

SIMETRIAS EM MODELOS COSMOLÓGICOS

Ruben Aldrovandi, Rodrigo Rocha Cuzinatto, Léo Gouvêa Medeiros
IFT/UNESP

Os resultados observacionais mais recentes da recessão de supernovas e anisotropia da radiação cósmica de fundo elevaram a constante cosmológica ao posto de protagonista principal na dinâmica do universo: este estaria se expandindo aceleradamente. Porém, a expansão acelerada é condição, também, à inflação primordial. O modelo de de Sitter (dS), que traz em seu bojo a constante cosmológica, é o paradigma de uma expansão exponencial do fator de escala e pode ser tomado como um modelo de inflação. Por outro lado, o modelo de Friedmann-Robertson-Walker (FRW) tornou-se o padrão ao explicar com razoável sucesso fatos posteriores a inflação como a nucleossíntese e o fundo de radiação em microondas. Um cenário interessante é o que considera o modelo de dS como o adequado ao universo primordial que depois evolui para o de FRW. O modelo de dS possui um número maximal de simetrias (10 vetores de Killing) enquanto que o de FRW aparece como subespaço maximalmente simétrico em relação ao primeiro (6 vetores de Killing). A passagem de um modelo a outro ocorreria, então, devido a um processo de quebra de simetria. No trabalho a ser apresentado elencaremos as simetrias de cada modelo, realizando um estudo comparativo entre eles.

GÁS DE CHAPLYGIN E GRÁVITONS MASSIVOS - POSSÍVEIS CANDIDATOS À ENERGIA ESCURA?

Márcio E. S. Alves, Oswaldo D. Miranda, José C. N. de Araújo
INPE

Recentes observações de supernovas do tipo Ia mostram que o universo está expandindo aceleradamente no tempo atual. Tal aceleração só é possível se considerarmos que uma certa densidade de energia, a qual chamamos de energia escura, seja a responsável pela maior parcela de energia do universo. O candidato mais estudado, a ser essa componente, é a constante cosmológica que apresenta um parâmetro de densidade constante ao longo do tempo. Neste trabalho analisamos o comportamento do universo submetendo-o a alguns candidatos à energia escura introduzindo, para isso, uma equação de estado paramétrica - onde o parâmetro escolhido (ω_e) representa várias possibilidades para a energia escura, entre elas a constante cosmológica (caso $\omega_e = -1$). Obtemos então expressões analíticas para os principais parâmetros do universo, tais como o parâmetro de Hubble e o parâmetro de desaceleração. Dessa forma, para cada candidato à energia escura é possível obter o redshift em que o universo começa a acelerar. Além da constante cosmológica, outros dois candidatos são utilizados para comparação - Gás de Chaplygin e Grávitons Massivos. O interesse pelo gás de Chaplygin vem da sua conexão com a Teoria de Cordas, e pelo fato da sua equação de estado poder ser obtida a partir da Ação de Nambu-Goto para d-branas movendo-se num espaço-tempo a (d+2)dimensões. Com relação aos Grávitons Massivos, o atual limite para a massa dessas partículas, obtido pela dinâmica do Sistema Solar, mostra que $m < 10^{-54}g$. Apesar desse limite superior ser pequeno, quando se passa da Relatividade Geral para Teorias Bimétricas da Gravitação (onde a massa do gráviton é então relacionada com uma métrica de fundo não dinâmica), obtém-se um efeito de aceleração, da expansão do universo, semelhante ao fornecido pela constante cosmológica. Esses aspectos serão também discutidos no presente trabalho.

GRADIENT PATTERN ANALYSIS IN STRUCTURE FORMATION

**Ana Paula de Almeida Andrade¹, André Luís Batista Ribeiro¹,
Reinaldo²**
1 - DCET/UESC
2 - INPE

In this work, we present the preliminary results of a study of the pattern evolution in the process of structure formation. We are applying, on N-body cosmological simulations data, the technique proposed by Rosa et al. (1998), for estimating asymmetries in the gradient field. The gradient pattern analysis consist in the application of asymmetrical fragmentation operators estimated over the gradient field of an image matrix, estimated for a complexity measure for non-linear extended systems. In this study, we have been working with the high resolution cosmological data simulated by the Virgo consortium for a $140(Mpc/h)^3$ of a

L-CDM Universe, by performing the statistical analysis of means, variance and correlation for the norm and phases of the asymmetrical vectors in the gradient field, for various redshift scales, in order to determine different dynamical regimes through analysis of the complex patterns arising from the evolutionary process of structure formation.

PAINEL 6

LARGE-SCALE ANISOTROPIC SIGNATURES IN THE WMAP DATA

**Armando Bernui, Carlos Alexandre Wuensche, Thyrso Villela, Ivan Ferreira
INPE**

Modern cosmology is based on the Copernican principle which postulates that the Universe is homogeneous and isotropic on large angular scales. Isotropy of the CMB temperature fluctuations can be better understood in terms of statistical isotropy, which means that, on average, and for all angular scales, hot and cold temperature spots should be randomly distributed all over the celestial sphere. In particular, alignment of spots of same angular size is not expected. A lot of effort is currently being devoted to probe the statistical isotropy of the CMB temperature fluctuations data measured by the WMAP satellite, using various statistical tools. Intriguingly, the low-order multipoles, corresponding to large angular scales, show an unexpected alignment that appears independently of the technique used to remove the foregrounds from the WMAP data. Here we investigate the anisotropic signatures in CMB data measured by WMAP using a geometric-statistical method. To understand the role of each low-order multipole component in the CMB temperature fluctuations, we study the large angular scale correlations of these data in several cap-like regions of the celestial sphere. We analyze maps containing just one of the first low-order multipoles (starting with the quadrupole) and compare them with the scrutiny made on the map containing all the multipole components (with the monopole and dipole removed). Our results indicate that a very peculiar relationship regarding both spatial alignment and intensity of the first low-order multipoles, especially between the quadrupole and the octupole, is predominant in the WMAP data.

PAINEL 7

MATTER CREATION IN A FLAT FRW COSMOLOGY WITH NONLINEAR ELECTRODYNAMICS

**Calistrato Soares da Camara^{1,2}, Joel Camara Carvalho¹
1 - UFRN
2 - CEFET-RN**

In the last few years, many authors have proposed cosmological models with matter creation in the context of General Relativity where the particle production is due to mechanisms such as the imperfect fluid with bulk viscosity or the decaying vacuum. On the other hand, many works investigate a possibility of avoiding the cosmic initial singularity as consequence of nonlinear effects on the Maxwell electromagnetic theory. In this work, we analyze the Thermodynamics of the matter creation for cosmological models with nonlinear electrodynamics. We write the energy conservation law arising from Einstein field equations with cosmological term for a flat Friedmann-Robertson-Walker line geometry, solve the field equations and study how particles are created as the magnetic field changes with cosmic epoch. We calculate the adiabatic particle creation rate, the total number of particle and the scale factor as a function of time and find the constraints imposed by the second law of thermodynamics upon the cosmological solutions.

PAINEL 8

EVIDÊNCIAS DE TURBULÊNCIA NA EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA EM GRANDE ESCALA A PARTIR DE SIMULAÇÕES DE N-CORPOS COSMOLÓGICAS

**César Augusto Caretta, Reinaldo Roberto Rosa, Fernando Manuel Ramos
INPE**

Os resultados da observação da estrutura em grande escala, especialmente os obtidos no último quarto de século, mostraram que a matéria bariônica, que forma galáxias e aglomerados de galáxias, está distribuída numa rede de filamentos, paredes e superaglomerados de galáxias. O modelo cosmológico padrão e as observações da radiação cósmica de fundo sugerem que esta estrutura evoluiu a partir de pequenas

perturbações numa distribuição homogênea primordial de matéria e energia. Os mecanismos propostos para explicar a formação dessa estrutura, baseados na expansão do Universo e na ampliação gravitacional dessas instabilidades, quando aplicados à matéria escura, conseguem reproduzi-la em simulações de N-corpos. Contudo, os processos que ocorrem no regime não-linear de crescimento das flutuações, característico das escalas pequenas e intermediárias, ainda não são bem compreendidos. Nesse sentido, os modelos semi-analíticos puramente gravitacionais mostram similaridades com modelos de turbulência em fluidos, o que sinaliza um caminho a seguir para o entendimento desses processos. No presente trabalho apresentamos os primeiros resultados da busca de sinais de turbulência em simulações de N-corpos (Λ CDM) do Consórcio Virgo, particularmente a existência de leis de escala em diferentes *redshifts*. Nessas simulações, sistemas de diferentes escalas (galáxias, grupos, aglomerados e superaglomerados) são identificados pelo método de percolação e espectros da distribuição de energias são obtidos a partir das interações gravitacionais de correlação entre os sistemas. Análises preliminares sugerem que a evolução não-linear das estruturas em escala intermediária pode ser caracterizada por um espectro cosmológico do tipo Kolmogorov composto da energia gravitacional de correlação como função do número de onda definido como o inverso do *redshift*.

PAINEL 9

CHAPLYGIN GAS DARK ENERGY: NEW CONSTRAINTS FROM GALAXY

**João Vital da Cunha¹, Jailson Souza Alcaniz²,
José Ademir S. Lima^{3,1}**

1 - UFRN

2 - ON

3 - IAG/USP

The recent observational evidences for the present accelerated stage of the Universe have stimulated renewed interest for nonstandard cosmologies. In this paper we update a recent work on the so-called generalized Chaplygin gas by considering the new Chandra measurements of X-ray gas mass fraction of 26 rich clusters. By assuming a spatially flat scenario and the equation of state $p_c = -A/\rho c^\alpha$, we place the following limits on the cosmological parameters α , A_s and Ω_m : (i) $A_s \geq 0.945$ and $0.186 \leq \Omega_m \leq 0.319$ (2σ) if the parameter $\alpha = 1.0$ (normal Chaplygin gas) and (ii) $0.88 \leq A_s \leq 1.0$ and the entire range of α (2σ) if the parameter $\Omega_m = 0.24$ (best fit). The data set favor the cosmological constant with $\alpha \simeq 0.0$ and $A_s \simeq 1.0$. We also show that stringent constraints on the model parameters are obtained from a joint analysis involving X-ray and supernova type Ia data. Our results are in good agreement with independent studies based on other observations. In particular, the generalized Chaplygin gas decomposition for unification of dark energy and dark matter as proposed by Bento *et al.* 2004 has also been confronted with this test.

PAINEL 10

ORIGEM DE CAMPOS MAGNÉTICOS PRIMORDIAIS

**Rafael da Silva de Souza, Reuven Opher
IAG/USP**

Campos magnéticos devem ter tido um papel importante na formação dos primeiros objetos do Universo, uma vez que são fundamentais na formação de estrelas em baixo redshift. Na década passada muitos objetos foram observados em redshifts $z \sim 0,4-2$, e também em $z \sim 6$, todos possuindo campos magnéticos da ordem de μG . A origem destes campos ainda é um dos grandes problemas da astrofísica. Segundo o teorema da flutuação dissipação, mesmo um plasma não magnetizado possui flutuações de campo magnético. A densidade de energia destas flutuações é dada por $\epsilon_B = B^2/8\pi \propto Tn^{3/2}$, onde B é o campo magnético gerado, T e n são a temperatura e a densidade do plasma respectivamente. Este processo torna-se muito importante no início do Universo quando temos grandes temperaturas e densidades. Neste trabalho estudamos a origem dos campos magnéticos devido estas flutuações em um plasma de elétron pósitrons, quando o Universo tinha 10^{-2} s de idade. Calculamos o tamanho destas flutuações e a intensidade do seu campo magnético em função do redshift. Estudamos sua influência na radiação cósmica de fundo e seus efeitos observacionais.

PAINEL 11

RESULTADOS DO EXPERIMENTO BEAST

Newton Figueiredo¹, BEAST Colaboration^{2,3}

1 - Universidade Federal de Itajubá
2 - University of California, Santa Barbara
3 - INPE

Apresentamos os resultados das medidas da anisotropia da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM) realizadas pelo experimento BEAST (Background Emission Anisotropy Scanning Telescope) nas faixas de 30 GHz e 40 GHz. O experimento consiste num radiotelescópio gregoriano não axial de 2,2 metros, em cujo plano focal há 6 cornetas na banda Q (40 GHz) e 2 cornetas na banda Ka (30 GHz), que alimentam um conjunto de amplificadores HEMT criogênicos. O mapa produzido compreende uma região anular limitada pelas declinações 33° e 42° N, com uma área total de 2470 graus quadrados e uma resolução efetiva de 23 minutos de arco na banda Q e 30 minutos de arco na banda Ka. Apresentamos também o espectro de potência angular da RCFM obtido a partir desses dados para multipolos compreendidos entre 100 e 600, bem como a contribuição da emissão da Galáxia presente nesses mapas, estimada a partir da correlação com mapas em 100 μ m, 408 MHz e H α . Também apresentamos uma descrição do instrumento e um detalhamento de suas características ópticas.

PAINEL 12

**PARTICLE-LIKE DESCRIPTION FOR QUINTESSENCIAL
FRW COSMOLOGIES**

Rodrigo Fernandes Lira de Holanda¹, José Ademir S. Lima^{2,1}

1 - UFRN
2 - IAG/USP

The problem of obtaining classical analogs to the class of Friedmann-Robertson-Walker cosmologies is fairly old. Milne and MacCrea(1934) were the first to treat the expansion of the universe in a consistent way within the framework of classical physics. Their formulations is based on the classical equations of fluid dynamics (conservation of mass, Euler's equation and Poisson's equation) and is considered mathematically rigorous only for a dust filled universe. The basic difficult arises because a uniform pressure p , in the Eulerian framework, does not play any dynamical or gravitational role at the level of the above mentioned equations. In this way, a radiation dominated universe ($p=1/3\rho$), for example, has no Newtonian analogous. In this work, we have extended the classical treatment to the accelerated cosmological FRW type models driven by X-matter or a Chaplygin gas. We have shown that the relativistic FRW cosmological equations can be obtained by using the classical Lagrangian formalism for a particle under the action of a convenient one-dimensional potential $V(q)$, where $q(t)$, the coordinate of the particle, plays the role of the scale factor $a(t)$.

PAINEL 13

COSMOLOGIAS COM DECAIMENTO DA ENERGIA ESCURA

Jorge Ernesto Horvath
IAG/USP

Estudamos neste trabalho as propriedades gerais de modelos cosmológicos com decaimento da energia escura (EE). Mostramos que, nas cosmologias onde a energia escura decai em matéria ou radiação, as equações de movimento podem ser combinadas para concluir, de forma muito geral, que a equação de estado $P_{EE} = -\omega P_{EE}$ da componente EE *deve* ser do tipo "phantom", isto é, corresponder a valores $\omega < -1$. Embora possa se "encaixar" perfeitamente dentro das restrições observacionais, esta possibilidade que já foi levantada na literatura, apresenta alguns problemas sérios na sua implementação. Discutimos o significado deste resultado e as alternativas para contornar os problemas apontados