



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - 2019

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E GEOMÉTRICOS PARA O PAR DE GALÁXIAS INTERAGENTES ESO 505-IG 030 E ESO 505-IG 031

**Elis Cristina Silva Sales¹; Vera Aparecida Fernandes Martin² e Paulo César da
Rocha Poppe³**

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: eliscris.sales@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ymartin@uefs.br
3. Participante do projeto, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: paulopoppe@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: espectroscopia; redução de dados; galáxias interagentes.

INTRODUÇÃO

Analisar e compreender a estrutura das galáxias tem sido uma tarefa difícil ao longo do estudo da astronomia. Com o intuito que corroborar com o processo investigativo, esse trabalho é fruto de uma análise mais detalhada das galáxias ESO 505-IG 030 e ESO 505-IG 031, e sua interação. (Figura 1)

Trata-se de duas galáxias espirais não barradas (S_c) com magnitudes visuais $m_v=16,00$ (ESO 505-IG 030) e $m_v=15,49$ (ESO 505-IG 031) na banda V, pertencentes à Categoria 15 do Catálogo de Arp & Madore. O referido par de galáxias interagentes foi escolhido para ser investigado através da espectroscopia de fenda longa dentro da colaboração científica que envolve a UEFS, o LNA/MCTIC e a UNIVAP materializada dentro do projeto de pesquisa “Galáxias Peculiares: Continuidade do Projeto de Longo Prazo no OPD- LNA/MCTIC”.

Por fim, para melhor caracterizar os objetos em questão, este trabalho objetiva investigar os espectros calibrados (fluxo e comprimento de onda) do OPD/LNA e as imagens fotométricas disponíveis nas bandas BVR, para explorar propriedades físicas e geométricas relativas ao par de galáxias interagentes ESO 505-IG 030 e ESO 505-IG 031.



Figura 1. Imagem no óptico do par de galáxias peculiares interagentes ESO 505-IG 030 (direita) e ESO 505-IG 031 (esquerda). Direção Norte para cima e o Leste para a esquerda. Fonte: <https://ned.ipac.caltech.edu/>.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

Os parâmetros geométricos foram estimados a partir das imagens fornecidas pelo banco de dados do Aladin Sky Atlas (<http://aladin.u-strasbg.fr>), em que, a imagem necessária com a devida escala de placa para a construção da relação entre pixel e segundos de arco (1 pixel = 0,25 segundos de arco) já foi obtida. Uma vez calculados os semi-eixos maior (a) e menor (b) para cada galáxia, o valor da elipticidade será obtida através da relação $e=1-b/a$; a excentricidade será determinada pela equação $\varepsilon=[(a/b)^2-1] / [(a/b)^2+1]$; a inclinação de cada galáxia com respeito ao plano do céu será calculada através expressão $i=\cos^{-1}(b/a)$.

Para as galáxias ESO 505-IG 030 e ESO 505-IG 031, respectivamente, um total de 14 e 11 aberturas foram realizadas para cada perfil espacial. As variáveis necessárias para cada cálculo serão obtidas para cada espectro da janela de extração de 3 segundos de arco através do ambiente IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Com a tarefa XCSAO presente no pacote RVSAO (Radial Velocity of Smithsonian Astrophysical Observatory, Kurtz & Mink 1998) do ambiente IRAF determina-se a velocidade heliocêntrica das galáxias em questão. É possível, posteriormente, obter o gráfico da curva de rotação, i.e., velocidade de rotação por distância galactocêntrica - que será calculada através da Lei de Hubble, em que poderemos analisar o comportamento de cada galáxia.

Através do código STARLIGHT (Cid Fernandes et al. 2005) é possível modelar o representativo da contribuição estelar do espectro estudado e, através desse modelo, determinar qual a idade e a metalicidade das estrelas presentes. Além de nos proporcionar a velocidade de dispersão (σ_R), variável que permite obter uma estimativa da massa virial ($M(R) = 5R(\sigma_R)^2 G^{-1}$), i.e., a massa dentro do raio R virial, um raio dentro do qual uma perturbação esférica de densidade é considerada.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Usando as equações citadas na metodologia e presentes no banco de dados NED/NASA-IPAC, calcula-se os parâmetros geométricos que estão na Tabela 1. Existe uma incerteza no resultado devido ao procedimento não garantir os limites corretos de cada galáxia a partir da imagem. Ainda assim, os valores fornecem uma aproximação para os tamanhos relativos de cada objeto.

Tabela 1: valores dos parâmetros geométricos das duas galáxias

Galáxia	Eixo Maior (2a)	Eixo menor (2b)	$e = 1-b/a$	$\varepsilon = [(a/b)^2-1] / [(a/b)^2+1]$	$i = \arcsin(b/a)$
IG 030	26.25	14.41	0.44	0.55	56°46'
IG 031	21.81	12.06	0.45	0.53	56°29'

Outros parâmetros também foram determinados (Tabela 2): redshift (z), velocidade heliocêntrica (v) e a distância (d). Neste trabalho, assumimos a constante de Hubble igual a $H_0 = 73 \text{ km/s/Mpc}$ (Freedman & Madore 2010).

Tabela 2: valores dos parâmetros físicos

Galáxia	z	$v(\text{Km/s})$	$d(\text{Mpc})$
ESO 505-IG 030 (este trabalho)	0,040660	11944 ± 17	163,6
Sekiguchi & Wolstencroft (1993)	0,039714	11906 ± 32	163,1
ESO 505-IG 031 (este trabalho)	0,040498	11895 ± 53	162,9
Nicolaci da Costa et al. (1988)	0,039434	11822 ± 36	161,9

A pequena diferença obtida em nossos resultados para as velocidades (aproximadamente 50 Km/s) reforça a natureza interagente dos objetos, em que associa-se ao processo de interação gravitacional o efeito de maré (Barnes & Hernquist 1992). Os resultados estão em bom acordo com os publicados na literatura: IG 030 (Sekiguchi & Wolstencroft 1993) e IG 031 (Nicolaci da Costa et al. 1988).

Através da tarefa XCSAO calculamos as velocidades radiais heliocêntricas com relação ao núcleo de cada galáxia, permitindo construir um gráfico da velocidade pela distância galactocêntrica (Figura 2). A galáxia ESO 505-IG 030 apresenta um comportamento rotacional revelando que o Leste se aproxima (blueshift) e o Oeste se afasta (redshift) do observador e a ESO 505-IG 031 se comporta da mesma maneira. Outro aspecto que pode ser notado consiste na “deformação” que as curvas rotacionais estão apresentando, a qual é provocada pela interação existente entre os objetos, claramente evidenciada.

Outro resultado importante obtido trata da população estelar presente nos espectros estudados, no qual foi determinada através do código de síntese de população estelar STARLIGHT. O código permite calcular as respectivas idades e as metalicidades envolvidas para as estrelas subjacentes presentes no espectro observado. Em termos das estrelas jovens ($t \leq 5 \times 10^7$ anos), de idade intermediária ($5 \times 10^7 \leq t \leq 2 \times 10^9$ anos) e velhas ($2 \times 10^9 \leq t \leq 13 \times 10^9$ anos). A partir da síntese espectral, obtemos 60%, 24% e 16% respectivamente, para a galáxia ESO 505-IG 030 e 78%, 22% e 0% para a ESO 505-IG 031. A metalicidade é a quantidade de abundância de metais em relação ao hidrogênio e, para as duas galáxias, a porcentagem é, aproximadamente 0,16%.

As velocidades de dispersão obtidas de ambas galáxias foram utilizadas para estimar as massas: $1,5 \times 10^{11} M_{\text{Solar}}$ (ESO 505-IG 030) e $9,2 \times 10^{10} M_{\text{Solar}}$ (ESO 505-IG 031).

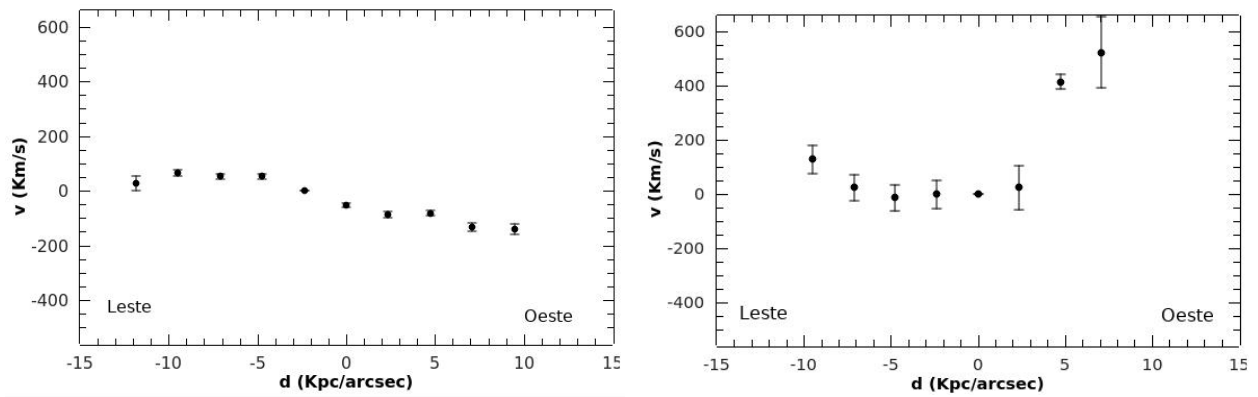


Figura 2: gráfico da curva de rotação da galáxia ESO 505-IG 030 esquerda e ESO 505-IG 031 a direita, com seus respectivos erros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Existe a perspectiva de obter imagens fotométricas dedicadas deste par de galáxias em uma próxima missão observacional no OPD/LNA. Os parâmetros geométricos calculados foram obtidos a partir da imagem óptica presente no banco de dados do Aladin. Os valores encontrados de velocidade heliocêntrica reforçam a natureza interagente dos objetos devido à pequena diferença (aproximadamente 50Km/s). As curvas de rotação obtidas são típicas para galáxias espirais. Porém, apenas as regiões mais centrais foram exploradas neste trabalho, tendo em vista que uma forte dispersão nos valores das velocidades está presente para $d > 15\text{kpc/arcsec}$, já que, o fato do sistema estudado ser fortemente interagente, dificulta-se uma análise para regiões muito distantes do núcleo. As idades e as metalicidades envolvidas foram fornecidas pela síntese espectral de população estelar, via código STARLIGHT. Estimativas das massas foram obtidas a partir das velocidades de dispersão das galáxias em estudo. Os valores determinados ($1,5 \times 10^{11} M_{\text{Solar}}$ para a ESO 505-IG 030 e $9,2 \times 10^{10} M_{\text{Solar}}$ para a ESO 505-IG 031) encontram-se dentro do intervalo esperado para galáxias espirais: 10^9 a $10^{12} M_{\text{Solar}}$.

REFERÊNCIAS

- Arp, Halton C.; Madore, Barry F.; A Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations: Volume 1, Positions and Descriptions. Cambridge University Press, 1987.
- Kurtz, M., Mink, D.J., PASP, 1998, Vol. 110, 750, 934-977
- Cid Fernandes, R., Mateus, A., Sodré, L., Stasińska, G., Gomes, J., 2005, MNRAS, 358, 2, 363
- Barnes, J. E., Hernquist, L., 1992, ARAA, 30, 705
- Sekiguchi, K., Wolstencroft, R. D. Spectroscopic observations of Arp–Madore interacting galaxies–II. Galaxies with tails, loops of material or debris. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, v. 263, n. 2, p. 349-359, 1993.
- da Costa, L. Nicolaci; Pellegrini, P. S.; Sargent, W. L. W.; Tonry, J.; Davis, M.; Meiksin, A.; Latham, David W.; Menzies, J. W.; Coulson, I. A., 1998, ApJ, 327, 544