

Região HII NGC 6357 combinando 2MASS, VVV e HST

Rafael Augusto Garcia Dias

Eliade Lima - Charles Bonatto

Departamento de Astronomia - UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Resumo:

Neste trabalho pretende-se determinar parâmetros astrofísicos para treze candidatos a aglomerados estelares na região HII NGC 6357. Combinamos dados fotométricos do 2MASS¹, VVV² e HST³ e comparamos com fotometria própria de imagens do HST⁴ e do VVV para o conhecido aglomerado Pismis 24. Assim foi determinada a metodologia adequada para a análise que será aplicada aos candidatos a aglomerados em NGC 6357. Desse estudo fica clara a necessidade da combinação dessas três ferramentas para a análise proposta e também que uma fotometria PSF cuidadosa sobre as imagens do VVV revelará resultados mais acurados do que os disponíveis em catálogos. Uma vez determinada a equivalência dos dados VVV/HST e estabelecidos os métodos de análise podemos estudar os objetos de interesse e levantar informações consistentes sobre este berçário de estrelas.

Introdução:

É sabido que pelo menos 90%^[1] das estrelas são formadas em aglomerados estelares (SC). Este fato por si só seria suficiente para justificar grande atenção ao estudo destes blocos fundamentais de construção das galáxias. Entretanto, veremos que SCs são importantes para diversas áreas da astrofísica.

No ano passado, neste mesmo evento, discuti a relação entre a taxa de formação estelar (SFR) e função distribuição de idades de SCs. Catalogar e determinar idades de aglomerados torna-se portanto uma maneira de medir a SFR e o histórico de formação estelar da galáxia.^[2]

Por outro lado, entender as características internas destes objetos, por exemplo abundância química, dinâmica interna e intensidade de radiação, pode determinar vínculos para a formação planetária, trazendo grande contribuição à astrobiologia e à astrofísica planetária^[3].

O presente trabalho visa estudar a região NGC 6357 e 13 possíveis aglomerados em seu interior, determinando seus parâmetros astrofísicos por meio da construção e análise de diagrama Cor-Magnitude (CMD) e perfil radial de densidade (RDP). Até o momento, foram utilizados dados de três instrumentos (2MASS¹, VVV², HST³) sobre o conhecido aglomerado Pismis 24 (figura 1) para sistematizar os métodos que serão aplicados aos treze candidatos a aglomerados em NGC 6357 e verificar a qualidade dos catálogos disponíveis para os instrumentos citados acima. Vale lembrar que o VVV tem sua fotometria ainda em fase de testes e que os dados utilizados ainda não são públicos.

Os diagramas de perfil radial de densidade também mostram a deficiência dos catálogos. No perfil gerado pelo Hubble, vemos que o catálogo gera um perfil radial que não é aceitável para um aglomerado aberto. Uma fotometria cuidadosa das imagens do Hubble, por outro lado, fornece resultados bem mais contundentes. Comparar esses perfis com os oriundos do VVV leva a conclusão trivial de que nas bandas V e I somos incapazes de observar as estrelas de baixa massa imersas na nuvem molecular que cobre o aglomerado. Já a profundidade alcançada pelo infravermelho das bandas J e H do VVV nos revela uma pré-sequência principal muito rica, resultando em um perfil radial muito mais definido. Figura 4. Fizemos também uma estimativa para a massa do aglomerado baseada na informação fotométrica das estrelas e obtivemos para os catálogos $^{cat}M_{VVV} \approx 10^3 M_{solar}$ e $^{cat}M_{HST} \approx 10^2 M_{solar}$, e para as fotometrias PSF $^{psf}M_{VVV} \approx 10^4 M_{solar}$ e $^{psf}M_{HST} \approx 10^3 M_{solar}$. A massa desse aglomerado é estimada em $\approx 10^4 M_{solar}$ baseando-se na bem determinada quantidade de estrelas do tipo O-B3 relacionada com a função de massa inicial propostas por Kroupa.^[4] Isto demonstra a completude que pode ser obtida das imagens do VVV e grande concordância entre os dados VVV/HST.

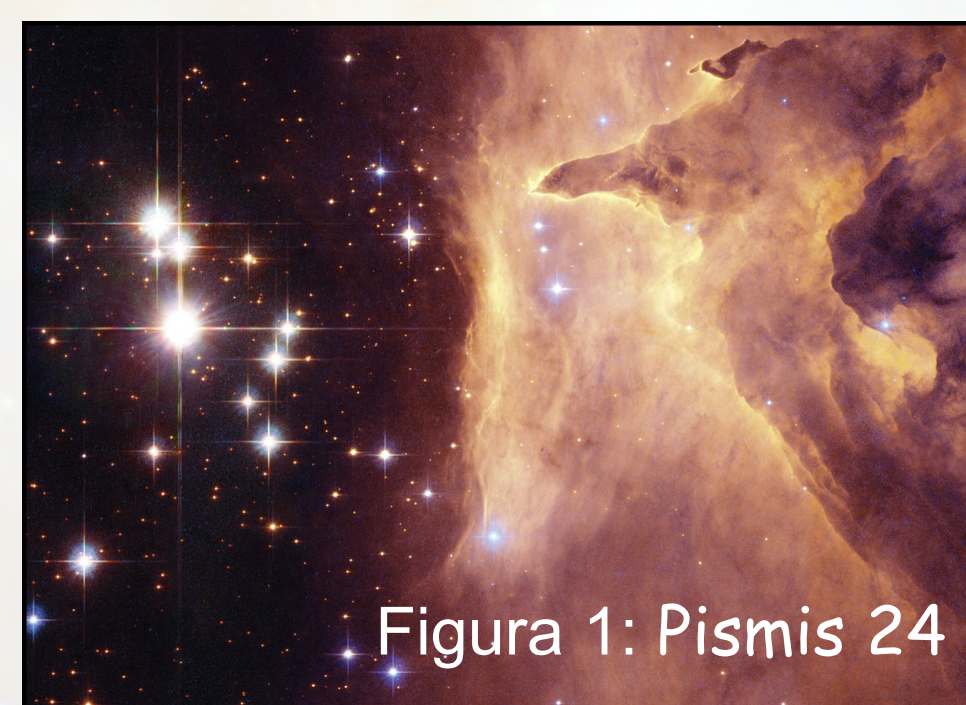


Figura 1: Pismis 24

O aglomerado estelar jovem Pismis 24 tem sua distância bem determinada (2.5Kpc) e uma massa estima em $\approx 10^4 M_{solar}$.^[4]

Paralelamente a esse trabalho, fiz a fotometria PSF⁵ e calibração para quinze aglomerados e seus campos próximos nas bandas B, V e R. Esses objetos pertencem a uma distribuição entre as nuvens de Magalhães conhecida como "Magellanic Bridge".⁶ Esses dados já estão sendo analisados.

Metodologia e Resultados:

Foi feito o estudo da eficiência dos instrumentos e seus catálogos utilizando fotometria disponibilizada pelo software Aladin⁷ e comparando com fotometria PSF obtidas das ferramentas do pacote DAOPHOT no software IRAF⁸ aplicadas as imagens do HST. A fotometria PSF das imagens VVV⁹ também foi incluídos na comparação, na qual foram usados CMDs e RDPs. Ao longo da colaboração com membros do VVV, foram detectados diversos problemas na redução de seus dados. Todos foram corrigidos até o momento.

Como podemos ver nos diagramas da figura 2, os CMDs obtidos dos catálogos são muito pobres em estrelas se comparados com os resultados de uma fotometria PSF cuidadosa.

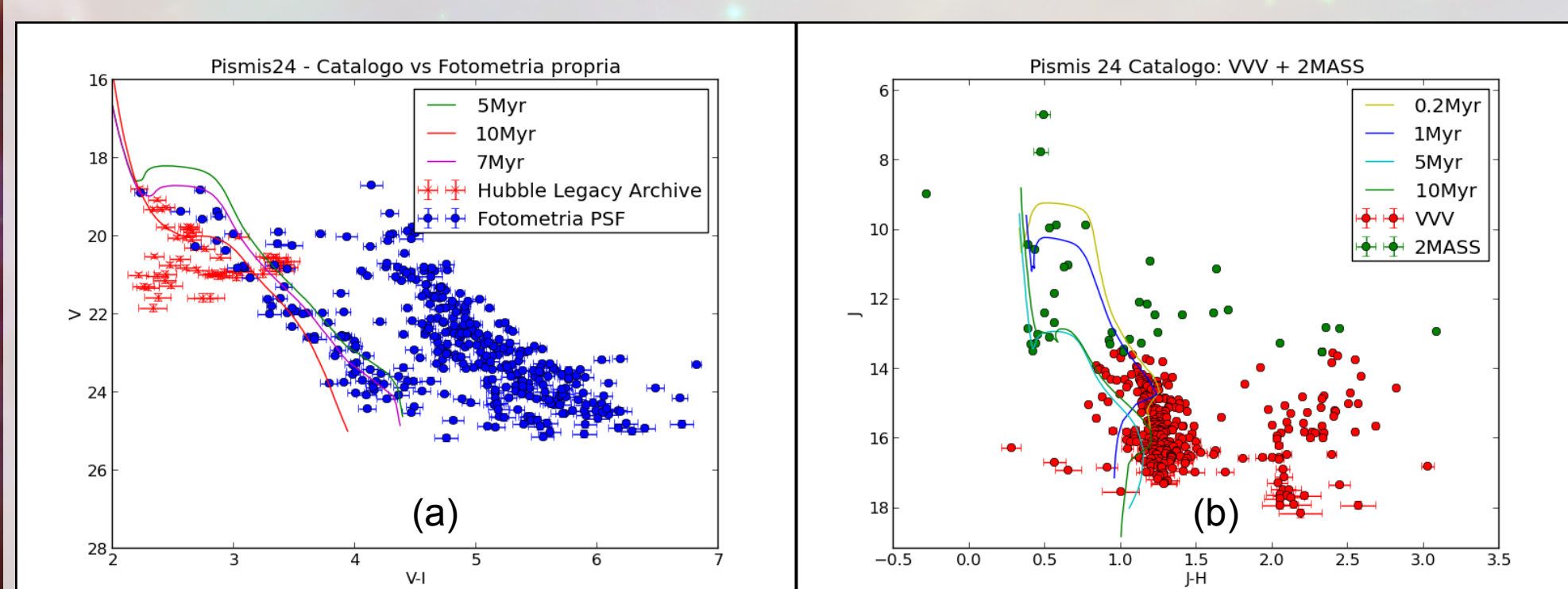


Figura 2: (a) Comparação entre catálogo Hubble Legacy Archive e fotometria PSF. (b) Catálogo VVV vs fotometria PSF do VVV.

Vemos que apenas com os dados do catálogo do HST determinaríamos uma idade de $\approx 10\text{Myr}$ para o aglomerado. Com os dados de PSF podemos discutir a idade do aglomerado com mais segurança.

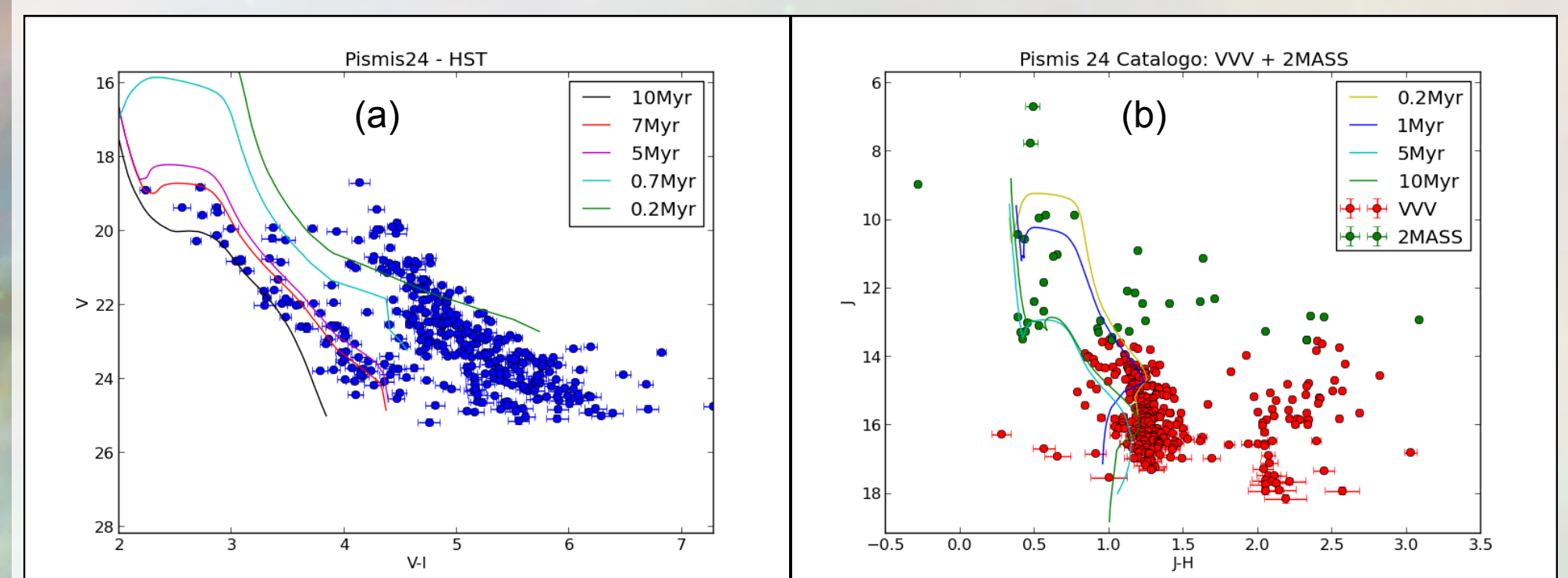


Figura 3: (a) fotometria PSF do HST em comparação com isócronas. (b) Catálogo VVV de fotometria por abertura.

Os diagramas de perfil radial de densidade também mostram a deficiência dos catálogos. No perfil gerado pelo Hubble, vemos que o catálogo gera um perfil radial que não é aceitável para um aglomerado aberto. Uma fotometria cuidadosa das imagens do Hubble, por outro lado, fornece resultados bem mais contundentes. Comparar esses perfis com os oriundos do VVV leva a conclusão trivial de que nas bandas V e I somos incapazes de observar as estrelas de baixa massa imersas na nuvem molecular que cobre o aglomerado. Já a profundidade alcançada pelo infravermelho das bandas J e H do VVV nos revela uma pré-sequência principal muito rica, resultando em um perfil radial muito mais definido. Figura 4. Fizemos também uma estimativa para a massa do aglomerado baseada na informação fotométrica das estrelas e obtivemos para os catálogos $^{cat}M_{VVV} \approx 10^3 M_{solar}$ e $^{cat}M_{HST} \approx 10^2 M_{solar}$, e para as fotometrias PSF $^{psf}M_{VVV} \approx 10^4 M_{solar}$ e $^{psf}M_{HST} \approx 10^3 M_{solar}$. A massa desse aglomerado é estimada em $\approx 10^4 M_{solar}$ baseando-se na bem determinada quantidade de estrelas do tipo O-B3 relacionada com a função de massa inicial propostas por Kroupa.^[4] Isto demonstra a completude que pode ser obtida das imagens do VVV e grande concordância entre os dados VVV/HST.

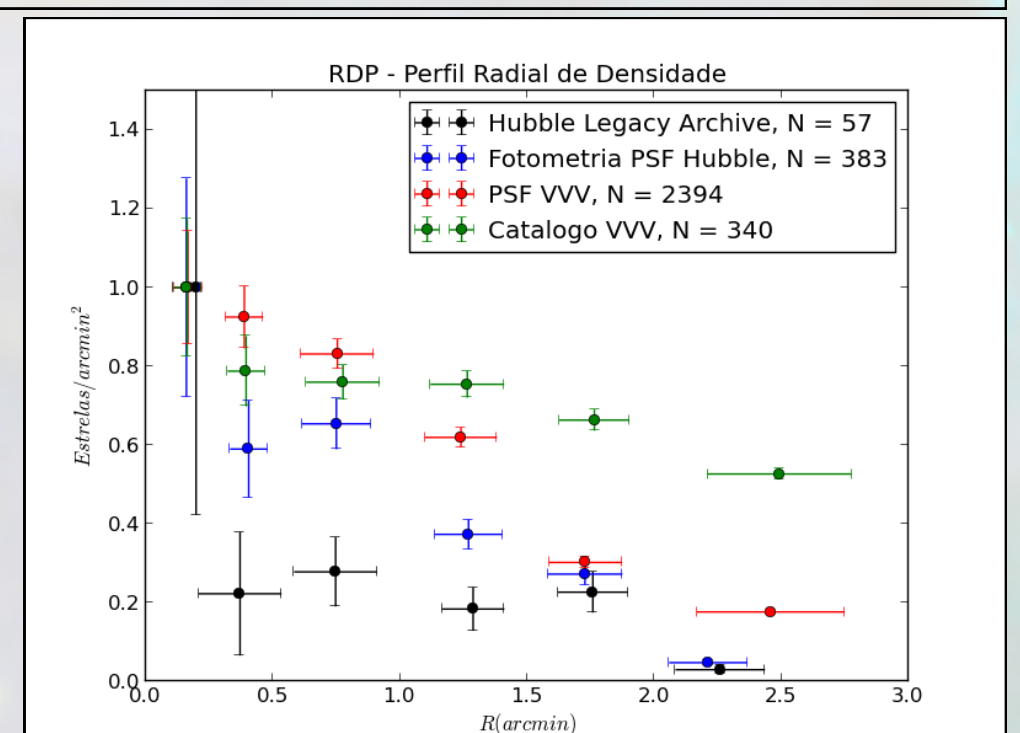


Figura 4: O perfil radial normalizado das observações analisadas reforça o argumento de que existe uma deficiência nos catálogos disponíveis.

Demonstrou-se uma deficiência de completude nos dados dos catálogos, tanto do HST quanto do VVV. Mostrou-se a equivalência, dentro das limitações físicas esperadas, entre os dados de fotometria PSF do Hubble e do VVV. E mostrou-se que a completude do VVV, para este objeto, atinge níveis bastante satisfatórios.

Conclusões:

Demonstrou-se uma deficiência de completude nos dados dos catálogos, tanto do HST quanto do VVV. Mostrou-se a equivalência, dentro das limitações físicas esperadas, entre os dados de fotometria PSF do Hubble e do VVV. E mostrou-se que a completude do VVV, para este objeto, atinge níveis bastante satisfatórios.

Perspectivas:

Nos próximos meses será feita a fotometria PSF das imagens do VVV para os demais objetos na região NGC 6357 dos quais determinar-se-á a natureza (aglomerado, associação, etc...). Os resultados - futuros e também os aqui apresentados - servirão de entrada para a o programa Adaptive Simulated Annealing (ASA)^[5] que aplica uma abordagem semi-analítica que recupera os valores de massa, idade, tempo de propagação da formação estelar, módulo de distância, avermelhamento diferencial, excesso de cor e fração de binárias.

Referências:

- [1] Lada & Lada, 2003;
- [2] C. Bonatto & E. Bica, 2011;
- [3] Lori Allen et al 2006;
- [4] Gvaramadze, Kniazev, Kroupa & Oh 2011
- [5] C. Bonatto & E. Bica, 2006;
3. Hubble Space Telescope;
4. Imagens disponíveis em: <http://archive.stsci.edu/>
5. Point Spread Function;
6. Colaboração com Basílio Santiago;
7. The Aladin Sky atlas: <http://aladin.u-strasbg.fr/>
8. the Image Reduction and Analysis Facility
9. Realizada por Javier Alonso - PUCCL

Notas:

1. The two Micron All Sky Survey;
2. VISTA Variables in the Via Láctea;



UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



60 ANOS