

Introdução

Aglomerados abertos e associações nascem imersos em nuvens moleculares gigantes e durante a formação e evolução inicial são frequentemente visíveis apenas no infravermelho, sendo fortemente obscurecidos pela poeira. Estudos indicam que menos do que 5% dos aglomerados embebidos (ECs) sobrevivem além dos primeiros milhões de anos para tornarem-se aglomerados abertos. Por outro lado, para aqueles objetos que sobrevivem como aglomerados abertos (OC) a relação entre evolução estelar e processos dinâmicos internos e externos de perda de massa contribuem para o decréscimo da densidade e massa total. Como consequência da interação entre forças internas e externas, tais como, com o campo de maré Galáctico e colisões com nuvens moleculares, a maior parte dos aglomerados abertos dissolvem-se com o tempo.

Nos estágios finais da evolução estes sistemas são intrinsecamente pouco povoados tornando não trivial a diferenciação destes de meras flutuações de densidades de estrelas de campo. Tais sistemas, quando verificada sua condição de sistemas físicos, são denominados de aglomerados abertos remanescentes (OCRs). No presente trabalho apresentaremos o estudo de uma amostra de 30 candidatos a ECs, OCs e OCRs que vinham sendo estudados por nós, a partir do aperfeiçoamento de nossas técnicas de análise dando destaque ao estudo de Diagramas Cor-Cor (DCC).

Análise dos Resultados

Cada objeto da lista teve sua imagem analisada através do Atlas Aladin para uma primeira inspeção visual do candidato e da sua vizinhança para definição do raio de extração de dados fotométricos no catálogo Two Micron All Sky Survey (2MASS).

Após obtidos os dados, foram construídos perfis de densidade radial de estrelas (RDPs) a partir dos quais foi possível determinar o centro otimizado (que corresponde a um RDP bem definido), o tamanho angular e a região ou regiões de extração de estrelas representantes do campo. Tais procedimentos são necessários para que possamos utilizar uma ferramenta de diagnóstico que é capaz de comparar estatisticamente a distribuição de estrelas no diagrama cor-magnitude (CMD) dos candidatos a ECs, OCs e OCRs (Bonatto & Bica, 2007, 2010)[1][2]. Através desse procedimento é realizado a subtração de estrelas do campo na região do objeto. Com o resultado obtido é construído um novo CMD *clean*. Para aqueles objetos cuja análise do CMD e RDP apontaram para possíveis sistemas físicos foram realizados ajustes manuais de curvas de idade usando os modelos de isócronas de PARSEC (Bressan et al. 2012)[3] onde buscou-se maximizar o número de estrelas membros obtendo-se, assim, valores de idades, módulo de distância, avermelhamentos e suas incertezas associadas.

De posse dos CMDs dos candidatos foram construídos diagramas Cor-Cor (DCCs) que permitiram identificar etapas evolutivas das estrelas a partir de sua localização neste diagrama (Lima E.F. et al 2014)[4]. Tendo isto em conta, foi realizado o cruzamento das informações obtidas no CMD e no DCC validando assim o ajuste da isócrona inicialmente obtido.

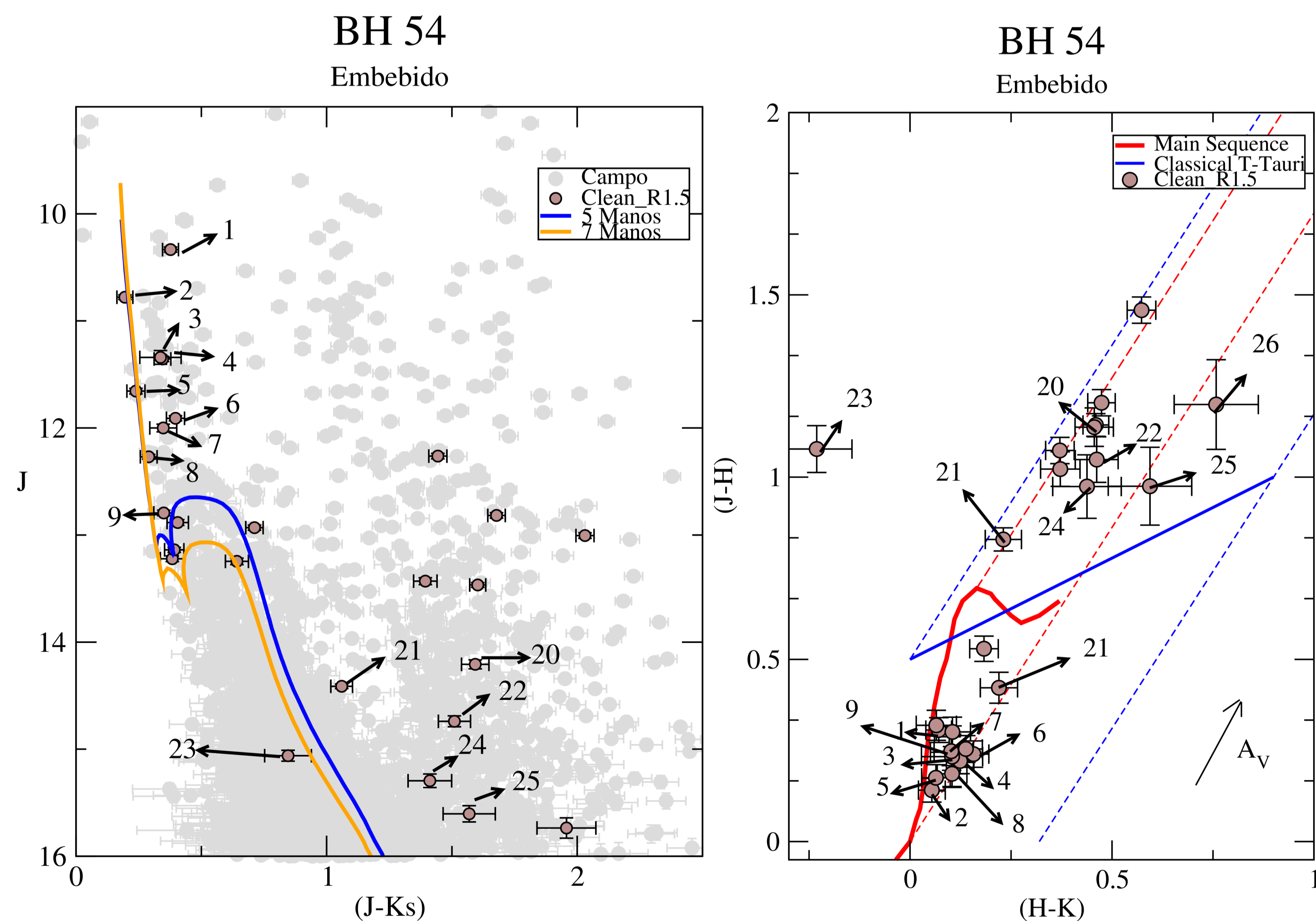


Figura 1: À esquerda temos o CMD e à direita o DCC do objeto BH54. As flechas seguidas de números identificam as estrelas nos dois diagramas. No DCC, a linha vermelha contínua representa a cor intrínseca de estrelas na sequência principal de tipos espectrais O3 a M5. A linha contínua em azul representa a cor intrínseca de estrelas T-Tauri Clássicas. As linhas pontilhadas azuis indicam a região esperada para T-Tauris com excesso em cor, como aquelas com discos protoplanetários. As linhas pontilhadas vermelhas indicam a lei de avermelhamento para estrelas gigantes de tipo espectral de M5 a O3. O vetor avermelhamento corresponde a $A_v=5$ mag.

Ao compararmos os dois diagramas da Fig.1, vemos que a distribuição de estrelas é coerente. Por exemplo, as estrelas 1 a 9 ajustadas pelas isócronas na região da sequência principal (MS) no CMD (painel à esquerda) estão localizadas no DCC (painel à direita) na região equivalente, conforme descrito na legenda da figura. O mesmo ocorre para as estrelas de 20 a 25, esperadas como sendo de pré-sequência principal (PMS). A comparação entre os diagramas permite identificar estrelas projetadas na direção do objeto como a 23. As demais estrelas também estão localizadas coerentemente. Portanto o método de análise permite classificar BH 54 como um EC com idade entre 5 e 7 Manos localizando-se a 1.9 Kpc do Sol.

Da mesma forma é possível classificar o objeto da Fig.2 como OC com idade de 1.6 Ganos localizando-se a 1.8 Kpc do Sol. As estrelas localizadas na região da MS no CMD encontram-se na região correspondente no DCC. Assim, neste caso, destacamos as estrelas fora da MS. A estrela 2 está projetada na direção do objeto e a estrela 4, considerando as barras de erro, pode pertencer a MS ou também estar projetada na direção do OC. Para o candidato ST 52 (Fig. 3) a comparação entre os diagramas também foi fundamental para a classificação do mesmo como sistema não físico.

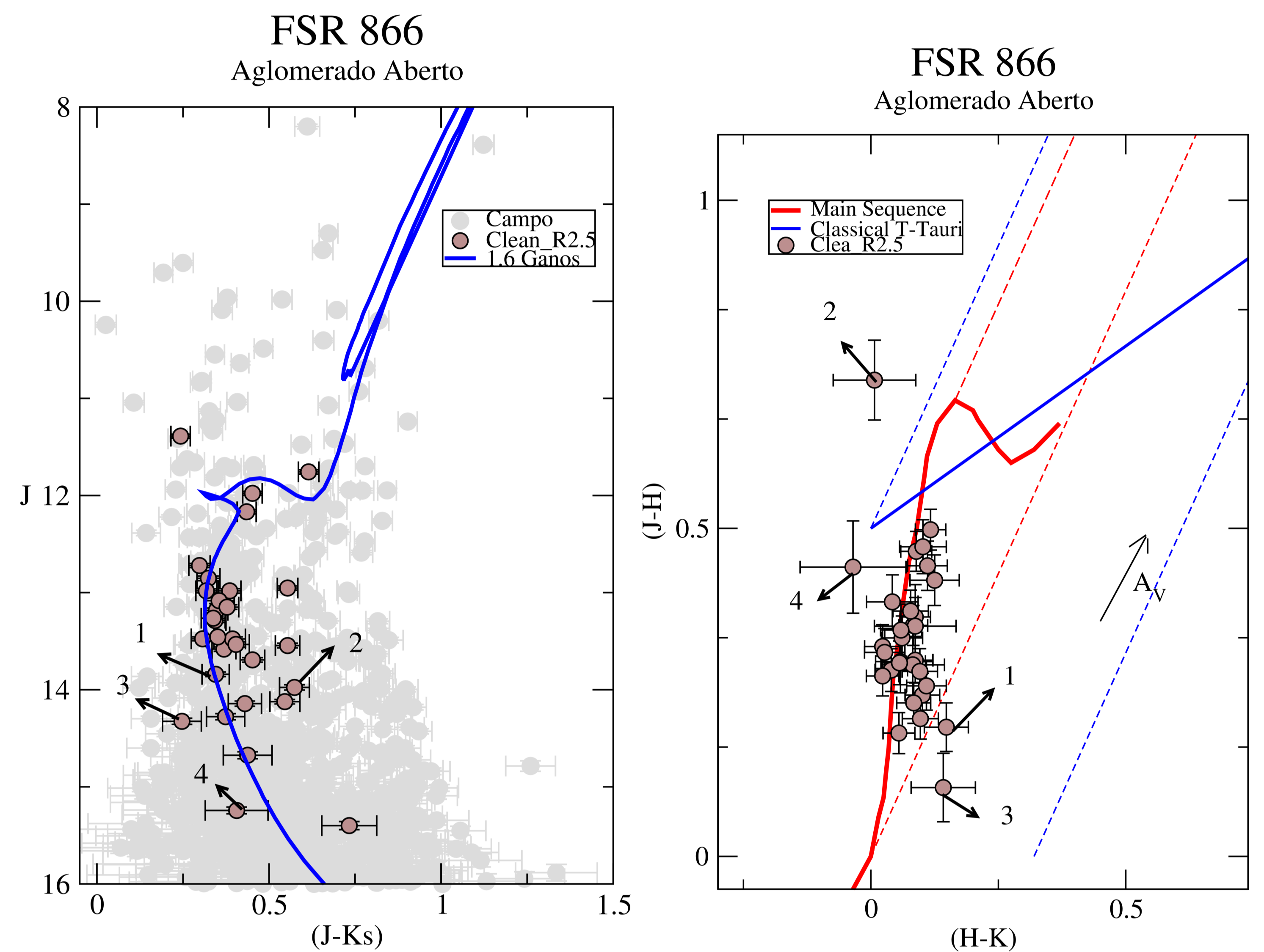


Figura 2: Idem a Fig. 1, objeto classificado como OC.

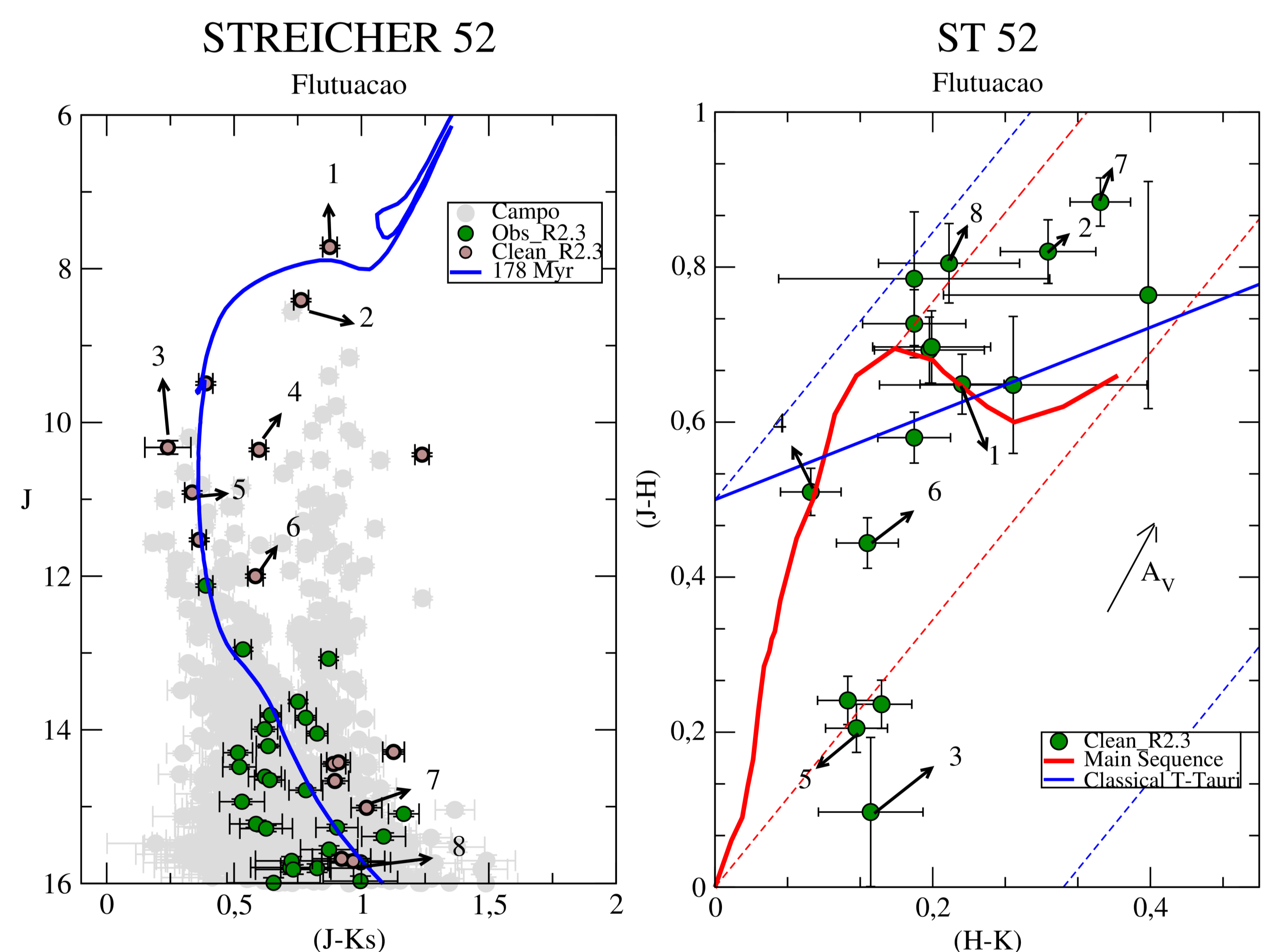


Figura 3: Idem a Fig. 1. A comparação entre os diagramas permite identificar que a possível MS de um OCR trata-se de uma distribuição aleatória de estrelas. Por exemplo, as estrelas 2, 3, 5 e 8 ajustadas na região da MS da isócrona não estão localizadas na região equivalente no DCC. Além disso, enquanto as estrelas identificadas como 7 e 8 encontram-se do CMD na baixa MS, no DCC localizam-se na região em que as estrelas, dependendo da idade do aglomerado, ou caracterizam-se como PMS ou gigantes. Ou seja, as localizações comparadas são incompatíveis.

O método descrito acima, de associação entre CMDs e DCCs, para classificação final dos objetos resultou na identificação de 3 aglomerados abertos remanescentes, 8 aglomerados abertos, 7 flutuações de campo e 4 embebidos. Para 8 objetos concluímos ser necessário a obtenção de dados cobrindo magnitudes mais fracas para finalização da análise. Agradecemos a colaboração dos professores Eduardo Bica e Charles Bonatto e o apoio do CNPq.

Referências Bibliográficas

- [1] Bonatto C., Bica E., 2007, MNRAS, 377, 1301
 [2] Bonatto C. & Bica E. 2010 A&A, 506, A81
 [3] Bressan A.; Marigo, P.; Girardi, L. et al. 2012, MNRAS, 427, 127
 [4] Lima E. F., Bica E., Bonatto C., Saito R. K., 2014, A&A, 568, A16