Astrofísica de altas energias

- Objetivos da linha de pesquisa
- Instrumentos utilizados
- Projetos atuais

João Braga
joao.braga@inpe.br
R. 7215/7201

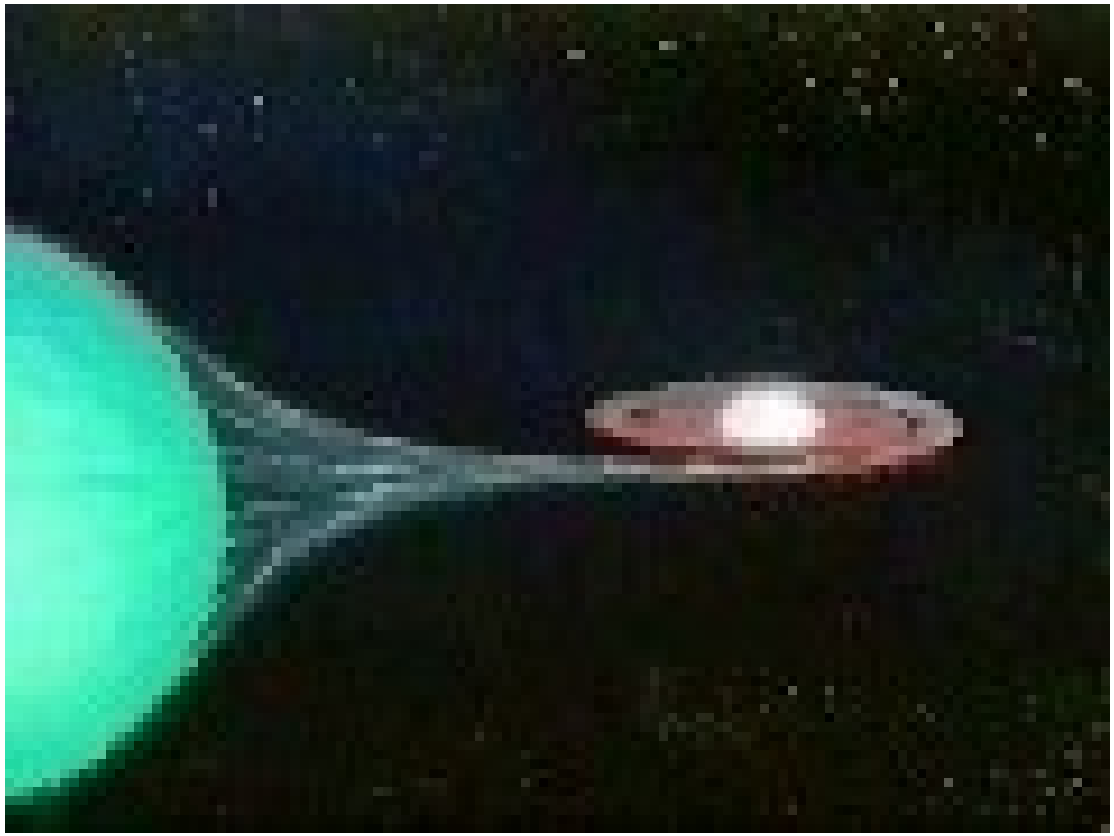
Objetivos da linha de pesquisa

- **estudar o universo na faixa de raios-X e raios gama**
  - gases quentes (~10 milhões K)
  - objetos compactos (estrelas de nêutrons e buracos negros)
  - emissão não-térmica

- **desenvolver instrumentação competitiva na área**
  - desenvolvimento de detectores e de técnicas experimentais
  - experimentos em balões
  - experimentos em satélites

Objetos emissores de raios-X e γ

Binárias de raios-X



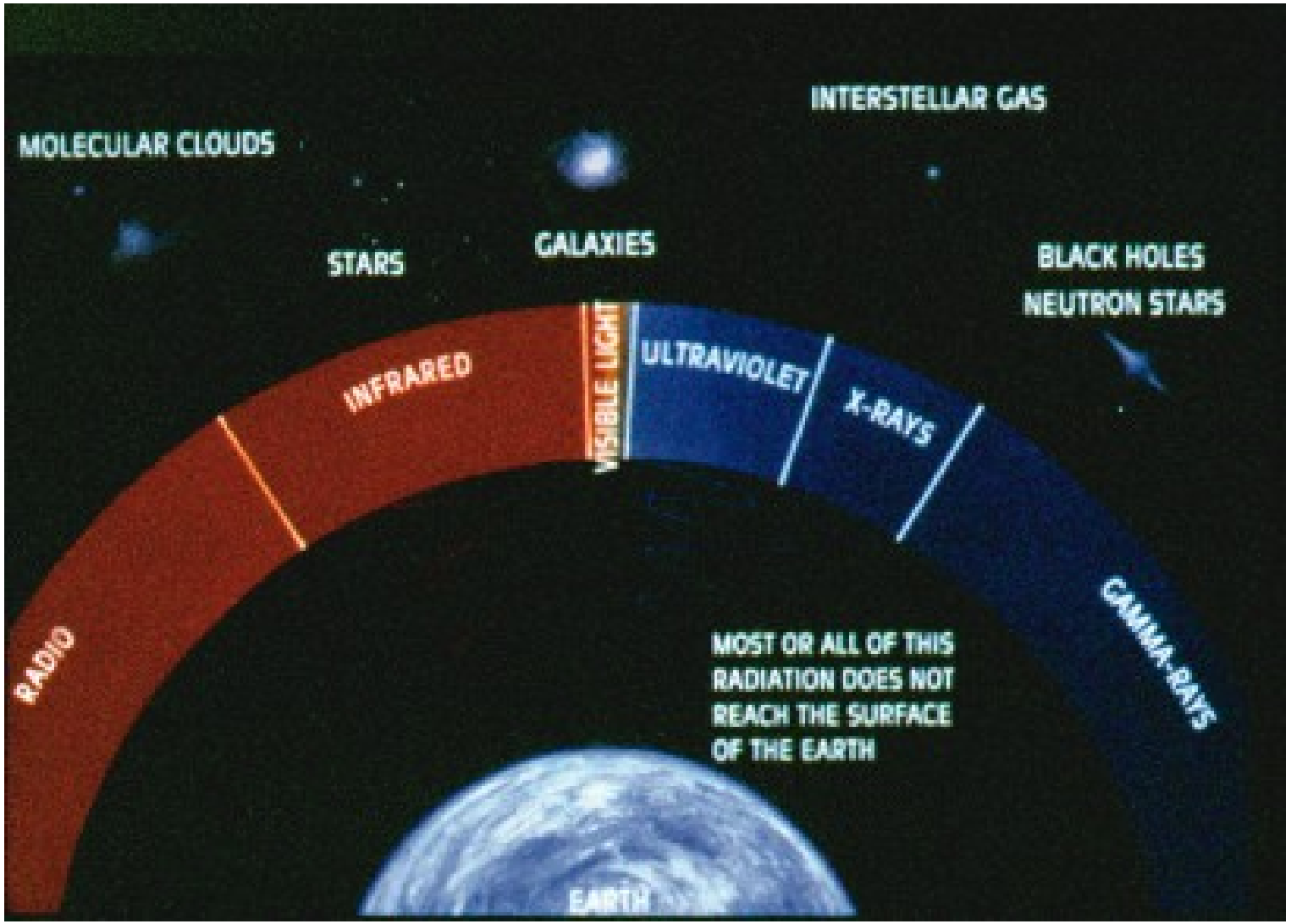
- sistemas binários em que uma componente é uma estrela de nêutrons ou um buraco negro
- apresentam em geral discos de acresção
- alguns são pulsares de raios X (estrelas de nêutrons)
- alguns emitem jatos relativísticos (microquasares)

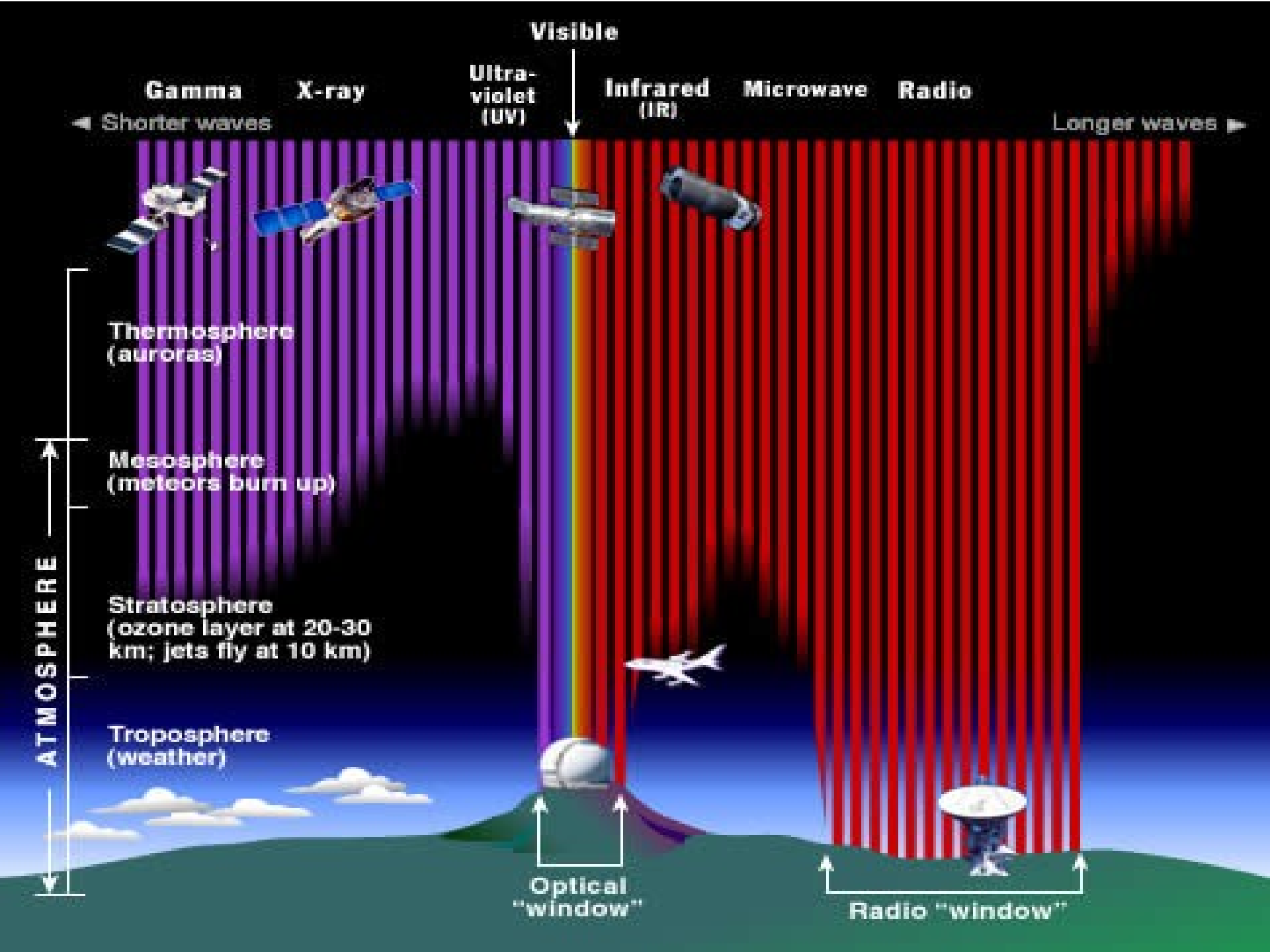
res (de rotação), PWNe

na-Ray Bursts

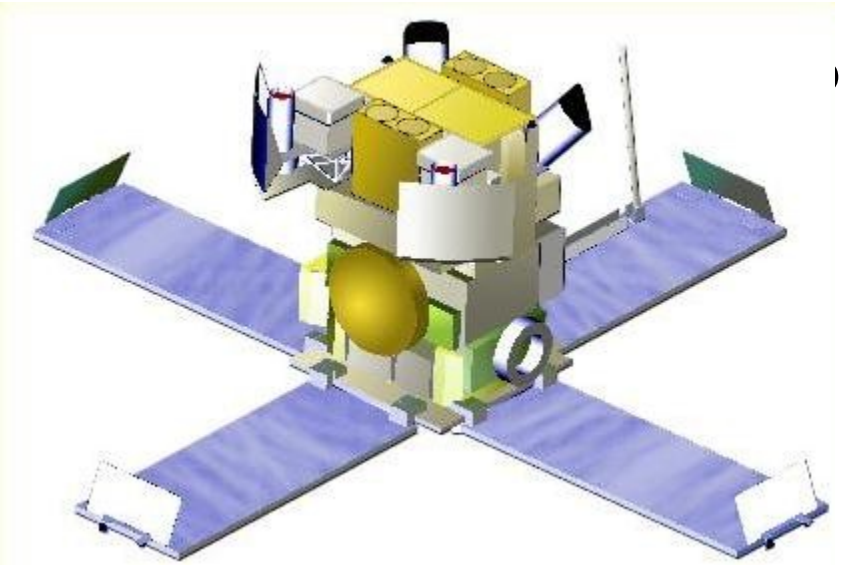
SNRs, Aglomerados de Galáxias, coroas estelares

Espectro eletromagnético




Visible
Gamma
X-ray
Ultra-violet (UV)
Infrared (IR)
Microwave
Radio
Shorter waves
Longer waves
Thermosphere (auroras)
Mesosphere (meteors burn up)
Stratosphere (ozone layer at 20-30 km; jets fly at 10 km)
Troposphere (weather)
ATMOSPHERE
Optical "window"
Radio "window"

Instrumentos no



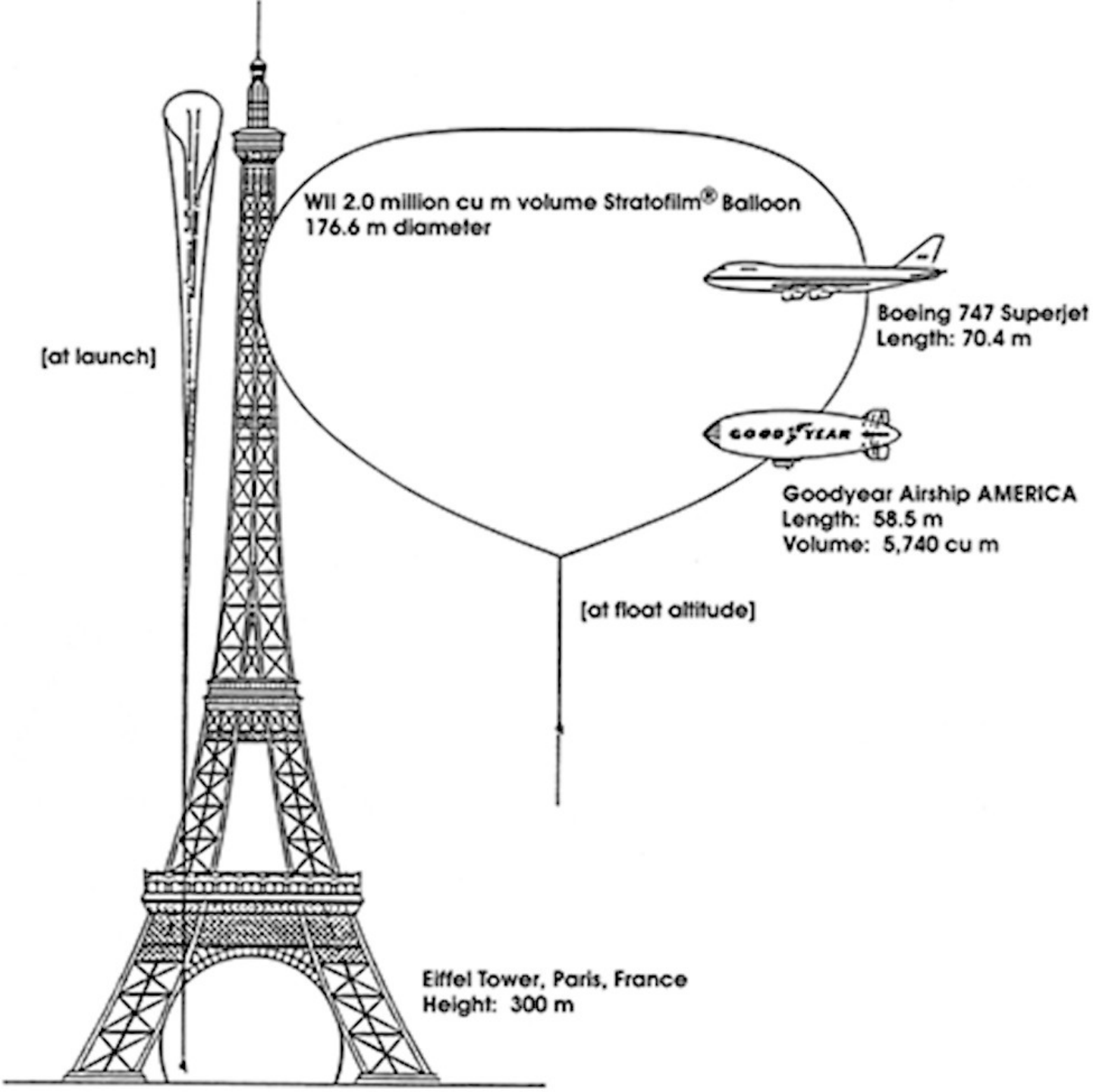
HETE–2
High Energy Transient Explorer

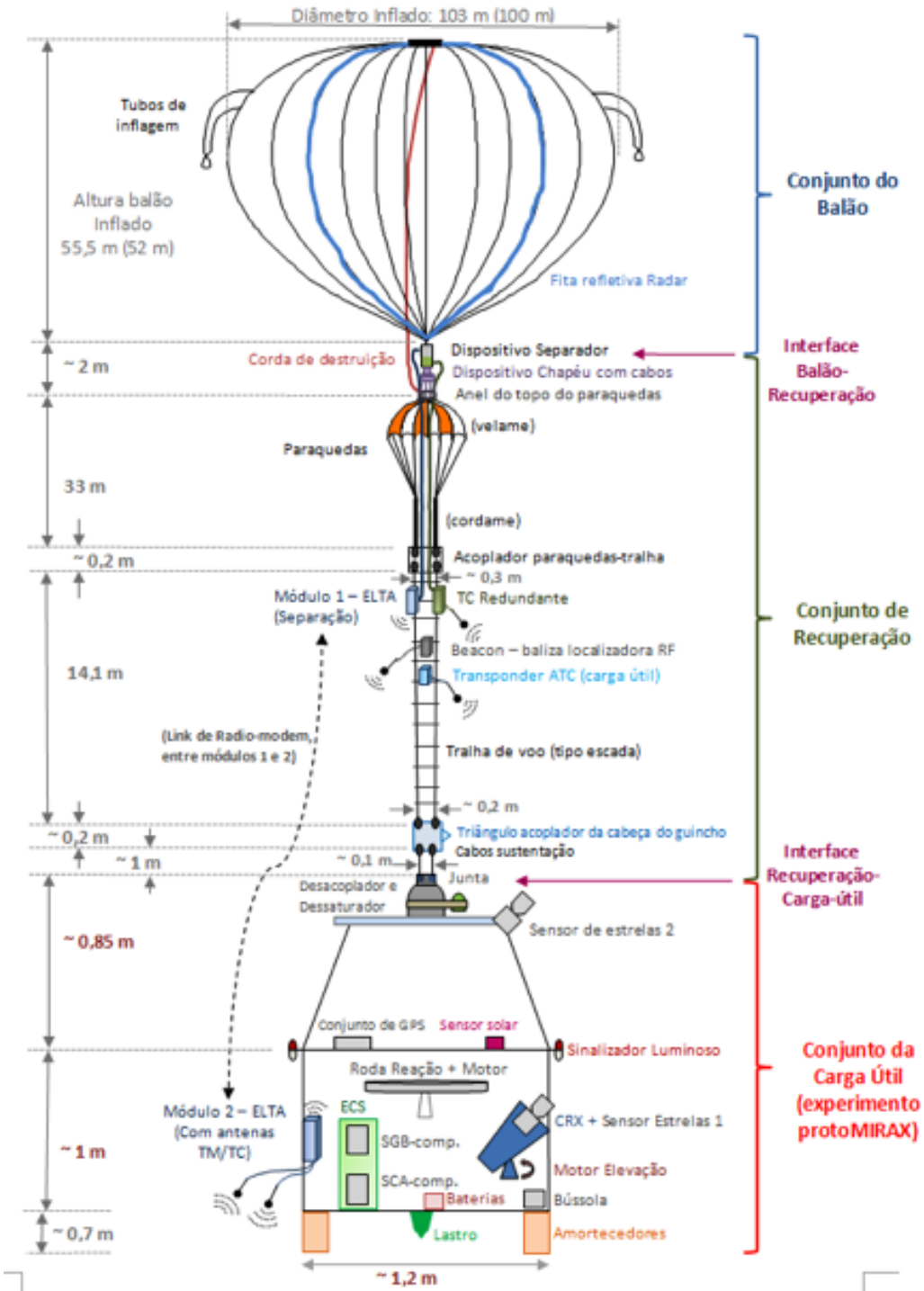
INTEGRAL

Compton Gamma-Ray Observatory

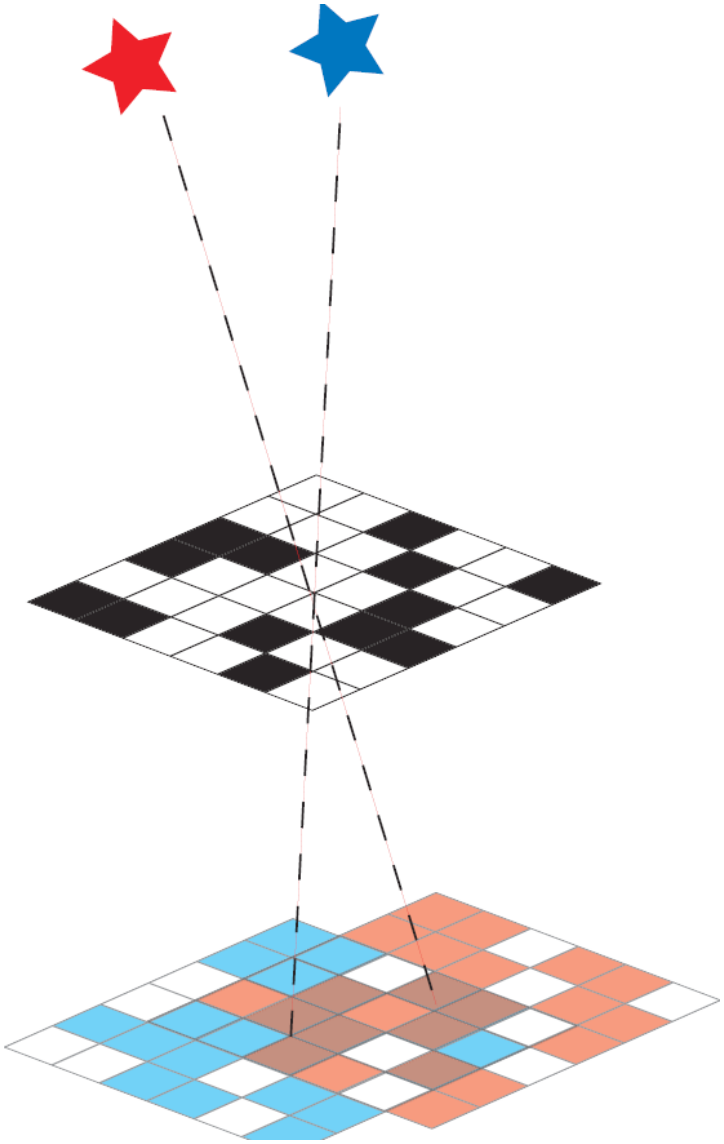
XMM-Newton

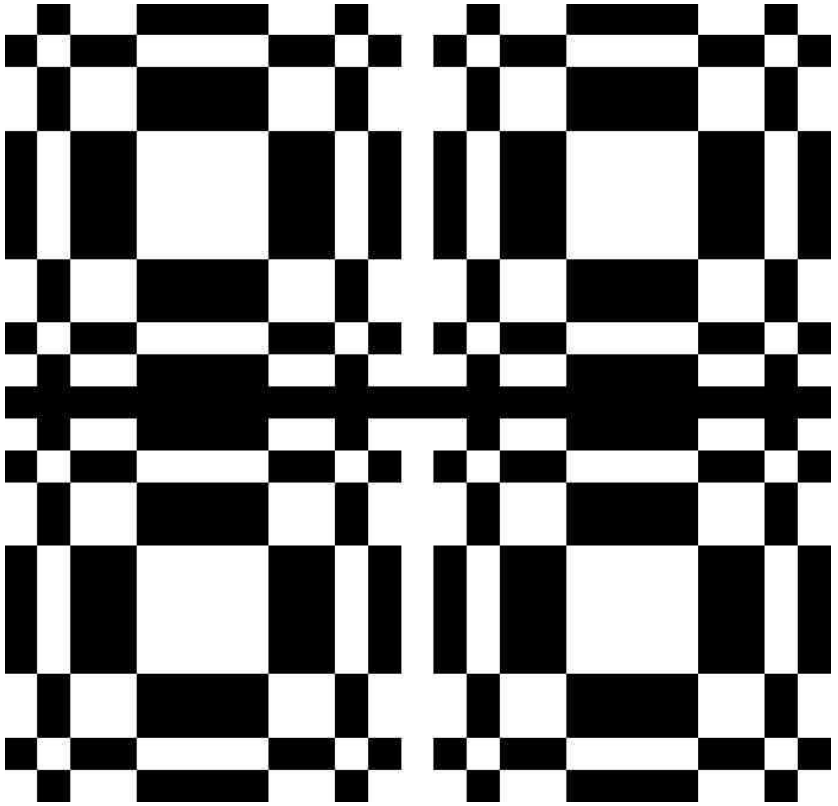
Balões estratosféricos


WII 2.0 million cu m volume Stratofilm® Balloon
176.6 m diameter
Boeing 747 Superjet
Length: 70.4 m
[at launch]
GOODYEAR
Goodyear Airship AMERICA
Length: 58.5 m
Volume: 5,740 cu m
[at float altitude]
Eiffel Tower, Paris, France
Height: 300 m


Diâmetro inflado: 103 m (100 m)
Tubos de inflagem
Altura balão Inflado 55,5 m (52 m)
Fita refletiva Radar
Conjunto do Balão
~ 2 m
Corda de destruição
Dispositivo Separador
Dispositivo Chapéu com cabos
Anel do topo do paraquedas
Interface Balão-Recuperação
Paraquedas
(velame)
33 m
(cordame)
~ 0,2 m
Acoplador paraquedas-tralha
~ 0,3 m
Módulo 1 – ELTA (Separação)
TC Redundante
Beacon – baliza localizadora RF
14,1 m
Transponder ATC (carga útil)
Conjunto de Recuperação
(Link de Radio-modem, entre módulos 1 e 2)
Tralha de voo (tipo escada)
~ 0,2 m
~ 0,2 m
Triângulo acoplador da cabeça do guincho
Cabos sustentação
~ 1 m
~ 0,1 m
Junta
Desacoplador e Dessaturador
Interface Recuperação-Carga-útil
Sensor de estrelas 2
~ 0,85 m
Conjunto de GPS
Sensor solar
Sinalizador Luminoso
Roda Reação + Motor
Módulo 2 – ELTA (Com antenas TM/TC)
ECS
CRX + Sensor Estrelas 1
SGB-comp.
~ 1 m
Motor Elevação
SCA-comp.
Baterias
Bússola
Conjunto da Carga Útil (experimento protoMIRAX)
~ 0,7 m
Lastro
Amortecedores
~ 1,2 m

coded mask imaging





protoMIRAX:
MURA 13x13 repeated 4 times
(minus 1 row and 1 column)

Monitor e Imageador de Raios-X (MIRAX)

missão de astronomia de raios-X em satélite

- Carga útil pequena (~125 kg, ~100 W)
- Plataforma: TBD
- colaboração internacional – INPE, Harvad CfA, UCSD, MIT, GSFC, Caltech
- faixa de energia: 5 a 200 keV
- resolução angular: 5’ (máscaras codificadas)
- campo de visada: 60° x 60° FWHM
- Sensibilidade: 26 mCrab (1 órbita), 0.3 mCrab (1 ano)
- órbita quase-equatorial (15°) circular baixa (~650 km)
- telemetria na banda X (~20 Mbit/s) (1 ou 2 estações)
- lançamento em: TBD

CIÊNCIA DO MIRAX

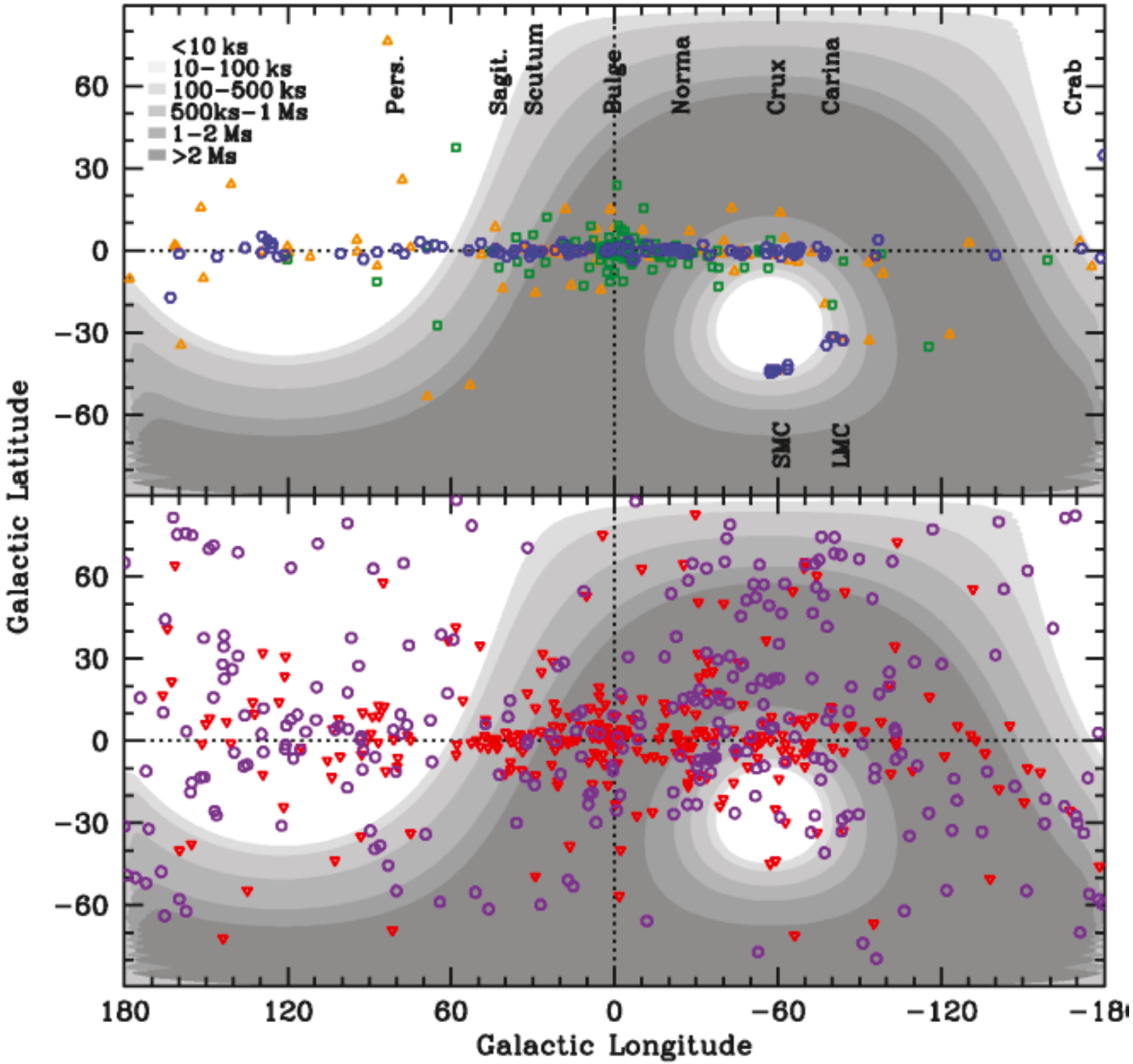
Espectroscopia de banda larga, através de imagens,
de um grande conjunto de fontes

⇓

- Histórico completo de fontes transientes
- Transições espectrais e evolução em buracos negros com acresção
- Torques de acresção em estrelas de nêutrons

  ⇒ pulsares de raios-X
- Jatos relativísticos em microquasares

  ⇒ curvas de luz em raios-X durante ejeções em rádio
- Explosões Cósmicas de Raios Gama (GRBs) (~1/mês)
- Variabilidade em AGNs (AGNs obscurecidos)

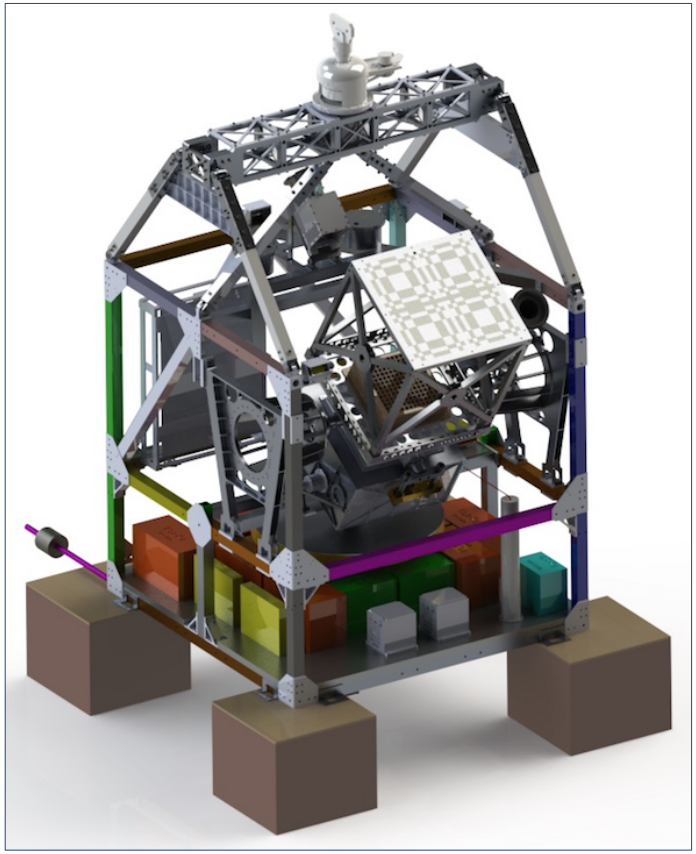


907 *INTEGRAL* hard X-ray sources

Blue: HMXBs
Green: LMXBs
Orange: misc. Galactic (CV, SNR, PWN)

Purple: Extragal.
Red: unclassified

protoMIRAX: a pathfinder for MIRAX



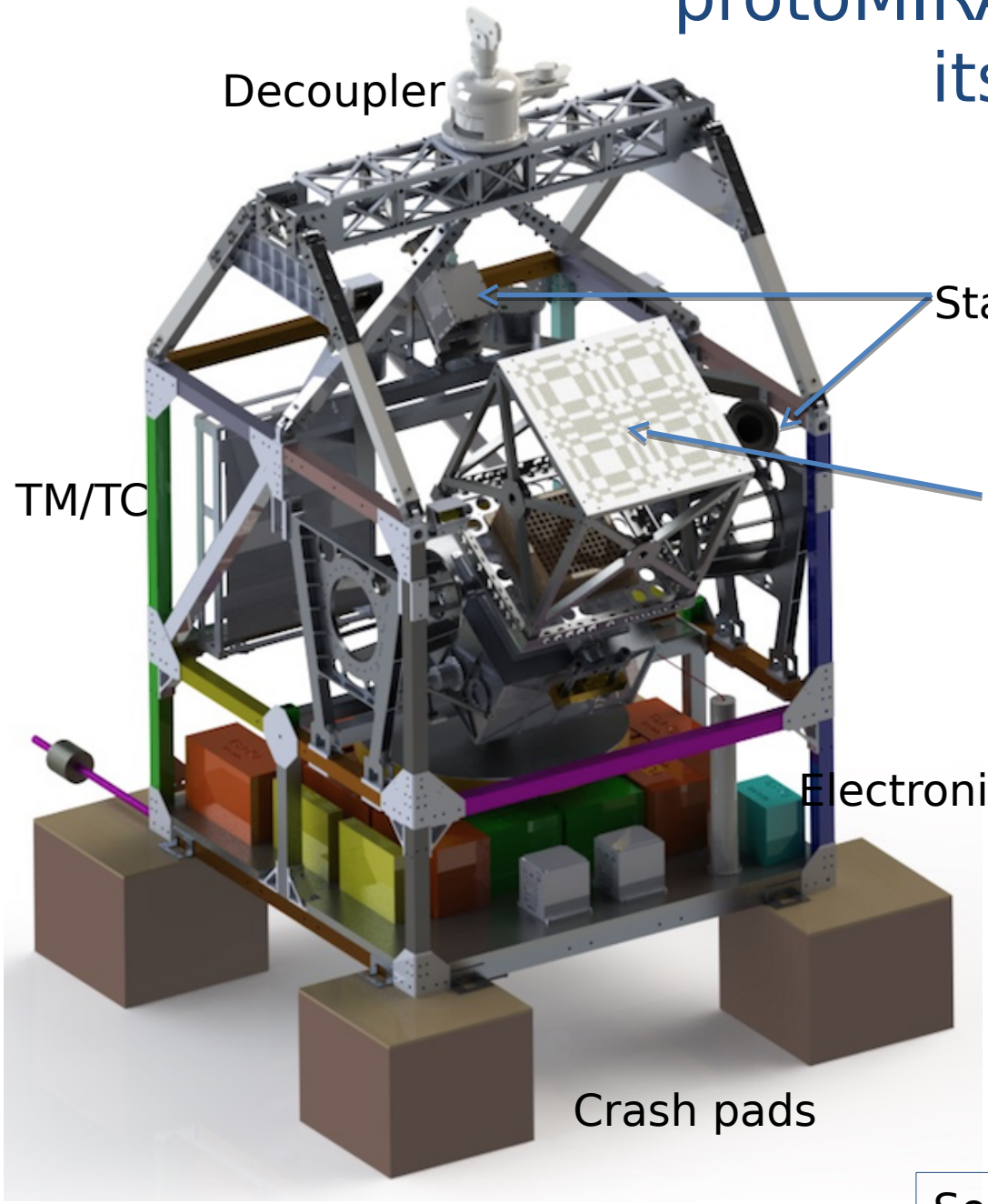
- Testar vários subsistemas do MIRAX em ambiente (quase) espacial
- Desenvolver tecnologia de detectores CZT e sistemas de aquisição de dados
- Testar sistema imageador e um novo sistema de controle de atitude
- Produzir imagens e espectros do Crab e da região do CG
- Medir radiação X atmosférica na região da SAA

protoMIRAX

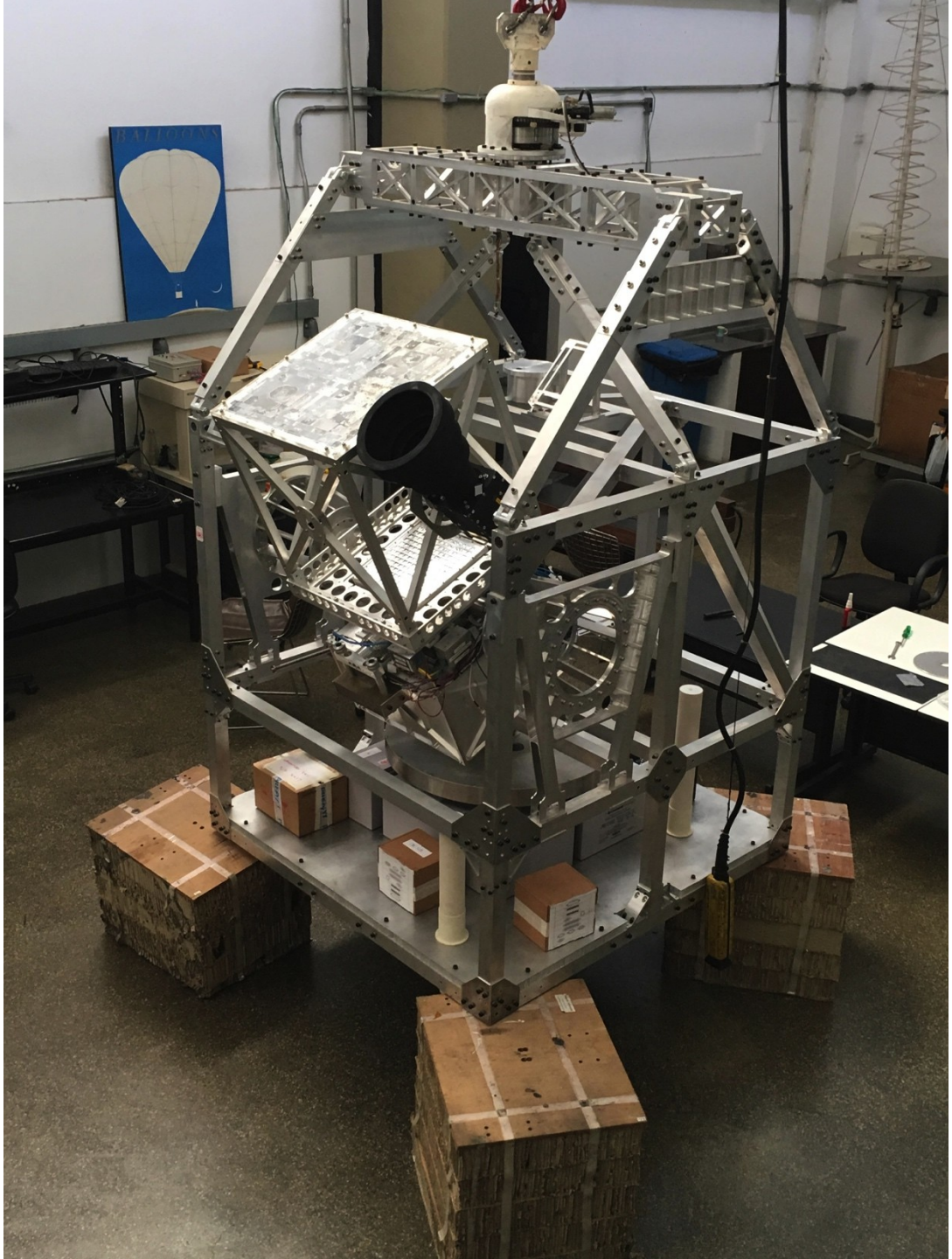
COMPSIS...

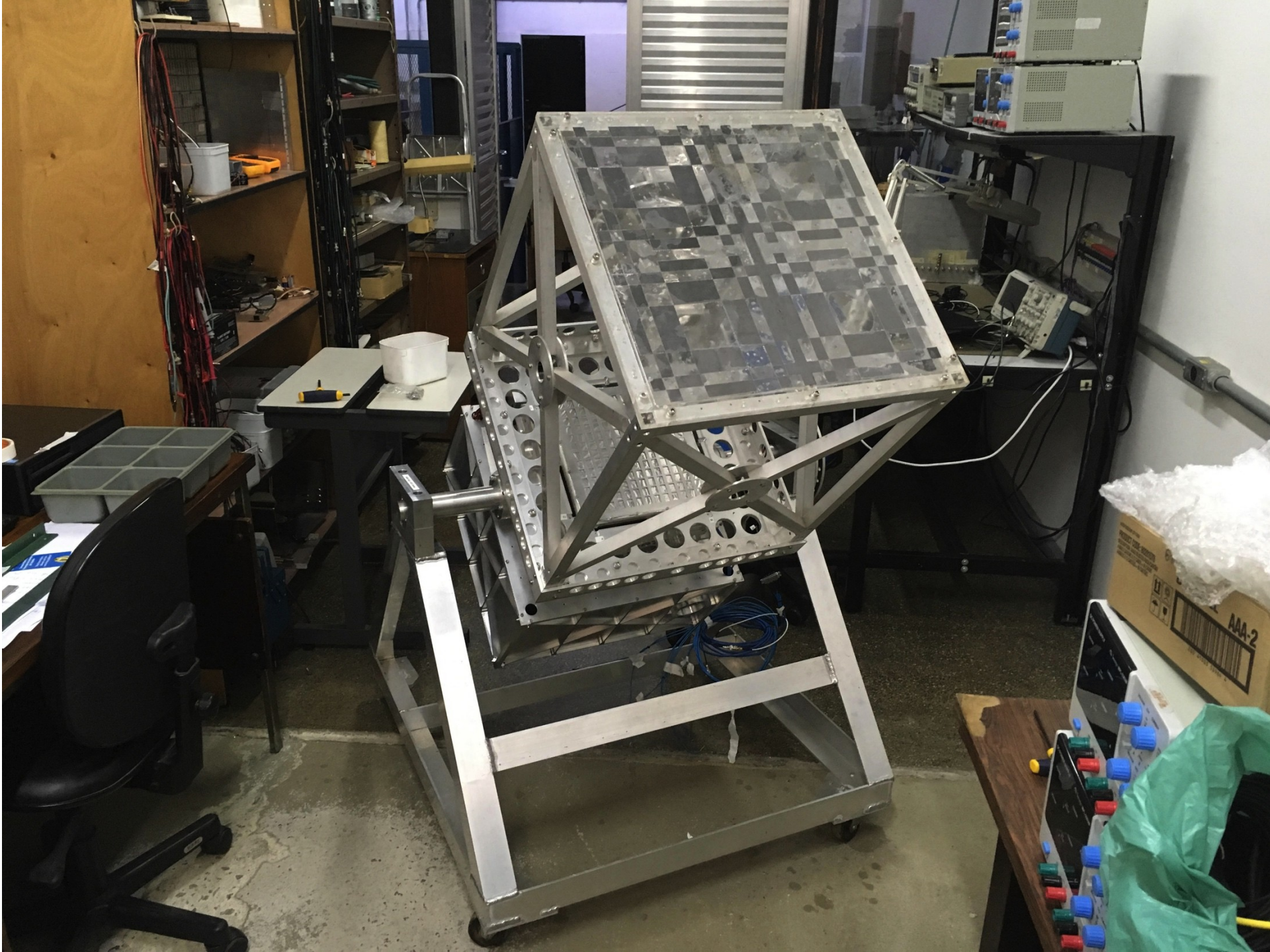
Finep
INOVAÇÃO E PESQUISA

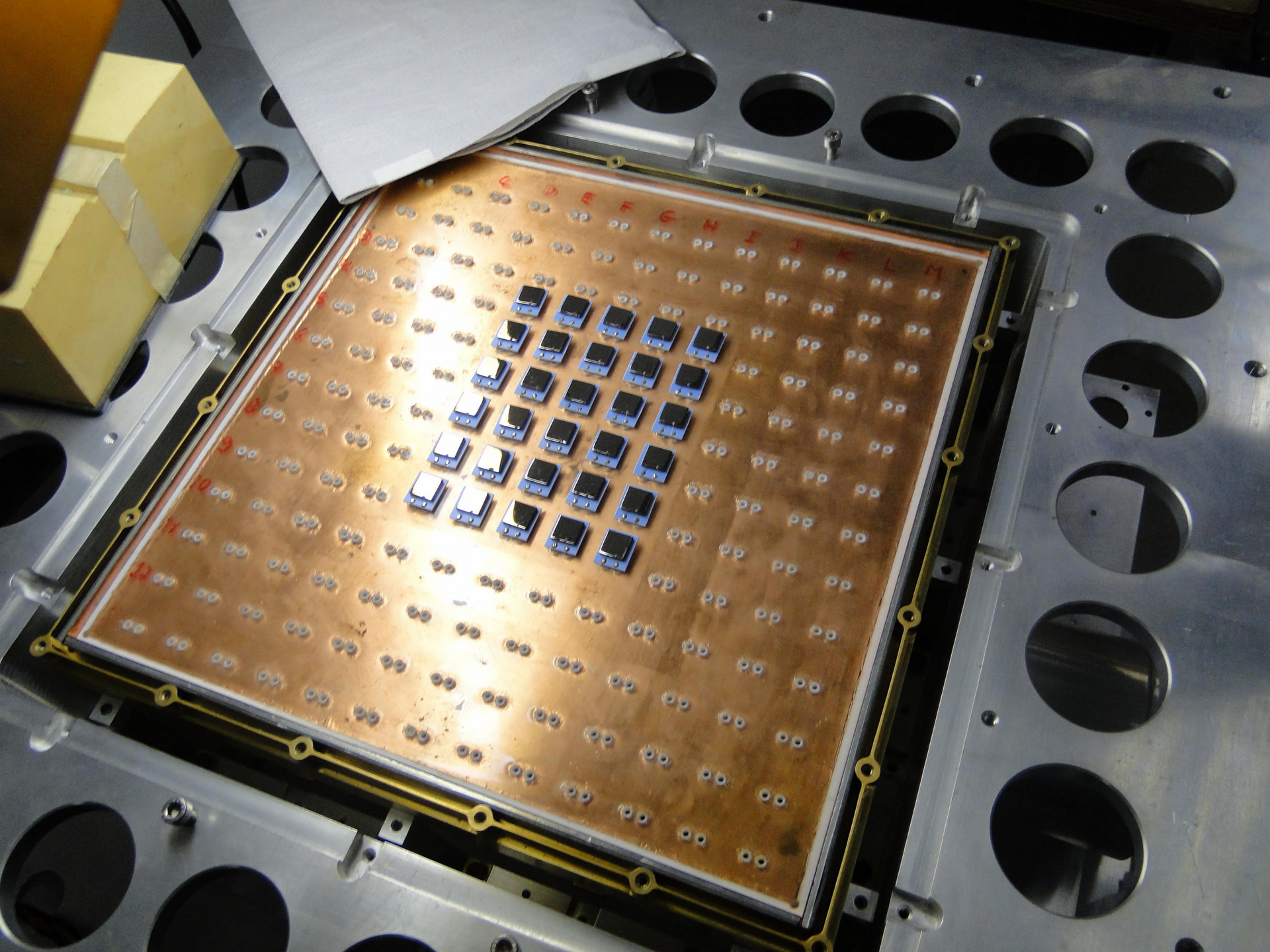
protoMIRAX experiment in its balloon gondola

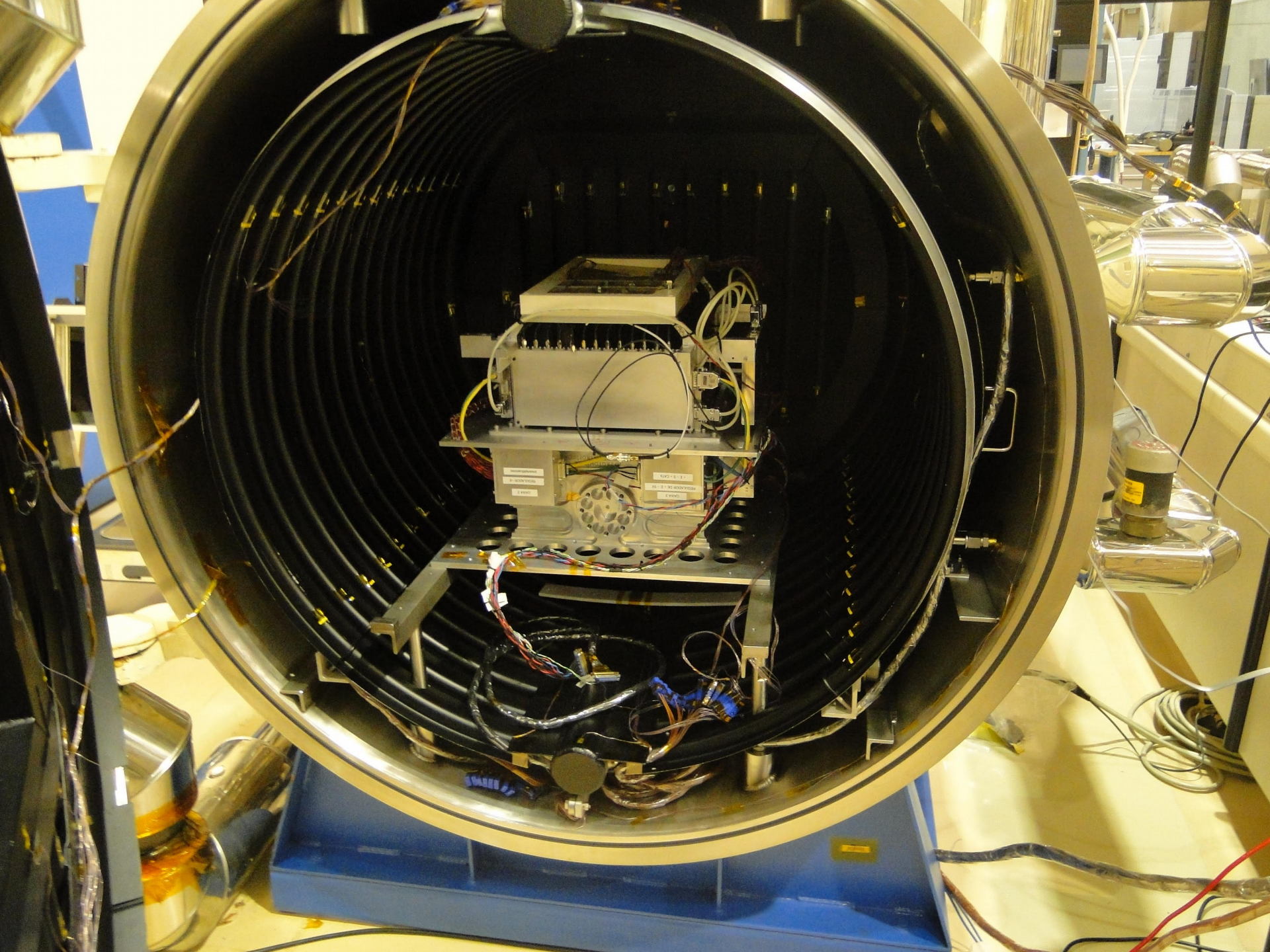


SolidWorks Design by L.A.Reitan


BALLOONS

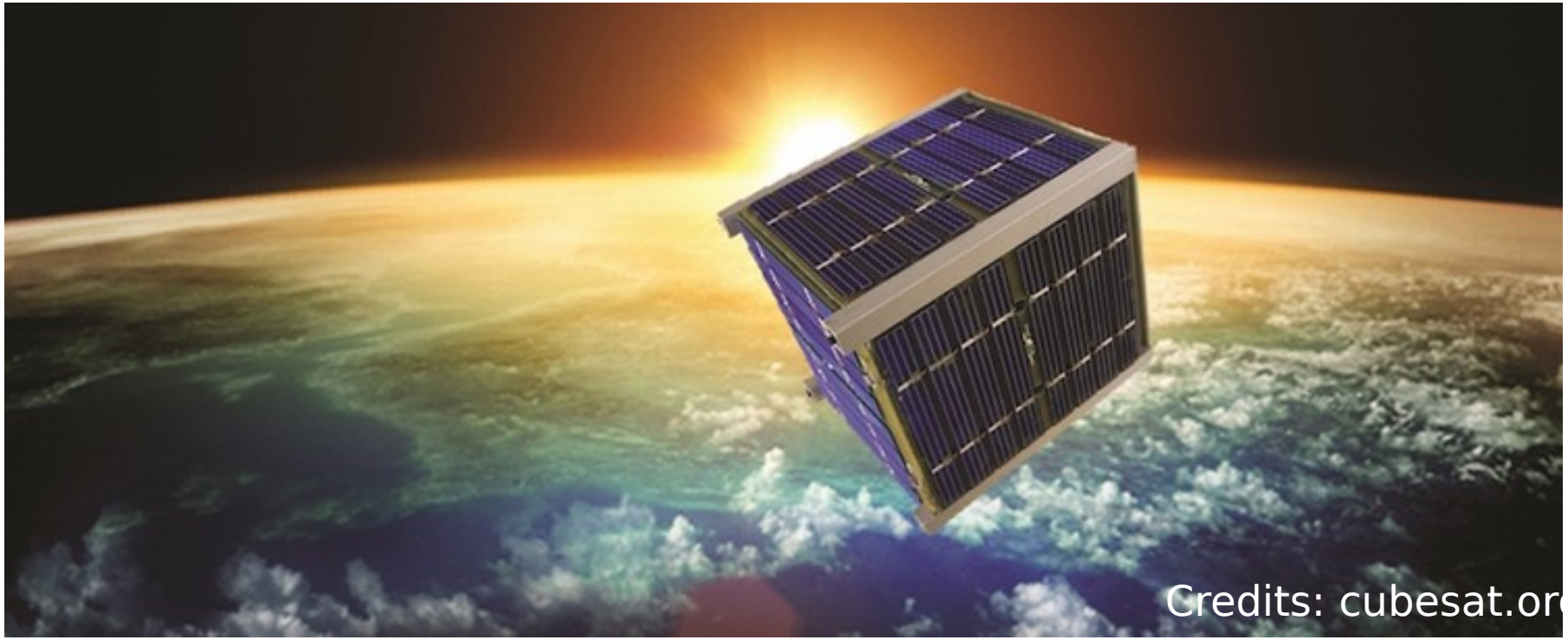

AAA-2





LECX: a nanosat experiment to detect cosmic explosions in X rays

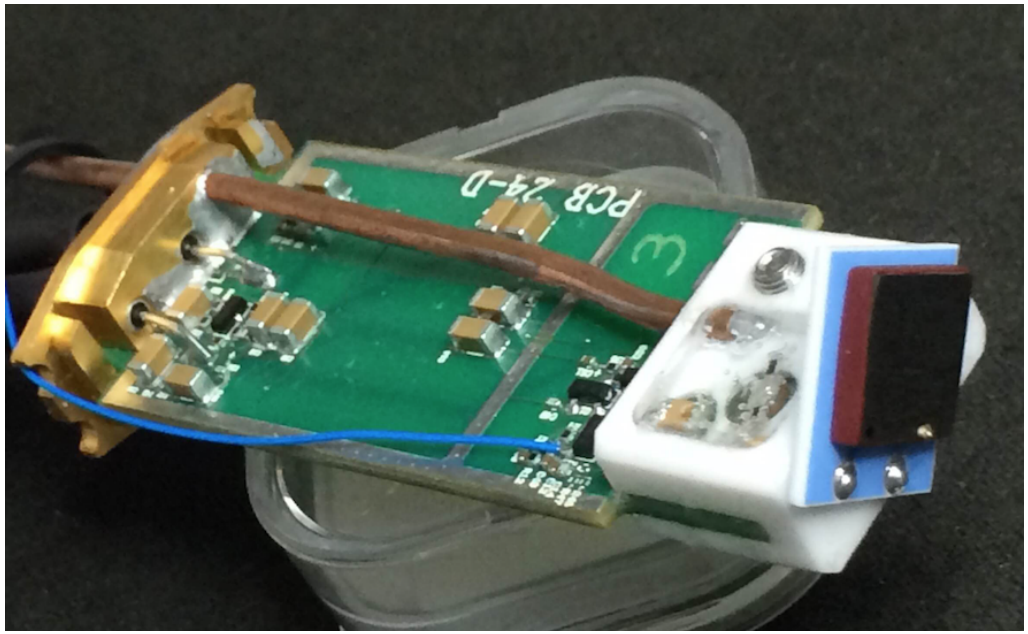
João Braga – joao.braga@inpe.br



Cubesat: 10cm x 10cm x 10cm, 1.3 kg

California Polytechnic State University – Ca

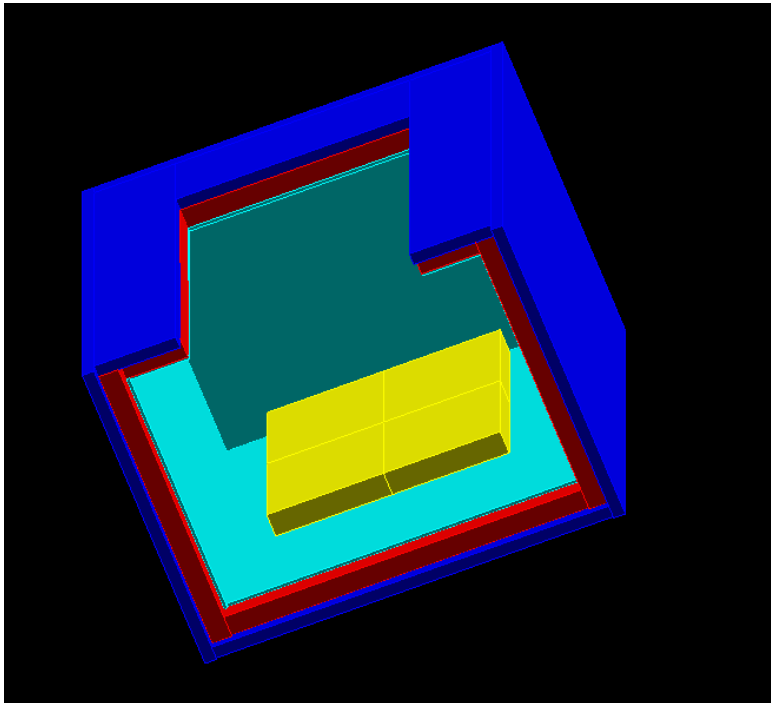
Opportunity: put a few of MIRAX's CZT detectors in space

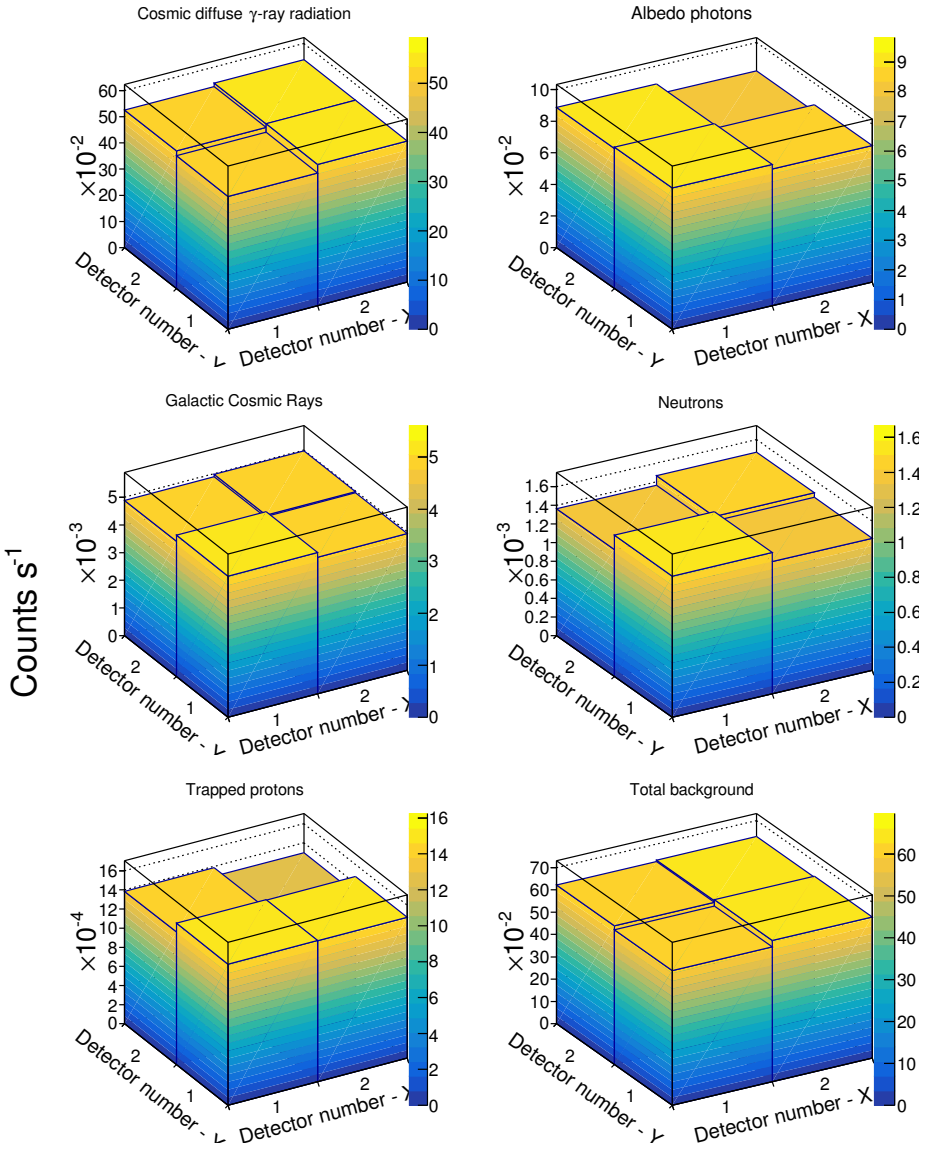


rotoMIRAX CdZnTe (CZT) detectors: 10 x 10 x 2 mm

- Test the detectors in space
- Measure the hard X-ray diffuse emission in orbit
- Map the South-Atlantic Magnetic Anomaly (SAA)

Simulations using GEANT4: LECX mass model





By Manuel Castro

Background count rate in LECX is approximately 3 counts cm^{-2} s^{-1} (30 – 200 ke

How many GRBs can we detect ?

1 GRB/day in the universe is detectable (is pointed toward u

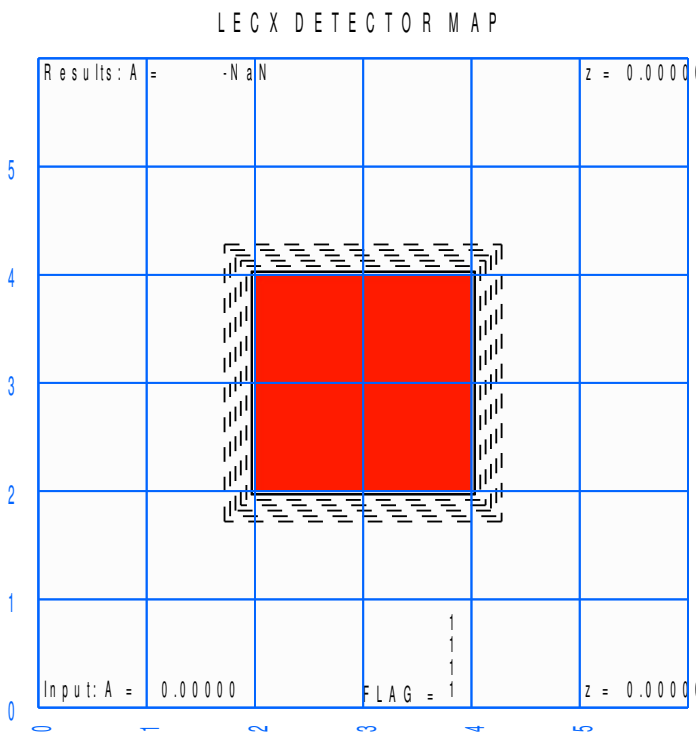
ECX covers ~7% of the sky at any given time

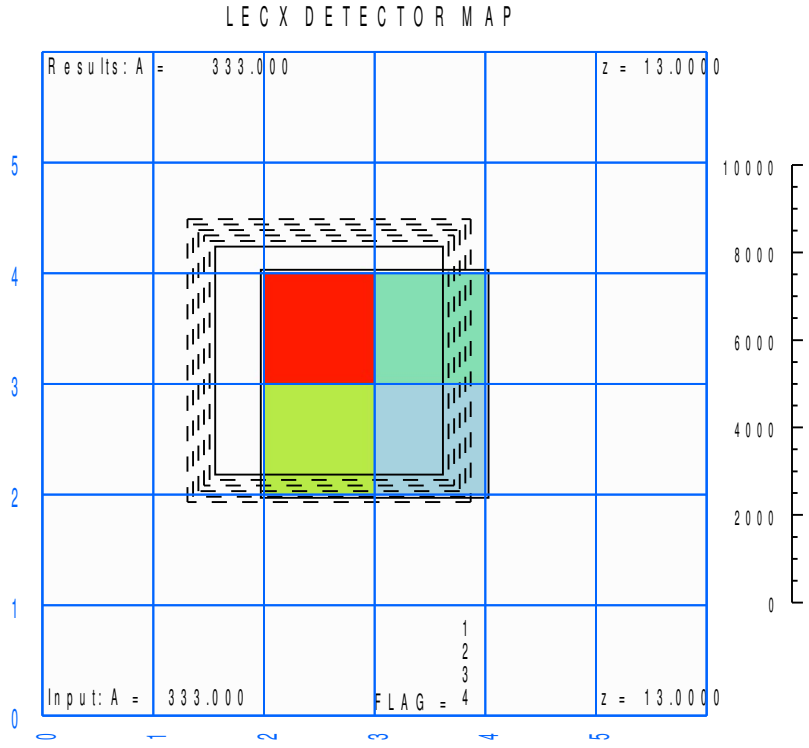
0.07 GRBs/day 1 GRB every 14 days

~2 cosmic explosions / month ?

Localization algorithm

- The shadows of the shielding walls over the detector plane have a unique pattern for each incidence direction (Azimuth and zenith angle)



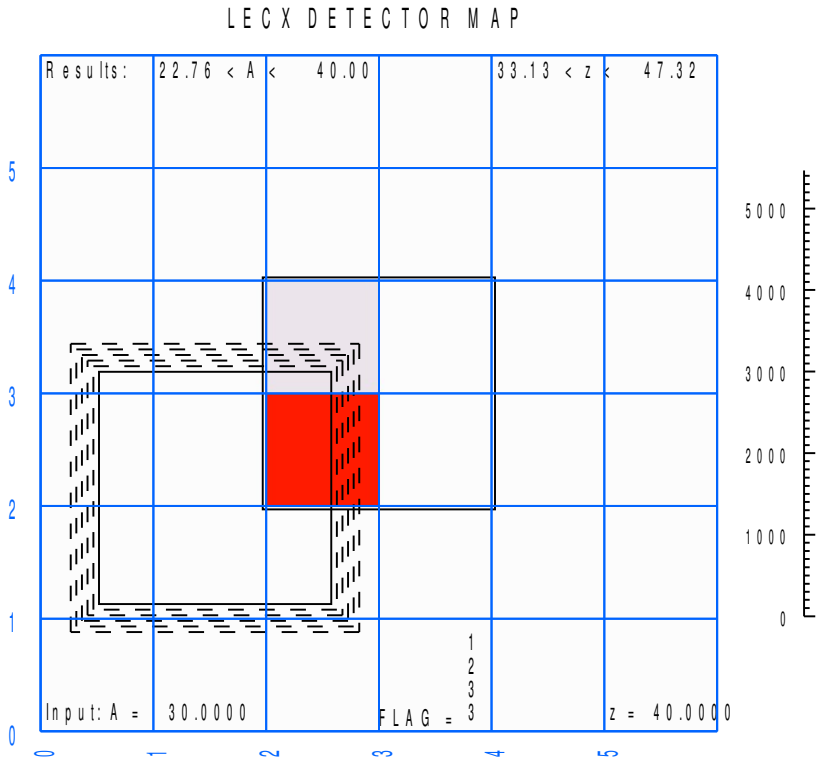


Localization algorithm

- The source counts (after background subtraction) in each detector are **proportional to the illuminated area** of the detector in that particular direction (counts obey Poisson statistics)
- By measuring the **source counts on the 4 detectors**, one can determine the relative open areas, and then the **incoming direction** of the source counts
- Knowing the **attitude** of the satellite, one can determine the **celestial coordinates** of the event

Source intensity

- In addition, we can determine the **intensity** of the source by projecting back to the sky and taking the cos z factor into account.



However, algorithm not perfect for large angles !

simulations

- We can **simulate a cosmic explosion** detection by projecting the expected number of source and background counts from a given direction over the 4 detectors

- Monte Carlo code using IDL – random number of counts using Poissonian distributions

- We can average out the results from many identical simulations to calculate the **angular uncertainties**

Example: 10-sec GRB at A = 23^{o} and z = 8^{o}