

RESTRIÇÕES SOBRE A CONSTANTE DE ESTRUTURA FINA EM AGLOMERADOS DE GALÁXIAS

Alinhar à direita

Leonardo Colaço¹; Rodrigo Holanda²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, colacolrc@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, holanda@on.br

Introdução

A Cosmologia Observacional é uma subárea da Cosmologia que foi desenvolvida com bastante acurácia nos últimos anos devido à grande evolução tecnológica dos instrumentos utilizados em observações astronômicas, tornando então a Cosmologia uma ciência mais precisa, onde um dos principais objetivos desta é estimar o valor preciso dos mais diversos parâmetros cosmológicos (Mantz *et al.*, 2008; Chandrachani, Gonzales e Alcaniz, 2014; Ikebe *et al.*, 2002). Dentro das ferramentas astronômicas, os aglomerados de galáxias são os objetos astronômicos mais maciços surgidos desde a formação da estrutura hierárquica do Universo e diversas informações cosmológicas podem ser extraídas de suas observações (Lima Neto, 2014). Sendo assim, o principal objetivo do presente trabalho é sondar uma possível variação da constante de estrutura fina, uma constante fundamental que surge naturalmente de cálculos da energia degenerada dos elétrons presente nas camadas eletrônicas dos átomos (Griffiths, 2008). Para isto, foi desenvolvido um método capaz de investigar uma possível variação com o *redshift* de α através da Distância de Diâmetro Angular oriundos do Efeito Sunyaev Zel'dovich (ESZ) juntamente ao Brilho Superficial em raios-X (SX) dos aglomerados de Galáxias (Colaço *et al.*, 2016). Portanto, uma violação da relação fundamental da constante de estrutura fina α indicaria em uma assinatura de um afastamento do Princípio de Equivalência de Einstein (Dirac, 1937; D'Inverno, 1992; Lambourne, 2010), pois uma forma de testar o Princípio de Equivalência de Einstein é por variação das constantes fundamentais da natureza.

Metodologia

A técnica de obtenção de Distância de Diâmetro Angular através do ESZ/SX de Aglomerado de Galáxias foi inicialmente discutida por vários autores (Silk and White, 1978; Cavaliere *et al.*, 1976) e graças ao recente avanço tecnológico foi possível aplicar esta técnica para um número razoável de aglomerados (Bonamente *et al.*, 2006; De Filippis *et al.*, 2005). Sendo assim, essa técnica também pode ser utilizada em testes de validação da Relação de Dualidade da Distância Cósmica (RDDC), inicialmente elaborado por (Uzan *et al.*, 2004) a fim de obter uma nova técnica física, pelo qual várias informações físicas e cosmológicas podem ser extraídas através desta técnica. Por outro lado, O Princípio de Equivalência de Einstein (PEE) é fundamental para a TRG e implica na existência de um tensor métrico com o qual a matéria está minimamente acoplada. Uma forma geral de violar este princípio é introduzir um acoplamento multiplicativo não mínimo entre o campo escalar e os campos de matéria. Logo, (Hees *et al.*, 2014) mostraram que a introdução da lagrangiana eletromagnética na ação clássica, levaria a variações espaço-temporais das constantes fundamentais. Assim, foi utilizado o Modelo Dilaton Runaway, um modelo teórico que nos auxiliará na investigação da evolução do Dilaton,

$\varphi(z)$, em baixos redshifts. Portanto, a fim de obter restrições para $\varphi(z)$, foi utilizado no presente trabalho dados de aglomerados de galáxias e dados de Supernovas tipo Ia (SNe Ia), amostra de (De Filippis *et al.*, 2005) e da Union 2.1 Compilation de Supernovas tipo Ia (Susuki *et al.*, 2012), respectivamente.

Resultados e discussões

A fim de realizar as análises cabíveis, foi obtido 25 medidas de Distância de Luminosidade das observações atuais de Supernovas tipo Ia, feitas por (Susuki *et al.*, 2012), dentro das medidas de Distância de Diâmetro Angular, levando em conta uma relação direta mostrado por (Hees *et al.*, 2014) entre a variação de α e a chamada Relação de Dualidade de Distância Cósmica. Quando combinadas com as 25 medidas de DDA observada dos aglomerados de galáxias no alcance de redshifts entre $0,023 < z < 0,784$, esses conjuntos de dados impõem limites cosmológicos em $\varphi(z)$ para uma classe de Modelos Dilaton Runaway. Assim, Foi encontrado um valor $\Delta\alpha/\alpha = (0,037 \pm 0,157)\ln(1 + z)$ em uma região de confiança estatística de 1σ (63,8%), o qual é consistente com uma não violação da constante de estrutura fina. É importante enfatizar que, embora os limites aqui obtidos são mais fracos do que em outros métodos, ele depende de mecanismos físicos completamente diferentes na faixa de desvio para o vermelho. Além disso, a técnica ESZ/SX independe de qualquer calibrador normalmente adotado nas determinações da escala de distância.

Conclusões

Devido aos diversos levantamentos do ESZ que estão em andamento, nosso método reforça ainda mais o interesse na pesquisa observacional para a combinação do Efeito Sunyaev-Zel'dovich com o brilho Superficial em raios-X para os aglomerados de galáxias. E por fim, acreditamos que análises futuras em α abrirão precedentes observacionais para a investigação de mecanismos oriundos de uma nova física.

Palavras-Chave: Efeito Sunyaev Zel'dovich, Modelo Dilaton Runaway, Aglomerado de Galáxias.

Referências

- [1] Mantz, A.; Allen, S. W.; Ebeling, H.; Rapetti, D., New constraints on dark energy from the observed growth of the most X-ray luminous galaxy clusters. *MNRAS*, 2008, 387, 1179.
- [2] Chandrachani, D. N.; Gonzales, J. E. e Alcaniz, J. S., Constraining thawing and freezing models with cluster number counts, 2014. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2014, 06, 055.
- [3] Ikebe, Y.; Reiprich, T. H.; Bohringer, H.; Tanaka, Y.; Kitayama, T., A new measurement of the X-ray temperature function of clusters of galaxies. *A & A*, 2002, 383, 773.
- [4] Lima Neto, G. B., *Astronomia Extragaláctica*. S. Paulo, Ed. Univ. de S. Paulo, 2014. 257 f. Notas de Aula.

- [5] Holanda, R. F. L.; Colaço, L. R.; Busti, V. C.; Alcaniz, J. S. & Landau, S. J., Galaxy clusters, type Ia Supernovae and the fine structure constant. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP)*, série 08, v. 2016, p. 055, 2016.
- [6] Dirac, P. A. M., The cosmological constants. *Nature* 139, 323, 1937.
- [7] D’Inverno, R., *Introducing Einstein’s Relativity*. Oxford University Press, USA, 1992.
- [8] Lambourne, R. J. A., *Relativity, Gravitation and Cosmology*. Cambridge University Press, 2010. 307p.
- [9] Silk, J.; White, S. D. M., The Determination of Q_0 using X-ray and microwave observations of galaxy clusters. *ApJ*, 1978, vol. 226. p.L103.
- [10] Cavaliere, A.; Danese, L.; de Zotti, G., Cosmic distances from X-ray and microwave observations of clusters of galaxies. *A & A*, 1976, vol. 49, p. 137.
- [11] Bonamente, M.; Joy, M. K.; Laroque, S. J.; Carlstrom, J. E.; Reese, E. D.; Dawson, K. S., Determinations of the Cosmic Distance Scale from Sunyaev-Zel’dovich Effect and Chandra X-Ray measurements of High Redshift Galaxy Clusters. *ApJ*, 2006, vol. 647, p. 25.
- [12] De Filippis, E.; Sereno, M.; Bautz, M. W.; Longo, G., Measuring the Three-dimensional Structure of Galaxy Clusters. I. Application to a Sample of 25 Clusters. 2005, *ApJ*, 625, 108.
- [13] Uzan, J. P.; Aghanim, N.; Mellier, Y., The distance duality relation from X-ray and SZ observations of clusters. 2004, *Phys. Rev. D*, 70, 083533.
- [14] Hees, O.; Minazzoli, A. & Larena, J., Breaking of the equivalence principle in the electromagnetic sector and its cosmological signatures. 2014, *PRD* 90, 124064.
- [15] Susuki, N.; Rubin, D.; Lidman, C.; Aldering, G.; Amanullah, R.; et al., The Hubble Space Telescope Cluster Supernova Survey: V. Improving the Dark Energy Constraints Above $z > 1$ and Building an Early-Type. Hosted Supernova Sample. The updated supernova Union2.1 compilation of 580 SNe. *The Astrophysical Journal*, Volume 746, Issue 1, article id. 85, 24 pp. (2012). (De Filippis et al., 2004).
- [16] Griffiths, D., *Introduction to Elementary Particles*. ISBN, Second edition, ed. Wiley-VCH, 2008.