UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

ESPECTROSCOPIA DE GALÁXIAS PECULIARES COM ABUNDÂNCIA DE [N II]λ6583Å

José Henrique Costa Pinto Souza[1]; Paulo Cesar da Rocha Poppe[2];
1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: henriquecpsouza@yahoo.com.br
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: paulopoppe@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: galáxia peculiar; abundância de [N II]; atividade nuclear.

INTRODUÇÃO

A presente contribuição científica tem o intuito de analisar uma amostra de dez galáxias peculiares pertencentes à Categoria 15 do catálogo "A Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations" (Arp & Madore, 1987), classificadas como Galáxias de Caudas, Laços de Matéria ou Detritos.

Os primeiros trabalhos sobre a abundância relativa da linha [N II] λ6583Å em relação à do Hα λ6563Å surgiram nos anos 60 do século passado (Burbidge & Burbidge, 1965). Esta razão de linha é representativa da região de baixa excitação (potencial de ionização do NI é ∼ 14,5 eV) e é sensível aos efeitos de abundância química. Contudo, não é afetada por efeitos de extinção devido à proximidade em comprimento de onda. Foi proposta por BPT (Baldwin, Phillips & Terlevich, 1981) em seus diagramas diagnóstico. A maior incerteza no uso desta razão como diagnóstico da excitação/abundância química é a possibilidade da superposição de uma linha larga do Hα à linha estreita, principalmente nos núcleos de galáxias ativas do tipo Seyfert 1.

Embora existam vários estudos com relação às galáxias de morfologia normal, isto é, elípticas, lenticulares, espirais e irregulares, poucos estudos abordam os objetos de características peculiares, ocasionadas por efeitos de maré, colisão e fusão, evidenciando, assim, a importância desse trabalho.

O objetivo principal do projeto é avaliar a abundância de fluxo na linha [N II] λ6583Å em função do Hα λ6563Å e também de outros parâmetros, como o tipo de espectro de emissão nuclear, idade e metalicidade da população estelar contida nesses objetos. Também iremos comparar com os dados da literatura, em relação aos objetos de morfologia normal.

METODOLOGIA

Os espectros usados neste trabalho foram obtidos no projeto de pesquisa a longo prazo desenvolvido no Observatório Pico dos Dias (OPD) do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA-MCTI), envolvendo pesquisadores desta unidade de pesquisa e também da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Os espectros foram devidamente corrigidos, extraídos e calibrados através dos pacotes e tarefas presentes no IRAF (I*mage Reduction and Analysis facility*[1]). Uma descrição pode ser ser encontrada em (Silva-Sales et al., 2020). A partir dos espectros devidamente reduzidos, precisamos avaliar quais dos objetos possuem, de fato, as características que queremos abordar no trabalho. Então, foi medido o fluxo de todas as linhas espectrais, mostrando que a maior parte dos objetos possui abundância da linha [N II] λ6583Å (relativa à linha do Hα) e razão sinal-ruído o suficiente para serem trabalhados, com exceção dos objetos AM 2219-255B e AM 2317-692, que durante a aquisição dos dados sofreram grande interferência das condições observacionais (nuvens e cirros).

Após todas as correções, utilizamos do código de síntese de população estelar STARLIGHT[2] (Cid Fernandes et al., 2011), para remover a absorção estelar do espectro galáctico e devolver o fluxo de algumas linhas espectrais que são fortemente absorvidas pela atmosfera estelar. O STARLIGHT também fornece dados como a idade e metalicidade para cada componente utilizado na síntese.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise inicial dos dados, percebe-se que as galáxias do presente trabalho possuem uma intensa linha de emissão [N II] λ6583Å. Entretanto, na deconvolução dos dois perfis gaussianos (compostos pelas dupla de linhas de emissão [N II] λ6583Å e Hα), observamos que a linha do Hα possui uma largura máxima a meia altura (FWHM) maior do que a da linha do NII λ6583Å (Figura 1). Em complemento a isso, em algumas galáxias (AM 0212-412 e AM 2029-282) o fluxo integrado da linha do Hα é mais intenso do que o da linha [N II] λ6583Å, porém mais espalhado. Essas características podem indicar que as linhas foram geradas em processos diferentes.

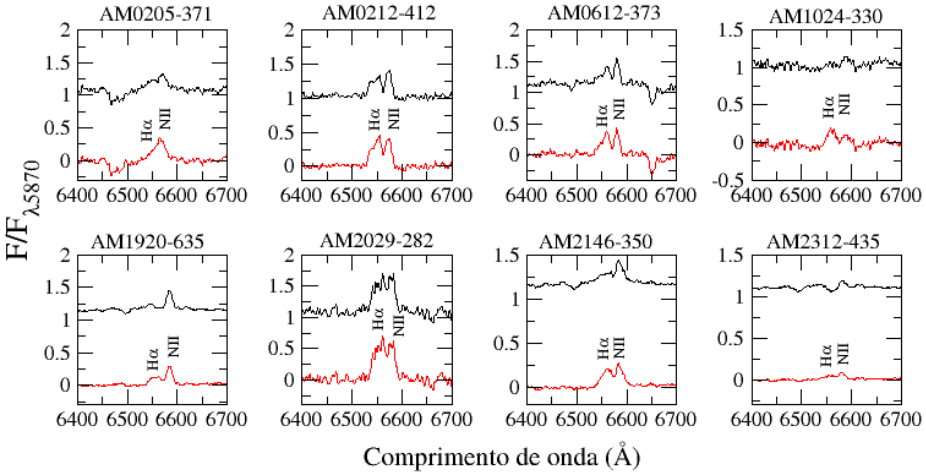

Figura 1: Linhas [N II] λ6583Å e Hα dos espectros galácticos. Em vermelho, podemos observar o espectro residual (observado menos modelado) e em preto o espectro observado.

Através do STARLIGHT, obtemos o espectro residual (espectro observado subtraído pelo espectro da população estelar) e na Tabela 1 os resultados para a razão [N II] λ6583Å/Hα.

1Disponível em: <http://ast.noao.edu/data/software>. Acesso em: 07 de outubro de 2021

2 Disponível em: <http://www.starlight.ufsc.br/downloads/>. Acesso em: 06 de outubro de 2021

Tabela 1. Razão Hα/[NIIλ6583Å] para os objetos usados na pesquisa, antes e depois da remoção da absorção estelar.

Galáxia	Espectro observado	Espectro residual
AM 0205-371	0.699	5.659
AM 0212-412	1.795	2.574
AM 0612-373	1.276	2.179
AM 1024-330	----	1.519
AM 1920-635	0.276	0.873
AM 2029-282	2.759	3.622
AM 2146-350	0.729	1.335
AM 2312-435	-1.554	1.069

Devido a sua morfologia a priori “normal” dos objetos, entretanto, com alguns aspectos peculiares, estes objetos possuem uma classificação de acordo com o sistema de classificação de (Hubble, 1936) mas fazem parte da Categoria 15 da classificação de Arp et al. (1987). Com exceção das galáxias AM 0612-373, AM 2029-282 e AM 2219-255 (classificadas como “par de galáxias", o que pode causar certo desvio nos resultados esperados devido a interação gravitacional entre os objetos), todas as outras são classificadas como galáxias espirais. Por via de comparação, temos na literatura (Burbidge & Burbidge, 1965) a razão Hα-[NII λ6583], de ~3 nos braços espirais; ≤ 1 em 100% das elípticas, 81% das S0 e 55% nos núcleos de galáxias espirais. Nas irregulares, temos 100& com valores ≥ 3.

Em relação às galáxias com par interagente, os valores podem sofrer distorções em relação ao esperado, devido a formação estelar induzida pela interação gravitacional entre os objetos, tal qual observado por Kauffmann et al. (2008).

Tabela 2.Resultados dos diagramas de diagnóstico BPT.

galáxia	[N II]/Hα × [O III]/Hβ	[S II]/Hα × [O III]/Hβ	[O I]/Hα × [O III]/Hβ
AM 0205-371	galáxia HII	galáxia HII (transição)	LINER
AM 0212-412	Seyfert 2 (transição)	Seyfert 2	Seyfert 2
AM 0612-373	----	----	----
AM 1024-330	galáxia HII (transição)	----	----
AM 1920-635	Seyfert 2 (transição)	Seyfert 2 (transição)	Seyfert 2
AM 2029-282	galáxia HII	galáxia HII (transição)	galáxia HII
AM 2146-350	LINER (transição)	LINER (transição)	LINER
AM 2312-435	LINER (transição)	LINER (transição)	LINER

Dependendo do mecanismo físico associado, a galáxia recebe classificações nucleares diferentes, podendo também ter duas ou mais componentes (colocando-a em um grupo de transição). Os diagramas usados neste trabalho foram desenvolvidos de forma empírica, usando linhas facilmente encontradas em espectros de emissão, sendo divididas em galáxias H II, LINERs, e Seyferts I e II. Ao longo dos anos, os diagramas de diagnósticos, ou diagramas BPT (Baldwin, Phillips & Terlevich, 1981), sofreram diversos aprimoramentos que compõem o diagrama usado neste trabalho e que estão organizados na Tabela 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da amostragem ser pequena, conseguimos verificar a relação Hα/[N II λ6583] em relação aos dados discutidos por Burbidge & Burbidge (1965). Os resultados corroboram entre si, mostrando resultados próximos do esperado, como no caso das galáxias AM 0212-412 e AM 2029-282, que apresentavam um fluxo integrado do Hα maior do que o fluxo integrado da linha [N II], apresentando-se nos diagramas BPT como galáxias H II. Em relação a síntese espectral, alguns valores apresentam divergências do esperado, como no caso das galáxias H II citadas anteriormente, mostrando que a população estelar dessas galáxias é extremamente velha.

Os resultados produzidos neste trabalho serão acrescentados ao nosso banco de dados, para uma futura produção científica.

REFERÊNCIAS

ARP, H.C., MADORE, B.F. (1987). A Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations: Volume 1, Positions and Descriptions (Vol. 1). Cambridge University Press.

BALDWIN, J.A., PHILLIPS, M.M., TERLEVICH, R. 1981, Classification parameters for the emission-line spectra of extragalactic objects. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 93(551), 5.

BURBIDGFE, E.M., BURBIDGE, G.R., 1965, Ionized Gas in the Nuclei of Elliptical, so, Spiral, and Irregular Galaxies. The Astrophysical Journal, 142, 634.

CID-FERNANDES, R., MATEUS, A., SODRÈ, L., STASINSKA, G., & GOMES, J. M., 2011, STARLIGHT: Spectral Synthesis Code. Astrophysics Source Code Library, ascl-1108.

HUBBLE, E.P., 1936, Realm of the Nebulae. New Haven: Yale University.

LI, C., KAUFFMANN, G., HECKMAN, T. M., JING, Y. P., & WHITE, S. D. (2008). Interaction-induced star formation in a complete sample of 105 nearby star-forming galaxies. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 385(4), 1903-1914.

SILVA-SALES, E.C. et al. (2020). Estudo Espectroscópico do Par de Galáxias Interagentes ESO 505-IG 030 e ESO 505-IG 031. Sitientibus Série Ciências Físicas, 16, 25-32.