

Desvendando a Aceleração da Expansão do Universo com o Espectro de Potência Angular da Distribuição de Galáxias

Carolina M. Idelfonso de Souza*, Dra. Flávia Sobreira Sanchez

Resumo

Cerca de 70% do Universo é composto por Energia Escura – conteúdo de natureza desconhecida que causa a aceleração da expansão cósmica. Uma forma de inferir sobre a abundância de tal componente bem como sua variação durante os 13.8 bilhões de anos de história do Universo é através da Oscilação Acústica de Bárions. O projeto tem por objetivo vincular parâmetros cosmológicos a partir de medidas do espectro de potência angular da distribuição de galáxias do levantamento Dark Energy Survey.

Palavras-chave:

Energia Escura, Oscilação Acústica de Bárions, Expansão Cósmica

Introdução

Nossas teorias sobre o Universo são baseadas na Relatividade Geral que prevê que a gravidade é uma força atrativa que atua retardando qualquer expansão existente. No final da década de 1990 observações de Supernovas (explosões de estrelas) mostraram que o Universo tem uma dinâmica de expansão acelerada, e sendo assim devemos considerar uma nova forma de conteúdo energético agindo contra a gravidade em escalas cosmológicas: a Energia Escura. Não somos capazes de medir diretamente a Energia Escura, mas podemos observar a sua influência no crescimento de estruturas do Universo. Uma maneira de verificar tal influência é através da Oscilação Acústica de Bárions - uma assinatura na distribuição de galáxias resultante de um processo de transição quando os fótons se desacoplaram da matéria bariônica (prótons e elétrons) quando o Universo tinha alguns milhares de anos de existência. Dessa forma podemos observar uma distância característica na qual as galáxias estão distribuídas. Podemos inferir sobre a história da expansão cósmica e as características da Energia Escura (como a sua abundância e variação com o tempo) analisando a Oscilação Acústica de Bárions em diferentes redshifts – parâmetro que indica distâncias e tempo em cosmologia.

Uma maneira de mensurar tal observável é através do espectro de potencia angular, definido como:

$$\hat{C}_\ell = \frac{1}{2\ell + 1} \sum_{m=-\ell}^{\ell} |a_{\ell m}|^2$$

que em suma exibe o grau do contraste de densidade de galáxias de acordo com a separação angular entre elas.

Resultados e Discussão

Para realizar a medida do espectro de potência angular é preciso elaborar uma mapa de sobredensidade de galáxias. O pacote *HealPix* é utilizado na realização de tal tarefa, uma vez que ele permite a construção de mapas com simetria esférica e cujos pixels possuem áreas iguais – facilitando a contagem de objetos por pixel e identificação da densidade em cada ponto do mapa. Os mapas podem ser construídos com diferentes

resoluções (esta que é proporcional ao numero de pixels utilizados). Outra característica essencial para o mapa são as máscaras, que desconsideram os pixels que não devem ser analisados devido a alguma interferência na observação ou então fornecem um peso para cada pixel devido o efeito de sistemáticas.

Para computar o espectro de potência angular é utilizado um programa denominado *NaMaster*, que utiliza o método de pseudo-espectro. Como os códigos que computam o espectro de potência angular foram desenvolvidos para a análise de dados em todo o céu e os levantamentos de galáxias são realizados em frações da área total do céu, é necessário realizar uma correção na medida. O método do pseudo-espectro consiste no cálculo do espectro de potência angular considerando os pixels não observados como regiões com zero objetos e posteriormente, a partir da máscara, constrói a matriz de acoplamento, responsável pela correção na medida. Utilizando um catálogo de galáxias do levantamento Dark Energy Survey e o código *NaMaster*, realizei medidas do espectro de potência angular (Figura 1). O shot noise é um efeito resultante do fato de descrever como um campo contínuo a distribuição de galáxias – objetos de natureza discreta.

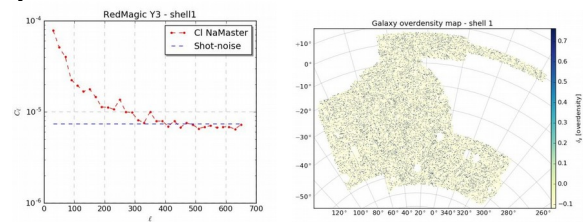


Figura 1: Medida do espectro de potência angular realizada com o *NaMaster* (esquerda). Mapa de sobredensidade de galáxias construído com o *HealPix* (direita).

Conclusão

Os próximos passos são utilizar métodos de reamostragem para inferir sobre as incertezas das medidas e a partir destas vincular parâmetros cosmológicos, dentre eles a densidade de Energia Escura.