

## 11º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2020

### INVESTIGANDO O MEIO INTERESTELAR NA CONSTELAÇÃO DE PHOENIX

PEDRO RICARDO DA SILVA NETO<sup>1</sup>, DEIDIMAR ALVES BRISSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura em Física, Campus Birigui, pedricardo17@gmail.com

<sup>2</sup> PEBTT do IFSP, Câmpus Birigui, deidimar@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.04.02.00-4 Astrofísica Estelar.

**RESUMO:** O estudo da formação estelar é um fator primordial para a compreensão de processos mais complexos que envolvem as estrelas e o meio interestelar. Diariamente dados sobre os corpos celestes e o meio interestelar são coletados e armazenados em grandes catálogos, de livre acesso ao público, que podem ser utilizados em pesquisas. O Hemisfério Sul Celeste apresenta menos estudos e dados em comparação com o Norte, e nele existe todo um conjunto de regiões, demarcadas pelas constelações que carecem de mais pesquisas. Desta forma este trabalho buscou investigar a formação estelar na constelação de Phoenix, dividindo a constelação em seis regiões de  $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ , tendo como coordenadas centrais,  $-42^{\circ} 30' 00''$  de declinação e 00h 30m 00s de ascensão reta. Fazendo uso do catálogo I/280B/ASCC diversos parâmetros estelares foram extraídos, e com eles gráficos de magnitudes por índices de cor (J x J-H), (H x H-K) e índice de cor por índice de cor (J-H x H-K) foram plotados. Como resultado final foi possível observar uma região composta por uma pequena população estelar, bem como alguns prováveis objetos estelares jovens. Concluindo que é completamente viável realizar o estudo de uma região celeste fazendo uso de catálogos e ferramentas computacionais simples.

**PALAVRAS-CHAVE:** astrofísica; formação estelar; catálogo estelar; objetos estelares jovens.

#### INVESTIGATING THE INTERSTELLAR MEDIUM IN THE PHOENIX CONSTELLATION

**ABSTRACT:** The study of star formation is a key factor for understanding more complex processes involving stars and the interstellar medium. Daily data on celestial bodies and the interstellar medium are collected and stored in large databases, freely accessible to the public, which can be used in research. The Southern Celestial Hemisphere presents less studies and data compared to the North, and there is a whole set of regions, marked by constellations that need more research. In this way, this work sought to investigate the star formation in the Phoenix constellation, dividing the constellation into six regions of  $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ , having as central coordinates,  $-42^{\circ} 30' 00''$  declination and 00h 30m 00s of straight ascension. Using the I / 280B / ASCC catalog several stellar parameters were extracted, and with them graphs of magnitudes by color index (J x J-H), (H x H-K) and color index by color index (J-H x H-K) were plotted. As a final result, it was possible to observe a region composed of a small stellar population, as well as some probable young stellar objects. Concluding that it is completely feasible to carry out the study of a celestial region using catalogs and simple computational tools.

**KEYWORDS:** astrophysics; star formation; stellar databases; young stellar objects.

## INTRODUÇÃO

O estudo da formação estelar é um fator primordial para a compreensão de processos mais complexos que envolvam as estrelas, o meio interestelar e, até mesmo, as galáxias, pois possui uma grande gama de objetos e fenômenos. O processo de formação estelar inicia-se, em gigantescas nuvens moleculares, compostas principalmente de hidrogênio e hélio, e em uma menor parcela, os demais elementos (MACIEL, 2002).

Atualmente, coleta de dados astronômicos é realizada diariamente por diversos observatórios, satélites e equipamentos responsáveis por recolher informações vindas do espaço. Essas informações, são armazenadas em grandes bancos de dados em sua maioria públicos como o *Skyview Virtual Observatory* e o *VizieR* (CHSENBEIN F., 2000). Nesses bancos de dados é possível encontrar informações observacionais, fotométricas e espectroscópicas de diversos corpos estelares, como estrelas, nebulosas, anãs brancas, pulsares, etc.

Os dados são armazenados em diferentes catálogos, sendo possível localizar os diversos objetos celestes a partir de suas localizações, palavras-chave referentes a missões ou comprimento de onda desejado. Cada missão tem um propósito, sendo ele o estudo de uma região específica da esfera celeste ou dele como um todo, assim como o comprimento de onda em que a coleta de dados é realizada.

Desta forma o presente trabalho teve por objetivo a utilização de bancos de dados astrofísicos para o estudo do meio interestelar da região da constelação de Phoenix<sup>1</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

A região de Phoenix (Figura 1) está localizada aproximadamente entre  $-45^\circ$  e  $55^\circ$  de declinação e 00h e 2h de ascensão reta (Figura 1). Neste trabalho ela foi dividida em seis regiões de  $10^\circ \times 10^\circ$ , tendo como coordenadas centrais,  $-42^\circ 30' 00''$  de declinação e 00h 30m 00s de ascensão reta.

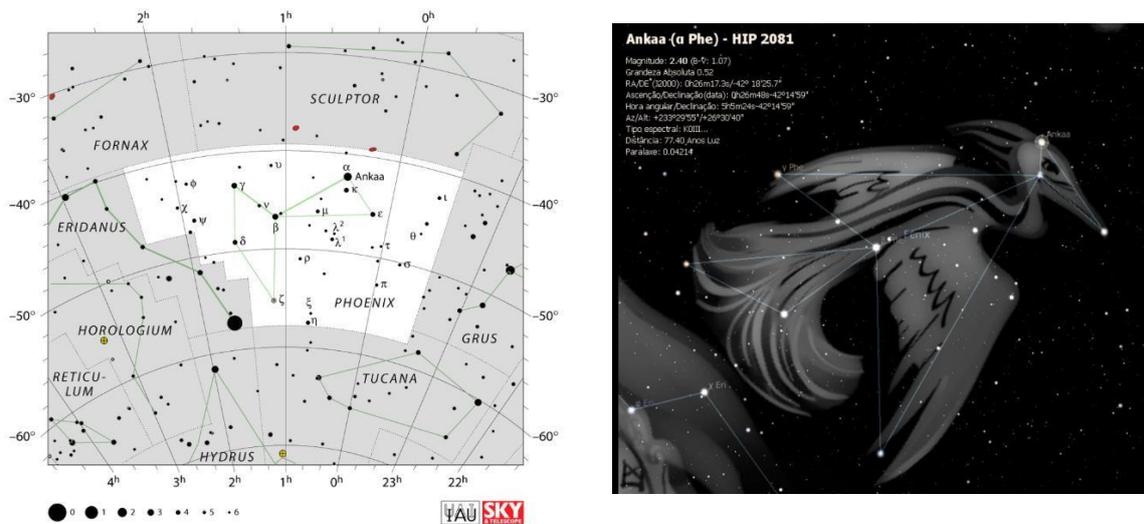


Figura 1 – Esquerda: Recorte de uma região celeste do hemisfério sul celeste, na forma de mapa celeste com destaque para a região de Phoenix. Fonte: IAU, 2020. Direita: Esboço da figura mitológica representada pelo conjunto de estrelas que formam a constelação. Fonte: STELLARIUM, 2020.

Para obtenção dos dados foi utilizado o catálogo I/280B/ASCC disponível na plataforma VizieR. Foram extraídos os seguintes dados para cada objeto contido no catálogo: RAJ2000, DEJ2000, Jmag, Hmag e Kmag. Utilizando essas informações foi possível calcular excesso de cor entre as magnitudes, os índices de cor observados e intrínseco, junto da distância até os corpos.

<sup>1</sup> A fênix (pt) ou fênix, fênice (pt-BR) (em grego clássico: φοῖνιξ) é um pássaro da mitologia grega que, quando morria, entrava em auto-combustão e, passado algum tempo, ressurgia das próprias cinzas. Outra característica da fênix é sua força que lhe permite carregar cargas muito pesadas enquanto voa, havendo lendas nas quais chega a carregar elefantes. Finalmente, pode-se transformar numa ave de fogo.

Na secção selecionada foram selecionados 73 objetos com qualidade fotométrica ótima ou boa (classificação do catálogo), que apresentaram os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Os dados destes objetos foram extraídos do catálogo online e transferidos para um arquivo de texto. Em seguida, foi utilizado o software de código livre para pesquisas e cálculos Scilab (da SILVA, 2013). Então, foi possível realizar o cálculo do índice de cor (J-H) e (H-K), bem como a plotagem dos gráficos de magnitudes por índices de cor (J x J-H), (H x H-K) e índice de cor por índice de cor (J-H x H-K).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A formação estelar

Nas nuvens moleculares ocorre um processo de auto atração gravitacional entre a seus componentes e ocorre à formação de glóbulos de Bok (KARTTUNEN, 2016), que podem permanecer estáveis por milhares de anos, entretanto se um fenômeno de grande magnitude ocorrer próximo a esses corpos fazendo com que a massa do glóbulo ultrapasse a massa de Jeans (Maciel, 1999), ocorre o colapso causado pela atração gravitacional. Neste processo o material interestelar continua caindo em queda livre em direção ao centro e o restante permaneça de forma estacionária. A energia potencial adquirida durante a queda do material nesse processo é convertida em energia térmica até o ponto que o centro atinja o equilíbrio hidrostático e o caroço central é uma protoestrela (MACIEL, 1999; OLIVEIRA FILHO, 2004). Se a massa final obtida no caroço for menor que  $0.08 M_{\odot}$  a temperatura central não será capaz de realizar a ignição do hidrogênio, resultando em um objeto denominado *anã marrom* de difícil detecção (KROUPA, 2002; ROMERO, 2008).

Corpos com massa superior a  $0.08 M_{\odot}$  como as estrelas *T Tauri* (TT) podem ser detectados e observados ainda na fase pre-sequência principal, sendo estrelas variáveis não pulsantes e de baixa massa. Esses objetos inicialmente possuem uma grande quantidade de material circunestelar que permanece sendo consumido pelo colapso, alimentando de forma gradual o objeto central e desaparecendo. Nesta fase onde ainda é possível encontrar muito material circunestelar os objetos são classificados como Classe II ( $650 \leq T_{bol} \leq 2880$ ) (Board, 2002). Quando as *T Tauri* ficam pouco ou nenhum material circunestelar passam a ser classificadas como Classe III e conhecidas também como *weak-line* TT, se referindo à baixa intensidade de emissão  $H_{\alpha}$  nesta fase da evolução estelar. Nesse estágio o material não este completamente desprovido do material circunestelar, mas deverá colapsar em corpos maiores, formando-se blocos que provavelmente darão origem aos planetas. Estando desprovidos de seu envelope os objetos de classe III e não possuem excesso de cor no infravermelho (REIPURTH, 2005; MIZUNO, 1996) (Figura 2).

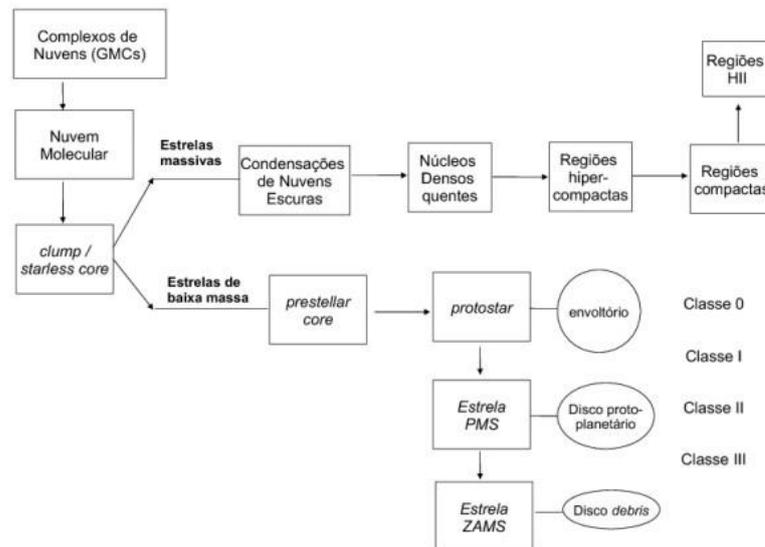


Figura 2 – Esquema das diferentes etapas de formação estelar. Fonte: GAMA, 2012

### O Hemisfério Sul Celeste

O Hemisfério Sul Celeste por possuir uma quantidade inferior de centros de pesquisa, observatórios, telescópios e cientistas em relação ao hemisfério norte é de certa forma pouco estudado, embora seja a melhor região para o estudo da Via Láctea e das constelações ao seu entorno. O Polo Sul

Celeste é localizado na constelação de Octans, ao seu entorno ficam as constelações de Pavos, Apus, Camaleon, Mesa, Hydros, Tucana e Phoenix, que não apresentam nenhuma região de formação estelar registrada na literatura.

### As populações estelares da constelação da Phoenix

A coleta dos dados por meio das ferramentas do próprio banco de dados se apresentou como forma mais eficiente para a análise posterior, pois algumas informações irrelevantes para o trabalho puderam ser filtradas e excluídas. A exportação dos dados por meio de um arquivo de texto simples auxiliou na leitura do software utilizado para o cálculo de parâmetros e construção dos três gráficos apresentados abaixo.

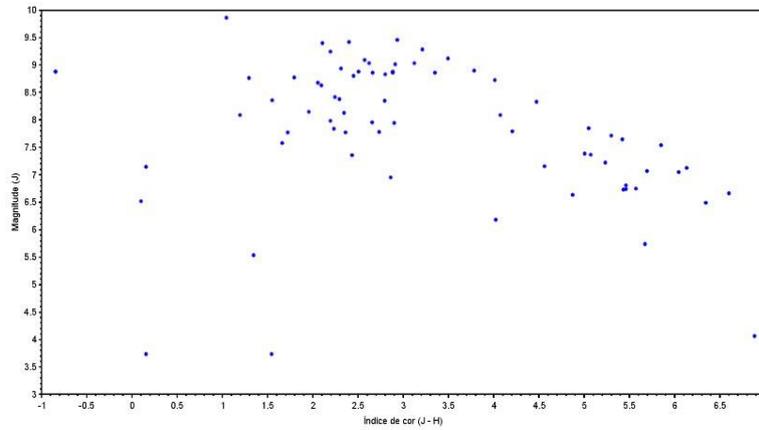


Gráfico 1 – Magnitude (J) pelo índice de cor (J-H)

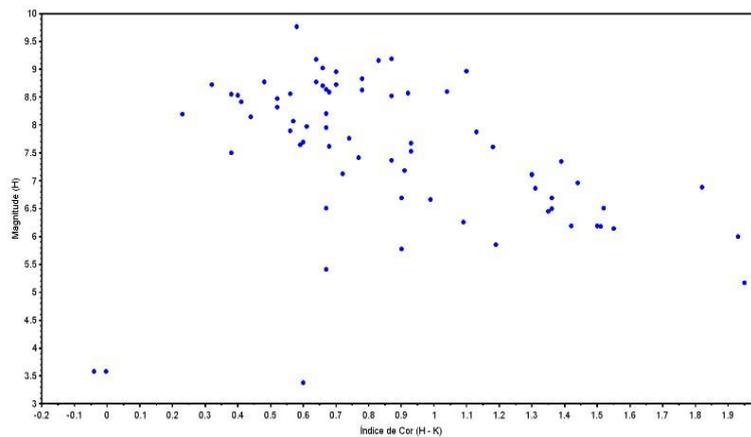


Gráfico 2 – Magnitude (H) pelo índice de cor (H-K)

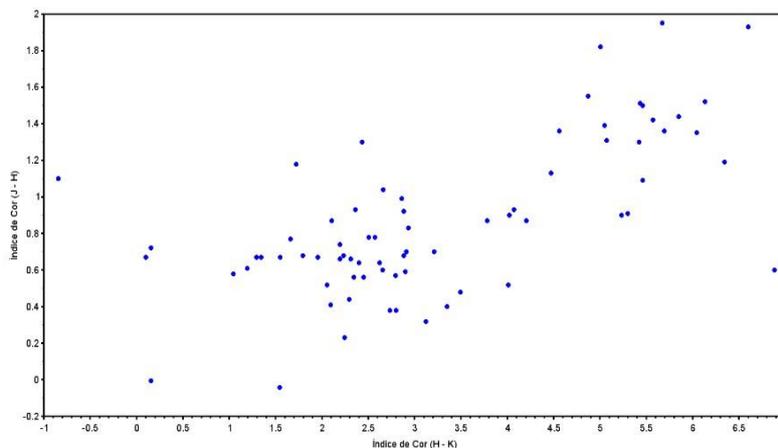


Gráfico 3 – Índice de cor (J-H) por (H-K)

Os gráficos de magnitude por índice de cor (Gráficos 1 e 2), apontam uma região composta por uma pequena população estelar, sendo possível visualizar também uma divisão entre dois grupos estelares, onde a literatura aponta como sendo um provável filamento de nuvem. Alguns objetos se destacam por estarem afastados dos grupos estelares e por serem avermelhados, sendo características de objetos estelares jovens, populações de gigantes vermelhas ou presença de nuvens (Gráfico 3).

## CONCLUSÕES

Estudar o meio interestelar de uma região do espaço, fazendo uso de catálogos e ferramentas computacionais simples se mostrou viável e prático. De forma semelhante a metodologia adotada no trabalho se mostrou eficiente, resultando em diferentes produtos para análise da região, bem como a possibilidade de novos trabalhos que utilizem dos resultados já apresentados, tal como investigação de um possível filamento de nuvem molecular e a detecção de objetos estelares jovens para um estudo posterior no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

Com uma análise dos gráficos foi possível concluir também que não existem evidências de formação estelar na região, corroborando com a literatura já existente a respeito da formação estelar em regiões próximas a da constelação de Phoenix.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a PRP pelo fomento, por meio da bolsa PIBIFSP.

## REFERÊNCIAS

- BURGASSER, Adam J. **Brown dwarfs: Failed stars, super Jupiters**. Physics Today, vol. 61, issue 6, p. 70, 2008.
- BOARD, Space Studies et al. **Astronomy and Astrophysics in the New Millennium: Panel Reports**. National Academies Press, 2002.
- CHSENBEIN F., BAUER P., MARCOUT J. **the VizieR database of astronomical catalogues**. Astrophys. Suppl. Ser., 143, p23-32, 2000.
- DA SILVA, Daniel Hilário; DA SILVA, Transvaldo Jerônimo. **Usando o Scilab como ferramenta para tratamento de dados estatísticos em problemas da engenharia**. 2013.
- FLANDERS, T. **Constellation Names and Abbreviations**. Sky & Telescope,
- GAMA, Diana Renata Gonçalves. **Formação estelar no complexo de nuvens moleculares em Monoceros**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- HARTIGAN, Patrick et al. **Proper motions of the HH 47 jet observed with the hubble space telescope**. The Astronomical Journal, v. 130, n. 5, p. 2197, 2005.
- KARTTUNEN, Hannu et al. (Ed.). **Fundamental astronomy**. Springer, 2016.
- KROUPA, Pavel. **The initial mass function of stars: evidence for uniformity in variable systems**. Science, v. 295, n. 5552, p. 82-91, 2002.
- MACIEL, J.W. **Introdução à Estrutura e Evolução Estelar**. 1. ed. São Paulo: Edusp, 1999.
- MACIEL, Walter Junqueira. **Hidrodinâmica e Ventos Estelares: Uma Introdução** Vol. 60. Edusp, 2002.
- MIZUNO, A. et al. CO (J 5 1–0) search for small molecular clouds toward the Chamaeleon Musca dark cloud complex. **The Astrophys. Journal**. v.507, p.L83–L87, 1998.
- OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 780, 2004.
- REIPURTH, B. **The early sun: evolution and dynamic environment**. In: Chondrites and the Protoplanetary Disk. 2005. p. 54
- ROMERO A. D., Kepler S. O., Rohrmann R. D., 2009b, **The Astrophysical Journal**, 704, 1605 dynamic environment. In: CHONDRITES AND THE PROTOPLANETARY DISK, Asp, 2005.