



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

ESTUDO DE GALÁXIAS PECULIARES ATRAVÉS DE BANDAS FOTOMÉTRICAS

**Toni Cordeiro de Almeida¹; Paulo César da Rocha Poppe² e Vera Aparecida
Fernandes Martin³**

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: tonialmeida10@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: paulopoppe@uefs.br
3. Participante do projeto de Galáxias Peculiares, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: vmartin@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: fotometria – surveys – galáxia peculiar

INTRODUÇÃO

Um entendimento mais geral sobre a formação e a evolução de galáxias passa, necessariamente, pelos crescentes estudos e resultados advindos das observações fotométricas, espectroscópicas e polarimétricas. No caso particular da fotometria, o estudo multi-banda representa uma promissora área que vem sendo constantemente impulsionada pelas observações de vários telescópios (em solo e no espaço) em diversos comprimentos de onda, com dados desde o ultravioleta ao infravermelho.

Os estudos fotométricos são bem discutidos e caracterizados para as galáxias que compõem a classificação morfológica de Hubble. Edwin Powell Hubble (1889-1953), classificou as galáxias no óptico em quatro tipos básicos: elípticas, lenticulares, espirais e irregulares (Hubble 1936, 1937). Embora muitas modificações e refinamentos tenham sido realizados e incorporados ao estudo original, de Vaucouleurs (1963); Binney & Merrifield (1998), o esquema básico de classificação proposto por Hubble continua sendo amplamente empregado em vários estudos astronômicos.

Com o crescente interesse nos objetos extragalácticos, impulsionados sobretudo pelos intrigantes resultados fotométricos e espectroscópicos obtidos, um outro astrônomo americano inicia um pioneiro estudo com galáxias em processo de interação gravitacional (fusão, colisão ou maré), compilando um catálogo de galáxias peculiares para o Hemisfério Norte (“Atlas of Peculiar Galaxies”) com um total de 338 objetos, publicado em 1966 pelo Instituto de Tecnologia da Califórnia, Arp (1966).

O principal objetivo do Atlas foi o de apresentar, através de imagens em chapas fotográficas, exemplos dos diferentes tipos de estruturas peculiares encontrados entre as galáxias presentes no Universo local (redshift < 0,1). Dentre as diversas análises feitas, Arp percebeu que as galáxias peculiares representavam verdadeiros "laboratórios experimentais", onde os astrônomos poderiam utilizá-las para a compreensão dos processos físicos que distorcem as galáxias elípticas ou as espirais. O Atlas não apresenta

um panorama completo de cada galáxia peculiar no céu, mas fornece exemplos de como os diferentes fenômenos são observados na vizinhança galáctica. Nas décadas seguintes, um outro estudo foi conduzido para o Hemisfério Sul com a compilação em 1987 do “A Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations”, Arp & Madore (1986), no qual reúne diversos objetos distribuídos em 25 diferentes Categorias, sendo, portanto, mais abrangente e detalhado que o Atlas anterior.

O estudo preliminar deste trabalho objetiva discutir os objetos peculiares presentes na Categoria 15: “Galáxias com Caudas, Laços de Matéria e Detritos”. A motivação para a escolha desta Categoria reside no fato do Grupo de Pesquisa em Galáxias Peculiares (GPGP), que reúne pesquisadores da Universidade Estadual de Feira de Santana UEFES, do Laboratório Nacional de Astrofísica do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Cultura (LNA/MCTIC) e da Universidade do Vale da Paraíba (UNIVAP), possuir observações fotométricas e espectroscópicas, obtidas com a instrumentação do Observatório do Pico dos Dias do Laboratório Nacional de Astrofísica (OPD/LNA). A proposta básica consiste em analisar as imagens de grandes levantamentos fotométricos, como o Sloan Digitized Sky Survey (SDSS), o Two Micron All Sky Survey (2MASS), o Wide-Field Infrared Survey (WISE) e o Galaxy Evolution Explore (GALEX), para caracterizar a morfologia e a natureza dos objetos desta particular Categoria.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados observacionais empregados neste trabalho pertencem à Categoria 15. Um total de 310 objetos foram organizados em ordem crescente de coordenadas equatoriais e corrigidos (precessionados) para a época J2000,0. Este procedimento foi necessário porque a pesquisa realizada nos bancos de dados selecionados, SDSS, 2MASS, WISE e GALEX, necessitam destas coordenadas na referida época padrão. As imagens disponíveis em cada *survey* são: bandas J e K do 2MASS (infravermelho), B e R do SDSS (visível), NUV no GALEX (ultravioleta) e 22 m do WISE (infravermelho).

A metodologia empregada para acesso aos dados virtuais foi feito mediante a submissão de uma tabela com as posições dos objetos (ascensão reta e declinação, J2000,0) nas bases de dados descritas acima, utilizando o serviço “Xmatch form”. Uma vez submetido, o retorno da tarefa oferece acesso, não apenas as imagens referentes as bandas de cada *survey*, mais também aos espectros, caso existam. Um script em *Python* também foi feito para automatizar o download dos objetos existentes. Empregamos a biblioteca “astroquery” no Python, que tem a função de comparar as coordenadas equatoriais fornecida dos objetos com aqueles presentes nos bancos de dados descritos acima. Esta etapa permite realizar automaticamente o download das imagens identificadas. A manipulação das imagens foi feita com o pacote “astropy io” do Python. A partir das imagens e espectros, iremos produzir uma grande base de dados que fornecerá importantes pistas para a compreensão astrofísica destes objetos. Contudo, as galáxias peculiares ainda não representam objetos de extensos estudos, de tal modo que boa parte das informações esperadas não foram obtidas em todas as bandas fotométricas. Para aquelas que foram recuperadas, as análises preliminares podem revelar elementos de seleção para futuros projetos observacionais no próprio OPD/LNA-MCTIC, mas também nos grandes telescópios, como o Gemini Observatory e o Southern Astrophysical Research Telescope (SOAR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fenômeno de interação em galáxias no Universo local tem-se mostrado mais comum do que o esperado. Mas, o que isto significa? Diversos estudos apontam que alguns tipos morfológicos que ora observamos podem ter tido sua origem parcial ou totalmente associada ao fenômeno de interação gravitacional, e não apenas na evolução dinâmica do objeto em um estado particularmente isolado. Logo, esta particular propriedade do fenômeno de interação em perturbar as galáxias nos força a reexaminar nosso ponto de vista sobre a classificação e evolução das galáxias (Christensen *et al.* 2009).

Com base nesta perspectiva, o GPGP iniciou um estudo visando obter um levantamento fotométrico das diversas Categorias de galáxias peculiares, onde, através do presente estudo, iniciamos com a Categoria 15: Galáxias com Caudas, Laços de Matérias e Detritos. A proposta consiste em levantar todas as informações fotométricas disponíveis nos bancos de dados extragalácticos, como descritos anteriormente. A Figura 1 fornece um levantamento preliminar para os objetos da Categoria 15, na qual reúne 310 objetos no catálogo. Um total de 164 (53%) foram identificadas no levantamento.

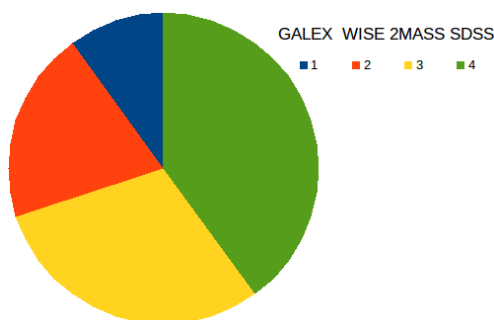


Figura 1:

Distribuição das galáxias peculiares (Categoria 15), nos bancos de dados. Em azul, no Galaxy Evolution Explore (GALEX); em vermelho, no Wide-Field Infrared Survey (WISE); em amarelo, no Two Micron All Sky Survey (2MASS); em verde no Sloan Digitized Sky Survey (SDSS).

A partir deste levantamento, teremos informações do SDSS na banda B, que possibilita uma análise dos componentes de maior energia, e na banda R, de componentes mais avermelhados, portanto de natureza mais fria. No caso do 2MASS e WISE, teremos informações de estrelas velhas e da poeira, a depender da banda empregada. Com o GALEX, poderemos evidenciar estruturas de altas energias, como estrelas do tipo O e B ou galáxia com núcleo ativo. A Figura 2 ilustra um dos resultados preliminares obtidos para a galáxia peculiar AM0013-424. Neste caso, a imagem fornecida pelo GALEX não indicou, a princípio, nenhuma informação do objeto central, indicando que provavelmente esta galáxia ainda não experimentou uma fase de atividade nuclear. Este resultado é também comprovado pela via espectral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de Iniciação Científica teve como propósito investigar um grupo particular de galáxias peculiares através das imagens de grandes levantamentos fotométricos (SDSS, 2MASS, WISE e GALEX), visando caracterizar a morfologia e a natureza (nuclear e extranuclear) dos objetos peculiares presentes na Categoria 15: “Galáxias com Caudas, Laços de Matéria e Detritos”. A partir das imagens obtidas, as perspectivas futuras deste trabalho consistem em (i) extrair os componentes de maior energia e os

componentes mais avermelhados, (ii) discutir, para alguns objetos, as propriedades do bojo na banda do infravermelho próximo, (iii) evidenciar possíveis estruturas de altas energias que possam caracterizar núcleos ativos ou regiões com atividade extranuclear nos objetos estudados, e (iv) selecionar uma amostra de objetos brilhantes que possam ser observados com o telescópio CDK20 do Observatório Astronômico Antares.

As informações fotométricas reunidas nas diversas bandas serão conjugadas com as informações espectroscópicas que ora dispomos, obtidas nas observações realizadas no OPD/LNA-MCTIC e também da literatura. A análise global destas informações serão compiladas e fornecerão resultados mais consistentes que possam evidenciar a natureza nuclear e extranuclear destes objetos, como discutido em da Rocha-Poppe *et al.* (2019) para um conjunto de dez galáxias presentes no aglomerado pobre Abell S0805.

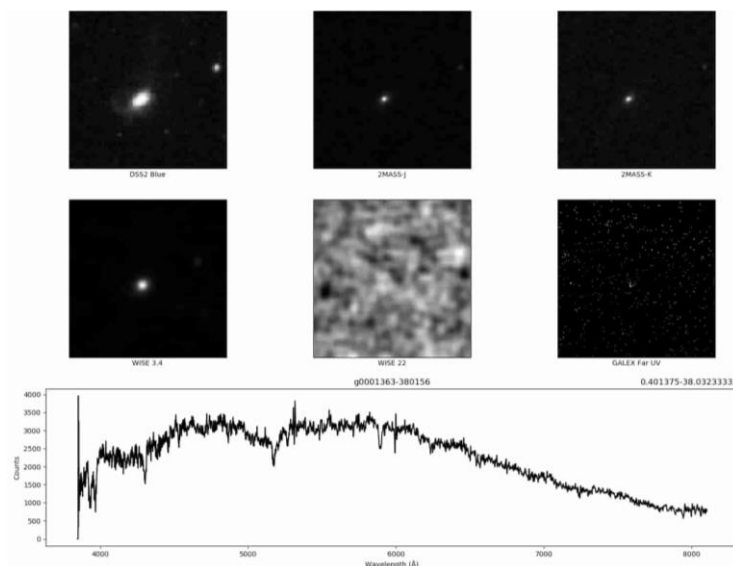


Figura 2: Galáxia peculiar AM013-424. Da esquerda para a direita. Painéis superiores, imagens do DSS2 Blues, 2MASS J, 2MASS K. Painéis inferiores, WISE 3,4m, WISE 2,2m 2 e GALEX Far UV.

REFERÊNCIAS

- ARP, H.C. 1966. *Atlas of Peculiar Galaxies*, Pasadena: CalTech., Ap. J. Suppl., 14 (1)
- ARP, H.C. 1986. *Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations*, vol.1
- BINNEY, J.; MERRIFIELD, M. 1998. *Galactic Astronomy*. Princeton: Princeton University Press, 816P
- CHRISTENSEN, L.L.; de Martin, D.; Shida, R.Y. 2009. *Cosmic Collisions: The Hubble Atlas of Merging Galaxies*, Springer, 142p
- DA ROCHA-POPPE, P. C.; FERNANDES-MARTIN, V. A.; FAÚNDEZ-ABANS, M.; DE OLIVEIRA-ABANS, M.; SILVA, G. A.; FREITAS-LEMES, P.; LIMA-DIAS, C. 2019. Optical long-slit spectroscopy in the cluster Abell S0805, MNRAS, Vol. 488, (3), p3685-3715
- DE VAUCOULEURS G. 1963. *Revised Classification of 1500 Bright Galaxies*, Astrophysical Journal Supplement, vol. 8, p.31-42
- HUBBLE, E.P. 1926. *Extra-galactic nebulae*. Contributions from the Mount Wilson Observatory/Carnegie Institution of Washington, vol. 324, p.1-49
- HUBBLE, E.P. 1936. *The Realm of the Nebulae*. New Haven: Yale University Press