

# **Satélites Científicos no IN: estabelecendo uma estratégia**

## **comissão provisória:**

L. Raul Abramo (IF/USP)

François Cuisinier (OV)

Eduardo Cypriano (IAG)

Thais Mothe Diniz (OV)

Lys Figueredo (IAG)

Francisco Jablonski (INPE)

Laerte Sodré Jr. (IAG, coord.)

# Objetivos do IN com a astronomia espacial:

- *promover a participação em projetos já em andamento, que podem ter impactos significativos numa área do conhecimento, e onde membros deste IN têm interesse e capacitação para contribuir significativamente nas áreas científicas.*
- *promover o desenvolvimento de um telescópio espacial, em colaboração com outros parceiros, a partir da identificação de um nicho científico de interesse dos membros deste IN.*

# **cronograma inicial:**

- *Ano 1: levantamento de nichos*
- *Ano 2: articulação de propostas*
- *Anos 3-5: articulação de parcerias e financiamentos*

# Objetivo 1: que projetos espaciais existentes são do interesse do IN?

(avaliação preliminar, apenas entre os membros da comissão)

## ■ em planejamento:

- Euclid (ESA) \*
- Spica (JAXA) \*
- Marco Polo (ESA-JAXA?)
- XEUS/IXO (ESA-NASA-JAXA?)
- ...

\* existem iniciativas

## ■ em operação:

- Dawn (NASA)
- Fermi/GLAST (NASA) \*
- Chandra, XMM, HST, Galex, Spitzer, ... \* \*

# Objetivo 1: que projetos espaciais existentes são do interesse do IN?

oferecem oportunidades diferentes:

- em planejamento:
  - participação no desenho da ciência
  - algum envolvimento tecnológico (tipo Corot: software, rastreamento, ...)
- em operação:
  - exploração organizada da ciência

# **Objetivo 1:** **que projetos espaciais em andamento** **são do interesse do IN?**

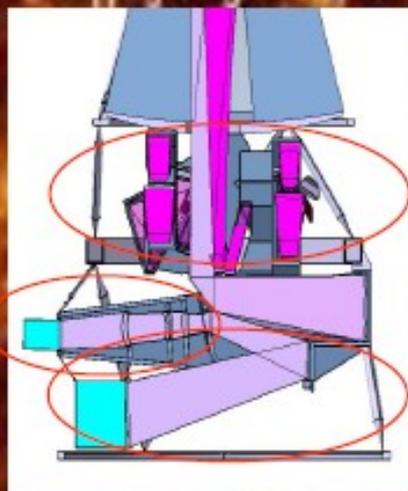
que ações podem ser tomadas?

- organizar os interessados
- se “inserir” no projeto de interesse
- explorar oportunidades científicas e tecnológicas

# EUCLID

Mapping the geometry of the dark Universe

Missão da ESA para o estudo da energia e matéria escuras, das condições iniciais do Universo e testar a relatividade geral



NIS

NIP

VIS

3 instruments

**Visible Imaging VIS:** 0.17" PSF + broad R+I+Z filter

**NIR Photometry NIP:** 0.33"/pixel, 3 bands (Y, J, H)

**NIR Spectroscopy NIS:** 0.9-1.7  $\mu\text{m}$ , set of 3 cameras, multi-objects (micro-mirror array), R~400

**Legado científico de valor incalculável para todas as áreas de astrofísica**

➤ **Telescópio de 1.2m**

➤ **Missão de 5 anos**

➤ **All-sky survey**

➤ **Redshifts fotométricos (RIZ+Y+J+H) de gals. até  $H(AB) = 24.0$**

➤ **Imagens de todo o céu até RIZ (AB)=24.5    ⇨ Lentes Fracas**

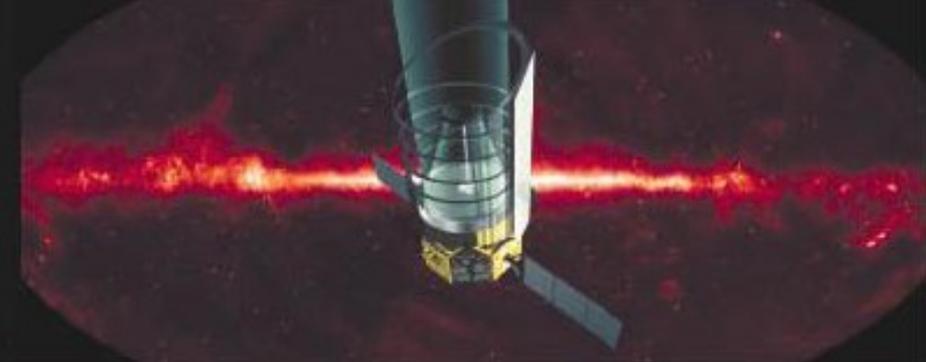
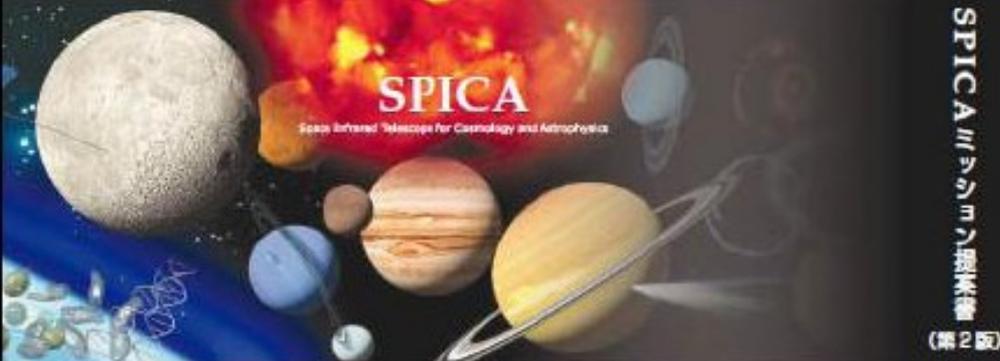
➤ **Espectrosc. de 1/3 das gal. até  $H(AB) = 22.0$     ⇨ Oscilação de bárions**

➤ **Surveys mais profundos em regiões selecionadas**

➤ **Lançamento: 2017**

# Euclid

- Participação na ciência:  
R. Abramo (IFUSP), E. Cypriano (IAG), I. Waga (IFUFRJ), LSJ, ...
- Participação tecnológica em algum segmento?  
(componente, rastreamento, software,...)
- Status: conversas & (in)definições  
Decisão da ESA?



## PREVISÃO PARA LANÇAMENTO: 2017

### O que é o Spica ?

- 3.5 m Space Infrared Telescope for Mid- and Far-Infrared Astronomy.
- all-sky survey
- 5 a 210  $\mu\text{m}$ .

### Que Instrumentos estarão a bordo do satélite ?

- SAFARI (FIR imageamento e espectroscopia) - 30 a 210  $\mu\text{m}$  com  $R \sim 10$  a 10.000 e  $\text{FOV} \sim 2' \times 2'$
- Um Coronógrafo no MIR
- Câmera e espectrômetro no MIR (5 a 38  $\mu\text{m}$ )

### O que o Spica tem de melhor ?

- Baixíssima temperatura  $\rightarrow$  ganhará em sensibilidade do Herschel (follow-up do Spitzer).

### Alguns interesses científicos:

- formação estelar e de sistemas planetários
- poeira e gás no meio interestelar
- galáxias distantes.
- Observação direta de Exo-Planets

- Quer saber mais sobre o Spica ?

Leia Nakagawa, T. et al. 2007, Advances in Space Research, 40, 679

- Quer saber porque a ESA quer participar do Spica ?

Leia Swinyard, B. et al. 2008, Experimental Astronomy, 7

# SPICA

- Visita de pesquisadores da JAXA ao IAG em julho ou agosto para discutir possível colaboração
- Oportunidades científicas e tecnológicas
- Em breve: anúncio de oportunidade conjunto deste IN (Lys Figueredo) + INESPAÇO  
Coordenação: E. Janot-Pacheco (INESPAÇO)
- A ação conjunta dos dois IN deve fortalecer as iniciativas em Astronomia Espacial no Brasil



- **Marco Polo: Near Earth Object Sample Return Mission**
- **Primary Goals:** Return to Earth multiple unaltered samples from a NEO
- **Targets:** dormant comet Wilson-Harrington. Other targets include asteroid 2002 AT4, 2001 SG286, or 1996 FG3, which is a binary object.
- **Spacecraft**
  - Primary Spacecraft
  - Sample Return Element
- **Instruments:**

Instrument	Observation	Location
Narrow/wide angle camera	Multispectral imaging	Orbiter
Visible/near infrared spectrometer	Chemical composition and mineralogy	Orbiter
Mid-infrared spectrometer	Thermophysical properties of surface	Orbiter
Laser altimeter	Mapping of surface topography	Orbiter
Radio science experiment	Determination of mass and structure	Orbiter
Dust monitor	Observation of dust environment	Orbiter
Neutral Particle analyser	Analysis of neutral species	
Close-up imager	Images of regolith	Lander
Scanning electron microscope	Microscopic images and chemical composition	Lander
Laser mass spectrometer	Molecular, elemental and relative isotopic abundances	Lander
X-ray diffractometer	Mineralogy	Lander
Thermal sensor	Thermal properties of regolith	Lander

- **Lifetime:** 8 years
- **Partners:** ESA-JAXA
- **Type:** M-class mission
- **Mission Status:** Running industrial assessment studies, to be completed by Sept. 2009.
- **Important Dates:**
  - 18<sup>th</sup> May, 2009: International Symposium Marco Polo and other Small Body Sample Return Missions
  - 15th June, 2009: Marco Polo Workshop

# XEUS/IXO

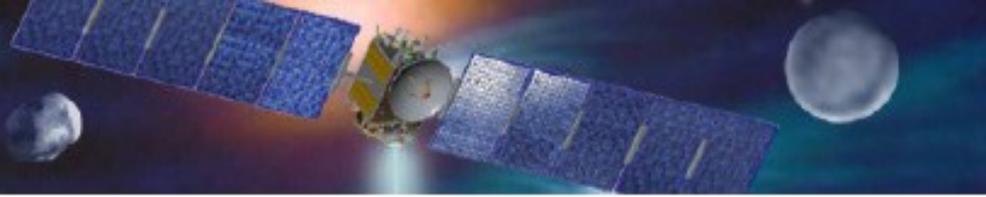


- **IXO:** International X-ray
- **Primary Goals:**
  - Black holes and matter under extreme conditions
  - Formation and evolution of galaxies, clusters and large scale structure
  - Life cycles of matter and energy
- **Targets**
  - High redshift AGN
  - Clusters of galaxies
  - Neutron stars & black holes
- **Wavelength:** X-ray (0.1 - 40 keV)
- **Telescope:** 3.3 m diameter mirror with 20 m focal length
- **Orbit:** Halo orbit at L2
- **Lifetime:** 5 years
- **Partners:** ESA-NASA-JAXA
- **Type:** L-class Mission

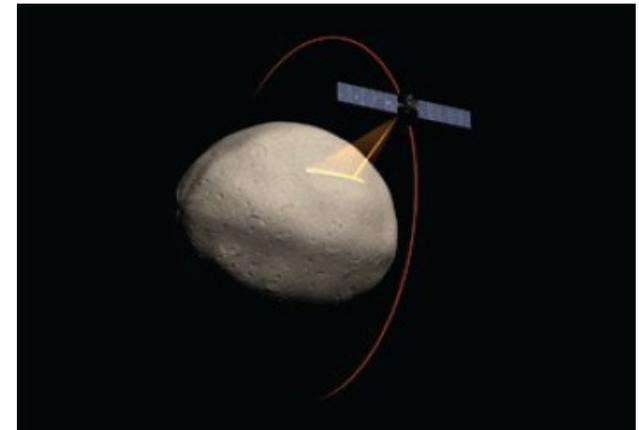
# em voo:

- Dawn
- Fermi

# DAWN



- **Primary Goals:** characterize the conditions and processes of the solar system's earliest epoch by investigating in detail two of the largest protoplanets remaining intact since their formations.
- **Targets:** Asteroids (1) Ceres and (4) Vesta.
- **Spacecraft**
  - Primary Spacecraft; Ion propulsion
  - Two large solar panels, stretching approximately 19.7 meters from tip to tip, collect energy from the distant Sun. Within the ion engine, the energy then ionizes the onboard fuel, xenon, accelerating the ions—which, in turn, accelerate the spacecraft.
- **INSTRUMENTS:**
  - Framing Camera
  - Visible and IR (VIR) Mapping Spectrometer
  - Gamma Ray and Neutron Detector
- **Lifetime:** 8 years
- **Partners:** UCLA, JPL, Orbital, LANL, DLR, MPS, ASI/INAF, KSC, DNS
- **Type:** N/A
- **Mission Status:** Dawn Receives Gravity Assist from Mars, February 28, 2009. Vesta arrival: Aug., 2011; Ceres arrival: Feb., 2015.



# Fermi

## Gamma-ray Space Telescope

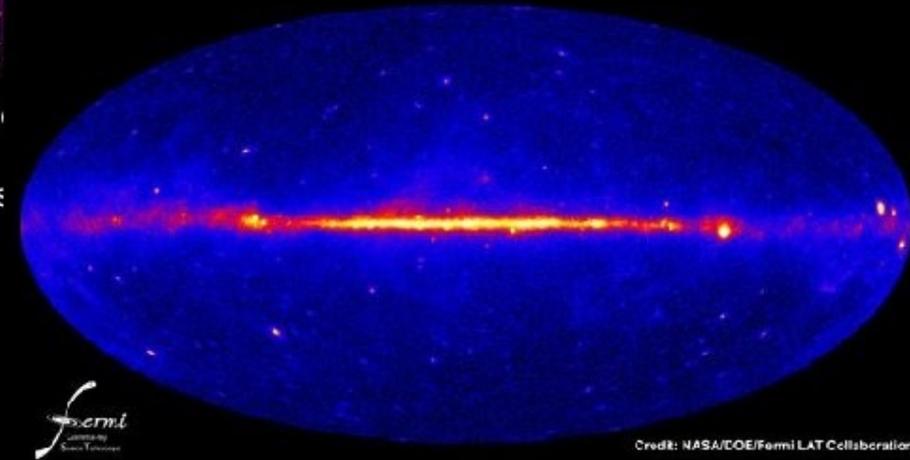


NASA's Fermi telescope reveals best-ever view of the gamma-ray sky

É sequência de instrumentos anteriores como o EGRET (Energetic Gamma Ray Experiment Telescope, 1991), que operava em freq. entre 30 MeV e 10 GeV. O EGRET mostrou que as fontes de raios gama são múltiplas, distintas e extremamente dinâmicas (isto é, variáveis), mas não identificou essas fontes.

**FERMI** (era GLAST): missão **internacional** (E.U.A., França, Alemanha, Itália, Japão e Suécia) e **multi-agências** (NASA e Departamento de Energia, DoE), lançada em 11/junho/2008

- > **Raios-gama na faixa dos 10 keV até 300 GeV, no céu inteiro**
- > **Satélite: 2,8m x 2,5m ; órbita baixa: 560 km (95 min)**
- > **Operação: 10 anos; custo: U\$ 690m (600 E.U.A)**



Credit: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration

Mapa do céu em raios-gama feito pelo FERMI (11/março/2009)

### Missões:

- \* Explorar os ambientes mais extremos do universo, que concentram as mais altas energias já detectadas
- \* Buscar por evidências de Física além do Modelo Padrão ou além da Relatividade Geral
- \* Buscar por evidências da matéria escura
- \* Explicar como buracos negros podem acelerar jatos de matéria até velocidades próximas à da luz
- \* Ajudar a desvendar a origem dos "bursts" de raios-gama
- \* Estudar explosões solares, blazares, pulsares, AGNs e a origem dos raios cósmicos

### Instrumentos:

- \* O **instrumento principal** do FERMI é o **Large Area Telescope (LAT)**, que possui uma grande área, amplo campo de visão, alta resolução angular e "deadtime" mínimo que, juntos, trarão uma **melhora por um fator de 30** com respeito aos experimentos anteriores.
- \* O **instrumento secundário** é o **GLAST Burst Monitor (GBM)**, cujo campo de visão é muito maior que o LAT e cuja função será procurar por bursts de raios-gama na faixa que vai de 10 keV até o limite inferior do LAT.

# FERMI

- Proposta de Eduardo do Couto e Silva (FERMI / Stanford):

organizar um workshop no INPE sobre a análise dos dados do Fermi e estimular a discussão sobre a astrofísica de altas energias e a importância de combinar dados contemporâneos de várias frequências do espectro

responsável no Brasil: João Braga (??)

- Há interessados no IN?

## Objetivo 2:

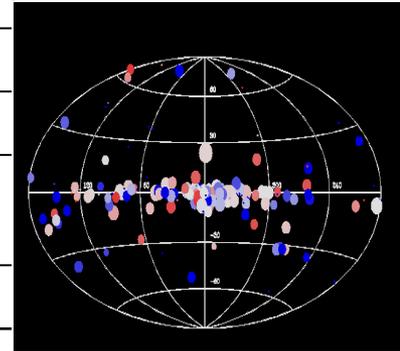
*promover o desenvolvimento de um telescópio espacial, em colaboração com outros parceiros, a partir da identificação de um nicho científico de interesse dos membros deste IN.*

# objetivo 2:

## Mirax – primeiro satélite científico nacional PI: João Braga (INPE)

Mission and spacecraft parameters		
<b>Mass</b>	~500 kg (PMM total), ~120 kg (payload)	
<b>Power</b>	~225 W (average to payload), ~90 W (MIRAX)	
<b>Orbit</b>	Near equatorial, 15°, circular, ~600 km	
<b>Telemetry</b>	~2 Mbps, 1 station in Alcântara (maybe another in Malindi, Kenya)	
<b>Launch</b>	2013-2014 by launcher selected by AEB	
<b>Instrument parameters</b>	<b>Hard X-ray Imager (HXI) - 2 units</b>	<b>Soft X-ray Imager (SXI) - TBD</b>
<b>Detector</b>	Position-sensitive	?
<b>Energy range</b>	10-200 keV	1-10 keV
<b>Imaging technique</b>	Coded mask	Probably coded-mask
<b>Angular Resolution</b>	7 arcmin	a few arcmin
<b>Localization</b>	< 1 arcmin ( $10\sigma$ )	?
<b>Field-of-view</b>	58° x 26° FWHM	58° x 26° FWHM (?)
<b>Sensitivity</b>	< 2.2 mCrab (1 day, 5	?

$\sigma$ )



# **objetivo 2:**

## **algumas idéias para novos satélites**

- SoROS: Solar Radius Observer Satellite
  - M. Emilio et al. (2004), em ADeLA2002
  - medidas das variações da forma e do raio do Sol
- Follow-up de fontes do LSST no UV?
  - ciência: fontes variáveis; NEOS; planetas extrasolares; formação estelar; ISM; IGM
  - resolução angular
  - espectroscopia slitless?
- Outras ideias?

## objetivo 2: nichos em comprimento de onda

- *The Astronet Infrastructure Roadmap: A Strategic Plan for European Astronomy*  
([www.astronet-eu.org](http://www.astronet-eu.org)): discute os planos da astronomia europeia para os próximos 10-20 anos
- NASA: <http://www.nasa.gov/missions/future/index.html>  
<http://universe.nasa.gov/program/probes.html>  
missões futuras de grande porte
- nota-se uma lacuna (exceto pelo JWST) de projetos no UV

*Será o UV um nicho em termos de comprimento de onda?*

## objetivo 2: nichos...

- Beyond JWST: AURA Workshop on Future of UVOIR Space Astronomy



Science Case	Field of View	Wavelength Coverage (microns)	Sensitivity	Angular Resol.	Spectral Resol. ( $R=\lambda/\Delta\lambda$ )	Technologies
Atmospheric chemistry & dynamics of outer solar system bodies	50"	0.11 - 2.40	SNR=20 - 50 at $R=10^4$ in FUV for 20 AB mag	<0.02"	Up to $R=10,000$ adequate $R=30,000$ desired	High-efficiency solar blind detectors, large aperture UV optics
Characterization of Earth-mass exoplanets in Habitable Zone	<10"	0.65 - 1.10 adequate 0.30 - 2.40 desired	SNR=10 at $R=70$ for $V=30$ point source	<0.03"	$R=5$ to $R=100$	Very high-contrast coronagraph or external occulter, stable wavefront control with large aperture, photon counting detectors
Properties of Local interstellar medium and astrospheres	<20"	0.11 - 0.90 adequate 0.10 - 1.70 desired	Need high dynamic range plus SNR=100 for $R=10^3$ , $V=14$	~0.1"	Up to $R=150,000$	High-efficiency UV detectors and coatings, high resolution spectrograph
Star formation in the full range of galactic environments	4 - 8 arcmin	0.35 - 1.00 adequate 0.11 - 1.70 desired	SNR=5 for broadband imaging of $V=35$ point source	<0.016"	$R=5$ for imaging	Large-aperture space telescope that is diffraction limited at 0.5 microns
The role of the IGM in galaxy evolution	1 - 2 arcmin	0.10 - 0.30 adequate, 0.10 - 1.20 desired	SNR=10 at $R=20,000$ in FUV, 24 AB mag source	0.01" - 0.10"	$R=20,000$ to 50,000	High-efficiency UV detectors & coatings, photon counting detectors

## **objetivo 2:**

### **critérios para um bom projeto de telescópio espacial nacional:**

- deve permitir uma ciência interessante:  
→ necessidade de se identificar nichos
- deve ter uma comunidade interessada
- deve ter um escopo tecnológico que o torne factível
- uma parceria internacional possivelmente é necessária para se fazer um satélite competitivo

# **objetivo 2:**

## **estratégia para o projeto de telescópio espacial nacional:**

- construir uma estratégia comum envolvendo os dois INs, a AEB, o INPE, o IAE/CTA e universidades:

*Workshop de Astronomia Espacial:* (2o. sem./2009)

- aproximar a comunidade interessada
  - apresentação e discussão de propostas
  - conhecer melhor o PNAE
  - discutir as experiências: COROT, MIRAX
  - discutir ações conjuntas
- 
- estimular uma “demanda competitiva” por telescópios espaciais via um edital do Programa Uniespaço (AEB)

# **objetivo 2:**

## **Programa Uniespaço:**

- objetiva a formação e a consolidação de núcleos especializados, situados em universidades e instituições congêneres, capazes de realizar estudos, pesquisas e desenvolvimento de interesse do setor espacial.
  
- proposta: edital que estimule uma ‘demanda competitiva’ por telescópios espaciais, financiando especificamente a preparação de projetos e ajudando no estabelecimento de parcerias
  
- a idéia é “incubar” projetos:
  - preparar um projeto espacial
  - encontrar as parcerias desejáveis
  - estimar os custos

# resumo:

- Objetivo: estimular a astronomia espacial no Brasil
- Participação em projetos existentes ou em planejamento: Euclid, Spica, Fermi (?)
- Desenvolvimento de um telescópio espacial nacional
  - I Workshop de Astronomia Espacial
  - Edital Uniespaço

# Como ir além do grupo de trabalho?

- Página WEB
- Software tipo wiki?
- Boletim mensal?
  
- Orçamento: recursos para viagens associadas aos projetos espaciais