

ESTUDO DA POPULAÇÃO ESTELAR E RESULTADOS SPECTROSCÓPICOS PARA A GALAXIA ANELADA PECULIAR HRG 30101

**Círia Lima Dias¹; Paulo César da Rocha Poppe², Vera Aparecida Fernandes
Martin³, Iranderly Fernandes de Fernandes⁴, Giuana Alves da Silva⁵**

1. Bolsista PROBIC, Graduanda em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ciriafisica@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: paulopoppe@gmail.com
3. Co-Orientadora do projeto de pesquisa (Gap), Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana e-mail: vmartin1963@gmail.com
4. Co-orientador do projeto de pesquisa (Gap), Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana e-mail: irafbear@gmail.com
5. Participante do projeto de pesquisa, Graduanda em Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: giuanafisica@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Galáxia Anelada, Espectroscopia, População Estelar.

INTRODUÇÃO

Inicialmente, o homem só conhecia o Sol e os planetas e com isso os estudos cosmológicos limitavam-se ao Sistema Solar. No início do século XIX, descobriu-se que estrelas formavam um sistema maior, a Via Láctea. No início do século XX, os limites da Via Láctea ainda não eram conhecidos e um dos principais temas discutidos pelos astrônomos era as nebulosas que existiam no céu. Hoje sabemos que estas nebulosas são, na verdade, galáxias. Porém, foi apenas em 1922 que a natureza extragaláctica destes objetos foi de fato confirmada.

Até a metade do século XX, diversos astrônomos ponderaram a respeito de uma rara classe de galáxias cuja morfologia seria produzida por processos de interação gravitacional, onde estes objetos apresentariam estruturas anelares distorcidas, núcleos fora do centro, filamentos, pontes, etc.

Estudos posteriores ratificaram tais características e revelaram que estas galáxias poderiam ser resultados de interações gravitacionais do tipo (a) colisão (uma galáxia atravessa a outra, segundo uma seção eficaz de impacto), (b) interação por maré (uma galáxia passa próxima a outra) e (c) fusão (onde duas galáxias são combinadas em um único objeto). Desde então, os objetos conhecidos como a família das Galáxias Aneladas Peculiares (GAp), são formados a partir do resultado de um acidente cósmico de proporções gigantescas, e que desencadeia, geralmente, o nascimento de estrelas nas ondas de anéis que se expandem radialmente de forma assimétrica.

Neste trabalho de Iniciação Científica (PROBIC/UEFS), apresentaremos a 2^a etapa do projeto de pesquisa que consiste em estudar a componente estelar presente na galáxia de estudo HRG 30101 (HRG: Hertling Ring Galaxy), ver Figura 1, observada em 2008 no Telescópio de 1,6m do OPD/LNA – MCT (Observatório do Pico dos Dias/Laboratório Nacional de Astrofísica – Ministério da Ciência e Tecnologia).

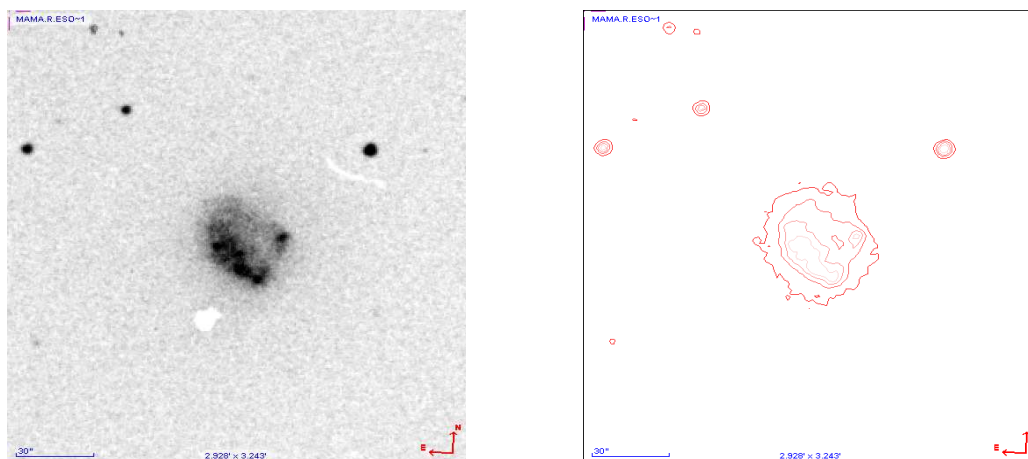


Figura 1: GAP HRG 30101, obtida do Atlas Virtual Aladin (<http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin.pl>). (a) Imagem da galáxia no óptico, com algumas estrelas de campo e (b) contorno realçando subestruturas.

MATERIAL, METODOS OU METODOLOGIA

A observação no óptico foi realizada no OPD/LNA com o espectrógrafo Cassegrain, uma rede de difração de 300 linhas por milímetro e um CCD com 1024×1024 pixels². (para maiores detalhes: <http://www.lna.br/opd/instrum/instr.html>).

O pacote IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) foi utilizado para a redução espectral da GAP HRG 30101, no qual consiste de uma ampla coleção de tarefas para uso geral de análise de dados astronômicos (fotométricos ou espectroscópicos). Estrelas padrão, observadas na mesma noite, foram utilizadas para calibrar o espectro final em fluxo. Espectros de luz de argônio, tomados logo após cada observação (galáxia e estrelas) foram também obtidos para calibrar o espectro final em comprimento de onda.

Para a conclusão deste trabalho, utilizaremos o Código de Síntese Espectral STARLIGHT para modelar a população estelar presente na galáxia de estudo, a partir de uma base de espectros contendo estrelas de várias idades e metalicidades. O STARLIGHT acha a combinação das populações estelares simples (SSPs) que melhor reproduz o espectro observado de uma galáxia. Dessa forma, o código encontra a fração “x_j” com que a SSP “j” contribui para o fluxo total da galáxia no comprimento de onda de normalização (5870 Å). A partir da razão entre a massa e a luminosidade para as SSPs, é possível obter a fração total em massa “μ_j” e a fração total de massa convertida em estrelas (i.e., sem corrigir pelas estrelas que morreram). Simulações para testar o grau de confiabilidade dos resultados da síntese foram feitas por Cid Fernandes et al. (2005).

Finalmente, utilizaremos os diagramas de diagnóstico para classificação do espectro final calibrado da galáxia, antes e após a subtração da população estelar.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Com o espectro final da galáxia HRG 30101 (Figura 2) devidamente calibrado em fluxo e comprimento de onda, foi possível identificar algumas das principais bandas de absorção Mg I ($\lambda 5174\text{\AA}$), Mg H ($\lambda 5269\text{\AA}$) e NaID ($\lambda 5892\text{\AA}$), característicos de estrelas frias do tipo K e M, respectivamente, e de várias linhas de emissão H γ ($\lambda 4340\text{\AA}$), H β ($\lambda 4861\text{\AA}$), [OIII] ($\lambda\lambda 4958,5007\text{\AA}$), [NII] ($\lambda\lambda 6548,6562\text{\AA}$), H α ($\lambda 6563\text{\AA}$) e [SII] ($\lambda\lambda 6716,6730\text{\AA}$) cuja análise permitiu inferir o tipo de atividade nuclear presente na galáxia através do diagrama de diagnóstico (Figura 3, Veilleux & Osterbrock 1987).

A Figura 2 também fornece a melhor solução obtida pelo STARLIGHT, normalizada para o comprimento de onda de 5870Å. Nesta Figura, o painel superior ilustra o espectro observado (em vermelho) com o espectro modelado superposto (em preto). O painel do meio ilustra a população estelar modelada pelo código, e no painel inferior o espectro residual, i.e., o espectro observado menos o modelado (ou sintético).

O resultado obtido fornece o contínuo bem definido, e as linhas de emissão serão medidas neste último espectro. O logaritmo das razões de linha de emissão do [O III]($\lambda 5007$)/H β ($\lambda 4861$) versus [N II]($\lambda 6583$)/H α ($\lambda 6563$) e [S II]($\lambda 6730$)/H α ($\lambda 6563$), permitem classificar a galáxia estudada como uma galáxia H II (Figura 3), i.e., uma nuvem de gás incandescente de baixa densidade na qual um vigoroso surto de formação estelar esta acontecendo.

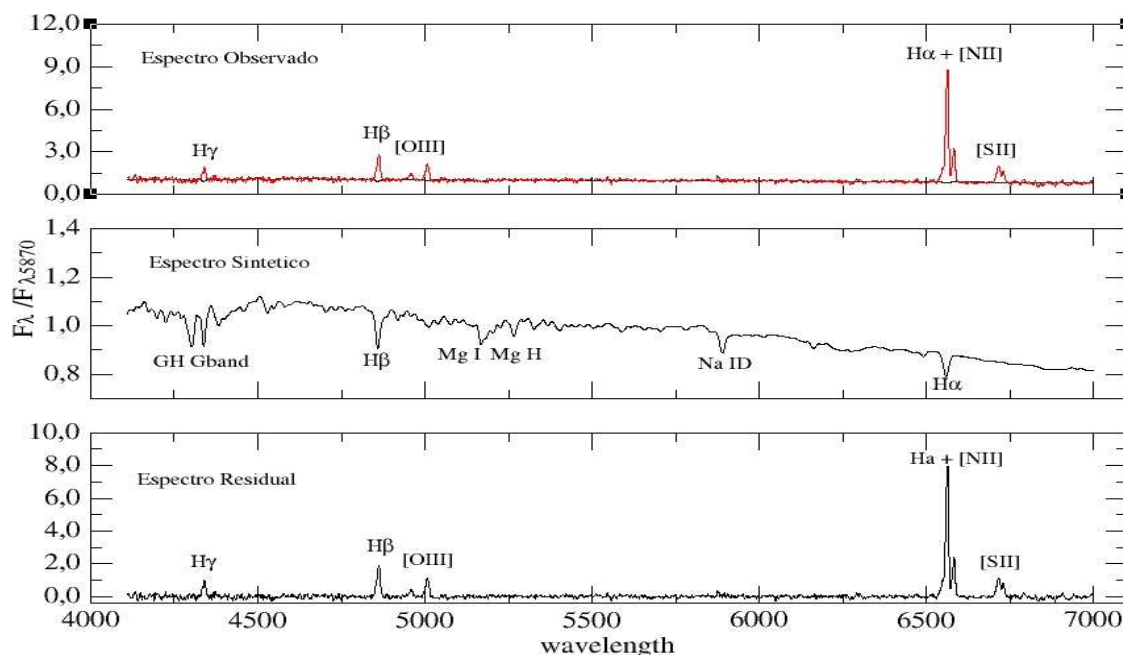


Figura 2: Espectro óptico calibrado em fluxo e comprimento de onda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos o presente projeto de pesquisa apresentando os primeiros resultados espectroscópicos no óptico para a galáxia HRG 30101, classificada a partir das razões de linhas de emissão como uma galáxia H II.

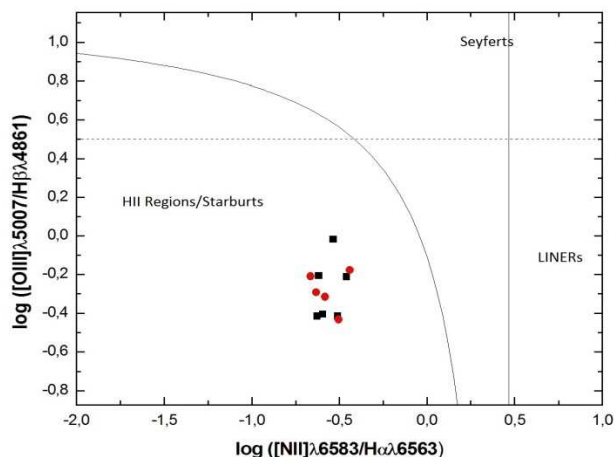


Figura 3: Diagrama de diagnostico obtido através de razões de linhas. Os círculos vermelhos representam as razões para o espectro observado sem subtração da componente estelar. Os pontos em preto representam o espectro subtraído da população estelar, solução da síntese espectral via STARLIGHT.

A inovação apresentada foi a utilização do código de síntese espectral STARLIGHT para a subtração da população estelar presente, de tal forma que os fluxos das linhas de emissão pudessem ser medidas sem tal contribuição. Os valores obtidos são bastante próximos, o que ratifica as medidas realizadas anteriores. A vantagem encontra-se na melhor definição do contínuo, que no presente caso não foi muito crítico. O redshift nuclear foi estimado em $z = 0,005$, correspondendo a uma velocidade heliocêntrica de 1491 kms^{-1} . A distância estimada foi de $20,42 \text{ Mpc}$ ($H_0 = 73 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$), correspondendo a uma escala de $99,02 \text{ pc/segundos de arco}$. A massa dinâmica estimada ($5,44 \times 10^{10} M_{\text{solar}}$) também representa um resultado inédito e foi obtida para um raio de $1,48 \text{ kpc}$. A partir das razões entre os diâmetros menor e maior, também podemos calcular a inclinação aproximada da galáxia, $i = 44^\circ$, o que fornece uma amplitude na velocidade de 180 kms^{-1} .

REFERÊNCIAS

Cid Fernandes, R., Mateus, A., Sodré, L., Stasiska, G., Gomes, J. M., 2005, MNRAS, 358, 363

Dias, C.L, da Rocha-Poppe, P.C., Fernandes-Martin, V.A. 2011. *HRG 30101: a nearby galaxy with high surface brightness ring and large nucleus*. XXXVI Reunião da SAB.

da Rocha-Poppe, P.C.; Faúndez-Abans, M.; Fernandes-Martin, V.A.; de Oliveira-Abans, M.; Fernandes, I.F.; Lago P.J.A. 2010. *Long-slit spectroscopy of the peculiar seyfert 2 galaxy HRG 10103*. MNRAS, 410, 1145-1154

Veilleux, S., Osterbrock, D.E., 1987, *Spectral classification of emission-line galaxies*, Astrophysical Journal Supplement, 63, 295-310