- 21 de maio de 1961: J. Kennedy conclama os EUA a serem a primeira nação a pousar astronautas na Lua e trazê-los de lá.
- Desde o começo, o único objetivo dos americanos nessa corrida era a Lua.



A estratégia americana

- O programa Apollo inicialmente seria apenas para vôos orbitais circunterrestres; após o desafio de Kennedy, um novo plano foi considerado:
- **Mercury:**
 - Estudar as capacidades humanas para o voo espacial.
- **Gemini:**
 - Estudar efeitos de longa exposição ao espaço
 - Desenvolver a navegação espacial – atracamento, manobras espaciais, naves com 2 tripulantes.
- **Apollo:**
 - Pouso na Lua e manobras com o orbitador
 - Naves com 3 tripulantes

Projeto Mercury



- A nave Mercury : um astronauta e manobras na órbita terrestre.
- Foguetes: Little Joe e Mercury-Redstone, e a seguir o Atlas, o mesmo que seria usado no Projeto Gemini.
- Maio/1961 - Alan Shepard - primeiro estadunidense no espaço em voo suborbital de 15 minutos usando um foguete Redstone;

Projeto Gemini



- Pesquisas sobre o comportamento dos tripulantes
- Manobras de acoplamento
- Atividade extraveicular
- Gemini 12
- 11 de Novembro de 1966 - 15 de Novembro de 1966
- Tripulação : James Lovell e Buzz Aldrin
- Tempo e Voo : 3 dias , 2 horas , 34 minutos e 31 segundos
- Número de órbitas : 59
- Último voo do Projeto Gemini; Aldrin executa uma atividade extraveicular de 5 horas

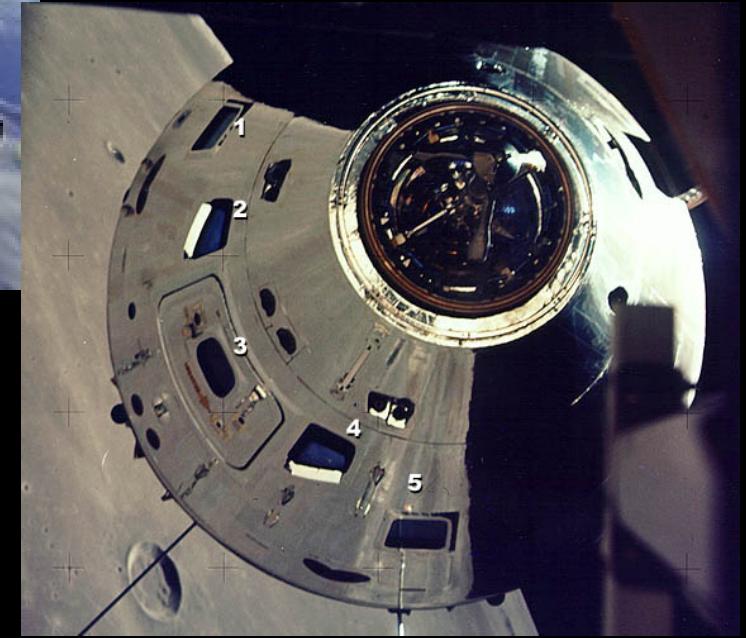
A estratégia americana



Mercury



Gemini



Apollo



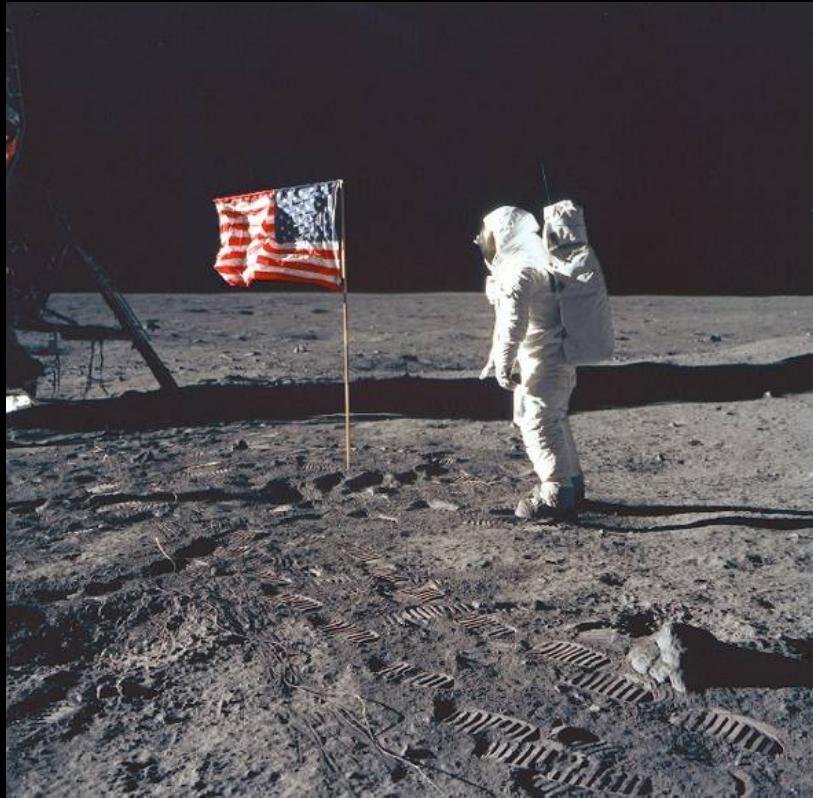
Missões Apollo

1961 e 1972

- Estabelecer a tecnologia para viabilizar os interesses dos EUA no espaço;
- Obter proeminência no espaço para os Estados Unidos;
- Desenvolver um programa de exploração científica da Lua;
- Desenvolver as capacidades do homem para trabalhar no ambiente lunar

Apollo 11

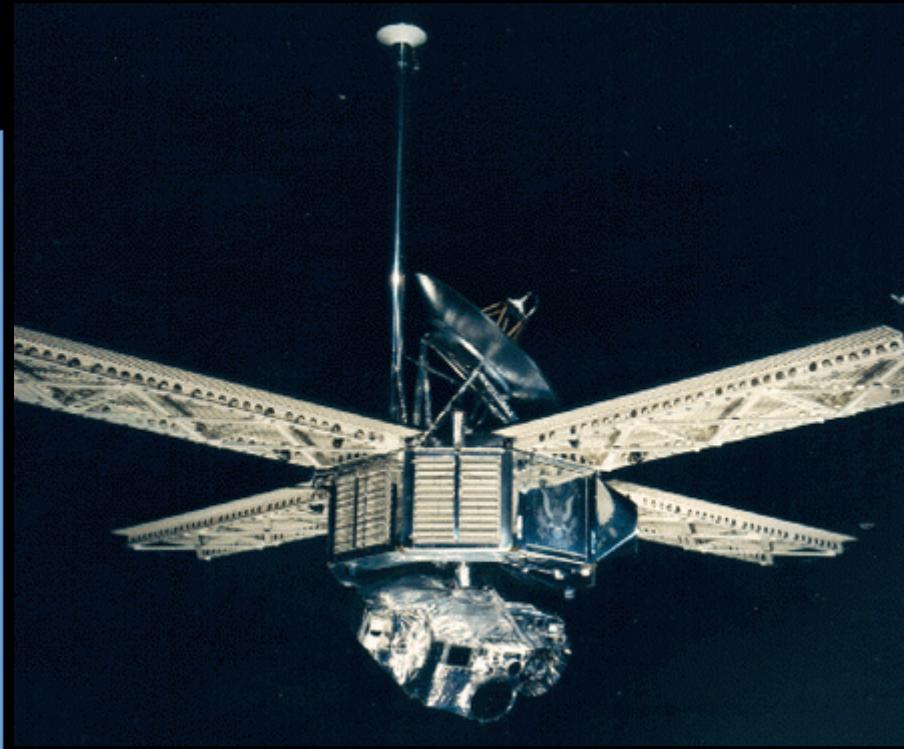
1969 - Conquista da Lua



20 de julho de 1969, os EUA finalmente atingiram seu objetivo e conseguiram pousar na Lua.

O papel das sondas

- Década de 60 → missões destinava-se à Lua (série **Luna** da URSS, séries **Surveyor** e **Lunar Orbiter** dos EUA).
- Década de 60 → exploração do Sistema Solar interno, com as Veneras soviéticas e diversas Mariners e Pioneers americanas.



Mariner 6

Venera – 1961/1984

- Venera = Venus (russo)
- Venera 4: Primeira missão a entrar na atmosfera de outro planeta
- Venera 7: pousar em outro planeta
- Venera 9: imagens sup. de outro planeta
- Venera 15 e 16: mapeamento alta resolução, da superfície de outro planeta, por radar

- Venera 9



ВЕНЕРА-9 22.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976

ВЕНЕРА-10 25.10.1975

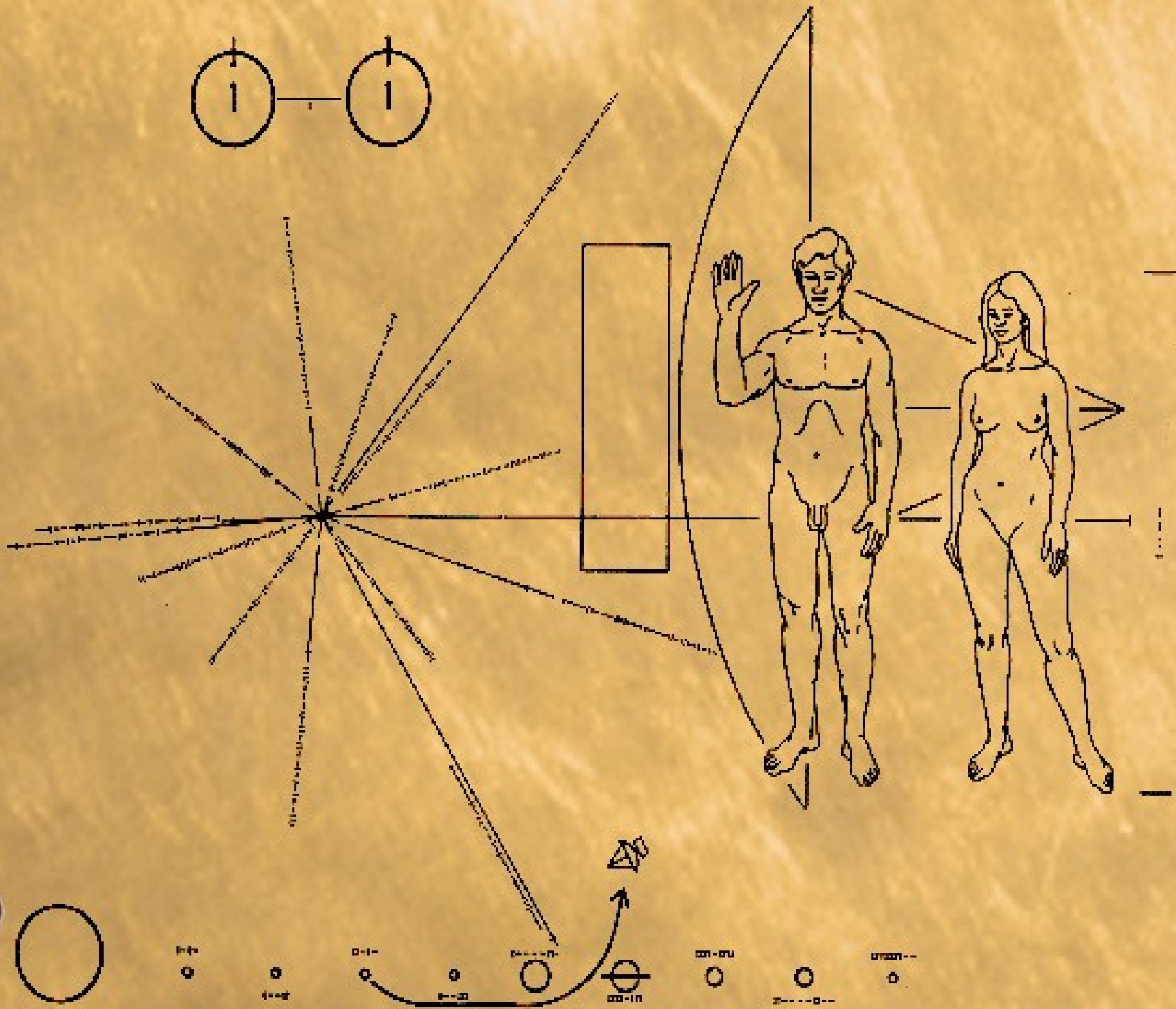
ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976

Pioneer 10 e 11

1972 /1973

- Primeiras espaçonaves lançadas ao Sistema Solar exterior
- Visitaram Júpiter e Saturno.
- A mais duradoura delas (Pioneer 10) perdeu contato em 2003.
- Levam uma placa de Au-Al com nossas saudações a seja lá quem as encontrar.

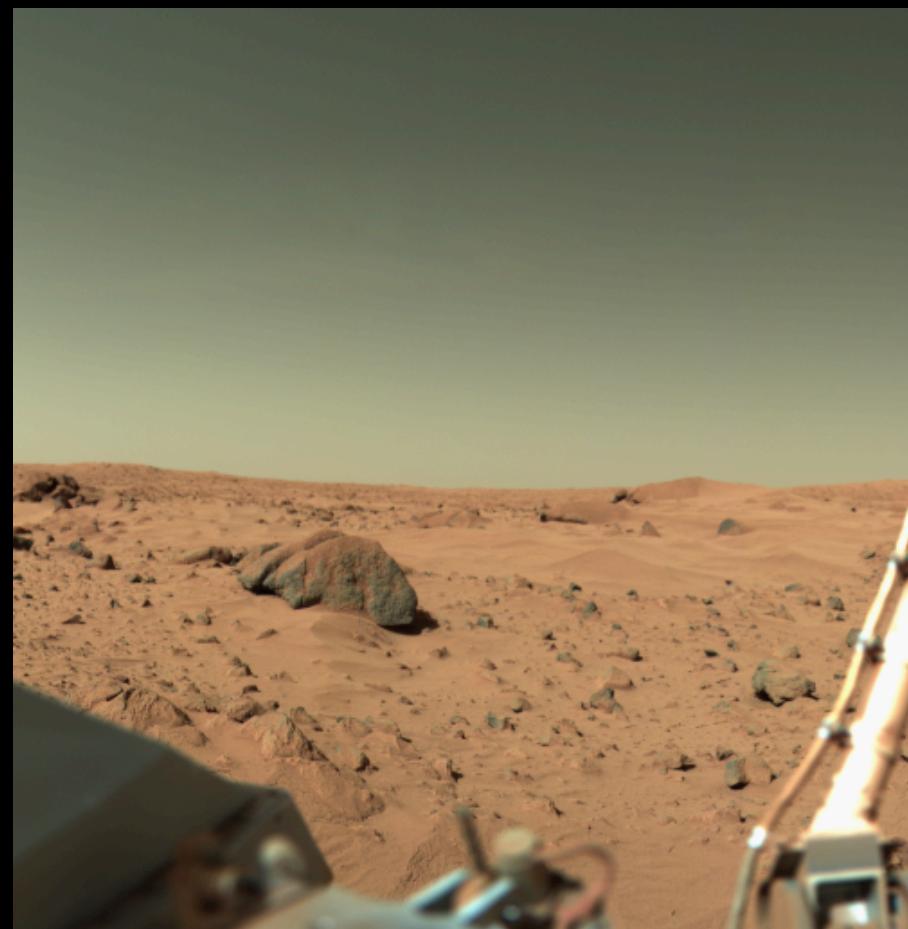




Viking 1 e 2

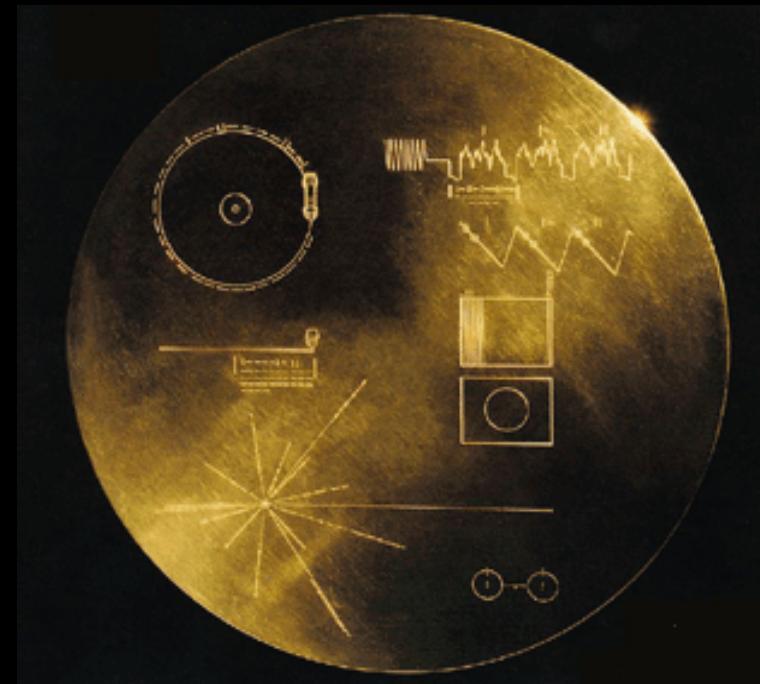
1975 – Primeiro pouso em Marte

- Viking: primeiras a explorar Marte a partir da superfície, chegando inclusive a conduzir experimentos por busca de vida, em amostras do solo.
- Suas imagens puseram fim à ideia de que Marte fosse habitado por uma civilização inteligente.



Voyager Interstellar Mission

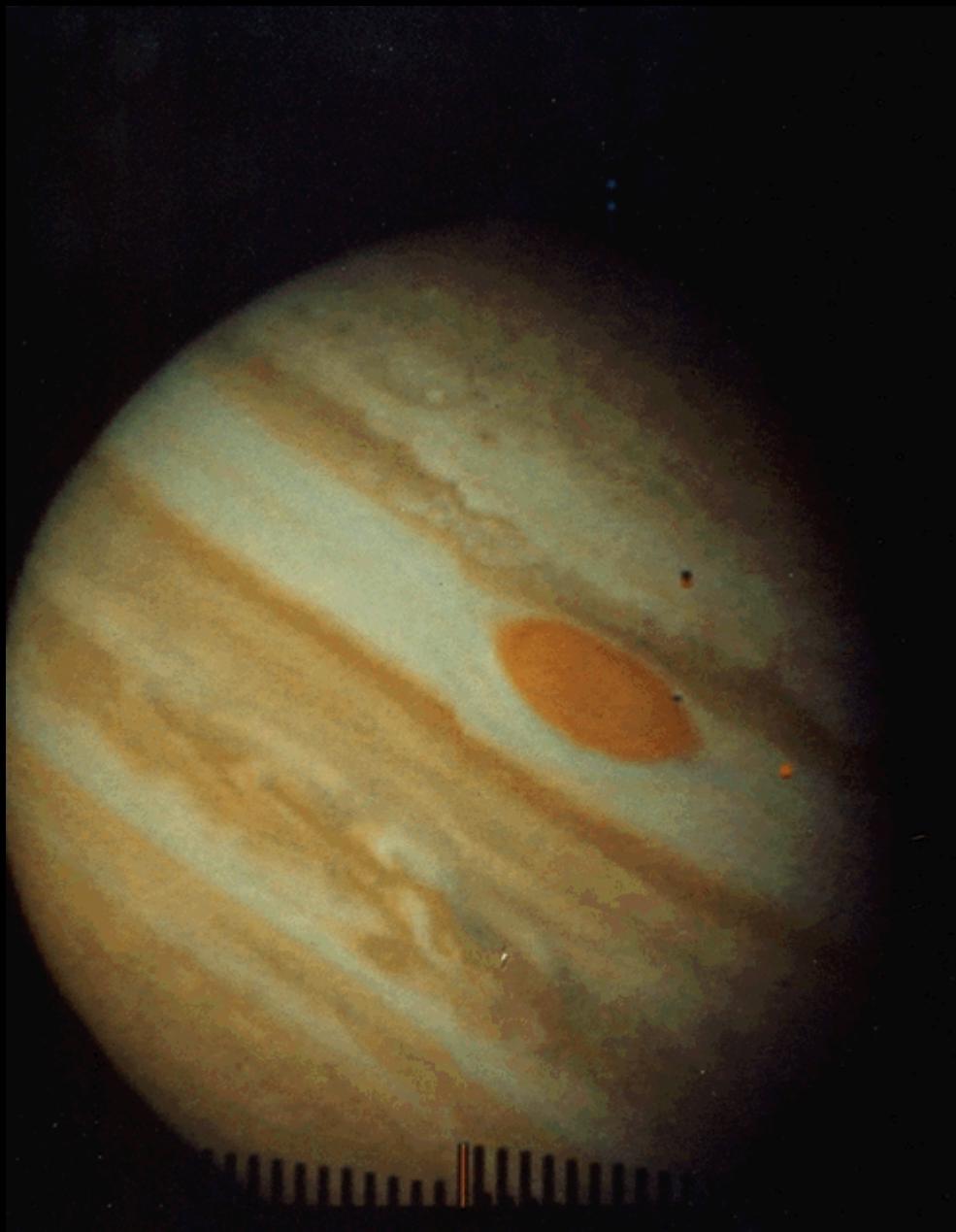
- **Voyager**: 20/Agosto e 5/September de 1977
- The twin spacecraft Voyager 1 and 2 flew by and observed Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune. Both craft are now heading out of the solar system. In 1998, Voyager 1 became the most distant human-made object in space.
- 5 anos = 12 anos
- Janeiro de 2005: 10.000 dias
- Em Agosto de 2012: Voyager 1 entrou no MI



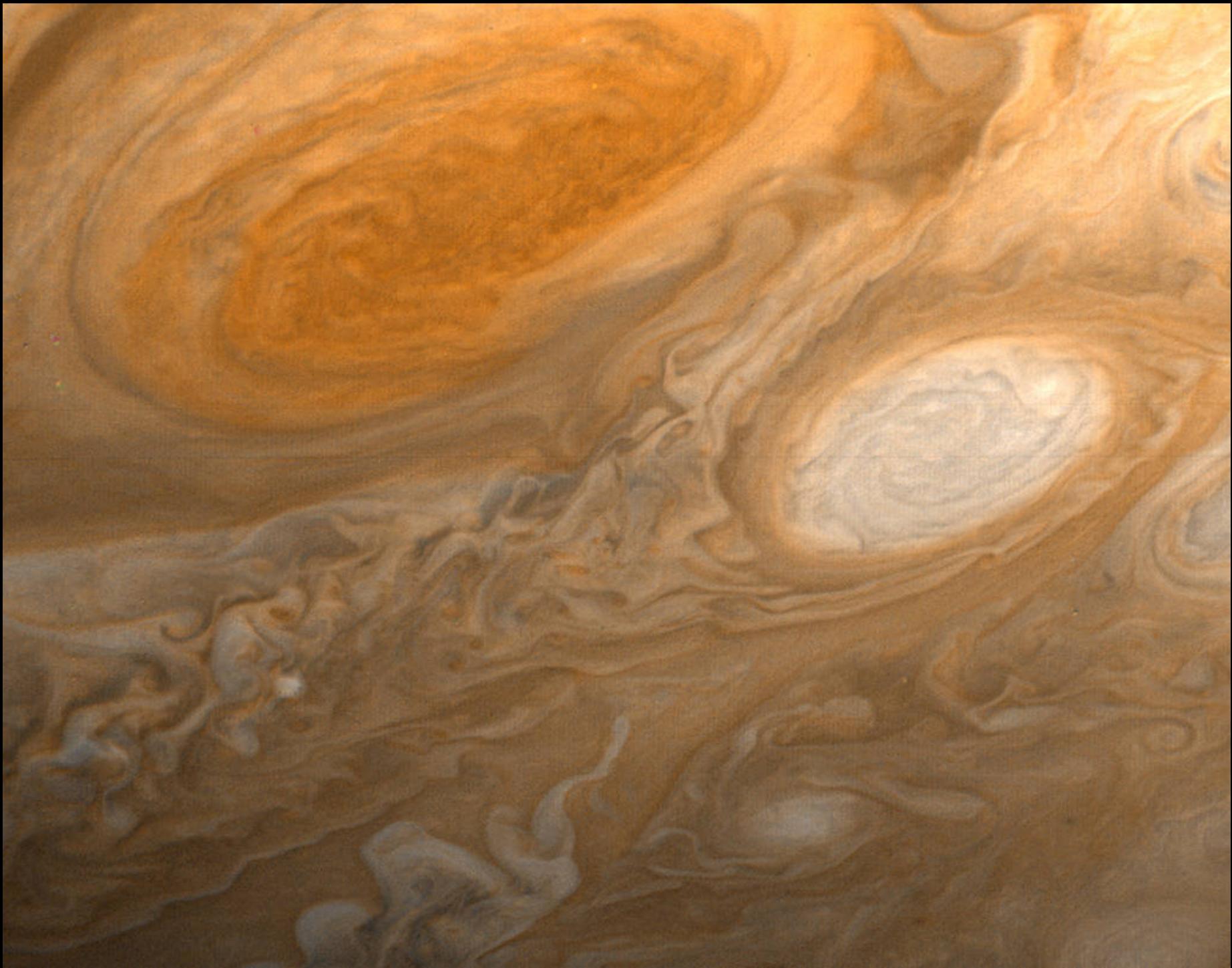
DID YOU KNOW?

A total of 11,000 workyears was devoted to the Voyager project through the Neptune encounter. This is equivalent to one-third the amount of effort estimated to complete the great pyramid at Giza to King Cheops.

Voyager







NASA

<http://www.jpl.nasa.gov/missions>

ACE
AIM
Apollo
Aqua
Aquarius
ARCTAS
Ares
ASTRO-1
ASTRO-2
Aura

CALIPSO
Cassini
CHAMP
Chandra
CINDI
Clementine
Cloudsat
Compton Gamma-Ray Observatory
Constellation
Constellation Program
Cosmic Background Explorer (COBE)

Dawn
Deep Impact
Earth Radiation Budget Satellite
EPOXI
Exploration Plans
Explorer
Extreme Ultraviolet Explorer

FAST
Fermi Gamma-ray Space Telescope
Fire and Smoke
FUSE

.....



Space Science

European Space Agency

- Bepi
- Colombo
- Cassini-Huygens
- Chandrayaan-1
- Cluster
- **COROT**
- Cos-B
- DoubleStar
- Eddington
- Exosat
- Gaia
- Giotto
- Herschel
- Hinode (Solar-B)
- Hipparcos
- **Hubble**
- Integral
- Hyper
- **ISO**
- IUE
- **JWST**
- LISA
- MarsExpress
- Planck
- Rosetta
- SMART-1
- LISA
- Pathfinder
- SOHO
- Solar Orbiter
- Ulysses
- Venus ExpressX
- EUS
- XMM-Newton



NASA-ESA-ISA + 17 nações

- A atmosfera de Titan frustrou os cientistas da Voyager -NASA, 25 anos atrás, mas sua superfície está sendo revelada pela Cassini com mais clareza.

Cassini

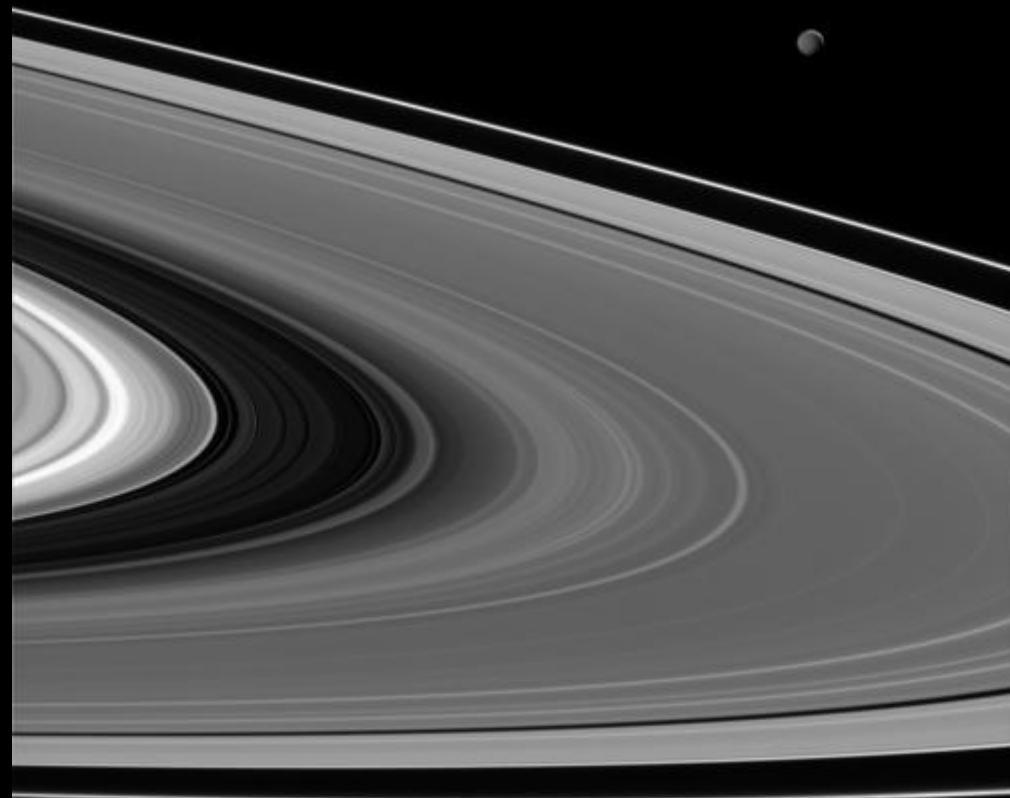
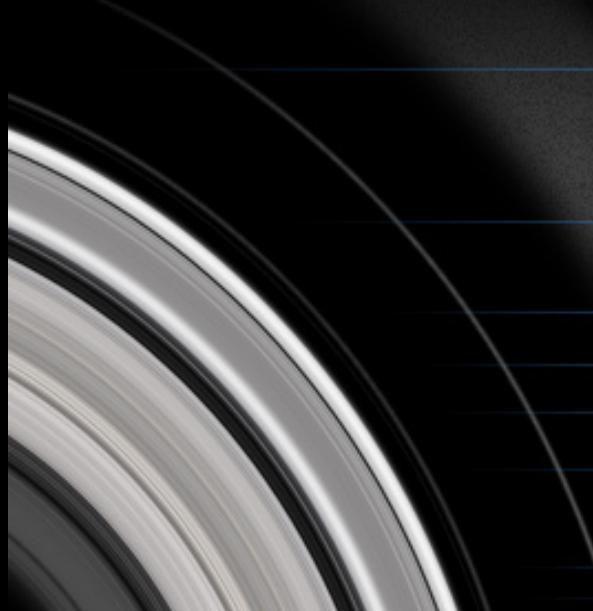
On June 30, 2004, the Cassini spacecraft entered orbit around Saturn to begin the first in-depth, up-close study of the ringed planet and its domain

The Cassini Solstice Mission is guided by a basic set of science goals that address major scientific questions about the planet, its magnetosphere and rings, Titan and the other icy moons.

<https://saturn.jpl.nasa.gov/mission/grand-finale/overview/>

Anéis

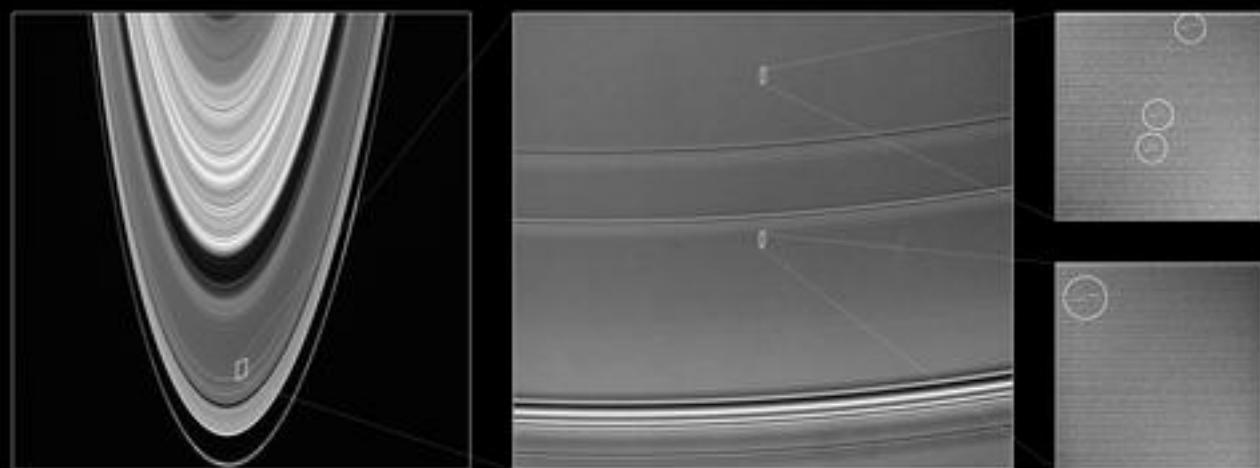
Use Over the Rings to Learn More

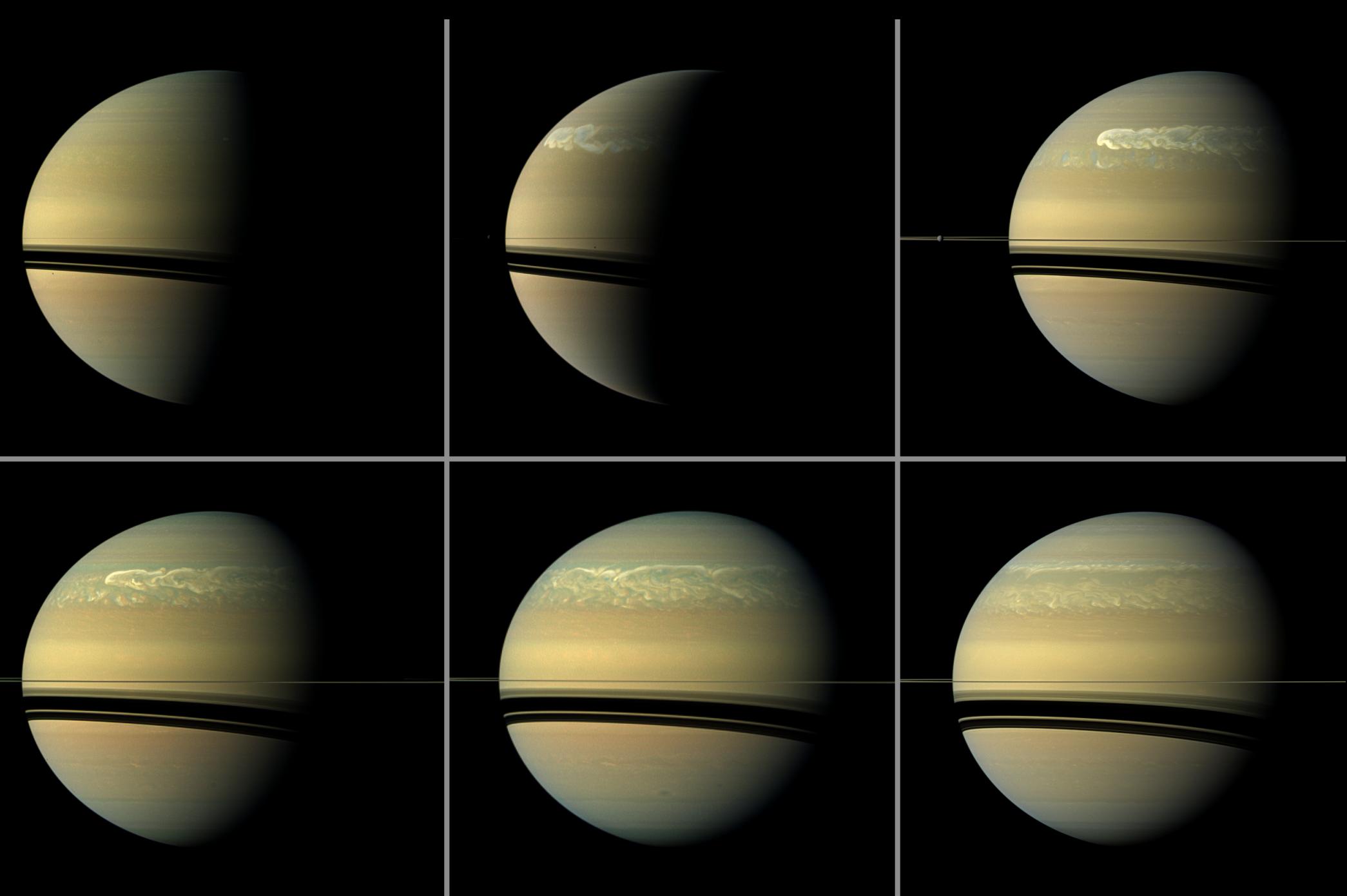


<http://www.nasa.gov/cassini>

Mimas by Saturnshine, April 13, 2015

Novas “Luinhas”





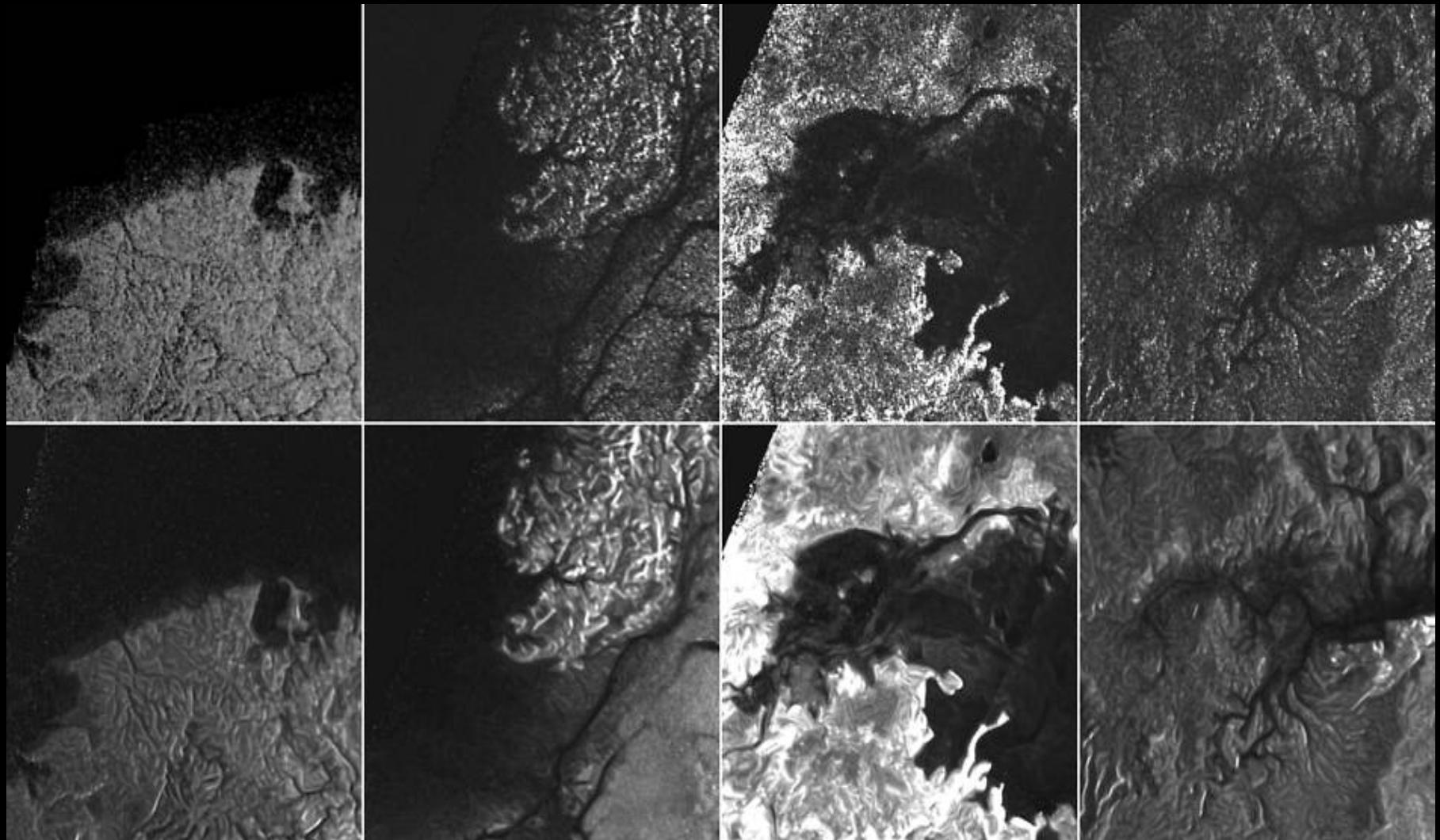
This series of images from NASA's Cassini spacecraft shows the development of a huge storm of the type that erupts about every 30 years on Saturn. Image Credit: NASA/JPL-Caltech/SSI

Huygens

Atmospheric probe/lander for the moon Titan

- which chemical reactions are occurring in Titan's atmosphere?
- what is the source of methane, a compound associated to biological activity on Earth, which is so abundant in Titan's atmosphere?
- are there any oceans on Titan?
- do more complex organic compounds and 'pre-biotic' molecules exist on Titan?

- Titan



ESA (European Spatial Agency)



- GIOTTO: first deep-space mission.
- 1986 - Halley.
- first time the shape of a comet nucleus and found the first evidence of organic material in a comet.
- In 1992, after a long cruise through space, Giotto was directed to Comet Grigg-Skjellerup.

Giotto

- 12 Março de 1986: primeira vez detectado íons de H
- Entrou na parte mais densa da coma de poeira do Halley. Neste ponto a camera foi ajustada para seguir o objeto mais brilhante – o núcleo do cometa.

Giotto - Halley



Resultados

- H₂O: 80 %
- CO: 10%
- CO₂: 2.5%
- Traços de metano, amonia,
- hidrocarbonos, Fe e Na
- Núcleo esburacado (densidade 1/3 da água)



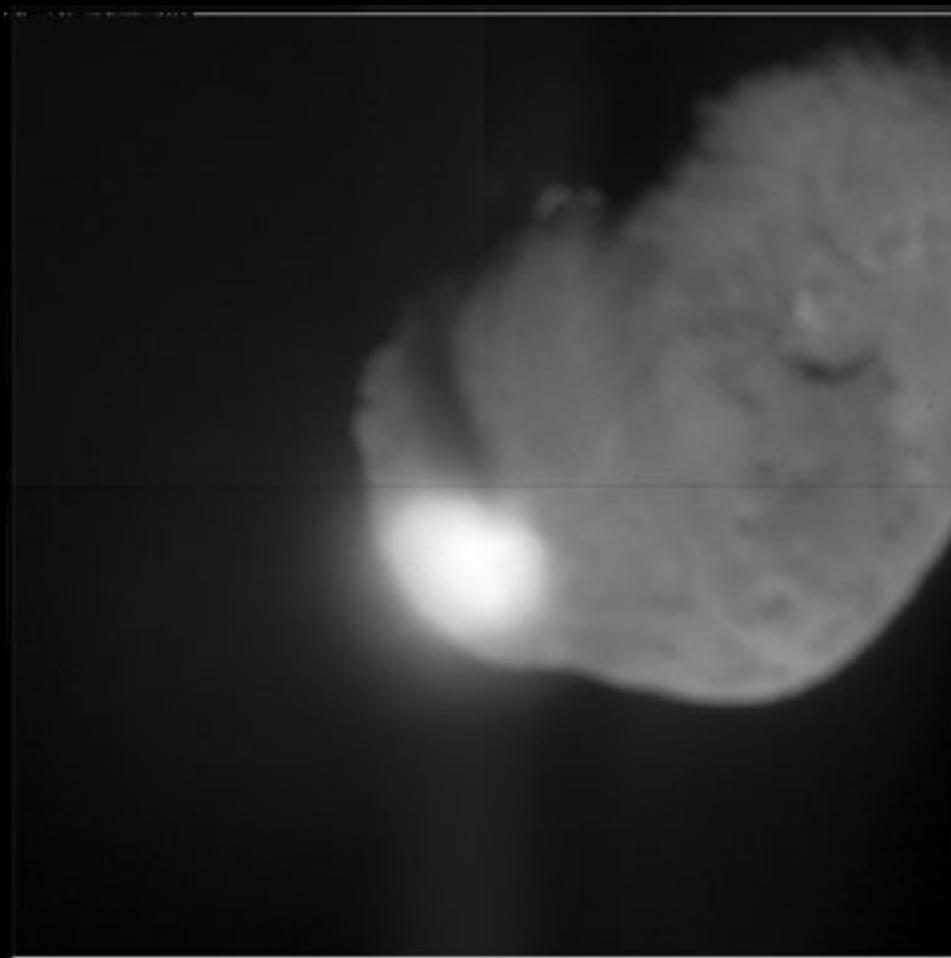


- DEEP IMPACT
- Launch: Jan. 12, 2005
- Deep Impact is a spacecraft that would travel to comet Tempel 1 and release a small impactor, creating a hole in the side of the comet.
- Current Missions - Deep Impact

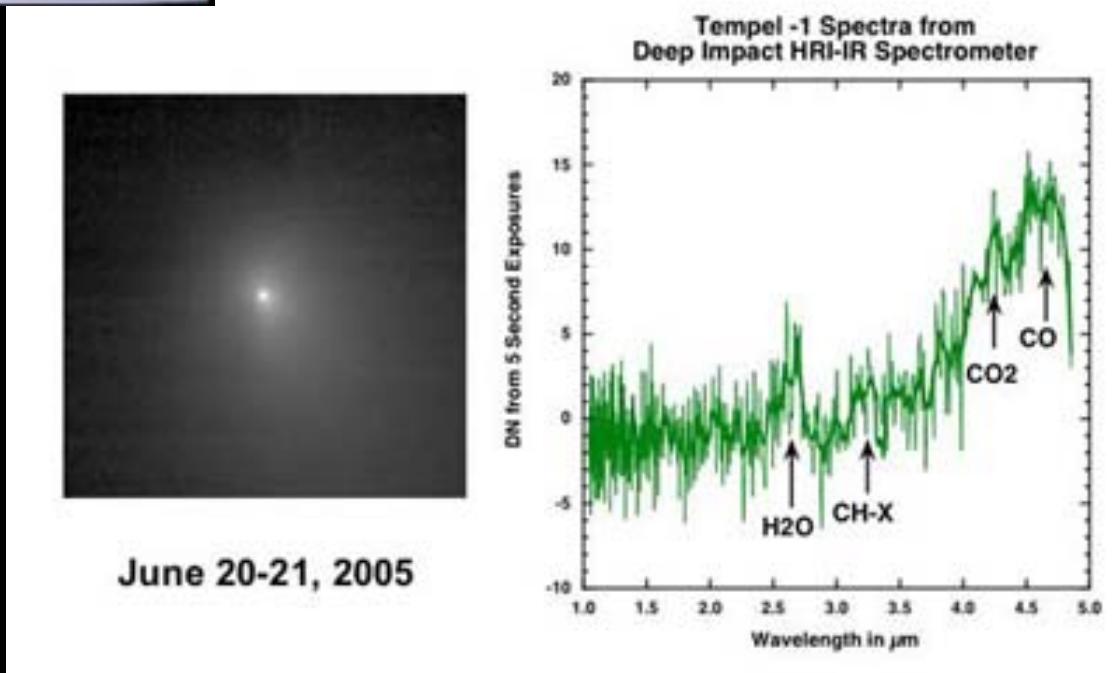
Deep Impact

- Verificar a composição química presente no cometa Tempel 1.
- Matéria presente nos cometas é pré-solar
- Verificar cálculos de mecânica celeste
- Provar que são capazes de interceptar um cometa em sua trajetória, causando um impacto.

Deep Impact : Tempel 1



Deep Impact

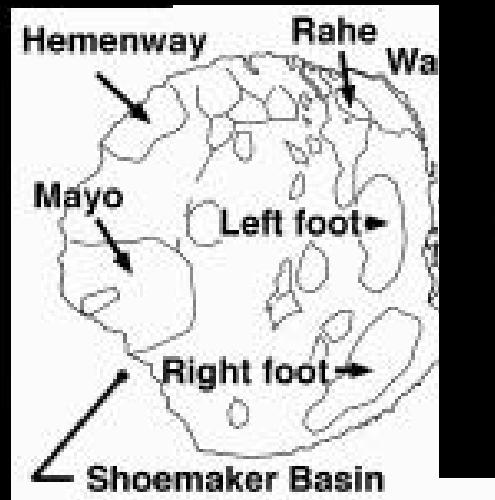


- One of the major objectives of the mission was to determine whether comet nuclei are uniform in composition.
- The answer is no.
- Detailed study of these coma asymmetries gives insight to the relative abundances of the dominant molecular components of the inner coma, source regions of the native volatiles, anisotropic outgassing of the nucleus, and the formation and evolution of the nucleus.

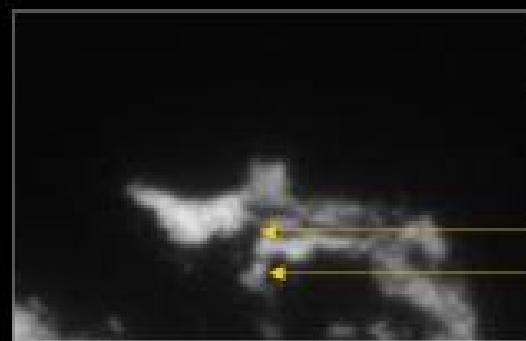


- STARDUST - NASA:
- Lançado: Fevereiro de 1999 , voltou em Janeiro de 2006
- The Stardust spacecraft will fly through the cloud of dust that surrounds the nucleus of comet Wild-2 and, for the first time ever, bring cometary material back to Earth.

Stardust – Wild 2



Wild 2's Spires
(Monument Valley in dirty ice)



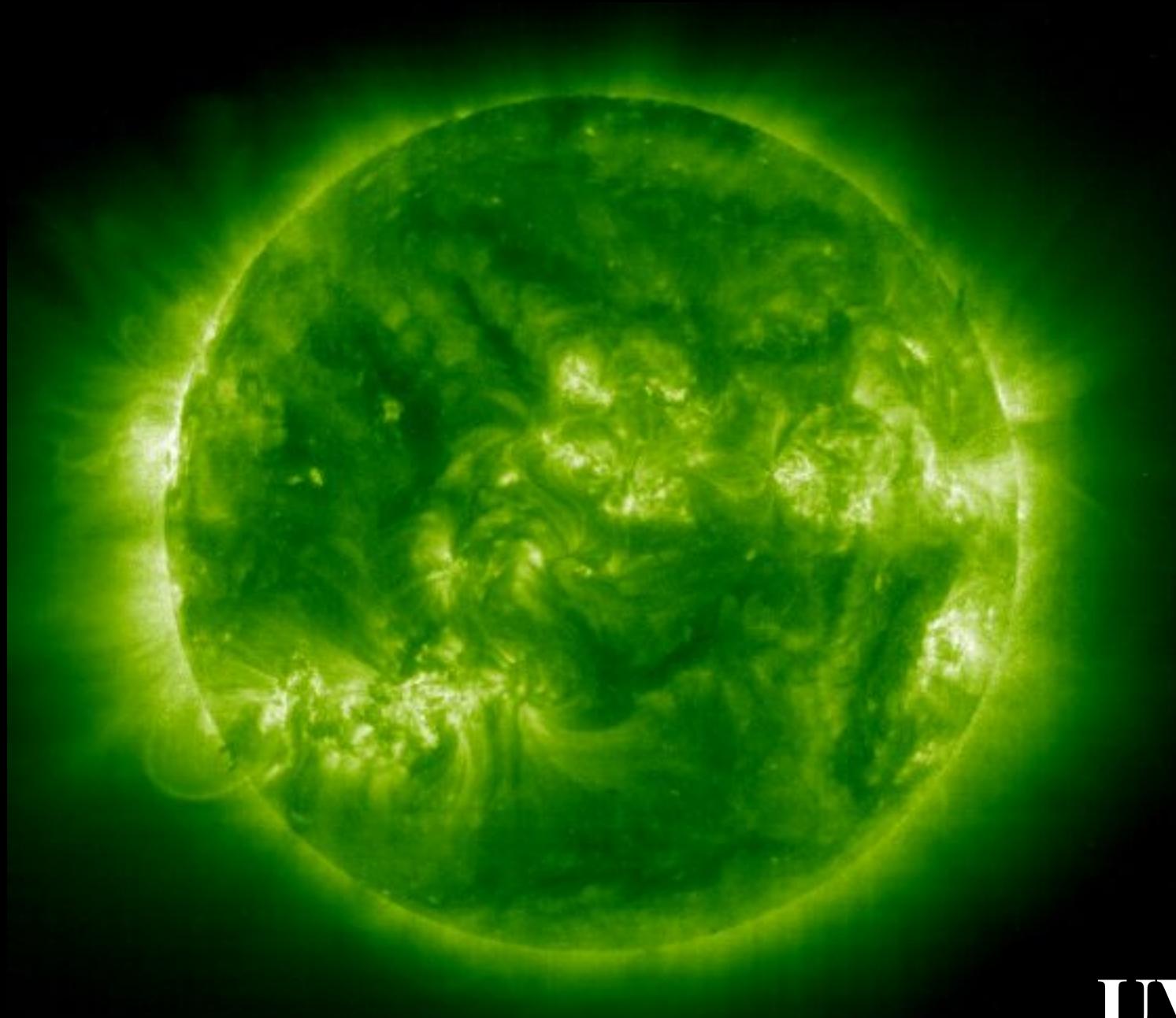
spire shadow
spire

SOHO - ESA, NASA

- **S**Olar and **H**eliospheric **O**bservatory
- **Objetivo:** Interior do Sol; sua superfície atmosfera visíveis, vento solar e regiões distantes do SS
- **1995 - 2007**

SOHO - Instrumentos

- CDS (Coronal Diagnostic Spectrometer)
- COSTEP (Comprehensive Suprathermal and Energetic Particle Analyser); EIT (Extreme ultraviolet Imaging Telescope); ERNE (Energetic and Relativistic Nuclei and Electron experiment)
- GOLF (Global Oscillations at Low Frequencies)
- LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph)
- MDI (Michelson Doppler Imager)
- SUMER (Solar Ultraviolet Measurements of Emitted Radiation)
- SWAN (Solar Wind Anisotropies)
- UVCS (Ultraviolet Coronagraph Spectrometer) VIRGO (Variability of Solar Irradiance and Gravity Oscillations)



UV

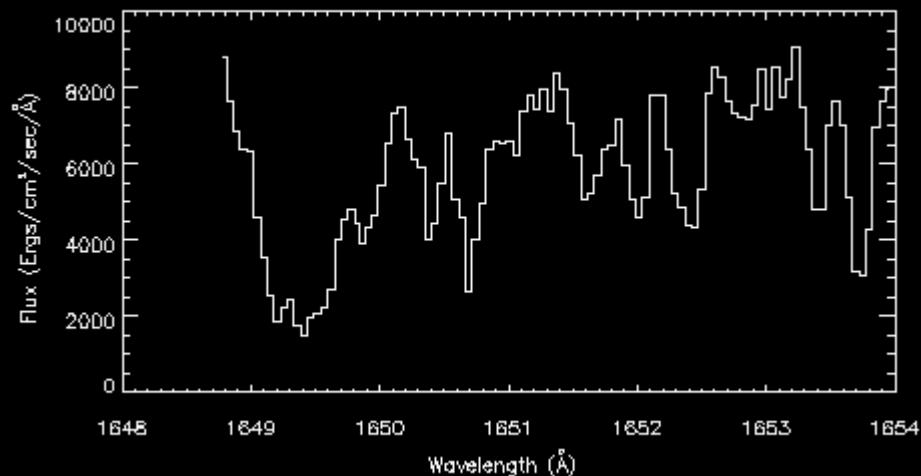
Telescópio espacial

1968-1972

- O primeiro telescópio espacial não foi o Hubble, mas sim os 4 telescópios da série OAO (Orbiting Astronomical Observatory), dois dos quais falharam.
- O OAO-3 foi lançado em 1972 e durou até 1981, sendo rebatizado de Copernicus logo após o lançamento.
- Todos operavam no ultravioleta.



Espectro de Sírius no UV, medido pelo OAO-3



Hubble - <http://hubble.nasa.gov>

- Órbita: 600 km da Terra – fora da atm.
- Desenhado nos anos 1970 lançado em 1990.
- 2 filtros UV, 1 visível e 2 IR, 13.2 m x 4.2m
- Descobertas fantásticas
- Observou mais de 25000 fontes

Out of the ordinary
...out of this world.
HUBBLE SITE





- obteve as imagens mais nítidas e profundas do cosmos



Estação Espacial Internacional

1998

- Cooperação de 15 países.
- Construção iniciou em 1998, completada em 2011
- Está habitada ininterruptamente desde 2001.
- Laboratório permanente para estudos no espaço.
- O Brasil seria um parceiro bilateral dos EUA na ISS, mas em 2007 foi desligado por falta de pagamento.



Sondas e missões recentes

- 1983: IRAS (observ. IV)
- 1989: Galileo (Júpiter)
- 1989: Magellan (Vênus)
- 1990: Ulysses (Sun)
- 1996: Mars Global Surveyor (Marte)
- 1996: Mars Pathfinder (Marte)
- 1997: Cassini-Huygens (Saturno)
- 1998: Deep Space 1 (Borrelly, Braille)
- 1999: Stardust (Wild 2)
- 2001: Genesis (Vento solar)
- 2001: Mars Odyssey (Marte)
- 2003: Opportunity & Spirit (rovers em Marte)
- 2003: Spitzer (observ. IV)
- 2003 : GALEX (observ. UV)
- 2005: Deep Impact (Tempel 1)
- 2005: Mars Reconnaissance Orbiter (Marte)
- 2007: Dawn (Ceres, Vesta)
- 2007: Phoenix (Marte)
- 2009: LRO (Lua)
- 2009: Kepler (observ. exoplanetas)
- 2011: GRAIL (Lua)
- 2011: Juno (Júpiter)

Astronáutica no Brasil

1947 - Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) atual Centro Técnico Aeroespacial

1965 - Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLBI)

1969 - Instituto de Atividades Espaciais (IAE)

1971 - Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE)

1971 - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

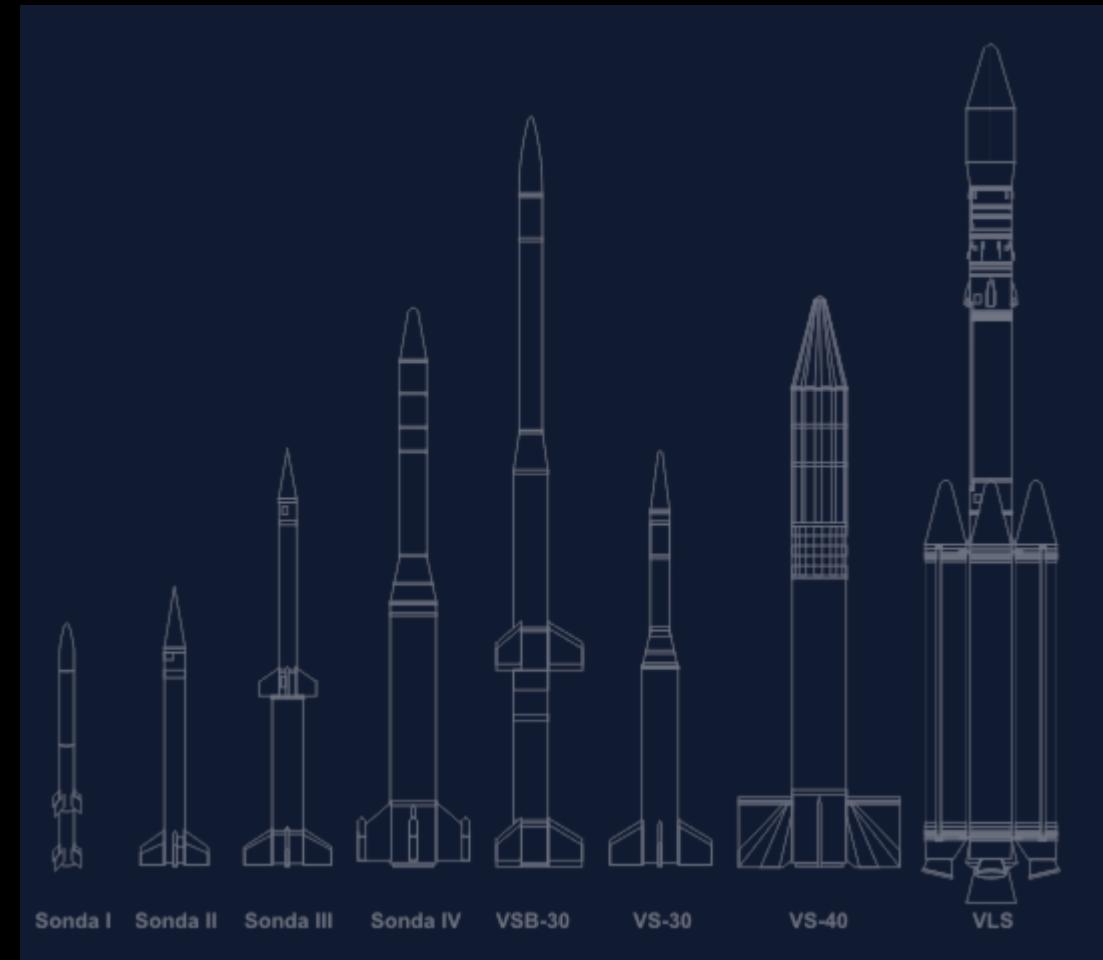
1979 - Missão Espacial Completa Brasileira (MECB)

Centro de Lançamento de Alcântara (CLA)

1994 - Agencia Espacial Brasileira (AEB)

Astronáutica no Brasil

- O primeiro foguete brasileiro (Sonda I) foi lançado em 1965. A série Sonda teve 4 protótipos. O Sonda IV (1984) é quase um lançador de satélites. Desde então, o Brasil tem tentado desenvolver o VLS (Veículo Lançador de Satélites) e o VSB-30.

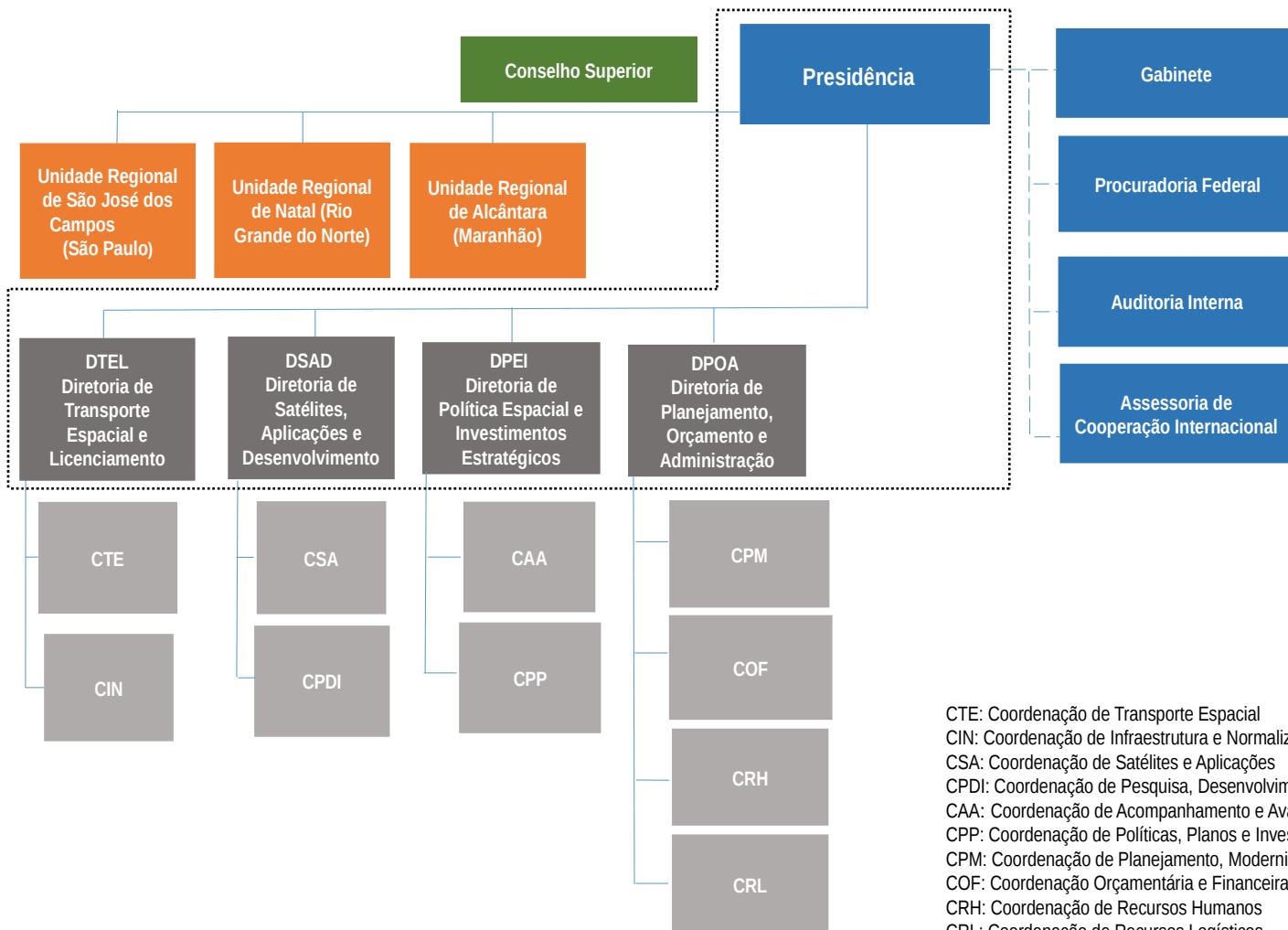


AEB - Agência Espacial Brasileira

<http://www.aeb.gov.br/>

Criada em 10 de fevereiro de 1994, a Agência Espacial Brasileira (AEB) é responsável por formular e coordenar a política espacial brasileira. Autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a AEB tem dado continuidade aos esforços empreendidos pelo governo brasileiro, desde 1961, para promover a autonomia do setor espacial.

Organograma AEB



Barreira do Inferno (RN)

1965



- Em dezembro de 1965 ocorreu o lançamento do primeiro foguete em solo brasileiro, era um foguete de sondagem de fabricação norte-americana – o Nike Apache.
- Até hoje o CLBI já realizou mais de dois mil lançamentos de engenhos espaciais.

Centro de Lançamentos de Alcântara

1989



Corrida Espacial – Guerra Fria

- Rússia : 1961, vários projetos a Lua, Marte
- USA : 60's : Apollos
- Objetivos: Guerra fria - desenvolvimento tecnológico, combustíveis, armas

A suposta armação da NASA

Fomos ou não à Lua?

- Em 1974, quando o programa Apollo chegava ao fim, Bill Kaysing publicou o livro ***We Never Went to the Moon: America's Thirty Billion Dollar Swindle***, no qual questionava a ida do Homem à Lua.
- Kaysing apresentava-se como especialista na área, ex-empregado da Rocketdyne, uma empresa que prestou serviços à NASA na construção dos foguetes ao longo da década de 60.
- Desde então, diversos livros e documentários foram produzidos, reverberando as afirmações de Kaysing.

A suposta armação da NASA

Fomos ou não à Lua?

- As conclusões de Kaysing sobre a armação da NASA podem ser resumidas no seguinte:
 - 1) A viagem era muito complicada; não havia tecnologia.
 - 2) Havia pressa em chegar à Lua antes dos soviéticos.
 - 3) As fotos da Lua não mostram estrelas no céu.
 - 4) As sombras projetadas pelos objetos nas fotos não são paralelas.
 - 5) As sombras não são suficientemente escuras e deixam ver objetos e pessoas nela imersos.
 - 6) A bandeira americana parece balançar, mas não há vento na Lua
 - 7) A radiação do Cinturão de van Allen teria matado os astronautas
 - 8) O calor da Lua teria matado os astronautas
 - 9) Não se ouviria o som das vozes no módulo de comando durante o pouso, devido aos motores.
 - 10) Deveria ter ficado uma cratera no local do pouso
 - 11) As marcas de calibração das fotos parecem ficar atrás dos objetos

Fomos ou não à Lua?

- Pense e decida por si só:

- Na década de 60, a tecnologia já tinha permitido o envio de sondas para Mercúrio, Vênus, Lua e Marte. Dois anos depois, as Pioneers foram lançadas aos confins do Sistema Solar.
- Os soviéticos não demonstravam qualquer pressa em ir à Lua. Na verdade, tinham abandonado essa ideia em 1964.
- O solo lunar é altamente refletivo, devido à quantidade de sílica. As fotos tem tempo de exposição curto e as estrelas não aparecem porque ficam ofuscadas.
- Por isso, uma região de sombra não é completamente escura.

Fomos ou não à Lua?

- Pense e decida por si só:

- A bandeira foi colocada numa haste com braço móvel. A parte superior da bandeira é rígida para que ela pudesse ser vista aberta. A bandeira oscila apenas quando o astronauta a coloca, em função da força que ele exerce sobre a haste e que se transmite para o braço móvel no topo. Não há nenhum filme que mostre a bandeira oscilando e balançando após ter sido fixada e ter amortecido qualquer oscilação inicial.
- O solo lunar é altamente irregular e isso cria efeitos de óptica na direção das sombras de minicrateras e irregularidades baixas.

Fomos ou não à Lua?

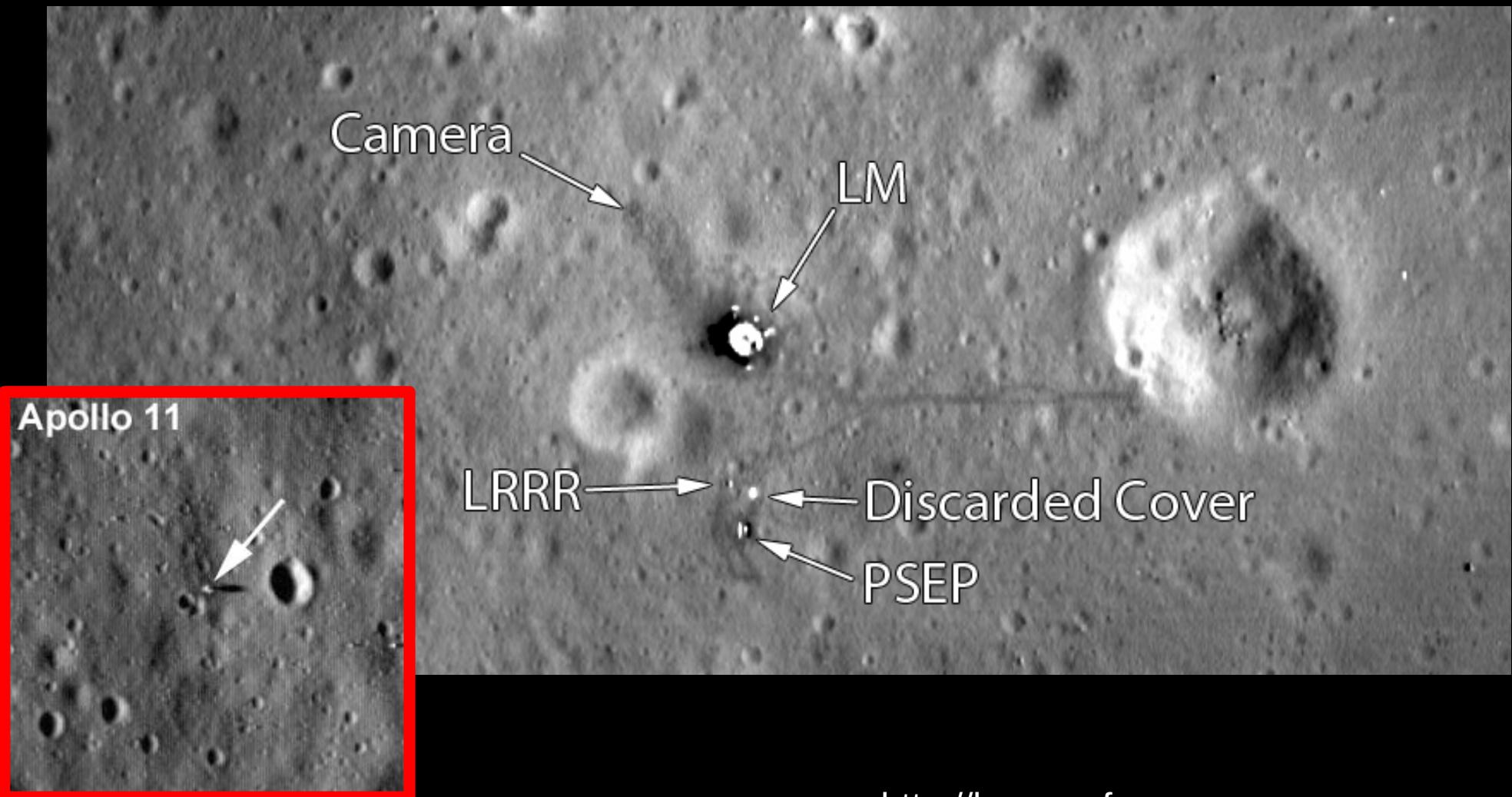
- Pense e decida por si só:
 - A NASA conhecia os Cinturões de van Allen. Os astronautas ficaram apenas 11 minutos, durante a viagem dentro dessas regiões de radiação; a dose de radiação que receberam é similar àquela de uma radiografia.
 - Os trajes espaciais foram projetados para bloquear o calor (qualquer criança de primário sabe isso)
 - Não se formou cratera porque a exaustão dos motores se dispersa rapidamente no vácuo.
 - Na Lua não se ouve som de motores porque há quase vácuo...

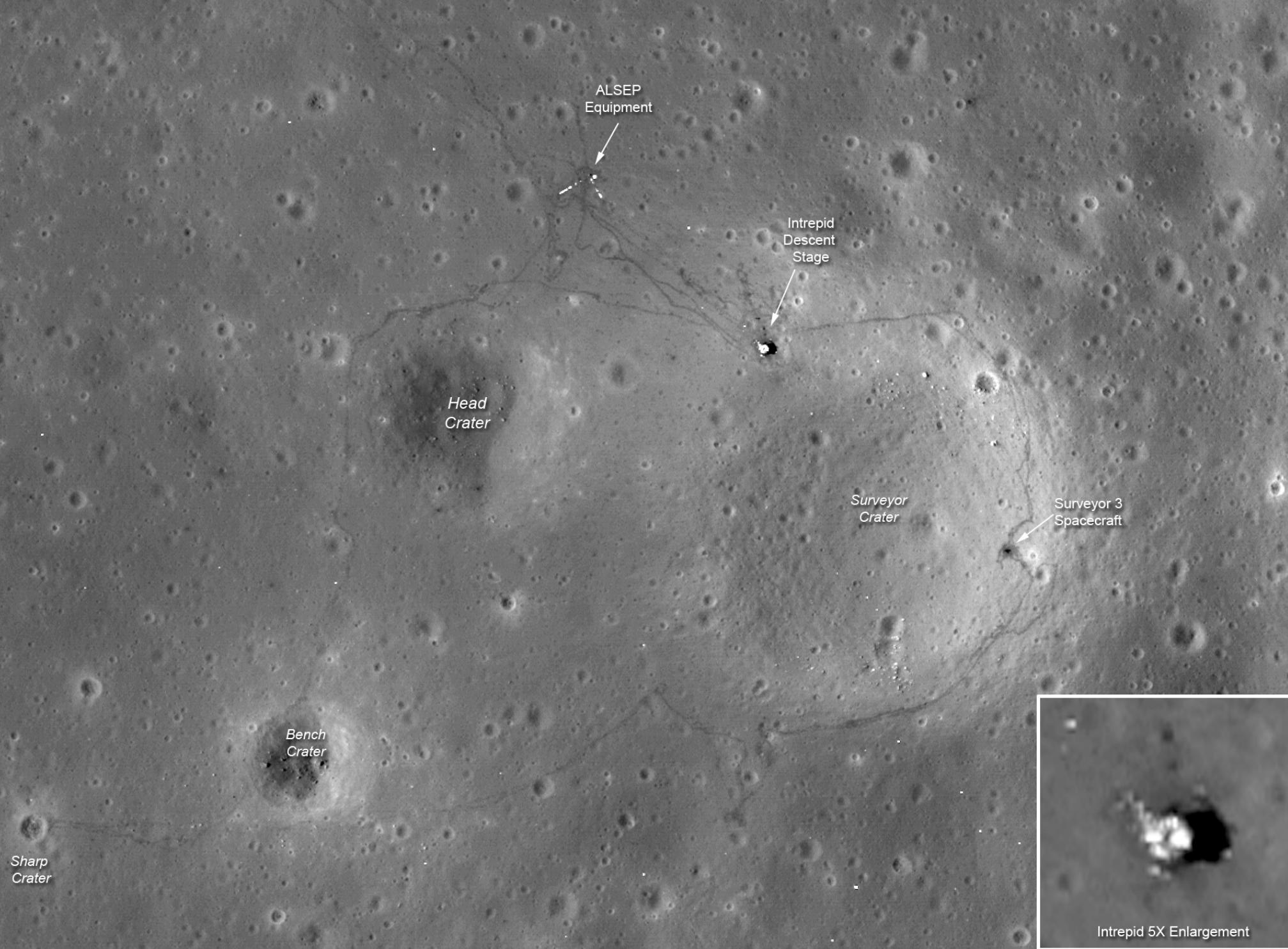
Fomos ou não à Lua?

- Mas pense principalmente nisso:
 - Kaysing não era especialista em foguetes, mas sim em artes. Embora ele tenha trabalhado na Rocketdyne, ele era responsável pelo catálogo de livros da empresa.
 - Kaysing deixou a empresa no começo dos anos 60, não tendo testemunhado nenhum desenvolvimento diretamente ligado ao projeto Apollo.

Fomos ou não à Lua?

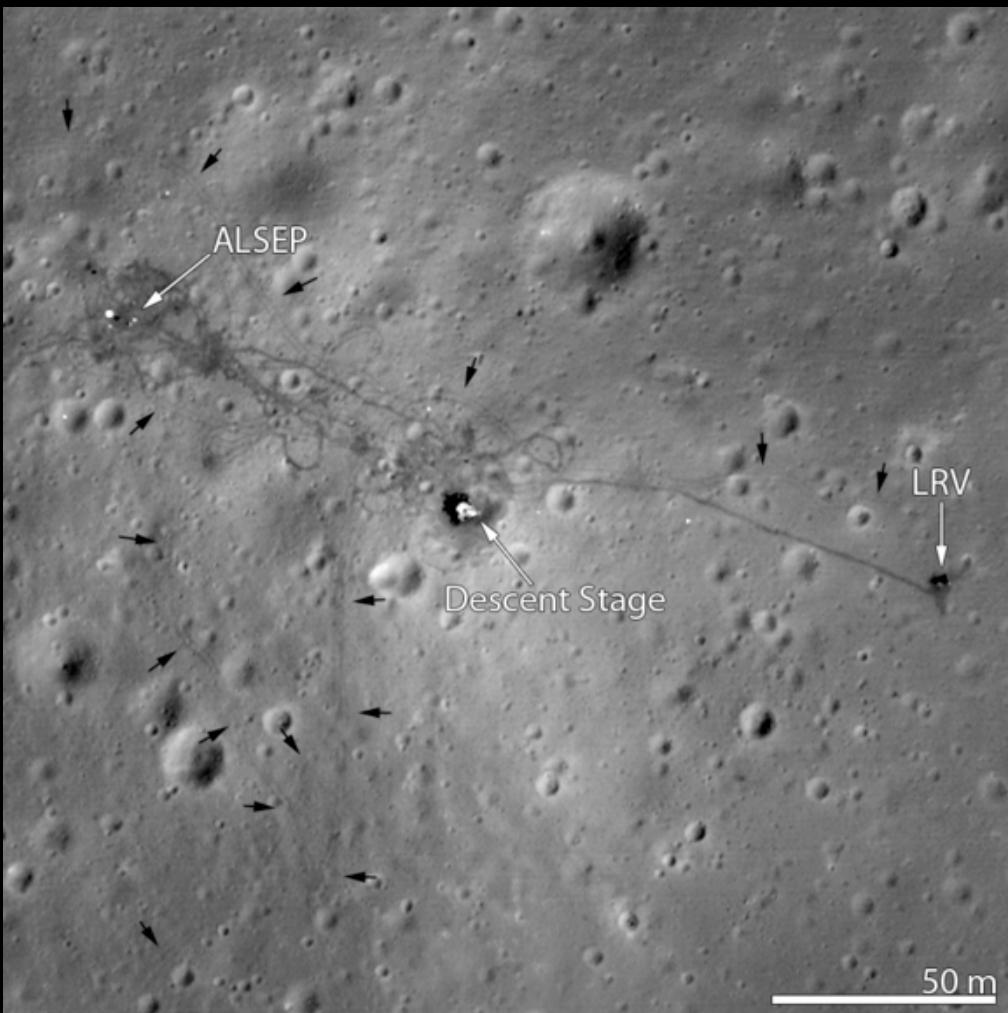
Sítio de pouso da Apollo 11, visto pela LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter)
30 anos depois





Fomos ou não à Lua?

Sítio de pouso da Apollo 14, visto pela LRO, 30 anos depois



- A LRO, lançada em 2011, obteve diversas fotos com alta resolução de todos os sítios de pouso da missão Apollo, provando que os astronautas de fato estiveram lá. Pode-se ver a trilha marcada no regolito e até mesmo o jipe lunar (LRV) em algumas fotos.