



IMPACTON: um projeto de impacto

Daniela Lazzaro
Observatório Nacional
Coordenação de Astronomia e Astrofísica



Iniciativa de **M**apeamento e **P**esquisa de **A**steróides nas **C**ercanias da **T**erra no **O**bservatório **N**acional

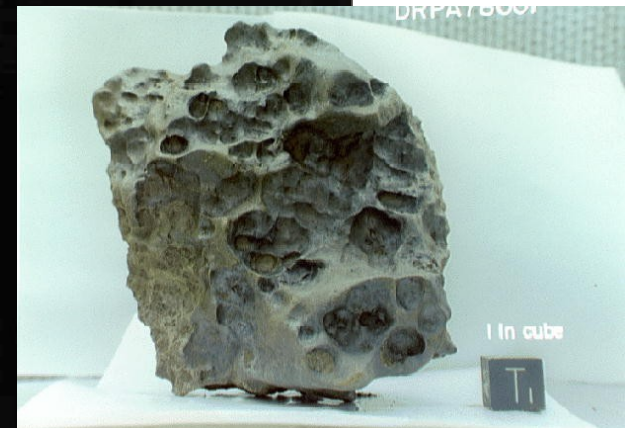


Termosfera

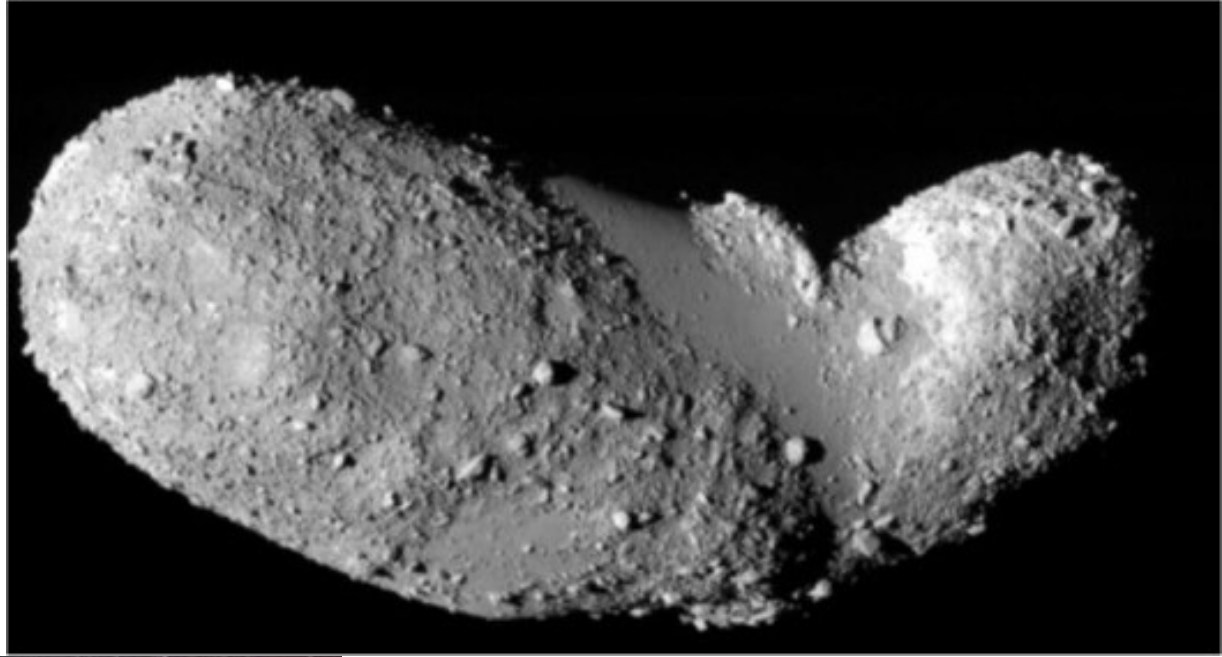
Mesosfera

Estratosfera

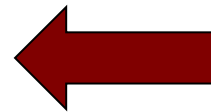
Troposfera



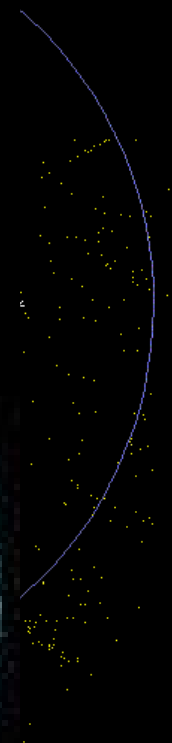
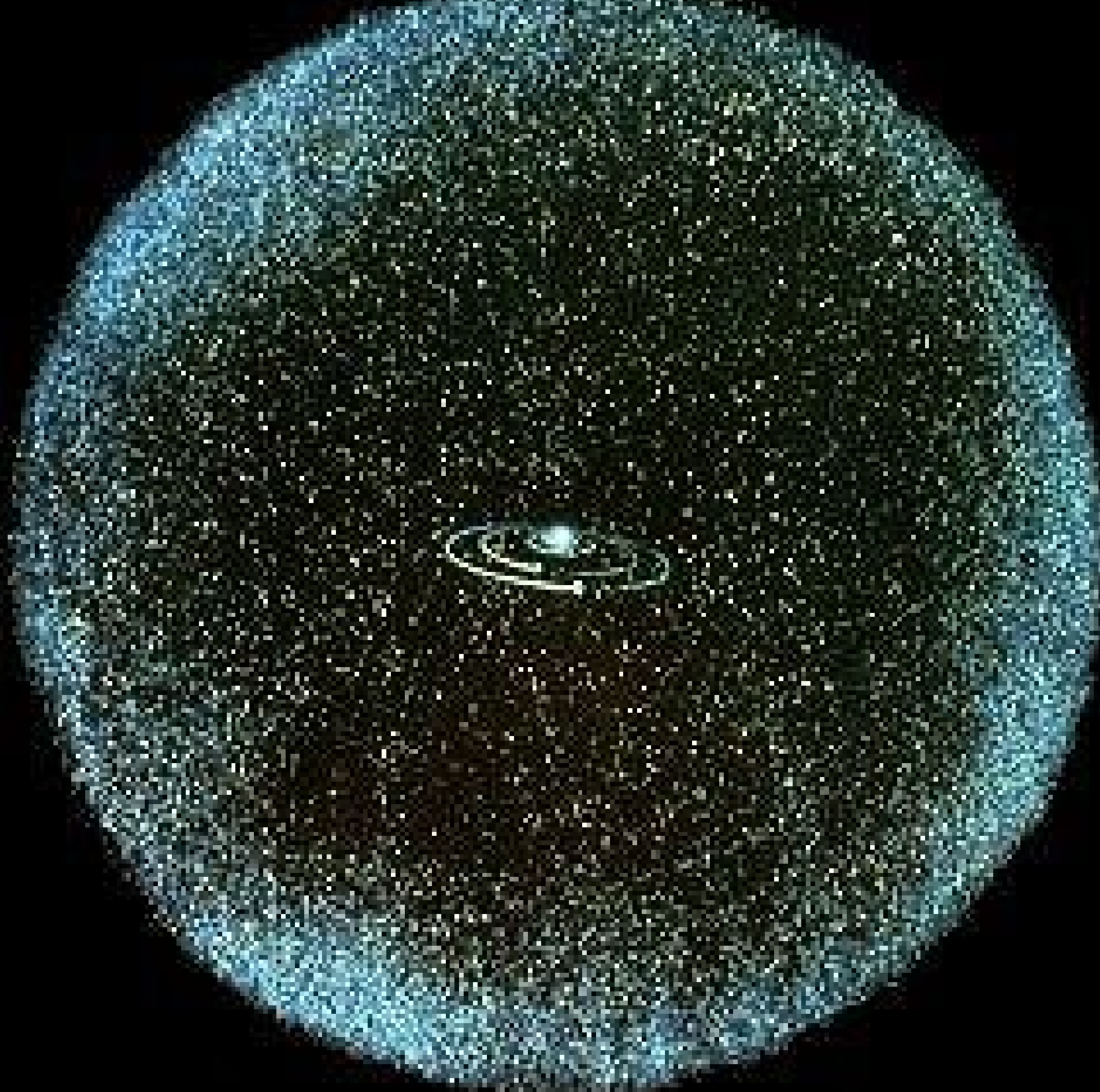
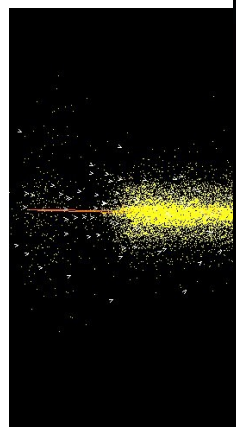
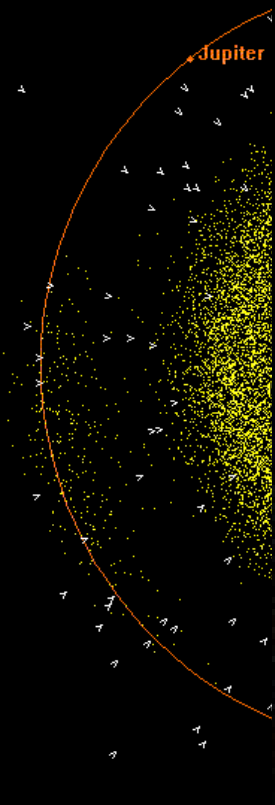
O que são ?



Asteróides



Cometas

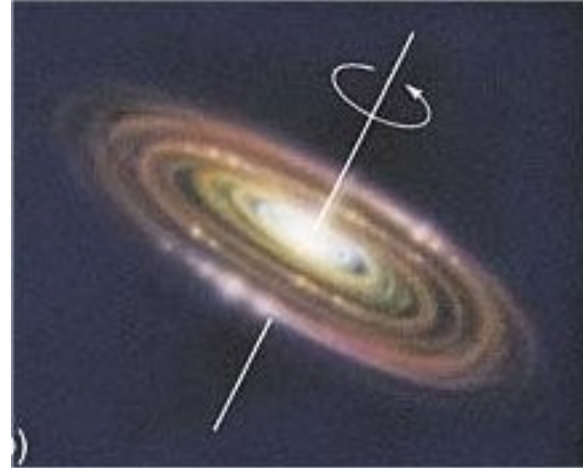


P. Chodas (NASA/JPL)

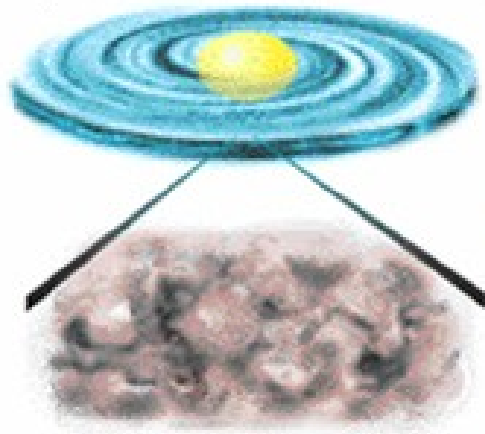


P. Chodas (NASA/JPL)

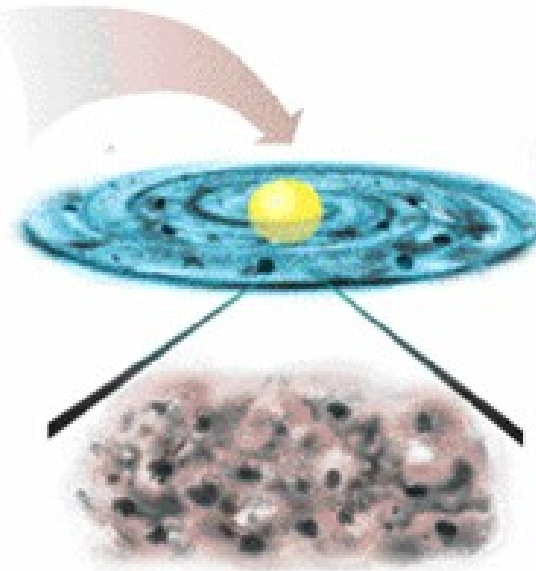
Porque?



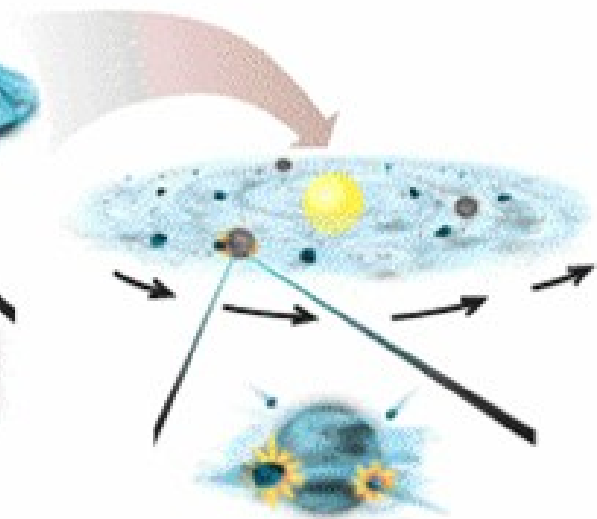
Disco de gás e poeira
em rotação em torno do Sol
ainda jovem



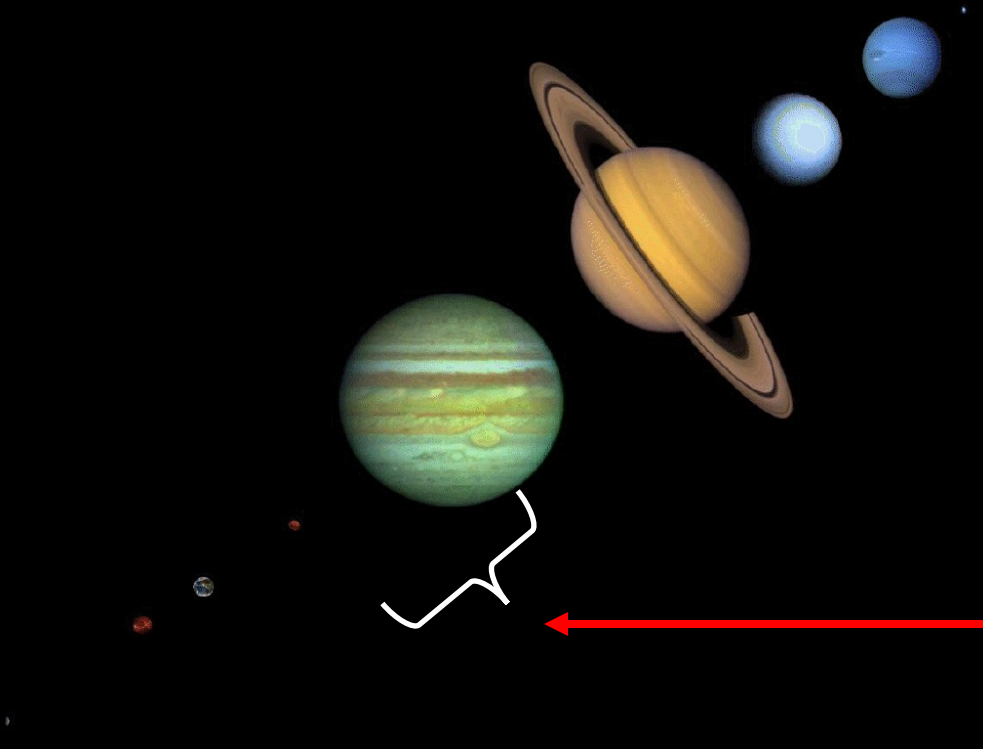
grãos de poeira



Os grãos de poeira
se aglomeram formando
planetesimais



Os planetesimais colidem
e se transformam em
planetas



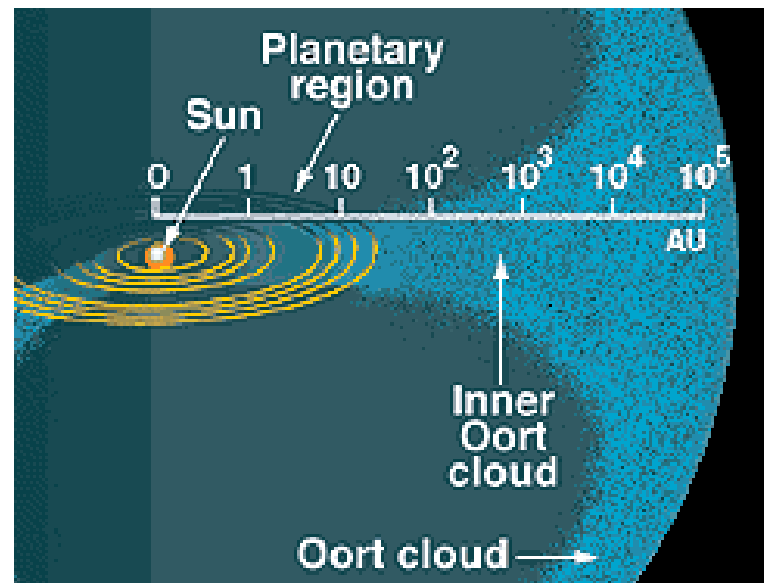
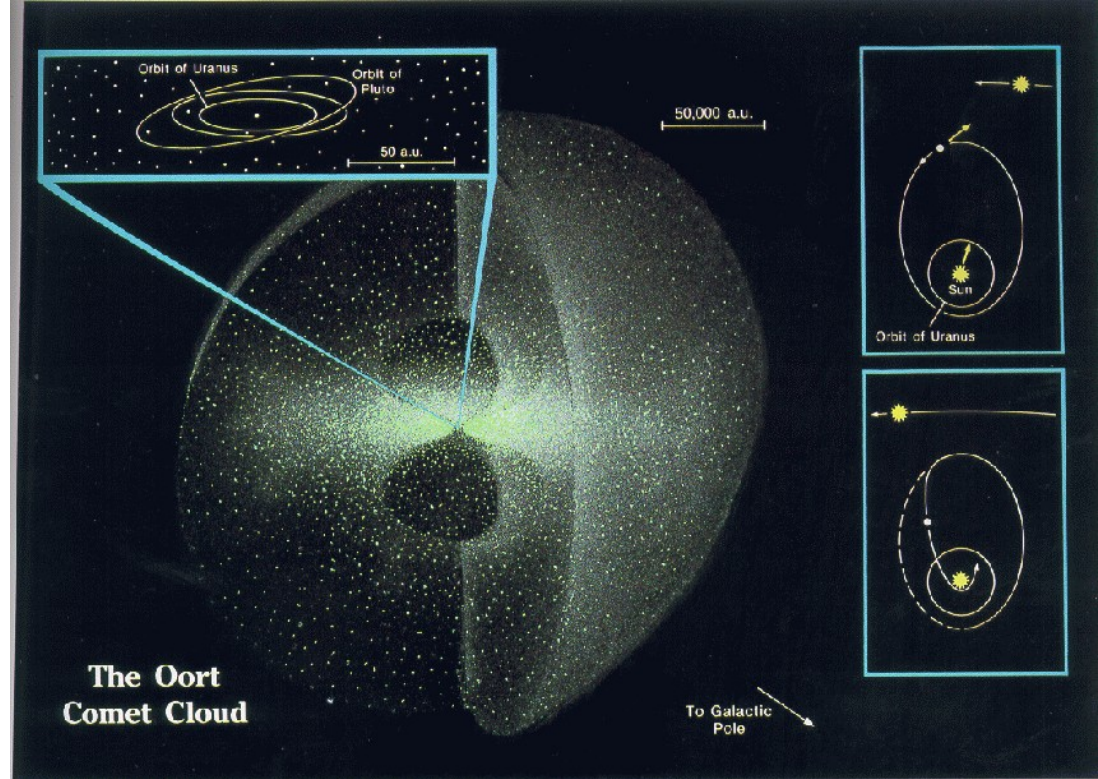
Júpiter cresce muito rapidamente

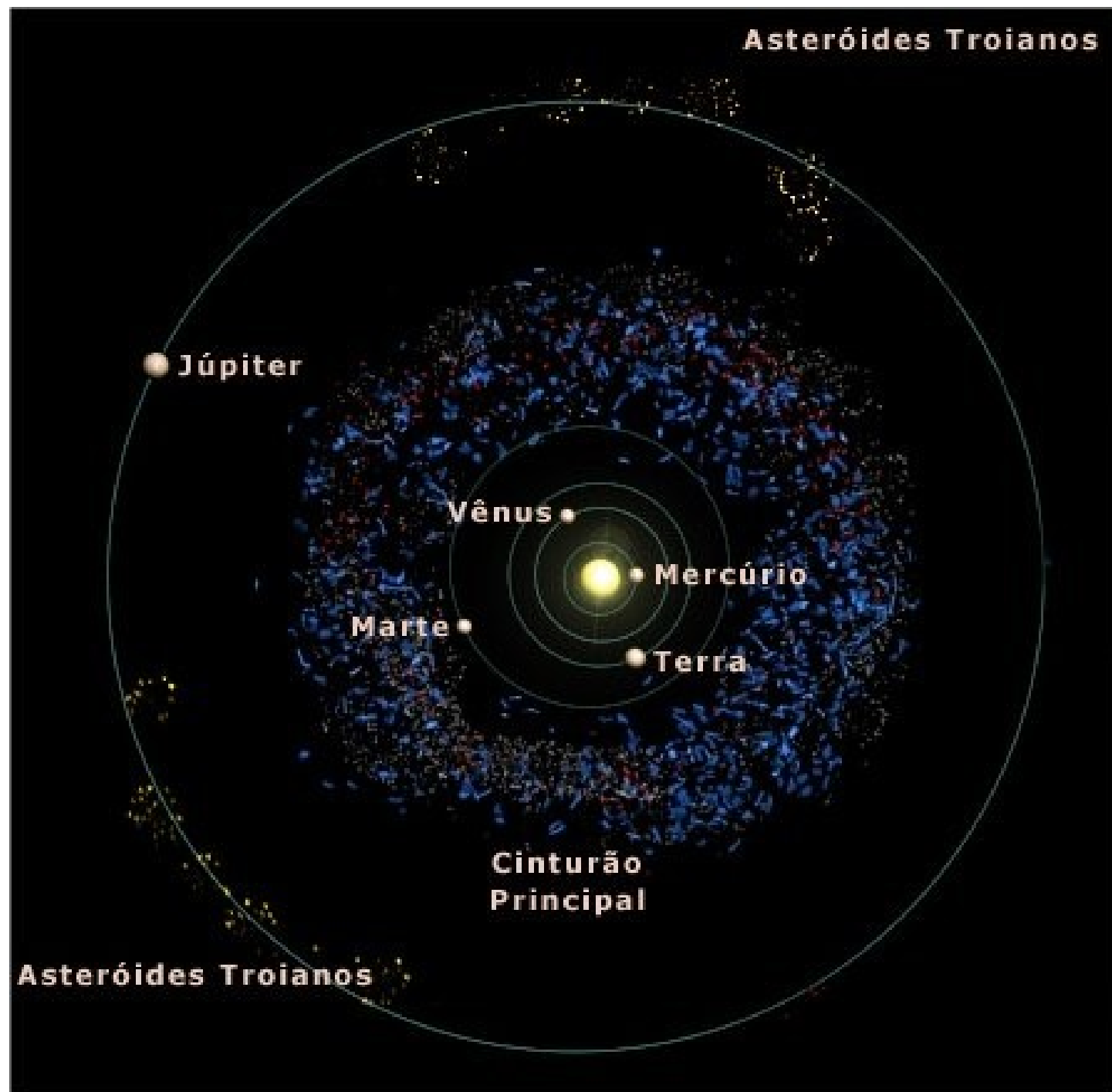
- perturbações aumentam as velocidades na região
- o regime de fragmentação se inicia e a acreção é interrompida
- restam os planetesimais e/ou os **asteróides**



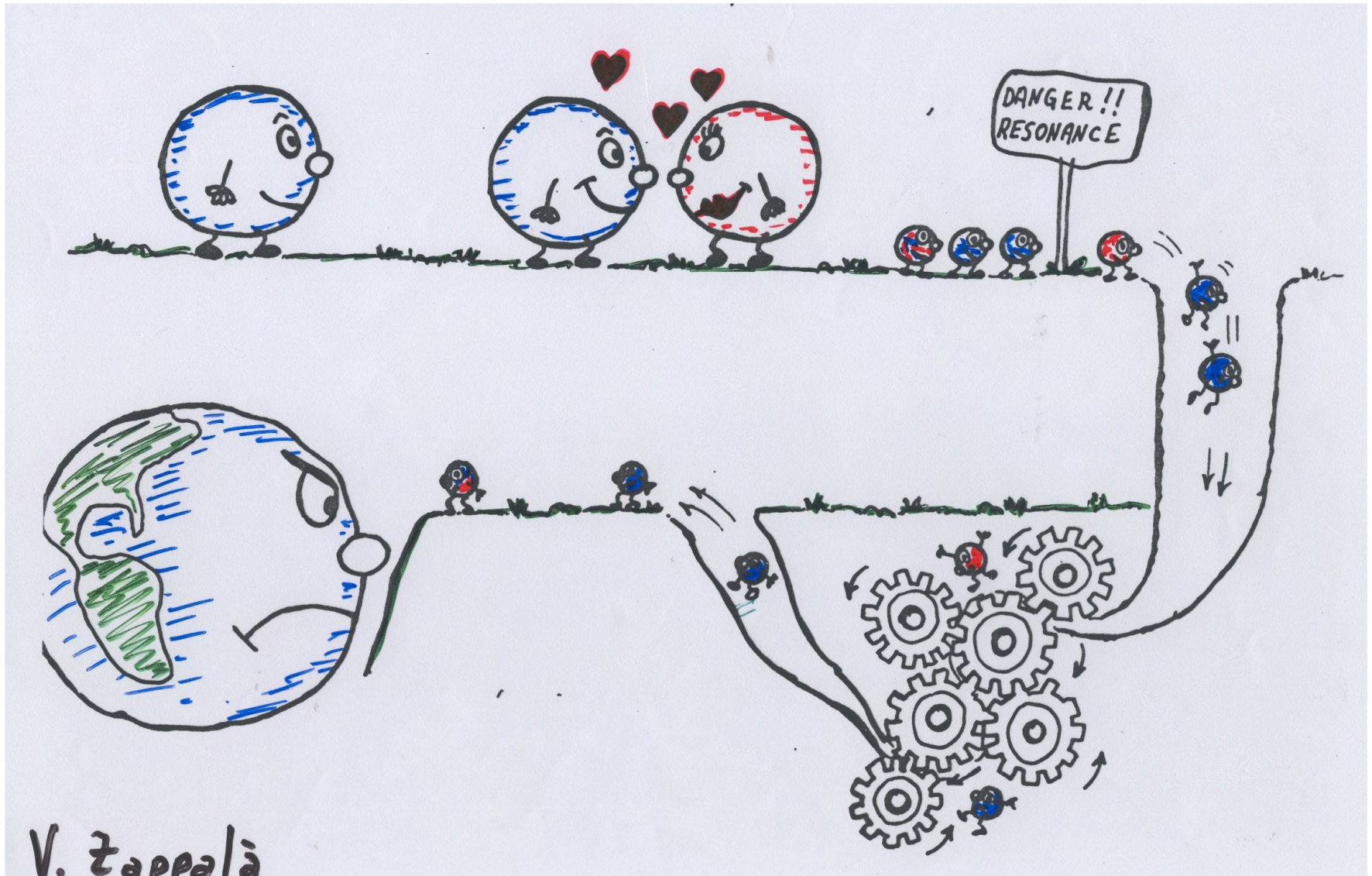
Na região mais externa:

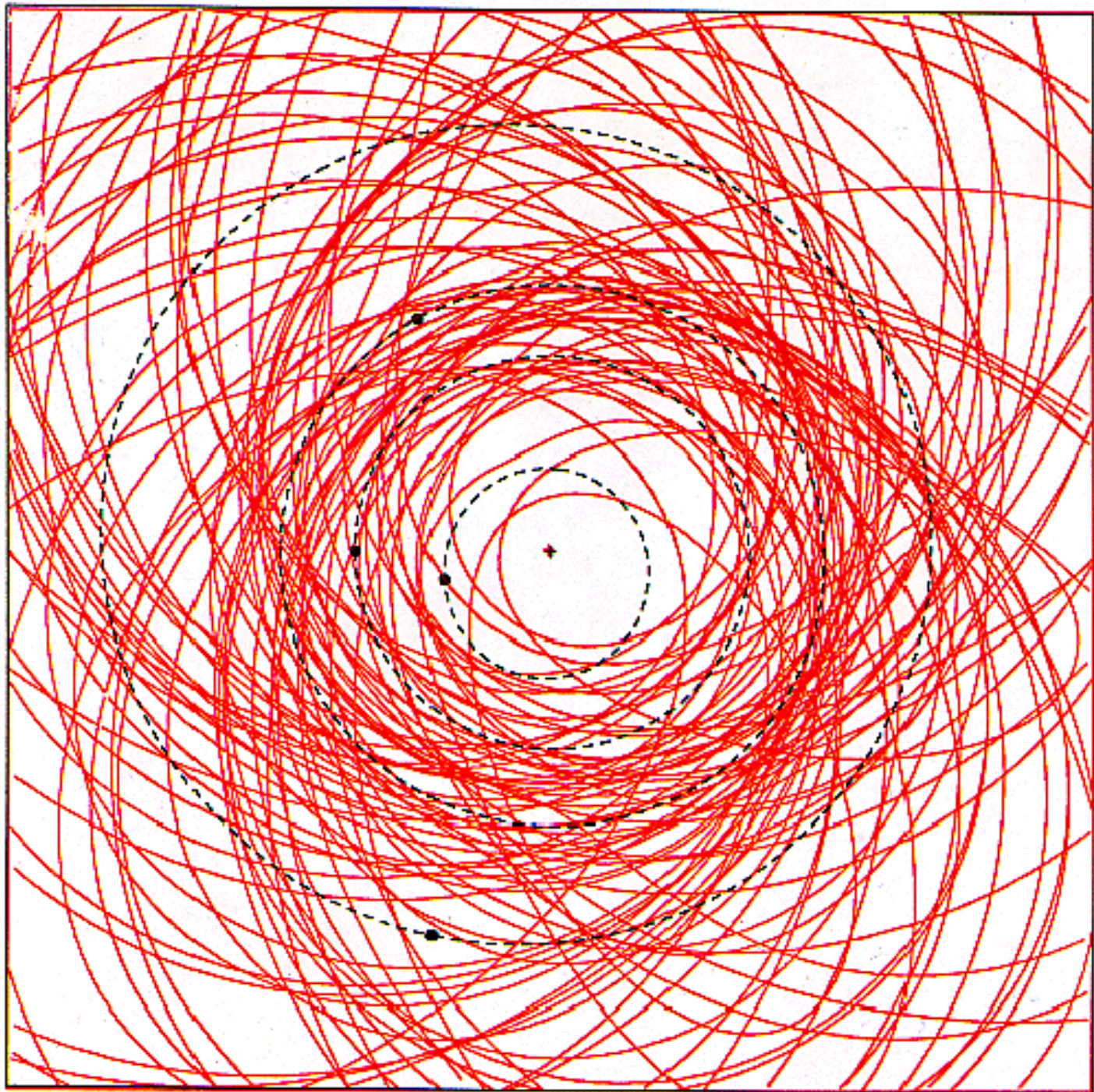
- pouca massa
- pouca acreção
- restam os planetesimais e/ou **cometas**





Colisões + perturbações planetárias ➡
➡ **órbitas cruzadoras dos planetas terrestres**



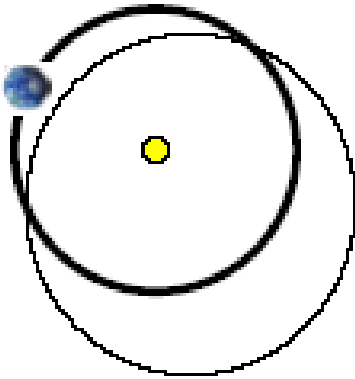


Apollo

$a > 1.0 \text{ UA}$

$Q < 1.02 \text{ UA}$

Cruzador da Terra

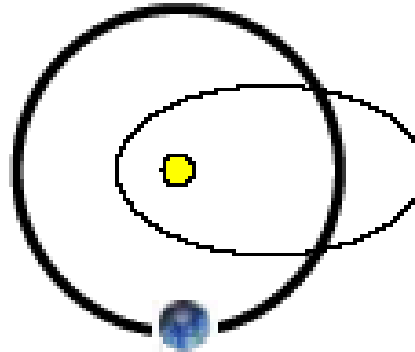


Aten

$a < 1.0 \text{ UA}$

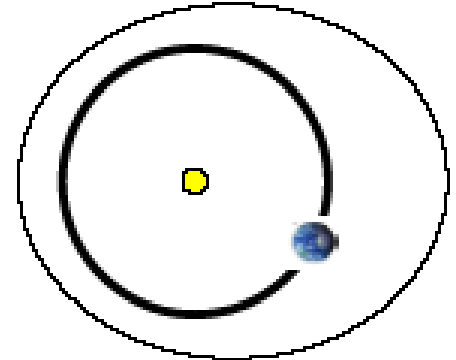
$Q < 1.0167 \text{ UA}$

Cruzador da Terra



Amor

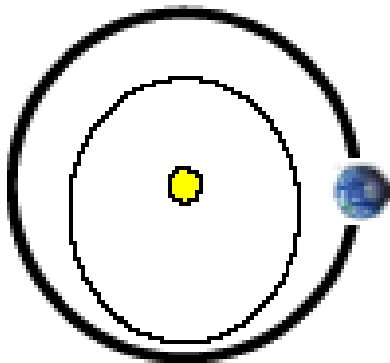
$1.02 < q < 1.3$



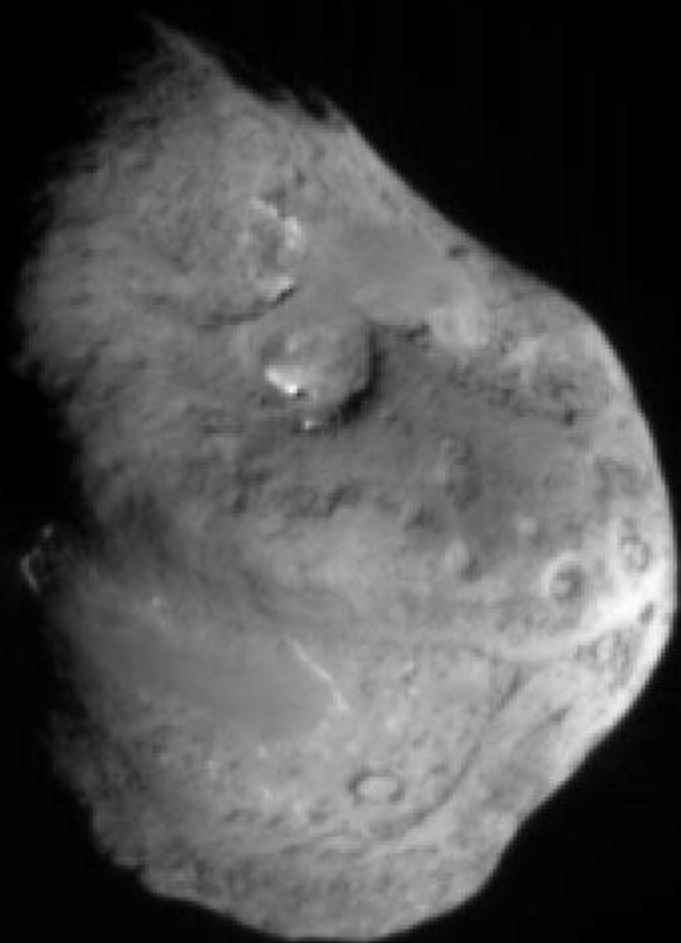
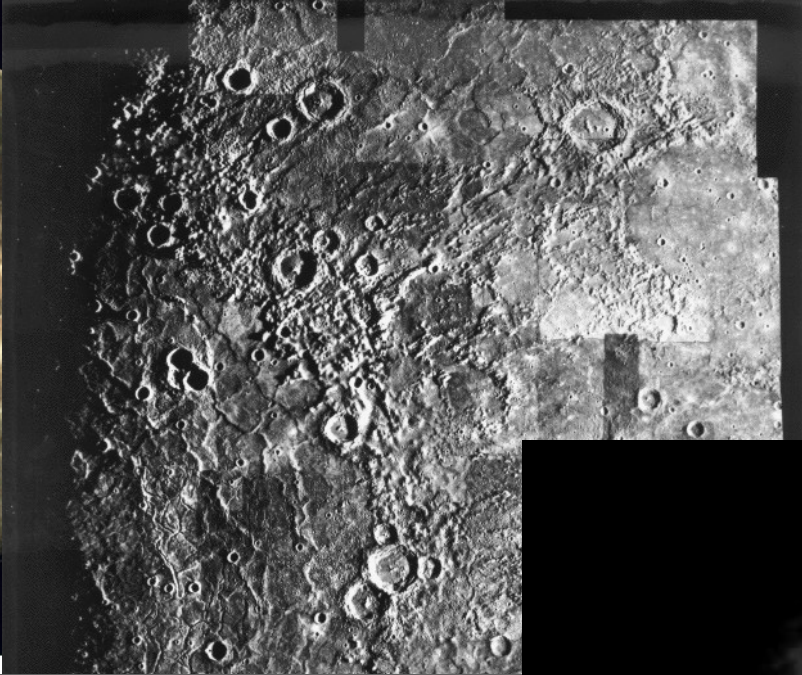
Internos à Terra (IEO)

$Q < 0.983$

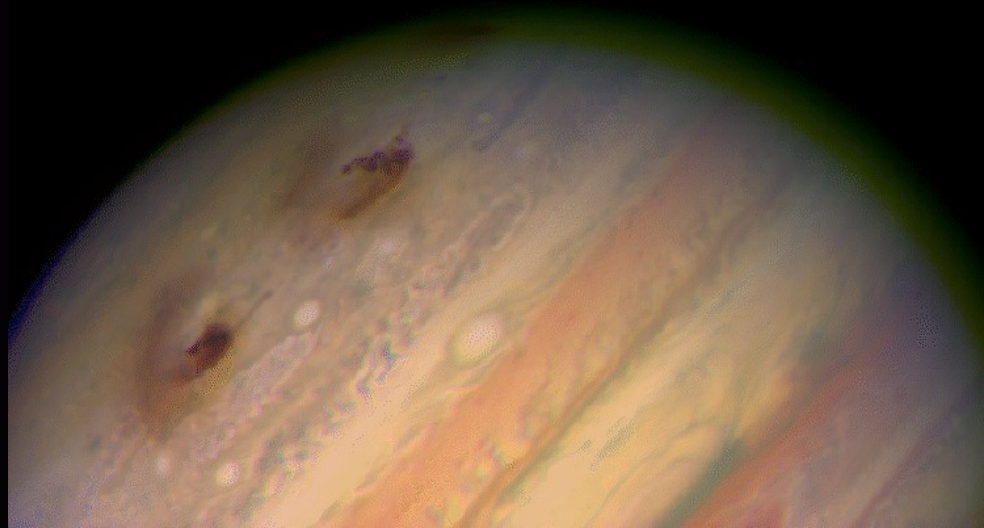
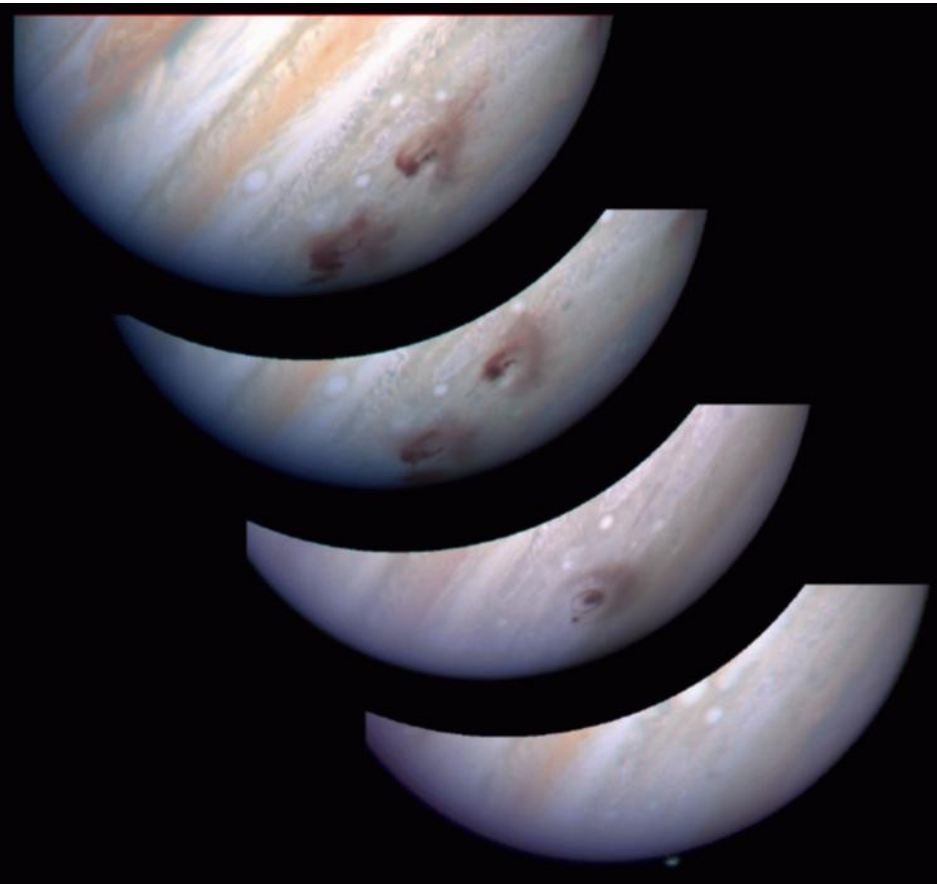
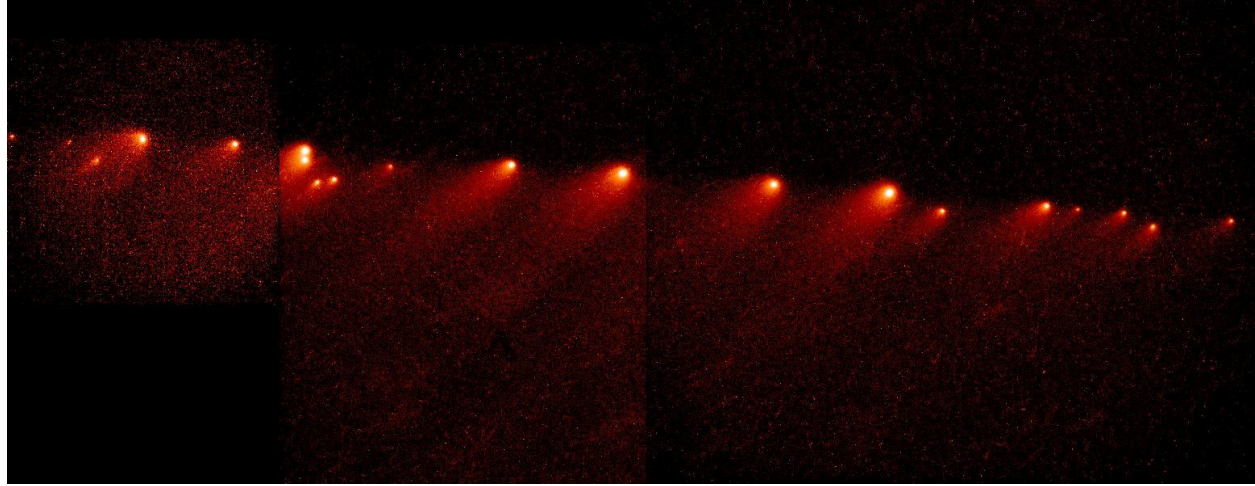
Sempre dentro da órbita da Terra



Tipo	População NEO
Apollo	62%
Aten	6%
Amor	32%
IEO	6 conhecidos



Shoemaker-Levy 9
Descoberto: março 1993
Colisão: julho 1994





**Meteor Crater -
Arizona**

diâmetro = 1,2 km

profundidade = 200 m

idade = 25.000 anos

**meteorito ferroso ~
50m**

Meteor Crater, Arizona - ~49 mil anos



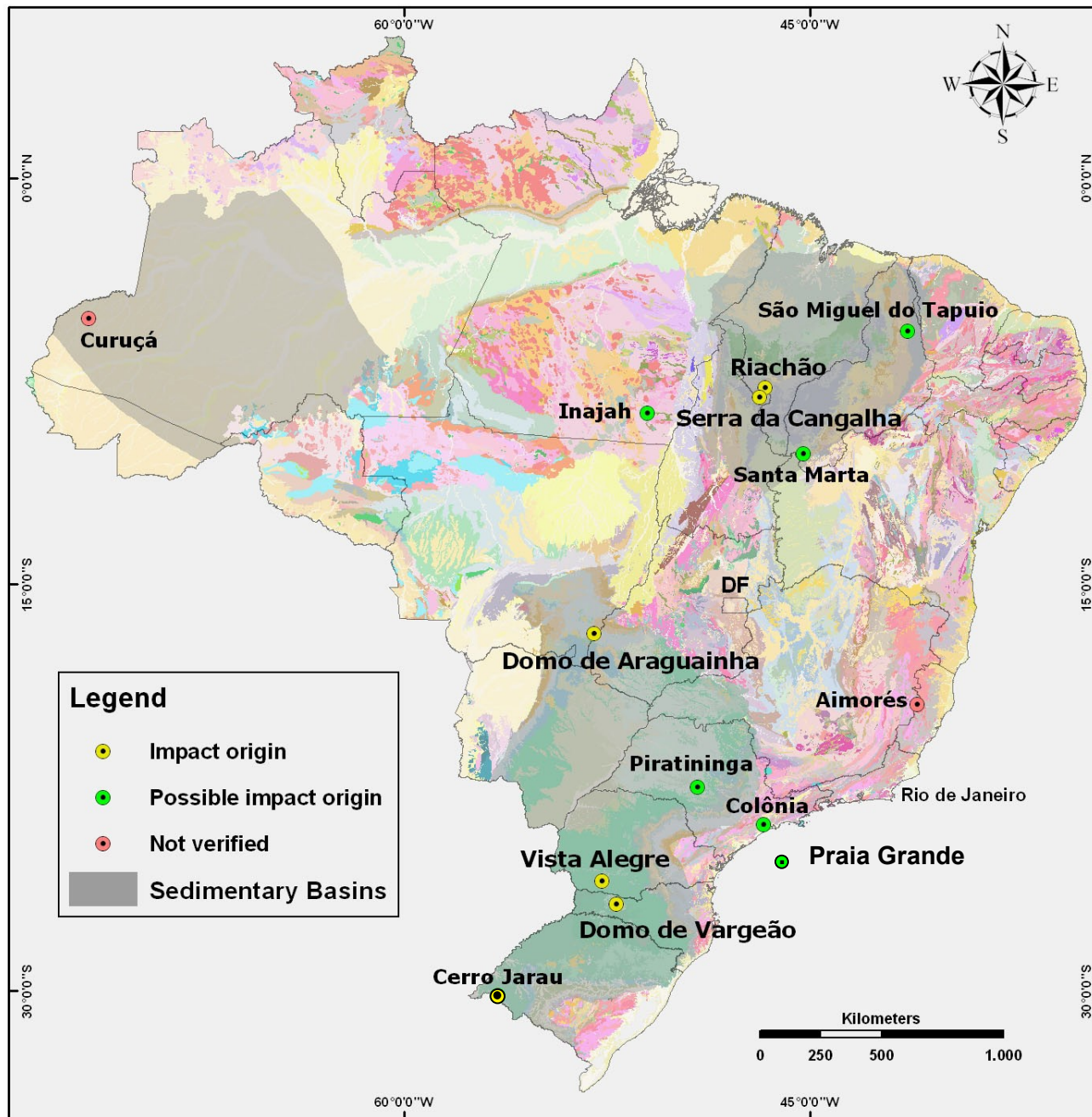
A cratera de grande porte mais jovem conhecida na Terra, com diâmetro de 1,2 km, formada por um meteorito metálico (Ni+Fe) com ~100m de diâmetro.

Distribuição Mundial das Crateras de Impacto



179 crateras de impacto comprovadas (Out./2009)

Earth Impact Database: www.unb.ca/passc/ImpactDatabase/index.html



Distribuição das Estruturas de Impacto no Brasil

Astroblemas

Araguainha – 40km
São Miguel de Tapuio
- 20km

Tunguska, Sibéria – Junho 1908

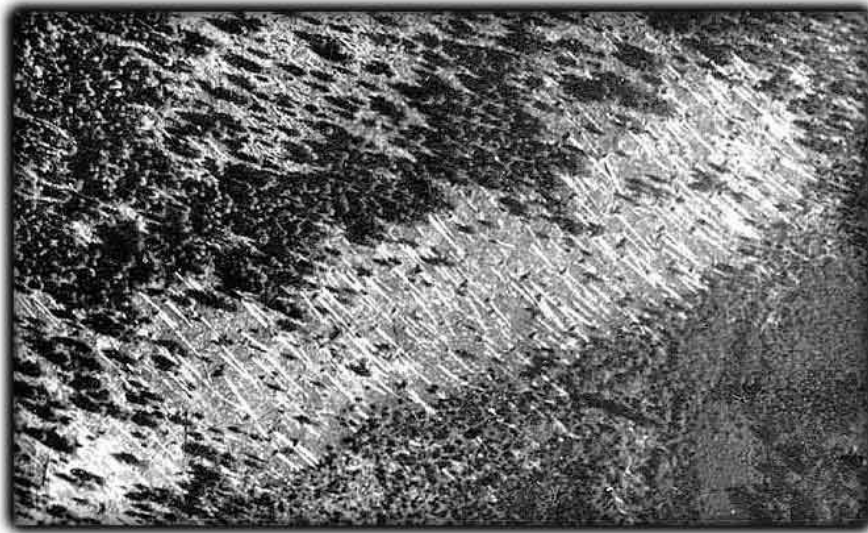


Foto aérea da região de Tunguska de 1938. As árvores encontram-se deitadas em paralelo, indicando a direção da onda de choque.



Foto das árvores tomada em local situado a 8 km do centro da área afetada.

O evento de Tunguska foi o resultado da explosão na atmosfera de um pequeno asteróide (10's metros), sendo que apenas as ondas de choque atingiram a superfície e provocaram danos sem que tenha havido excavação da superfície. A energia liberada foi <100 MTons.

Quais as consequências na Terra de um impacto?



Alguns centímetros (Bóldes)
- grande espetáculo, nenhum dano

Algumas dezenas de metros (Tunguska)

- como uma grande bomba nuclear
- uma cidade destruída
- média de ocorrência: 100 anos
- risco menor do que outros desastres naturais



Algumas centenas de metros

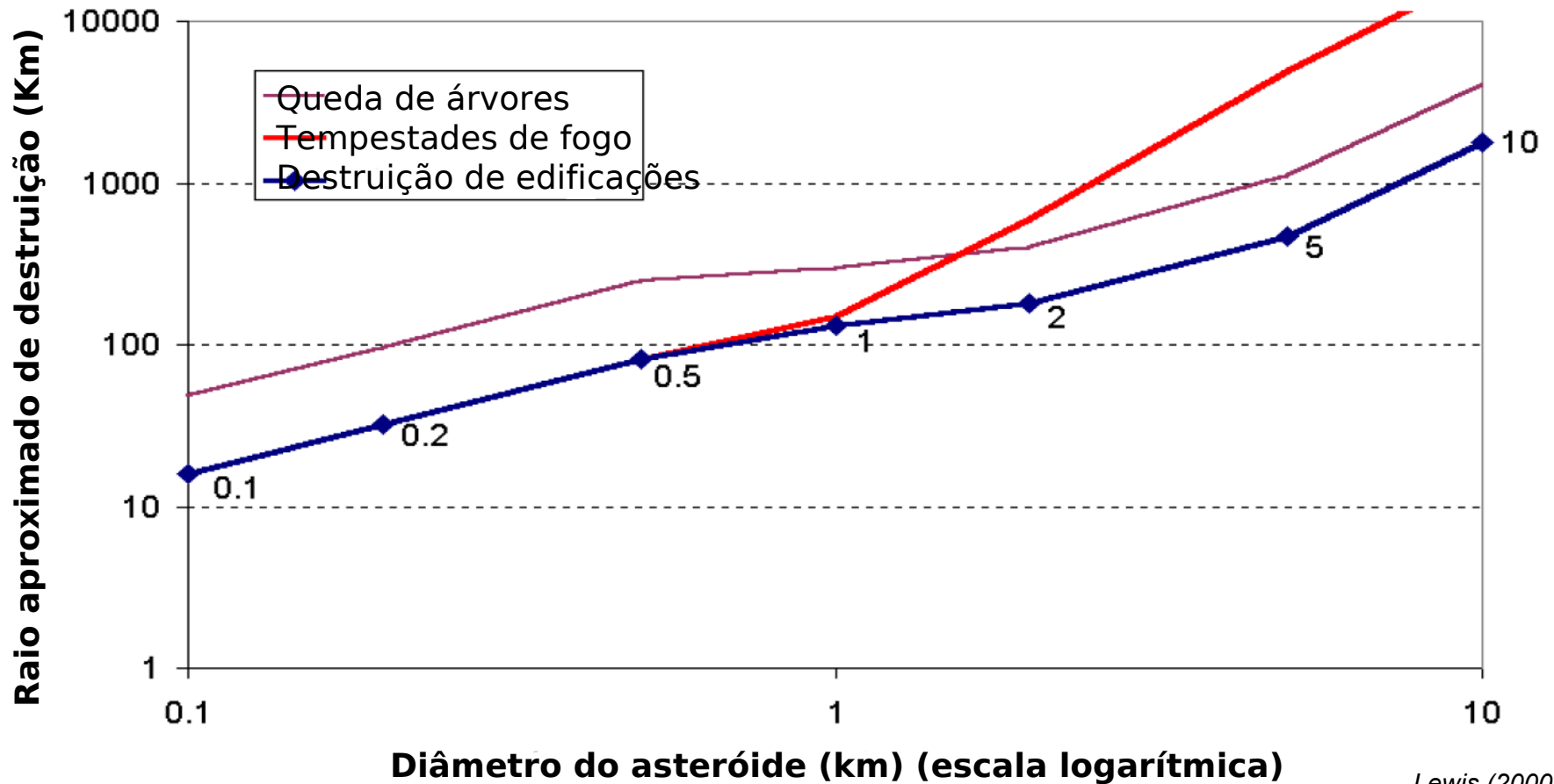
- destruição de áreas como de pequenos países
- média de ocorrência: 100 mil anos
- risco moderado do que outros desastres naturais

Alguns quilômetros:

- catástrofes globais com ameaça para a civilização
- média de ocorrência: 1 milhão de anos
- risco maior do que outros desastres naturais



Alcance da destruição de impactos

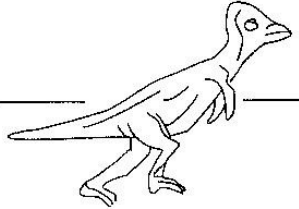
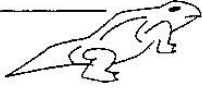
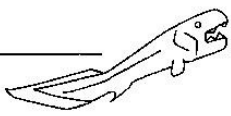


Queda de árvores: indica o alcance de uma frente de onda de choque suficiente para arrancar árvores, derrubar edificações e quebrar janelas; vidas humanas seriam colocadas em sério risco dentro desta zona.

Tempestades de fogo: indica o alcance das ondas de calor que provocariam a ignição de materiais combustíveis; a maior parte da vida seria destruída dentro desta zona.

Destruição de edificações: indica o raio de uma frente de onda sísmica com energia suficiente para destruir todos os tipos de edificações; toda a vida seria destruída dentro desta zona.

Grandes extinções em massa

ERAS/PERIODS	BOUNDARIES (millions of years b.p.)	EXTINCTIONS	PRINCIPAL CASUALTIES
CENOZOIC (TERTIARY)	PLEISTOCENE	1,6	
	PLIOCENE	5	
	MIOCENE	24	
	OLIGOCENE	36	
	EOCENE	54	
	PALEOCENE	65 (K/T)	 - dinosaurs - reptiles - plants - plankton - coral reefs - fish - invertebrates
MESOZOIC (SECONDARY)	CRETACEOUS	144	
	JURASSIC	205 (Tr/J)	 - reptiles - marine invertebrates
	TRIASSIC	250 (P/ Tr)	 - flora - reptiles - plankton - coral reefs - fish - etc.
	PERMIAN	286	
PALEOZOIC (PRIMARY)	CARBONIFEROUS	367 (F/F)	 - flora - coral reefs - plankton - invertebrates - fish
	DEVONIAN	408	
	SILURIAN	438	 - coral reefs - trilobites - brachiopods
	ORDOVICIAN	500	
	CAMBRIAN	540	

16% famílias marinhas
47% gêneros marinhos
18% famílias de vertebrados

22% famílias marinhas
52% gêneros marinhos
? famílias de vertebrados

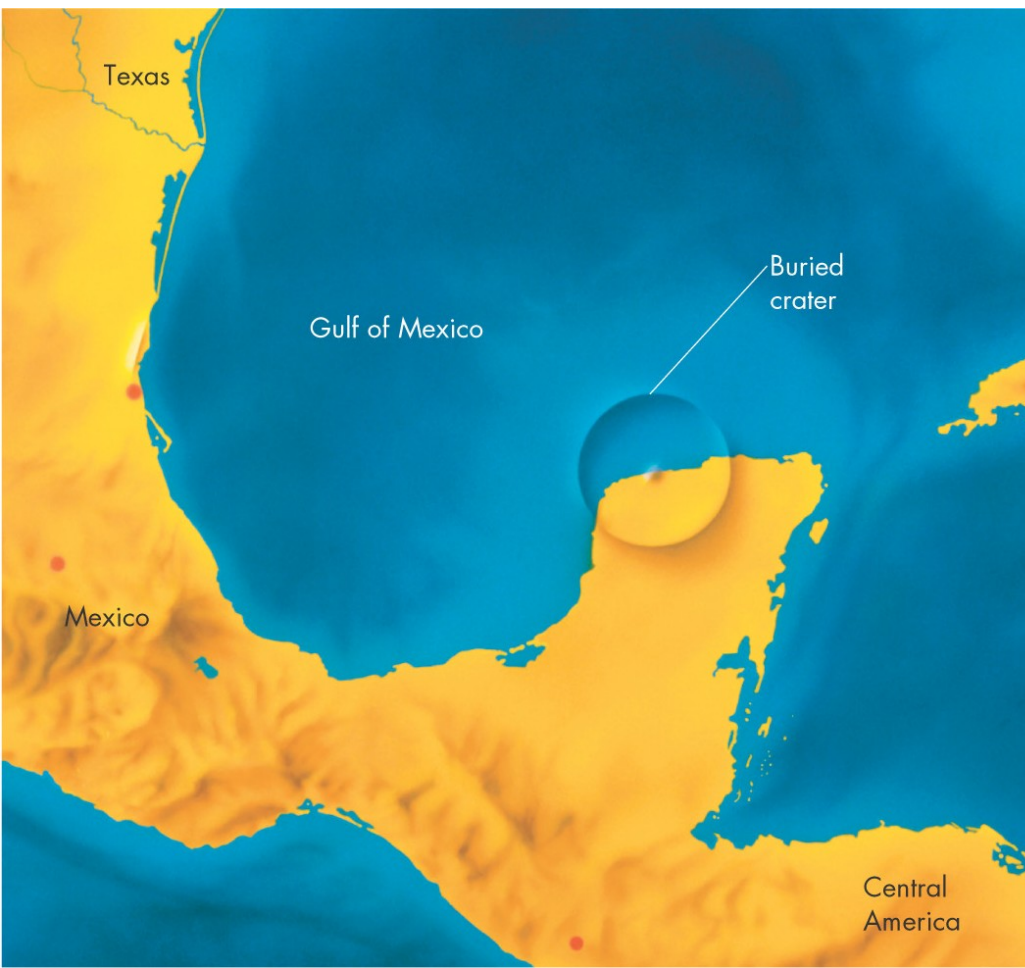
53% famílias marinhas
84% gêneros marinhos
70% espécies no solo
Total= 95% espécies

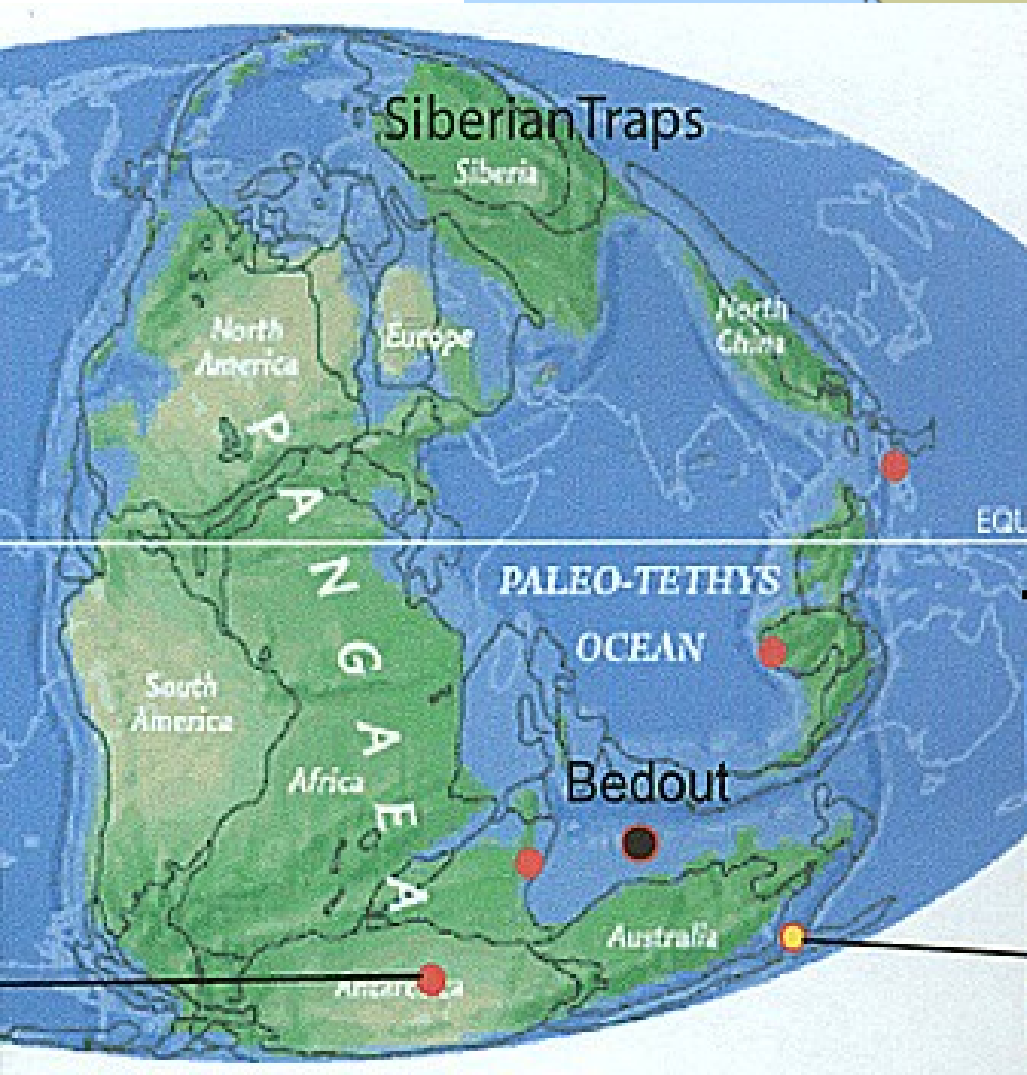
22% famílias marinhas
57% gêneros marinhos

25% famílias marinhas
60% gêneros marinhos

Cretáceo/Terciário (K/T)

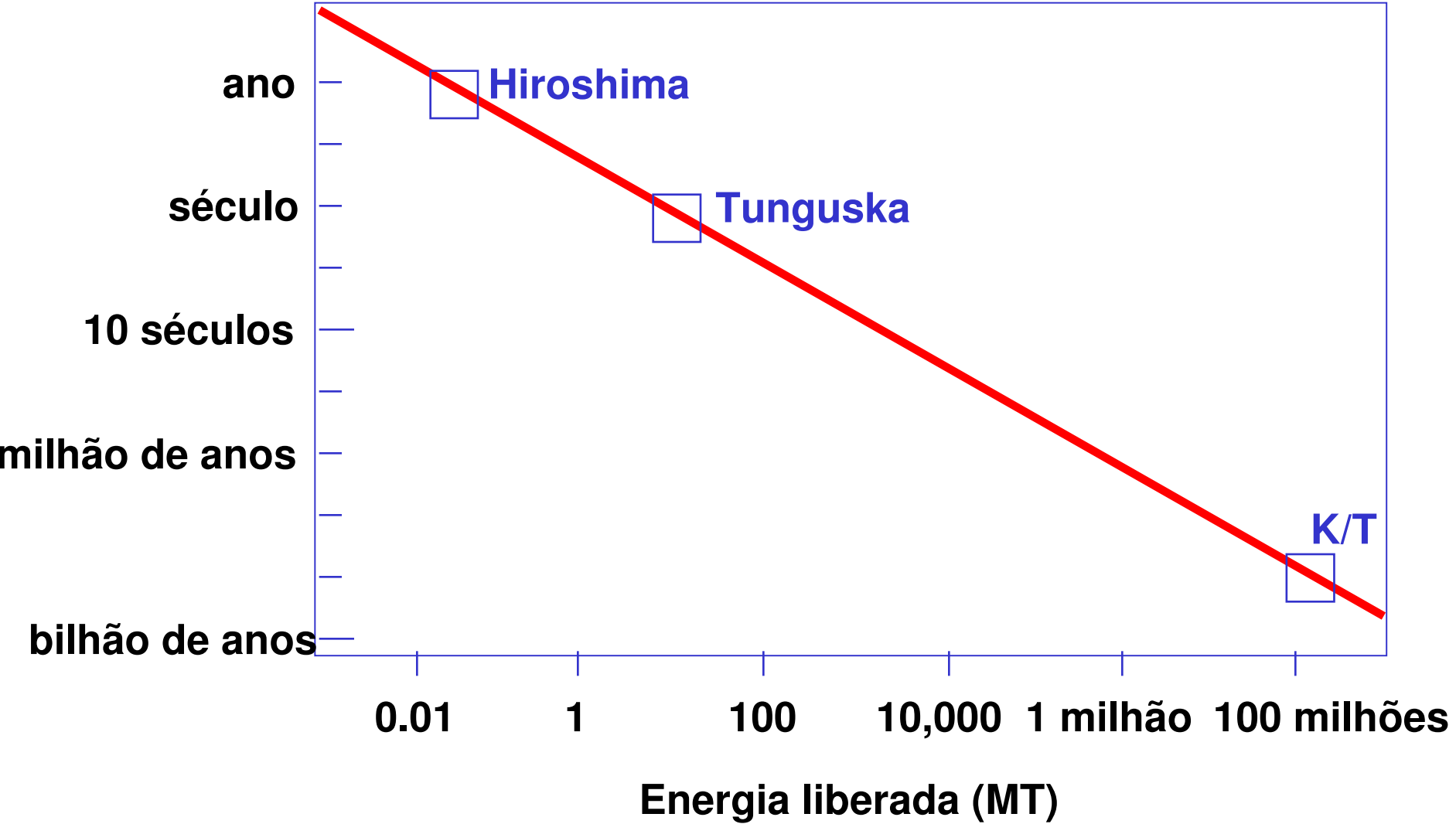
- 65 milhões anos**
- abundâncias anormais de Irídio (Ir)**
- quartzo resultante de impactos**
- pequenas gotículas resultantes de altas temperaturas**

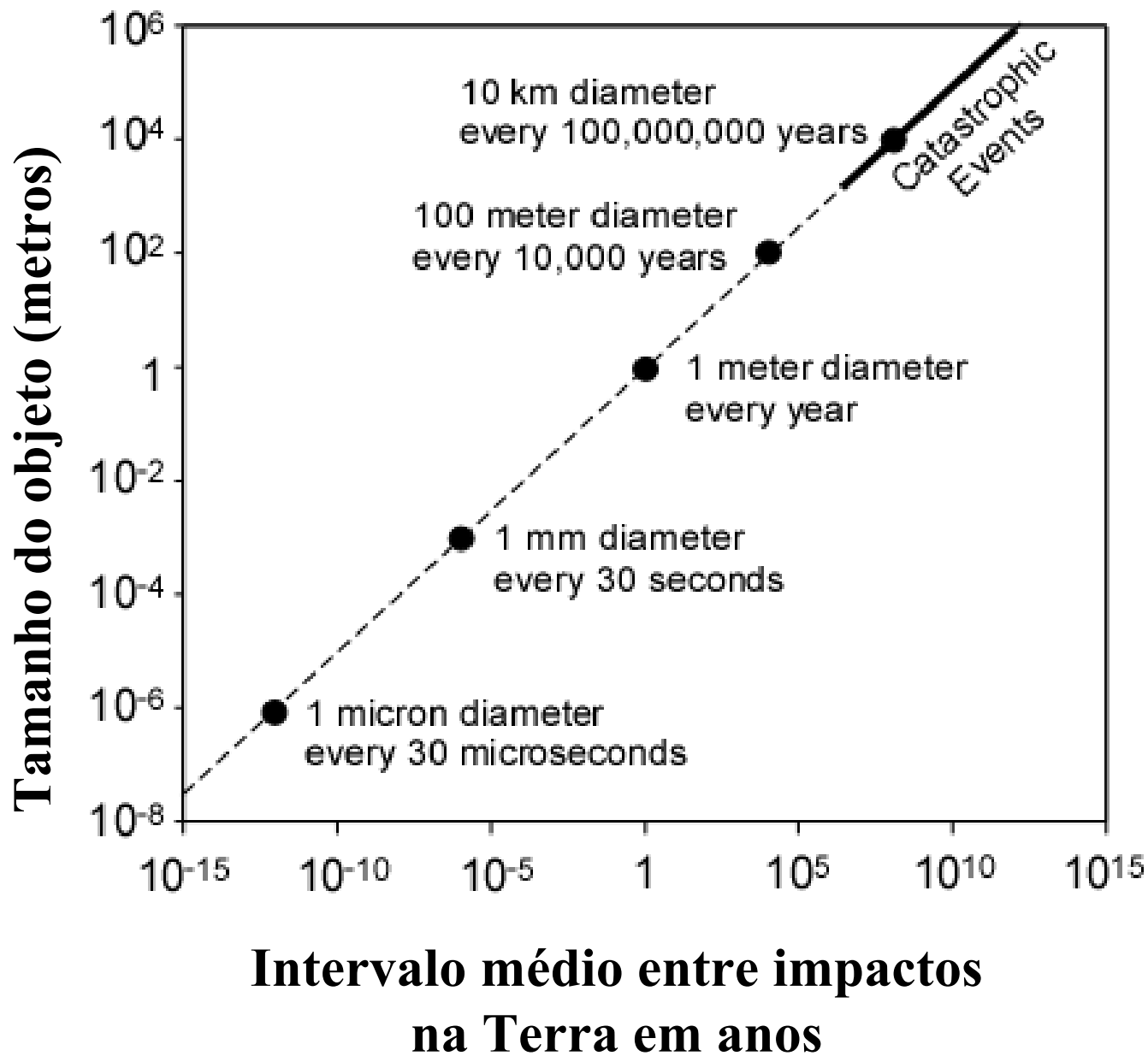




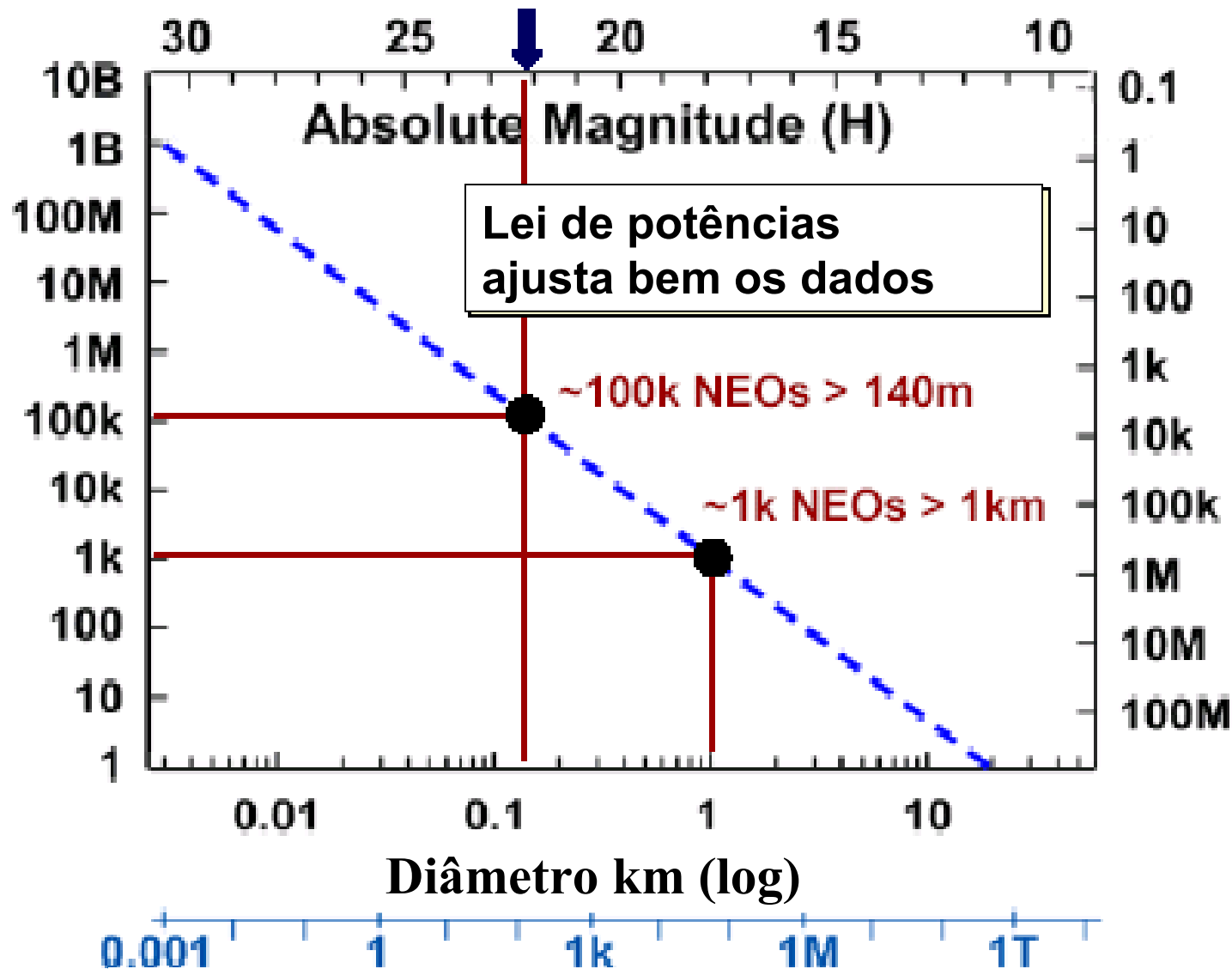
Triássico/Permiano (P/Pr)
250 milhões anos

Freqüência de impactos na Terra





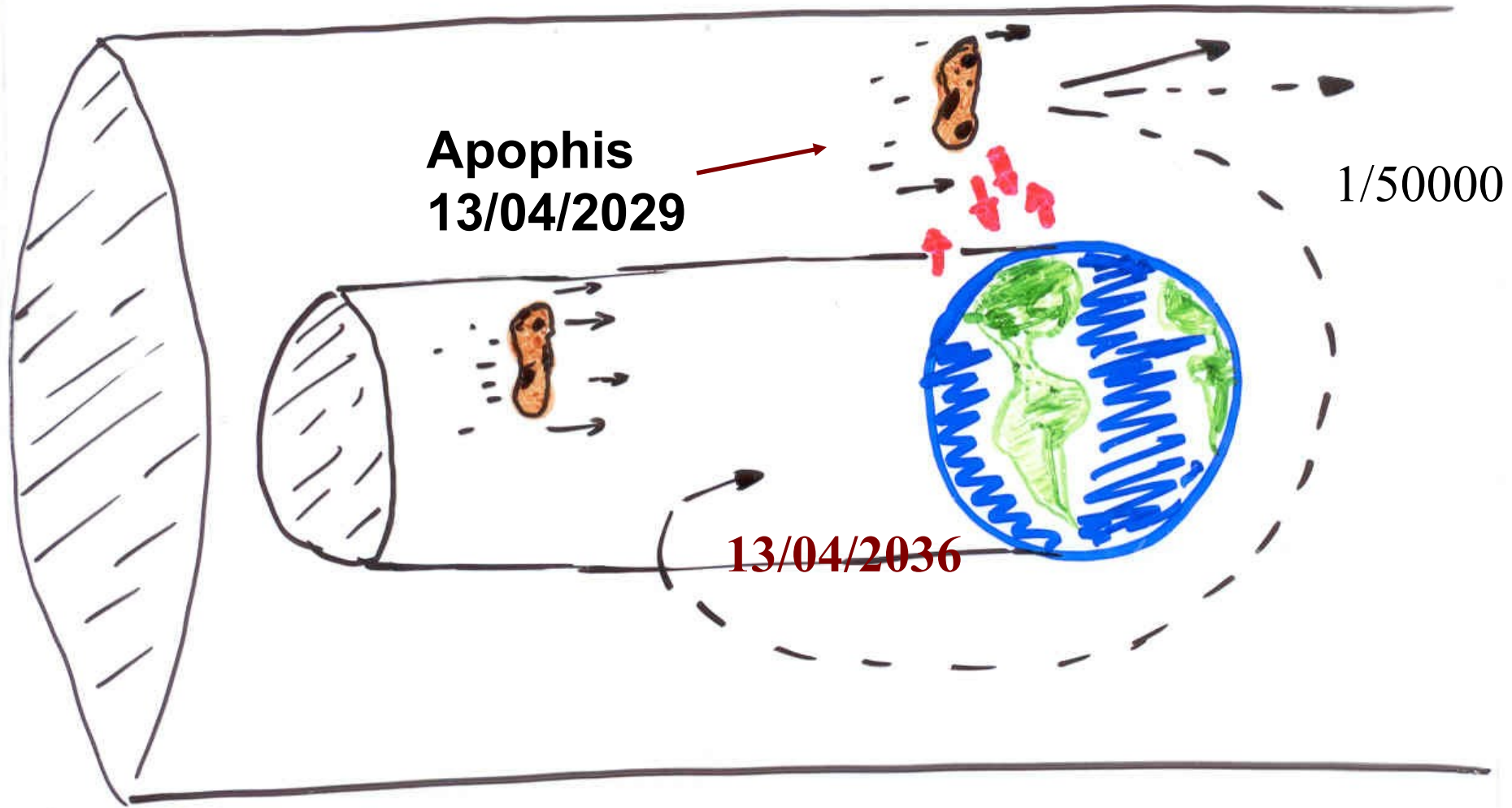
Número total de NEO (log)



Frequência de queda (anos, log)

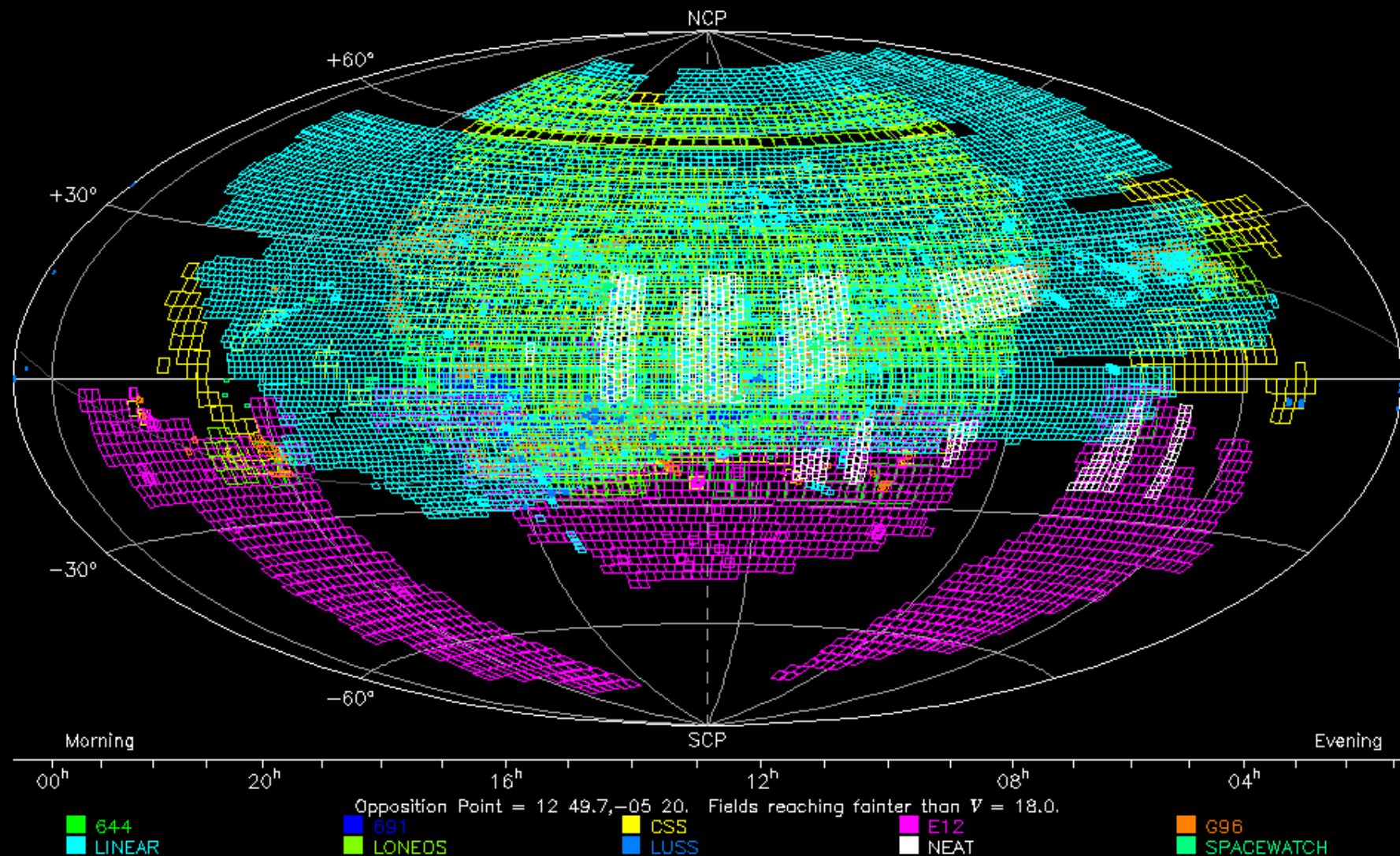
Energia de Impacto (megatons TNT, log)

Objetos potencialmente perigosos



SKY COVERAGE

Plot prepared 5 May 2006 08:01:52 by the Minor Planet Center



Infraestrutura do projeto Impacton





Projeto Estruturante do ON, Plano Diretor 2005-2010

Objetivo

- instalação e operação de um telescópio robótico para seguimento, determinação da órbita e caracterização de asteróides e cometas.

Resultados esperados

- integração do Brasil aos programas internacionais de busca e seguimento de corpos que têm risco de colidir com a Terra, atualmente concentrados no hemisfério Norte.
- fortalecimento da atuação nacional do ON, com a ampliação de suas atividades em outras regiões do país e o estabelecimento de parcerias com diferentes instituições para a operação e sustentabilidade do projeto;
- fortalecimento da área de pesquisa em Ciências Planetárias do ON, gerando publicações científicas e formando pesquisadores.

Objetivos científicos

- descoberta
- seguimento (determinação precisa da órbita)
- caracterização das propriedades físicas (período de rotação, direção eixo de rotação, forma, índices de cor)

Metodologia

- observações remotas e automatizadas
- redução automatizada

Equipamento

- telescópio automatizado, espelho 1m
- câmara CCD (+ polarímetro posteriormente)
- cúpula automatizada
- estação meteorológica
- computadores
- rede internet



Pesquisadores

- Teresinha Rodrigues - responsável pelo projeto de infra-estrutura;
- Jorge Márcio Carvano – responsável pela elaboração de *softwares* para redução automática dos dados e automação das observações;
- Daniela L. - responsável pelo projeto científico;
- Fernando Roig – responsável pelos estudos dinâmicos.
- Carlos Henrique Veiga - responsável pelos testes dos equipamentos e a redução astrométrica dos dados;
- Thais Mothé Diniz – responsável pela identificação dos fabricantes dos equipamentos e contato com estes;

O projeto



Projeto de astronomia observacional

- uso de infraestrutura já instalada ou
- construção da infraestrutura.

O projeto Impacton é um projeto de construção de infraestrutura com toda a sua complexidade

Infraestrutura física do projeto Impacton

- 1 - Localização

Escolha de sítio: critérios, visitas, contatos, posse do terreno

- 2 - Instrumentos

Contato com fabricantes, compra dos equipamentos, importação, transporte, guarda, instalação

- 3 - Construção do observatório

Projeto civil, licitações, construção, facilidades, gerenciamento e fiscalização

- 4 - Operação do telescópio

Transmissão de dados, manutenção, segurança

ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL E PARCERIAS

Telescópio

Espelho principal: 1m

Óptica: Cassegrain

Razão focal: f/7.03

Campo: 13.5x13.5'

Material: cerâmica AstroSita

Cobertura: Al+SiO₂

Montagem: Altazimutal

Automação completa

**Empresa: Astro Optik
(Alemanha)**

Entrega: setembro/2008

**Motivação:
escolha de sitio**



“corisco nordestino”

2.3 Cúpula

Requisitos técnicos:

- 6-7m de diâmetro
- material de baixa condutividade térmica
- resistência às intempéries
- excelente impermeabilização
- completa automação
(abertura + apontamento)

Empresa:

**SiriusObservatories
(Australia)**

Entrega: fev.-mar./2008



Detecutores + acessórios

(a) Detectores

CCD, especificações técnicas:

- esfriamento termoelétrico Peltier até cerca de -60°C**
- alta eficiência quântica na região do visível**
- baixa corrente de escuro**
- alta linearidade**
- não condensar em T ambiente de até $+30^{\circ}\text{C}$**
- filtros básicos UBVRI**

Empresa: Apogee (USA)

Filtros ECAS + Polarímetro

Entrega: out./2008

(b) Estação meteorológica

Observações remotas → necessidade de informações constantes:

- pressão barométrica,**
- temperatura,**
- umidade**
- velocidade do vento, direção do vento**
- ponto de condensação**
- informações transmitidas via computador**

Empresa: Agrosystem (Brasil)

Entrega: dez./2006

Escolha do sítio

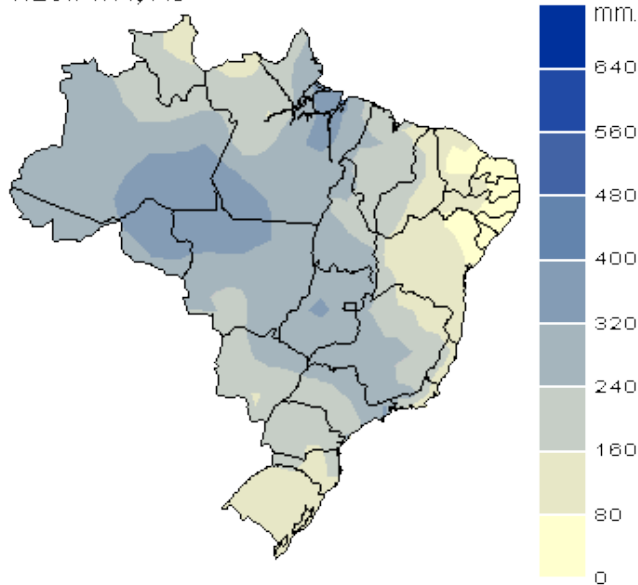
Requisitos técnicos:

- noites abertas e secas
- baixa turbulência atmosférica
- baixa luminosidade
- temperatura noturna não muito elevada → robótico (CCD)
- latitude mais ao Sul possível
- instituição pública

todo projeto astronômico

projeto IMPACTON

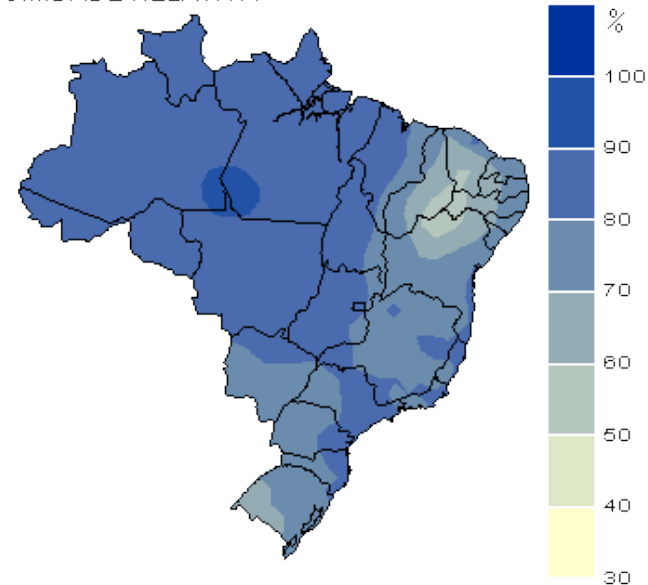
PRECIPITAÇÃO



Fonte: INMET 1931/1990

jan fev mar abr mai jun jul ago set out nov dez

UMIDADE RELATIVA



Fonte: INMET 1931/1990

jan fev mar abr mai jun jul ago set out nov dez





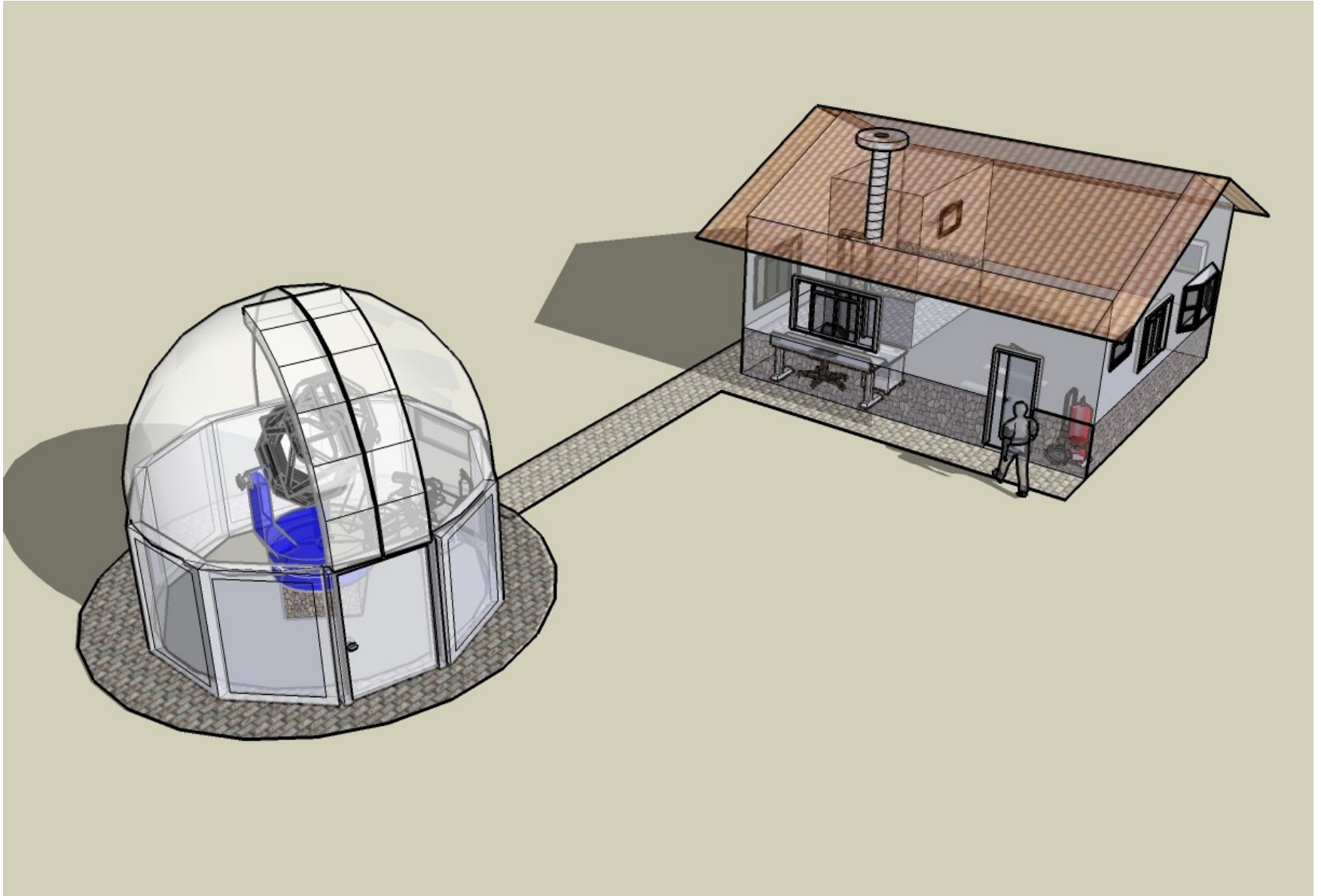
ITACURUBA

Jardim Sertanejo





Projeto civil



Financiamentos

FINEP – CT-INFRA 2005 (telescópio + projeto elétrico)	950mil
ON-MCT/SCUP – (cúpula)	100mil
CNPq – Edital Universal 2006 (CCD)	35mil
- Edital Universal 2008 (computadores)	45mil
ON-COAA (estação meteorológica)	8mil
FAPERJ – Cientista do Nosso Estado 2004, 2006, 2008	
(passagens, diárias, infra-estrutura)	20mil
Estado Pernambuco – (Base telescópio e casa de apoio)	100mil

TOTAL: ~R\$ 1.300 mil

Alvos prioritários:

- objetos descobertos pelo Projeto Busque (Uruguay)
- objetos dos demais projetos de busca necessitando seguimento
- objetos já observados em meses anteriores, necessitando complementação dos dados (eixo de rotação)
- objetos precisando complementação dos dados (rotação e/ou índices de cor)

Resultados científicos esperados:

- caracterização das propriedades físicas de ~ 30 objetos p/mês
- conjunto homogêneo de dados sobre a população dos NEOs permitindo realizar estudos estatísticos robustos

Metodologia:

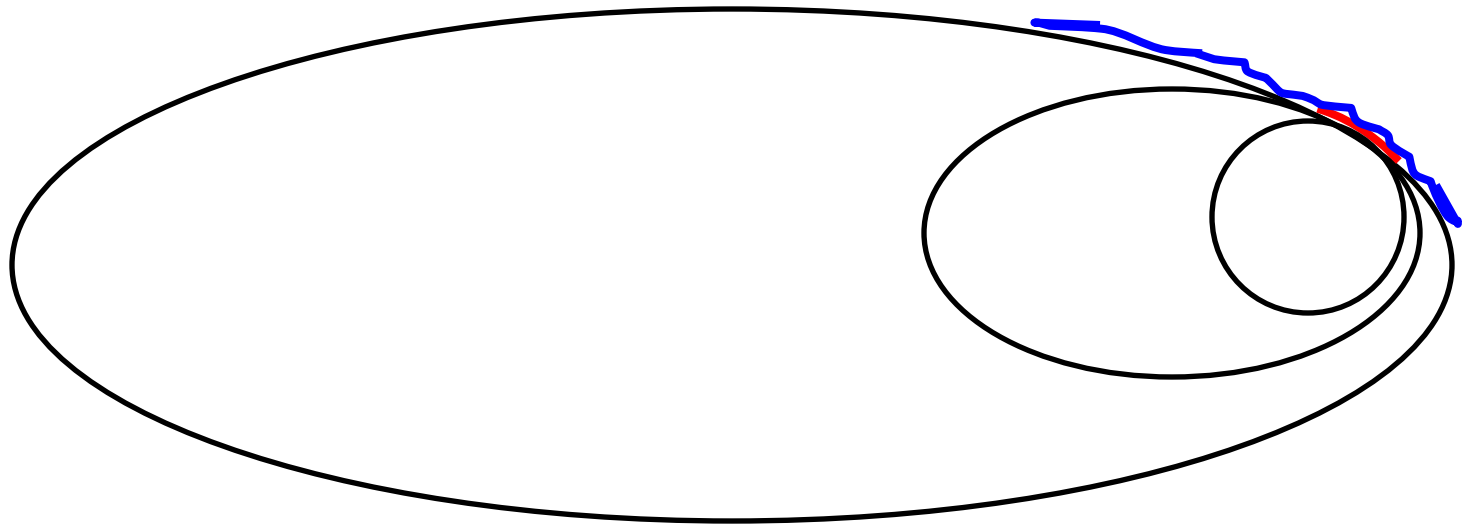
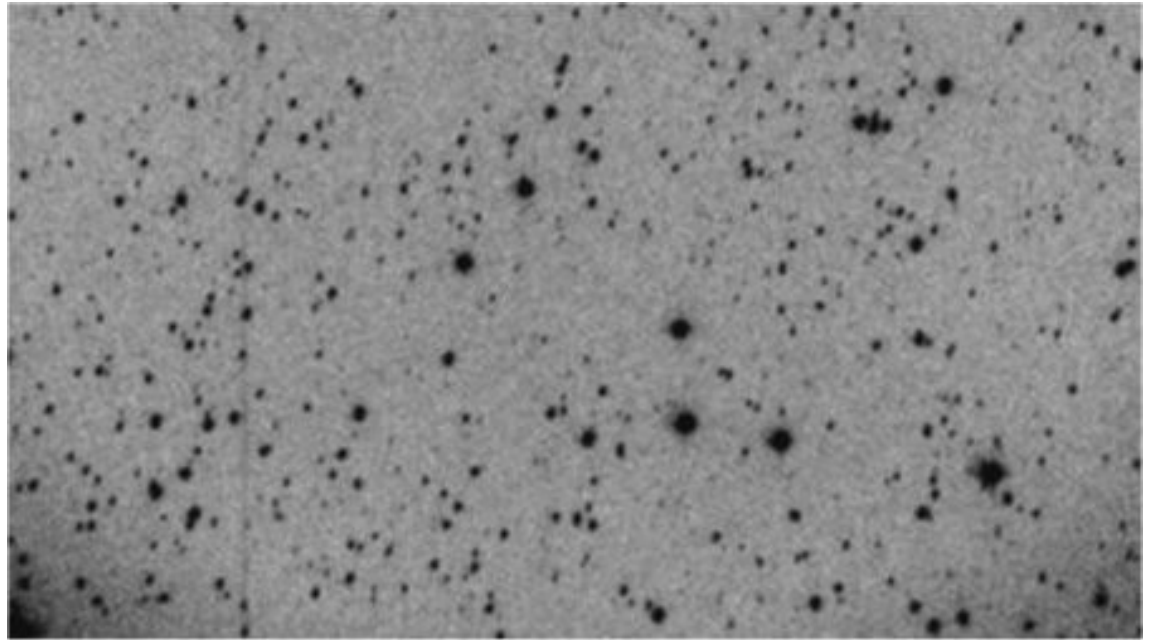
- imagens fotométricas do objeto e de calibração na seqüência B-V-R-I ao longo de três ou mais noites

→ **posição**

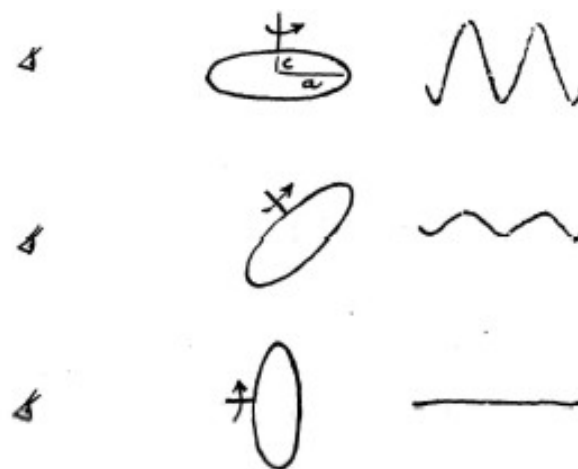
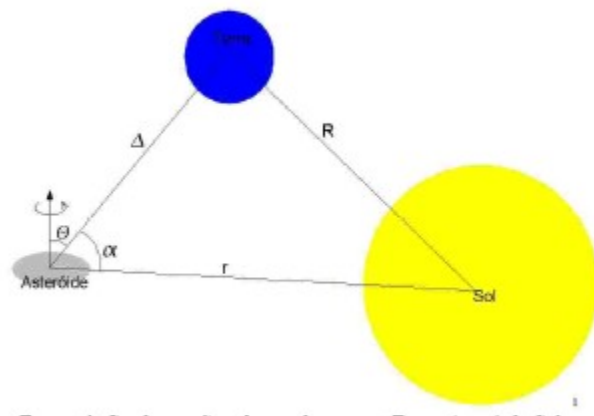
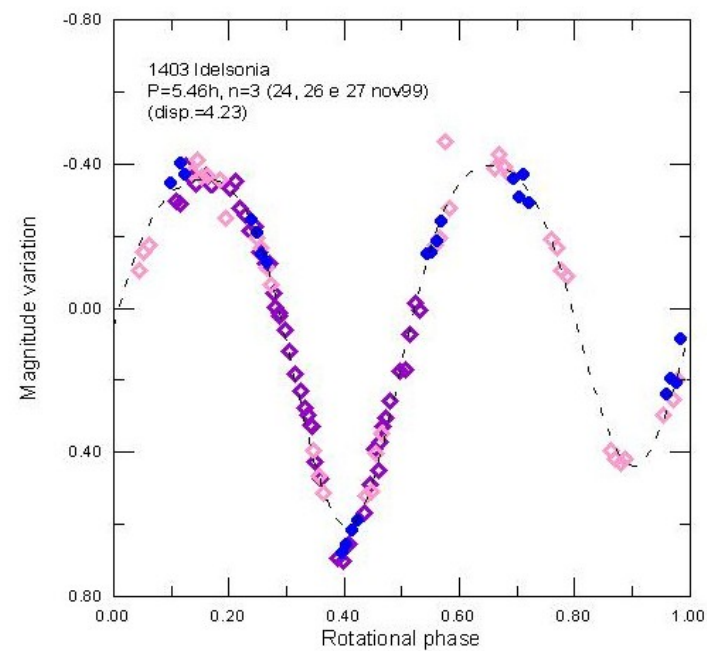
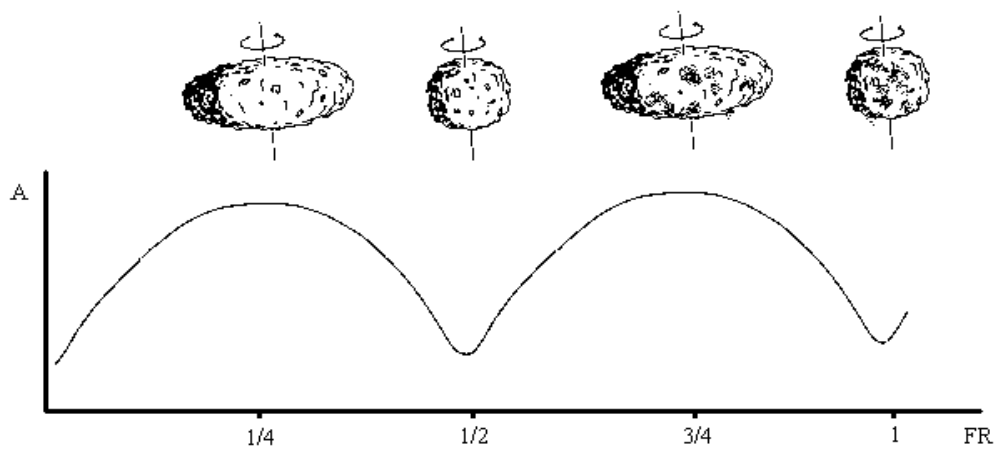
→ **rotação**

→ **índice de cor
(comp. sup.)**

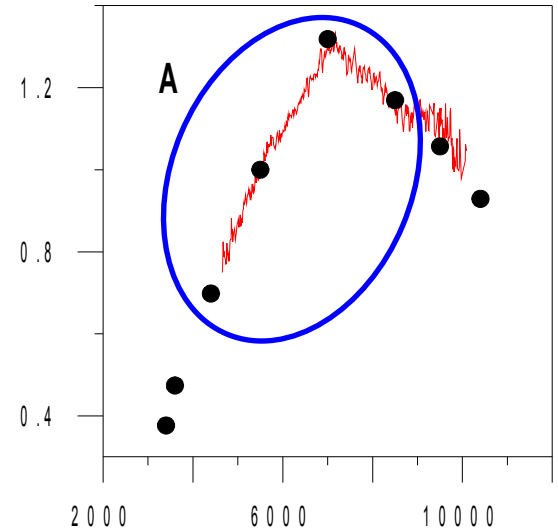
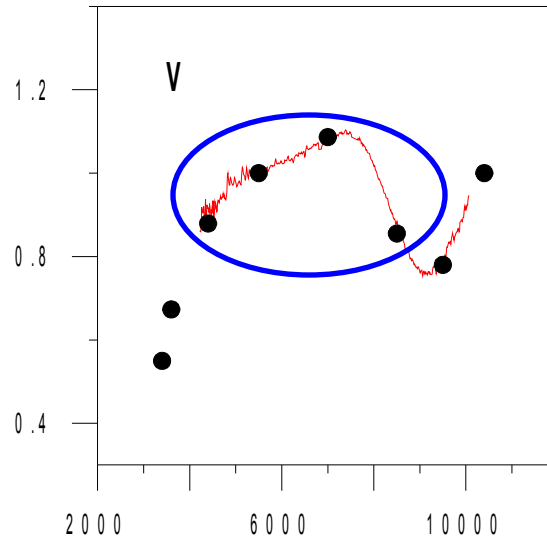
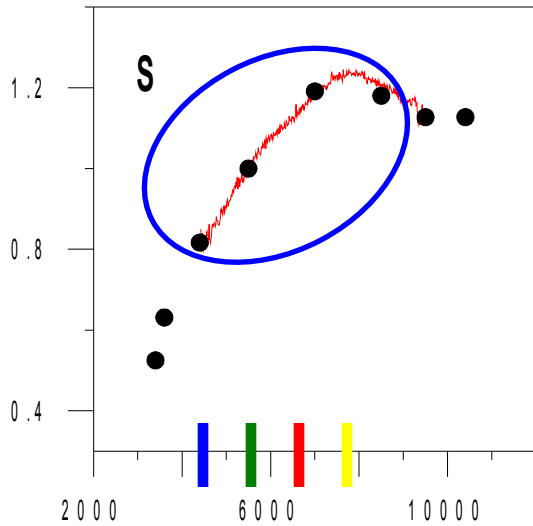
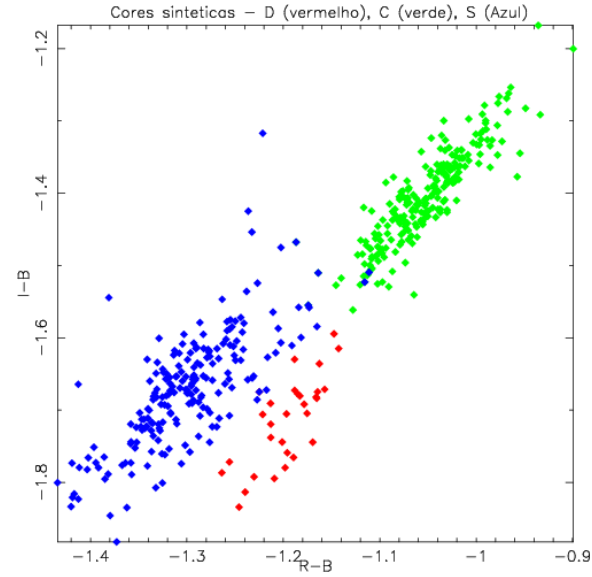
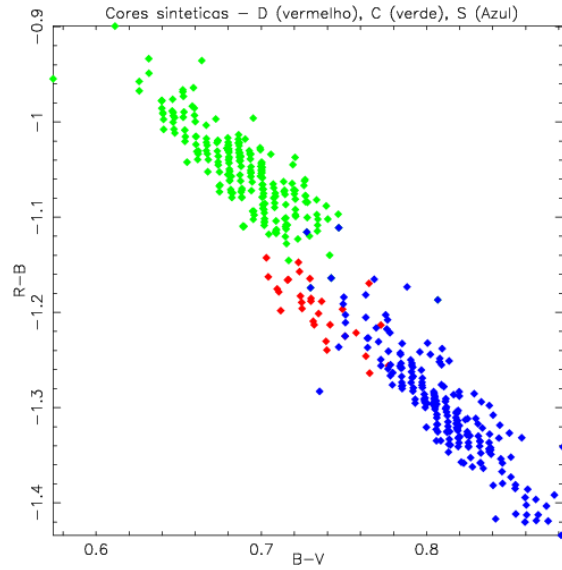
Posição → órbita



Propriedades rotacionais



Cores $\rightarrow$ taxonomia $\rightarrow$ composição superficial

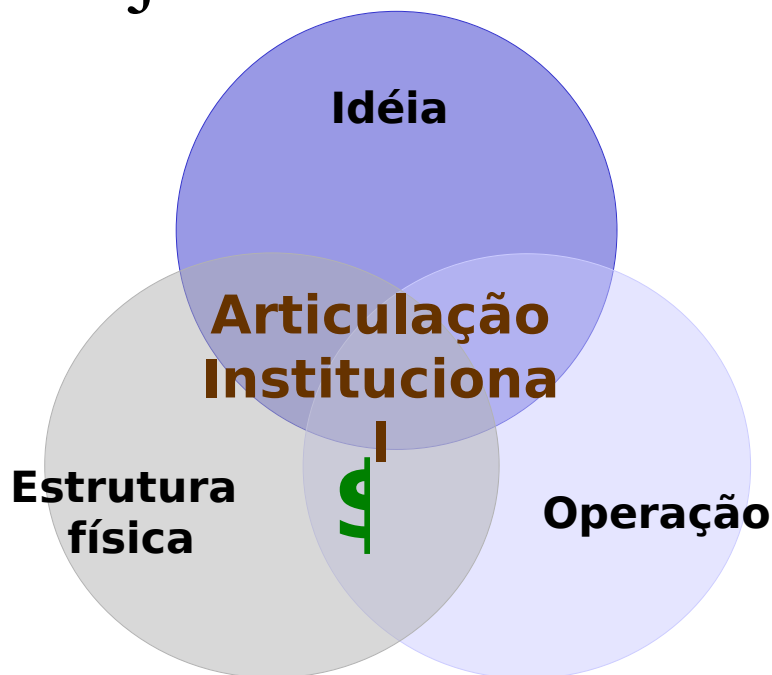


• ECAS - SMASS

Resultados esperados:

- inserção do ON e do Brasil entre os países que investem na prevenção do risco que vem da colisão de um asteróide/cometa**
- aumento da produção científica na área**
- formação de recursos humanos para pesquisa**
- desenvolvimento de tecnologias para observações remotas/automatizadas**
- possibilidade de desenvolvimento da astrofísica instrumental no ON**
- participação em projeto de inserção social**

Projeto IMPACTON



- Implantação de infraestrutura de pesquisa no Estado de Pernambuco
- Projeto de longo prazo com derivações para outras parcerias locais (formação de RH, divulgação científica, etc)

