

IDENTIFICANDO REGIÕES DE FORMAÇÃO ESTELAR NO INFRAVERMELHO.

Mariana Ramalho Malhas¹, Cássio Leandro Barbosa²

¹ Departamento de Eng. Química, Centro Universitário FEI

² Departamento de Física, Centro Universitário FEI

mariana.malhas@hotmail.com, cbarbosa@fei.edu.br

Resumo: Nesse projeto, estudamos e caracterizamos 10 regiões de formação de estrelas massivas de nossa galáxia. As regiões foram selecionadas a partir de um catálogo de emissão *maser* de amônia e utilizamos utilizando dados públicos de *surveys* no infravermelho próximo. A morfologia de todas as regiões sugere a solução próxima para suas distâncias e, dentre elas, 5 regiões foram identificadas com grau evolutivo baixo. Finalmente, apresentamos a descoberta de uma nova região de formação estelar a ser estudada.

1. Introdução

Estrelas massivas ($M > 10 M_{\text{Sol}}$) se formam em nuvens moleculares gigantes e frias nos braços espirais de nossa Galáxia. Ao produzirem um campo de radiação intenso, as condições ambientais permitem a emissão estimulada de micro-ondas, dando origem a emissão *maser* de diversas espécies químicas. Para investigar e caracterizar regiões de formação de estrelas de alta massa, selecionamos 10 regiões do catálogo de emissão *maser* de amônia de [1], cuja espécie química é um indicador de ambiente muito denso.

Para cada região listada na Tabela I, obtivemos a fotometria *JHK_S* do projeto VVV do telescópio VISTA no Chile. Com a fotometria nessas bandas, construímos os diagramas cor-cor (*J-H*) x (*H-K_S*) e cor-magnitude *K_S* x (*H-K_S*), ferramentas diagnósticas de aglomerados de estrelas. Na próxima seção apresentaremos os resultados obtidos para a região G337.9-0.5 apenas, por questões de espaço.

2. Metodologia e Resultados

Tabela I - Regiões estudadas nesse trabalho.

Região	Escala de idade	Distância (kpc)
G287.7-0.6	evoluída	6,14
G295.1-1.6	evoluída	4,34
G308.7+0.6	jovem	3,87
G321.1-0.5	jovem	3,76
G333.1-0.4	jovem	3,28
G333.2-0.1	evoluída	4,96
G333.3-0.4	evoluída	3,28
G333.7-0.5	evoluída	3,30
G337.9-0.5	muito jovem	3,02
G345.0+1.5	muito jovem	2,11

Para o estudo das regiões listadas na Tabela I, foram construídos os diagramas cor-cor e a respectiva imagem RGB no infravermelho, onde a cor R representa a banda K, a cor G a banda H e a cor azul e a banda J, das imagens

obtidas pelo telescópio VISTA. Esse telescópio possui 4 metros de diâmetro e foi dedicado a diversos *surveys* do céu austral, dentre eles o *VISTA Variables in the Via Láctea (VVV)*.

Uma imagem como essa carrega informações importantes que podem ser obtidas apenas a partir de sua análise visual. Por exemplo, regiões e objetos mais jovens terão coloração mais avermelhada, por conta da emissão intensa em comprimentos de onda mais longos, no caso a banda *K_S*. Além disso, regiões mais jovens possuem mais emissão nebulosa. Objetos com coloração azulada, o que significa emissão mais intensa em comprimentos de onda mais curtos, como a banda *J* indica objetos que não fazem parte da região estudada.

Além da informação sobre o grau evolutivo das regiões, as imagens são úteis para ajudar a avaliar a distância até elas. O modelo cinemático de rotação da galáxia é o método mais utilizado para se medir a distância até uma região de formação de estrelas. Entretanto, o modelo fornece 2 distâncias compatíveis com os dados de entrada, sendo uma mais próxima e a outra mais distante. Uma maneira de se quebrar essa degenerescência, ainda que apenas qualitativamente, é avaliando-se a morfologia do aglomerado: espera-se que em regiões muito distantes, detalhes da interação entre as estrelas e as nuvens que as cercam não fiquem evidentes. A imagem RGB da região G337.9-0.5 é apresentada na Figura 1.



Figura 1 – Imagem RGB da região G337.9-0.5, N está para cima e E para a esquerda. O círculo marca a posição da emissão *maser*.

Diagramas cor-cor e cor-magnitude são diagnósticos mais precisos do grau de evolução de aglomerados. Com eles é possível determinar sua população estelar e identificar as regiões onde ocorre formação estelar.

Objetos que apresentam índice de cor $H - K > 2$ são classificados como objetos estelares jovens (OEJs), que ainda não finalizaram seu processo de formação.

A região G337.9-0.5 é uma das regiões mais jovens dentre as estudadas nesse trabalho. Além das nuvens de gás e poeira, vemos no diagrama da Figura 2, objetos com índice de cor $H - K > 2$, sugerindo a presença de OEJs. Além disso, percebe-se na Figura 1 a presença de nuvens escuras circundando o aglomerado. Nuvens assim são o reservatório de matéria para formação de estrelas depois de fragmentarem-se e se contraírem.

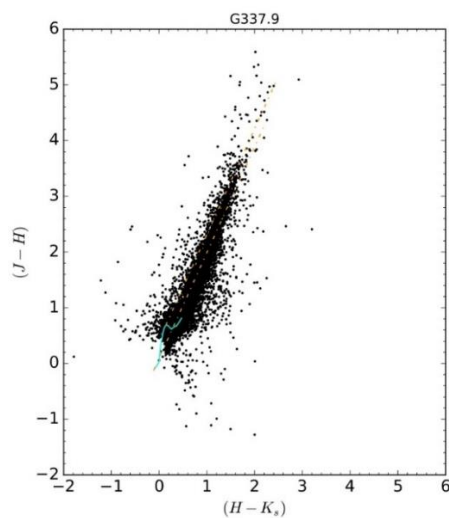


Figura 2 – Diagrama $(J - H) \times (H - K)$ da região G337.9-0.5.

Ainda de acordo com a Tabela I, vemos que as regiões G308.7+0.6, G321.1-0.5, G333.1-0.4, G337.9-0.5 e G345.0+1.5 são regiões jovens com formação estelar ativa. Por outro lado, as regiões G287.7-0.6, G295.1-1.6, G333.2-0.1, G333.3-0.4 e G333.7-0.5 têm grau evolutivo entre intermediário e alto, mas alguma atividade de formação de estrelas ainda deve estar ocorrendo.

3. Conclusões

O projeto se conclui de forma satisfatória, tendo cumprido todas as etapas previstas no projeto original. A identificação do aglomerado de onde se espera a emissão *maser* e, por consequência, onde está concentrada a atividade de formação estelar, permite continuar a investigação de cada região a partir de observações espectroscópicas. As regiões classificadas como jovem ou muito jovem são de particular interesse.

Para finalizar, apresentamos um resultado muito significativo, a “descoberta” de um complexo de formação estelar, batizada provisoriamente de G345.4, apresentada na Figura 3. Aparentemente trata-se de uma região muito jovem, que parece possuir vários sítios de formação estelar, dando origem a várias gerações de estrelas. Além disso, a presença de uma nuvem molecular escura, indica que ainda há material para mais estrelas virem a se formar. Essa região será estudada futuramente, com observações espectroscópicas a serem propostas ao observatório SOAR.



Figura 3 – Imagem RGB da região G345.4.

4. Referências

- [1] ZINNECKER, Hans; YORKE, Harold. W. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics** v. 45, p. 481, 2007.
- [2] VILAS-BOAS, J. W. S. & Abraham, Z. **Astronomy & Astrophysics** v. 355, p. 1115, 2000.

Agradecimentos

Agradeço, sobretudo, à minha família e amigos que estiveram do meu lado me fortalecendo constantemente durante todo o processo.

¹ Aluna de IC do Centro Universitário FEI (PIBIC/CNPq – 001/20), R.A. 11.119.138-3. Projeto com vigência de 09/20 a 08/21.