

TÍTULO

DETECÇÃO DE NEBULOSAS PLANETÁRIAS E REGIÕES HII NA GALÁXIA ESPIRAL NGC 6744

Nicolas G. de Oliveira¹ (IC), Oscar C. de Moraes (PQ)¹¹Universidade Federal de Itajubá**Palavras-chave:** Astrofísica. Fotometria. Redução de imagem. Iraf.**Introdução**

As nebulosas planetárias (NPs) são objetos astronômicos, formados por gás e poeira, sendo o produto da evolução de estrelas de baixa massa e massa intermediária. Na região central existe um remanescente da estrela progenitora, que de forma contínua emite luz em diversas regiões do espectro eletromagnético, mas principalmente no ultravioleta. Devido a esse fenômeno, o gás ao redor da estrela central, expelido durante a evolução da estrela progenitora, é ionizado e seu espectro é formado por linhas de emissão bastante intensas. Isto faz com que as nebulosas sejam distinguíveis de estrelas comuns, que por sua vez, emitem mais luz de forma contínua no espectro visível.

Por sua vez, as Regiões H II (regiões de hidrogênio ionizado) são vastas nuvens de gás compostas predominantemente de hidrogênio ionizado. Elas se encontram ao redor de estrelas jovens, massivas e quentes, tipicamente de tipo espectral O ou B, cujas intensas radiações no ultravioleta são suficientemente energéticas para ionizar o hidrogênio no gás circundante, emitindo luz, frequentemente na forma de linhas de emissão características, como a linha H α . Sua descoberta foi em 1610 pelo astrônomo francês Nicolas-Claude Fabri de Peiresc e recebeu o nome de Nebulosa de Orion.

Sabemos através do método de espectroscopia que ambos objetos são muito ricos em oxigênio ionizado duas vezes (OIII) e H α . O método de espectroscopia consiste em que a matéria, ao interagir com a radiação, pode absorver, emitir ou dispersar essa energia, gera padrões específicos de radiação que são característicos de seus átomos e moléculas, podendo assim identificar os objetos analisados. Nesse estudo, porém, iremos abordar sobre a detecção de NPs e regiões H II na galáxia espiral NGC 6744 através da técnica de fotometria, que se baseia em quantificar a luz emitida por um objeto.

Com as candidatas a possíveis NPs, pode-se obter uma

variedade de dados como: cinemática interna da galáxia, a evolução química de um grupo local, a evolução da dinâmica de um aglomerado de galáxias, assim como sua escala de distância. Para isso usaremos a função de luminosidade de NPs ou Planetary Nebula Luminosity Function (PNLF). Esta função é um forte indicador de distância, uma vez que as NPs são originadas de estrelas de massa baixa ou intermediária e a PNLF possui uma magnitude de corte para objetos mais brilhantes comum a todas as galáxias. Como as NPs emitem linhas em [OIII] λ 5007 muito intensas, é possível identificar NPs a longas distâncias e podemos aplicar a técnica de PNLF para galáxias muito distantes.

Estando as NPs localizadas principalmente no disco de galáxias espirais iremos abordar a respeito de uma galáxia espiral específica, a NGC 6744. Toda galáxia é um sistema composto por gases, poeira, matéria escura e estrelas, podendo possuir um buraco negro em seu centro, sendo classificadas por tipo morfológico entre espirais e elípticas. Conforme o SIMBAD (the Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data), uma das principais base de dados sobre objetos astronômicos, a galáxia NGC 6744 possui a morfologia do tipo SAB(r)bc sendo espiral, com Ascensão reta (RA) de 19 09 46.13 e Declinação (DEC) de -63 51 26.89. Por fim, sua magnitude na banda V é 8.25 e para banda R 8.08, tendo sua distância calculada em 2020 como 8.95 Megaparsec.

Dessa forma, essa pesquisa será baseada no artigo de Karen B. Kwitter que foi professora do Department of Astronomy, Williams College e publicou em 2022 um estudo sobre NPs e sua evolução e seus componentes químicos, assim como outros estudos da literatura, que serão a base para encontrar as possíveis candidatas a NPs em galáxias.

Metodologia

A detecção de Nebulosas Planetárias em sua teoria é simples, em seu artigo "PLANETARY NEBULAE IN

FACE-ON SPIRAL GALAXIES. I. PLANETARY NEBULA PHOTOMETRY AND DISTANCES”, Kimberly A. Herrmann (2008) professora do departamento de astronomia e astrofísica da Universidade Estatal da Pensilvânia, descreve o modo para encontrar uma nebulosa utilizando a ferramenta IRAF e seus pacotes.

Primeiramente, o método de detecção requer cuidado desde seu início, começando com o filtro a ser escolhido, isso, pois filtros que sejam muito mais estreitos que o necessário podem suprimir NPs e filtros muito mais amplos podem degradar o sinal-ruído da imagem. Para essa pesquisa utilizaremos um filtro [OIII] centrado no comprimento de onda 500.7 nm que torna as NPs facilmente visíveis e iremos comparar com bandas mais profundas como o filtro V, dessa forma será relativamente simples detectar as NPs, pois ao transitar entre as imagens as NPs serão de certa forma visíveis no primeiro e invisíveis no segundo filtro.

Porém, para fundos brilhantes como de galáxias essa medição se dificulta. A solução para isso será uma imagem de diferença de modo a normalizar a imagem, dessa forma uma imagem no filtro V será dimensionada e subtraída da imagem com filtro [OIII], restando apenas imagem com fluxos de linha de emissão que determinam candidatas a nebulosas planetárias, além de certas subtrações imperfeitas para estrelas que sejam muito brilhantes.

Resultados e discussão

Ao reduzirmos as imagens com o PNeReduc e abrirmos com o DS9 obtivemos o seguinte resultado da Figura 5.1.

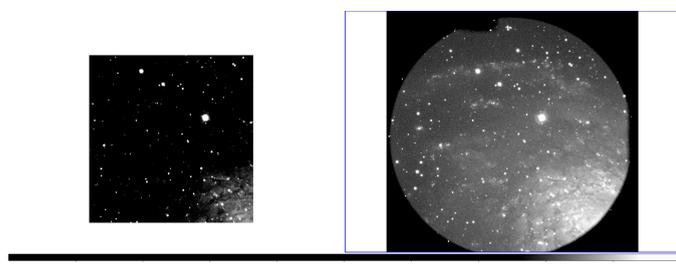


Figura 5.1 – Comparação entre imagem original e reduzida.

Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024

À direita temos a imagem original obtida pelo telescópio SOAR, após cortarmos ela corretamente e

realizarmos sua redução ela ficou como é apresentado a esquerda. Então com o site astrometry.net foi feita então a calibração.

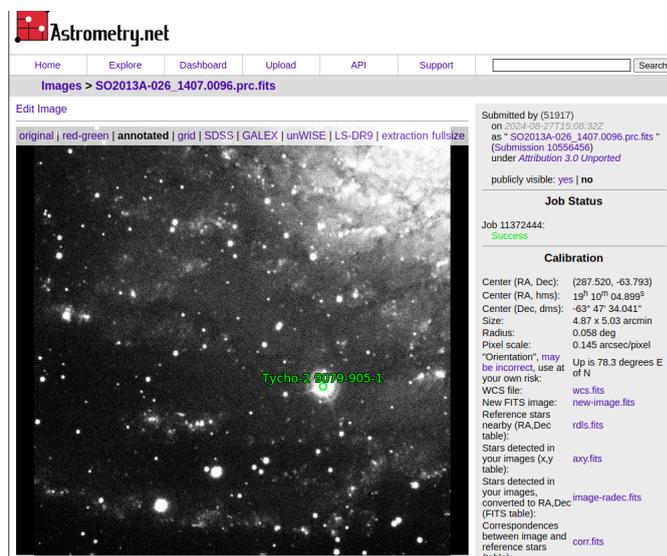


Figura 5.2 – Resultado da astrometria. Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024.

Logo após foi feita a combinação de todas as imagens separadas por filtro que tivessem tempos de exposição próximos, gerando imagens em alta resolução como a seguinte:

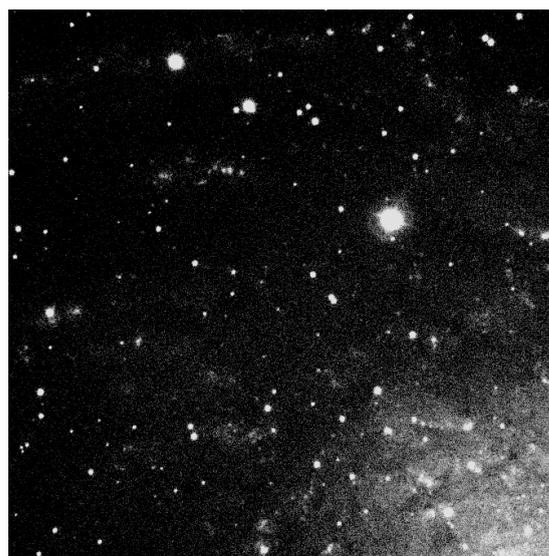


Figura 5.3 – Imagem da NGC 6744 campo 2 combinada em filtro V.

Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024.

Dessa forma fazendo a subtração obtemos:

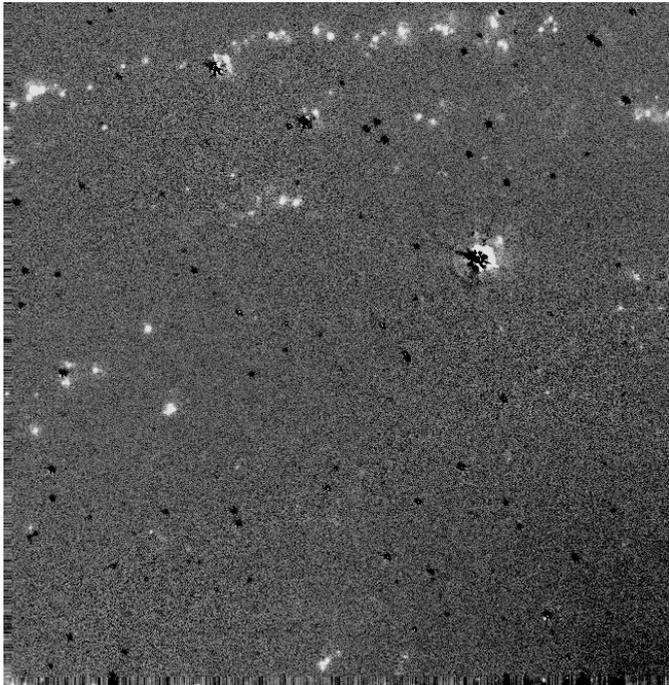


Figura 5.4 – Imagem da NGC 6744 campo 2 subtraída.
Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024.

Comparando então a imagem subtraída com a combinação do filtro V, poderemos encontrar em locais pontuais as candidatas a nebulosas planetárias.

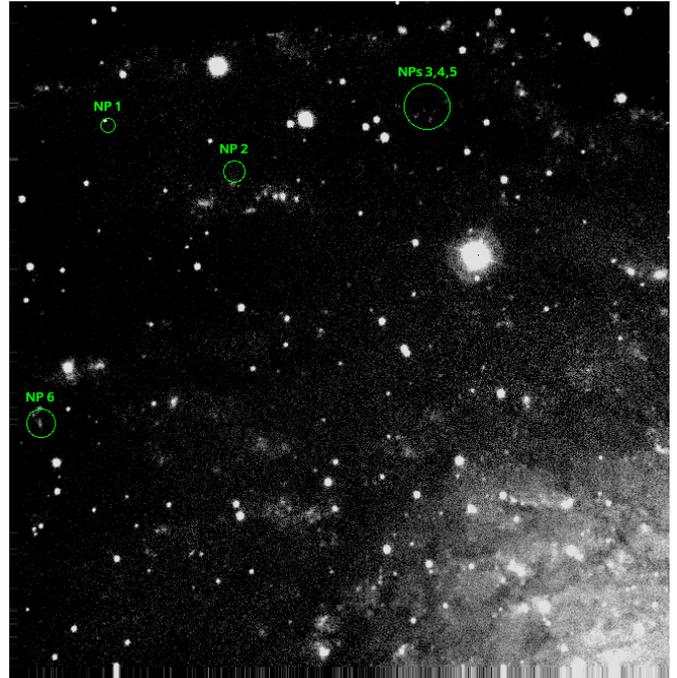
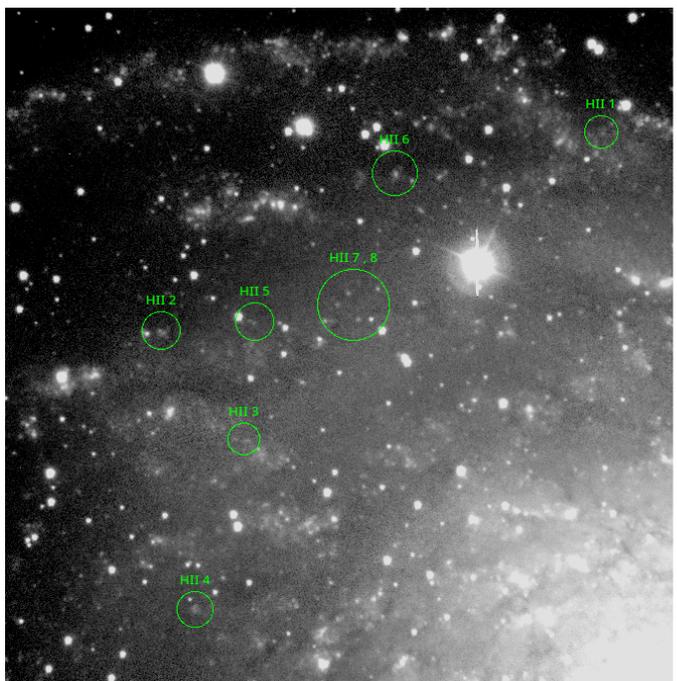
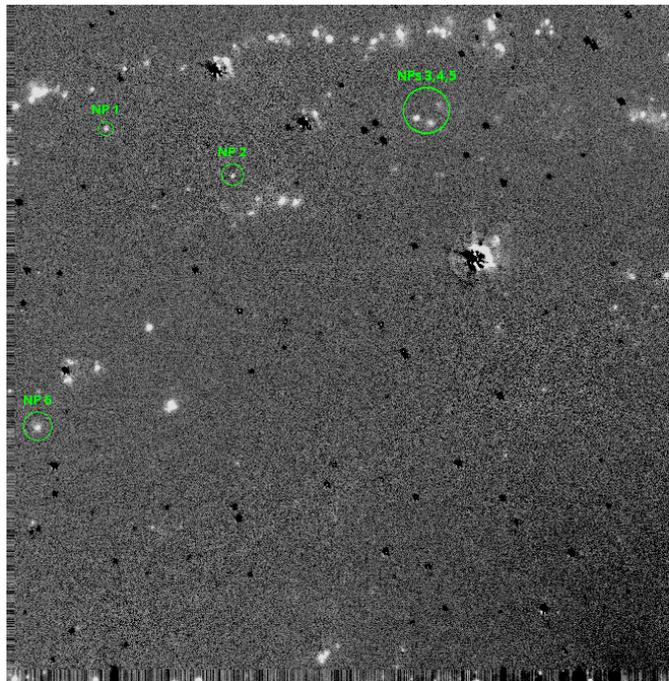


Figura 5.5 – Imagem da NGC 6744 campo 2 comparada.
Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024.

Realizando o mesmo procedimento para as regiões HII porém estaremos subtraindo da banda R.



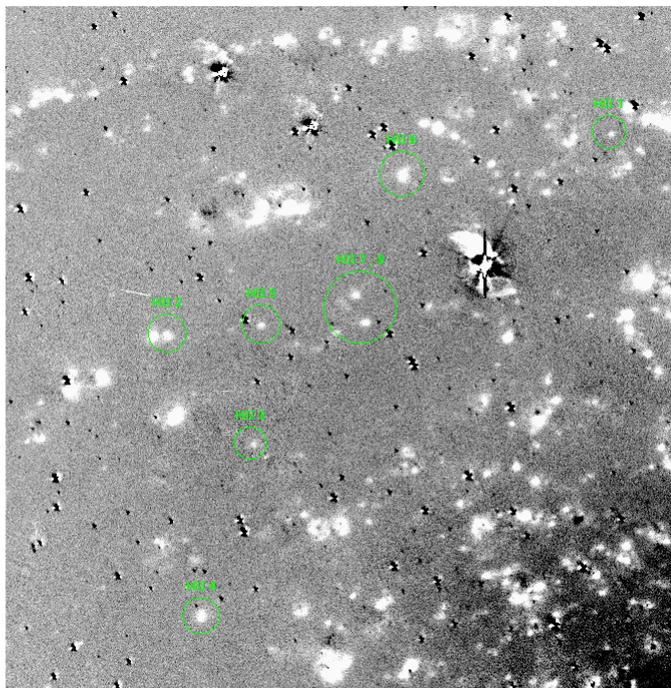


Figura 5.6 – Imagem da NGC 6744 campo 2 subtraída com filtro H α .

Fonte: obtida durante a pesquisa, 2024.

Conclusões

Observando os resultados iniciais, conclui-se então que os resultados da pesquisa foram satisfatórios. Uma vez que o objetivo inicial de identificar candidatas a nebulosas foi concluído, sendo apenas necessário uma posterior apuração sobre as candidatas para obter certeza a respeito de sua natureza como NPs. Entretanto, para tal apuração, seria necessário posteriormente o uso da técnica de espectroscopia, a qual necessita da utilização de telescópios profissionais como o SOAR. Portanto, pelo aspecto fotométrico que foi utilizado nessa pesquisa, podemos considerar como um sucesso a utilização das imagens de bandas diferentes na identificação de nebulosas planetárias.

Logo, é possível concluir também que a pesquisa obteve grande sucesso no aprendizado da Astrofísica, no estudo da fotometria de NPs e na utilização de suas ferramentas. Podendo tais conhecimentos serem levados em consideração para próximos projetos e eventual apuração dos dados obtidos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu Senhor, que me deu

sabedoria, conhecimento e força para continuar na caminhada da ciência e cumprir sua vontade.

Agradeço grandemente aos meus pais, Marcos e Shirlei, que sempre estiveram comigo e sempre me apoiaram a não desistir jamais. A minha irmã Amanda, que compartilha comigo o desejo de descoberta e sempre me animou a seguir meus gostos.

Aos meus amigos Iza, Thiago e Celso que sempre estiveram ao meu lado me ajudando a todo momento que precisava, mesmo nas noites mais difíceis de estudo no laboratório.

E agradeço especialmente ao meu orientador Oscar Cavichia de Moraes, por aceitar meu pedido de iniciação científica, por todo aprendizado e tempo disponibilizado para me ajudar e me ensinar.

Agradeço também a todos os amigos que de alguma forma me ajudaram nesse projeto e também a UNIFEI pela oportunidade de estudos na física.

Por fim agradecemos o financiamento do CNPq através da bolsa de iniciação científica nessa área que continuarei a trabalhar futuramente.

Referências

HERRMANN, K. A.; CIARDULLO, R.; FELDMEIER, J. J.; VINCIGUERRA, M. Planetary Nebulae in Face-On Spiral Galaxies. I. Planetary Nebula Photometry and Distances. *The Astrophysical Journal*, v. 683, n. 2, Washington, 2008.

JACOBY, George H. Planetary Nebulae as Standard Candles. I. Evolutionary Model. *The Astrophysical Journal*, v. 339, n. 1, Washington, 1989.

KWITTER, Karen B.; HENRY, R. B. C. Planetary Nebulae: Sources of Enlightenment. Califórnia: Astronomical Society of the Pacific, 2022.

JACOBY, George H. A critical review of selected techniques for measuring extragalactic distances. Califórnia: Astronomical Society of the Pacific, 1992. Disponível em: https://ned.ipac.caltech.edu/level5/Jacoby/Jacoby8_3.html. Acesso em: 20 set. 2024.

BOLTE, Mike. Modern Observational Techniques: Spring 2006. Califórnia: University of California Observatories, 2006. Disponível em: <https://www.ucolick.org/~bolte/home.html>. Acesso em: 20 set. 2024.