



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

# SIMULAÇÕES DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE COMPONENTES E RECUPERAÇÃO DO SINAL DE 21 CM DO HI APLICADAS AO RADIOTELESCÓPIO BINGO

Eduardo Jubini de Merícia

Orientador: Carlos Alexandre Wuensche de Souza

10/04/2019

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Simulador de Operação do BINGO
- 3 Objetivos do Trabalho
- 4 Resultados
- 5 Próximas Etapas

# Sumário

1 Introdução

2 Simulador de Operação do BINGO

3 Objetivos do Trabalho

4 Resultados

5 Próximas Etapas

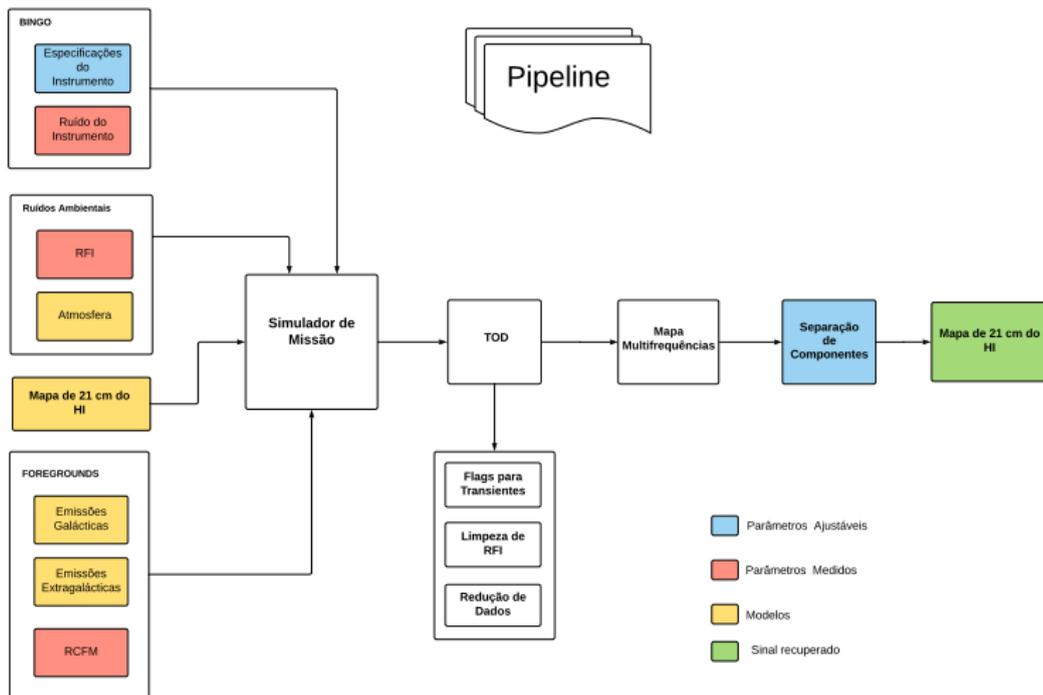
# Introdução

- Entender a expansão acelerada é um dos maiores desafios da cosmologia
- Medir oscilações acústicas de bárions (BAO) é uma das principais formas de estudar os efeitos da energia escura na evolução cósmica
- O radiotelescópio BINGO tem como objetivo detectar BAO na faixa de rádio utilizando a técnica de mapeamento de intensidade da linha de 21 cm produzida pelo HI
- **Problema:** o sinal de 21 cm do HI é 10.000 vezes menor que o sinal global (emissões galácticas, extragalácticas, ruído, etc)
- **Solução:** recuperar o sinal cosmológico de HI utilizando um método de separação de componentes

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Simulador de Operação do BINGO**
- 3 Objetivos do Trabalho
- 4 Resultados
- 5 Próximas Etapas

# Simulador de Operação do BINGO



# Simulador de Operação do BINGO

## Parâmetros do BINGO

Localização	07°02'57'' S 38°15'46'' W
Faixa de <i>redshifts</i> $z$	0,13 - 0,48
Faixa de frequências (MHz)	960 - 1260
Número de canais	10
Largura de canal $\Delta\nu$ (MHz)	30
FWHM (arcmin) @ 1110 MHz	40
Cobertura do céu $\Omega_{sur}$ (deg <sup>2</sup> )	5400
Declinação central (deg)	-15
Temperatura do sistema $T_{sys}$ (K)	70
Frequência de joelho $f_{knee}$ (Hz)	0,001
Frequência de amostragem $\nu_{samp}$ (Hz)	10

# Simulador de Operação do BINGO

## Componentes Consideradas nas Simulações

- Ruído do Instrumento: Ruído Térmico + Ruído  $1/f$  não correlacionado entre canais
- Emissões Galácticas: Síncrotron + Bremsstrahlung + AME
- CMB
- Emissão em 21 cm do HI

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Simulador de Operação do BINGO
- 3 Objetivos do Trabalho**
- 4 Resultados
- 5 Próximas Etapas

# Objetivos

- Simular observações do BINGO em diferentes cenários operacionais (produzir mapas de observação)

Número de cornetas	34	44	52
Tempo de observação (meses)	1	6	12

- Para os diferentes cenários, verificar a recuperabilidade do sinal de HI utilizando uma ferramenta de separação de componentes (GNILC)
- Estimar o número mínimo de cornetas necessárias para recuperar o sinal cosmológico

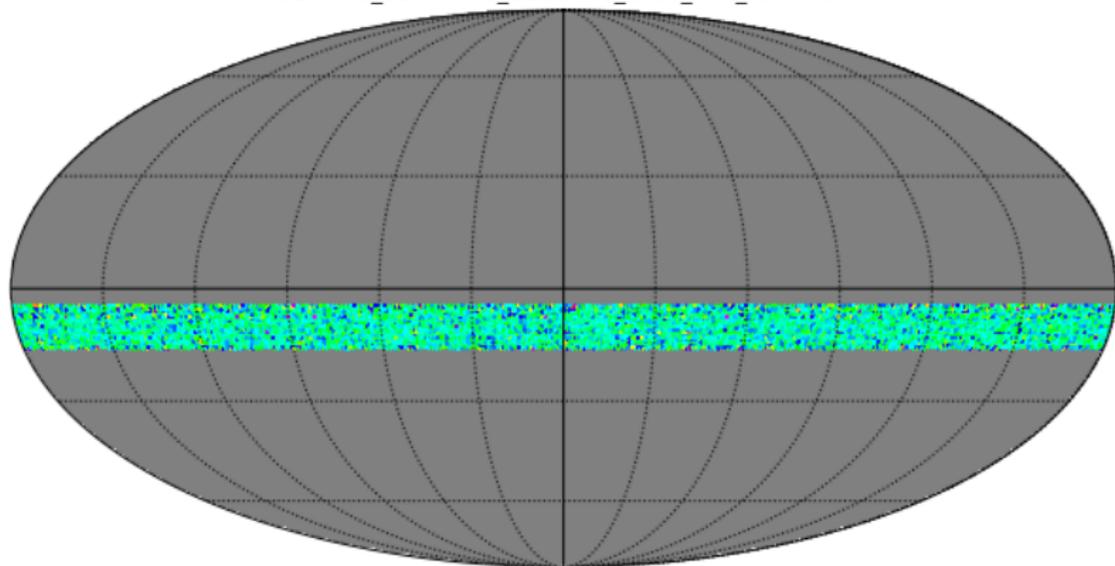
# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Simulador de Operação do BINGO
- 3 Objetivos do Trabalho
- 4 Resultados**
- 5 Próximas Etapas

# Resultados

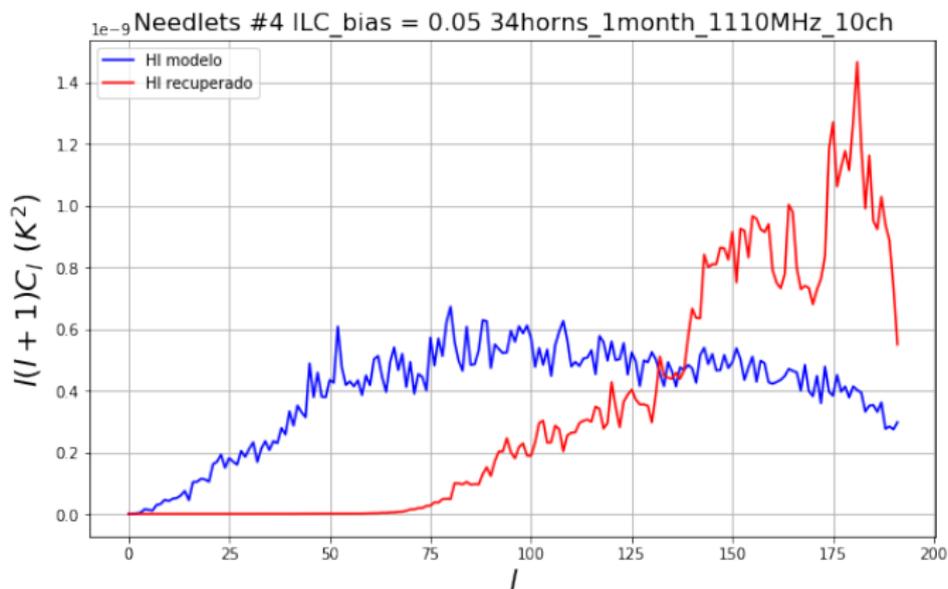
## Mapas Simulados

52horns\_12months\_1110MHz\_10ch\_70K\_removed



# Resultados

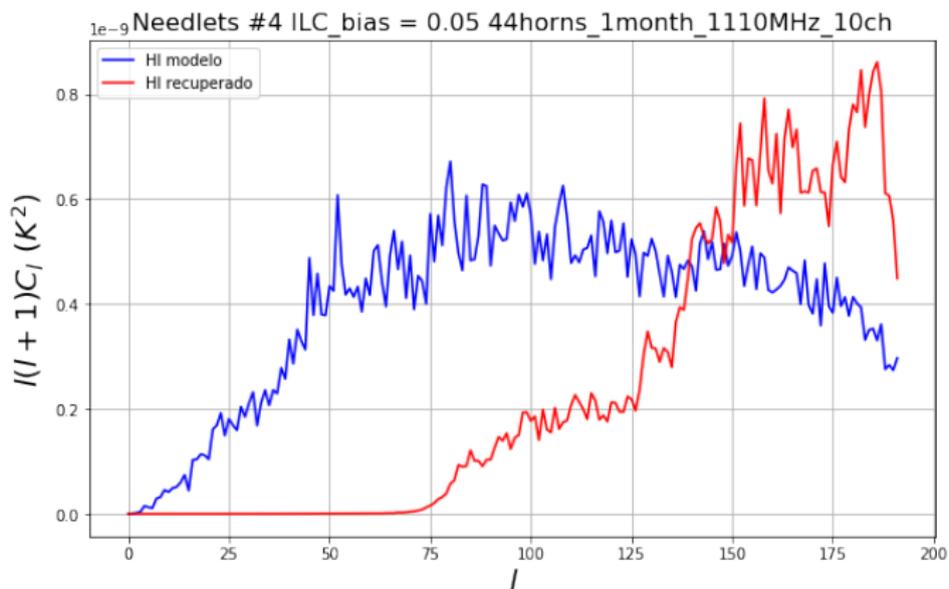
## Separação de Componentes 34 cornetas e 1 mês de observação



$$N_{GNILC} = -20,33\% \quad N_{GNILC,abs} = 89,17\%$$

# Resultados

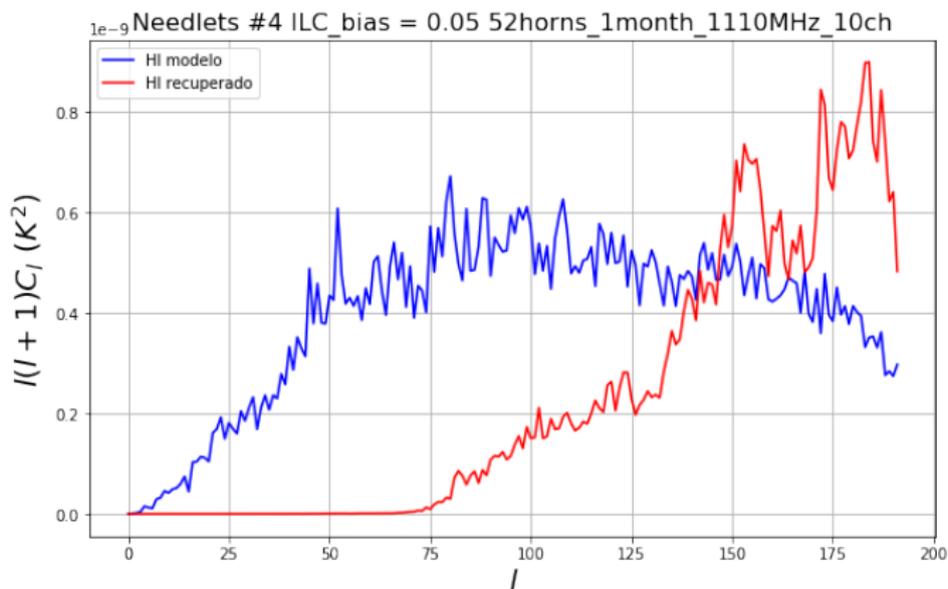
## Separação de Componentes 44 cornetas e 1 mês de observação



$$N_{GNILC} = -40,36\% \quad N_{GNILC,abs} = 78,92\%$$

# Resultados

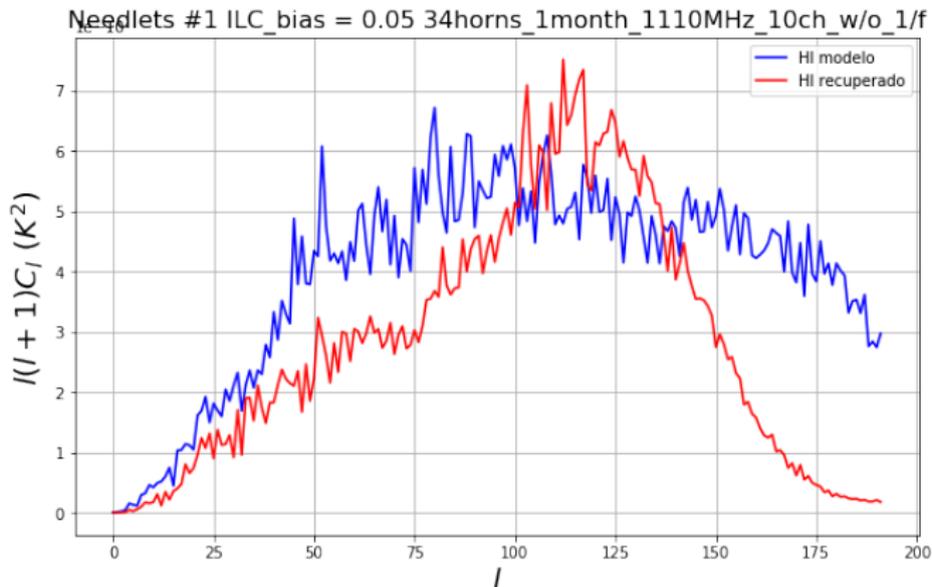
Separação de Componentes 52 cornetas e 1 mês de observação



$$N_{GNILC} = -45, 20\% \quad N_{GNILC,abs} = 76, 98\%$$

# Resultados

Separação de Componentes 34 cornetas e 1 mês de observação sem ruído  
1/f



$$N_{GNILC} = -24,09\% \quad N_{GNILC,abs} = 54,06\%$$

# Resultados

## Discussão dos resultados

- O aumento do tempo de observação reduziu a potência do espectro reconstruído de HI
- O teste sem ruído  $1/f$  mostrou uma melhor recuperação do espectro em baixos multipolos, porém uma perda de potência considerável nas escalas angulares menores
- O sinal de HI é subestimado em grandes escalas angulares, onde os *foregrounds* galácticos são mais intensos
- A escolha de um número pequeno de canais ( $n_{ch} = 10$ ) pode ter dificultado o processo de recuperação, uma vez que a dimensão do primeiro define o número de graus de liberdade disponíveis para reconstruir as componentes

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Simulador de Operação do BINGO
- 3 Objetivos do Trabalho
- 4 Resultados
- 5 Próximas Etapas**

## Próximas Etapas

- Fazer simulações com um número maior de canais (Olivari, 2018)
- Simular ruído  $1/f$  correlacionado entre canais (Harper et al., 2018)
- Incluir nas simulações medidas de RFI feitas *in loco* (Peel et al., 2018)
- Incluir mapas de fontes puntiformes nas simulações
- Incluir modelo do feixe da corneta feito com dados reais produzidos pelos testes realizados pelo LIT em 2018
- Testar outro simulador de observação, HIDE&SEEK (Akeret et al., 2017), em processo de adaptação para o BINGO

Obrigado!