

# MODELOS COSMOLÓGICOS COM UMA ÚNICA COMPONENTE PARA A DENSIDADE DE ENERGIA

Júlia Alves Galaxe<sup>1</sup>; Nuno Henrique Fonseca Andrade<sup>1</sup>; Felipe de Freitas Moura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Discente do curso Técnico em Química, Instituto Federal Fluminense, Campus Bom Jesus do Itabapoana / E-mail: [galaxe.julia@gsuite.iff.edu.br](mailto:galaxe.julia@gsuite.iff.edu.br); [nuno.andrade@gsuite.iff.edu.br](mailto:nuno.andrade@gsuite.iff.edu.br)

<sup>2</sup> Professor Orientador, Instituto Federal Fluminense, Campus Bom Jesus do Itabapoana / E-mail: [felipe.moura@iff.edu.br](mailto:felipe.moura@iff.edu.br)

## INTRODUÇÃO

Os enigmas do universo são parte da preocupação de jovens estudantes, sendo importante proporcionar uma visão cosmológica que lhes permita se situar na escala de tempo e espaço do universo assim como questionar a origem e destino do universo. Os modelos cosmológicos com uma única componente nos ajudam a entender o comportamento do universo em cenários específicos, porém importantes, de sua existência.

## OBJETIVOS

Foi feito um estudo da cosmologia contemporânea até o ponto no qual realizamos cálculos simples, porém importantes. Tal descrição nos permite visualizar a evolução temporal do universo e compreender o seu comportamento, com a finalidade de prever possíveis destinos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A partir da resolução da equação de Friedmann-Lemaître, que relaciona a composição com a geometria do universo, pudemos descrever a evolução temporal através do fator de escala. Este último é uma função que nos diz como a expansão ou contração do universo depende do tempo. No desenvolvimento consideramos o universo com curvatura espacial plana (como indicado pelos dados observacionais recentes). Consideramos, também, que a composição do universo é dada por matéria bariônica, radiação e uma constante cosmológica - sendo essa última componente responsável pela expansão acelerada observada hoje e de natureza desconhecida. Observamos analiticamente e graficamente o comportamento do fator de escala para modelos planos com uma única componente para a densidade de energia (matéria, radiação ou constante cosmológica).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisarmos a evolução cosmológica com uma única componente para a densidade de energia pudemos observar fases do universo no qual essas componentes eram dominantes. A figura 1 mostra a dependência do fator de escala,  $a$ , com o tempo,  $t$ , de Hubble (um tempo de Hubble equivale a 14 bilhões de anos) para os componentes do universo. A linha sólida representa um universo com radiação, a linha pontilhada representa um universo com matéria, a linha tracejada representa um universo vazio e a linha ponto e traço representa um universo com a constante cosmológica. Todas as soluções obtidas são expansionistas, o fator de escala cresce com o tempo. Esta é uma condição básica para um modelo cosmológico após a descoberta da expansão do universo por Hubble em 1929. As evidências indicam que vivemos em um universo em que a radiação

foi dominante nos estágios iniciais, seguido por um período onde matéria foi dominante e, recentemente, entramos na fase onde a constante cosmológica é dominante. Logo, estamos atualmente na fase de expansão acelerada.

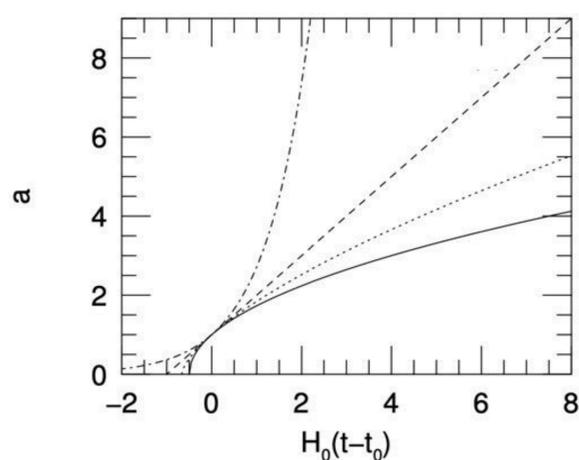


FIGURA 1

## CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de universo vazio não é uma mera curiosidade matemática uma vez que poderia descrever nosso universo para o caso de uma densidade de energia muito baixa, este modelo possui necessariamente curvatura espacial negativa. O modelo de universo plano somente com radiação descreve os estágios iniciais do universo porém falha próximo da região do "Big Bang", estágio do universo altamente quente e denso onde os efeitos quânticos tornam-se relevantes. Um universo espacialmente plano com constante cosmológica se expande exponencialmente (como pode ser visto na figura 1) e é infinitamente velho. Os modelos expansionistas, planos, com uma única componente para a densidade de energia possuem um destino conhecido na literatura como "Big Chill", o universo se expande eternamente diminuindo sua temperatura. Em síntese, o estudo sobre as particularidades dos cenários cosmológicos, permite a obtenção de respostas sobre propriedades práticas (como idade do universo e distância visível) de cada componente em um modelo cosmológico.

## REFERÊNCIAS

[1] WAGA, Ioav. Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o século XXI. **Rev. Bras. Ensino Fis.**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 157-173, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n1/a18v27n1.pdf>. Acesso em 16 out. 2021.

[2] PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Rev. Bras. Ensino Fis.**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 4601.1-4601.9, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n4/v30n4a15.pdf>. Acesso em 16 out. 2021.