



**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**

### **Influência da cobertura superficial da observação espectroscópica de galáxias sobre os resultados das propriedades físicas do gás e estelares obtidas empiricamente.**

**Ricardo Macedo Borges Boaventura<sup>1</sup>; Iranderly Fernandes de Fernandes<sup>2</sup>;**

1. Bolsista PIBIC/FAPESBq, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ricardombboaventura@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: irafbear@gmail.com

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos de Fotoionização; Fenda Longa; Espectroscopia.

### **INTRODUÇÃO**

Estrelas Wolf-Rayet são estrelas que apresentam temperatura entre 25000 K e 50000 K com alta taxa de perda de massa (Murdin, P. 2000). Em 1867, os astrônomos franceses Charles Wolf e Georges Rayet, utilizando o telescópio de Foucault de 40 cm do Observatório de Paris, observaram visualmente várias estrelas de magnitude 8 na constelação de Cisne antes do uso de placas fotográficas e encontraram amplas linhas de emissão. Essas estrelas passaram a ser conhecidas como estrelas Wolf-Rayet (WR) (Murdin, P. 2000). Galáxias WR são aquelas que apresentam grande população de estrelas WR. O conceito de galáxia WR foi introduzido por Osterbrock & Cohen (1982) quando observaram uma amostra de galáxias ativas. Entretanto, foi de Conti (1991) a sugestão de classificar como galáxias WR aquelas cujo espectro integrado apresenta a linha em emissão de HeII $\lambda$ 4686 alargada atribuída à presença de estrelas WR. Ainda hoje, o número das galáxias WR com metalicidade (presença de elementos mais pesados que o hidrogênio ou hélio) extremamente baixa (Pindao et al. 2002) e com alta metalicidade (Guseva, Izotov & Thuan 2000) é pequeno e pouco compreendido. A razão entre o número de estrelas WR numa galáxia e o número de estrelas massivas é dependente da metalicidade do gás nela presente. Os modelos de evolução predizem que essa razão aumenta com a metalicidade do gás (Maeder 1991, Schaerer & Vacca 1998). A metalicidade é um vínculo importante para a determinação de parâmetros evolutivos do gás e das estrelas nas galáxias. Uma mudança na metalicidade vai implicar numa mudança da fração de estrelas em diferentes faixas de massa inicial. Quando a metalicidade aumenta de um valor  $Z_0/40$  até  $Z_0$ , onde  $Z_0$  é a metalicidade do sol, essa razão pode crescer de um valor de 0.02 até 1 (Guseva, Izotov & Thuan 2000). Estrelas mais massivas são sensíveis a essa mudança pois dependem muito da metalicidade para sua formação. Como a metalicidade difere tanto entre as galáxias teremos contribuição de populações estelares diferentes. Portanto, o número de galáxias com uma metalicidade baixa contendo uma população de estrelas WR deve ser muito pequeno.

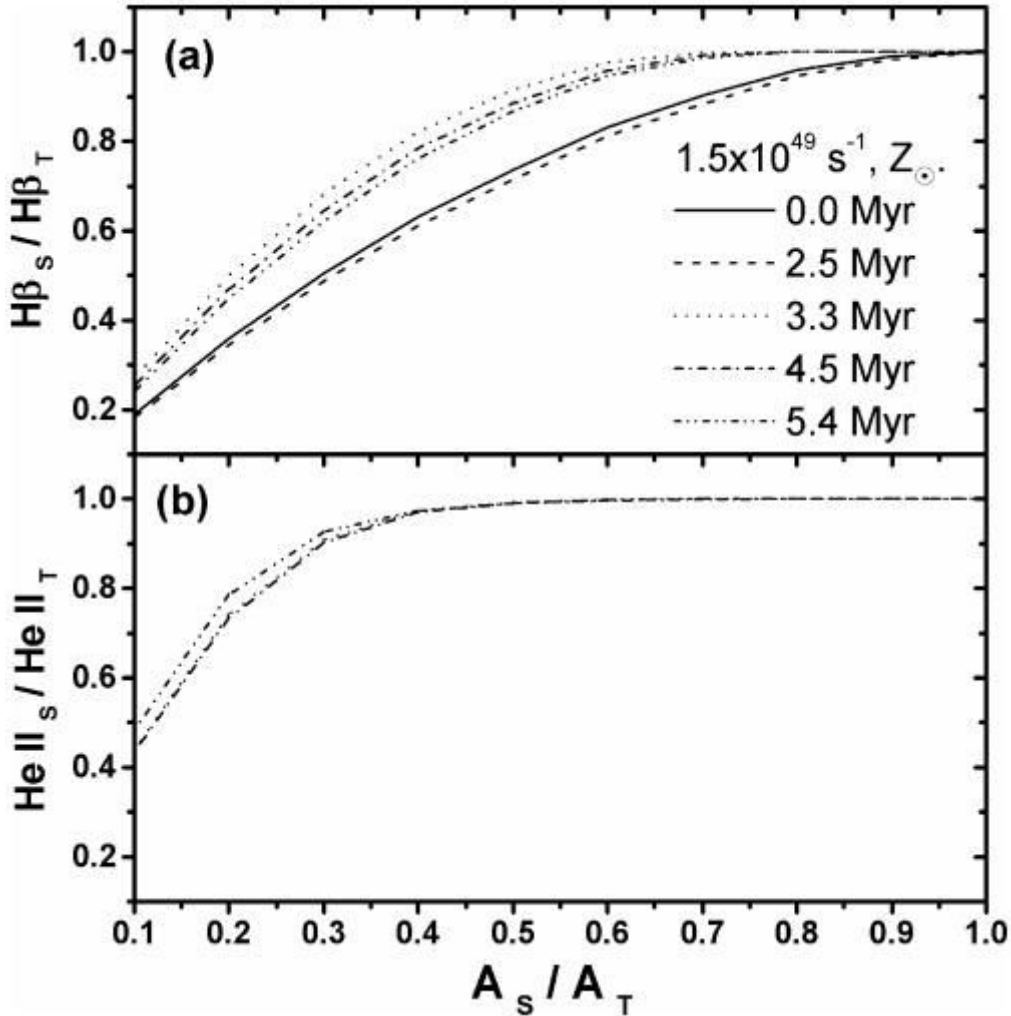
Com isso, podemos analisar questões como; qual a duração do surto de formação, qual o regime do surto de formação e, principalmente, se esses resultados dependem estritamente da forma com a qual a observação é realizada. O estudo de galáxias Wolf Rayet e Peculiares visa entender o processo de formação e evolução da população estelar de galáxias. O objetivo geral desse projeto é o estudo da relação entre as propriedades físicas do gás e das estrelas e a técnica observacional com a qual foram obtidas as medidas das mesmas. Mais especificamente, estamos interessados na discrepância entre os dados obtidos por meio da observação por fibra óptica de abertura circular (dados do *Sloan Digital Sky Survey* SDSS) e aqueles obtidos por espectroscopia de fenda longa. Os dados do SDSS são obtidos por meio de um espectrógrafo que trabalha com fibras ópticas individuais para cada alvo (objeto celeste). Essas fibras ópticas são guiadas através de aberturas numa placa de alumínio onde cada uma corresponde a um alvo específico, de modo que é necessário uma placa diferente para cada campo de aquisição de espectros. Já a observação por fenda longa consiste em observar um alvo com um espectrômetro cuja abertura apresenta o formato de uma fenda alongada que cobre apenas parte do objeto observado. Este método de observação pode amenizar problemas de contraste na observação de alvos próximos a fontes luminosa intensas. Observando o alvo em questão através de uma fenda, a fonte luminosa pode ser ocultada melhorando assim a relação sinal/ruído. Entretanto, as limitações impostas pela largura da fenda podem se tornar uma fonte de discrepância entre os parâmetros obtidos por este método em comparação com outros.

#### **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)**

A redução e tratamento dos dados foi feita utilizando o programa IRAF (do inglês Image Reduction and Analysis Facility) e mais especificamente o seu pacote de tarefas ccdproc. Com esse pacote de tarefas é possível combinar e corrigir as imagens para efetuar as reduções. Para a extração das imagens unidimensionais dos espectros foi utilizado o pacote de tarefas longslit do IRAF. Os efeitos seletivos da extinção afetam o fluxo das linhas de forma diferente que depende, principalmente, dos seus comprimentos de onda. A correção é obtida a partir das linhas da série de Balmer e da lei de avermelhamento derivada por Cardelli, Clayton & Mathis (1989). Já, a presença de linhas em absorção no espectro observado, devido à população estelar, é corrigida por meio do procedimento descrito em McCall, Rybsky & Shields 1985. As propriedades físicas do gás nas galáxias WR foram obtidas por meio da análise empírica do fluxo das linhas em emissão observadas. Podemos inferir as condições físicas da região na qual ocorreu a formação estelar obtendo valores para a temperatura, densidade e metalicidade do gás (Peimbert & Costero 1969). Os resultados para a abundância química do gás, taxa de formação estelar e grau de ionização, são refinados com o uso de modelos de fotoionização como descritos em Fernandes et. al. (2005).

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

De modo a avaliar a relação entre a fração de área coberta pela fenda e os parâmetros obtidos por meio de métodos empíricos, foi utilizado o modelo de fotoionização AANGABA para simular regiões H II (regiões ricas em íons de hidrogênio, nebulosas de emissão) e integrar o fluxo das linhas de emissão fornecidas pelo modelo variando a largura da fenda teórica de 1/10 até a totalidade da área projetada, variando também aglomerados estelares observados para obter uma amostra que compreende diferentes fases de desenvolvimento (idade do aglomerado). Um exemplo da comparação desses resultados pode ser visto na figura 1.



**Figura 1:** a) Comportamento da intensidade das linhas  $H\beta\lambda 4861$  e b)  $He II\lambda 4686$  com respeito à área coberta pela fenda  $A_s$  em relação à área total da nebulosa  $A_T$ . Ambos os modelos utilizam  $1,5 \times 10^{49}$  fótons ionizantes por segundo e metalicidade solar. Cada curva corresponde a uma idade diferente do aglomerado estelar.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Utilizando o código de fotoionização AANGABA para simular uma região HII virtual, podemos avaliar uma possível fonte de erro sistemático, ou seja, o efeito da largura da fenda. Os efeitos causados pela largura da fenda nos parâmetros obtidos empiricamente dependem primariamente da idade do aglomerado estelar, sendo mais proeminentes entre  $t = 2,5$  e  $5,4$  Myr. Esta diferença apontada pela observação é específica para cada

elemento, influenciando assim de forma diferente a obtenção dos parâmetros empíricos. Da mesma forma que a largura da fenda, sua posição pode afetar os parâmetros físicos do gás obtidos das medidas pois as linhas se formam em regiões diferentes com relação à posição da fonte de radiação ionizante. Dessa forma, medidas realizadas com a fenda posicionada próxima à fonte podem retornar resultados diferentes daquelas feitas com a fenda em outra posição. É importante ressaltar também que o contato proporcionado pelo desenvolvimento do projeto com as técnicas e ferramentas de trabalho da astrofísica compõe bagagem essencial ao desenvolvimento de futuros projetos na área.

## REFERÊNCIAS

- BAUGH, Carlton; MURDIN, P. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. 2000.
- OSTERBROCK, D. E.; COHEN, R. D. Two galaxies with Wolf-Rayet features in their spectra. *The Astrophysical Journal*, v. 261, p. 64-69, 1982.
- CONTI, Peter S. Wolf-Rayet galaxies-an introduction and a catalog. *The Astrophysical Journal*, v. 377, p. 115-125, 1991.
- PINDAO, Maximilien et al. VLT observations of metal-rich extra galactic HII regions-I. Massive star populations and the upper end of the IMF. *Astronomy & Astrophysics*, v. 394, n. 2, p. 443-457, 2002.
- GUSEVA, Natalia G.; IZOTOV, Yuri I.; THUAN, Trinh X. A spectroscopic study of a large sample of Wolf-Rayet galaxies. *The Astrophysical Journal*, v. 531, n. 2, p. 776, 2000.
- MAEDER, André. The relative numbers of Wolf-Rayet stars in galaxies with active star formation-The metallicity effect. *Astronomy and Astrophysics*, v. 242, p. 93-111, 1991.
- SCHAERER, Daniel; VACCA, William D. New models for Wolf-Rayet and O Star populations in young starbursts. *The Astrophysical Journal*, v. 497, n. 2, p. 618, 1998.
- CARDELLI, Jason A.; CLAYTON, Geoffrey C.; MATHIS, John S. The relationship between infrared, optical, and ultraviolet extinction. *The Astrophysical Journal*, v. 345, p. 245-256, 1989.
- MCCALL, MARSHALL L.; RYBSKI, P. M.; SHIELDS, G. A. The chemistry of galaxies. I-The nature of giant extragalactic H II regions. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, v. 57, p. 1-62, 1985.
- PEIMBERT, M.; COSTERO, R. Chemical abundances in H II regions and their implications. *Boletín de los Observatorios Tonantzintla y Tacubaya*, v. 5, p. 3, 1969.
- FERNANDES, Iranderly F.; GRUENWALD, R.; VIEGAS, S. M. Slit observations and empirical calculations for H II regions. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 364, n. 2, p. 674-682, 2005.