

6.2 μ m - PROCURANDO HETEROCÍCLICOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS NITROGENADOS EM NÚCLEO ATIVO DE GALÁXIAS

VITOR AVELANEDA¹; CARLA CANELO²; DINALVA SALES³

¹*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – vitor.avelaneda@furg.br*

²*INOV[ENTER], Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – camcanelo@gmail.com*

³*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – dsales@furg.br*

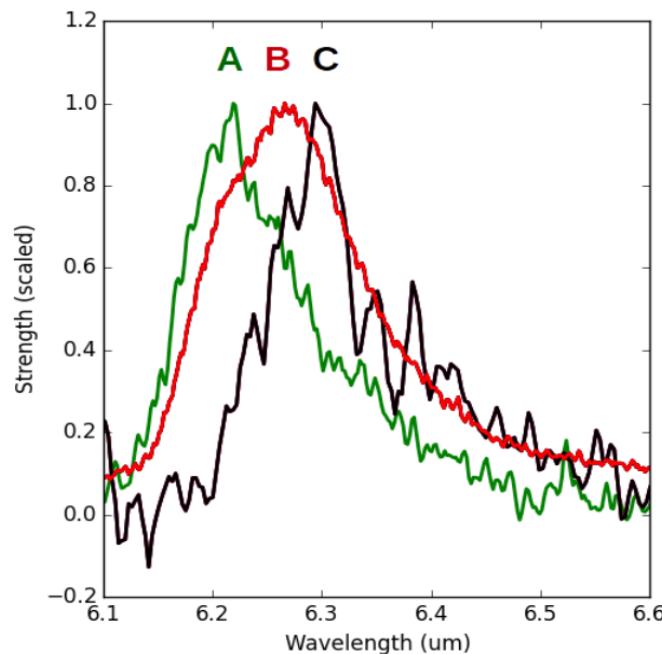
1. INTRODUÇÃO

Quando observado o Meio Interestelar (ISM) de diversas galáxias na região espectral do Infravermelho Médio (MIR), detecta-se emissões predominantes nas bandas de 3.3, 6.2, 7.7, 8.6, 11.3 e 12.7 μ m, sendo que a luminosidade destas bandas podem representar até 50% da luminosidade do MIR (Li, 2004). Os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAHs) podem concentrar até 15% do carbono presente no ISM (Ehrenfreund et al., 2006) e suas emissões vibracionais provenientes da excitação por fótons UV estão diretamente relacionada a essas bandas. Dependendo do ambiente astrofísico e condições físico-químicas onde essas moléculas estão inseridas, um ou mais átomos de carbono da sua constituição podem ser substituídos por átomos de nitrogênio formando Heterocíclicos Policíclicos Nitrogenados (PANHs), moléculas predecessoras as nucleobases que constituem os seres vivo, tais como RNA, TNA, GNA, PNA (Ehrenfreund et al., 2006; Canelo et al., 2018).

Uma das possíveis formas de detectar a emissão de PANHs nas bandas do MIR, é por meio das características do pico central de emissão em 6.2 μ m. Peeters et al. (2002) criou uma metodologia de classificação, baseada em três classes, A, B e C, Figura 1. Onde objetos classe A o pico pode variar até 6.23 μ m, objetos classe B o pico varia entre 6.23 μ m e 6,29 μ m, e na classe C o pico pode variar até 6.23 μ m. Em Hudgins et al. (2005) foi realizada uma série de experimentos onde os resultados apontaram que objetos classe A só eram explicados devido a substituição do carbono por nitrogênio nos átomos mais internos de moléculas de PAHs, ou seja, uma classe formada somente pela presença de PANHs. Já objetos classe B podem ser caracterizados por uma mistura de moléculas de PAHs e PANHs, e objetos classe C por pequenas moléculas de PAHs também chamadas por Very Small Grains (Canelo et al., 2018).

Canelo et al. (2018) realizou pela primeira vez um estudo robusto sobre as classes de Peeters aplicadas a um grande número de galáxias, foram analisadas um total de 155 galáxias Starburst-dominated. O presente trabalho tem por objetivo complementar o estudo de Canelo analisando uma amostra total de 279 galáxias AGN-dominated presentes na base de dados projeto Spitzer/IRS ATLAS.

Figura 1 – Modelo descrevendo os perfis das classes de Peeters, em verde vemos um objeto classe A, em vermelho um objeto classe B, e em preto um objeto classe C.



2. METODOLOGIA

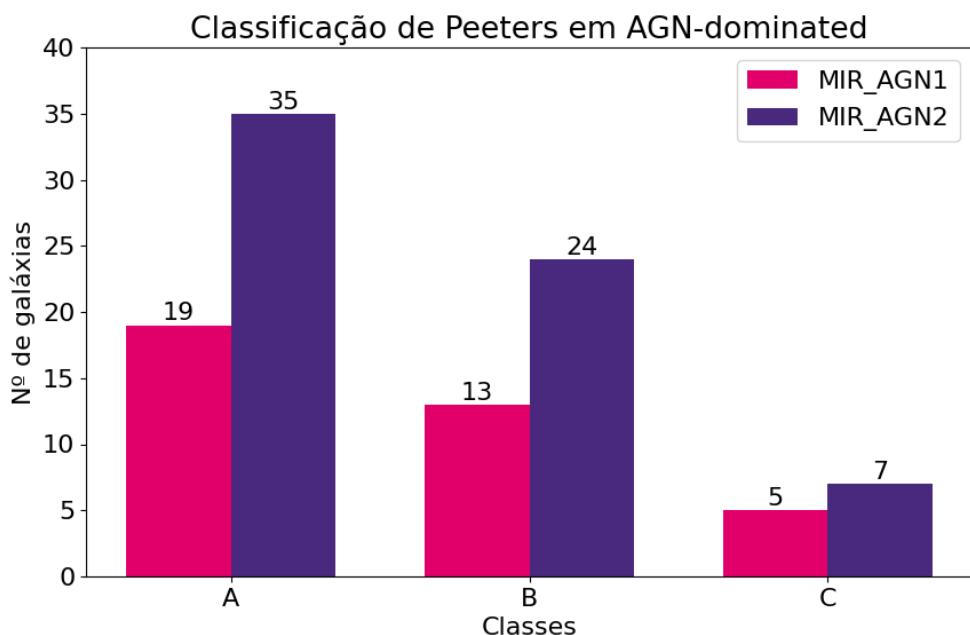
Para realização deste trabalho utilizou-se dados presentes no projeto Spitzer/IRS ATLAS (Hernán-caballero, A.; Hatziminaoglou, E., 2011), onde foi reduzido e disponibilizado publicamente dados fotométricos e espectroscópicos de 739 galáxias, observadas no MIR. A amostra utilizada em específico foi a AGN-dominated, que se subdivide em MIR_AGN1 (daqui em diante AGN 1) com 119 galáxias e MIR_AGN2 (daqui em diante AGN 2) com 160 galáxias.

Ambas amostras passaram pelo processo de análise, onde inicialmente foi realizada a correção dos espectros pelo efeito Doppler, utilizando os valores de redshift (z_{best}) que é disponibilizada no ATLAS e verificada no NASA Extragalactic Database (NED). Após o contínuo foi ajustado por meio de um local spline. O local spline é uma técnica de ajuste baseada em mínimos quadrados não lineares com pontos de âncora fixados entre 5 e 15 μ m (Peeters et al., 2002), o resultado desse processo gera a representação da Distribuição Espectral de Energia (SED) da galáxia. O processo seguinte foi subtrair o contínuo da galáxia do espectro e ajustar um perfil gaussiano que representa a banda de 6.2 μ m. Com o valor do pico central das gaussianas foram identificadas as classes de Peeters e também foi realizado diagnósticos do pico central em função do redshift, AGN, PDR, HII, e $\tau_{9.7}$, com a finalidade de buscar mais informações sobre o ambiente onde essas moléculas estão inseridas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado obteve-se para amostra AGN1 68 galáxias com o contínuo ajustado entre 5 e 15 μm , 37 galáxias com o perfil gaussiano ajustado em 6.2 μm , sendo a classificação de Peeters que foi encontrada, é de 19 objetos classe A, 13 objetos classe B e 5 objetos classe C, já para amostra AGN2 obtivemos 121 galáxias com o contínuo ajustado, e 66 objetos com o perfil gaussiano ajustado para 6.2 μm , sendo 35 pertencentes a classe A, 24 classe B e 7 classe C. Na Figura 2 podemos ver o histograma com as distribuições de classe apresentadas acima.

Figura 2 – Distribuições das classes de Peeters para amostra AGN 1 e AGN 2.



A classificação de Peeters desses objetos, quando distribuída em função do *redshift*, conseguimos encontrar uma predominância dos objetos classe A, desde baixos valores de *redshift* até altos, mas em baixos *redshift* os objetos classe A são os únicos objetos presentes. Os objetos classe C são minoria ao longo da amostra e são encontrados em altos valores de *redshift*.

A análise de diagnóstico do pico central em função das componentes de AGN, HII, e $\tau_{9,7}$ mostraram-se inconclusivos para análise, mas o diagnóstico em função da PDR mostrou que objetos classe C apontam ter baixos valores da contribuição da PDR.

4. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados nesta pesquisa indicam uma predominância de objetos classe A, ou seja, galáxias ricas em PANHs, principalmente em baixo *redshift*, também podemos observar que os objetos classe C são minoria, e somente são encontrados em alto valores de *redshift*. Logo a pesquisa corrobora com o que foi encontrado por Canelo et al. (2018) e vem indicando que há uma

possível evolução das moléculas de PAHs e o possível aumento nas reservas de nitrogênio do universo na forma abundante de moléculas de PANHs.

Gostaria de agradecer a FAPERGS pelo financiamento a esta pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Canelo, Carla M., Friaça, Amâncio C. S., Sales, Dinalva A., Pastoriza, Miriani G., Ruschel-Dutra, Daniel (2018). **Variations in the 6.2 μ m emission profile in starburst-dominated galaxies: a signature of polycyclic aromatic nitrogen heterocycles (PANHs)?**. MNRAS, 475, 3746, doi:10.1093/mnras/stx3351.

Ehrenfreund, Pascale, et al. **"Experimentally tracing the key steps in the origin of life: The aromatic world."** Astrobiology 6.3 (2006): 490-520.

Hernán-caballero, A.; Hatziminaoglou, E. **An atlas of mid-infrared spectra of starforming and active galaxies**. MNRAS, Vol. 414, p. 500. 2011.

Hudgins, Douglas M., Charles W. Bauschlicher Jr, and L. J. Allamandola. **"Variations in the peak position of the 6.2 μ m interstellar emission feature: A tracer of N in the interstellar polycyclic aromatic hydrocarbon population."** The Astrophysical Journal 632.1 (2005): 316.

Li A., **Interaction of Nanoparticles with Radiation**, ASP Conference Series Astrophysics of Dust, 2004, vol. 309, p. 417

Peeters E., Hony S., Van Kerckkoven C., Tielens A. G. G. M., Allamandola L. J., Hudgins D. M., Bauschlicher C. W., **The rich 6 to 9 μ m spectrum of interstellar PAHs.**, A&A, 2002, vol. 390, p. 1089