



<b>BOLSISTA:</b>	Francisco Bento Lustosa da C. D. Pereira
<b>E-MAIL:</b>	chicolustosa@gmail.com
<b>SUPERVISOR:</b>	Nelson Pinto-Neto
<b>TÍTULO DO PROJETO:</b>	<i>Aplicações da Teoria de de Broglie-Bohm: Transferência de não-equilíbrio quântico, perturbações cosmológicas fora do equilíbrio e a hipótese geométrica.</i>

## A Teoria de de Broglie-Bohm e o Equilíbrio Quântico

Os fenômenos quânticos são descritos fundamentalmente pela equação de Schrödinger:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \left( \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V \right) \psi$$

que representa a evolução de uma função de onda sujeita à um potencial  $V$ . Diferentes interpretações dos fenômenos e da função de onda levaram ao desenvolvimento de diferentes teorias quânticas. A Teoria de de Broglie-Bohm propõe que  $\psi$  descreve uma onda-piloto que guia o movimento das partículas. O caráter probabilístico dos resultados experimentais seria causado pela falta de conhecimento exato das condições iniciais. Nessa teoria, a densidade de probabilidade ( $\rho$ ) das posições iniciais pode ser, em princípio, diferente do módulo quadrado da função de onda – violando a Regra de Born. Os resultados experimentais, no entanto, demonstram uma concordância absoluta com esta regra. Isso pode ser explicado através da hipótese do equilíbrio quântico, construída à partir de uma analogia com a termodinâmica, onde o caráter caótico das trajetórias e a evolução das distribuições de probabilidade permitem a existência de sistemas que inicialmente violem a regra de Born mas que se aproximem dela através de um processo de

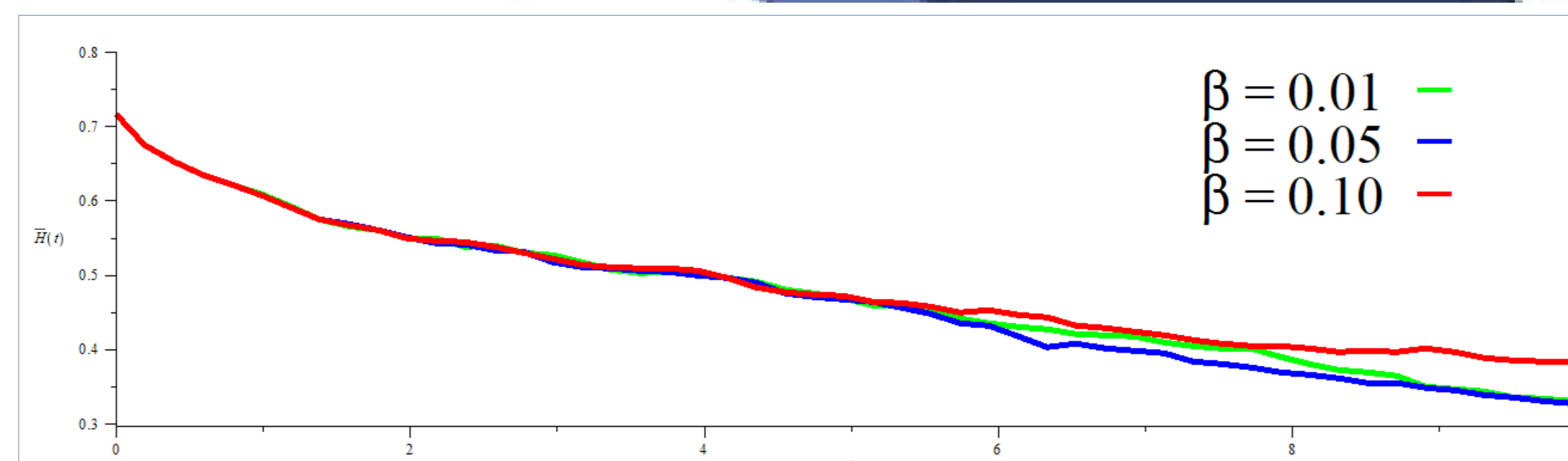
relaxamento quântico descrito pela evolução da função  $H(t)$  [1]:

$$\bar{H}(t) = \int dx \rho \ln(\rho / |\psi|^2)$$

Quanto menor o valor dessa função mais próximo o sistema quântico está do equilíbrio. Um desvio desse estado pode ter ocorrido próximo do início do universo e sinais desse desvio podem estar presentes em fenômenos cosmológicos que são estudados hoje. Nesse cenário, acoplamentos entre campos podem ser importantes e, por isso, o estudo do relaxamento quântico para sistemas acoplados é relevante [2].

Nosso trabalho é focado no relaxamento quântico para sistemas unidimensionais com duas partículas com um acoplamento do tipo

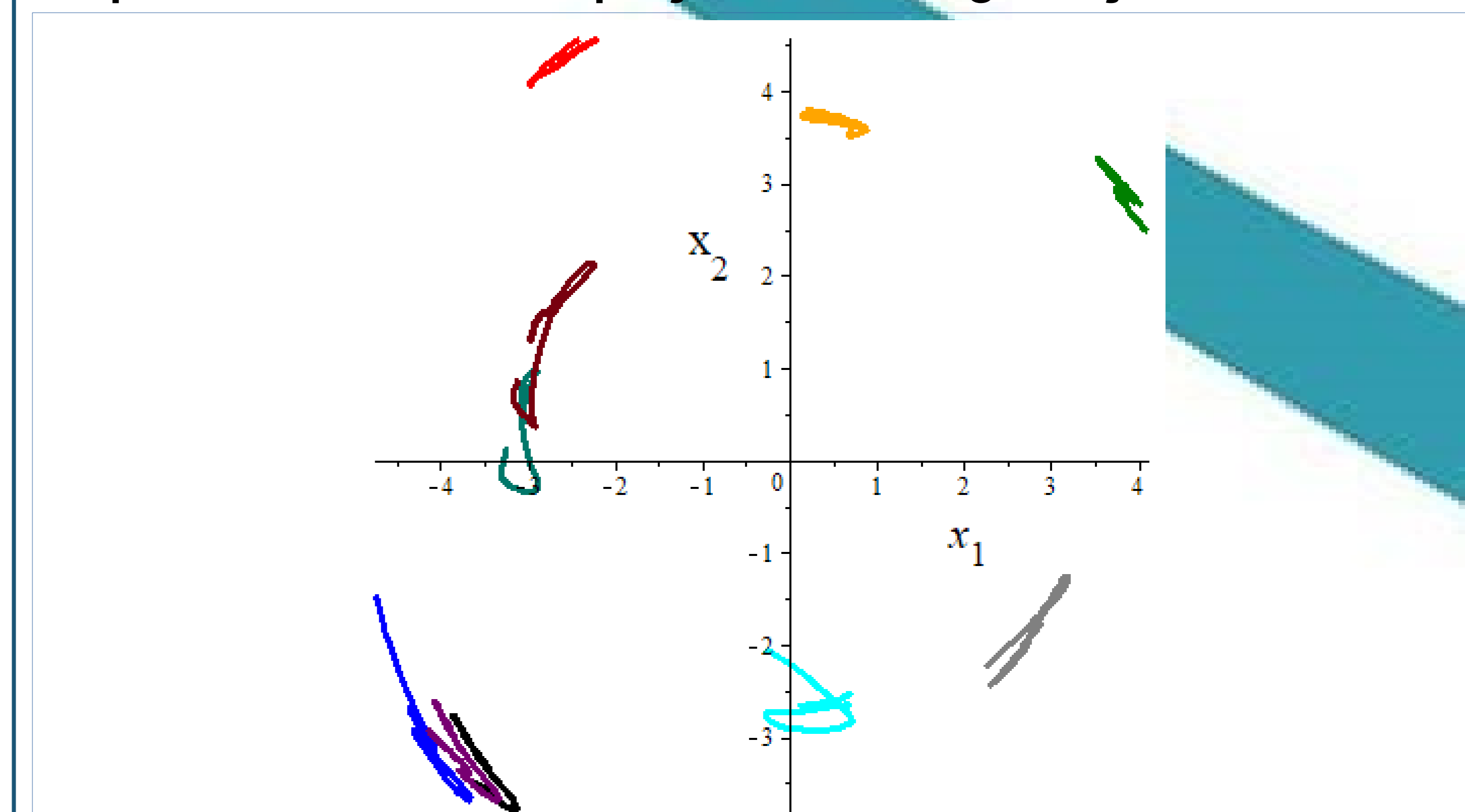
$$x_1 x_2 (\beta t).$$



$H(t)$  para um sistema de partículas com massas iguais e acoplamento linearmente dependente do tempo.

A função decai mas não chega à zero e apresenta uma correlação com a constante de acoplamento que indica que a interação retarda o relaxamento [3].

Para um sistema com massas e acoplamento exponencialmente dependentes do tempo observamos um confinamento de trajetórias, isso significa que uma distribuição de partículas não explorará todo o espaço de configurações.



10 trajetórias no espaço de configurações com posições iniciais diferentes guiadas pela mesma função de onda – com massa e acoplamento exponencialmente dependentes do tempo – em um tempo total  $t = 24\pi$ .

Esse confinamento usualmente está associado à um retardamento do processo de relaxamento e simulações para comprovar essa tendência, com um número suficiente de trajetórias para o cálculo de  $H(t)$ , estão em desenvolvimento. Nossos resultados indicam que interações podem preservar traços de não-equilíbrio, dessa forma, é necessário considerar o processo de transferência do não-equilíbrio no universo primordial através do decaimento do inflaton ou em outros processos cosmológicos.