

Annual Review of Astronomy And Astrophysics, Vol 26, 1988

Revisando
Evolução Estelar

Através do Diagrama HR e de
Diagramas Cor-Magnitude

Evolução Estelar

- $M < \sim 0.075 M_{\text{sun}}$: Brown Dwarfs. Não queimam H.
- **Sequência Principal (MS de Main Sequence)**
 - $M \sim 0.075 M_{\text{sun}}$: Massa mínima para queima de H (metallicidade solar!)
 - $M < \sim 0.3-0.4 M_{\text{sun}}$: Very Low Mass Stars (VLM). Inteiramente convectivas. Energia por cadeia pp1 apenas. Fase de queima de H maior do que o tempo de Hubble.
 - $0.4 < M < 1.3 M_{\text{sun}}$: Low Main Sequence. Produção de energia dominante é cadeia pp.
 - $> \sim 1.2 - 1.3 M_{\text{sun}}$: Upper Main Sequence. Produção de energia dominante é ciclo CNO.

Evolução Estelar

- **Pós-sequência Principal (PMS de Pos Main Sequence)**
 - $M < \sim 2.3 M_{\text{sun}}$: Low Mass Stars. Inicia a queima de He em núcleo degenerado. Flash do Hélio.
 - $\sim 2.3 < M < \sim 8 M_{\text{sun}}$: Intermediate-mass. Não desenvolve núcleo degenerado de He mas desenvolve núcleo degenerado de CO.
 - $M > \sim 8 M_{\text{sun}}$: Massive stars. Não passa por fases com núcleo degenerado.
- SGB: Sub Giant Branch. Transição entre MS e RGB.
- GB: Giant Branch (RGB de Red para massas baixas e intermediárias). Principal fonte de energia é queima de H em camadas. Primeiro dredge-up.

Evolução Estelar

- **Pós-sequência Principal (cont.)**
- HB: Horizontal Branch. Queima de He no núcleo e queima de H em camadas. Fase mais longa depois da MS. *Instability trip*, RR Lyrae e Cefeidas clássicas.
- AGB: Asymptotic Giant Branch. Queima de He e H em camadas.
 - $M < \sim 2.5 M_{\text{sun}}$: low mass AGB stars (para estrelas mais massivas o termo “asymptotic” não tem significado morfológico).
 - Segundo dredge-up para AGB mais massivas que 3-5 M_{sun} .
 - TP-AGB: Thermally pulsing AGB. AGBs que desenvolvem núcleos degenerados passam por uma fase de importantes pulsações. Terceiro dredge-up em estrelas mais massivas que 1.2-1.5 M_{sun} .
- Após a fase AGB, a estrela evolve para PN e WD (massas baixas e intermediárias) ou SN II (massivas)

Transporte de energia em estrelas da MS

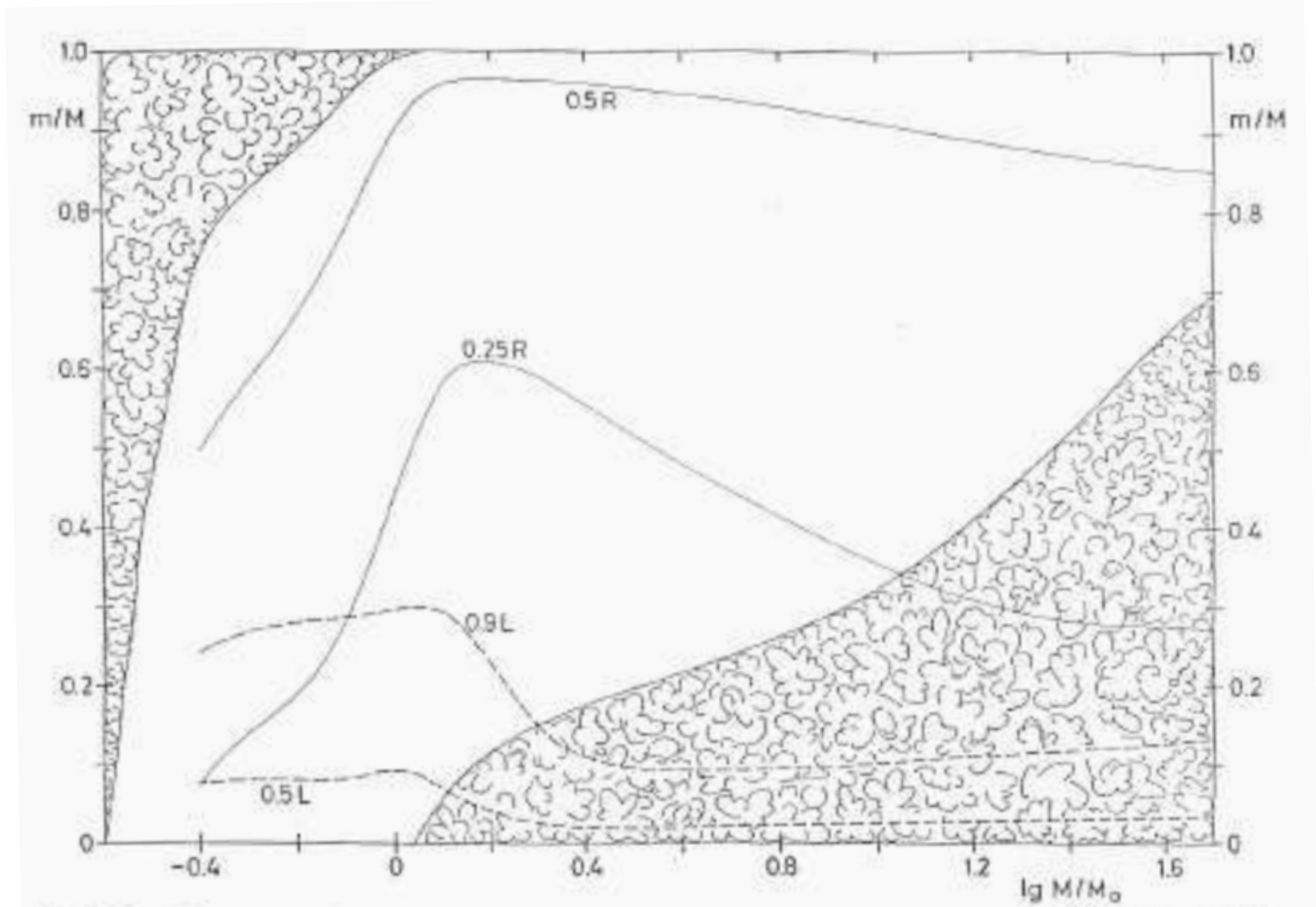
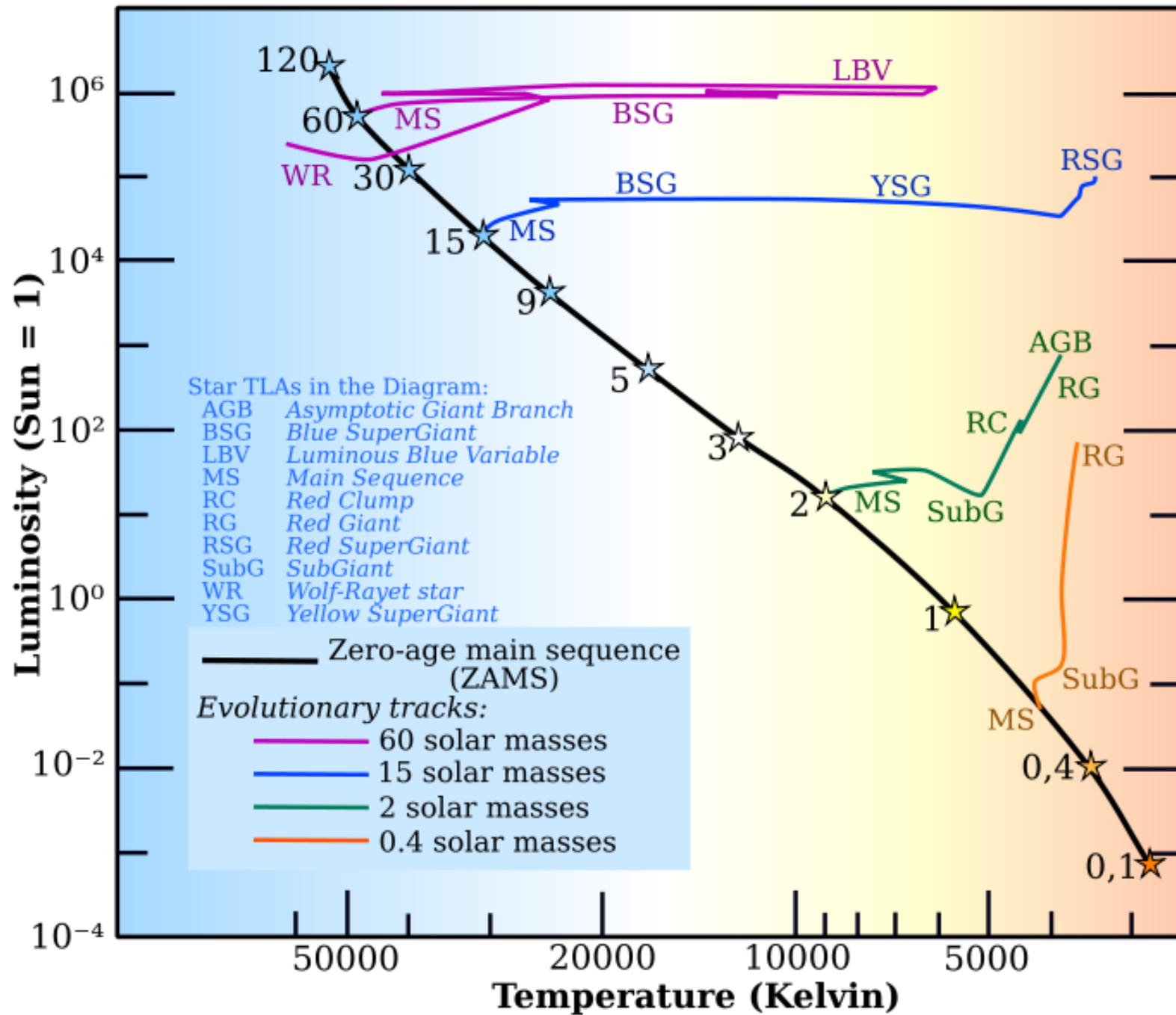
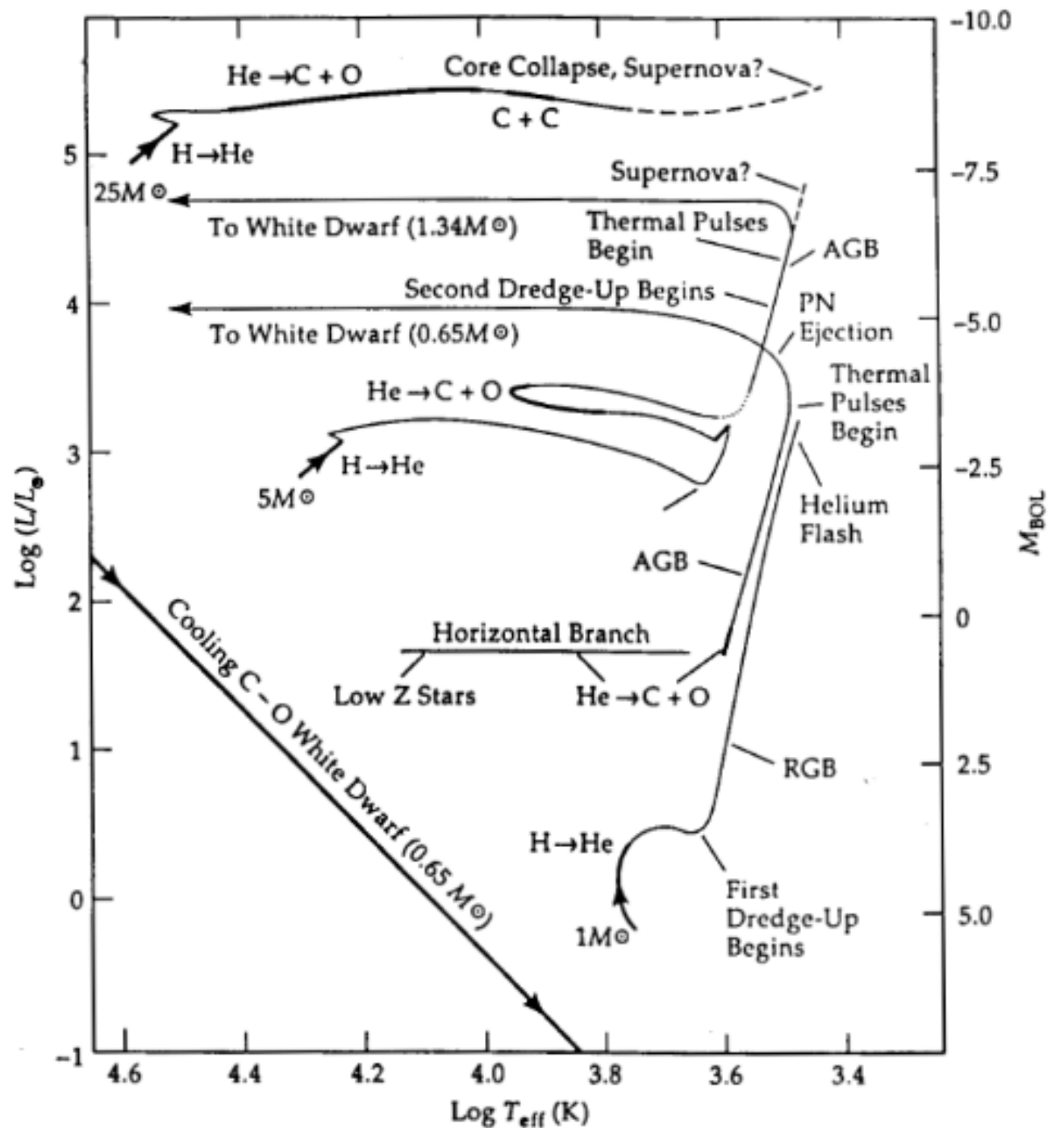


Fig. 22.7 de Kippenhahn & Weigert

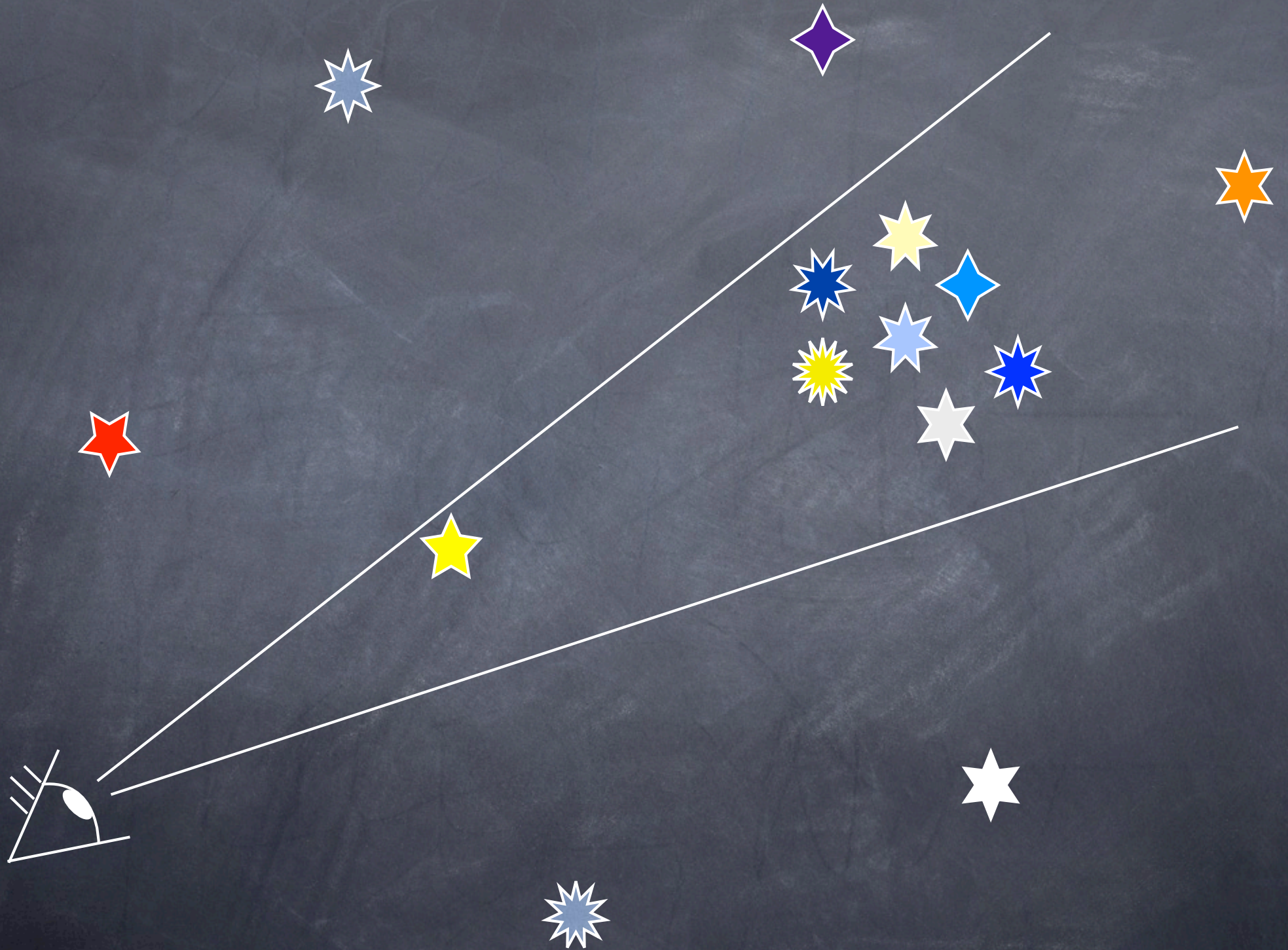
Dredge up

- **Primeiro:** durante a fase de RGB, a camada convectiva aumenta em direção ao centro; em sua máxima profundidade, mistura elementos da queima de H durante a MS com a superfície, ^3He , CNO; conforme a camada de queima de H sobe, a base da camada convectiva recede, sem overlap (seção 5.9.2 em Salaris & Cassisi 2005)
- **Segundo:** early-AGB de estrelas mais massivas que $\sim 4M_{\text{sun}}$, conforme a camada de queima de He avança, o envelope de H esfria e expande, e a camada convectiva novamente aumenta de profundidade (seção 7.2)
- **Terceiro:** durante os pulsos térmicos da fase Thermally Pulsing da AGB (TP-AGB; camadas de queima de He são "ligados" e "desligados"; seção 7.2.1)

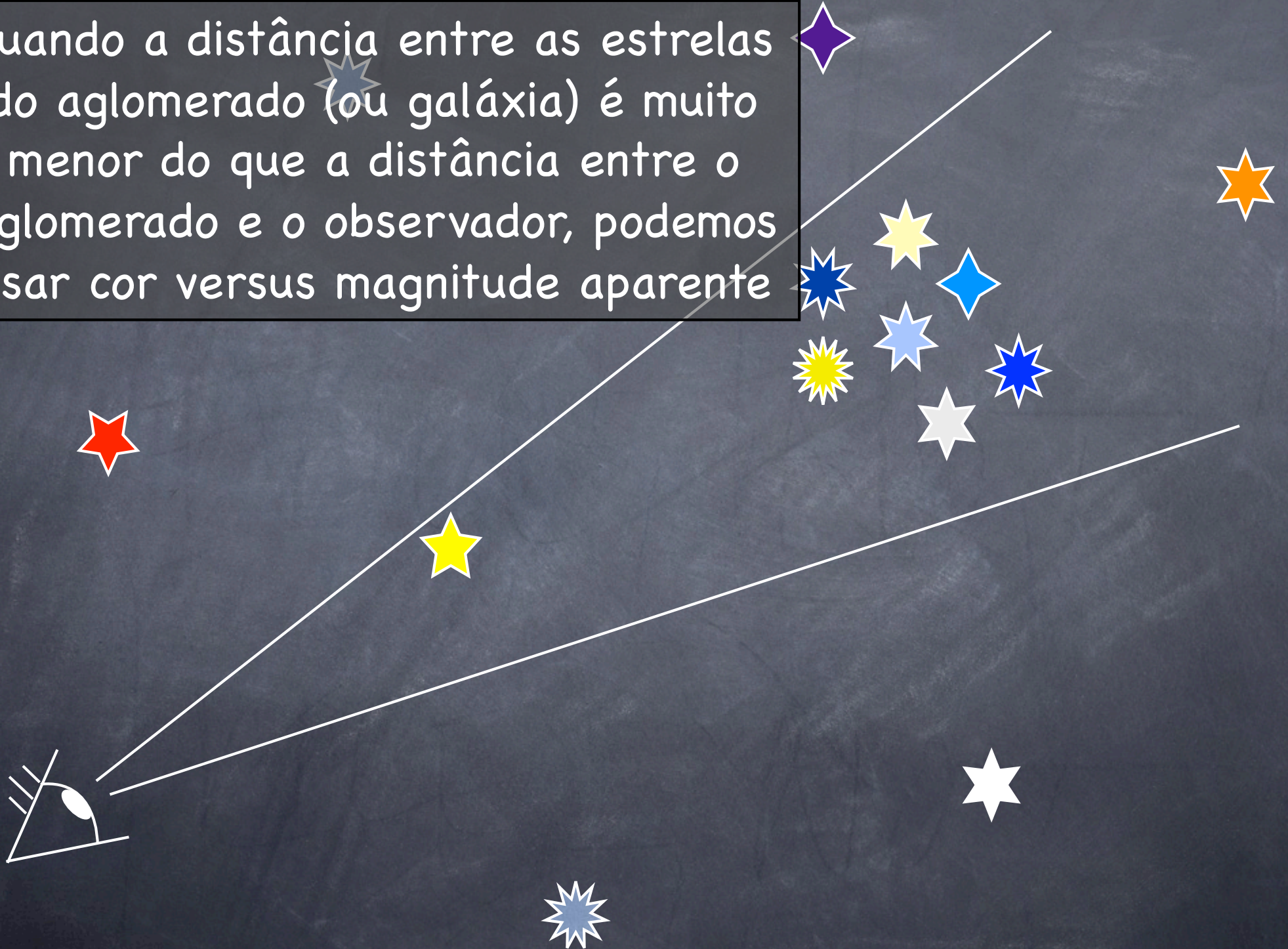


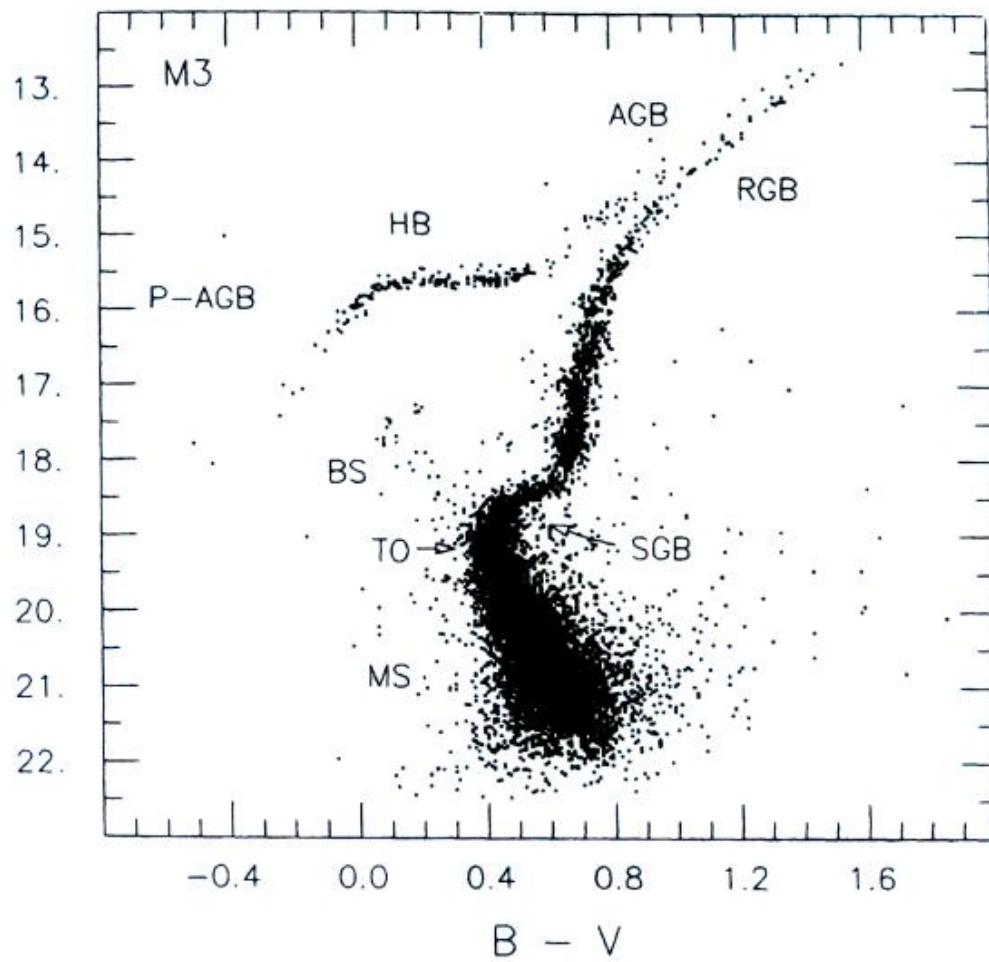
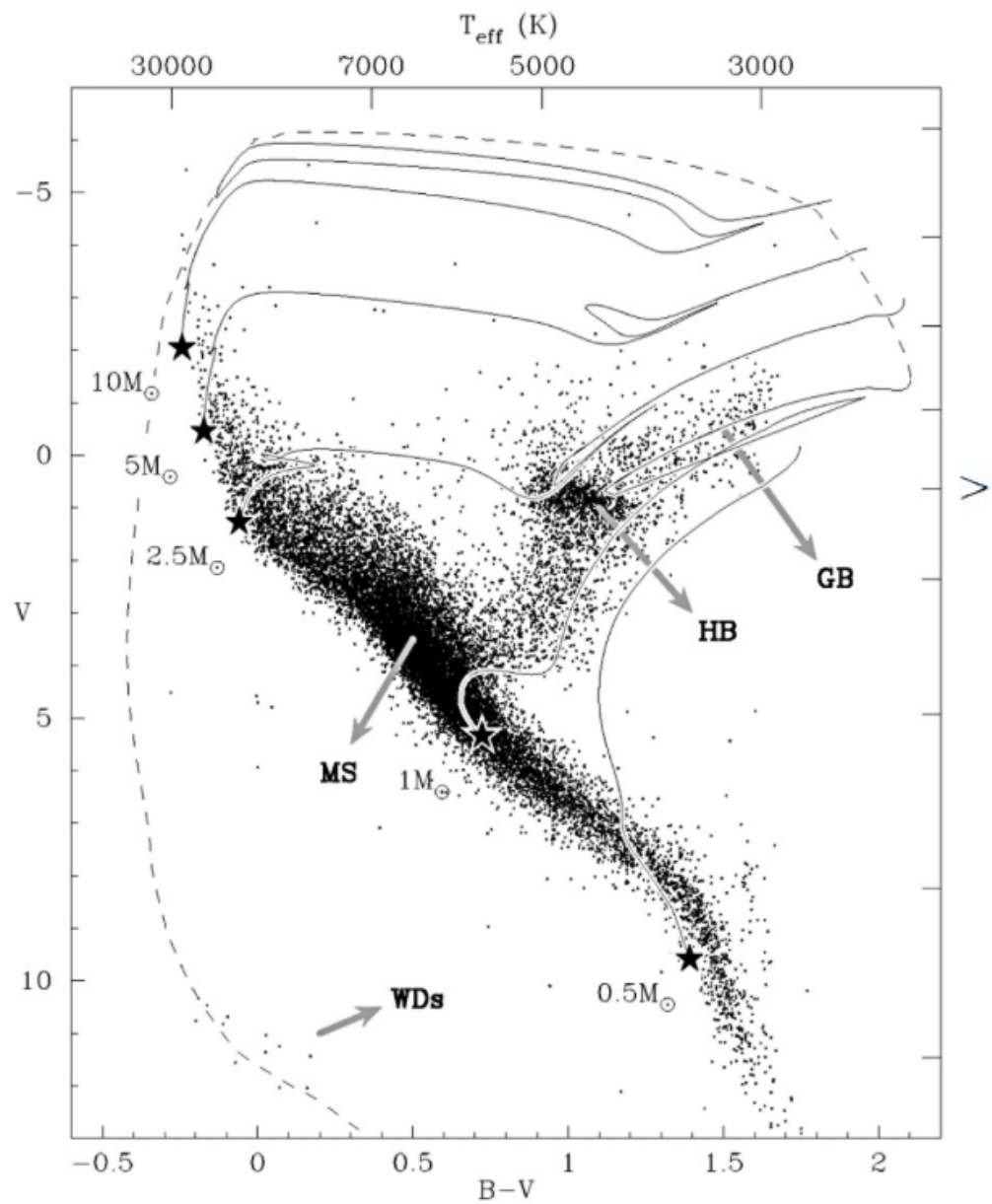


Quando podemos usar magnitude aparente no eixo y do CMD?



quando a distância entre as estrelas do aglomerado (ou galáxia) é muito menor do que a distância entre o aglomerado e o observador, podemos usar cor versus magnitude aparente





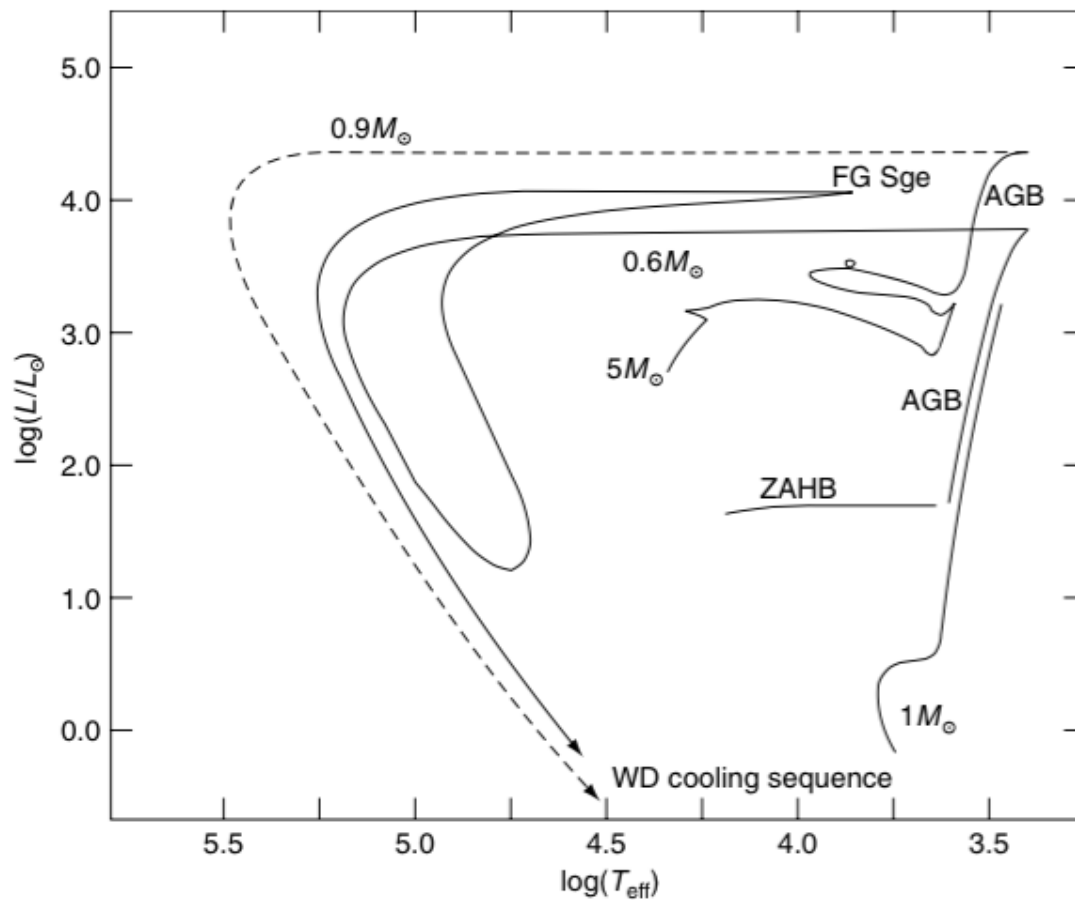


Figure 7.4 Evolutionary tracks from the MS to the WD cooling sequence. The dashed line is the evolutionary track of the $0.9 M_{\odot}$ object left at the end of the AGB, whose initial MS mass was equal to $5 M_{\odot}$; the solid line labelled $0.6 M_{\odot}$ is the evolutionary track of an object whose initial mass was equal to $1 M_{\odot}$. This star experiences a final He flash in the shell before reaching the WD cooling sequence. The location of the observational counterpart represented by the star FG Sagittae is also shown

Born-again
AGB
scenario.
FG Sagittae
(B4 em
1955, G em
1991, K em
2007)

Evolução Estelar

Trajetórias Evolutivas: "normais"
e raras