



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Pesquisas em Astrofísica no INPE

Oswaldo Duarte Miranda

Divisão de Astrofísica - DAS

Astrofísica no INPE

- ★ Cosmologia
- ★ Galáxias
- ★ Pulsares e Buracos Negros
- ★ Ondas Gravitacionais
- ★ Meio Interestelar
- ★ Estrelas
- ★ Física Solar
- ★ Raios Cósmicos

Instrumentação Utilizada

- * Instrumentos no solo

- * Instrumentos no espaço

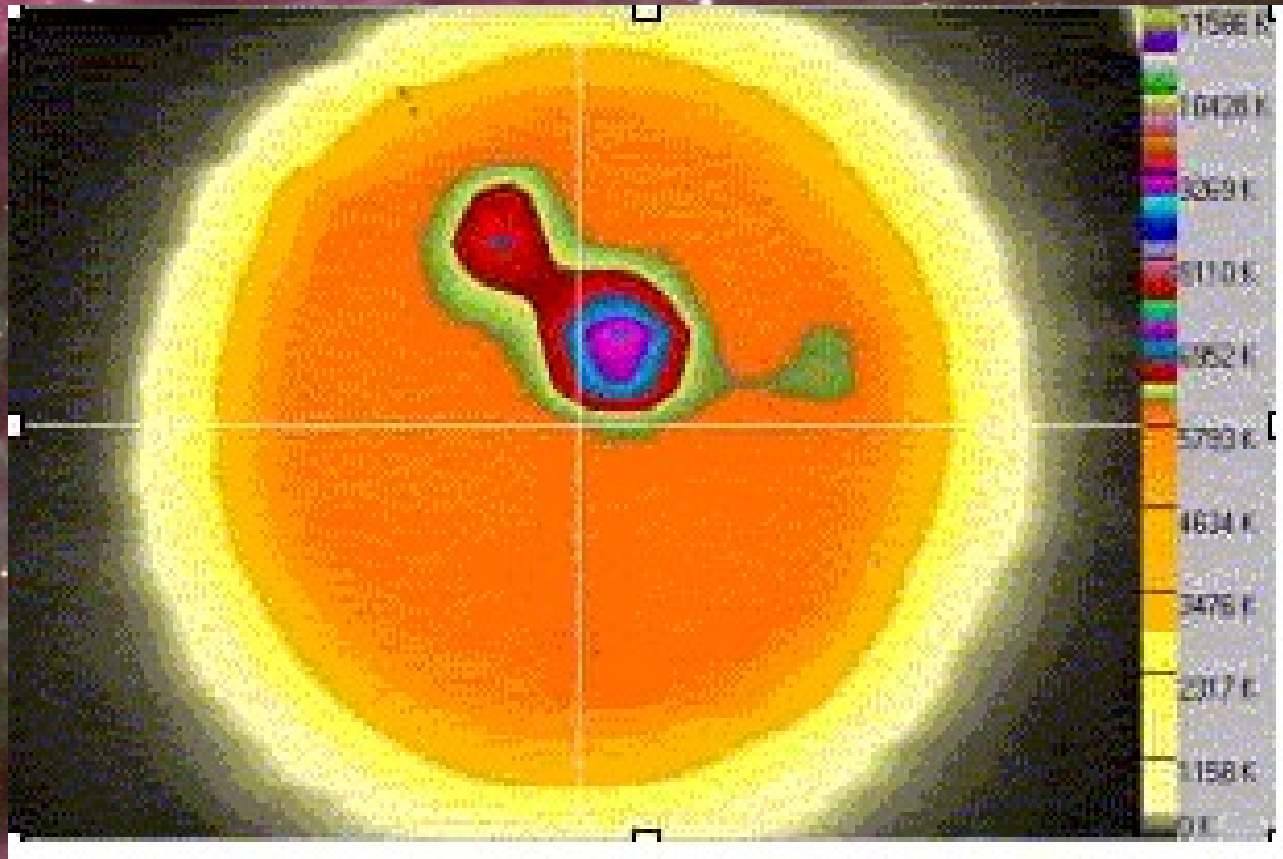
Linhas de Pesquisa

- * Física do Meio Interplanetário
- * Astrofísica Óptica e no Infravermelho
- * Radiofísica
- * Astrofísica de Altas Energias
- * Cosmologia
- * Astrofísica de Ondas Gravitacionais

Física do Meio Interplanetário

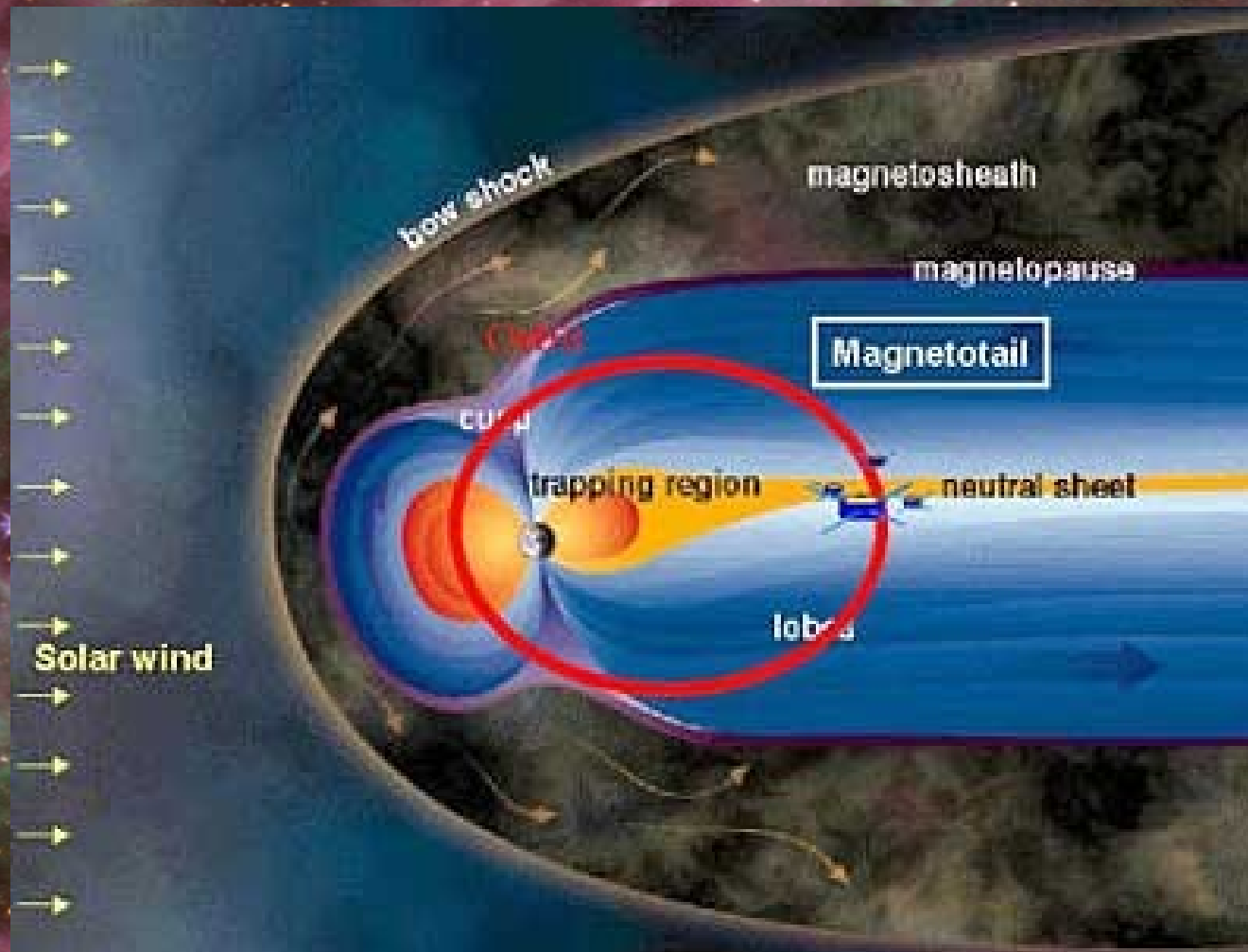
Estudada as explosões solares e os seus efeitos no meio interplanetário bem como sua influência na magnetosfera terrestre.

Abaixo: mapa do Sol em 22 GHz



Física do Meio Interplanetário

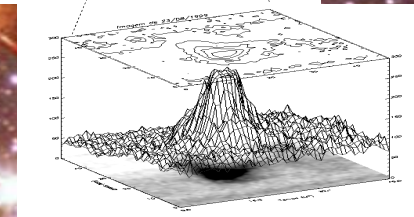
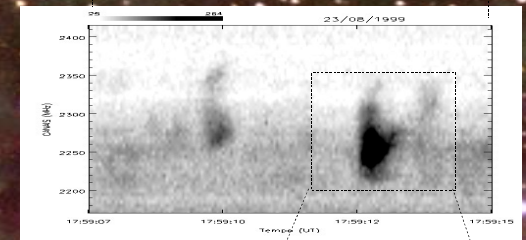
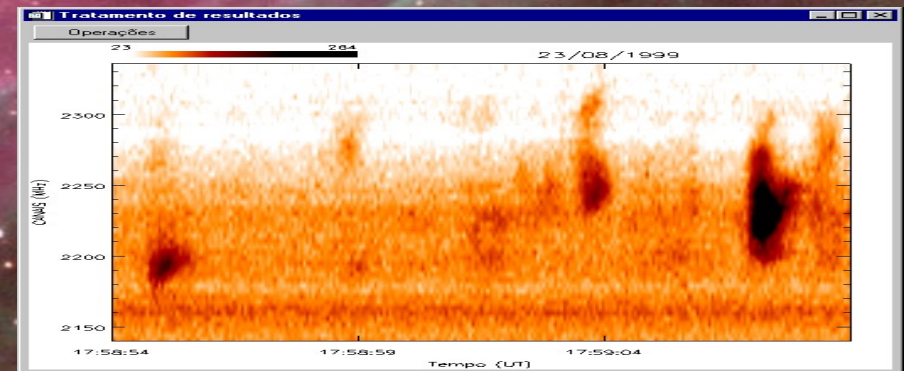
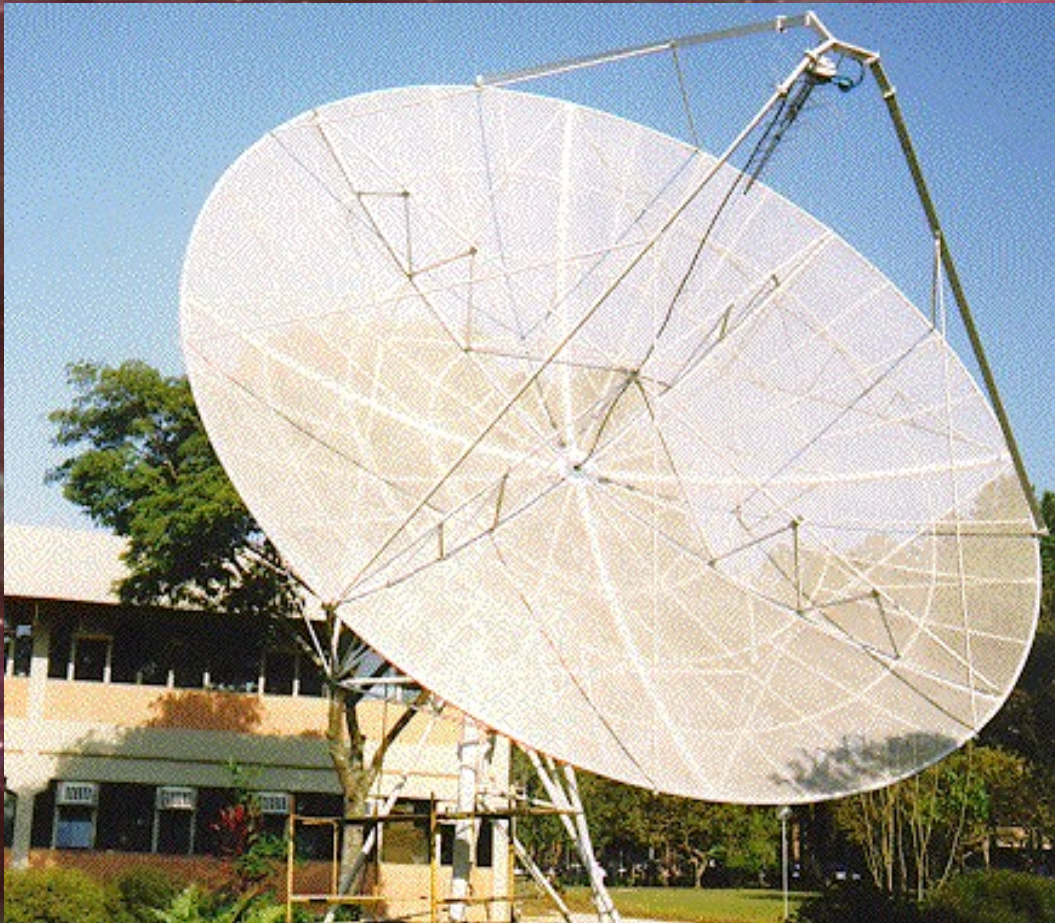
Explosão solares e seus efeitos na magnetosfera terrestre.



Física do Meio Interplanetário

- ★ Investigações são feitas através de observações em várias faixas do espectro eletromagnético, utilizando-se radiotelescópios, telescópios ópticos e satélites (raios X).
- ★ Desenvolve-se instrumentação para esses radiotelescópios

★ Espectrógrafo solar: 9 m de diâmetro



Interferômetro Decimétrico Brasileiro, ou, como é conhecido na área,
BDA (Brazilian Decimetric Array).

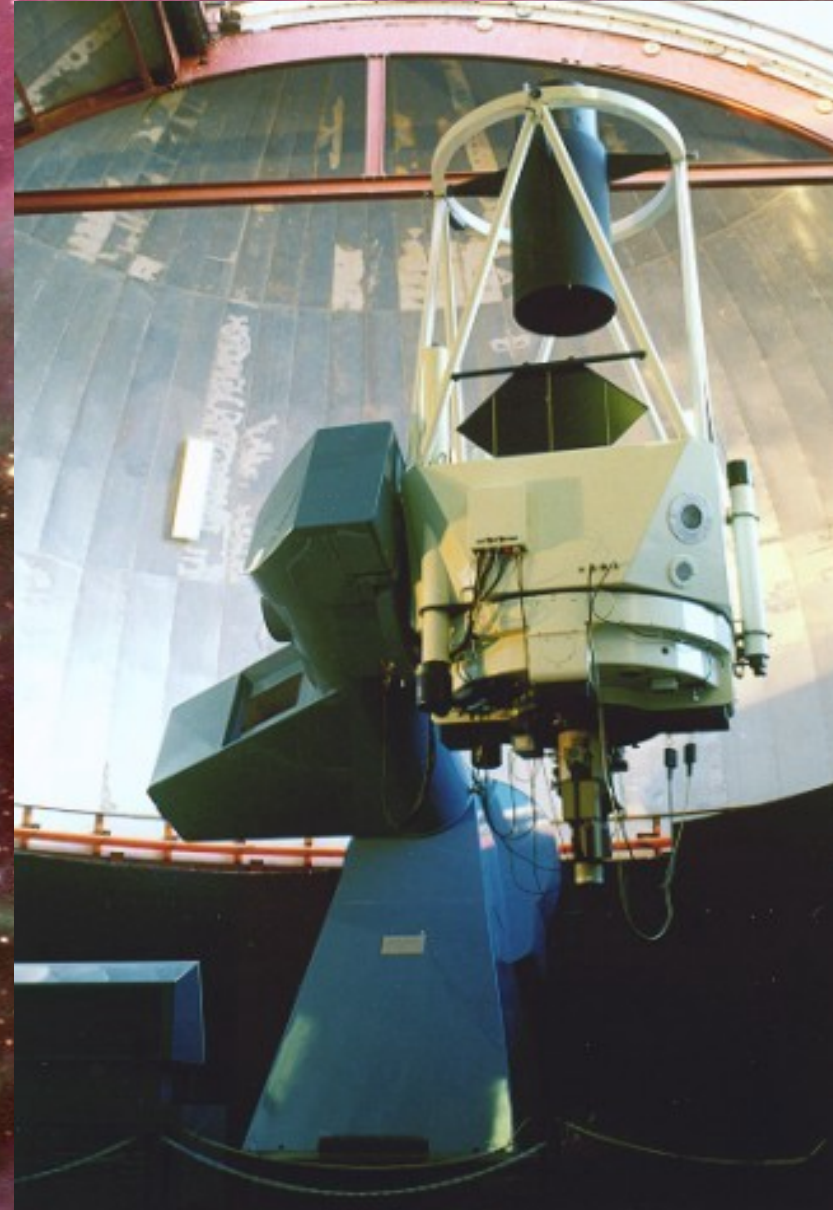


Astrofísica Óptica - Estrelas

- ★ Na faixa óptica realiza-se uma gama de programas observacionais em astrofísica estelar que vão desde o estudo polarimétrico de objetos quentes ou em estados evolutivos raros (por exemplo, PDS465), até as propriedades de classes de objetos, como variáveis irregulares.

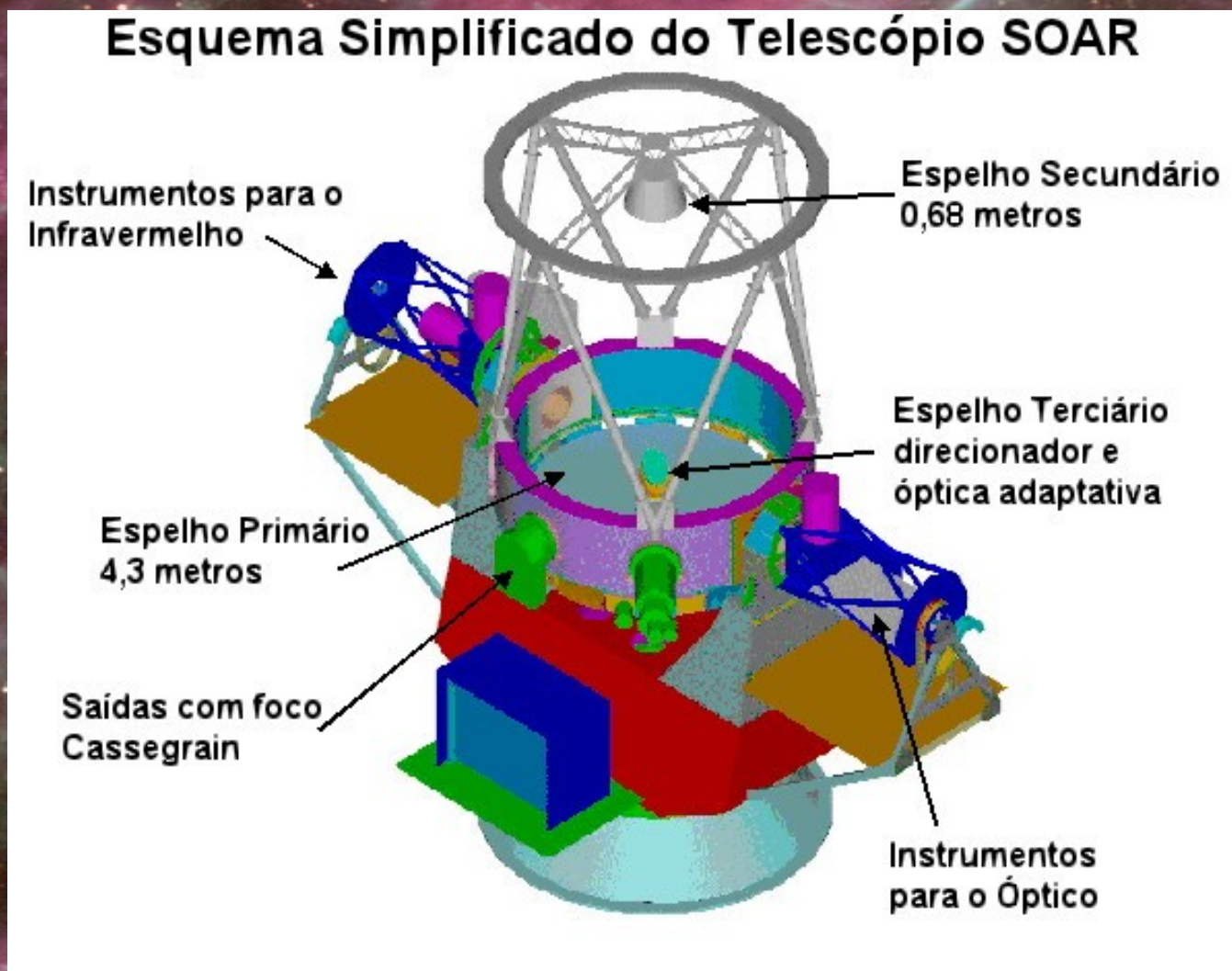
Instrumentação Utilizada

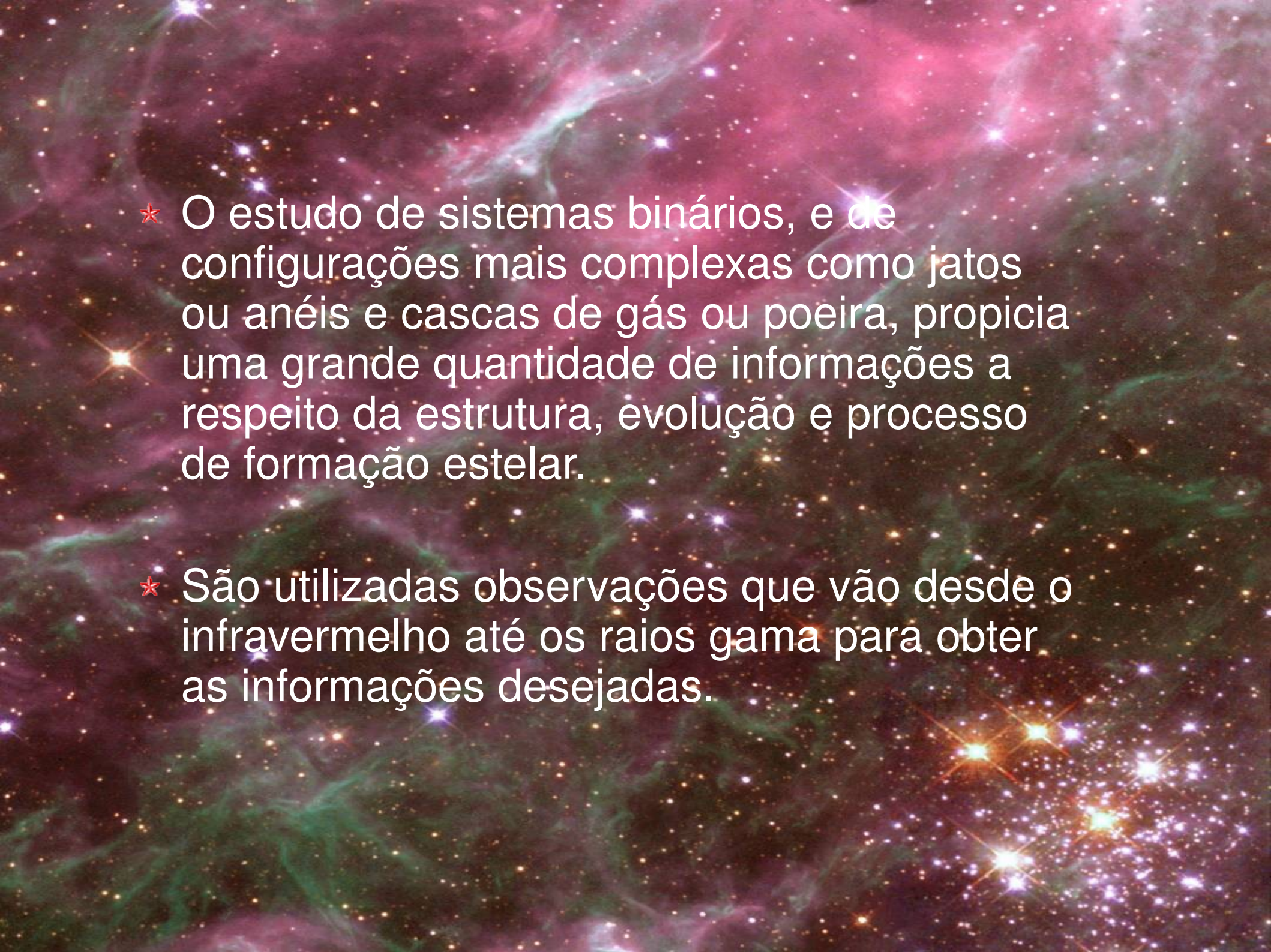
- ★ Telescópios ópticos – LNA
 - ★ 1,60 m
 - ★ 0,60 m (dois instrumentos)
 - ★ Equipado para fotometria, espectroscopia e polarimetria.



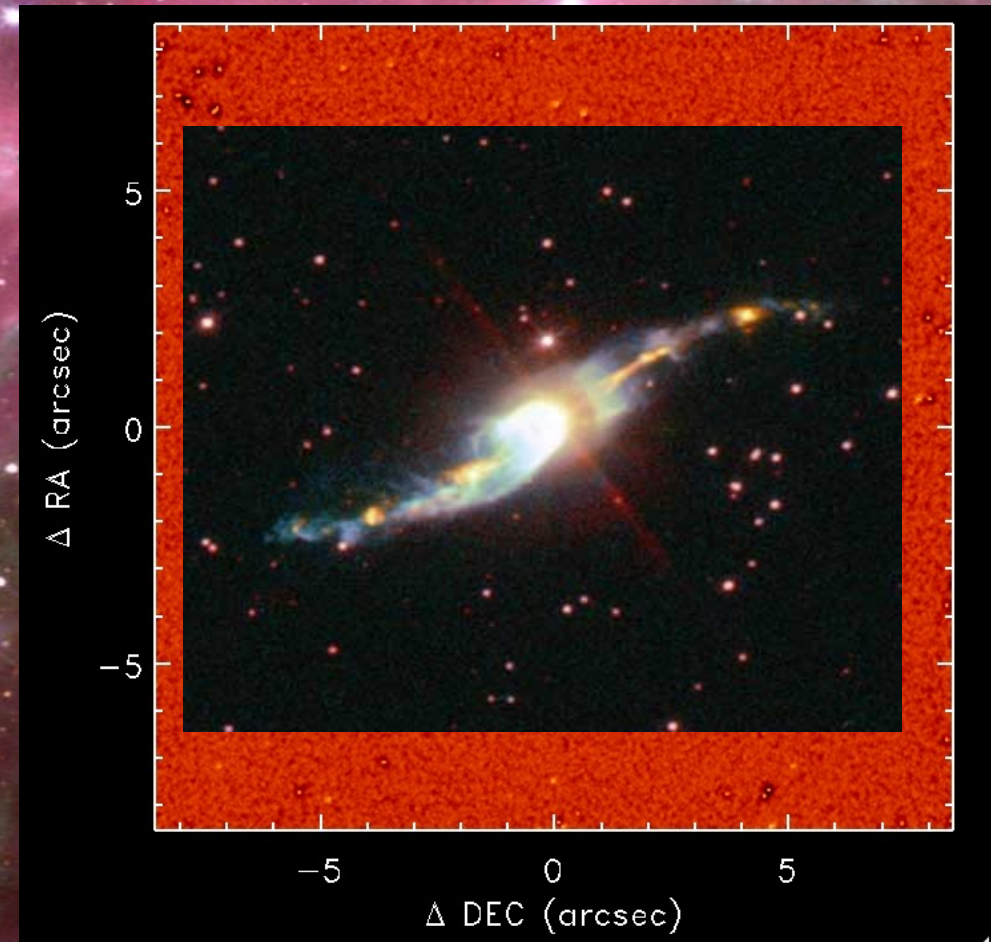
Instrumentação Utilizada

★ SOAR (*Southern Observatory for Astrophysical Research*)

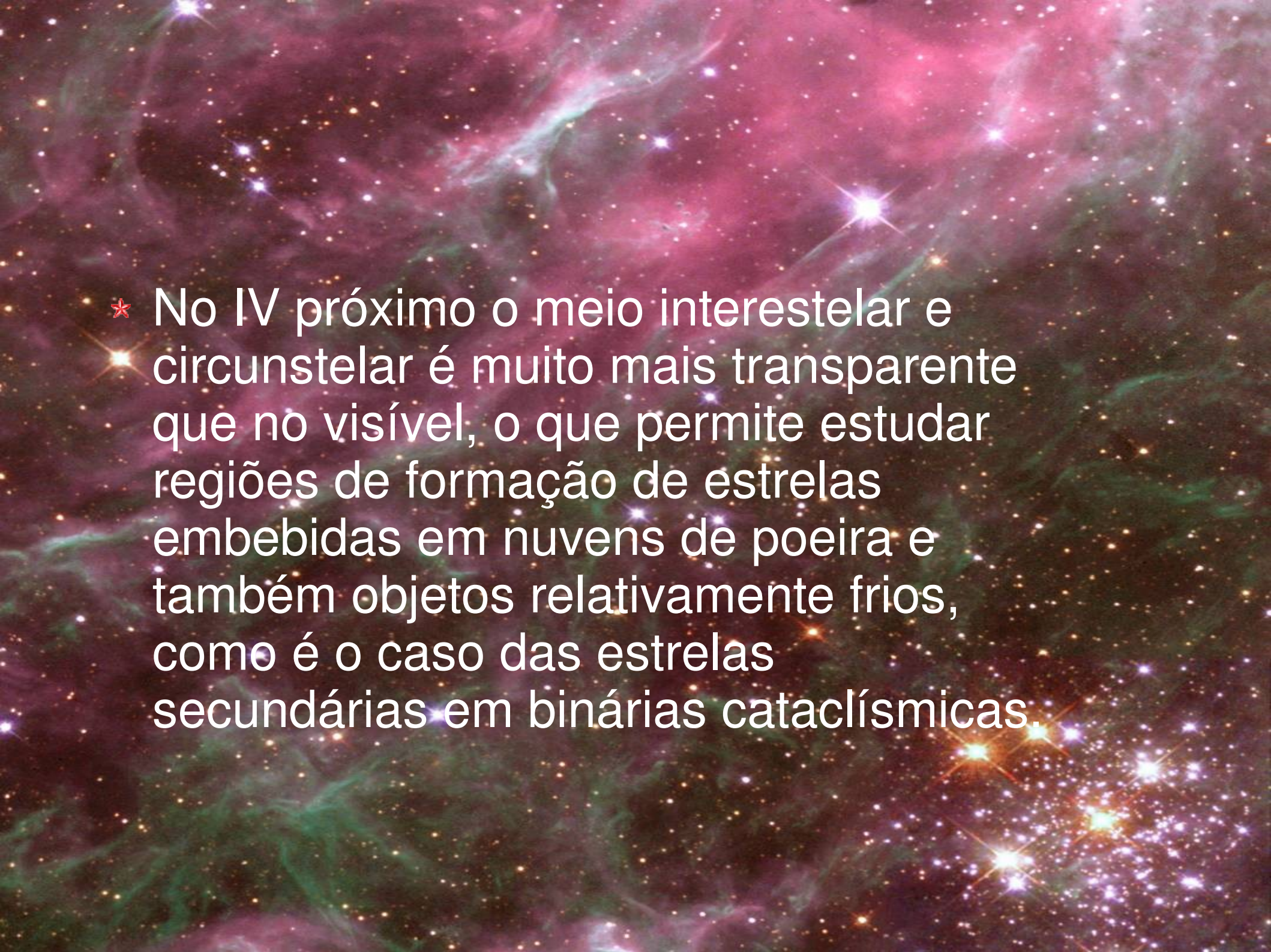


- 
- ★ O estudo de sistemas binários, e de configurações mais complexas como jatos ou anéis e cascas de gás ou poeira, propicia uma grande quantidade de informações a respeito da estrutura, evolução e processo de formação estelar.
 - ★ São utilizadas observações que vão desde o infravermelho até os raios gama para obter as informações desejadas.

- ★ Observações polarimétricas
- ★ Modelos do transporte radiativo em envoltórios
- ★ Classes de objetos
 - ★ Variáveis cataclísmicas
 - ★ Estrelas jovens



H3-1475: a proto nebulosa planetária



* No IV próximo o meio interestelar e circunstelar é muito mais transparente que no visível, o que permite estudar regiões de formação de estrelas embebidas em nuvens de poeira e também objetos relativamente frios, como é o caso das estrelas secundárias em binárias cataclísmicas.

Câmara InfraVermelho - CamIV



Imagem da Nebulosa de Órion, montada a partir de uma composição de imagens tomadas nas bandas J, H e K do IV próximo.

O Universo é muito mais transparente nesses comprimentos de onda, logo a CamIV é adequada para estudos de regiões de formação de estrelas (como em Órion) ou de regiões altamente obscurecidas pela poeira existente no plano galáctico.

Astrofísica Óptica - Galáxias

- ★ Estudam-se as condições físicas reinantes nas galáxias e aglomerados, sua origem e evolução em escalas de tempo cosmológicas.
- ★ São realizados estudos, teóricos e observacionais, da dinâmica e evolução química de galáxias normais, assim como de galáxias que apresentam atividade peculiar.
- ★ Simulações numéricas de encontros e colapsos de galáxias também são objeto de pesquisas nesta área.
- ★ Elas consideram uma série de condições físicas, tais como **fusões** e **colapsos** de diferentes configurações estelares iniciais, bem como a presença de **buracos negros supermassivos**, que, provavelmente, tiveram papel importante na formação das galáxias elípticas.



Rádio-Física - Meio Interestelar

- * Investiga-se, tanto a emissão de linhas moleculares, na faixa de rádio, em nebulosas da Via Láctea, quanto a emissão de água em outras galáxias.
- * Essas investigações estão voltadas basicamente para as regiões de formação de estrelas e têm como objetivo entender as condições físicas das nuvens de gás e poeira a partir das quais nascem as estrelas.



Rádio Observatório do
Itapetinga (ROI),
situado numa área de
3 alqueires dentro do
município de Atibaia,
SP

Antena de 13,7 m de diâmetro



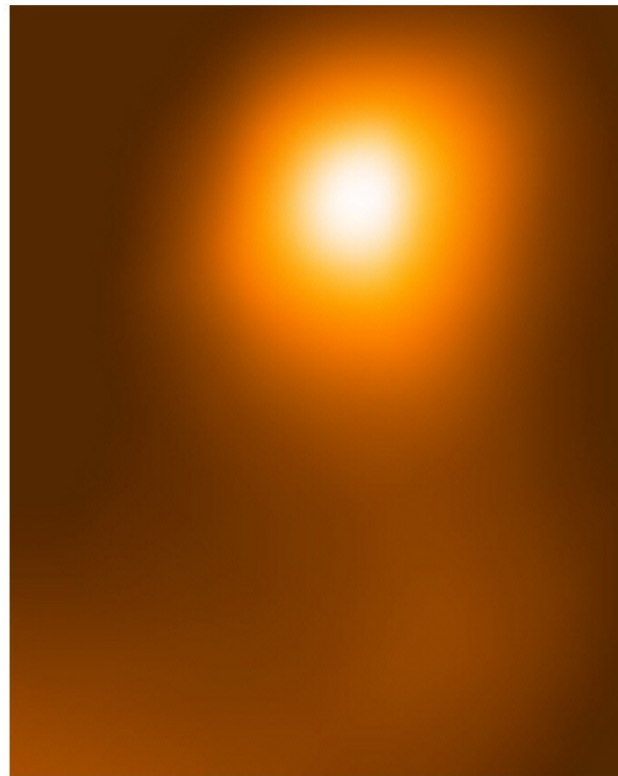
Parkes, Australia (64 m)



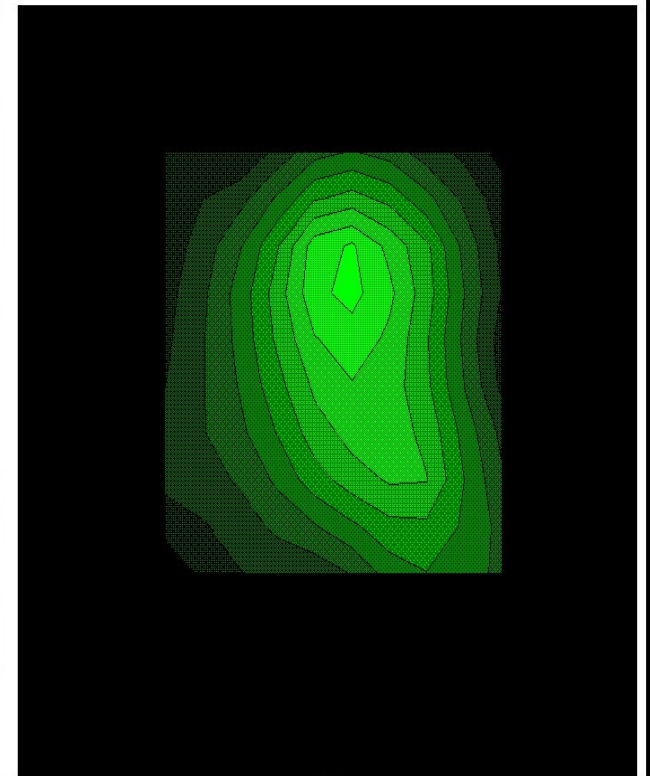
SEST, Chile (14m)



Óptico ($H\alpha + [SII]$)



Infravermelho ($100\mu\text{m}$ - HIRES)



Rádio ($C^{18}O$, $J = 1-0$)

Aspectos do glóbulo cometário S111, na constelação de Vela.

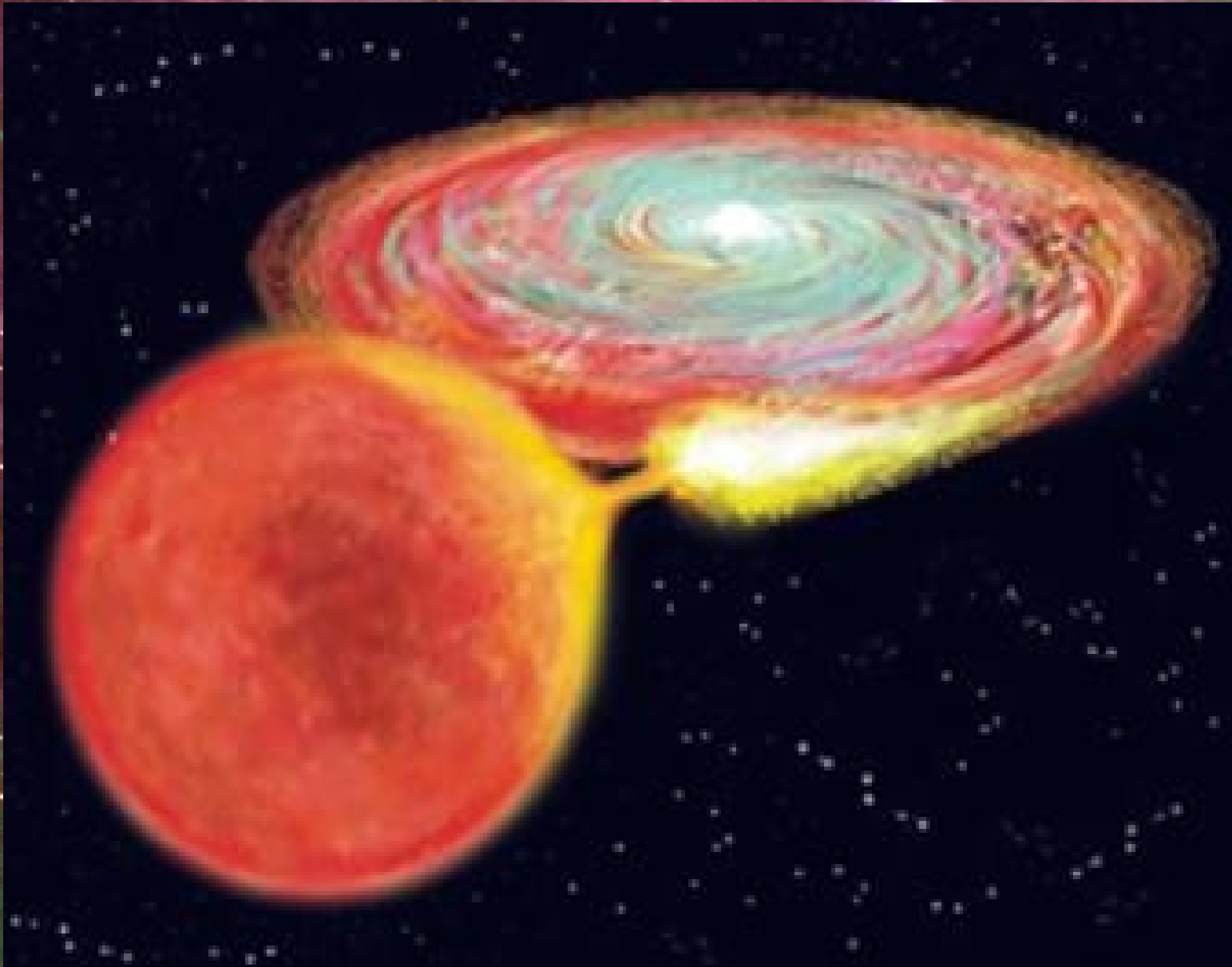
Glóbulos cometários são nuvens escuras densas do meio interestelar e ótimos "laboratórios" para a análise da formação de estrelas de pequena massa como o Sol.

Altas Energias

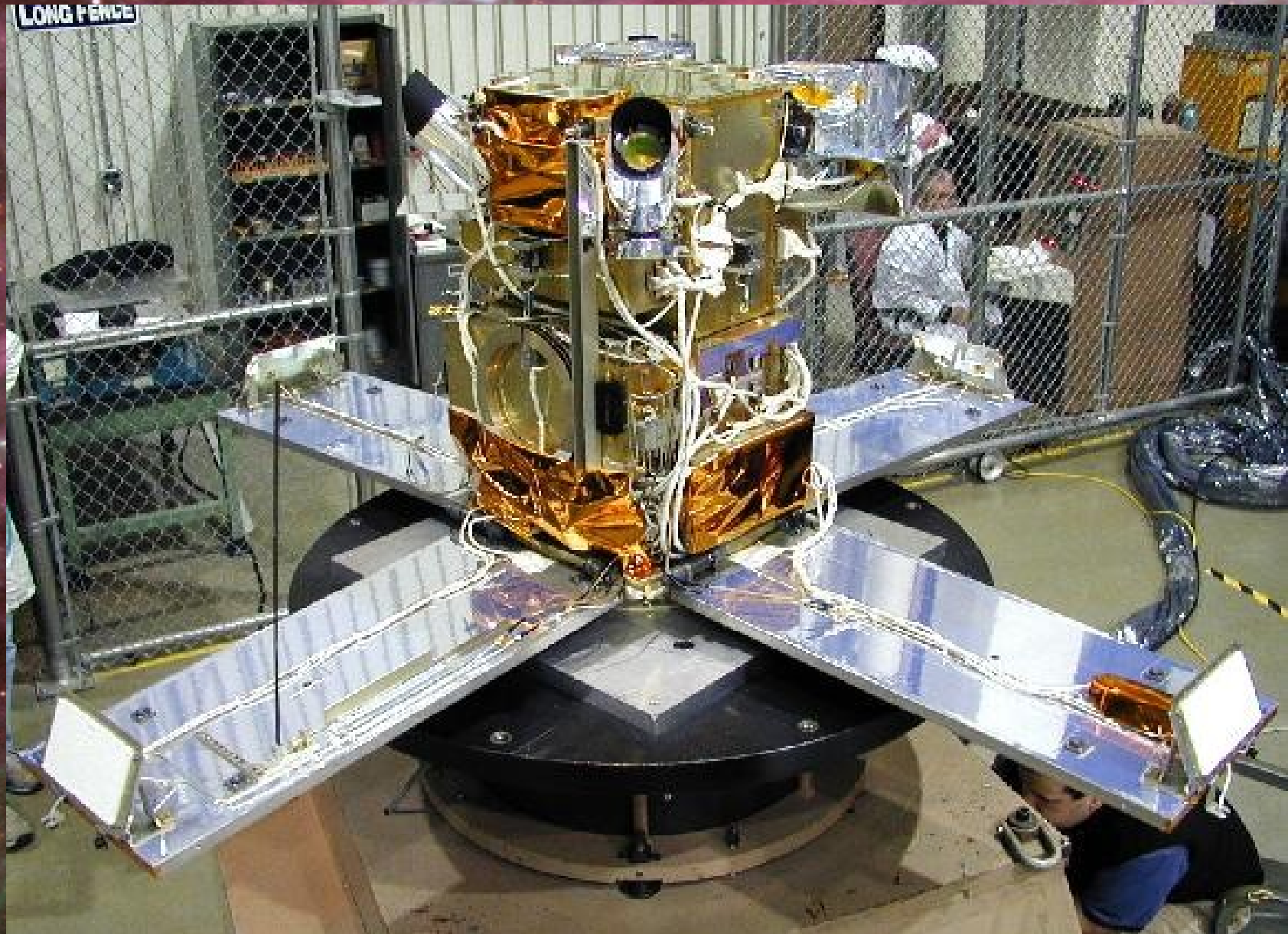
- * Estuda objetos emissores de raios-X e gama
 - * pulsares de raios-X
 - * estrelas variáveis cataclísmicas
 - * objetos na região do centro Galáctico.
- * As técnicas experimentais utilizadas envolvem observações dessas fontes por meio de detectores de radiação X e gama que são colocados a bordo de balões estratosféricos.



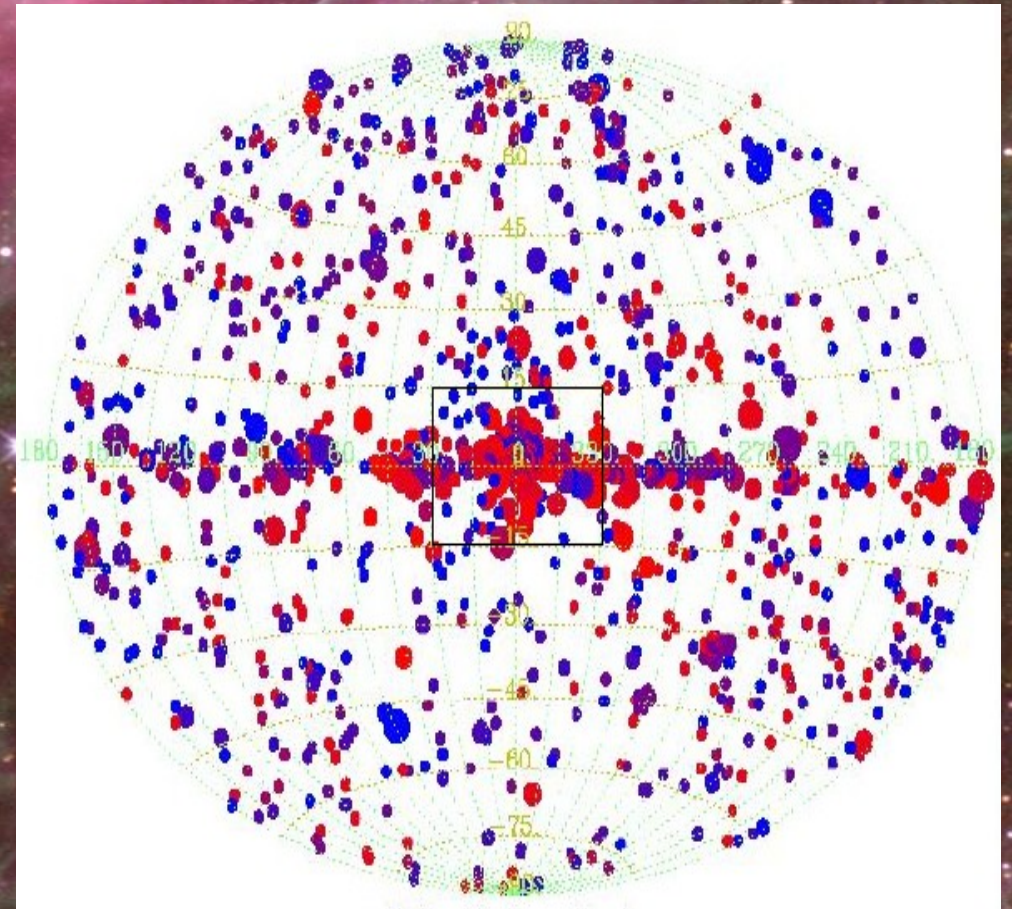
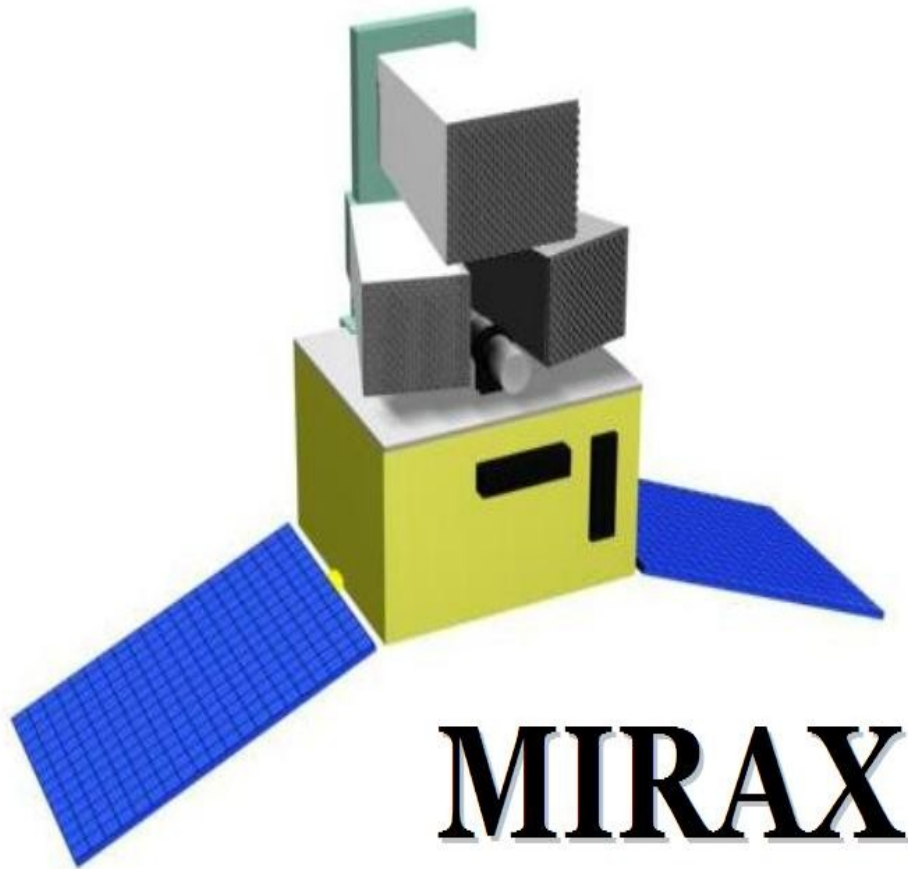
★ Estudo de binárias de raios-X com dados de satélites



★ Satélite HETE



★ Projetos futuros: MIRAX




Raios C3smicos

- ★ Estudam-se as diferentes part3culas que atingem a Terra vindas do espaço exterior, como pr3tons, el3trons e 3ons.
- ★ Em particular, estudam-se as part3culas aprisionadas nos cintur3es de radiaço que envolvem a Terra.

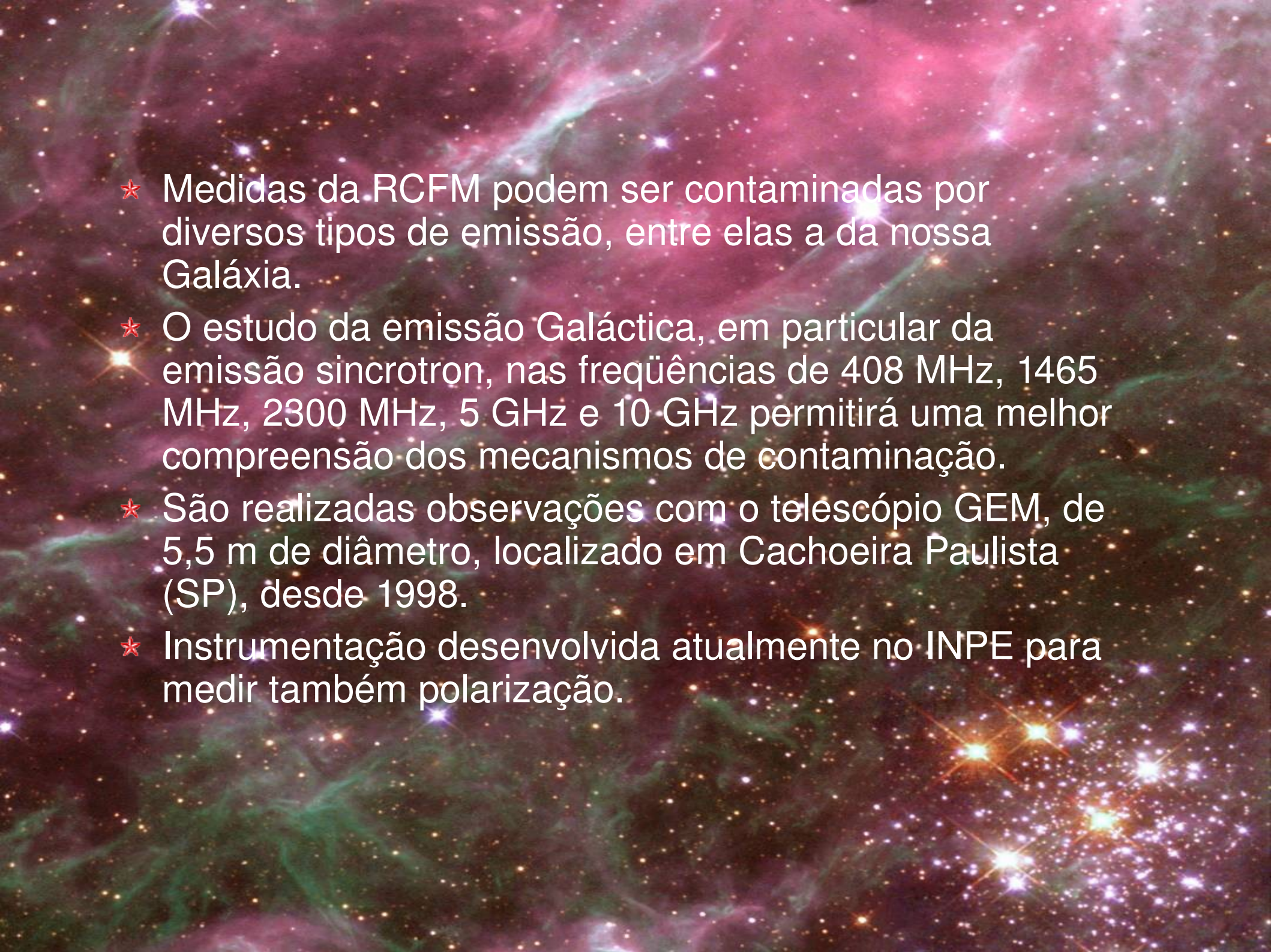
COSMOLOGIA

- * O objetivo principal é estudar as propriedades da Radiação C3smica de Fundo em Microondas (RCFM), origin3ria do *Big Bang*, como 3 conhecido o processo de cria33o do Universo.
- * S3o realizadas observa33es com detectores de microondas e infravermelho embarcados em bal3es estratosf3ricos e no solo.

- 
- ★ A temperatura da RCFM é da ordem de 2,7 K (ou $-270,3$ C).
 - ★ Medidas de diferenças de temperatura na RCFM (de $\sim 10^{-5}$ K, ou ~ -273 C) podem trazer diversas informações sobre o Universo jovem e sobre os processos de formação de estruturas no Universo.
 - ★ Atualmente o grupo do INPE participa do desenvolvimento e operação de um polarímetro, em colaboração com a Universidade da Califórnia, Santa Barbara.

TELESCÓPIO BEAST
800 kg, 5 m de altura
(Background Emission
Anisotropy Scanning
Telescope)



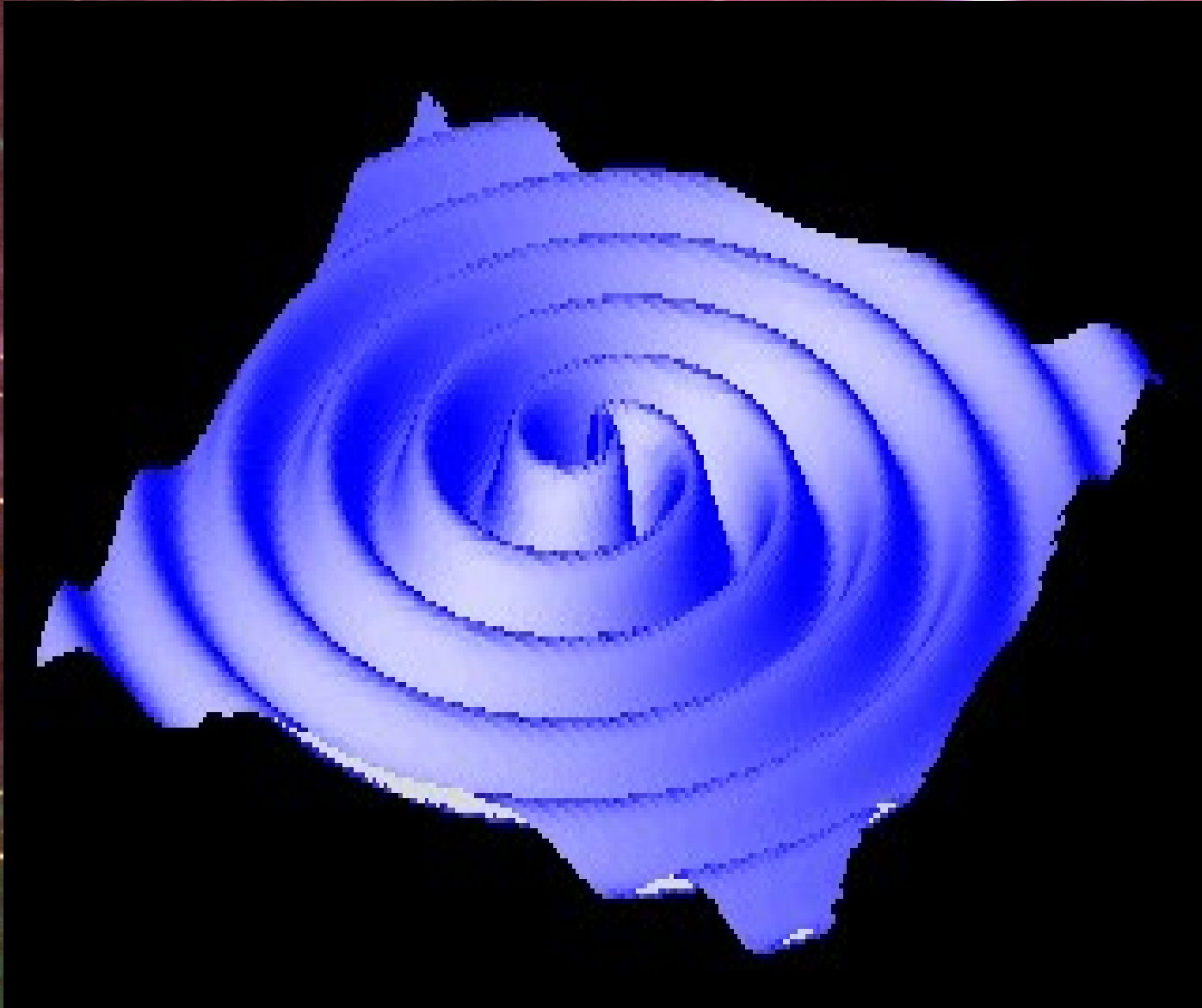
- 
- ★ Medidas da RCFM podem ser contaminadas por diversos tipos de emissão, entre elas a da nossa Galáxia.
 - ★ O estudo da emissão Galáctica, em particular da emissão sincrotron, nas frequências de 408 MHz, 1465 MHz, 2300 MHz, 5 GHz e 10 GHz permitirá uma melhor compreensão dos mecanismos de contaminação.
 - ★ São realizadas observações com o telescópio GEM, de 5,5 m de diâmetro, localizado em Cachoeira Paulista (SP), desde 1998.
 - ★ Instrumentação desenvolvida atualmente no INPE para medir também polarização.



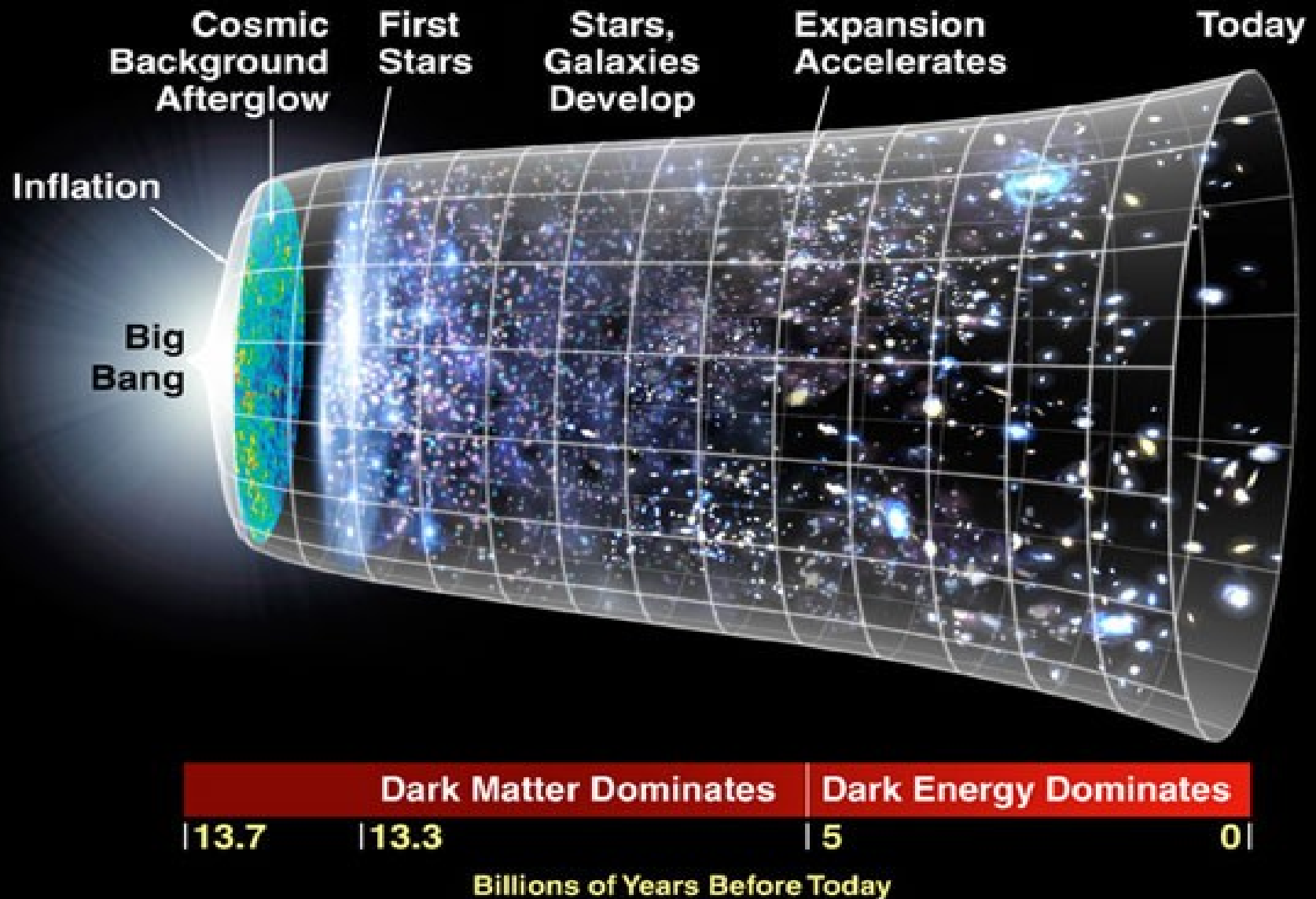
ARCADE (Absolute Radiometer for Cosmology, Astrophysics, and Diffuse Emission) → medir o aquecimento do Universo ocasionado pela formação das primeiras estrelas após o Big-Bang

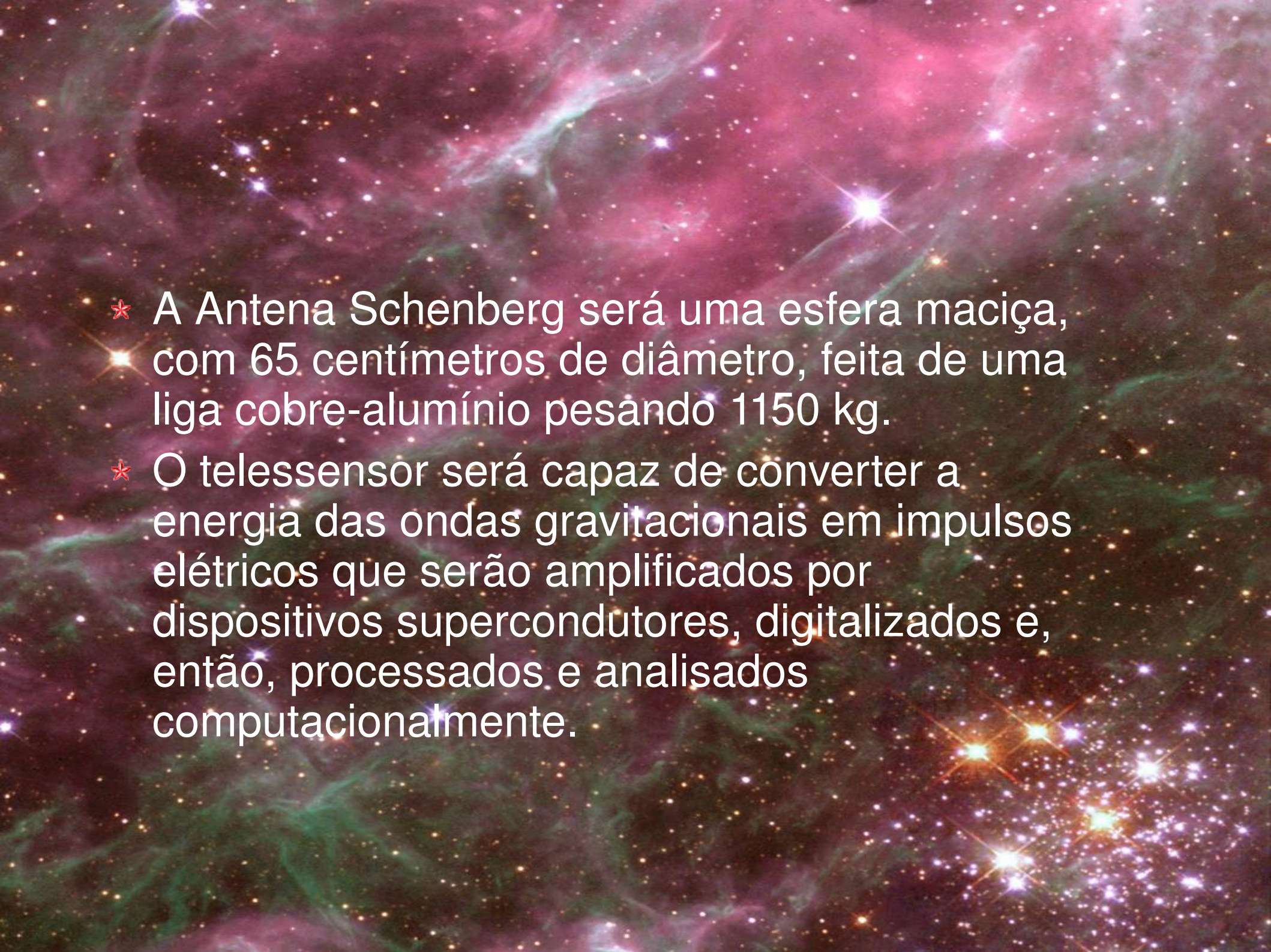


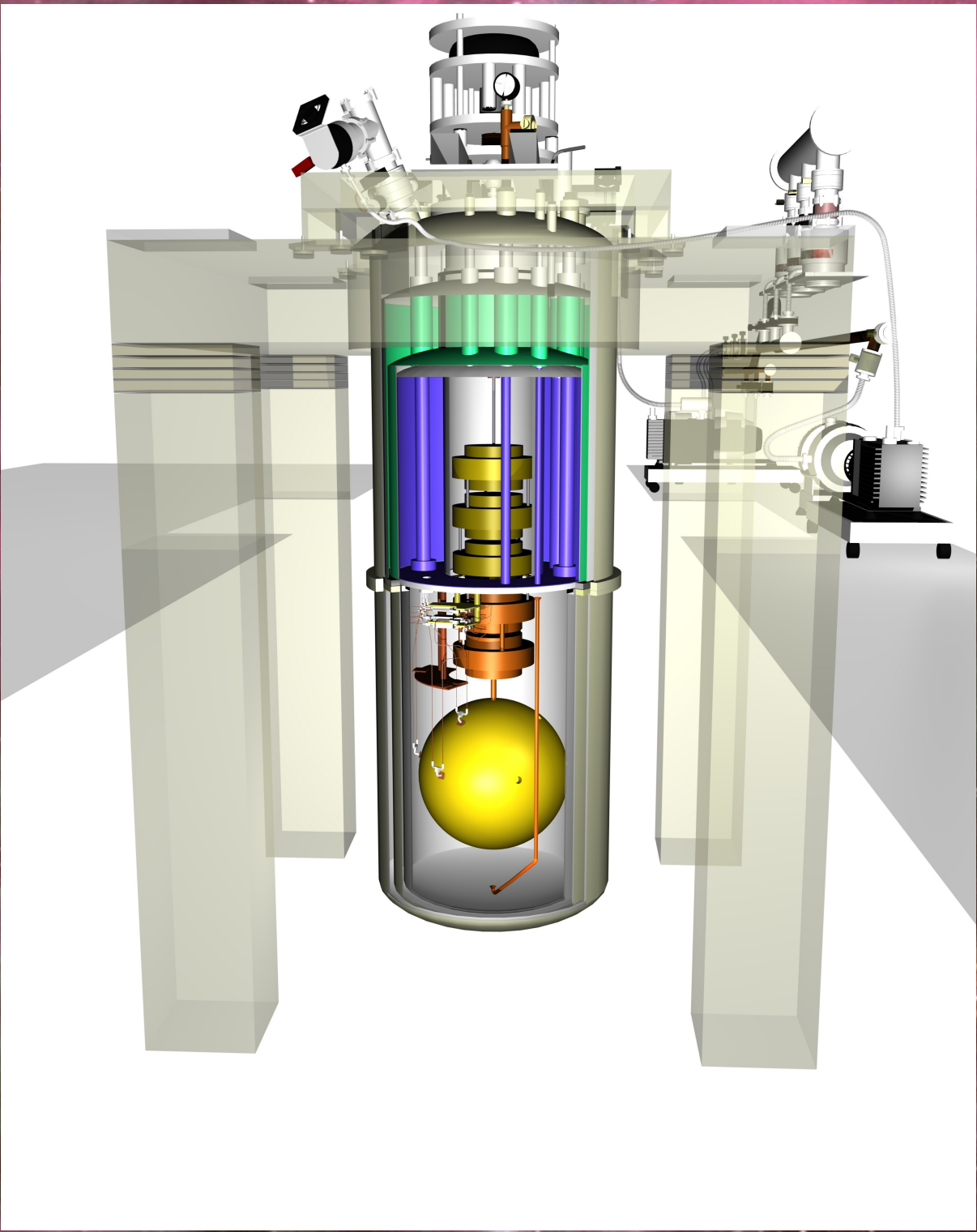
Ondas Gravitacionais

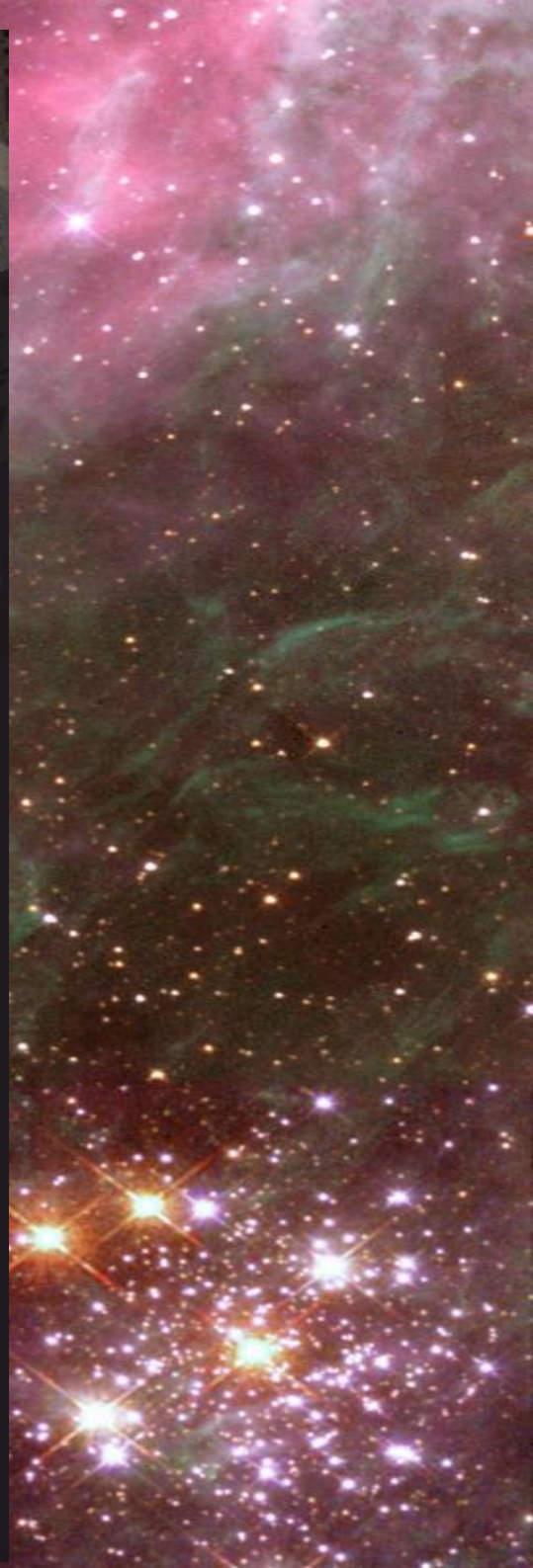
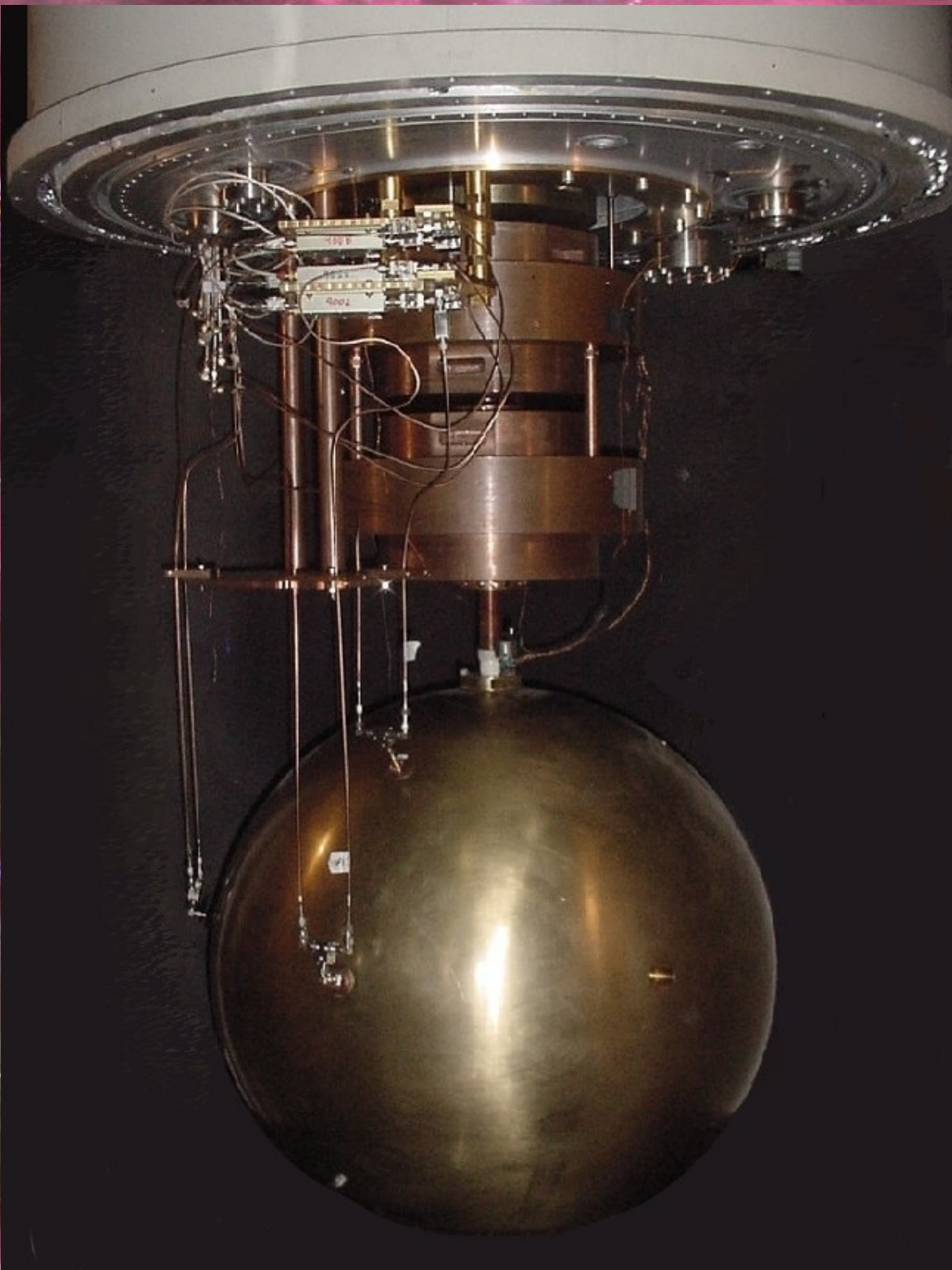


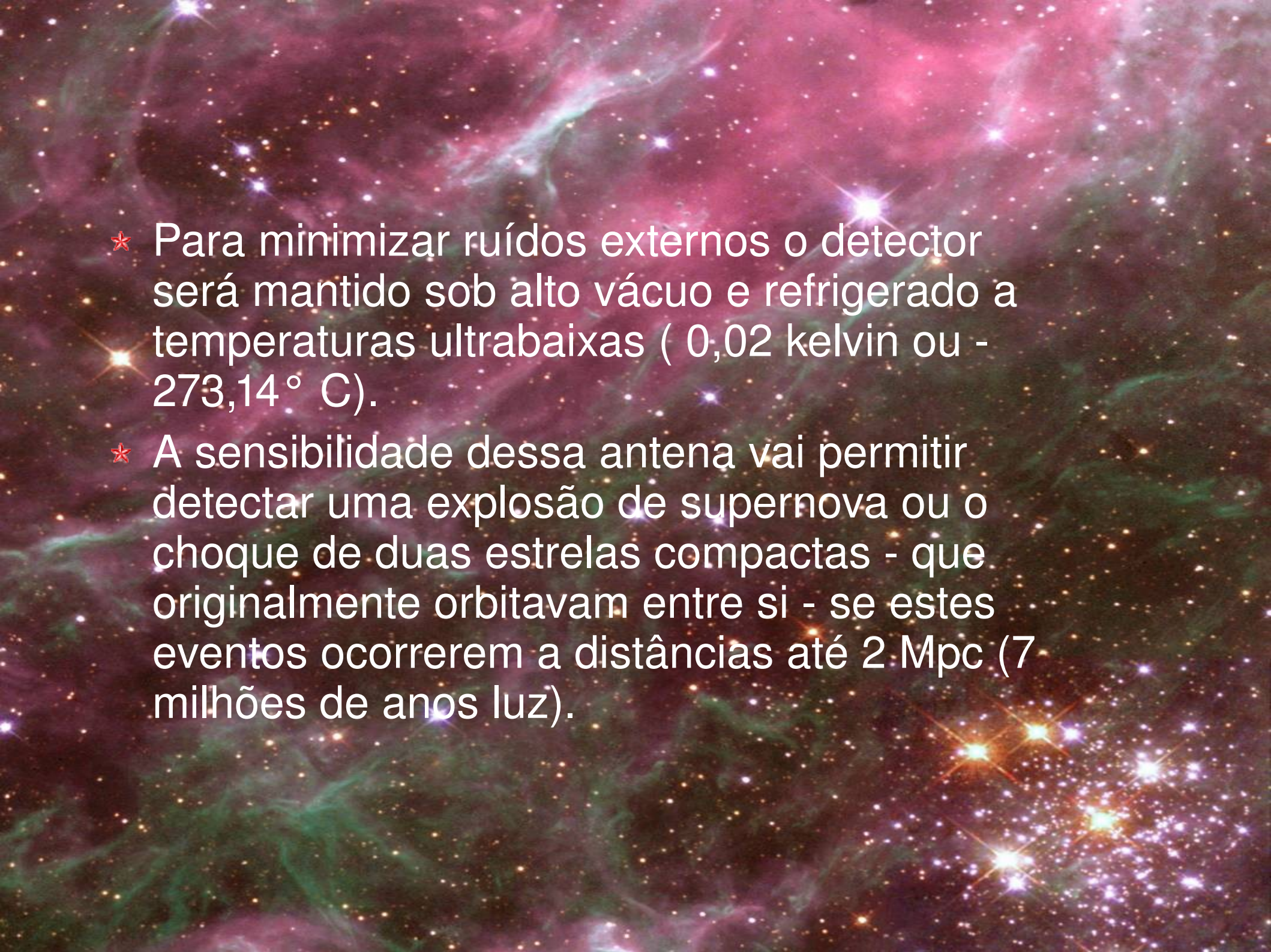
THE EXPANDING UNIVERSE: A CAPSULE HISTORY



- 
- ★ A Antena Schenberg será uma esfera maciça, com 65 centímetros de diâmetro, feita de uma liga cobre-alumínio pesando 1150 kg.
 - ★ O telessensor será capaz de converter a energia das ondas gravitacionais em impulsos elétricos que serão amplificados por dispositivos supercondutores, digitalizados e, então, processados e analisados computacionalmente.





- 
- ★ Para minimizar ruídos externos o detector será mantido sob alto vácuo e refrigerado a temperaturas ultrabaixas (0,02 kelvin ou - 273,14° C).
 - ★ A sensibilidade dessa antena vai permitir detectar uma explosão de supernova ou o choque de duas estrelas compactas - que originalmente orbitavam entre si - se estes eventos ocorrerem a distâncias até 2 Mpc (7 milhões de anos luz).

