

Cálculo Numérico da Evolução de Estrelas de Alta e Baixa Metalicidade



Thayse Adineia Pacheco

thayse.pacheco@gmail.com

Kepler de Souza Oliveira Filho



Introdução

As estrelas nascem a partir de uma grande nuvem de gás e poeira que se torna instável frente ao colapso gravitacional. Quando a temperatura central atinge cerca de 8 milhões de Kelvins (K) dá-se início à fusão de H na Sequência Principal - SP. Uma vez que o H central se esgota, já no Ramo de Gigantes Vermelhas - RGB, elas aumentam sua luminosidade e se houver massa suficiente, quando o núcleo atinge 100 milhões de K, inicia-se a fusão de He em C no Ramo Horizontal - HB. Após o He central esgotar-se a estrela entra na segunda etapa de gigante, o Ramo Assintótico das Gigantes - AGB, que finaliza-se com grande perda de massa durante os pulsos térmicos - TP-ABG - e a etapa de nebulosa planetária. Enfim, a estrela esfria-se como uma Anã Branca - AB. [2] Neste trabalho foram calculadas sequências de modelos para massas iniciais entre 0.80 e 4.0 M_{\odot} com metalicidades (Z) iguais a 1/1000, 1/100, 1 e 2 vezes Z_{\odot} com o intuito de determinar a idade da estrela em determinadas etapas de sua evolução.

A pesquisa

O código de evolução estelar LP-CODE [1] calcula modelos representativos desde a SP à AB. Utilizei este código para calcular sequências de modelos correspondentes aos parâmetros de massa inicial M (em M_{\odot}) e Z listados nas tabelas ao lado com suas respectivas idades (em bilhões de anos) no fim da SP.

Embora cerca de 98% de todas as estrelas da Via Láctea esfriam-se como AB, estrelas com massas inferiores a massa inicial de $0.95M_{\odot}$ e o dobro da metalicidade solar ($Z_{\odot} = 0.0169$) não atingem as temperaturas de fusão de He e terminam suas vidas como estrelas AB com núcleo de He.

$Z=2Z_{\odot}$		$Z=Z_{\odot}$	
M	Idade	M	Idade
0.80	27.5	0.9	16.5
0.85	21.4	1.0	10.9
0.90	17.4	2.0	0.81
0.95	14.4	3.5	0.23
1.0	11.8	4.0	0.16
1.25	4.8		
1.5	2.4		
2.0	0.69		

$Z=Z_{\odot}/100$	
M	Idade
1.0	6.3
1.2	3.3
1.4	1.9
1.6	1.3
1.8	0.9
2.0	0.7
4.0	0.13

$Z=Z_{\odot}/1000$	
M	Idade
0.9	8.1
1.0	5.5
3.5	0.18
4.0	0.13

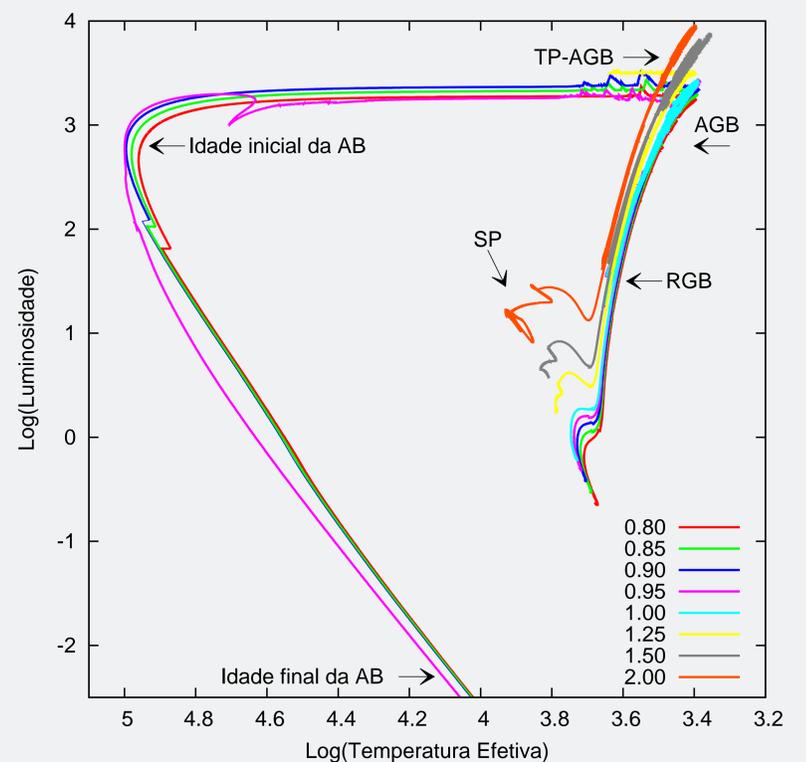


Figura 3: Sequências de evolução completas até a AB para massas iniciais entre 0.8 e 2.0 M_{\odot} com $Z=2Z_{\odot}$.

As sequências com $Z=Z_{\odot}$ e M até 0.95 M_{\odot} correspondem as estrelas com núcleo de He na curva de esfriamento. A tabela ao lado mostra as idades quando a temperatura é 10000K e 100000K, respectivamente no início (I_i) e fim (I_f) da curva de esfriamento de estrelas não binárias, elas ainda devem estar na SP.

$Z=2Z_{\odot}$		
M	I_i	I_f
0.80	28.2	37.1
0.85	22.9	57.5
0.90	18.6	53.7
0.95	15.3	28.8
1.0	11.8	28.8

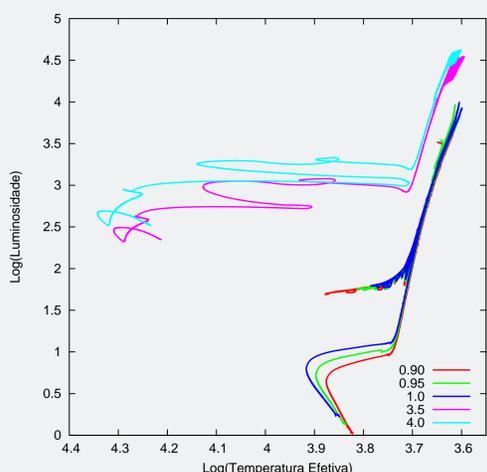


Figura 1: Sequências para massas entre 0.9 e 4 M_{\odot} com $Z=Z_{\odot}/1000$.

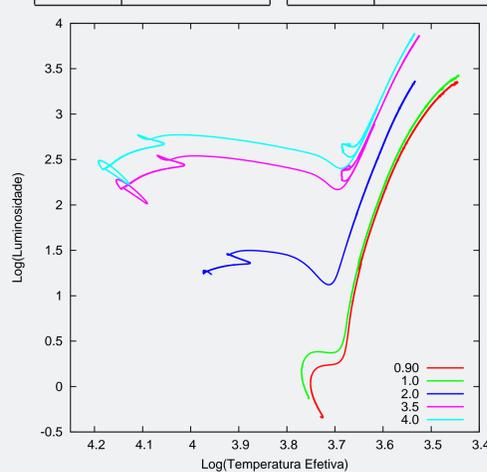


Figura 2: Sequências para massas entre 0.9 e 4 M_{\odot} com $Z=Z_{\odot}$.

Considerações finais

A massa inicial de uma estrela determina o seu destino, mas se esta faz parte de um sistema múltiplo próximo, a perda de massa devido a interação é mais efetiva. Como cerca de 60% das estrelas faz parte de um sistema binário, as estrelas detectadas com baixa massa devem ter evoluído com interação com alguma companheira. Além disso, Z é um fator importante para a determinação da idade e da evolução estelar, como observado nas tabelas. Os resultados do plano teórico (luminosidade e temperatura efetiva) e observacional (cor e magnitude) serão utilizados para o estudo de propriedades de populações estelares como aglomerados estelares abertos e globulares.

Referências

- [1] Althaus, G.; et al. The formation and evolution of hydrogen-deficient post-AGB white dwarfs: The emerging chemical profile and the expectations for the PG 1159-DB-DQ evolutionary connection. *Astronomia e Astrofísica*, 435, 631, 2005.
- [2] Oliveira Filho, K. S.; Saraiva, M. F.. *Astronomia e Astrofísica*. São Paulo: Livraria da Física, 3ª edição, 2013.

Agradecimento

Profª Drª Alejandra Daniela Romero.

