

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS, FÍSICOS E QUÍMICOS PARA A GALÁXIA PECULIAR AM0117-412

Giuna Alves Silva¹; Paulo César da Rocha Poppe ² e Vera Aparecida Fernandes Martin³

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

PALAVRAS-CHAVE: Astrofísica Extragaláctica – Espectroscopia – Galáxias Peculiares

INTRODUÇÃO

Compreender a estrutura das galáxias e sua formação tem sido uma tarefa árdua ao longo do estudo da ciência extragaláctica, e muitas dúvidas ainda não foram sanadas. Com o intuito que corroborar com o processo investigativo, esse trabalho é fruto de uma análise mais detalhada da galáxia AM 0117-412 (Figura 1).

Determinar os parâmetros geométricos, físicos e químicos é fundamental para traçar a trajetória evolutiva do objeto, e assim elucidar a morfologia atual. A galáxia em estudo é descendente de uma interação gravitacional de dois corpos que se fundiram, está contida no catálogo de Arp e Madore (1987), na categoria 15: “Galaxies with Tails, Loops of Material or Debris”, o qual é dividido em 25 categorias distintas.

O objetivo geral da pesquisa é estabelecer os parâmetros geométricos como: eixo maior, eixo menor, excentricidade, elipticidade e ângulo de inclinação. Para os parâmetros físicos queremos redshift, velocidade e distância. Por fim, analisaremos os parâmetros químicos.

Este trabalho é uma finalização de projetos anteriores com o mesmo objeto, onde os dados espectroscópicos foram colhidos no OPD/LNA(Observatório do Pico dos Dias/ laboratório Nacional da Astrofísica).

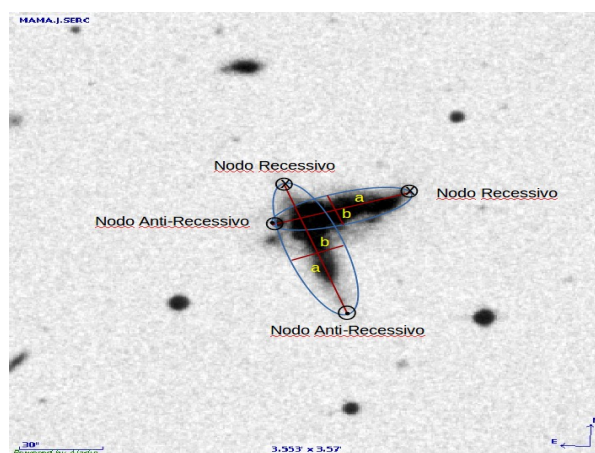


Figura 1: Representação das elipses ajustadas para calcular os semieixos maior (a) e menor (b). Os nodos representam simbologias para as velocidades de recessão, de acordo com as curvas de rotação.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

Os espectros ópticos devidamente calibrados em fluxo ($\text{ergs/cm}^2/\text{s}/\text{\AA}$) e comprimento de onda (\AA) já foram devidamente obtidos no projeto de pesquisa anterior, cujo objetivo foi o de simular o objeto de estudo com o código GADGET-2 (Simulações Cosmológicas de N-Corpos, Springel 2001, 2005). Por outro lado, a imagem necessária com a devida escala de placa para a construção da relação entre pixel e segundos de arco já foi obtida no Aladin Sky Atlas, disponível em <http://aladin.u-strasbg.fr>.

Para as galáxias ESO 296-IG 011 NED01 e ESO 296-IG 011 NED02, respectivamente, um total de 34 e 37 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). Em particular, os semi-eixos maior (a) e menor (b) serão estimados a partir da imagem do Aladin Sky Atlas, a partir da relação 1 pixel = 0,25 segundos de arco. O valor da elipticidade é obtido através da relação $e = 1 - b/a$; a excentricidade, por sua vez, será determinada pela equação $(a/b)^2 - 1 / [(a/b)^2 + 1]$; a inclinação de cada galáxia com respeito ao plano do céu é calculada através expressão $i = \arcsin(b/a)$; uma estimativa da massa da galáxia será obtida através da curva de rotação usando o Teorema do Virial.

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, calculamos os parâmetros geométricos que estão da tabela 1. É claro que existe uma incerteza associada ao procedimento, uma vez que não temos certeza absoluta dos limites de cada galáxia a partir da imagem. Contudo, os resultados fornecem uma primeira aproximação para os tamanhos relativos de cada objeto.

Tabela 1: valores dos parâmetros geométricos do NED01 e NED02.

	Eixo maior (“)	Eixo menor (“)	e	ϵ	i (em relação ao plano do céu (°))
	2a	2b	1-b/a	$[(b/a)^2 - 1] / [(b/a)^2 + 1]$	$\cos i = (b/a)$
NED01	60,7	22,65	0,63	0,14	68.1
NED02	58,8	13,53	0,77	0,37	76.7

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

Tabela 2: Parâmetros cinemáticos.

	Parâmetros cinemáticos determinados.			Parâmetros cinemáticos publicados.		
	z	v(Km/s)	d(Mpc)	z	v(Km/s)	d(Mpc)
NED01	0,01702	5060±8	69,3	0,01685	5520±36	69,2
NED02	0,01708	5121±16	70,16	0,01708	v(Km/s)	72,2

A pequena diferença obtida (~60 km/s) reforça a natureza interagente dos objetos que originaram a morfologia “Boomerang” observada. Os resultados estão em bom acordo com os publicados na literatura: NED01 (Laubers et al. 1979) e NED02 (Sekiguchi e Wolstenkroft 1992). Para a obtenção da massa das galáxias, utilizamos os resultados da curva de rotação.

Em galáxias espirais, o movimento circular das estrelas no disco é dominante sobre o movimento desordenado das estrelas do bojo, e a massa pode ser determinada através da curva de rotação, $v(R) \times R$, i.e., velocidade de rotação em função da distância galactocêntrica. Sendo $M(R)$ a massa contida dentro de um raio R , onde “ G ” é a constante gravitacional: $M_{gal} = R v^2(R) G^{-1}$. Com a tarefa “XCSAO” (A Radial Velocity Package for the IRAF Environment, Kurtz et al. 1992) presente no pacote RVSAO/IRAF, 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 NED01 apresenta um comportamento rotacional revelando que a parte Sul se aproxima (blueshift) e a Norte se afasta (redshift) do observador. Um efeito semelhante pode ser verificada na galáxia NED02: blueshift (Leste) e redshift (Oeste). Outro aspecto que pode ser notado consiste na “deformação” das curvas rotacionais que são provocadas pela interação existente entre ambas galáxias, claramente evidenciada. A galáxia NED01 apresenta uma curva mais “comportada” em relação à galáxia NED02. A partir das curvas de rotação, as velocidades circulares obtidas de ambas galáxias foram utilizadas para estimar as massas: $3,8 \times 10^{11} M_{solar}$.(NED01) e $5,2 \times 10^{11} M_{solar}$ (NED02).

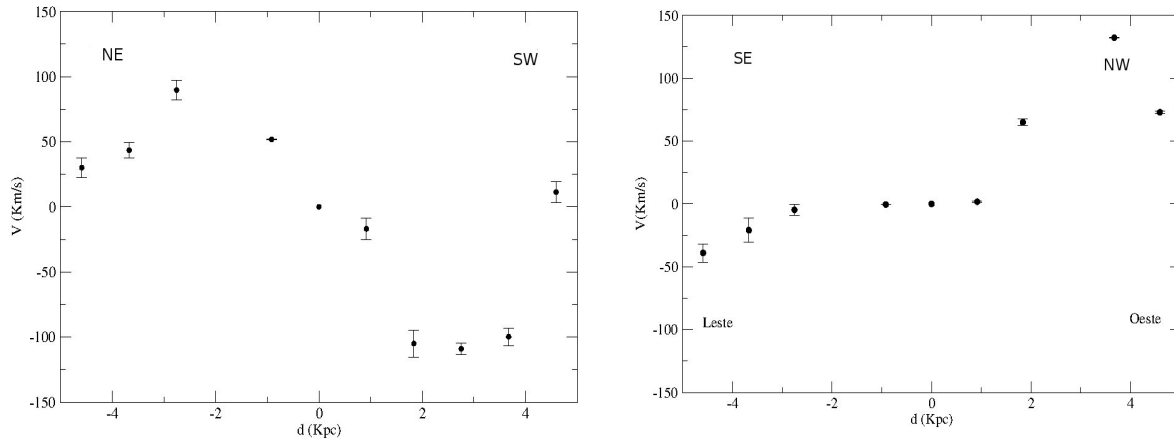


Figura 2: Curva de rotação da galáxia NED01 esquerda e NED02 a direita. Apenas os pontos centrais estão distribuídos ao longo da curva, com os respectivos erros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Os parâmetros geométricos calculados foram obtidos a partir da imagem óptica presente no banco de dados do Aladin. Contudo, esperamos realizar futuramente uma fotometria UBVRI-Ha para expressar melhor as variáveis geométricas obtidas, assim como caracterizar um estudo fotométrico refinado nestas bandas. Em particular, imagens neste último filtro permitirão identificar às regiões de formação estelar nos objetos. As curvas de rotação obtidas são típicas para galáxias espirais. Mas apenas as regiões mais centrais foram exploradas neste trabalho, tendo em vista que uma forte dispersão nos valores das velocidades estão presentes para $r > 5\text{kpc}$. Este resultado está ligado ao fato do sistema estudado ser fortemente interagente, o que dificulta uma análise para regiões muito distantes do núcleo. Estimativas das massas foram obtidas a partir das curvas de rotação. Os valores determinados (NED01: $3,8 \times 10^{11} M_{\text{Solar}}$. e NED02: $5,2 \times 10^{11} M_{\text{Solar}}$) encontram-se dentro do intervalo esperado para galáxias do tipo espiral: $10^9 - 10^{12} M_{\text{solar}}$.

REFERÊNCIAS

- Arp H. C., Madore B. F., 1986, Vol. I, Positions and Descriptions, Clarke-Irwin, Toronto.
- Freedman W.L., Madore B.F., 2010, ARA&A, 48, 673.
- Lauberts A.; Bergvall N. A. S.; Ekman A. B.G.; Westerlund B. E. Eight southern galaxies with strong emission-line spectra, A&ASS, vol. 35, p.55-62, 1979.
- Kurtz, M.J., Mink, D.J., Wyatt, W.F., Fabricant, D.G., Torres, G., Kriss, G., and Tonry, J.L. 1992, in Astronomical Data Analysis Software and Systems I, ASP Conf. Ser., Vol. 25, eds. D.M. Worrall, C. Biemesderfer, and J. Barnes, 432.
- Sekiguchi, Kazuhiro; Wolstencroft, Ramon D., Spectroscopic observations of Arp-Madore interacting galaxies. I – Pairs of comparably sized galaxies, MNRAS, 255, 581-593, 1992.
- Springel V., Yoshida N., White S. D. M., 2001, NAst, 6, 79.
- Springel V., 2005, MNRAS, 364, 1105.