

# Workshop - DAS/INPE

**Dennis Bessada**

UNIFESP, Campus Diadema

DAS - INPE

dennis.bessada@unifesp.br; dbessada@gmail.com

- Cosmologia do Universo Primordial
  - Cosmologia Quântica
  - Modelos não-canônicos inflacionários e não-inflacionários
- Estudos teóricos em Radiação Cósmica de Fundo (CMB)
  - Assinaturas de modelos de universo primitivo na anisotropia e polarização da CMB
  - Assinaturas Não-Gaussianas na CMB
- Fundos estocásticos de Ondas Gravitacionais Primordiais
- Modelos de Energia Escura com Decaimento do Vácuo

# Cosmologia do Universo Primordial

## Problemática do Modelo Cosmológico Padrão



O Modelo Cosmológico Padrão (MCP), baseado em um conceito de universo homogêneo e isotrópico em largas escalas, centra-se em três pilares fundamentais:

- Nucleossíntese Primordial (BBN)
- Expansão do universo
- Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM).

Porém, antes da BBN, o MCP dá margem a alguns problemas fundamentais (há ainda alguns outros):

- como explicar a planeza do universo atual?
- Como resolver o problema do horizonte?
- Como gerar pequenos desvios de homogeneidade e isotropia para formar as estruturas visíveis no céu?

Dilema:

- **Opção 1:** Construir uma nova Cosmologia?
- **Opção 2:** Ou tentar introduzir um modelo de universo primordial que “decaia” no MCP antes do BBN?

Possíveis soluções:

- **Opção 1:** Para isso, é fundamental uma nova Teoria de Gravitação Quântica.
- **Opção 2:** É a solução empregada atualmente!

É neste último contexto que entram as pesquisas na área de Cosmologia do Universo Primordial: desenvolver modelos que resolvam os problemas do MCP para instantes próximos do “início” do universo, e que deixam “pistas” visíveis na RCFM e na formação de estruturas!

# Modelos com decaimento do vácuo

## Problemática do Modelo Cosmológico Padrão

Além da problemática associada ao universo primordial, o MCP ainda não responde de forma efetiva as questões relacionadas ao universo atual:

- Qual é a natureza da Energia Escura?
- Qual é a razão da divergência entre o valor observacional da Constante Cosmológica (CC) e o cálculo efetuado por meio da Teoria Quântica de Campos (TQC)?
- Por que a densidade de energia do vácuo supera a densidade de energia da matéria exatamente no tempo presente?

Ademais, há a questão fundamental:

- por que a CC tem de ser constante?

### ■ **Cosmologia Quântica**

Estudo modelos nos quais a geometria de fundo é quântica, e não clássica, como nos modelos de inflação usuais. Colaboradores: Nelson Pinto-Neto (CBPF), Oswaldo Miranda (INPE), e Beatriz Siefert (UFRJ).

### ■ **Modelos não-canônicos inflacionários e não-inflacionários**

Estudos modelos não-canônicos, ou seja, modelos cujo termo cinético na Lagrangiana é uma função do termo cinético usual. Estes podem gerar efeitos inflacionários (expansão acelerada) e não inflacionários (expansão desacelerada, como no modelo Taquiacústico).

Colaborador: William H. Kinney (SUNY Buffalo, EUA).

# Estudos teóricos em RCFM

## Características gerais:



- **Assinaturas de modelos de universo primitivo na anisotropia e polarização da CMB**
- **Assinaturas Não-Gaussianas de modelos alternativos na CMB**
- **Fundos estocásticos de Ondas Gravitacionais Primordiais**

Nessas três áreas estudo fundamentalmente as assinaturas de modelos alternativos (os mencionados anteriormente, e mais outros que possam despertar interesse), no sentido de fazer previsões teóricas para posterior confronto com resultados observacionais.

# Modelos de Decaimento do Vácuo

## Características gerais:



- Estudo de modelos equivalentes em TQC para simular o decaimento do vácuo.
- Estudo de assinaturas desses modelos em Ondas Gravitacionais e RCFM.

Colaborador: José Ademir Sales Lima (USP).



- **A scalar field analog of decaying vacuum models**  
DB - Submetido ao Physical Review D.
- **Observational signatures of Decaying Vacuum Models**  
DB, O. D. Miranda - Em fase final de redação.
- **Stochastic Background of Gravitational Waves and Dark Matter creation**  
DB, J. A. S. Lima e D. Tamayo Em fase final de redação.
- **Cosmological dynamics of  $\Lambda(t)$  models**  
DB - Em andamento.

# Dissertações e teses possíveis

## Algumas propostas:



### ■ Dissertações:

- estudo de assinaturas não-Gaussianas em um modelo inflacionário não-canônico;
- estudo de soluções perturbativas em modelos inflacionários não-canônicos;
- estudo de novos cenários cosmológicos com decaimento do vácuo.

# Dissertações e teses possíveis

## Algumas propostas: (Continuação)



### ■ Teses:

- estudo teórico de polarização de CMB em modelos alternativos;
- desenvolvimento de um programa para cálculo numérico de anisotropias e polarização da CMB para modelos alternativos (em conjunto com Oswaldo Miranda);
- desenvolvimento de modelos de Cosmologia Quântica;
- estudo de assinaturas de modelos com decaimento do vácuo (em conjunto com Oswaldo Miranda).

# OBRIGADO!!