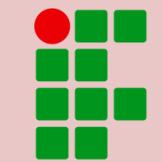


IFUSP  
Instituto de Física da USP



**Alcides Vicente de Mello**

Universidade de São Paulo | 2024



INSTITUTO  
FEDERAL  
Sudeste de Minas Gerais  
Campus  
Juiz de Fora

# VISÃO GERAL

- Tipos de telescópio
- Objetivos
- Radiotelescópio BINGO
- Equipe
- Um pouco de Cosmologia
- Meu trabalho

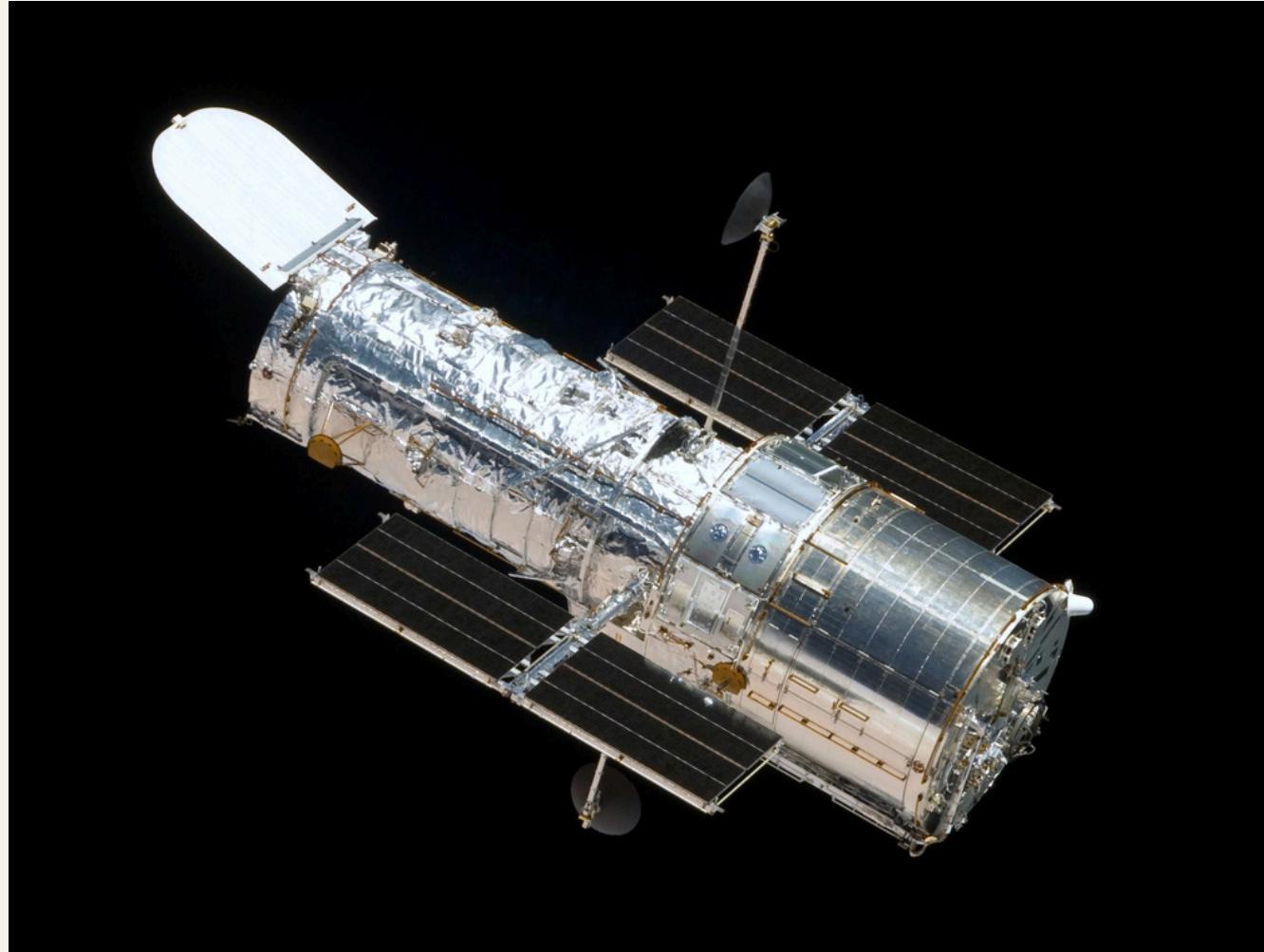
# TELESCÓPIOS

Espaciais

Terrestres

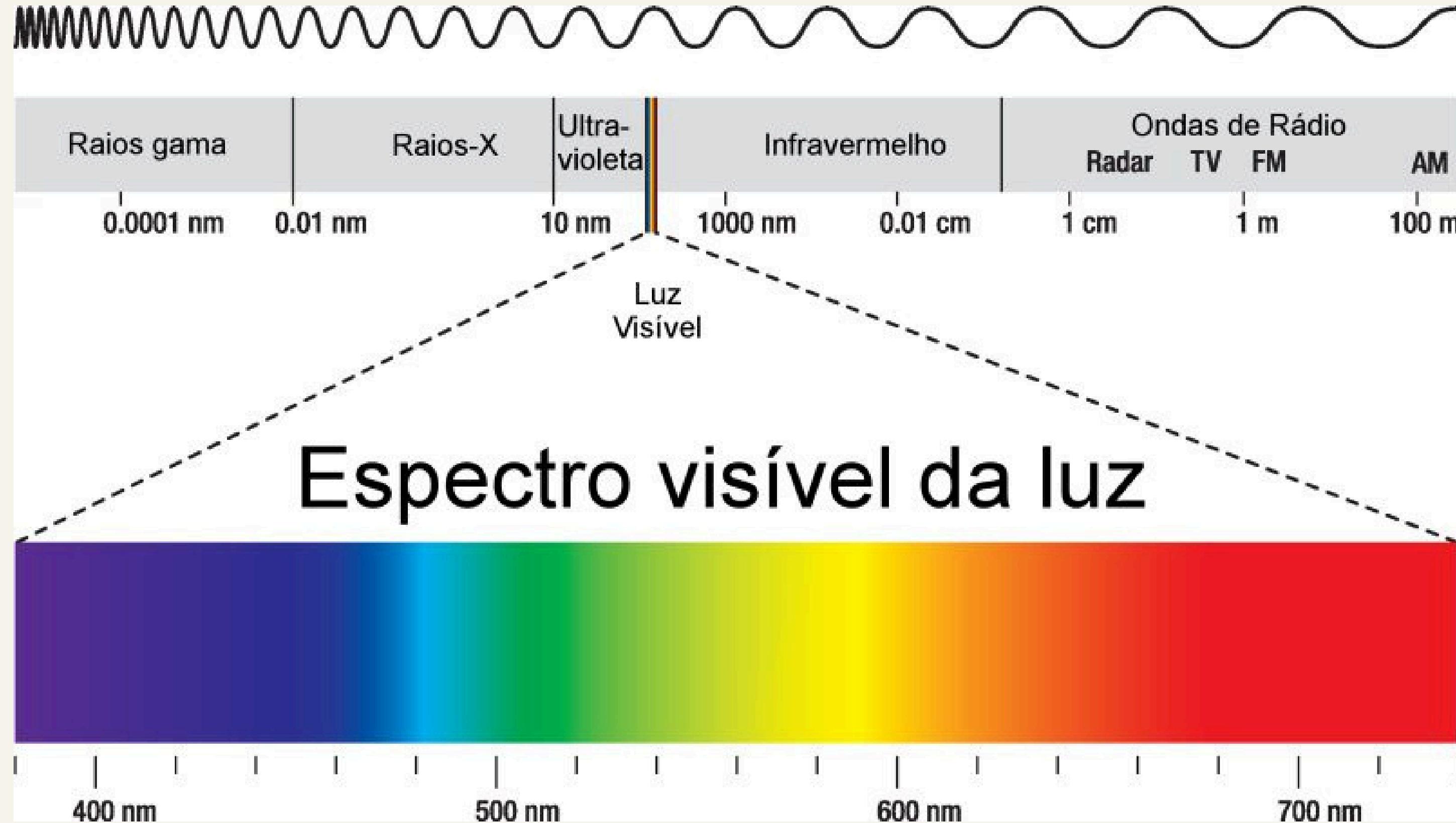
# TELESCÓPIOS

## Espaciais



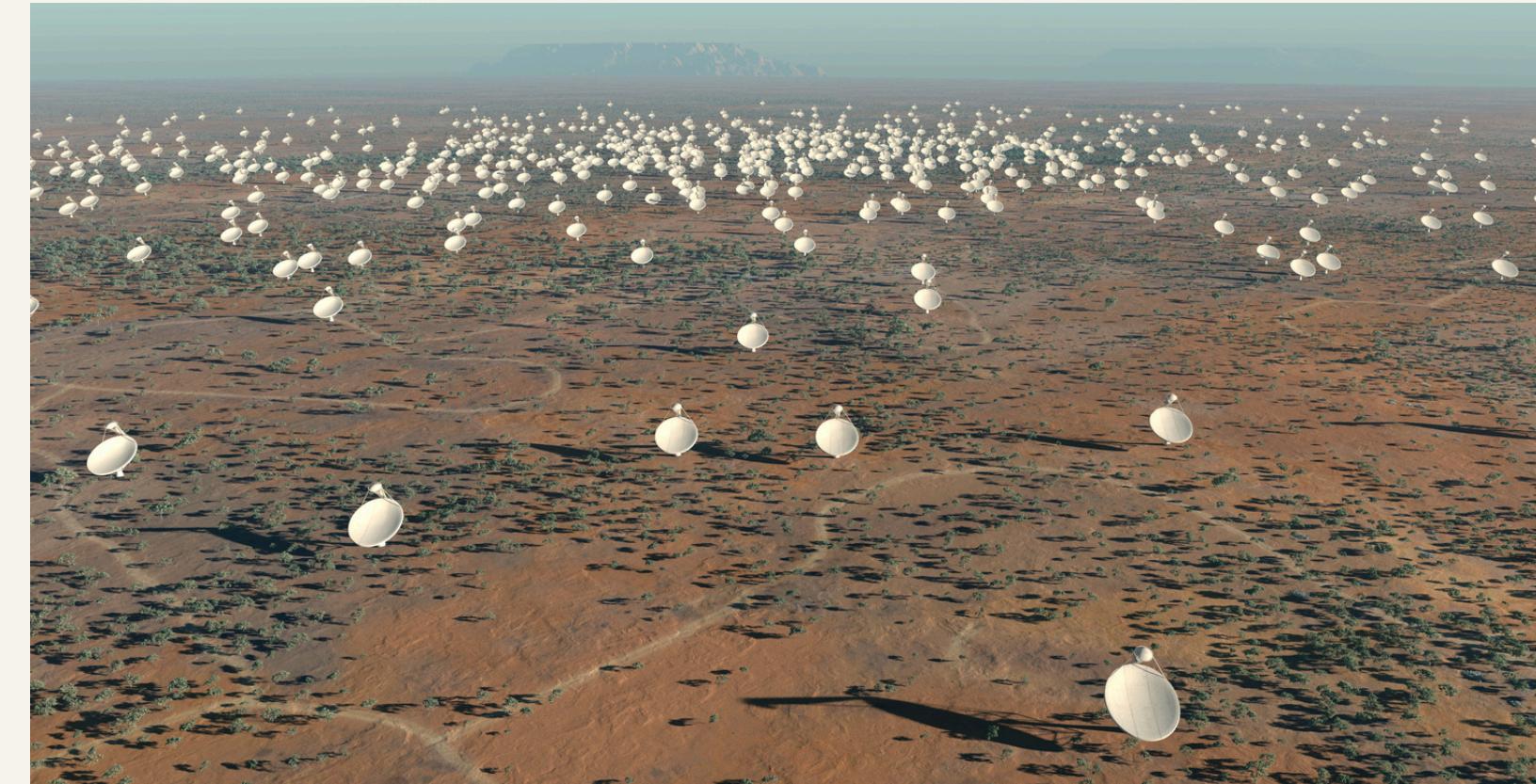
5





# TELESCÓPIOS

## Terrestres

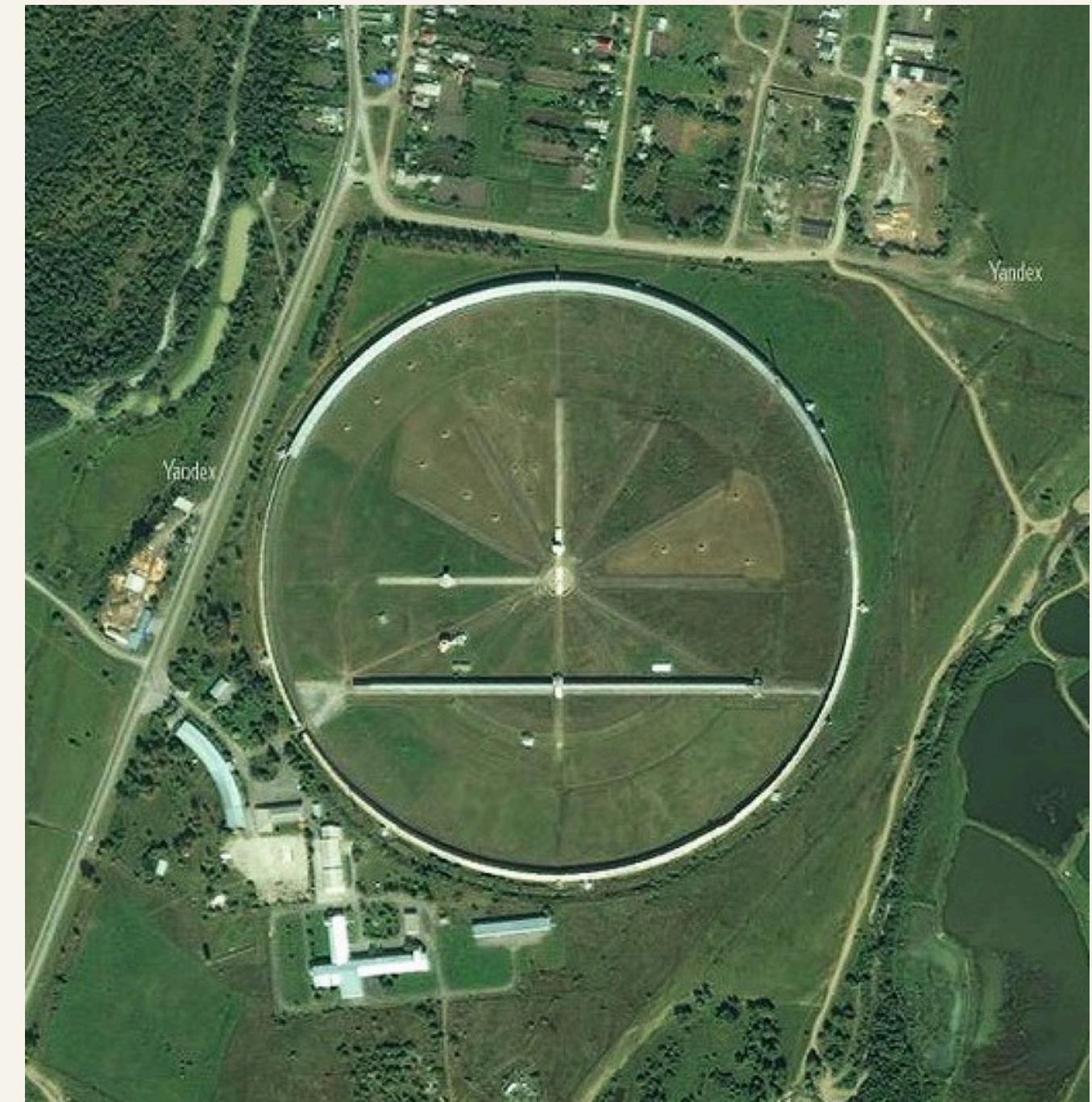


**SKA - Square Kilometer Array**

# TELESCÓPIOS

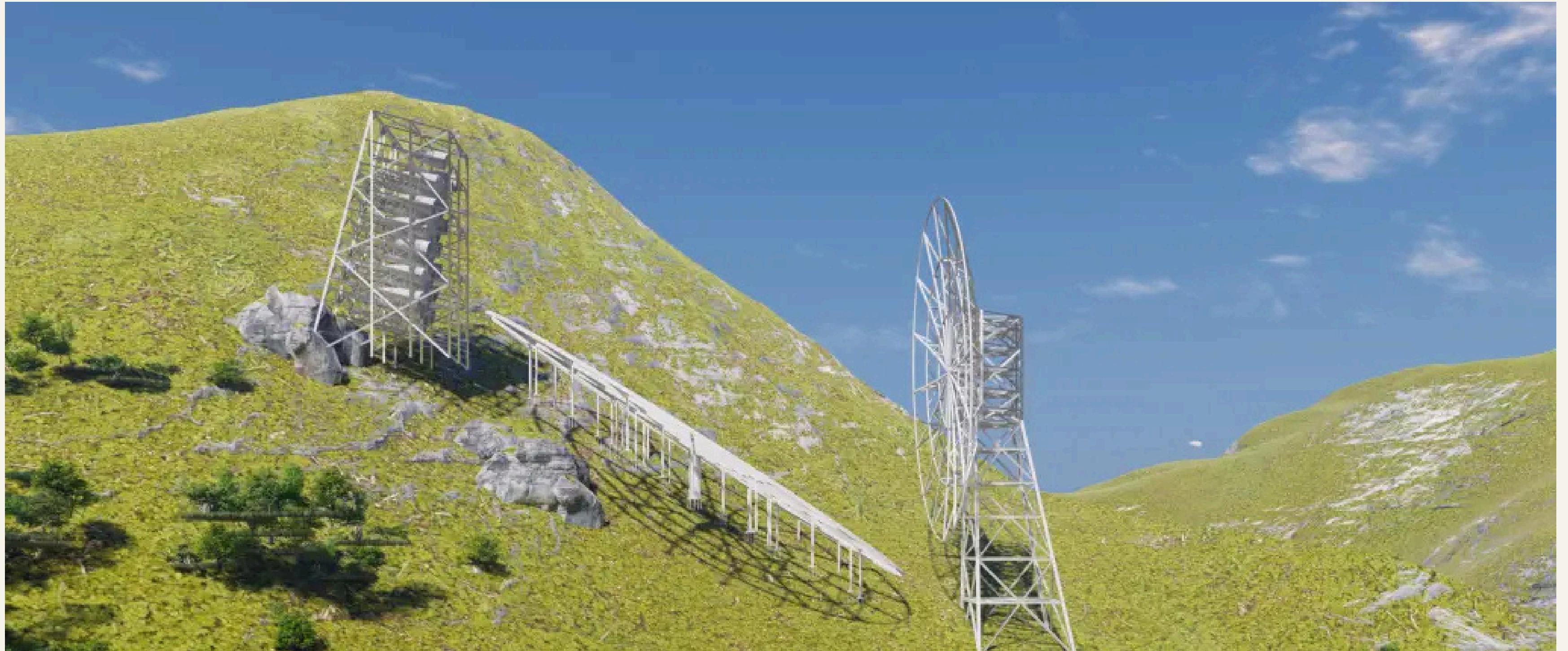


**FAST - Five hundred meter Aperture Spherical  
Telescope**



**PATAH-600 - Academia de  
Ciências Radiotelescópio**

# TELESCÓPIOS



# BINGO/ABDUS

**BINGO** é um anagrama para **Baryon Acoustic Oscillations from Integrated Neutron Gas Observations**.

**ABDUS** é anagrama para **Advanced BAO Dark Universe Studies**



BINGO project was included in the joint statement for the strategic cooperation between Brazil and China by President Lula and President Xi Jinping.

Being implementing this agreement providing solid supports to BINGO project.

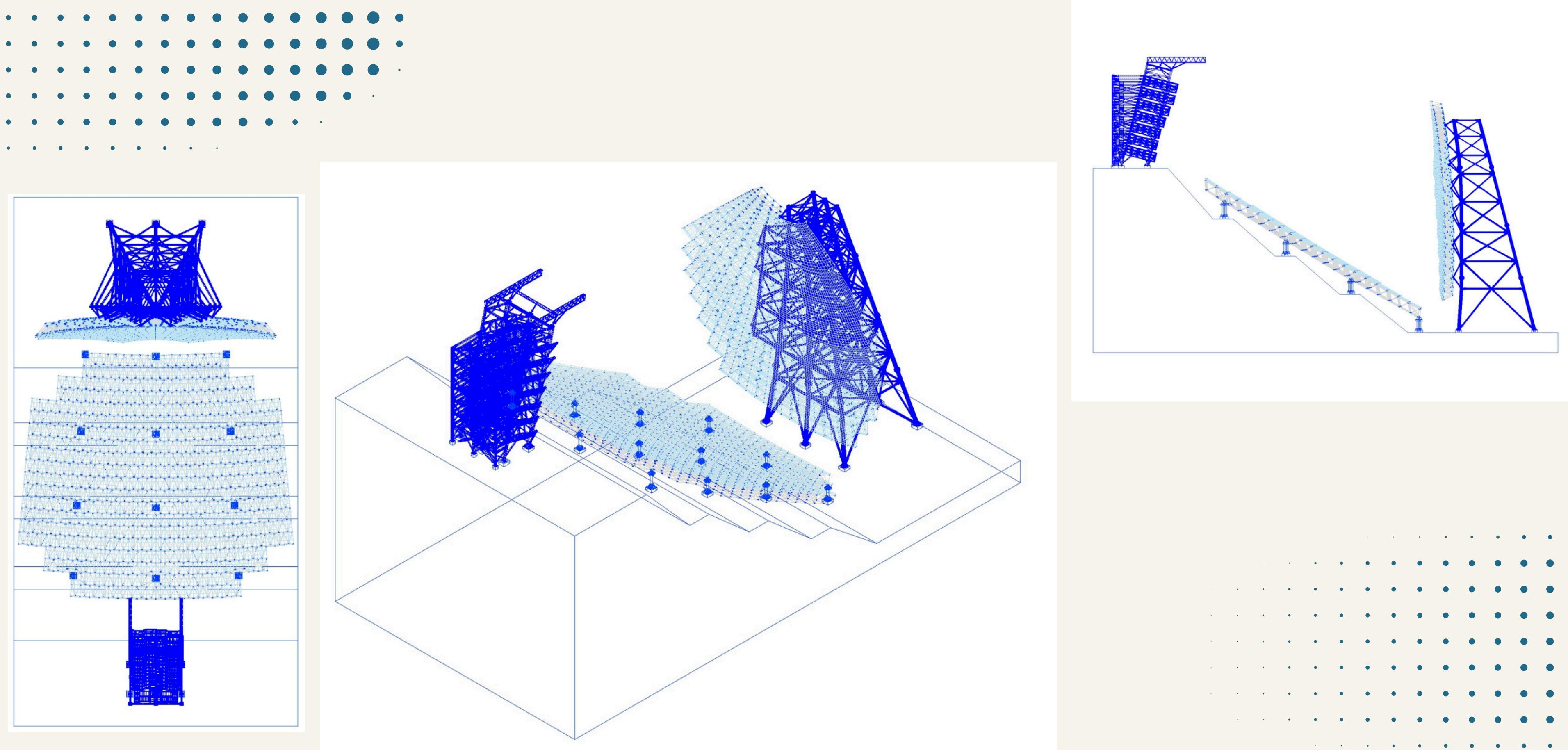
33. As partes recordaram o êxito do Programa Sino-Brasileiro de Satélites de Recursos Terrestres (CBERS), estabelecido em 1988, e renovaram o compromisso de fortalecer e expandir a cooperação bilateral para uso pacífico do espaço exterior, com ênfase no desenvolvimento conjunto de novas tecnologias e em projetos com elementos de transferência de tecnologia. Manifestaram grande satisfação com a assinatura do Protocolo Complementar para o Desenvolvimento Conjunto de CBERS-6 e o Plano de Cooperação Espacial 2023-2032 entre o Brasil e a China. Concordaram em acelerar a pesquisa e o desenvolvimento do CBERS-6 e a implementação dos projetos no Plano de Cooperação Espacial, bem como aprofundar a avaliação do CBERS-5 e ampliar a cooperação nas áreas como exploração lunar e espaço profundo. Apoiaram, também, o desenvolvimento do Radiotelescópio BINGO, atualmente em construção no Brasil, voltado a pesquisas sobre matéria escura. Ressaltaram, ainda, a relevância da Constelação de Satélites de Sensoriamento remoto do BRICS, exemplo de cooperação Sul-Sul com benefícios para todos os envolvidos. Ressaltaram que o uso pacífico do espaço exterior, incluindo a exploração do espaço profundo, deve ter o Direito Internacional como a base e deve ser favorável à promoção da cooperação internacional.







# O RADIOTELESCOPIO BINGO



BINGO/ABDUS | 2024



# OBJETIVOS



1

Estudar as Oscilações Acústicas  
de Bárions (BAOs)

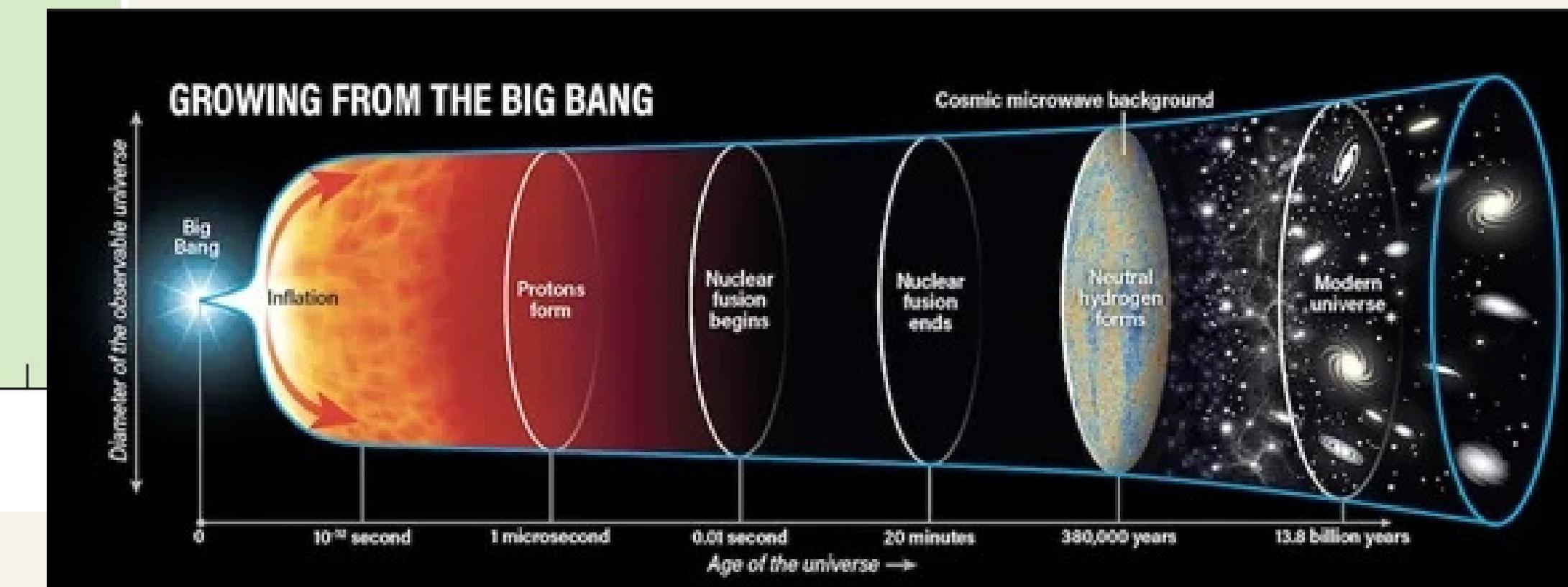
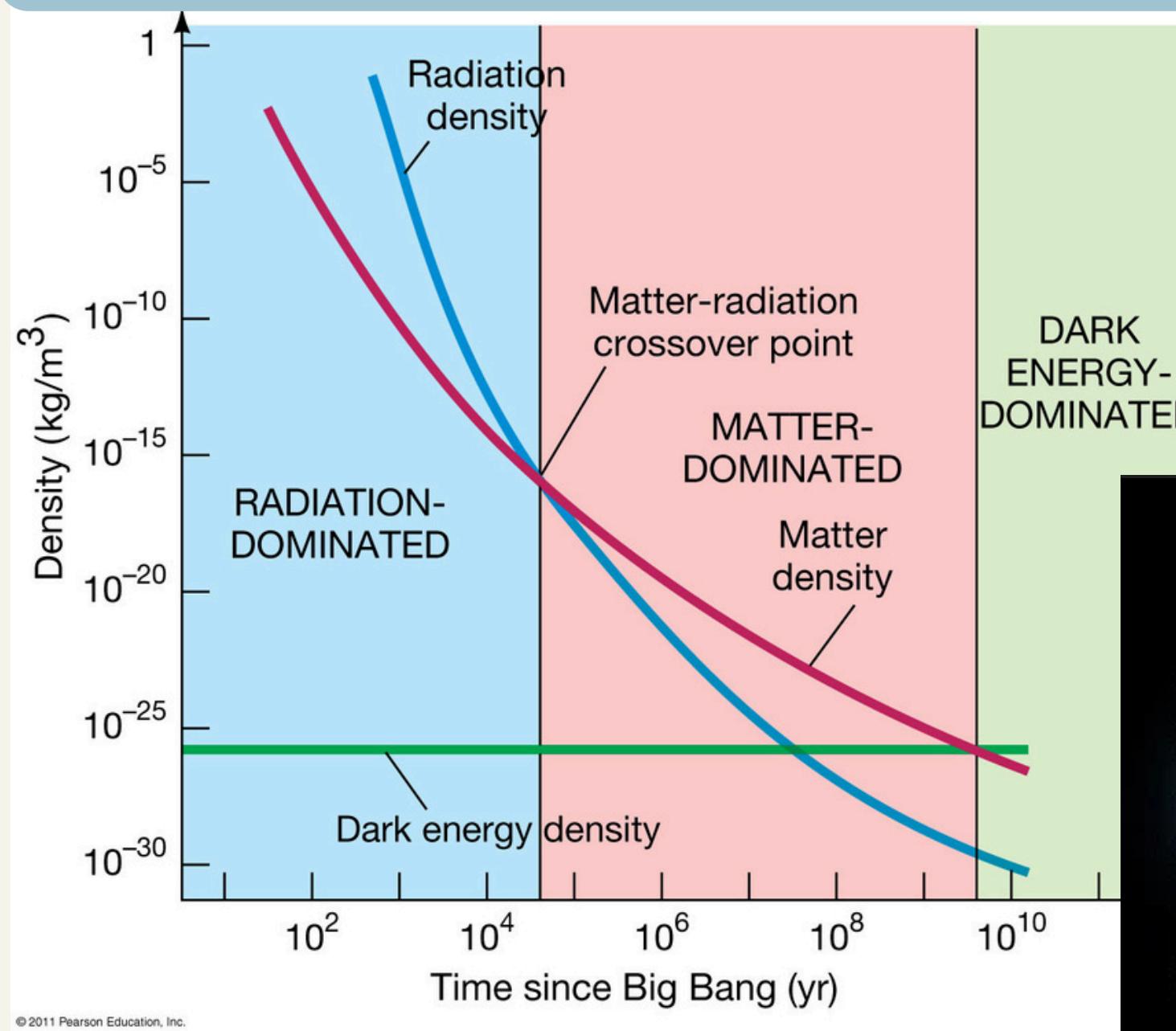
2

Estudar o setor escuro (DM e DE)

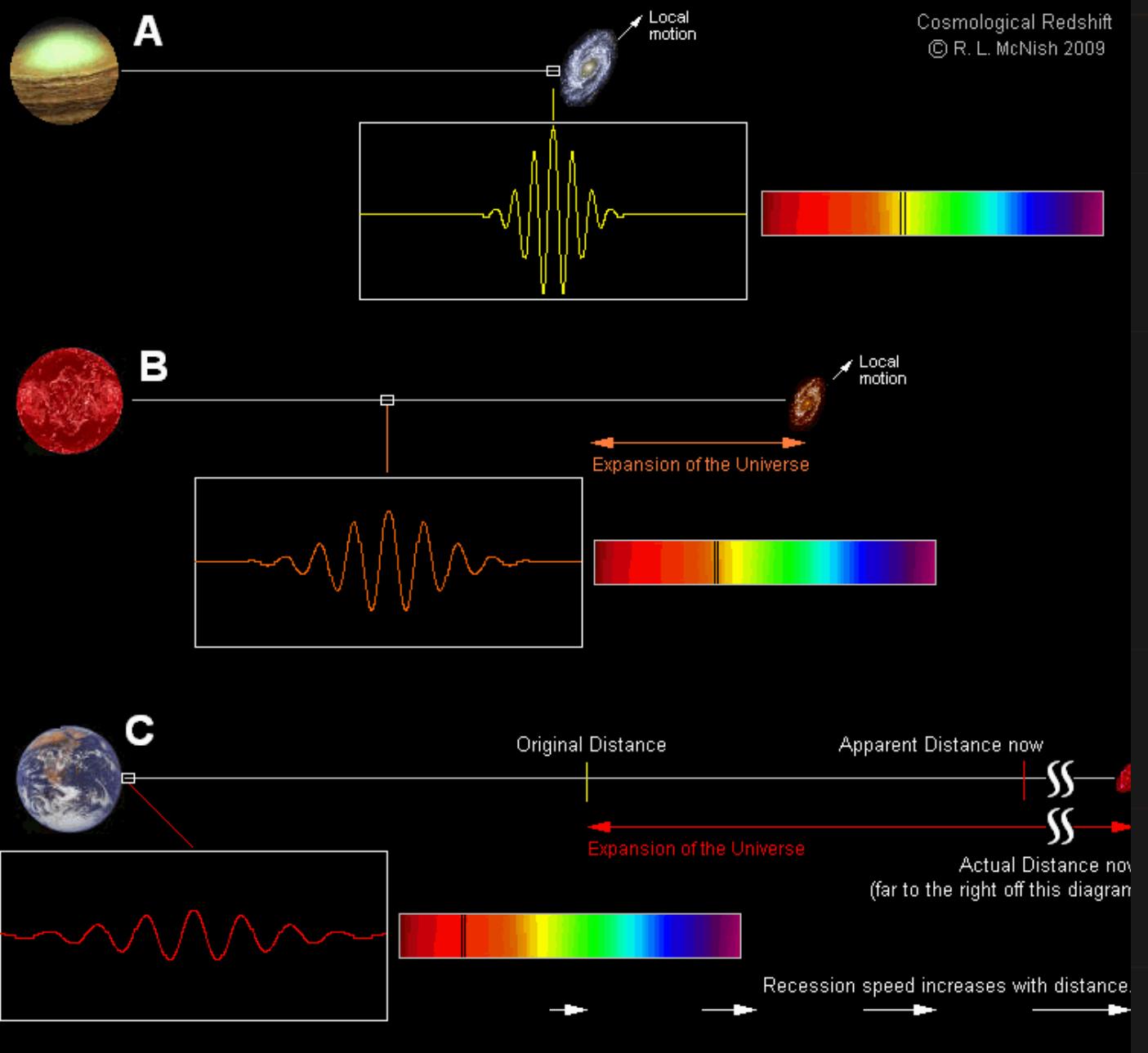
# COSMOLOGIA

## Evolução do Universo Cosmológico

BINGO/ABDUSI 2024

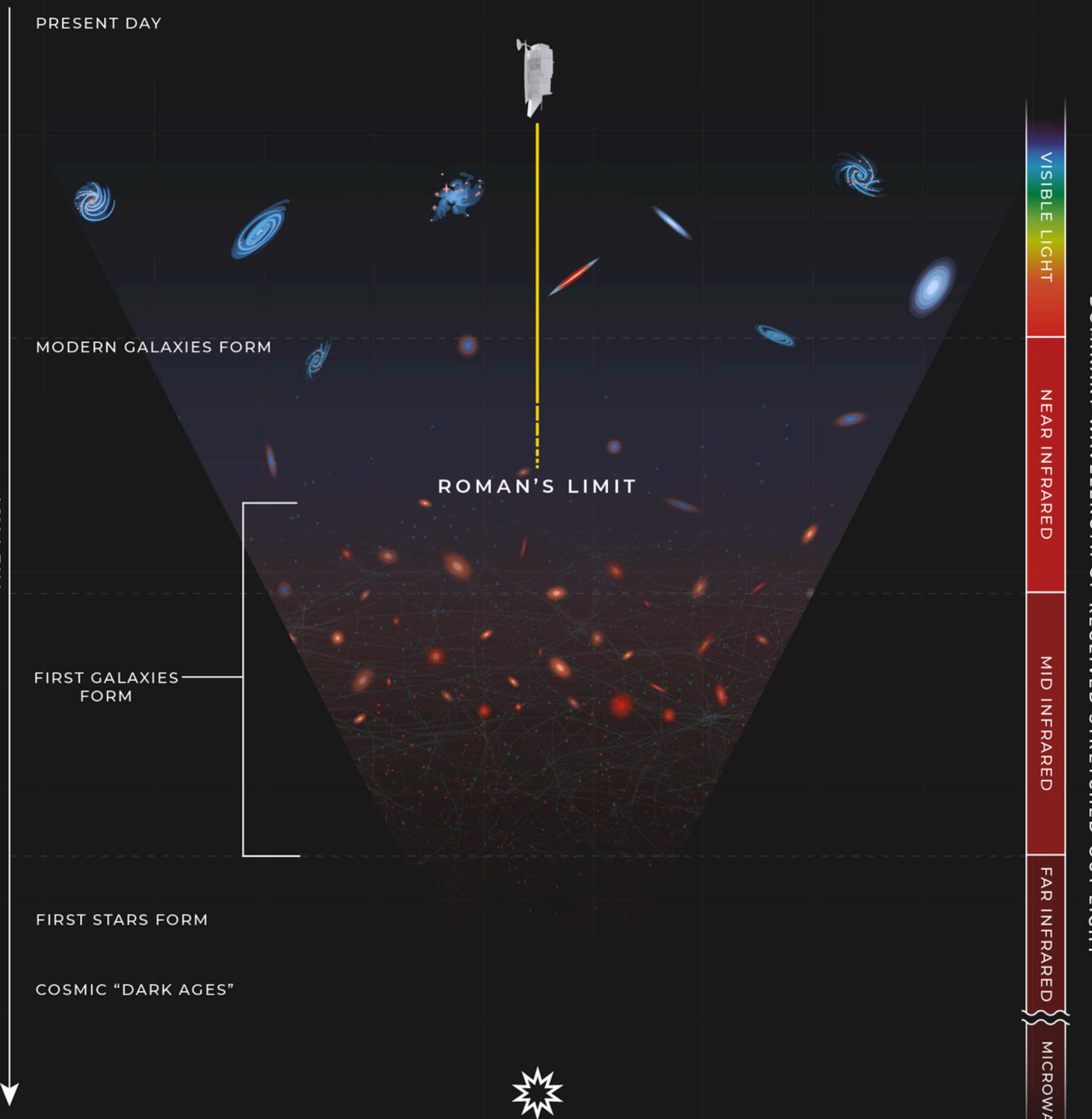






O BINGO também se concentrará em observar o hidrogênio neutro em vastas regiões do universo, dentro de um intervalo de redshift de aproximadamente 0,13 a 0,45. Essas medições fornecerão informações sobre a estrutura em grande escala do universo, fundamentais para testar modelos cosmológicos.

Telescopes with **infrared** detectors allow us to see the ancient light of the first galaxies, which has been redshifted over space and time.



# POR QUE É DIFERENTE?

## Mapeamento de Intensidade HI

Medir grandes volumes do universo, em vez de observar galáxias individuais.

## Design Simples e Econômico

Ele usa uma técnica chamada “drift scan” (varredura por deriva)

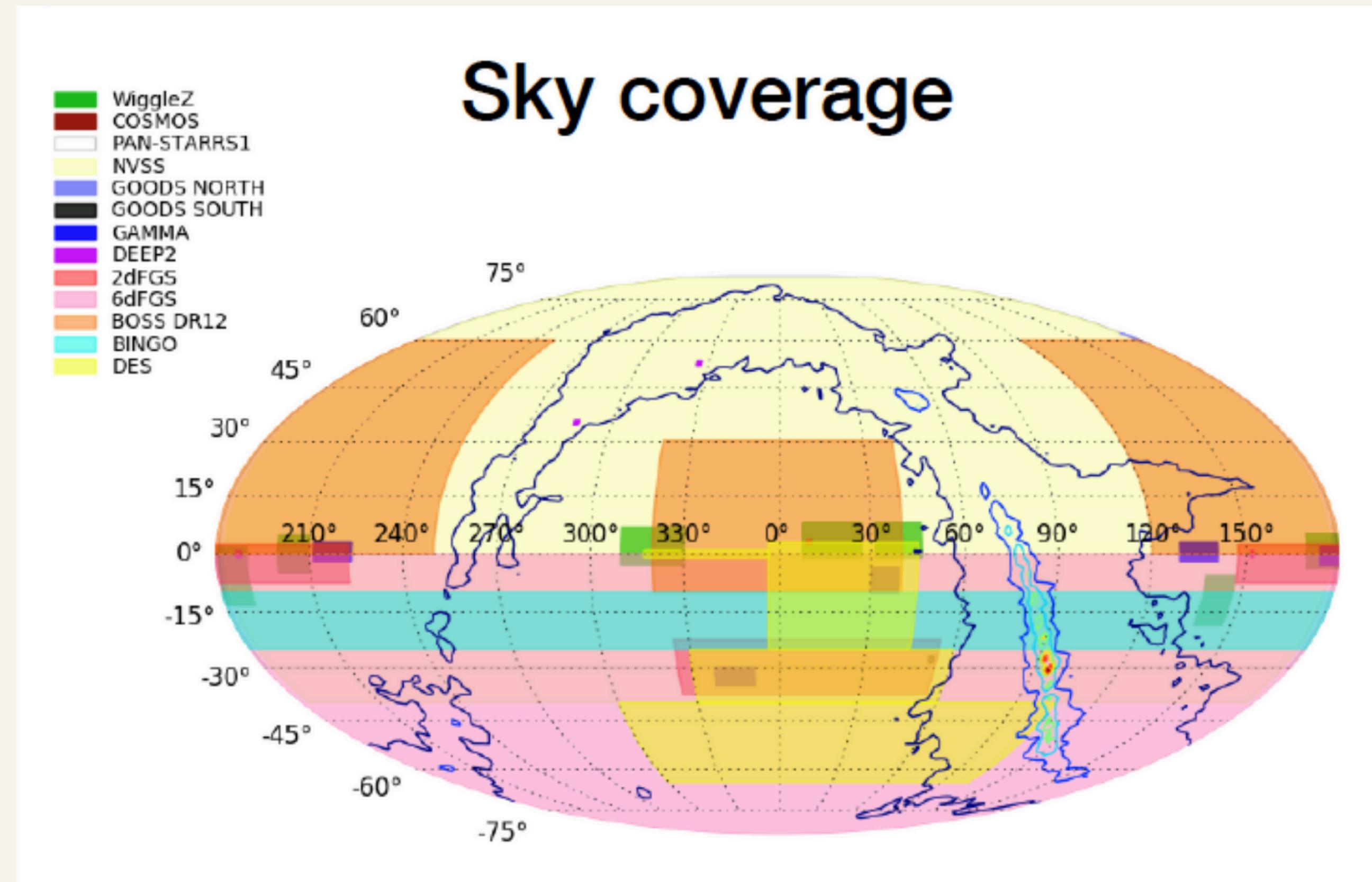
O objetivo da equipe do BINGO agora é aprimorar sua capacidade. Arranjos em fase (phased array) na forma de “outriggers” (antenas auxiliares) e de detectores alternativos no radiotelescópio principal permitirá alcançar maior resolução angular e maior faixa de frequência, com a extensão BINGO/ABDUS.

# PHASED ARRAY

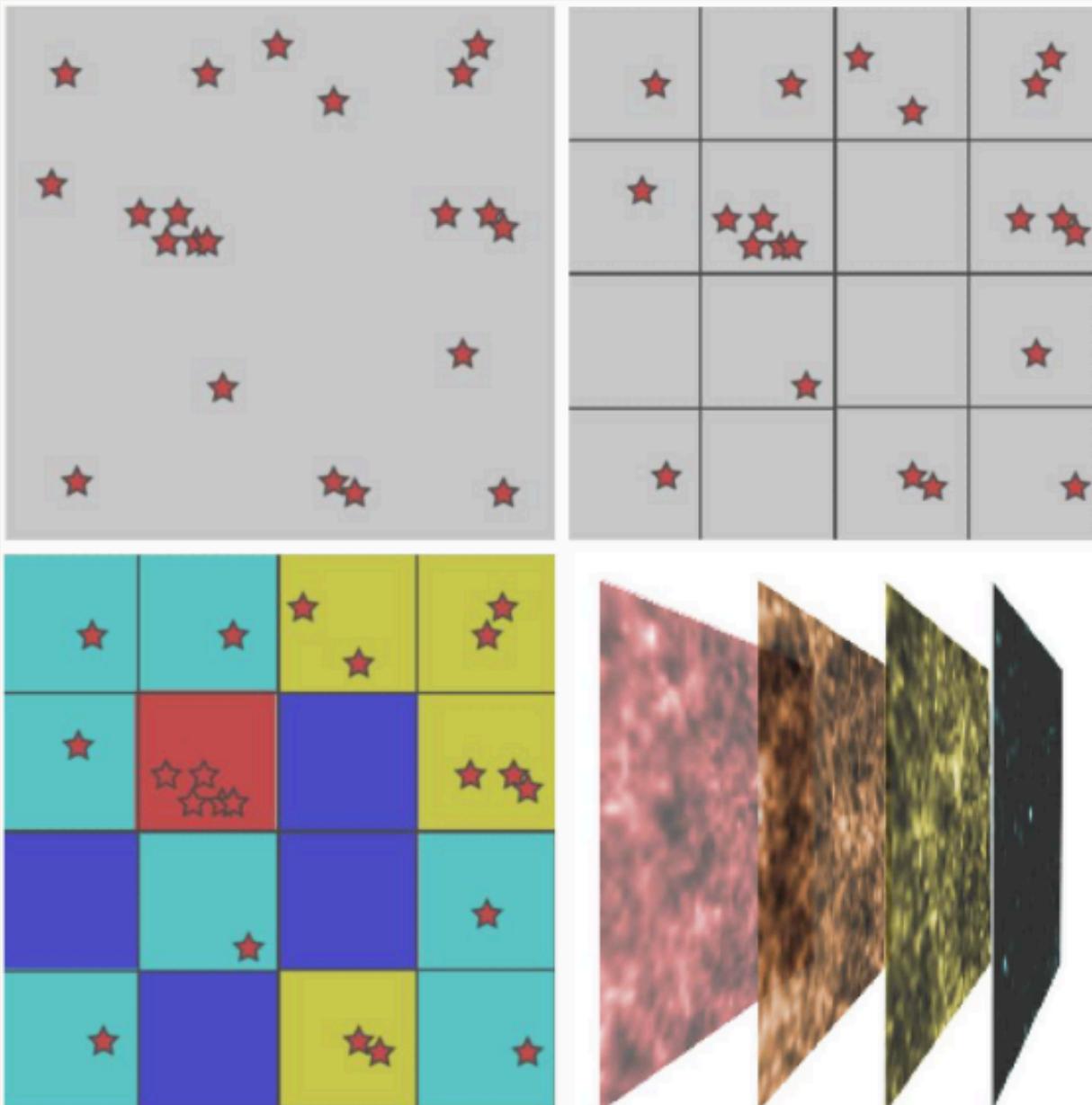


0,5 a 1,5 Ghz

# POR QUE É DIFERENTE?

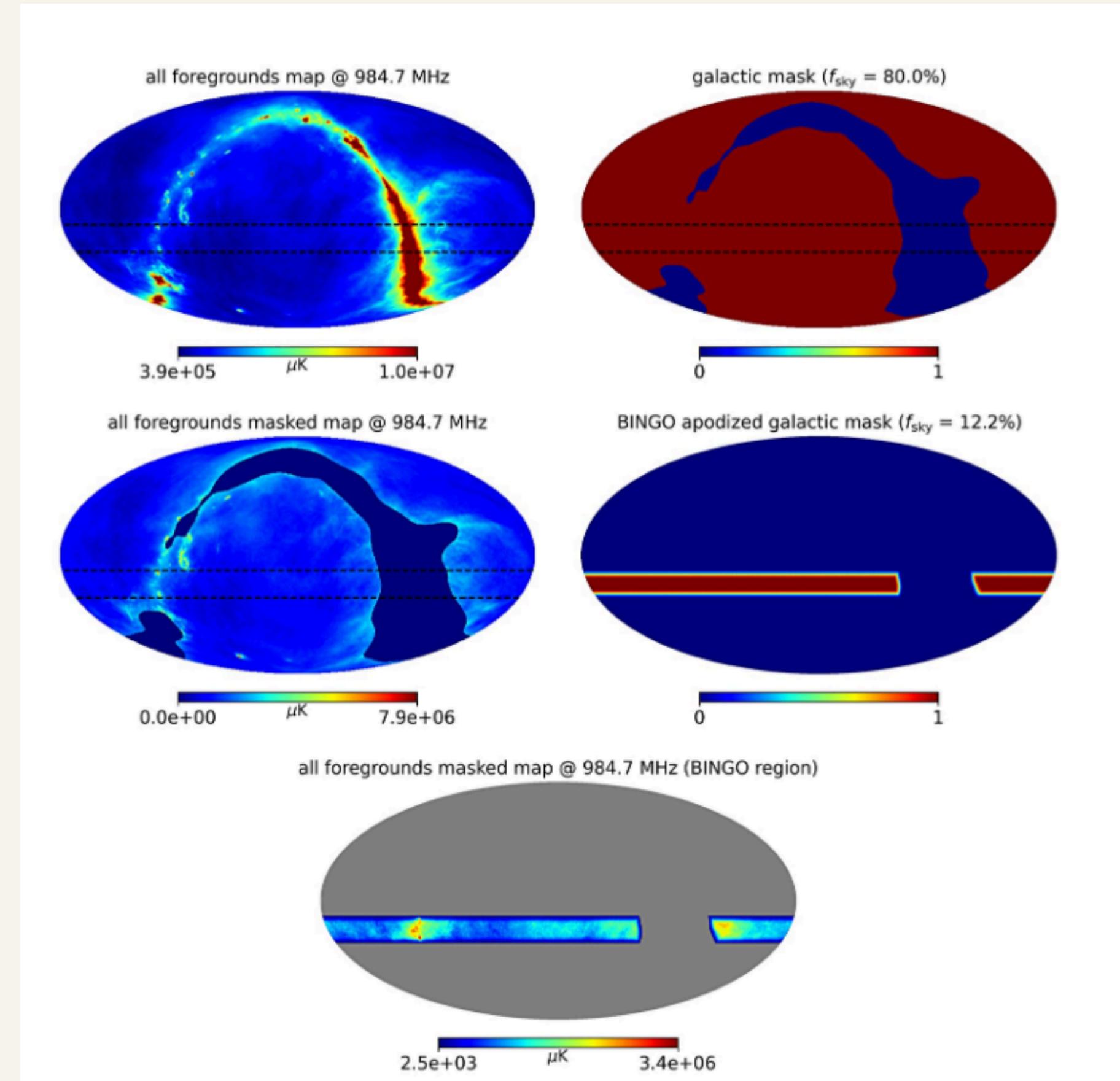


# INTENSIDADE DE MAPA



Observações de baixa resolução espacial da emissão integrada ao longo da linha de visada em diferentes frequências são chamadas de "mapeamento de intensidade" (IM). O IM mede a emissão integrada do céu de uma transição específica de linha atômica em diferentes redshifts, capturando "instantâneos" no tempo que mostram a evolução desses traçadores no universo.

# MASCÁRAS



# TIME

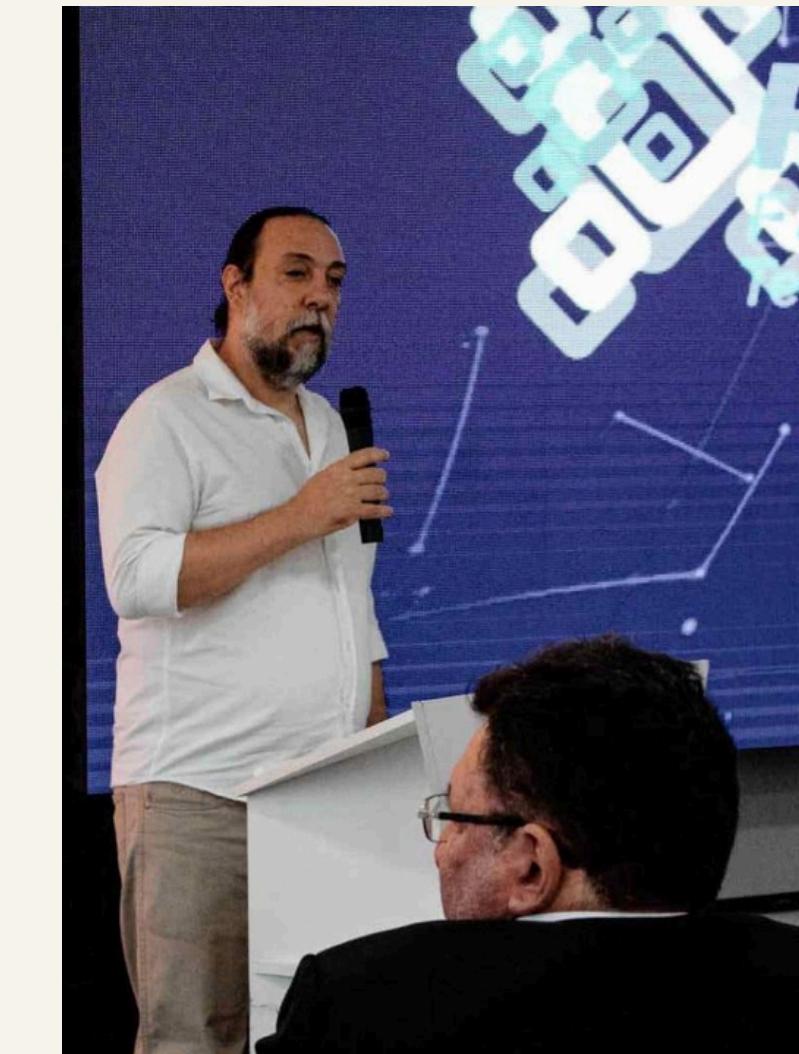
## Coordenadores

Prof. Dr. Elcio Abdalla



BINGO/ABDUS | 2024

Prof. Dr Amilcar Queiroz



# TIME

## Coordenadores



Prof. Dr. Chang Feng

Prof. Dr. Bin Wang

Prof. Dr. Filipe B. Abdalla

Prof. Dr. Jiajun Zhang



Prof. Dr. Carlos Alexandre Wuensche

Prof. Dr. Alberto Saa

# Time

**Universidade de São Paulo, Brasil**

- Élcio Abdalla [Professor, Core (PI)]
- Alessandro Marins [PhD., Construtor]
- Marcelo Vargas dos Santos [Pós-doutorado, Construtor]
- Andreia Pereira de Souza [Técnica, Suporte]
- Amanda Farias dos Santos [M.Sc, Equipe]
- Alex Sander [Graduação, Equipe]
- Eveling Milena [M.Sc, Equipe]
- Gabriel Amâncio Hoerning [M.Sc, Equipe]
- Gabriel Santanna [Graduação, Equipe]
- Jordany Vieira [PhD., Equipe]
- Alcides Vicente de Mello [M.Sc., Equipe]
- Luiza Ponte [Graduação, Equipe]
- Lucas Fontana Formigari [M.Sc, Equipe]
- Nicolli Soares [Graduação, Equipe]
- Pablo Motta [PhD., Equipe]
- Raphael Rolim [Graduação, Equipe]
- Thiago Pena [Graduação, Equipe]

**Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, Brasil**

- Carlos Alexandre Wuensche [Professor, Núcleo]
- Thyrso Villela [Professor, Núcleo]
- Alan Braga [Técnico, Suporte]
- Bruno Bizarria [M.Sc, Equipe]
- Camila Paiva Novaes [Pós-doutora, Construtora]
- Cesar Strauss [Técnico, Equipe]
- Crislane Silva [Engenheira de Suporte]
- Eduardo Mericia [PhD., Equipe]
- Frederico Vieira [PhD., Equipe]
- Gabriel Augusto [PhD., Equipe]

**University College London, Reino Unido**

- Filipe Abdalla [Professor, Núcleo]

**Universidade de Manchester, Reino Unido**

- Chris Radcliffe [técnico, equipe]
- Ian Browne [Professor, Equipe]
- Richard Battye [Professor, Equipe]
- Stuart Harper [Pós-doutorado, Equipe]

**Universidade de Portsmouth, Reino Unido**

- Ricardo Landim [Pós-Doutorado, Construtor]

**Instituto de Astrofísica de Canarias, Espanha**

- Mike Peel [pós-doutorado, equipe]
- Mathieu Remazeilles [Pós-doutorado, Equipe]

**Universidade de Roma, Itália**

- Giancarlo de Gasperis [Professor, Equipe]

**Laboratoire AstroParticule et Cosmologie, França**

- Jacques Delabrouille [Professor, Equipe]

**Institut d'Astrophysique Spatiale, França**

- Bruno Maffei [Professor, Equipe]

**ETH Zurique, Suíça**

- Christian Monstein [Professor, Equipe]

**Iniciativa do Texas para Radioastrofísica e  
Cosmologia e Ciência de Dados, Estados Unidos**
**Centro de Gravitação e Cosmologia, Universidade  
de Yangzhou, China**

- Bin Wang [Professor, Núcleo]
- Larissa Santos [Professora, Construtora]
- Xue Zhang [Professor, Equipe]
- Yu Sang [Professor, Equipe]

**Escola de Física e Astronomia, Universidade Jiao  
Tong de Xangai, China**

- Bin Wang [Professor, Núcleo]
- Chenxi Shan [PhD., Equipe]
- Haiguang Xu [Professor, Equipe]
- Linfeng Xiao [PhD., Equipe]
- Yongkai Zhu [PhD., Equipe]
- Zhenghao Zhu [PhD., Equipe]

**Universidade da Ciência e Tecnologia da China**

- Chang Feng [Professor, Construtor]
- Wen Zhao [Professor, Equipe]
- Qianshuo Liu [PhD., Equipe]
- Sen Li [PhD., Equipe]
- Guanlin Liu [PhD., Equipe]
- Jin Qiao [PhD., Equipe]

**Universidade Normal Liao Ning, China**

- Weiqiang Yang [Professor, Equipe]

**Observatório Astronômico de Xangai, China**

- Jiajun Zhang [Pós-Doutorado, Construtor]

# ESTÁGIOS

Stage III

**Extração de interferência e separação de componentes:**

- Map making
- Hide & Seek
- FRB
- Detecção e monitoramento de Pulsares
- Estimação de likelihood
- Cross-correlating BINGO/ABDUS e outros surveys
- Extração de característica BAO de simulações realistas do BINGO
- Cosmologia com funções de Minkowski

Stage IV

**Teoria (forecast):**

- DE e Gravidade modificada
- Estrutura do setor escuro
- Física dos neutrinos com o BINGO/ABDUS
- Processos MCMC
- Interação entre DM e DE

# MEU TRABALHO

A análise de modelos que descrevem a interação entre energia escura e matéria escura é essencial para abordar algumas das questões mais urgentes e complexas da física teórica e da cosmologia, proporcionando uma compreensão mais profunda da natureza e evolução do universo.

Por exemplo, a matéria escura desempenha um papel vital na formação de estruturas no universo, como galáxias e aglomerados de galáxias.

Pesquisas sobre sua interação com a energia escura podem revelar como essas estruturas surgem e evoluem.

# LAGRANGIANA

$$L = \sqrt{-g} \{ -V(\phi) \sqrt{1 - \alpha \partial^\mu \phi \partial_\mu \phi} + \frac{i}{2} [\bar{\psi} \gamma^\mu \nabla_\mu \psi - \bar{\psi} \overleftarrow{\nabla}_\mu \gamma^\mu \psi] - (M - \beta \phi) \bar{\psi} \psi \}$$

# SPINOR

1

**Os espinores são caracterizados pela maneira específica como se comportam sob rotações. Eles mudam de maneiras diferentes, dependendo não apenas da rotação final geral, mas também dos detalhes de como essa rotação foi alcançada (por um caminho contínuo no grupo de rotação).**

2

**Embora os espinores possam ser definidos puramente como elementos de um espaço de representação do grupo de spin (ou sua álgebra de Lie de rotações infinitesimais), eles são normalmente definidos como elementos de um espaço vetorial que carrega uma representação linear da álgebra de Clifford.**

# CONEXÃO DE SPIN (VIERBEIN)

Métrica

$$g_{\mu\nu} = e_\mu{}^a e_\nu{}^b \eta_{ab},$$

Essa conexão é uma generalização da conexão de Levi-Civita (usada para descrever como vetores se transportam paralelamente em um espaço curvo) para incluir partículas de spin não-zero. Em termos simples, ela define como o spin de uma partícula se alinha ao longo do movimento dessa partícula em um espaço-tempo curvo.

## Tensor torção

$$C_{\kappa\lambda}^{\mu} = -4\pi G \epsilon_{abcd} e_{\lambda}^a e_{\kappa}^b e^{c\mu} (\bar{\psi} \gamma_5 \gamma^d \psi)$$

## Tensor contorsão

$$K_{\nu\mu}^{\lambda} = -2\pi G \epsilon_{abcd} e_{\mu}^a e_{\nu}^b e^{c\lambda} (\bar{\psi} \gamma_5 \gamma^d \psi)$$

$$\tilde{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \tilde{R} g_{\mu\nu} = 8\pi G (\tilde{T}_{\mu\nu} - \frac{3}{2}\pi G g_{\mu\nu} \sigma^2)$$

$$\rho = \frac{V(\phi)}{\sqrt{1 - \dot{\phi}^2}}$$

$$P = -V(\phi)\sqrt{1 - \dot{\phi}^2}$$

$$\rho = m\psi\psi - \frac{2}{3\pi G}\sigma^2$$

$$p = -\frac{2}{3\pi G}\sigma^2$$

# OBJETIVOS

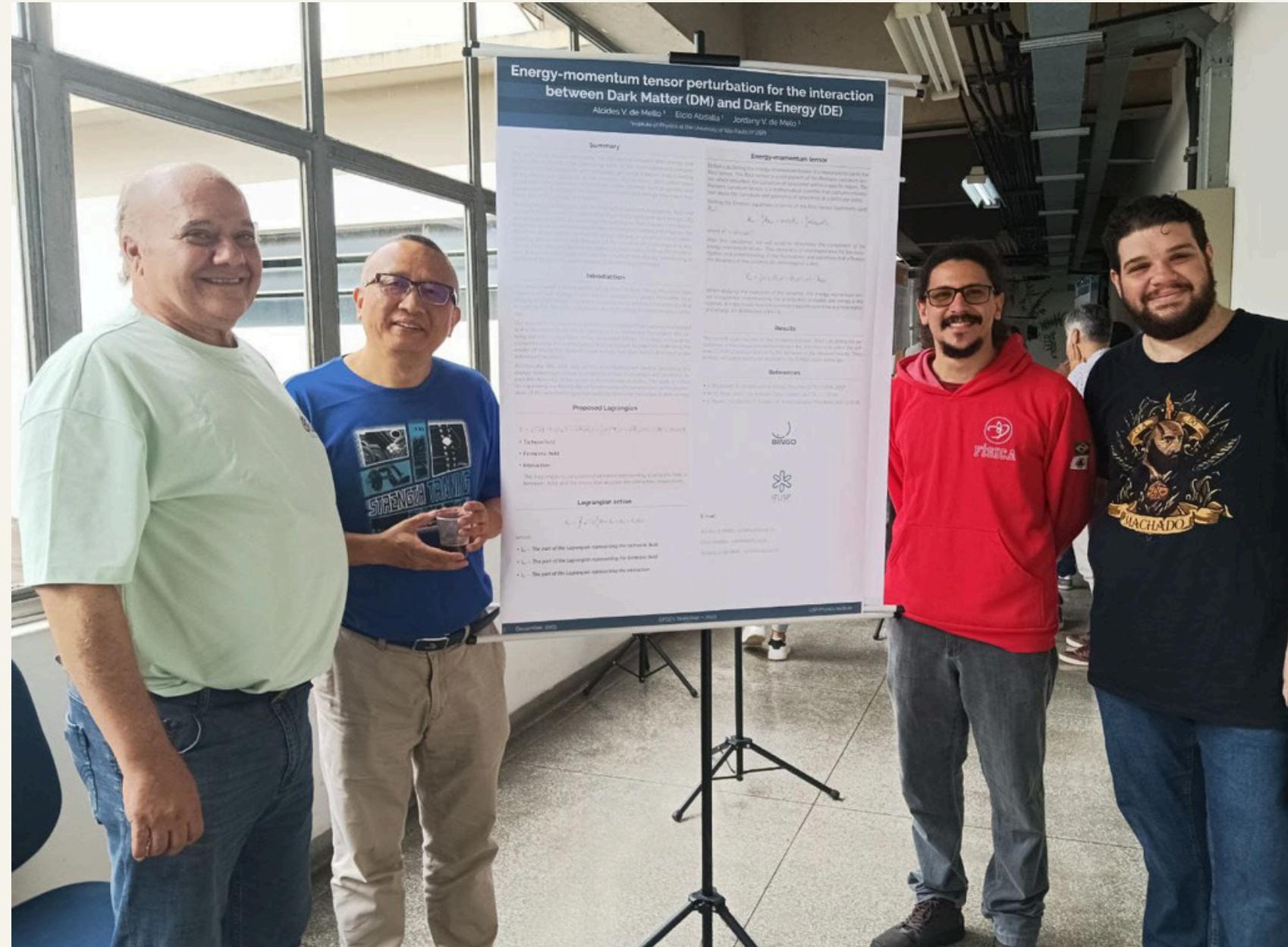
## ● Objetivo 1

Conferir as equações de movimento através da perturbação do tensor.

## ● Objetivo 2

Fazer simulações no CLASS

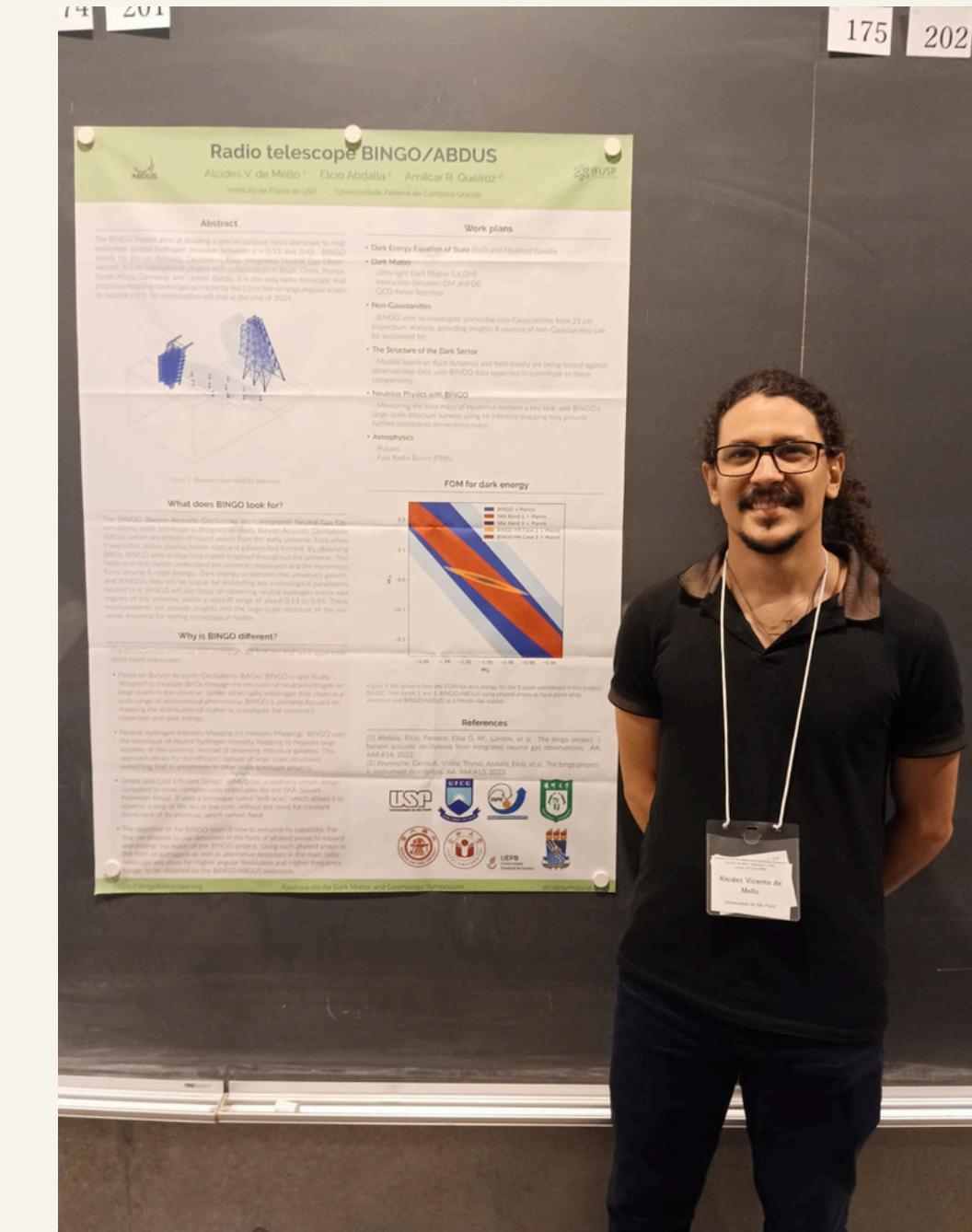
# APRESENTAÇÕES



# APRESENTAÇÕES



# APRESENTAÇÕES



# CONTATOS

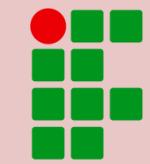
**alcidesvm@usp.br**

**alcidesv@if.usp.br**

**<https://bingotelescope.org/>**

BINGO/ABDUS | 2024

# OBRIGADO



INSTITUTO  
FEDERAL

Sudeste de Minas Gerais

Campus  
Juiz de Fora