

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# BINGO Telescope

E a busca pelo lado escuro do universo

Prof. Dr. Elcio Abdalla



# O Projeto BINGO

## 1. O BINGO

O que é o BINGO.

## 2. A CIÊNCIA DO BINGO

O Universo: energia e matéria escura;  
Mapa de intensidade de HI;  
Fast Radio Burst.

## 3. CIÊNCIA E INOVAÇÃO

Pesquisa e desenvolvimento;  
Desenvolvimento da indústria brasileira

## 4. SOCIEDADE

Educação e Divulgação Científica.



## **BINGO**

*Baryon Acoustic Oscillations  
in Neutral Gas Observations*

Design demonstrativo do local de instalação do radiotelescópio

**CONSTRUÇÃO - SÃO PAULO  
INSTALAÇÃO:  
AGUIAR - SERTÃO DA  
PARAÍBA**

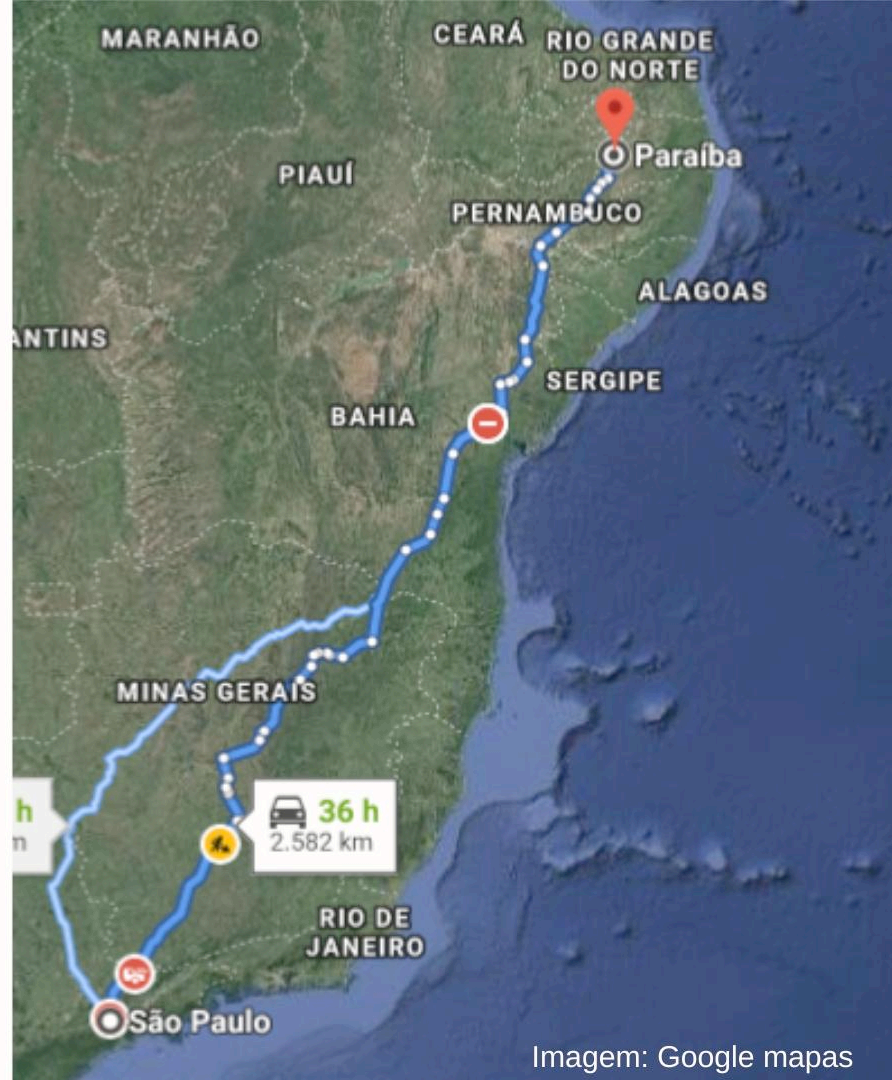


Imagem: Google mapas

Brasil



Elcio Abdalla  
Michael Peel  
Andreia de Souza  
Raul Abramo  
Marcos Lima  
Many students



C. A. Wuensche  
Luiz Reitano  
Cesar Strauss  
Alan Cassiano  
Renato Branco  
Karin Fornazier  
Thyrso Villela  
Students

França



Bruno Maffei



Luciano Barosi  
Francisco Brito  
Other professors  
Many (potential)  
students

Reino Unido



Ian Browne, Richard Batty, Clive Dickinson  
P. Wilkinson  
Stuart Harper  
Sambit Raychaudury  
Lucas Olivari  
Tyanue Chen  
Jodrell Bank technical staff



Filipe Abdalla

Other collaborators from the UK

Suiça



Alex Refregier  
Adam Amara  
Christian Monstein

China



Bin Wang

África do Sul



Yen-Zhe Ma

# Consórcio Internacional



## CIÊNCIA

Pesquisa:  
vários países  
colaboradores

## INOVAÇÃO

Desenvolvimento  
e construção no  
Brasil.

## SOCIAL

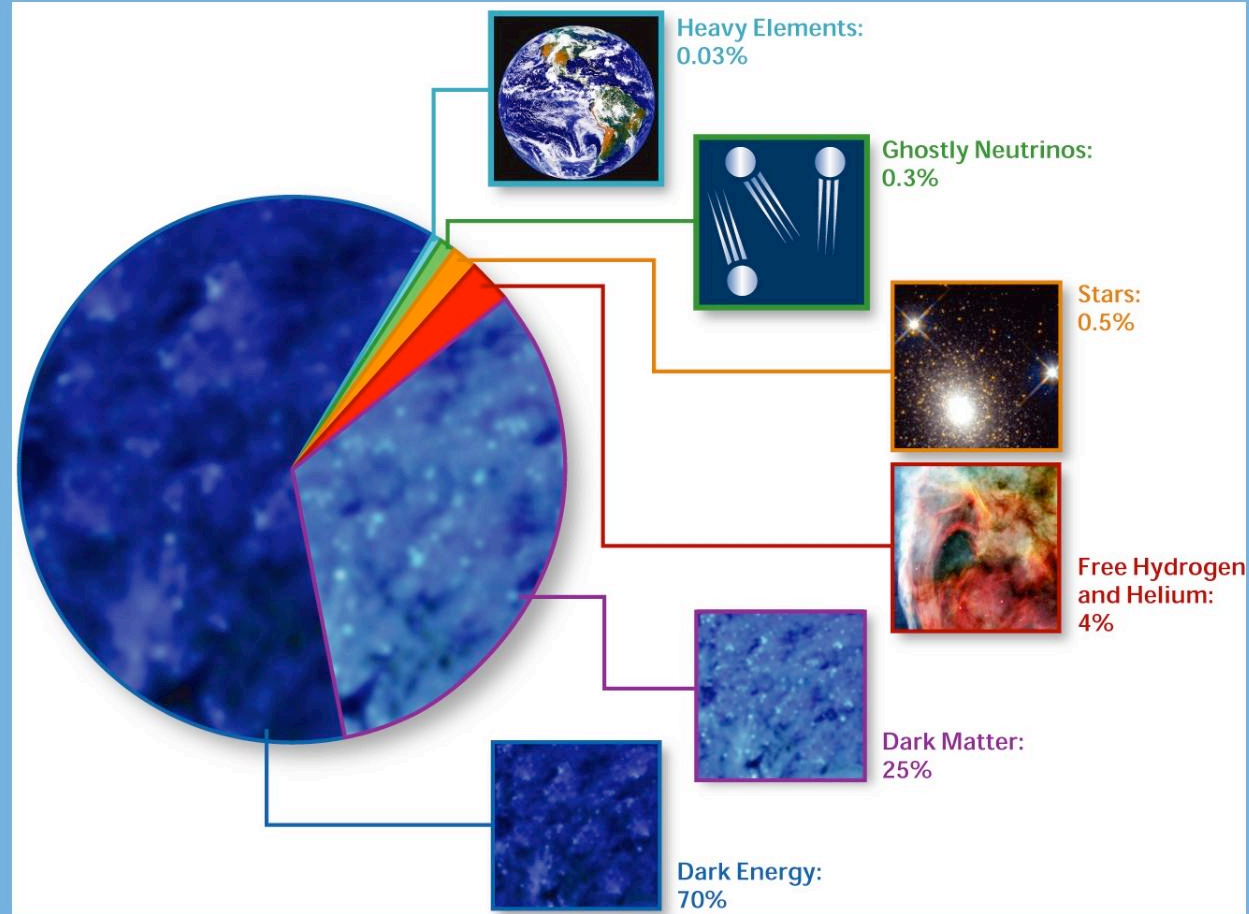
Educação e  
Divulgação  
Científica

The background of the image is a complex, fractal-like pattern. It consists of a dense network of thin, interconnected lines that form a mesh of irregular, organic shapes. The color palette is primarily purple and blue, with bright yellow and orange highlights that create a glowing, energetic effect. The overall appearance is reminiscent of a microscopic view of a biological network or a complex mathematical structure.

**Ciência**

# COMPOSIÇÃO - MODELO PADRÃO

# UNI VER SO





# Energia escura

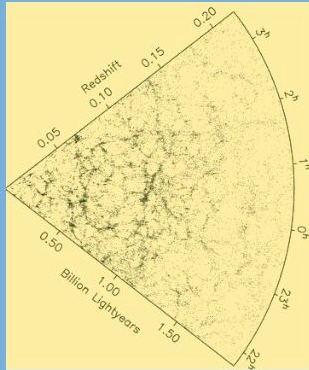
Evidência

**1998: O Universo está se expandindo  
aceleradamente**

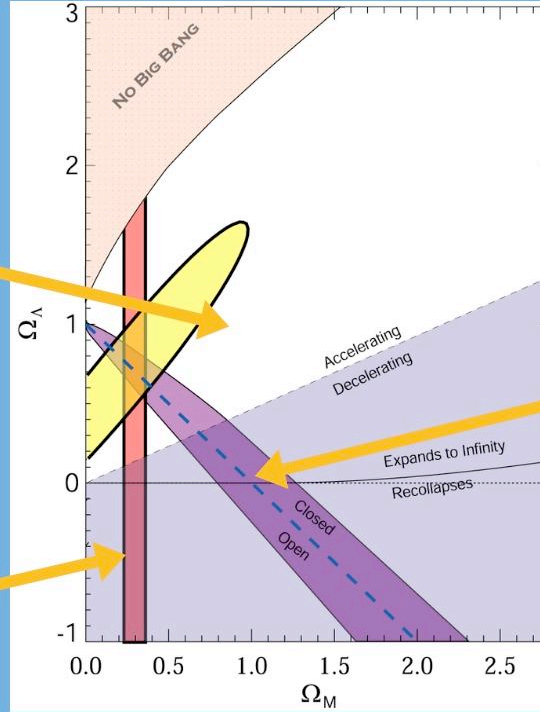
# ENERGIA ESCURA



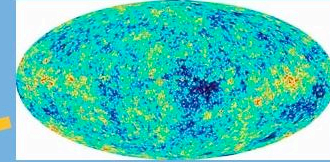
SNE Ia



LSS



1998: O  
UNIVERSO ESTÁ  
SE EXPANDIDO  
ACELERADAMENTE



CMB

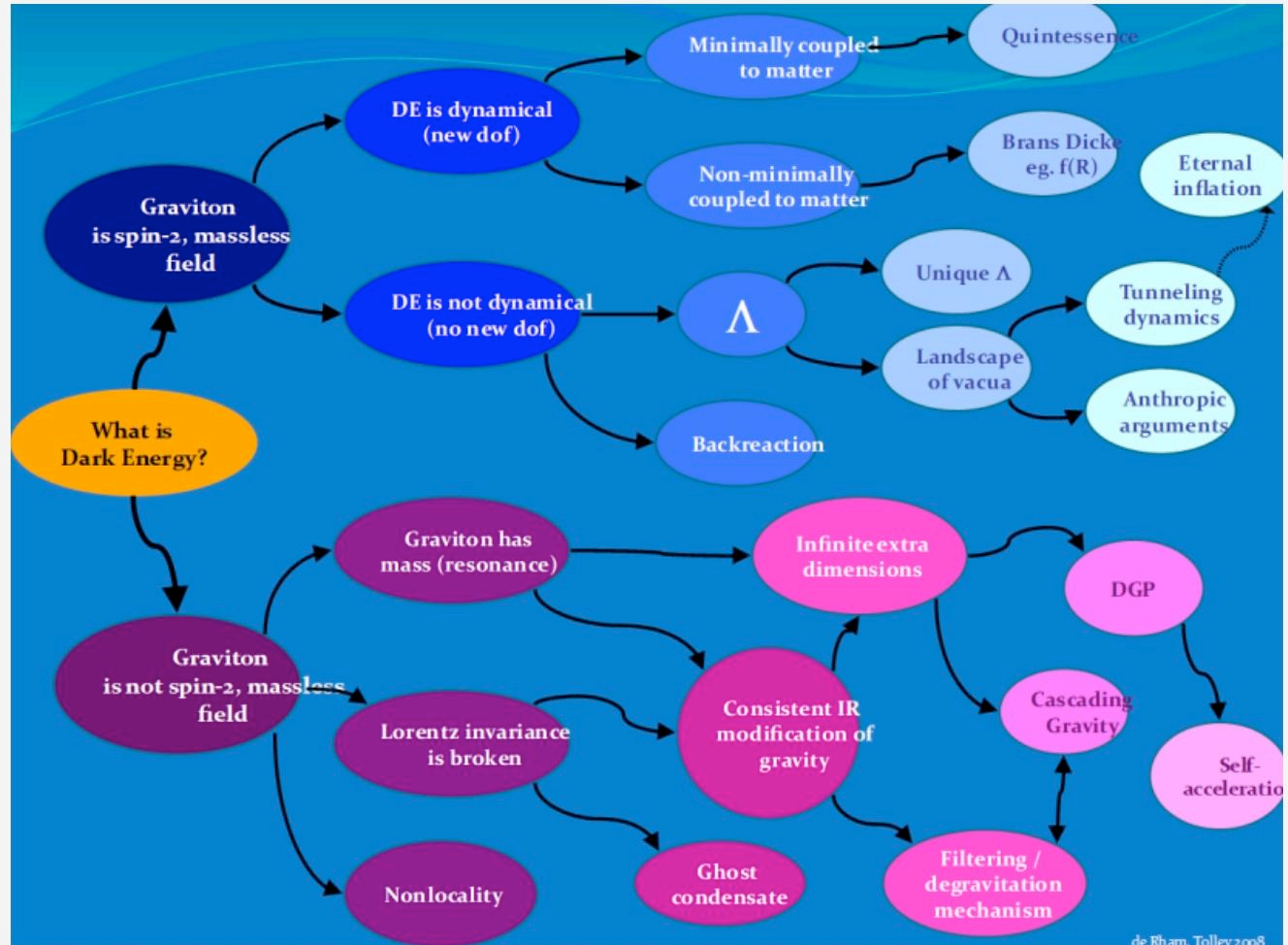
$\Omega_{DE}=0.721\pm 0.025$  (WMAP)

WMA

Fonte: S. Tsujikawa, "Dark Energy and Modified Gravity"

$\Omega_{DE}=0.685\pm 0.013$  (Planck)

# O QUE CAUSA A ACELERAÇÃO?



de Rahm, Tolley, 2008

Source: de Rahm & Tolley, 2008

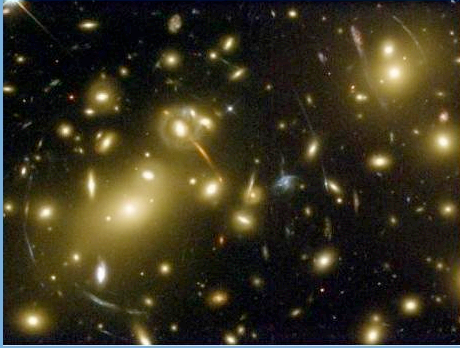
# Matéria escura

Evidências

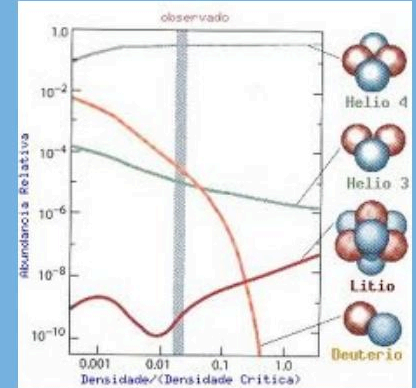
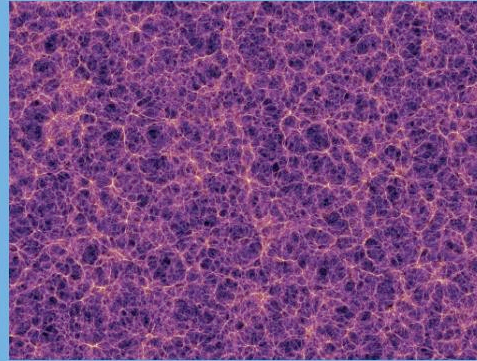
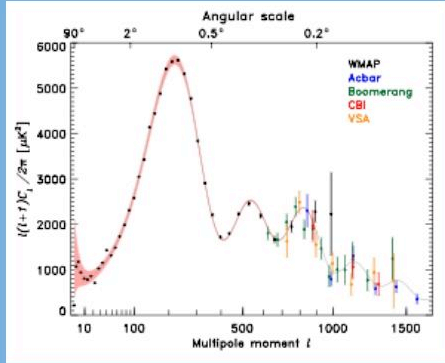
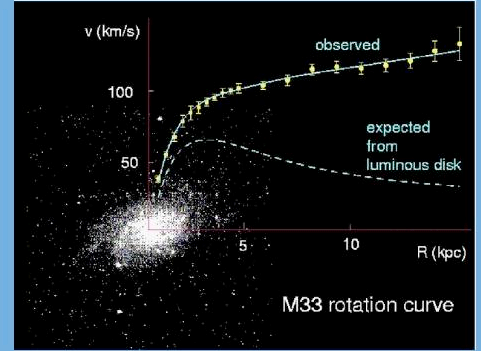
**Interação gravitacional ao redor de galáxias**

**Observação da Radiação de Fundo.**

# MATÉRIA ESCURA

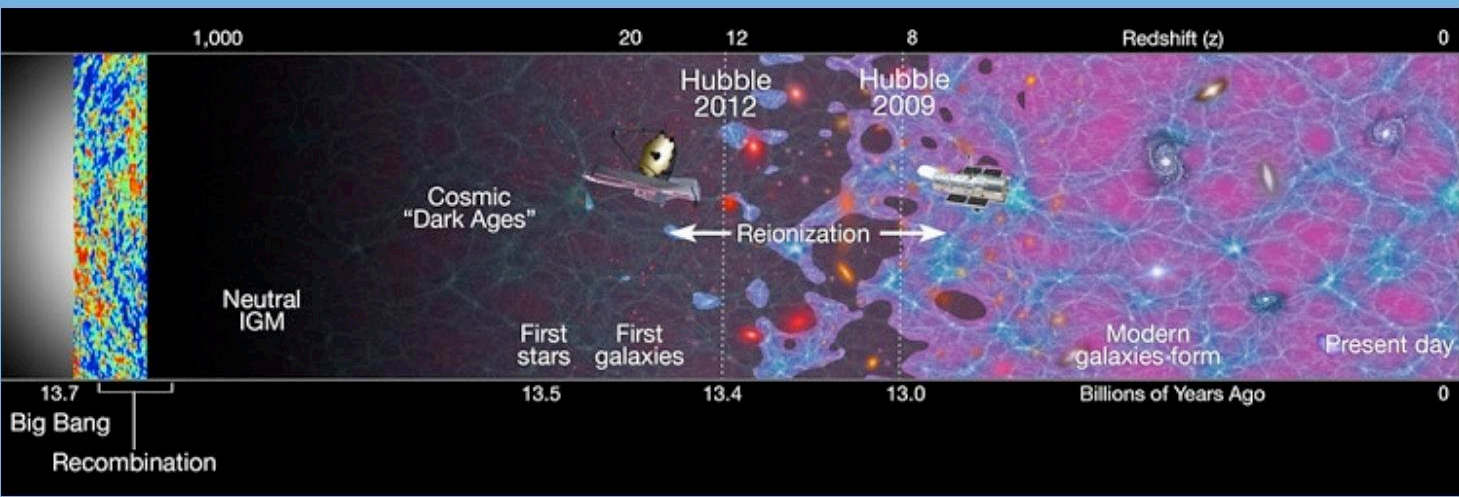
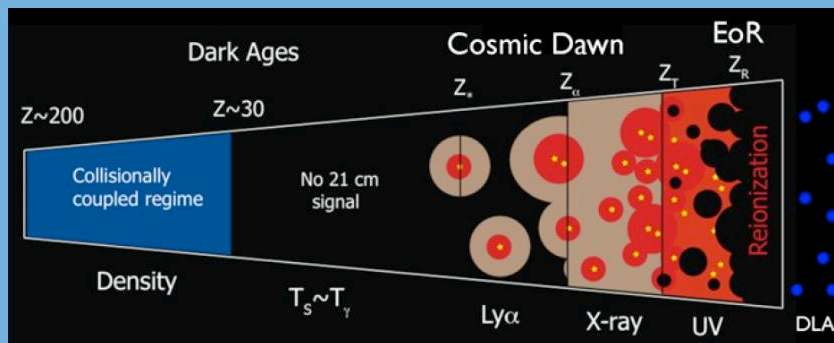


- Interação gravitacional ao redor de galáxias
- Observação da Radiação de Fundo.



# Cosmologia de 21cm

# FASES DO UNIVERSO

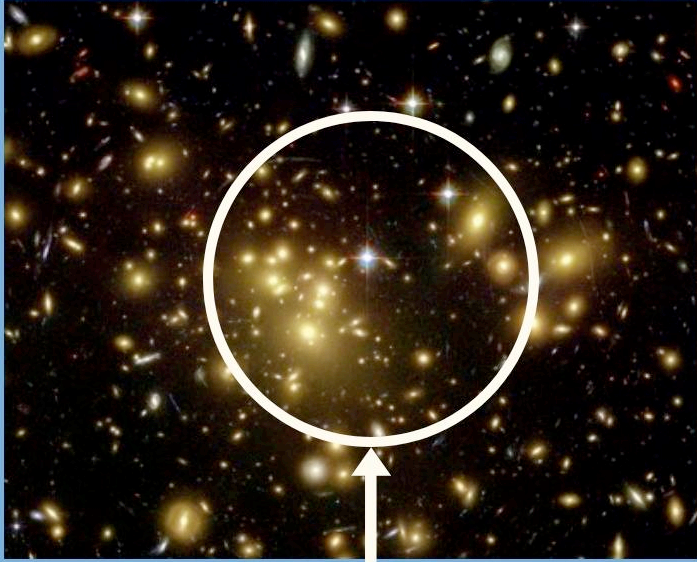


BINGO

# Oscilações Acústicas de Bárions

- Ondas acústicas produzidas no CMB 380 000 anos depois do Big Bang
- A escala acústica é dada pela distância percorrida pela luz no tempo;
- A escala de BAO está presente em toda a matéria do Universo e é usada como régua padrão.

# Mapeamento da Intensidade de radiação de Hidrogênio neutro (HI)



Enormes feixes no céu ( $\approx 1$  deg)  
Contem muitas galáxias

- Varredura de uma grande região do céu;
- -Mede "flutuações"

**BINGO contribuirá com outros mapeamentos**



# CIÊNCIA ADICIONAL

## Oscilações Acústicas de Bárions

Réguas padrão;  
Geometria do Universo

## Setor Escuro:

Energia  
e Matéria Escuras

Expansão do Universo e  
Estrutura interna do  
Setor Escuro

## Fast Radio Bursts

Pulsos eletromagnéticos;  
Alta energia;  
Origem desconhecida;  
Duração  
milissegundos.

## Outras possibilidades

Galaxias  
Pulsares  
Outros sinais  
eletromagnéticos.

**OUTROS  
PROJETOS**

MeerKat (South Africa)



Chime (Canada)



Not before ~ 2022, though...

SKA (South Africa/ Australia)

# Inovação



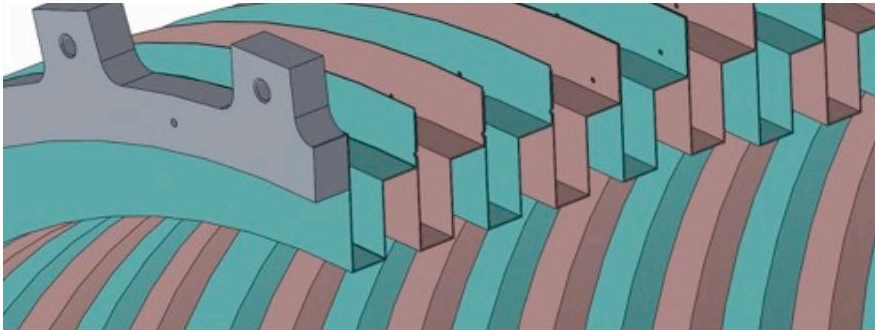
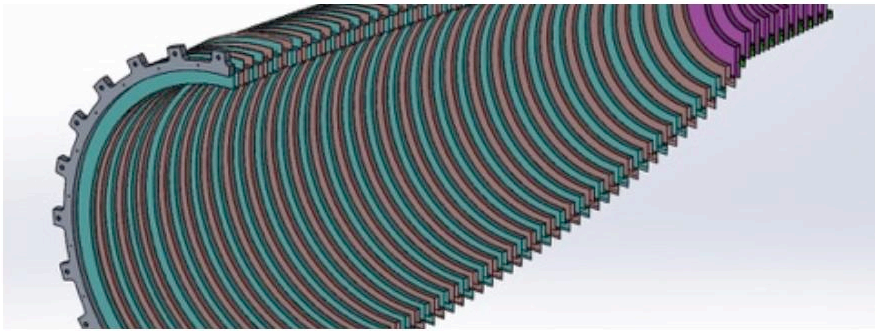
Vista interna da corneta do BINGO. Foto: helena Málaga



## DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DO BINGO

Um radiotelescópio com dois espelhos e múltiplas cornetas projetado especialmente para a medida de BAO;  
50 cornetas (1.8 m de espessura e 4.8 m de altura);  
Temperatura do sistema 50K.

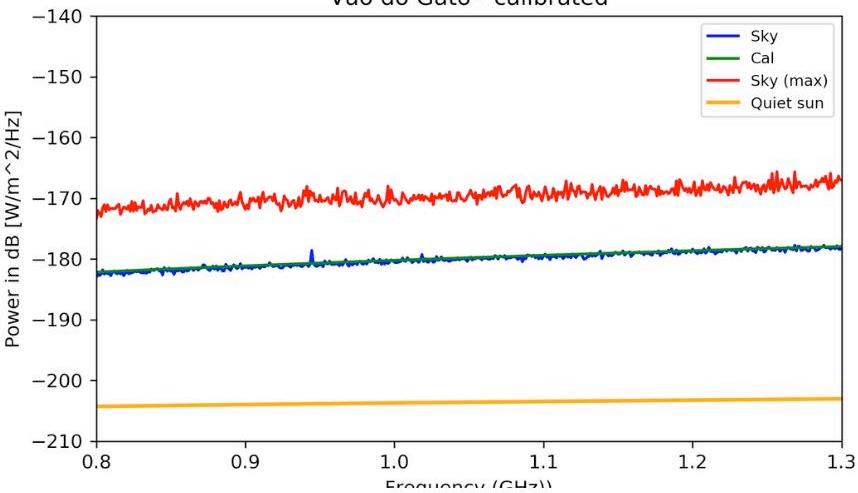
Ciência aliada a inovação!



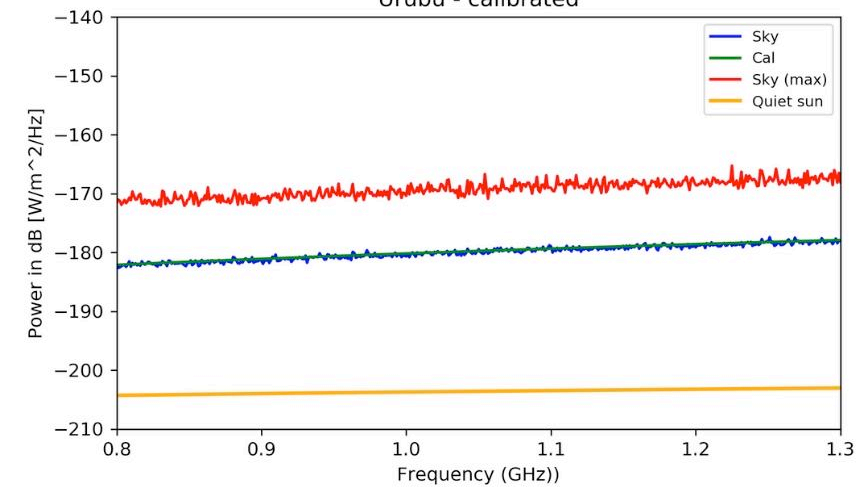
# CORNETAS

Desenvolvida e produzida no Brasil (INPE);  
Capacitação da indústria brasileira;  
Artigo relacionado: "The BINGO horns: design,  
fabrication and EM characterization" (in  
preparation). Será submetido para:  
Journal of Astronomical Telescopes, Instruments  
and Systems ou  
Journal of Astronomical Instrumentation

Vao do Gato - calibrated



Urubu - calibrated





# Sociedade

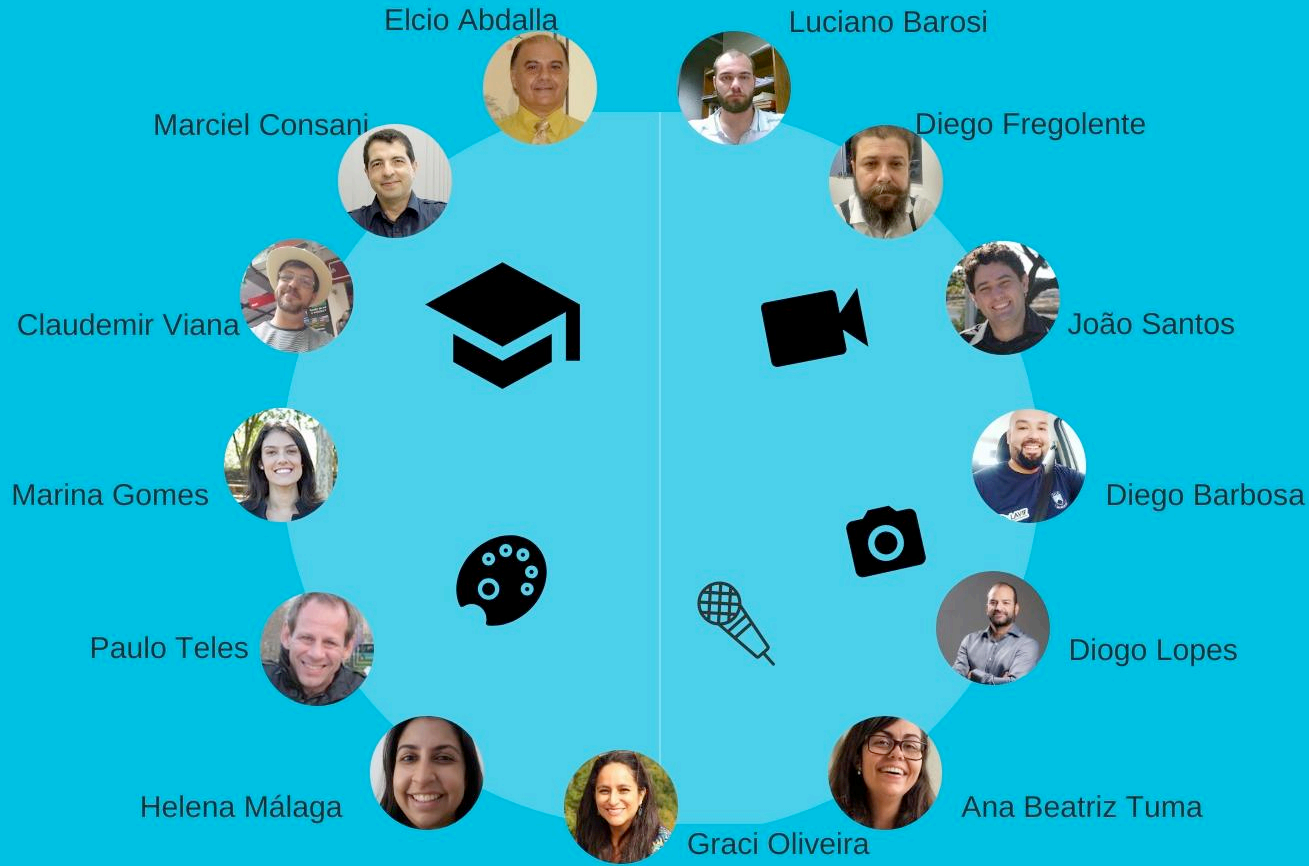


A black and silver ballpoint pen lies diagonally across a spiral-bound notebook. The notebook has a grid pattern and a silver metal spiral binding on the left side. The background is a close-up of the notebook's pages.

Educação e Divulgação  
Científica

**Projeto BINGO**

# Educação e Divulgação



# Projeto BINGO

Propostas e atividades

Equipe do Projeto BINGO na cidade de Aguiar

# Educação e Divulgação científica

Escola e  
espaços públicos

Pesquisadores  
e  
divulgação  
científica

Formação de  
educadores

Audio Visual  
+  
produção de  
conteúdo

Mulheres  
na  
ciência

Formação de  
educadores  
da rede pública

Envolvimento  
com a  
comunidade  
univesitária

# FOMENTO

## OUTRAS INICIATIVAS

### FAPESP

Cornetas

Eletrônicos

Parabolas refletoras

Construção Civil

Educação e Divulgação Científica

**Custo - baseado em cotações da indústria brasileira**

STFC SOI submetido (UK)

SNSF (Switzerland) LOI sent by ETH  
Zurich

Proposta enviada para Royal Society  
(U.K.) for L-BASS project

Governo Chinês.

Governo Brasileiro (MCTIC)

Estado da Paraíba

[portal.if.usp.br/bingotelescope](http://portal.if.usp.br/bingotelescope)



## Mídia Social Links



**Twitter**

@BingoTelescope



**Instagram**

@BingoTelescopio



**Facebook**

@BingoTelescopio