

FORMAÇÃO DE ESTRUTURAS NO UNIVERSO - TEORIA LINEAR E SIMULAÇÕES NUMÉRICAS

Guilherme Gonçalves Ferrari¹, Rainer Karl Madejsky²

1 - UFRGS

2 - UEFS

Neste trabalho apresentamos os resultados de nosso estudo sobre a formação de estruturas no universo. Iniciamos com uma breve revisão d

o Modelo Padrão da Cosmologia, que serve de base para a maior parte das teorias sobre formação de estruturas e, nesse contexto, apresentamos a motivação para o nosso trabalho. Utilizamos uma variante da teoria linear de Jeans, que leva em conta um termo adicional de expansão cosmológica, e obtivemos uma equação de onda que descreve a evolução de pequenas flutuações de densidade logo após a recombinação. Analisamos suas soluções para o caso de um meio estático e em dois cenários cosmológicos. Mostramos que num meio estático o crescimento de flutuações ocorre a uma taxa exponencial. Levando em conta o termo de expansão cosmológica, mostramos que num universo vazio não ocorre crescimento. Por outro lado, a previsão para o modelo de Einstein-de Sitter é que as flutuações devem crescer proporcionalmente ao fator de escala do universo. Nós desenvolvemos um código N-body para simular a formação das estruturas num universo de Einstein-de Sitter e discutimos detalhadamente a maior parte dos métodos numéricos empregados. Os experimentos numéricos indicam que o mecanismo de instabilidade gravitacional é o principal responsável pelo crescimento das flutuações de densidade. O crescimento das flutuações foi verificado através do cálculo do contraste de densidade e os resultados mostram que a previsão teórica para o modelo de Einstein-de Sitter constitui uma aproximação muito boa no regime de crescimento linear. No regime não-linear a predominância de fusões entre sistemas é uma clara evidência de que as estruturas se formam hierarquicamente, como sugerem as observações. A grande semelhança entre a distribuição final das partículas e a distribuição observada de galáxias no universo é um dos resultados mais expressivos de nossas simulações. Esperamos comparar quantitativamente esses resultados com medidas observacionais futuramente.

RELAÇÃO ENTRE RAZÃO AXIAL E MAGNIFICAÇÕES PARA ARCOS GRAVITACIONAIS ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES

Pedro da Cunha Ferreira^{1,2}, Martín Makler^{2,3}

1 - IF/UFRJ

2 - CBPF

3 - DES - Brazil

O estudo de arcos gravitacionais vem recebendo crescente atenção nos últimos anos, tanto pelo aumento constante no número de objetos detectados, quanto pelos progressos na modelagem da formação desses sistemas. O que torna o estudo de arcos gravitacionais interessante é o fato de ser potencialmente a única ferramenta de exploração de regiões no centro de aglomerados de galáxias. Além disso, arcos gravitacionais podem ser um discriminante cosmológico, pois seus efeitos são sensíveis às distâncias. Um caminho para compreender a formação de arcos e melhorar sua modelagem é investigar as relações entre parâmetros locais e não locais das imagens produzidas pelo lenteamento gravitacional. Neste trabalho investigamos algumas dessas relações, como por exemplo, a conexão entre as magnificações tangencial e radial e a razão comprimento-largura de imagens. Com isto, visamos determinar a validade de uma aproximação muitas vezes utilizada em cálculos de estatística de arcos, que diz que a razão axial das imagens é igual à razão das magnificações. Para realizar este trabalho, implementamos programas em Python que controlam todo o processo, desde a geração das imagens - com o uso do aplicativo gravlens - até a identificação de imagens individuais com a medida dos parâmetros acima mencionados e a análise dos resultados. Nós geramos um grande número de fontes, para os modelos de lente da esfera isotérmica singular e de Navarro Frenk e White elípticos e calculamos as posições das imagens e as magnificações calculadas nos seus centros. Verificamos que a razão axial das imagens é de fato tão bem aproximada pela razão das magnificações quanto menor for a razão axial. Notamos que a dispersão entre essas duas grandezas depende da elipticidade da lente.

**CONSTRAINING MODELS OF COUPLED QUINTESSENCE WITH GAS
MASS FRACTION IN GALAXY CLUSTERS**

Rodrigo de Sousa Gonçalves¹, Jailson Souza de Alcaniz^{1,2}

1 - ON/MCT

2 - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/CRN

The recent observational evidence for the current cosmic acceleration have stimulated renewed interest in alternative cosmologies, such as scenarios with interaction in the dark sector (dark matter and dark energy). In general, such models contain an unknown negative-pressure dark component coupled with the pressureless dark matter and/or with the baryons that results in an evolution for the Universe rather different from the one predicted by the standard Λ CDM model. In this work we test the observational viability of such scenarios by using the most recent galaxy cluster gas mass fraction versus redshift data (42 X-ray luminous, dynamically relaxed galaxy clusters spanning the redshift range $0.05 < z < 1.1$) to place bounds on the parameter $[\epsilon]$ that characterizes the dark matter/dark energy coupling. The resulting constraints ($[\epsilon] < 0.1$ at 2σ) are consistent with, and typically more constraining than, those derived from other cosmological data. Although a time-independent cosmological constant (Λ CDM model, i.e., $[\epsilon] = 0$) is a good fit to these galaxy cluster data, an interacting dark energy component cannot yet be ruled out.

**EQUAÇÃO DE KOMPANEETS COM CRIAÇÃO DE FÓTONS E O EFEITO SUNYAEV-
ZELDOVICH**

Rodrigo Fernandes Lira Holanda, José Ademir Sales Lima

IAG/USP

A equação cinética de Kompaneets descreve o espalhamento Compton entre um campo de radiação não polarizado (isotrópico) e uma distribuição térmica de elétrons. Esta equação conserva o número médio de fótons e descreve a mudança no número de ocupação $n(\nu)$ dos fótons por um processo de difusão. Através desta equação de transporte é possível derivar o chamado efeito Sunyaev-Zeldovich (ESZ). O efeito consiste numa pequena distorção no espectro da radiação cósmica de fundo em microondas (RCF) causada pelo espalhamento Compton inverso que os fótons da radiação sofrem ao interagir com os elétrons energéticos (gás quente) que permeia os aglomerados de galáxias. Quando a RCF não tem injeção de fótons é possível mostrar que o efeito SZ é independente do redshift. Entretanto, existem muitos modelos cosmológicos acelerados com criação gravitacional de fótons. Alguns exemplos são as cosmologias com $\Lambda(t)$, ou seja, modelos com decaimento do vácuo. No caso de injeção ou criação adiabática de fótons, embora o espectro da RCF seja atualmente Planckiano, a forma da lei de evolução da temperatura nas cosmologias de Friedmann deve ser modificada. Neste contexto, nós generalizamos a equação de Kompaneets para o caso de criação adiabática de fótons e deduzimos uma nova expressão para o ESZ. Esta generalização pode ser significativa e passível de teste através das recentes e futuras medidas do ESZ.

**TESTE DE CONSISTÊNCIA DE FUNÇÕES DE LUMINOSIDADE
DE GALÁXIAS**

Alvaro S. Iribarrem¹, Marcelo B. Ribeiro², William R. Stoeger³

1 - OV/UFRJ

2 - IF/UFRJ

3 - University of Arizona

Podemos calcular a partir da Função de Luminosidade de galáxias (FL) densidades radiais numéricas e usá-las no estudo de inhomogeneidades observacionais no contexto da Cosmologia Observacional. No entanto, efeitos astrofísicos podem alterar a contagem de galáxias. É portanto interessante tentar identificar que eventuais desvios na homogeneidade observada esses efeitos podem causar. Nesse trabalho introduzimos um teste de consistência da FL com a cosmologia assumida em sua determinação usando a razão entre as funções de seleção obtidas da FL e a densidade radial numérica dada pelo lado direito das

equações de Einstein. Apresentamos o resultado desse teste para a FL do FORS Deep Field e discutimos a aparente inconsistência das observações com a cosmologia usada, FLRW com parâmetros $\Omega_{m0}=0.3$, $\Omega_{\Lambda}=0.7$ e $H_0=70 \text{ km.s}^{-1}.\text{Mpc}^{-1}$.

PAINEL 20

APPLYING A MODEL WITH VACUUM ENERGY DECAYING INTO DARK MATTER FOR THE MOLECULAR HYDROGEN FORMATION

Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza, Nilza Pires
UFRN

It is well known that the details of the decoupling of matter from the radiation should play an important role in the origin of the first structure limited by gravity in our Universe. The matter temperature variation allows us, with some assurance, to know the temperature that fixes the critical Jeans mass for formation of these bound systems. It has been pointed out by some authors that one also needs to know the residual ionization in the matter, due the relation between electrons and ions in mediating the formation of molecular hydrogen, that it is one of the main sources of cooling of the baryonic matter clouds. In the present work an analysis for the hydrogen molecular formation is presented in the context of a vacuum energy decaying into dark matter model, which appears to alleviating the cosmological constant problem arising between the particle physics/cosmological interface. This study shows the evolution of the molecular hydrogen fraction based on a simple assumption about the modified matter expansion rate form. Supposing a flat Universe, composed of baryonic and dark matter, having this last one component diluted as $\rho_d \propto a^{-3+[\text{epsilon}]}$, we take into account several physical mechanisms that act in the baryonic component, during and after the recombination era, for instance, the photon drag and the cooling due to the own H_2 creation. As some results, we argue the temporal variation of different physical quantities, as the temperature, redshift and the fraction of hydrogen formed for each [epsilon] parameter considered within the range $0 \leq [\text{epsilon}] \leq 0.2$.

PAINEL 21

CONSTRAINING $f(R)$ COSMOLOGIES WITH GALAXY CLUSTER X-RAY DATA

Janilo Santos
UFRN

One of the key problems at the interface between fundamental physics and cosmology today is to understand the physical mechanism behind the late-time acceleration of the Universe. In principle, this phenomenon may be the result of unknown physical processes involving either modifications of gravitation theory or the existence of new fields in high energy physics. Although the latter route is most commonly used - which gives rise to the idea of a dark energy component - following the former, at least two other attractive approaches to this problem can be explored. The first one is related to the possible existence of extra dimensions, an idea that links cosmic acceleration with the hierarchy problem in high energy physics, and gives rise to the so-called brane-world cosmology. The second one, known as $f(R)$ gravity, examine the possibility of modifying Einstein's general relativity by adding terms proportional to powers of the Ricci scalar R to the Einstein-Hilbert action. In varying this generalized action, we follow the Palatini variational approach in order to obtain the equations of motion, which generalize the Einstein's equations. At present, $f(R)$ gravity has been applied in Cosmology as a realistic alternative to dark energy. In this respect, a number of authors have investigated observational constraints on several $f(R)$ gravity models. As yet, theories of $f(R)$ gravity have been constrained using mainly data of type Ia supernovae (SNIa), cosmic microwave background radiation (CMBR) and large scale structure (LSS). In this work we use X-ray gas mass fraction of galaxy clusters (Chandra data) to put constraints on the free parameters of $f(R)=R-\beta/R^n$ models. This class of functions generalizes several proposals in the scientific literature such as the quadratic gravity and the so called CDTT model. We find ranges of n and β which give results compatible with several others analyses involving SNIa, CMBR and LSS. In our analysis however, we do not need any fraction of dark energy

PAINEL 22

HOMOGENEIDADES ESPACIAL E OBSERVACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DAS GALÁXIAS: CONTAGEM NUMÉRICA E MAGNITUDES

Luis Juracy Rangel Lemos^{1,2}, Marcelo Byrro Ribeiro³

1 - OV/UFRJ

2 - ICRA - Universidade de Roma

3 - IF/UFRJ

Nesse trabalho discutimos o relacionamento entre a contagem numérica e magnitudes no contexto de uma análise da diferença entre as definições de homogeneidades espacial e observacional. A distância módulo μ é utilizada para permitir escrever uma expressão do tipo $N_i \propto \mu^D$, onde N_i ; ($i=A, G, L, Z$) é a contagem numérica definida em termos de quatro distâncias cosmológicas: a distância por área d_A , a distância por área galáctica d_G , a distância de luminosidade d_L e a distância por desvio para o vermelho d_Z . Contagens numéricas são obtidas por meio da relação generalizada número-distância, $N_i = (B d_i)^D$, onde D é a dimensão fractal da distribuição e B é uma constante. Utilizando uma cosmologia de Einstein-de Sitter (EdS) para obter as funções $d_i = d_i(z)$, podemos escrever a contagem numérica por meio da relação generalizada número distância uma vez que as diferentes definições de distância em cosmologia são relacionadas pelo teorema da reciprocidade de Etherington, $d_L = (1+z)^2 d_A = (1+z) d_G$. Desta forma usando a relação usual entre magnitude aparente e distância de luminosidade podemos obter contagens em termos da distância módulo para diferentes valores da dimensão D . Assumindo o caso $D=3$, que implica em homogeneidade observacional por definição, verificamos que dependendo da escolha de distância cosmológica d_i a contagem numérica será espacialmente homogênea em apenas um caso, a saber quando $i=G$. Nos outros casos obtemos resultados discrepantes da homogeneidade espacial, mostrando que mesmo quando usamos um modelo espacialmente homogêneo por construção, EdS nesse caso, ambigüidades emergem tais que impedem conclusões definitivas quanto ao comportamento da distribuição em grande escala das galáxias no universo.