

## ESTUDO ESPECTROSCÓPICO DAS GALÁXIAS ANELADAS PECULIARES: UM48, NGC450 E NGC7714

**Diêgo Oliveira dos Santos<sup>1</sup>; Iranderly Fernandes de Fernandes<sup>2</sup>**

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [dos.fis@gmail.com](mailto:dos.fis@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [irafbear@gmail.com](mailto:irafbear@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** galáxias aneladas, espectroscopia, formação estelar.

### INTRODUÇÃO

Segundo a classificação atual, há no universo diversos tipos de morfologias de galáxias. Um desses tipos é conhecido como Galáxia Peculiar e, dentre estas, existe um subgrupo de galáxias denominado Galáxias Aneladas Peculiares (GAPs) o qual, nos últimos anos, tem merecido atenção dos pesquisadores. Estudos demonstram que estas galáxias podem ter sido expostas a uma forte perturbação externa devido a: (1) interações de maré (uma galáxia passa próximo à outra, causando um efeito gravitacional), (2) colisões diretas (uma galáxia atravessa a outra, segundo uma seção eficaz de impacto) e (3) fusão entre galáxias (na qual, duas galáxias são combinadas em um único objeto). Acredita-se que estes processos de perturbação comprimem o gás e a poeira para criar estrelas, constituindo assim novos lugares de formação estelar (Fernandes et al. 2004). Dentre as GAPs, especial atenção é dada as galáxias também classificadas como Galáxias Wolf-Rayet (WR) por apresentarem intensa formação estelar. O estudo destas galáxias visa entender os diferentes processos de formação e evolução estelar em galáxias.

A formação estelar pode ser contínua ou instantânea (*burst*), dependendo da massa de gás formadora das estrelas que é representada pela função de massa inicial. Na região central a formação estelar é maior, no entanto, a massa das estrelas é menor (Maeder & Conti 1994, Maeder & Meynet 1994). Na região nuclear o gás é mais processado pelas estrelas e tem uma maior quantidade de metais, diferentemente das regiões mais externas onde o gás é mais puro, ou seja, rico em hidrogênio (Osterbrock et al. 2006). Isto determina a massa das estrelas WR. Estrelas muito massivas (300 massas solares) se formam nas regiões externas e dão origem as WR Nitrogenadas (WRN), enquanto que nas regiões centrais são formadas as WR Carbonadas (WRC), das estrelas de classe O e B menos massivas (Fernandes et al. 2004).

Comparando a quantidade de estrelas de cada subtipo espectral das WR com a abundância química do meio no qual as mesmas se formam é possível determinar o regime de formação estelar. Em geral, estas estrelas são formadas em surtos de formação estelar, mas podem ser formadas, dependendo da abundância do meio, em um regime contínuo. Lembrando que a abundância química está relacionada com a função de massa inicial, ou seja, com os limites de massa que uma estrela pode ser formada (Kobulnicky et al. 1999).

Neste período de bolsa de iniciação científica (PIBIC/CNPq - Processos do Beneficiário: 114820/2011-2), foi realizado o estudo e o processamento das imagens espectroscópica das GAPs (estas foram, também, classificadas espectralmente como galáxias WR) UM48, NGC450 e NGC7714 da amostra, Figura 1 a), b) e c) respectivamente, obtidas no Observatório Palomar.

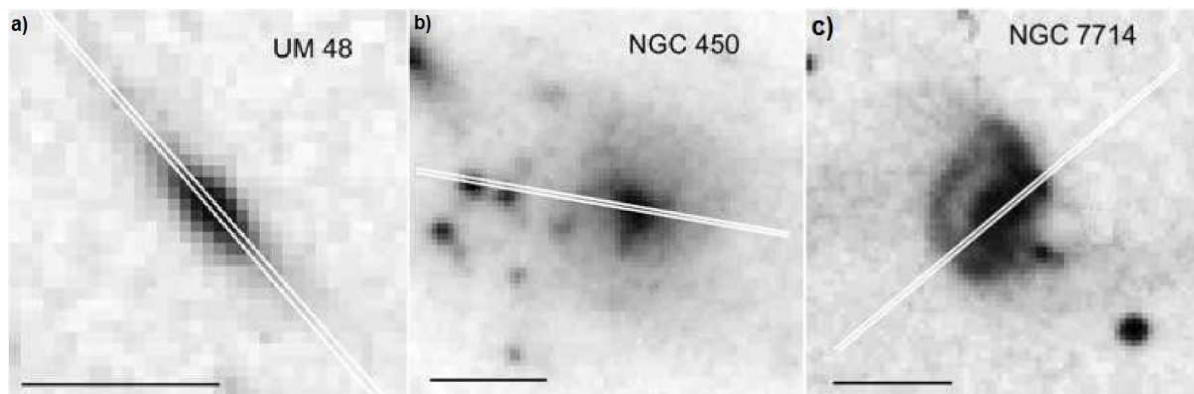


Figura 1: a) Galáxia UM48; b) Galáxia NGC450 e c) Galáxia NGC7714. Todas as figuras mostram o posicionamento da fenda de observação sobre a galáxia e a região de observação coberta (Extraídas do Atlas Virtual Aladin em <http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin.pl/>).

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste projeto de iniciação científica consta de: 1) estudo, aperfeiçoamento das técnicas e utilização do pacote de processamento de dados e imagens astronômicas *Image Reduction and Analysis Facility* (IRAF); 2) redução dos dados da amostra (retirada de *bias*, *flat*, *overscan*, calibração, correção de dispersão, extração dos espectros, medidas das linhas espectrais, correção de *redshift* e avermelhamento); 3) comparação dos parâmetros de abundância química e do número de estrelas WR e subtipos; 4) obtenção do remime de formação estelar.

## RESULTADOS

Neste trabalho desenvolvido na Iniciação Científica conseguimos obter o domínio das técnicas de redução e extração dos espectros, utilizando os pacotes de redução IRAF, o que nos forneceu: 1) o fluxo das linhas corrigidas de avermelhamento e *redshift* para cada uma das galáxias; 2) a temperatura do gás, usando a razão das linhas de oxigênio [OIII] $\lambda$ 4959,5007/4363; 3) a abundância química do gás das galáxias, por meio da intensidade do fluxo das linhas de oxigênio [OII] $\lambda$ 3727 somadas às linhas de [OIII] $\lambda$ 4959,5007; 4) a idade da população estelar utilizando a largura equivalente de H $\beta$ , os resultados são mostrados na Tabela 1; 5) as intensidades da linha de hidrogênio H $\alpha$  forneceu-nos uma estimativa da quantidade de estrelas tipo O progenitoras das WR; 6) o perfil de linhas largas centrado no HeII $\lambda$ 4656 fornece-nos a estimativa de estrelas (WRN) e a componente nebular desta linha foi subtraída restando somente a componente puramente estelar. Já, o perfil de linhas largas, centrado no CIV $\lambda$ 5808 foi empregado para estimar a quantidade de estrelas (WRC). Os resultados são apresentados na Tabela 2, na qual o subtipo carbonado foi subdividido em tipo tardio (*late type*) e tipo recente (*early type*), ainda na mesma tabela é apresentado o valor total estimado de estrelas WR; 8) a região espectral de linhas largas das WRN e WRC são mostradas nas Figuras 2: a) e b), respectivamente.

Tabela 1: Número de fótons ionizantes, idade e parâmetro de correção da presença de estrelas massivas.

	$Q_0$ ( $\times 10^{52}$ )	Idade (Myr)	$\eta_0$ (t)
UM48	9.95 $\pm$ 1.49	4.8	0.20
NGC450	3.53 $\pm$ 0.53	2.6	1.50
NGC7714	29.85 $\pm$ 4.45	5.4	0.52

Tabela 2: Número de estrelas WR e tipo espectral O.

	$N_{WNL}$	$N_{WCL}$	$N_{WCE}$	$N_{WR}$	$N_0$	$N_{WR}/N_{O^*}$	$N_{WC}/N_{WN^*}$
<b>UM48</b>	1653±1279	-	354±234	2008±1300	38966±6385	0.05±0.02	0.22±0.08
<b>NGC450</b>	323±215	-	128±51	452±221	2045±147	0.21±0.08	0.41±0.14
<b>NGC7714</b>	1958±1288	872±18	1605±883	5302±2277	44352±2655	0.13±0.04	0.88±0.31

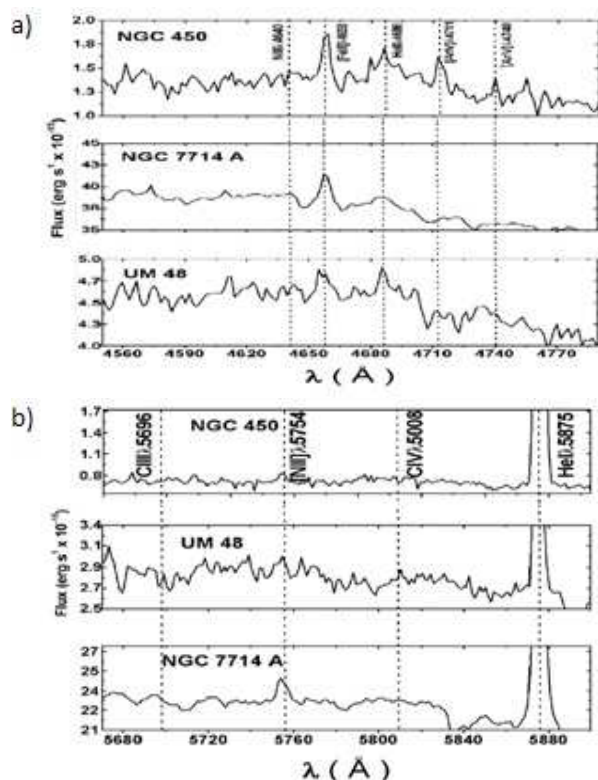


Figura 2: Mostrando a região espectral: a) das linhas de [HeII] $\lambda 4658$  e b) das linhas de [CIV] $\lambda 5008$ .

## CONCLUSÃO

Separamos um subgrupo de galáxias WR com interação que além de caracterizadas espectralmente como WR, podem ser classificadas morfologicamente como peculiares (aneladas, com interação, canibais). Foi confirmada a presença de estrelas WRN nas galáxias NGC450, NGC77145 e UM48 por meio do perfil alargado de HeII $\lambda 4686$ . A presença de estrelas WRC, também foi confirmada pela presença de CIV $\lambda 5696$  e CIII $\lambda 5808$  com perfil largo. A linha de CIV $\lambda 5686$  vem de estrelas WR do tipo tardio (WCL).

Os parâmetros do gás obtidos empiricamente foram: a abundância de oxigênio, a taxa de formação estelar e a idade do surto de formação estelar. A abundância de oxigênio foi obtida por meio de três métodos empíricos diferentes de acordo com a disponibilidade de linhas em emissão de cada espectro das galáxias. As galáxias se distribuíram dentro do intervalo de abundância do gás  $7.92 < 12 + \log(O/H) < 8.53$ .

A taxa de formação estelar foi obtida por meio das linhas em emissão de [OII] $\lambda 3727$  e  $H\beta$ . A comparação entre as taxas de formação estelar para os objetos com distâncias superiores a 20 Mpc mostra boa concordância entre os resultados obtidos por meio dos dois indicadores.

Por fim, as idades dos aglomerados estelares ionizantes foram obtidas por meio da largura equivalente da linha em emissão  $H\beta$  e sua relação direta com a idade do aglomerado ionizante

e a abundância química do gás. Esse período vai de 2.6 a 5.4 milhões de anos, quando as estrelas WRC tendem a desaparecer.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Fernandes, I. F.; de Carvalho, R.; Contini, T.; Gal, R. R. 2004, MNRAS 355, 728-746.  
Kobulnicky H. A.; Kennicutt R. C. Jr.; Pizagno J. L. 1999, ApJ, 514, 544.  
Maeder A.; Conti P. S. 1994, ARA&A, 295, 171.  
Maeder A.; Meynet G. 1994, A&A, 287, 816.  
Osterbrock, Donald E.; Ferland, Gary J. 2006, Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 2<sup>nd</sup> ed.