

# CORPOS MENORES DO SISTEMA SOLAR

Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin (UEFS)



<https://meet.google.com/zsj-rdkf-atn>

Projeto: Ensino, Divulgação e Popularização da Astronomia



Palestra: 29 de Outubro de 2020 às 18:45



<http://physika.info/jastro>



[astronomia.ifba](https://www.youtube.com/channel/UC...)



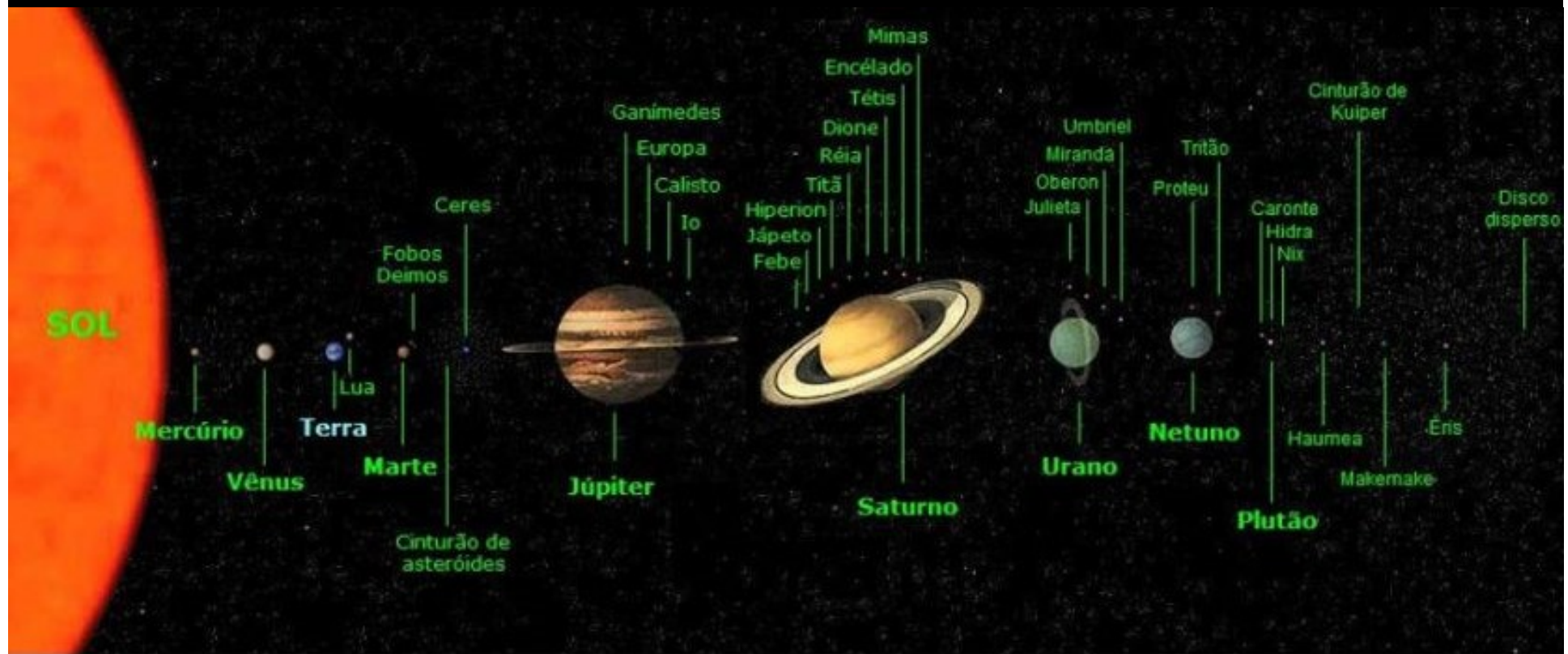
[astronomia.ifba](https://www.facebook.com/astronomia.ifba)



# Corpos menores do Sistema Solar



- União Astronômica Internacional (IAU), Praga, 24 de agosto de 2006: planetas, planetas anões e corpos menores



\* Não foram mencionados todos os satélites naturais.

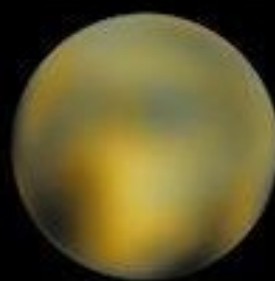
**IAU** - classificações para corpos que não sejam o próprio Sol ou satélites naturais. Eles estão divididos em três grupos principais: Planeta, Planetas anões e Corpos menores.

**Planeta** : todo corpo em órbita ao redor do Sol que tem massa suficiente para ter formato esférico e é predominante na sua vizinha imediata. Assim, ficam definidos 8 planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

**Planetas anões**: a diferença básica com relação aos planetas é que não necessitam ser capazes de limpar os objetos menores ao seu redor. São eles: **Plutão, Ceres, Haumea, Makemake e Éris.**

**Vários outros objetos são candidatos.**

Earth's  
moon  
to scale



	<b>ERIS</b>	<b>PLUTO</b>	<b>HAUMEA</b>	<b>MAKEMAKE</b>	<b>CERES</b>
Year of discovery	2003	1930	2003	2005	1801
Diameter (mean)	1,445 miles 2,326 km	1,430 miles 2,302 km	892.3 miles 1,436 km	882 miles 1,420 km	591.8 miles 952.4 km
Orbital period (Earth years)	561.4	247.9	281.9	305.34	4.6
Distance from sun (times Earth's distance)	68	39.5	43.1	45.3	2.8
Orbital inclination (degrees)	46.9	17.14	28.2	29	10.59
Rotation period	25.9 hours	6.39 Earth days	3.9 hours	22.5 hours	9.1 hours
Moons	1	5	2	0	0

SOURCE: NASA

KARL TATE / © SPACE.com

# Corpos menores do Sistema Solar

Um corpo menor do Sistema Solar é, segundo a resolução B5 de 24 de Agosto de 2006 tomada em Praga pela União Astronômica Internacional, qualquer objeto do sistema solar que não se enquadre na definição de planeta ou planeta anão e que não seja um satélite natural.

Isto inclui:

- Asteroides (exceto Ceres);
- Objetos transneptunianos (exceto os planetas anão);
- Cometas;
- Meteoroides;
- Poeira Zodiacal.



V · D · E O Sistema Solar



Sol	Planetas	<b>Mercúrio</b> · <b>Vênus</b> · <b>Terra</b> · Lua · <b>Marte</b> · Satélites de Marte · <b>Júpiter</b> · Satélites de Júpiter · Anéis de Júpiter · <b>Saturno</b> · Satélites de Saturno Anéis de Urano · <b>Netuno</b> · Satélites de Netuno · Anéis de Netuno	
	Planetas anões	<b>Ceres</b> · <b>Plutão</b> · Satélites de Plutão · <b>Haumea</b> · Satélites de Haumea · <b>Makemake</b> · S/2015 (136472) 1 · <b>Eris</b> · Disnomia	
	Asteroides	Grupos	Vulcanoides · Objetos Próximos da Terra · Cinturão de asteroides Troianos de Júpiter · Centauros · Troianos de Netuno · Troianos de Marte · Satélites de asteroides · Meteoroides
		Maiores corpos	Palas · Vesta · Juno · Híqia · Interamnia · (Veja também a Lista de asteroides)

## Meteoroides e Poeira Zodiacal

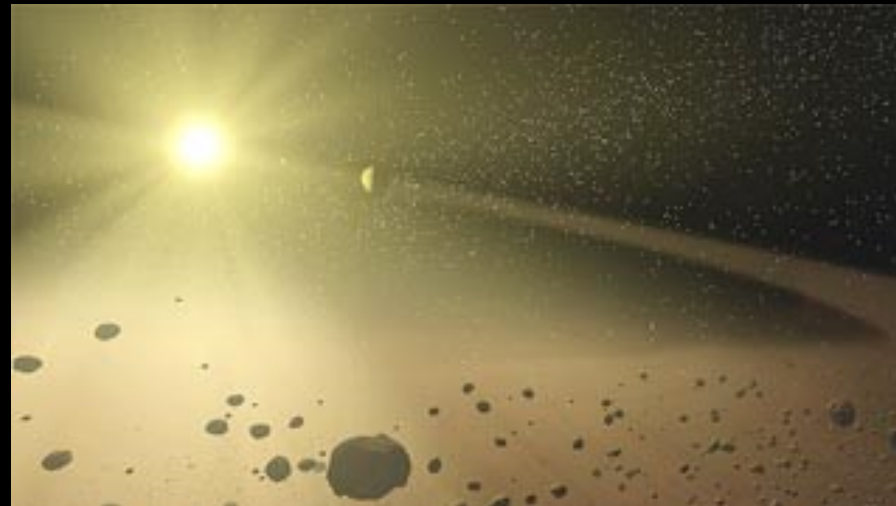
Cubewanos: não têm ressonâncias orbital com Netuno;

Plutinos: têm ressonâncias orbital com Netuno semelhantes à de Plutão (2:3).

# Asteroides

- Objetos rochosos e/ou metálicos que orbitam o Sol mas são pequenos demais para serem considerados planetas (“planetas menores”);
- feitos de material deixado desde a formação do sistema solar;
- dimensões variando de pequenas pedras até corpos com centenas de quilômetros;

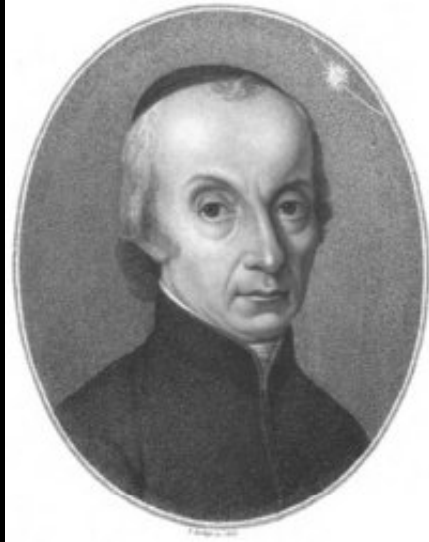
- fragmentos de rocha que remontam à formação do sistema solar há 4,6 bilhões anos.



O termo asteroide deriva do grego (aster = estrela , oide = semelhante).



# Asteroides – história séc XIX (1801)



- Padre italiano: Giuseppe Piazzi em Palermo
- => Ceres (novo planeta?);
- => Posteriormente, outros vários corpos encontrados próximos a Ceres;
- Ceres: Órbita determinada por Gauss.

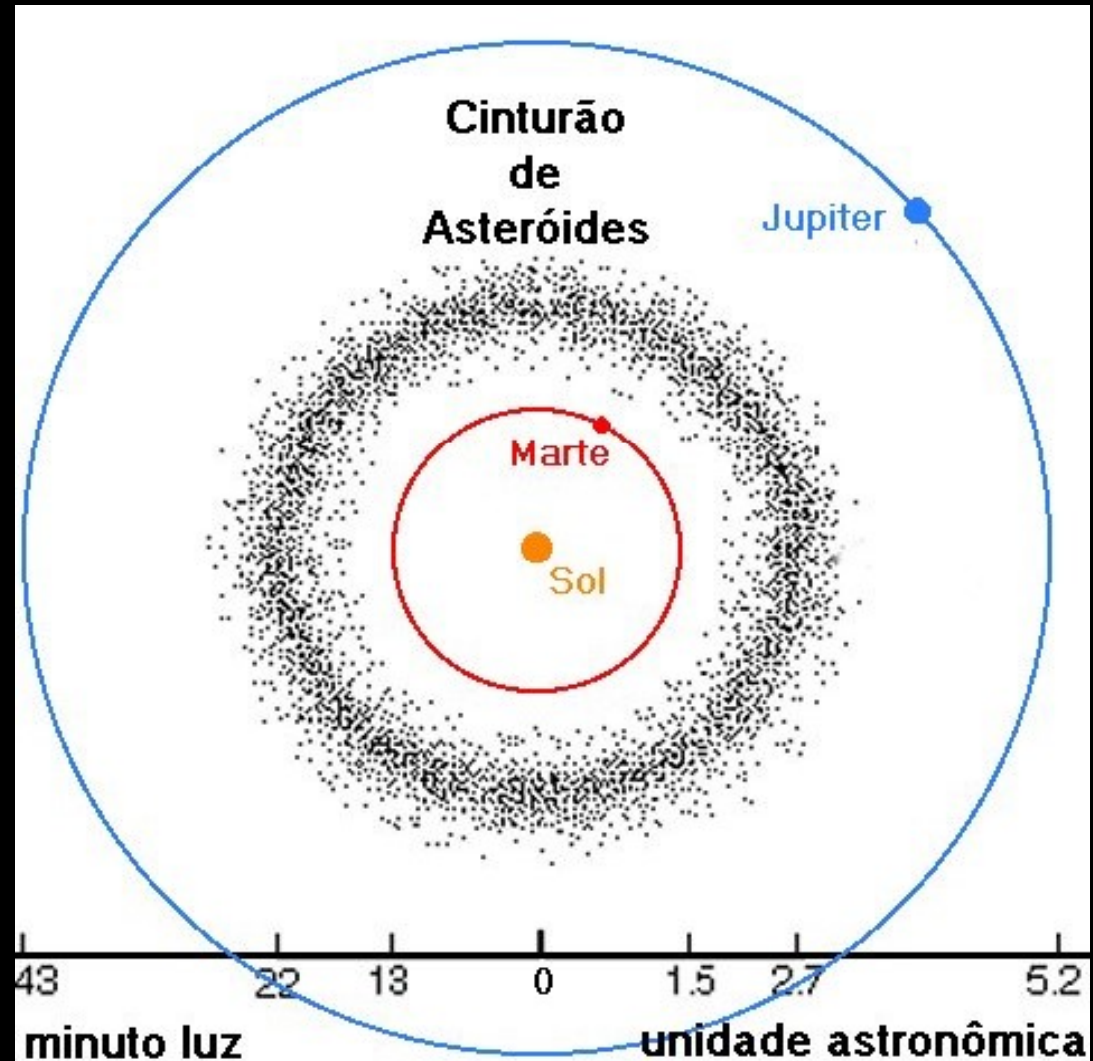


- tamanhos dos maiores desses corpos comparados com Marte => corpos são bem menores que os planetas rochosos (somente 30 asteróides são maiores que 200km); os números se referenciam à sequência de descobrimento.

# Cinturão de Asteroides

- 2 a 4 U.A.;
- ~40.000 corpos;
- planeta que não se formou (massa não suficiente = 4% da massa da Terra)

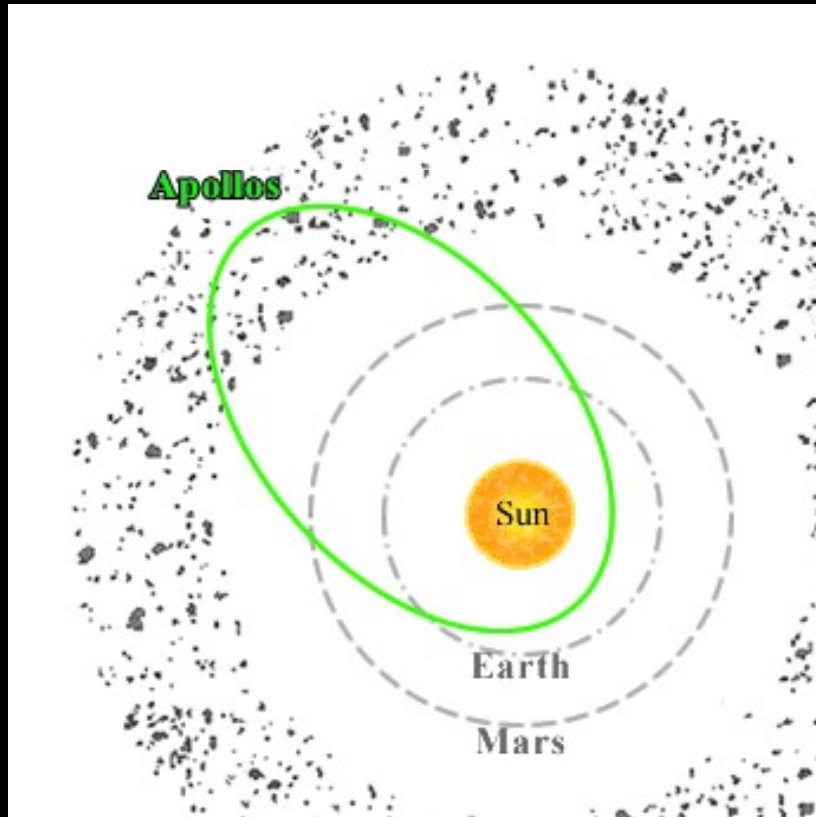
. Perturbações gravitacionais de Júpiter produzem falhas estreitas, as lacunas de Kirkwood, no interior do cinturão principal. Embora a maioria (90%) apresente órbita quase circular e estão confinados num cinturão principal, um número menor deles desloca-se até as proximidades do Sol.



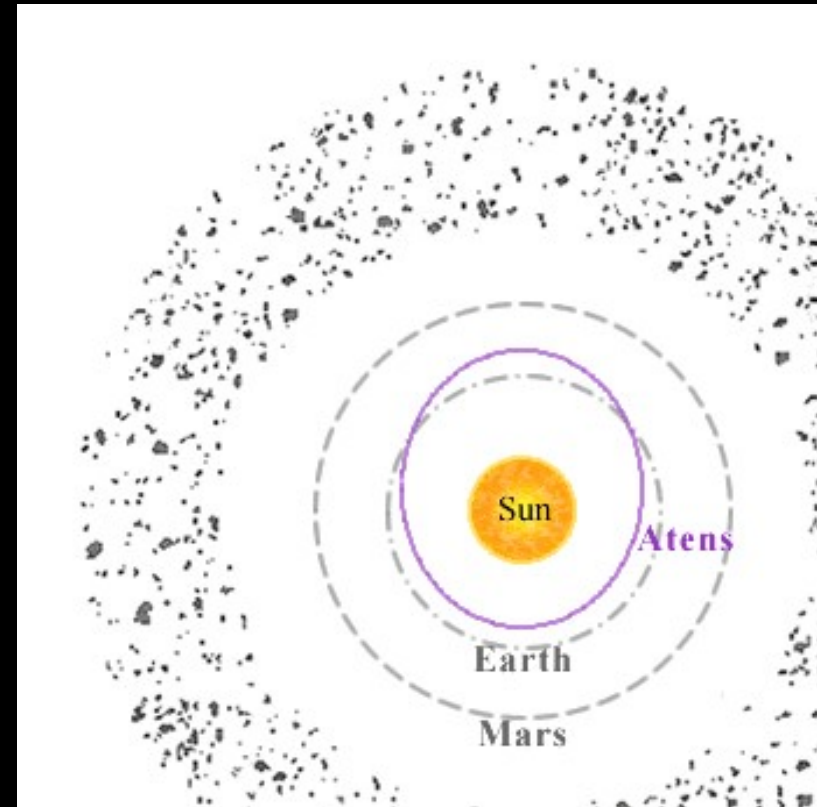
# Órbitas de Asteroides

**Asteroides próximos à Terra: cruzam a órbita**

Apollos



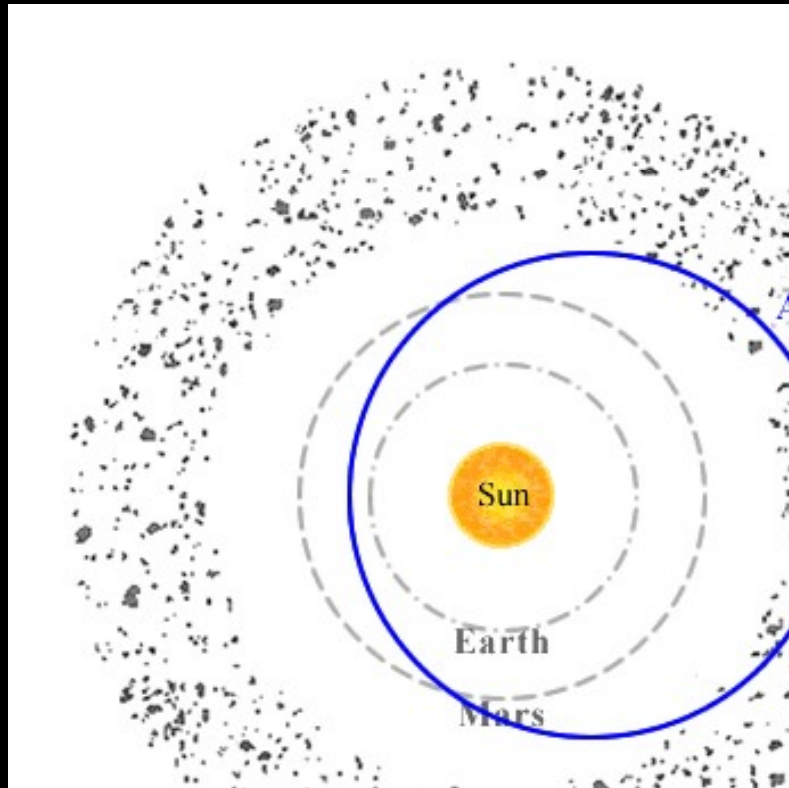
Atenas



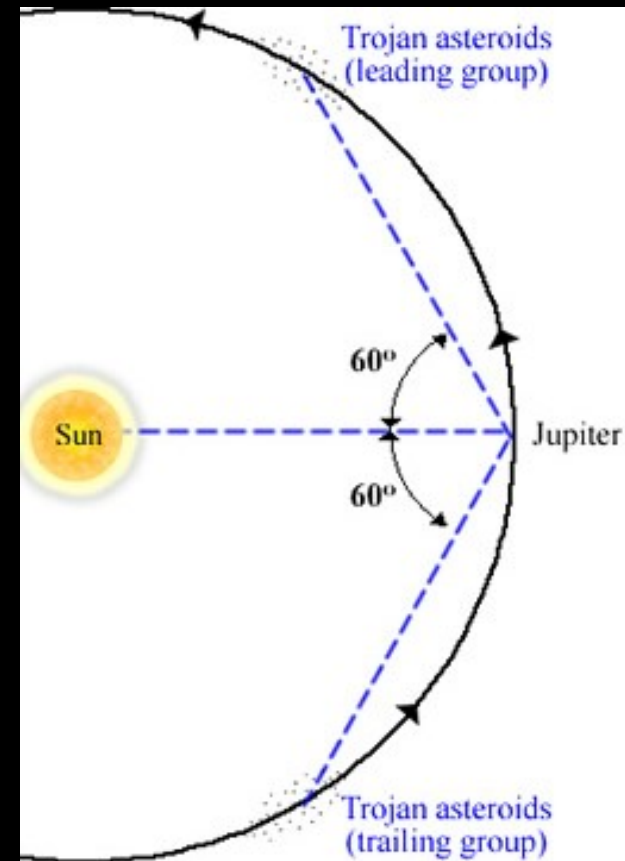
# Órbitas de Asteroides

**Asteroides da família Amor: não cruzam a órbita da Terra; cruzam a de Marte (origem de Phobos e Deimos?)**

Amor



Troianos



Existem troianos também na órbita de Netuno.

# Sondas em asteroides

**Galileo: objetivo Júpiter e seus satélites, mas...**

Asteóide Ida e seu **satélite** Dactyl

Asteroide Gaspra



1991 (19, 12, 11km); Galileo 1600km de distância



1993; Galileo a 2400km de distância

# Sondas em asteroides

## NEAR-Shoemaker (1996)

Eros



Aterrizagem em Eros em 2001;  
fim da missão 10 dias depois

NEAR - 433 Eros



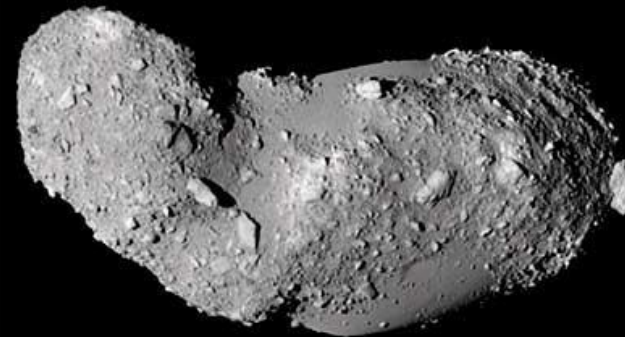
Feb 12 2000 00:45:00

Mathilde (1997)



**Hayabusa**

Itokawa



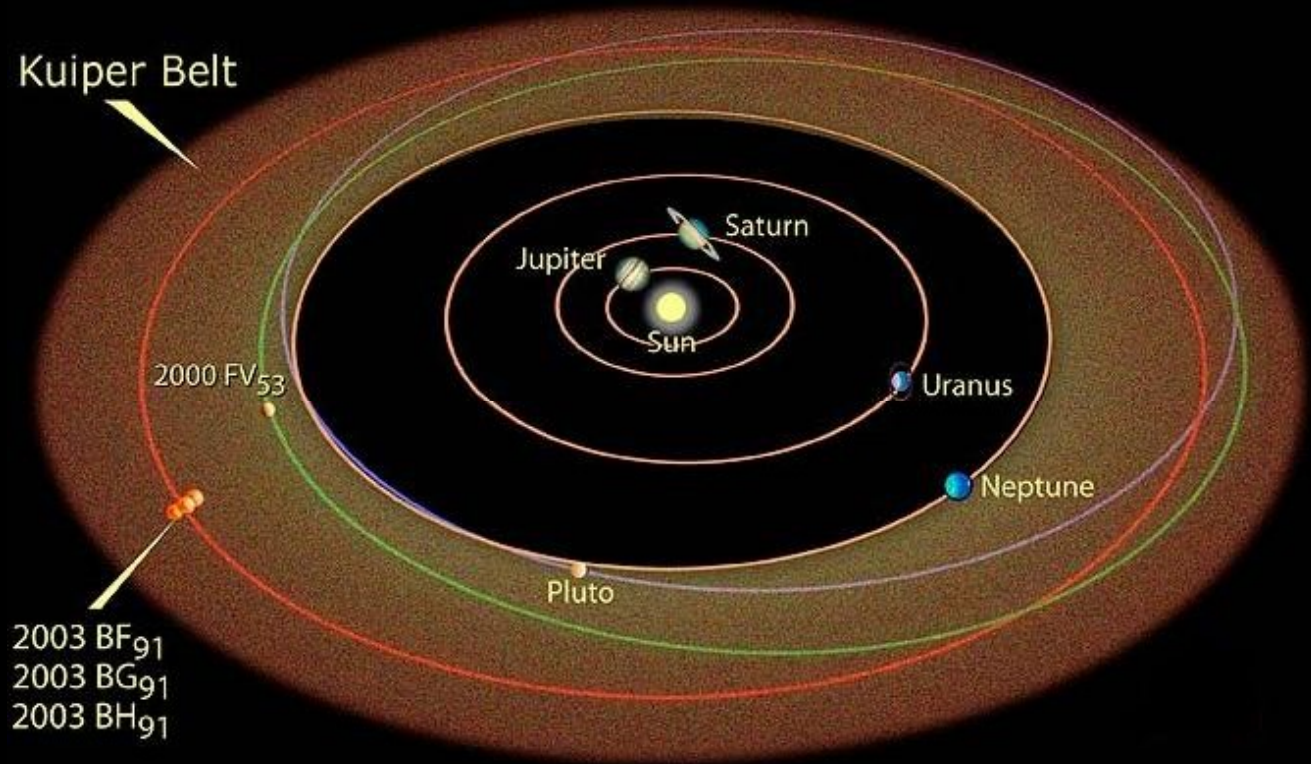
Retorno à Terra com material do asteroide!

# Cinturão de Kuiper: transnetunianos



Gerard Kuiper

Kuiper Belt



- 30 a 50 U.A.;
- 800 corpos catalogados;
- os maiores com mais de 1000 km de diâmetro;
- no plano do sistema solar.



# Os maiores objetos transnetunianos conhecidos



**Plutão**

2300 km

**Eris**

3100 km

**Haumea**

**Makemake**



**Gonggong**

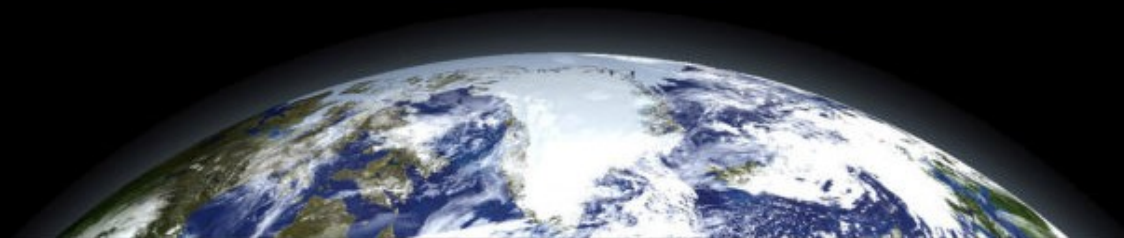
**Quaoar**

**Sedna**

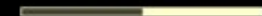
**Orcus**

**Salacia**

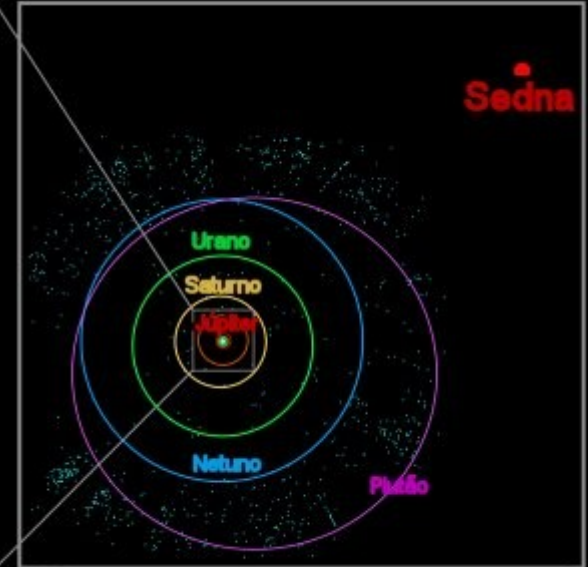
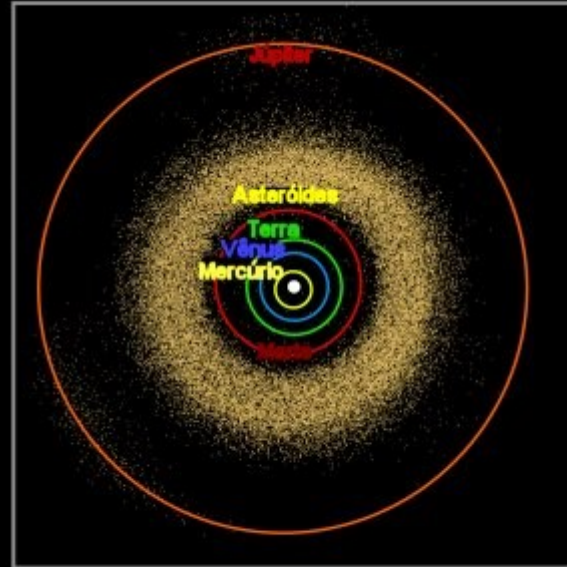
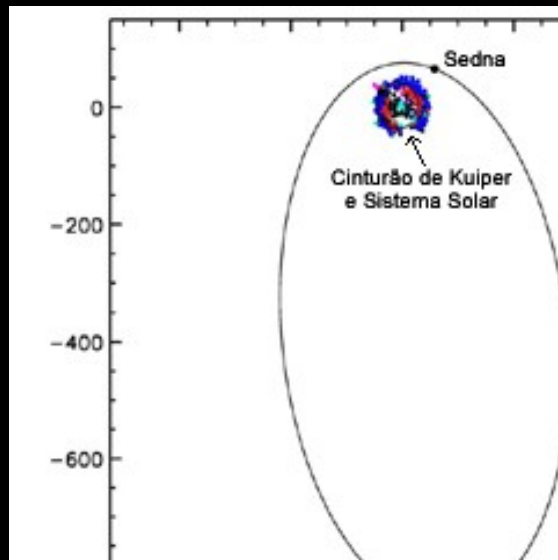
**2002 MS<sub>4</sub>**



2000 km



# SEDNA



# Cometas

- Corpos sólidos com materiais que sublimam próximo ao Sol;
- órbitas excêntricas;
- composição: água, dióxido de carbono, metano, amônia, ferro, magnésio, silicatos;
- Material volatiliza nas proximidades do Sol (composição: poeira, água, amônia, metano e alguns minerais)

## Origem

- Vida curta: 10 milhões de anos;
- Nuvem de Oort (berçário);
- Cinturão de Kuiper

## Órbitas:

- Parabólica e hiperbólica;
- Elíptica (periódicos)



# Nuvem de Oort: década de 50 século XX



## Jan Hendrik Oort

- ~ 50.000 U.A.;
- ~ 100 bilhões de corpos ( $40 \times M_{\text{Terra}}$ );
- perturbação gravitacional por estrelas próximas (reposição de cometas).



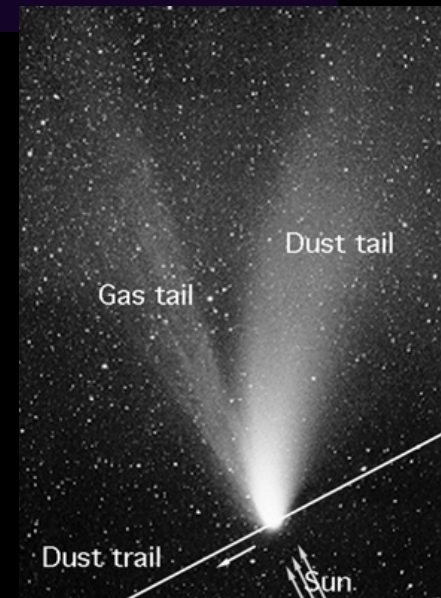
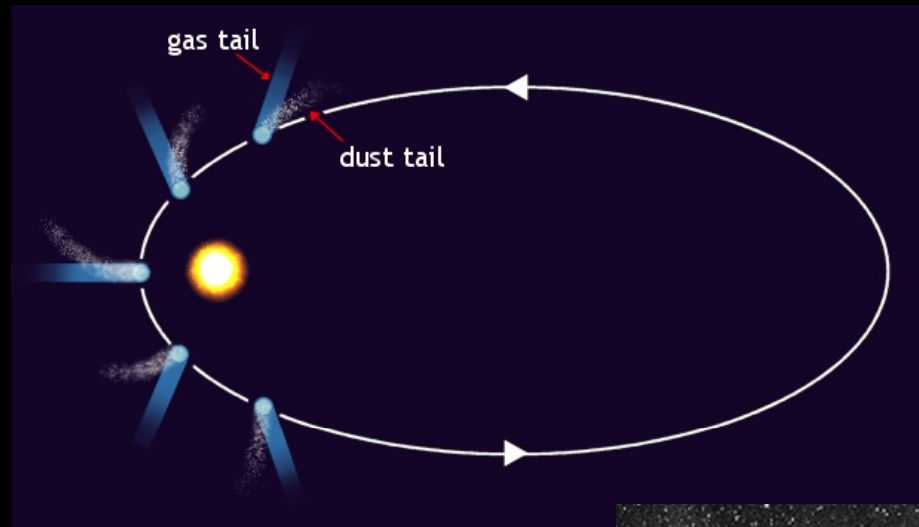
The Oort Cloud  
(comprising many  
billions of comets)

*Oort Cloud cutaway  
drawing adapted from  
Donald K. Yeoman's  
illustration (NASA, JPL)*

# Cometas

## Estrutura Física:

- Núcleo (poucos km);
- Coma (100 mil km);
- Cauda (até 1 ua)



# Cometas Famosos

## Halley:

- Período orbital: 76 anos
- Periélio: 0,59 U.A.
- Afélio: 35,1 U.A.



Missão Giotto (ESA) 1986

500 km do núcleo cometário

## Hale Bopp:

- Período orbital: 2537 anos
- Periélio: 0,91 U.A.
- Afélio: 371 U.A.



1997 (18 meses)

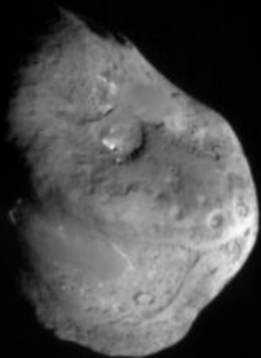
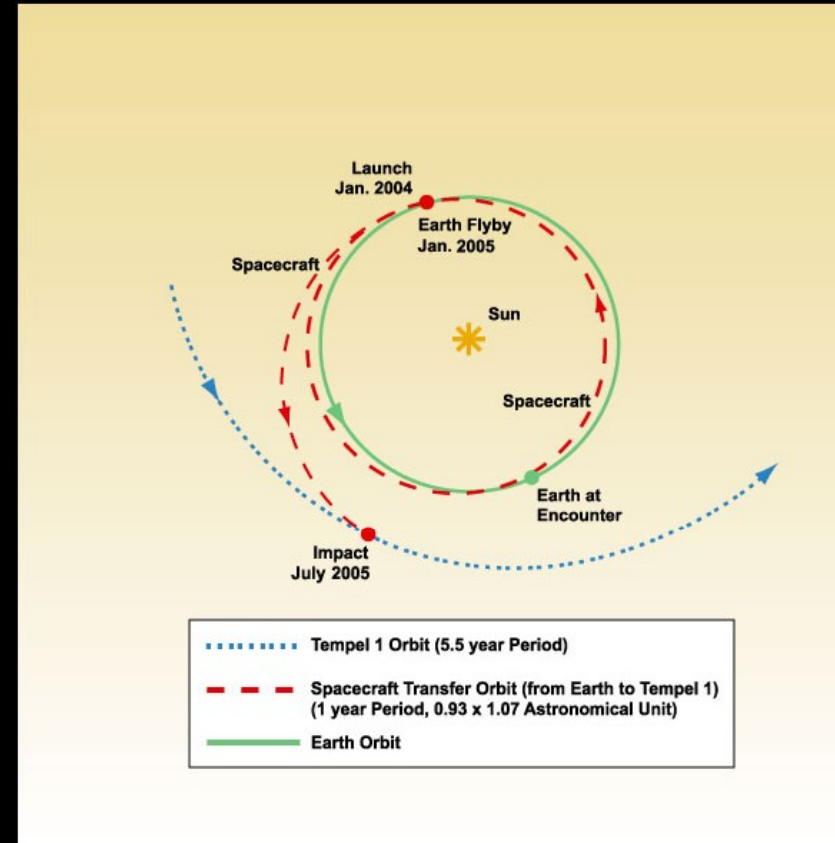
# Cometas – Missões – Deep Impact

## Cometa Tempel:

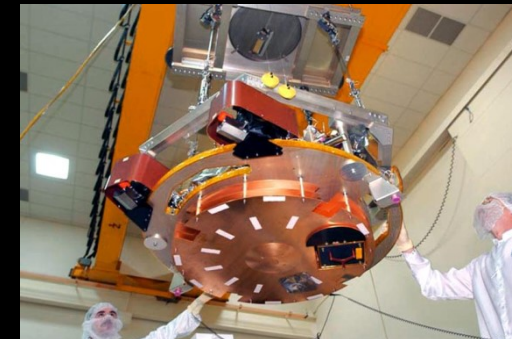
- Período orbital: 5,5 anos
- Periélio: 1,5 U.A.
- Afélio: 4,7 U.A.

## Missão:

- NASA / (JLP) - colisão;
- Análise química e física do cometa: carbonatos, silicatos, hidrocarbonetos



Sonda



# Cometas – Missões - Rosetta

- Primeira sonda concebida para orbitar um núcleo de um cometa e lançar um módulo de aterragem na superfície do mesmo.

## Churyumov-Gerasimenko:

- Período orbital: 6,6 anos
- Periélio: 1,29 U.A.
- Afélio: 8,1 U.A.



## Missão:

- ESA ;
- Missão de 10 anos (devido às várias manobras para alcançar o alvo);

A pedra Rosetta – descoberta no Egito há mais de 200 anos – forneceu aos egiptólogos do século XIX as chaves para decifrar a escrita hieroglífica e para redescobrir três milênios de história e cultura esquecidas do Egito





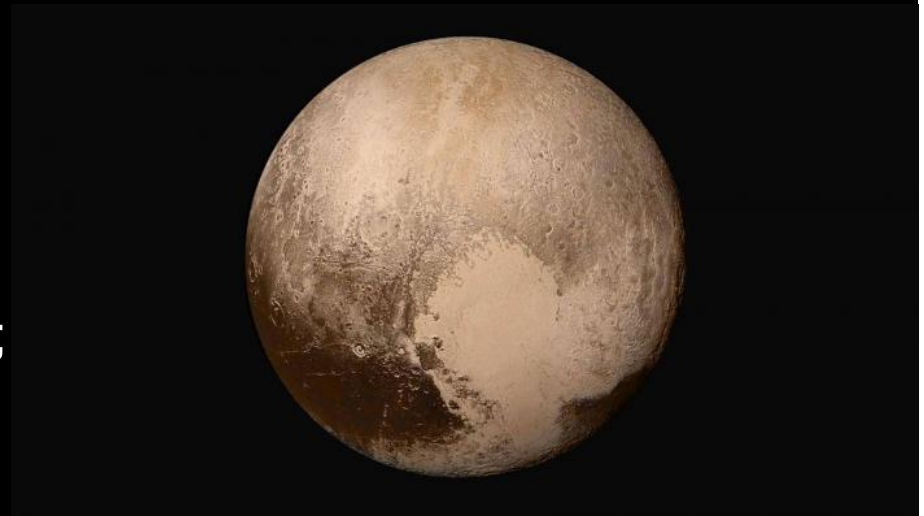
# New Horizons: Plutão



- NASA
- Missão não tripulada
- Principal objetivo: caracterização global da geologia e morfologia de **Plutão** e seus satélites (Caronte);
- objetivo secundário: variações da atmosfera desses corpos; outros corpos do cinturão de Kuiper.

## **Cronologia:**

- 19/01/2006 – Lançamento;
- 13/06/2006 – primeiras imagens;
- 28/02/2007 – passagem por Júpiter;
- 07/2015 – “chegada” à Plutão\*;
- 2016-2020 – outros corpos.



(\* ) altitude abaixo dos 10.000km, com um velocidade relativa de 14km/s

9/21/2006 11

Primeiras imagens

# Corpos ainda menores

Originados nos princípios do Sistema Solar: restos de asteroides, planetas. Geralmente não observáveis pelo tamanho.

- Meteoroide – corpo no espaço antes de entrar na atmosfera (entram, em média, com velocidade superior a 11km/s);

- Meteoro – nome genérico dos fenômenos que ocorrem na atmosfera terrestre (“estrelas cadentes”);

- Meteorito – é o meteoróide que consegue vencer a atmosfera terrestre e colide com a superfície.

-Meteoro: provável origem cometária

-Meteorito: origem asteroidal



# Meteoritos

**Classificação básica quanto a composição:**

- **Ferrosos**: quase que exclusivamente de ferro, com 5 a 10 % de níquel.
- **Rochosos**:
  - **acondritos**: similares a rochas ígneas;
  - **condritos**: presença de esferas milimétricas, gotas fundidas a altas temperaturas que se solidificaram (*côndrulos*);
- **Rochosos-ferrosos**: proporção comparável de silicatos e ferro-níquel.



Achados na Terra são majoritariamente ferrosos, embora na vizinha do planeta deva existir mais rochosos



Há 50 mil anos, um meteorito de ferro com 40 metros de largura se chocou no deserto do Arizona a 12 km/s (43 mil km/h) e abriu uma cratera de 1,25 km de diâmetro e 190 metros de profundidade. É a cratera mais famosa e estudada do mundo e se tornou uma grande atração turística.

## Museu Nacional depois do incêndio de set 2018

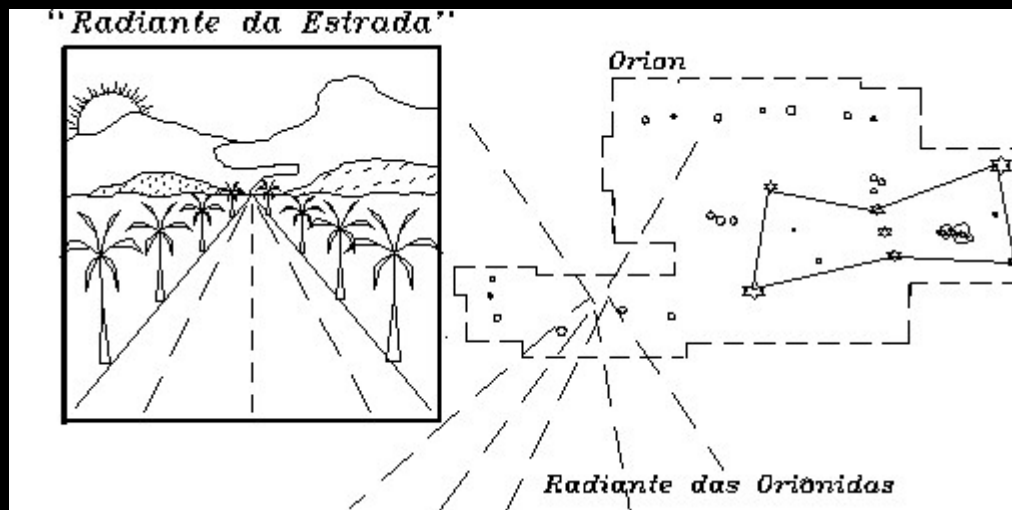
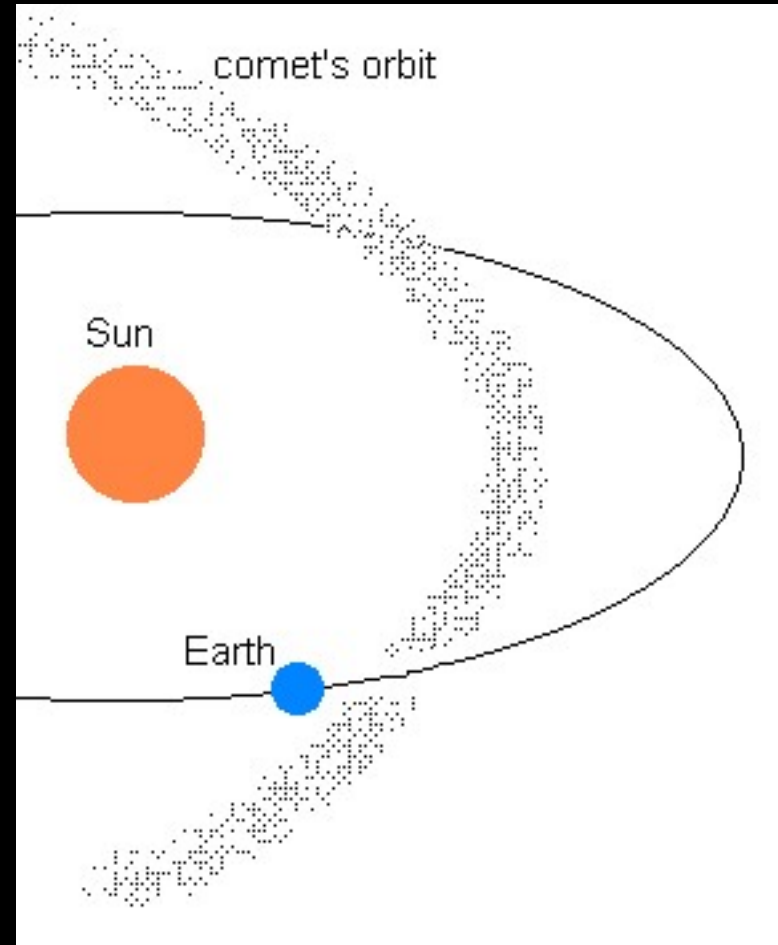
Por volta de 5 ton



Réplica no OAA-UEFS



# Chuva de Meteoros



# Poeira zodiacal



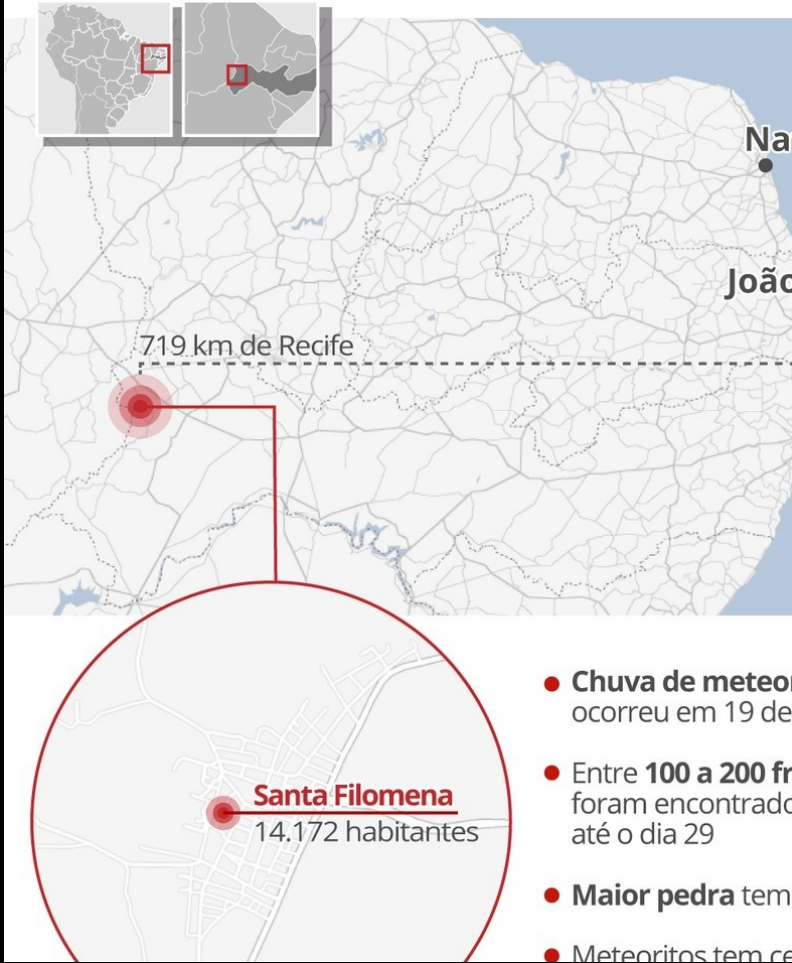
- nuvem de grãos medindo de 1 a 10 micrometros
- acumulados no plano da eclíptica
- refletem a luz solar
- poeira => provável origem cometária pois não se encontra poeira fina no cinturão de asteróides



Recentemente.....

# “Chuva” de Meteoritos

## A pequena cidade sertaneja de Santa Filomena (PE)



Localizada no sertão nordestino, Santa Filomena, a 719 km de Recife, tem 14.172 habitantes, segundo o IBGE. Cerca de 3 mil moram no centro, mas a maior parte está na zona rural, onde predominam plantações de feijão e mandioca.

“...Podemos comparar o comércio dos meteoritos com “um português que dá um espelho para o índio para levar o minério do Brasil”. Antonio Carlos Miranda\* e mais um grupo de pesquisadores tentam movimentar pessoas e governo em Pernambuco para deixar o meteorito na cidade.

"Somente instituições como os museus têm as condições necessárias para assegurar a preservação, a pesquisa científica e a adequada apresentação para o público em geral desses bens que enriquecem a ciência e a cultura nacional"

\* professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE),

José Williams dos Santos Vilas Boas (Divisão Astrofísica – INPE) => não há motivo específico para que a chuva de meteoritos tenha ocorrido no sertão de Pernambuco.

"É um fenômeno que pode acontecer em qualquer lugar mundo, ocorre de forma aleatória e não existe razão especial para que essas pedras tenham caído naquela região especificamente. Esse ano já foi notificada a ocorrência de meteoritos dessa natureza em outros locais, não é uma peculiaridade da região de Pernambuco."

## Fireball Diurno Deixa Meteoritos em Pernambuco



Há 89 anos (1931), ocorrência de uma aproximação grande com a Terra (rasante) e foi desviado (alteração de sua órbita). Naquela época, quem observou pode ter concluído que a Terra havia se salvado do choque. Gerou uma órbita com baixa inclinação. O choque com a Terra acabou acontecendo 89 anos depois!!!



Meteoritos brechados: misturados.

Choques favorecem a mistura na sua formação (objeto parental).

## **Curiosidade:**

Praticamente **todos** os **meteoritos** são **atraídos** por **ímã**, uma vez que a maioria deles possui ferro e níquel; são raras as exceções de **meteoritos** que não apresentam essa propriedade.

Nos **meteoritos** metálicos a atração é mais forte.

Contudo, vale lembrar que nem toda **pedra atraída por ímã** é um **meteorito**.

# Referências

- CDCC – USP – São Carlos
- Museu Nacional - UFRJ
- MACIEL, W.J., *Astronomia e Astrofísica*, IAG/USP, 1991
- Astronomy Brasil, *Pedras que caem do céu*, Junho, 2006
- <http://www.nasa.gov>
- <http://www.esa.int>
- <http://astro.if.ufrgs.br>



Obrigada!

[vmartin@uefs.br](mailto:vmartin@uefs.br)