IDENTIFICAÇÃO DE ESTRELAS BE NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO

Kevin Schemiguel (PIBIC/UEPG), Laerte Brandão Paes de Andrade (Orientador), landrade.1138@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Física

Ciências Exatas e da Terra/Astrofísica Estelar

Palavras-chave: Astrofísica Estelar, Estrelas Be, Infravermelho, Fotometria;

Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida em cima do estudo do chamado "fenômeno Be", onde são observadas linhas de Balmer sendo emitidas em estrelas de temperaturas e rotações elevadas quando comparadas às do Sol. Suas altas velocidades rotacionais contribuem para o achatamento de seu formato esférico, bem como a formação de um disco circunstelar composto por ejeções de massa esporádicas que geram um excesso de emissão no infravermelho. Sabendo isso, o objetivo principal desta pesquisa foi identificar estrelas Be em aglomerados estelares desconhecidos a partir da comparação e confecção de gráficos cor-cor com dados de outras estrelas já conhecidas. Foram coletados dados referentes aos fluxos nos filtros B, V e H de aproximadamente 200 estrelas Be, em todas as classes de tipos espectrais, e 685 estrelas B. Esses dados foram analisados a partir do desenvolvimento de diagramas HR plotados na razão de B-V por V, onde seria identificado em qual classe espectral uma dada estrela se encontra, porém não foi encontrado ou determinado um padrão na disposição destes dados. Para o gráfico cor-cor na razão B-V por V-H, conseguiram-se informações precisas para identificação de estrelas B ou Be.

Introdução

Estrelas Be clássicas são objetos de temperatura elevada (tipo espectral B) e classe de luminosidade V-III (de sequência principal às subgigantes). Apresentam alta rotação, em que se observam linhas de Balmer em emissão [4]. Por apresentarem altas velocidades rotacionais, possuem um formato achatado e também um disco circunstelar composto por ejeções de massa esporádicas que geram um excesso de emissão no infravermelho.

Essa variabilidade é característica da classe, e está presente em diversas faixas de comprimento de onda e em escalas de tempo muito distintas. As variações mais espetaculares são o desaparecimento e possível reaparecimento de suas linhas de emissão, o que leva a serem classificadas como estrelas B simples.

Estrelas Be geralmente brilham mais que estrelas B normais do mesmo tipo espectral. Tal fenômeno, entretanto, é insuficiente para explicar os episódios de ejeção de massa. Esse comportamento, chamado "fenômeno Be", é um dos mistérios da astrofísica estelar contemporânea e pode estar ligado às pulsações não-radiais (PNR) da estrela. O estudo desse fenômeno fornecerá pistas para o entendimento da formação e evolução de estrelas massivas, bem como processos do meio interestelar e condições para o surgimento ou não de vida.

Desenvolver estes estudos necessitam de uma gama grande de ferramentas, bases e técnicas de manipulação de dados, e muitas são essenciais para o aprofundamento de conhecimento dentro da área. Uma dessas ferramentas é o uso dos diagramas Hertzsprung-Russell, ou apenas diagramas HR. Ele é um gráfico de

ISSN 1676-0093

distribuição que mostra a relação entre a magnitude absoluta ou luminosidade pelo tipo espectral ou classificação estelar e a temperatura efetiva. Estes gráficos colocam cada estrela indicando a sua magnitude absoluta ou brilho contra sua temperatura e cor, ou quaisquer outras variáveis que o pesquisador desejar inserir.

Material e Métodos

Neste trabalho inicialmente se desenvolveu o levantamento de referencial teórico sobre estrelas Be e seu comportamento, bem como a revisão bibliográfica de conceitos de astrofísica aplicada. Como exemplo prático para o estudo e confecção de diagramas HR, foi utilizado o aglomerado estelar das Plêiades, localizadas na direção da constelação de Touro. Deste aglomerado foi selecionada uma amostra de 29 estrelas e, utilizando como consultas a base de objetos astronômicos SIMBAD [5], foram recolhidos dados de fluxos nos filtros B e V para treino e identificação de cada um dos fluxos, bem como a distância em parsecs da Terra.

A próxima atividade realizada foi colocar em prática estes conhecimentos, utilizando um método similar para determinar se uma estrela é potencialmente uma estrela Be ou apenas B. Foram então selecionados dados de fluxos nos filtros B, (azul, centrado em 445nm), V (visível, centrado em 551nm) e H (1,6μm) [3] de 685 estrelas B de tipo espectral B2 de sequência principal, onde foram plotadas a relação linear de V-H em função de B-V.

Utilizamos a mesma metodologia descrita em Wegner et al. (2015) para obter a diferenciação entre estrelas B e Be. Foram utilizados também dados de uma amostra de cerca de 200 estrelas Be, de diversos tipos espectrais. Estes dados foram retirados do catálogo III/67A, de Jaschek, M., & Egret D. 1995 [2].

Posteriormente, um terceiro gráfico foi desenvolvido com o objetivo de determinar, a partir dos filtros B e V, qual o tipo espectral de uma estrela qualquer. Para isso foram plotadas, na razão de B-V por V, cerca de 200 estrelas Be. Neste caso utilizou-se a mesma amostra de estrelas Be usadas no gráfico anterior.

Resultados e Discussão

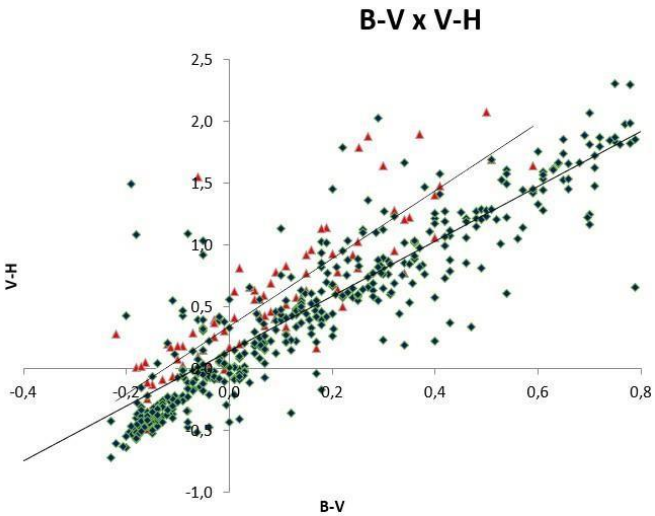
Com a Figura 1, buscamos diferenciar estrelas B de Be, utilizando os dados para estrelas B2 de sequência principal da base SIMBAD []. Para as estrelas Be, conseguimos a equação de ajuste linear V – H = 2,7358 + 0,3451, enquanto para as estrelas B normais o ajuste ficou em V – H = 2,765 + 0,263.

Como a diferença entre os dois ajustes é claro e visível, podemos concluir que se trata de um bom método para diferenciarmos estrelas B de Be no geral. Além disso, nosso ajuste consiste em um aprimoramento do feito por Wegner et al. (2015), uma vez que os dados utilizados para a confecção são provenientes do Gaia Data Release 2 [1], disponibilizados em 25 de abril de 2018, e, portanto, ainda inacessíveis na época do outro artigo.

Podemos notar as posições das estrelas Bes em grande parte na área superior do gráfico, representadas pelos triângulos vermelhos, corroborando a presença do excesso de emissão no infravermelho. As demais estrelas, representadas pelos losangos verdes, são estrelas B concentradas em maior parte na parte debaixo do gráfico, representação a não ocorrência deste excesso.

ISSN 1676-0093

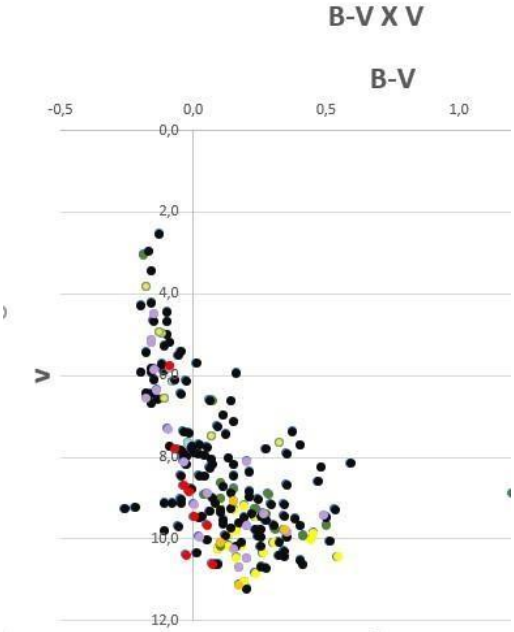
Figura 1: Diferenciação de estrelas B e Be



Em vermelho estão plotadas as estrelas B2e e em azul escuro as estrelas B2. Distribuição em razão dos filtros B-V por V-H.
Fonte: o autor.

Na Figura 2 as estrelas da amostra foram coloridas com cores diferentes de acordo com seus tipos espectrais B, sendo cada cor a representação de um tipo. Foram dispostas nesta forma justamente para verificar se existia um padrão em sua distribuição, o que neste caso não foi o observado. Por exemplo as estrelas do tipo B2 (cor preta), logo mais quentes e brilhantes, estão distribuídas por toda a extensão do gráfico entre as estrelas de outros tipos espectrais, que podem ser mais quentes ou frias que elas. Isso pode ter ocorrido por diversos fatores, como por exemplo não ter sido levada em consideração a extinção estelar presente. A poeira interestelar interfere nos comprimentos de onda, fazendo com que haja uma alteração dos valores de B e V.

Figura 2: Distribuição de estrelas Be por tipo espectral



Estrelas plotadas em razão de B-V pela Magnitude absoluta V.
Fonte: o autor.

ISSN 1676-0093

Cada cor na Figura 2 representa um tipo espectral, sendo: B0 com a cor amarela, B1 na cor verde, B1.5 na cor azul claro, B2 na cor preta, as B2.5 em tom laranja claro, as B3 em lilás, as B5 em vermelho e as estrelas de tipo espectral B6 até B9 em laranja escuro.

Conclusões

Nesta pesquisa analisamos e testamos algumas formas de detecção de estrelas Be no infravermelho, identificando uma forma deste método. Embora tenhamos chegado a esta finalidade, ela ainda não pôde ser posta em prática. Futuramente testaremos a eficácia dos ajustes lineares para identificar estrelas Be ainda desconhecidas em aglomerados abertos pouco estudados.

Fizemos também o desenvolvimento do diagrama HR B-V x V, com a distribuição das estrelas separadas em cores. O resultado não foi plenamente satisfatório, uma vez que não houve nenhuma relação que pudesse ser identificada nas análises. A precisão necessária para separá-las entre os subtipos B0 e B9 ainda não é alcançada (figura 2) nem levando-se em consideração os novos dados do Gaia Data Release 2. Futuramente pesquisaremos qual variável é determinante para definir o grupo.

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente a UEPG, que foi a instituição de financiamento e fomento, pela oportunidade e disponibilidade de sua infraestrutura para o desenvolvimento desta pesquisa e também pelo apoio financeiro, que ocorreu pela concessão da bolsa de Iniciação Científica. Agradeço também a meu orientador, Laerte Andrade, pela orientação dada ao longo deste ano e a demais colegas e funcionários do Observatório Astronômico da UEPG.

Referências

1. GAIA Collaboration et al., **Gaia Data Release 2**. Astronomy & Astrophysics, v. 616, p. A1, 2018.

2. JASCHEK, M., & EGRET, D. 1995, **VizieR on-line Data Catalog: III/67A**

3. OLIVEIRA, K., SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica**. Saraiva. 3º ed, 2014. São Paulo.

4. RIVINIUS, T., CARCIOFI, A.C., MARTAYAN, C. **Classical Be stars: Rapidly rotating B stars with viscous Keplerian decretion disks**. Astronomy & Astrophysics Review, v. 21, p. 1, nov. 2013.

5. SIMBAD. Disponível em: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>. Acesso em: 13 de julho de 2019.

6. WEGNER, W. **Intrinsic Color Indices of Stars Obtained from 2MASS Photometry**. Acta Astronomica, vol 64, pp. 261-275, 2015.