

Estudo de aglomerados estelares Galácticos no infravermelho

Aluno: Pedro Henrique Cezar Remião de Macedo
Orientador: Eduardo Luiz Damiani Bica
Departamento de Astronomia UFRGS - CNPQ
pedro.cezar@ufrgs.br



Introdução

Os aglomerados embebidos (ECs) (Lada Lada, 2003)[4] são o estágio inicial de aglomerados abertos (OCs), ainda envolvidos pela suas nuvens progenitoras e com uma presença marcante de estrelas de pré-sequência principal (PMS). Estudar ECs é essencial para entendermos como e onde esses aglomerados evoluem, gerando novas gerações de estrelas que se mantêm coesas ou povoam o campo estelar da Galáxia ($\approx 5\%$ se mantêm coesos após expulsarem o gás). Uma boa opção para estudá-los é buscá-los em regiões de formação estelar recente embebidos em poeira, e pela presença em muitos casos de estrelas OB gerando regiões de hidrogênio ionizado (HII).

Para esse trabalho foi escolhida a região de Órion, utilizando as bandas no infravermelho próximo (sofrendo menor influência do avermelhamento) J,H,Ks do catálogo estelar 2MASS (Skrutskie et al. 2006)[6]. Para descobrirmos novos candidatos a ECs nos concentramos em buscar sobredensidades estelares, regiões da fotometria com maior densidade de estrelas e no caso particular de nossos objetos, geralmente envoltos em cascas de gás e poeira. Para tanto, utilizamos uma rotina computacional criada pelo Prof. Charles Bonatto para identificação dos mais prováveis candidatos.

Para a obtenção do Diagrama cor-magnitude (CMD) dos candidatos foi necessária a subtração das estrelas de campo, para efetivamente obter as estrelas que compõem a sobredensidade (Bonatto Bica,2007)[1]. Com o CMD do aglomerado é possível obter os parâmetros astrofísicos relevantes, através de ajustes manuais ou automáticos (e.g. Camargo et al 2010)[3] de isócronas (linhas de idade constante). Para a determinação das propriedades se fez ajuste com um rotina computacional desenvolvida pelo Prof. Charles Bonatto que usa mapas de Hess.

Busca de sobredensidades

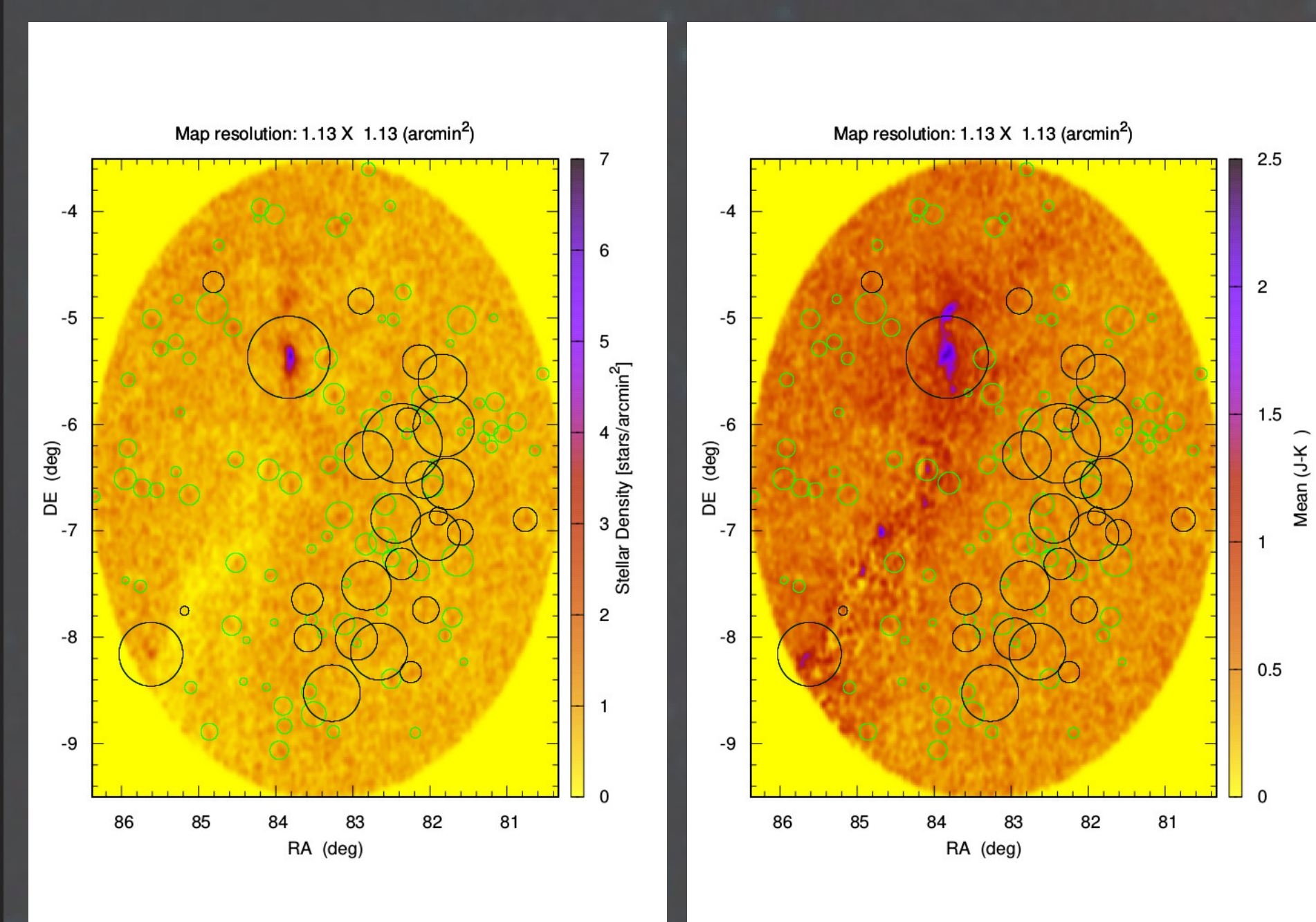


Figura I e II: Análise da densidade estelar e do índice de cor médio revelam regiões estelares com sobredensidades. Círculos de variados tamanhos mostram regiões em que foram identificadas sobredensidades, sendo que o tamanho angular revela a escala da sobredensidade. Regiões com sobredensidades em várias escalas são mais favoráveis à ocorrência de aglomerados e não serem apenas uma flutuação de campo.

Através da análise da densidade estelar em campos com raio 1.5° , usando variados tamanhos angulares na análise, foi possível identificar muitas sobredensidades, das as quais foram analisadas em mais detalhe, e algumas destas se tornaram novos candidatos a ECs.

Amostra

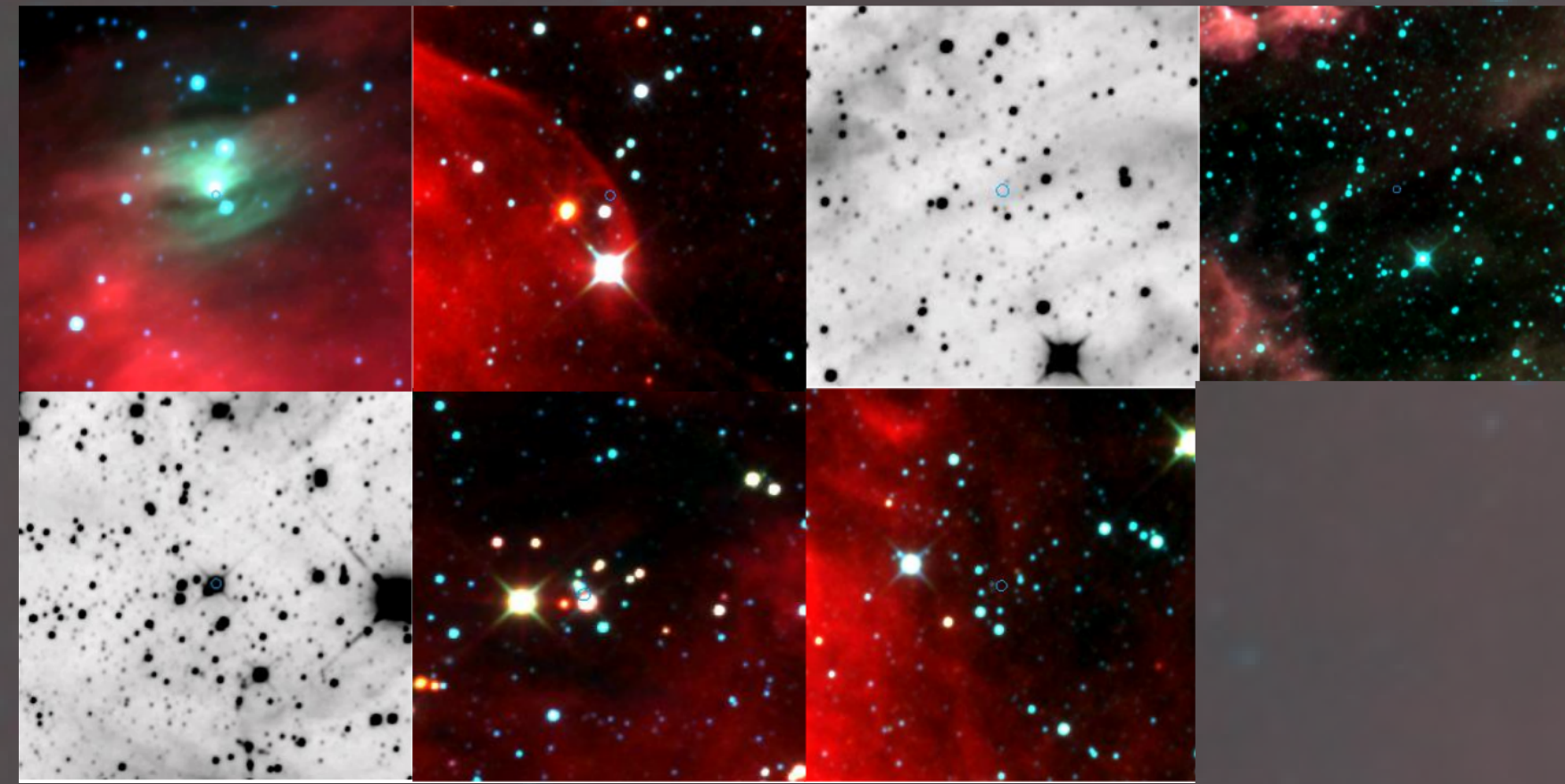
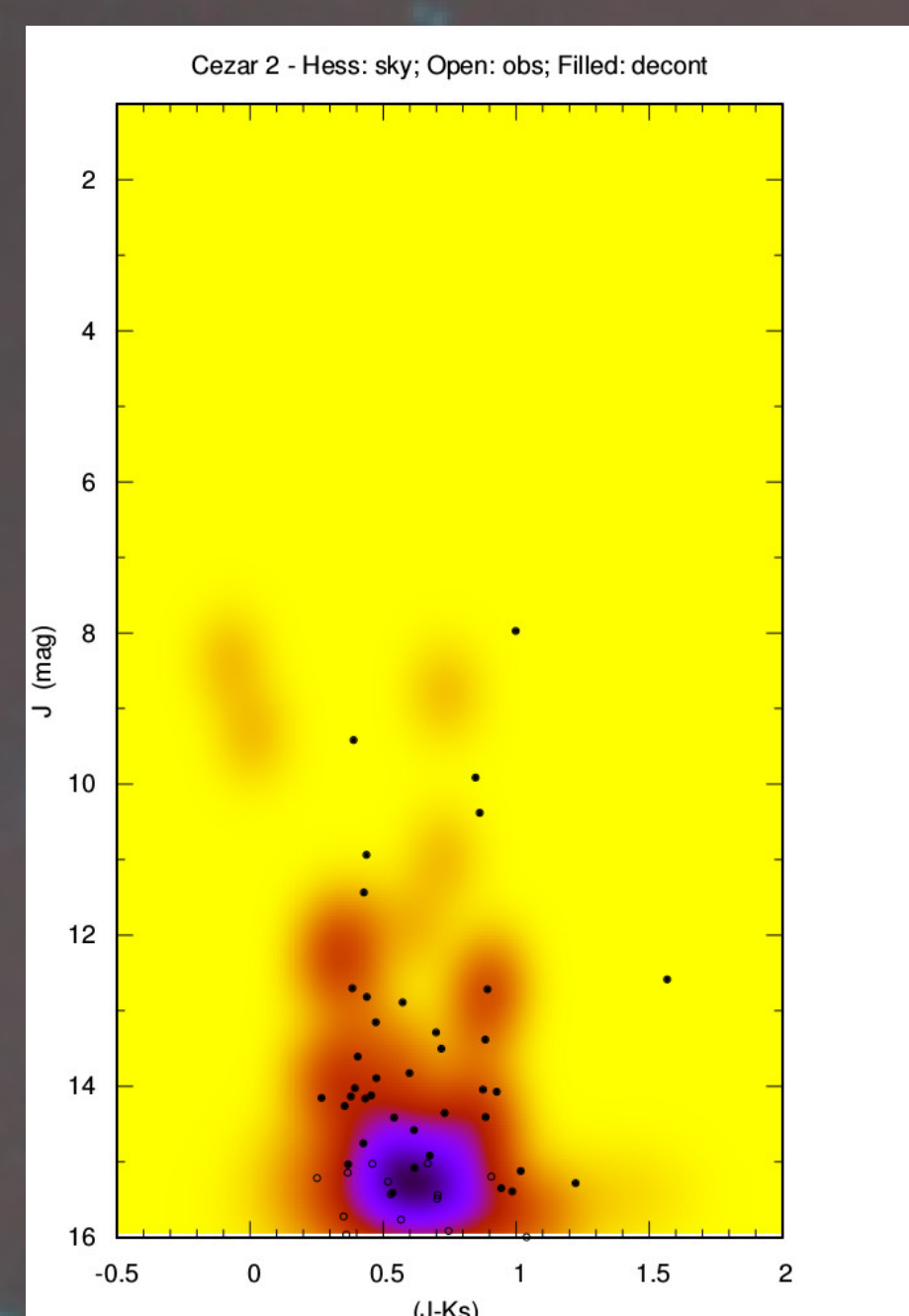


Figura III: Os novos aglomerados descobertos Cezar 1-7, da esquerda para a direita, distribuídos nas fileiras superior e inferior. Imagens combinadas ou isoladas das bandas W1, W2, W3 e W4 do satélite infravermelho WISE da NASA. Nota: As bandas W1 (azul) corresponde a população estelar, W2(verde) a estrelas velhas e poeira quente, W3(amerelo) contínuo quente e moléculas e W4(verde) representa o contínuo quente.

Com a busca de sobredensidades e uma seleção visual aliada à análise de CMDs, Diagramas cor-cor (CCDs) com ajuste de isócronas e perfis de distribuição radial (RDPs) foi possível descobrirmos 7 novos ECs, que formam a amostra desse trabalho. A tabela abaixo mostra coordenadas e tamanhos angulares dos objetos estudados:

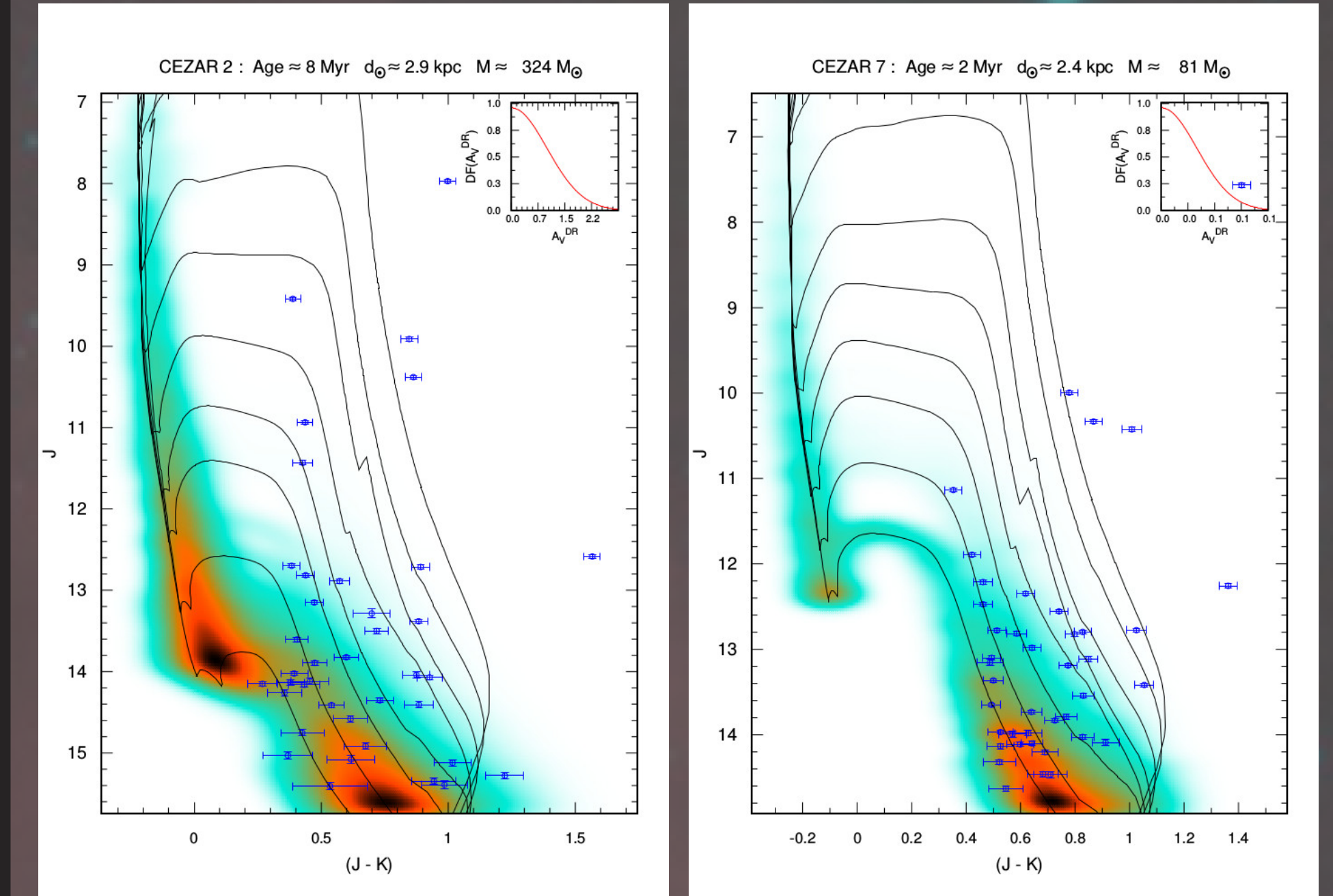
ID	R(°)	l(°)	b(°)	α (hms)	δ (°m)
Cezar 1	3.50	207.96	-19.53	05:32:57	-04:34:11
Cezar 2	3.50	209.74	-20.29	05:33:15.07	-06:24:29.9
Cezar 3	6.00	208.72	-18.48	05:38:01	-04:43:43
Cezar 4	7.10	209.76	-18.39	05:40:07.80	-05:34:12.0
Cezar 5	4.36	204.95	-14.02	05:47:05.94	+00:32:07.6
Cezar 6	11.00	204.91	-13.86	05:47:36.38	+00:39:06.3
Cezar 7	4.37	205.09	-14.74	05:44:49.80	+00:04:45.4

Descontaminação de CMD



Um passo essencial para analisarmos os aglomerados é fazer a descontaminação das estrelas que não o compõem, mas que estejam a frente ou ao fundo deste. O método utilizado consiste na comparação de um anel centrado no cluster com a fotometria de um ou mais campos, seja um anel externo centrado no cluster ou uma região semelhante localizada fora do objeto de estudo. A rotina divide cada CMD em um cubo de dados cujos vértices são J,(J-H),(J-K) das estrelas do CMD. Através disso se obtém uma densidade esperada de estrelas dos campos considerados, e comparada ao cubo de dados do aglomerado são extraídas as estrelas não membros. O procedimento leva em conta as incertezas nas bandas e é feito para diversas configurações diferentes em cada eixo [1].

Isócronas



Com o CMD das estrelas que compõem o aglomerado é possível determinarmos parâmetros como idade, distância, avermelhamento e massa do aglomerado. Com uso de isócronas de Padova-Trieste/PARSEC (Bressan et al. 2012)[2], que são linhas teóricas de idade constante, podemos ajustar essas ao aglomerado com a intenção de obtermos seus parâmetros fundamentais. Ajustes manuais foram feitos, mas foi dada ênfase a ajustes automáticos, baseados na geração de diagramas de Hess simulados (que denotam a densidade de estrelas em cada posição no CMD), variando a função de massa do aglomerado simulado (IMF) usando o modelo de Kroupa que se ajusta melhor à PMS e à baixa sequência principal. Os diagramas de Hess simulados são comparados ao CMD do aglomerado também expresso em Hess e o ajuste com o menor resíduo gera a solução para o aglomerado na forma de isócronas e parâmetros calculados [3].

Conclusões

- Foram descobertos 7 aglomerados embebidos projetados na direção de Órion;
- Os aglomerados são pobres em estrelas e possuem idades entre 1-10Myr;
- Podem ser originados de nuvens moleculares gigantes que estão além do Complexo de Órion, mais distantes que os 500pc do complexo, A existência de tais nuvens moleculares já foi sugerida por Schlafly et al. 2015[5] e no presente estudo também encontramos evidências delas, agora por análise da contrapartida estelar;
- O objeto Cezar 5 precisa de uma fotometria mais profunda para poder ser determinada sua natureza e seus parâmetros físicos melhor determinados;
- O método de ajuste de isócronas automático mostra-se mais eficiente do que o ajuste a olho, usando a densidade de estrelas e a IMF para encontrar a solução mais próxima a cada aglomerado descoberto.

Referências

- [1] Bonatto, C., Bica, E. 2007b, MNRAS, 377, 1301;
- [2] Bressan, A. et al. 2012, AA, 427, 127;
- [3] Camargo, D., Bonatto, C., Bica, E. 2010, AA, 521, A42;
- [4] Lada, E., Lada, C. 2003 Astron. Astrophys. 2003, 41, 57;
- [5] Schlafly, E. P. et al. 2015, The Astroph. Journal, 7899, 116;
- [6] Skrutskie, M. F. et al., 2006, The Astronomical Journal, 131, 1163.