

ROTEIRO PARA ATIVIDADE PRÁTICA 4A

Zero Age Main Sequence

AGA0215 – Fundamentos de Astronomia (Noturno)
1º semestre de 2023

Professor:

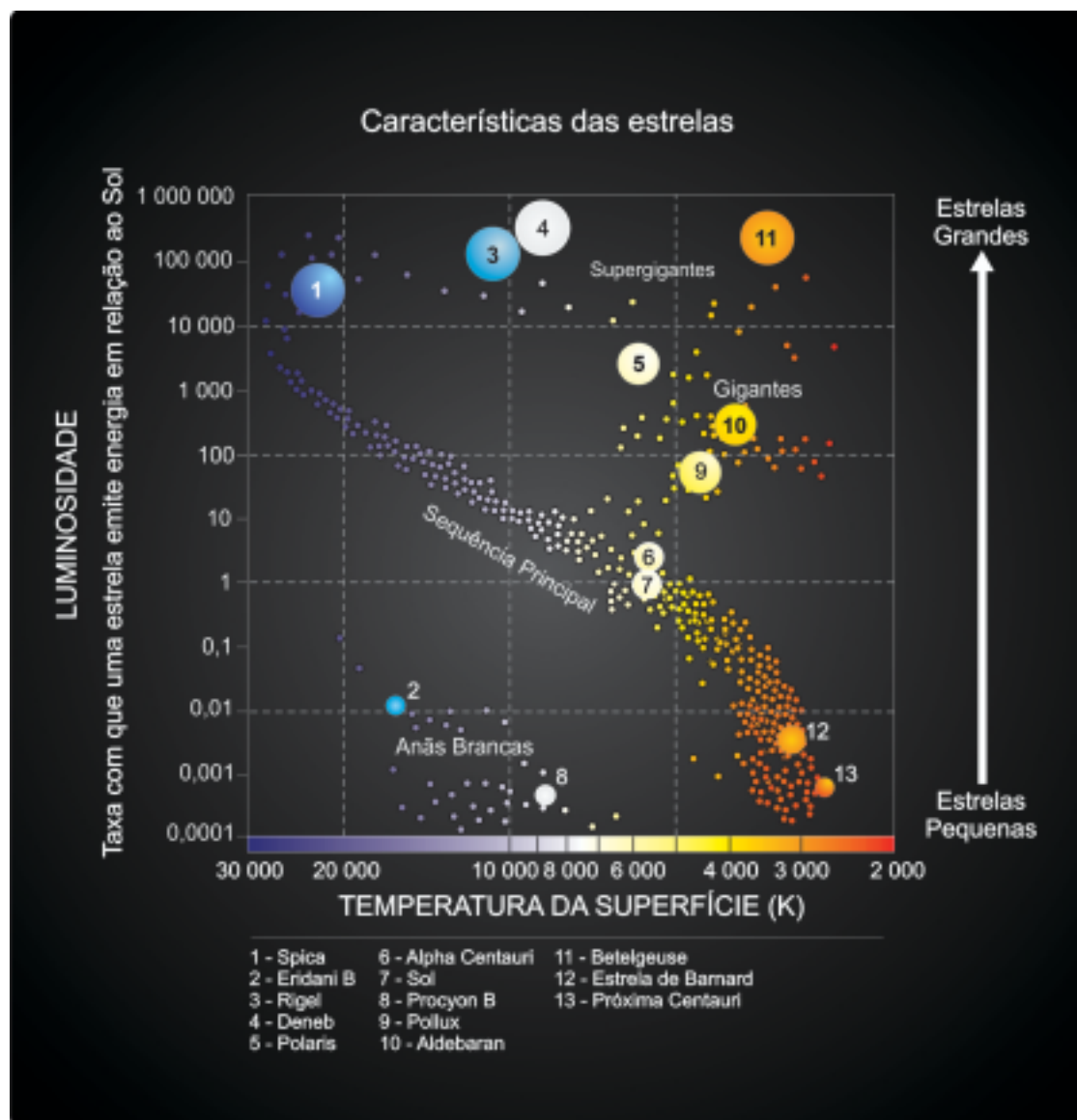
Reinaldo Santos de Lima (reinaldo.lima@iag.usp.br)

Monitoras:

Camila Naomi Koshikumo [Estágio em Docência] (camila.koshikumo@usp.br),

Larissa Ribeiro Magalhães (larissa.magalhaes@usp.br).

Cálculo da estrutura de estrelas de diferentes tipos espectrais e diagrama HR utilizando o programa ZAMS (Zero Age Main Sequence)



Exemplo de diagrama HR

©Astronomia e Astrofísica - Kepler de Souza Oliveira Filho & Maria de Fátima Oliveira Saraiva

PASSO 0: BAIXAR O PROGRAMA

- Baixe o arquivo executável do programa ZAMS no edisciplinas.

PASSO 1: Execute o código

- Neste passo queremos simular uma estrela igual ao Sol, ou seja, de tipo espectral G. - Durante a execução, forneça os seguintes parâmetros:

```
THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 1.
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN CGS)
> 2.477e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN K)
> 1.571e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 6.957e10
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN LSUN)
> 1.
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> G_1Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT? (Y/N)
> N
```

Os resultados do cálculo da estrutura estelar estarão escritos no arquivo G_1Msum.dat. Abaixo da linha onde está escrito "*****FINAL MODEL*****", serão encontrados os valores:

Pressão central: Pc

Temperatura central: Tc

Raio: R

Luminosidade: L

Temperatura efetiva: Teff

Logaritmo da Temperatura efetiva: LOG(Teff)

Logaritmo da Luminosidade relativa a Luminosidade solar: LOG(L)

Para este modelo e para os modelos calculados nos passos seguintes (os nomes dos arquivos de saída serão aqueles introduzidos no campo "WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?" durante a execução do código), utilizaremos estes resultados finais no Passo 3.

Ainda neste mesmo arquivo, abaixo destas informações, há 6 colunas de dados com os resultados da estrutura interna da estrela:

Logaritmo do raio: LOG(r)

Massa: Mr/M)

Pressão: LOG(P)

Temperatura: T

Densidade: LOG(RHO)
Luminosidade: LOG(L).

Abaixo destes dados, estão outras informações relativas à estrutura estelar.

PASSO 2: Simular uma estrela para cada tipo espectral (B, A, F, K, M)

- Abra o executável novamente cada vez que for simular uma nova estrela e forneça os parâmetros pedidos.
- Para todos os modelos, manteremos a mesma composição química: $X = 0.72$, $Y = 0.26$. Os chutes iniciais fornecidos a seguir foram obtidos a partir de simulações com o programa ZAMS para estrelas de massas similares àsquelas de cada simulação abaixo.

2.1 Para as estrelas de massa menor que a massa do Sol:

- Tipo espectral K:

```
THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 0.8
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN CGS)
> 1.6e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN K)
> 1.5e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 7.2e10
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN LSUN)
> 0.6
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> K_0.8Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT? (Y/N)
> N
```

- Tipo espectral M

```
THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 0.45
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN CGS)
> 1.2e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN K)
> 1.2e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 5.2e10
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN LSUN)
> 0.08
```

WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> M_0.45Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT? (Y/N)
> N

2.2 Para estrelas de massa maior que o Sol:

- Tipo espectral F

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 1.4
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN
CGS) > 1.6e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN
K) > 1.5e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 7.2e10
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN
LSUN) > 5.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> F_1.4Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT?
(Y/N) > N

- Tipo espectral A

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 2.1
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN
CGS) > 1.9e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN
K) > 1.8e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 8.9e10
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN
LSUN) > 25.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> A_2.1Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT?
(Y/N) > N

- Tipo espectral B (4 massas solares)

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)

> 4.0
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN
CGS) > 1.1e17
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN K)
> 2.3e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 1.3e11
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN
LSUN) > 100.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE
NAME? > B_4.0Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT?
(Y/N) > N

- Tipo espectral B (8 massas solares)

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 8.0
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN
CGS) > 5.7e16
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN
K) > 2.7e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 1.9e11
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN
LSUN) > 4000.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE
NAME? > B_8.0Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT?
(Y/N) > N

- Tipo espectral B (12 massas solares)

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 12.0
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN
CGS) > 3.6e16
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN
K) > 3.0e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 2.6e11

GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN
LSUN) > 6000.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE
NAME? > B_12.0Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT?
(Y/N) > N

-Tipo espectral B (16 massas solares)

THE TOTAL MASS IS (IN MSUN)
> 16.0
X(Hydrogen) AND Y(Helium) ARE
> 0.72 0.26
GUESS FOR CENTRAL PRESSURE (IN CGS)
> 2.8e16
GUESS FOR CENTRAL TEMPERATURE (IN K)
> 3.2e7
GUESS FOR TOTAL RADIUS (IN CM)
> 73.2e11
GUESS FOR TOTAL LUMINOSITY (IN LSUN)
> 17000.0
WHAT IS YOUR OUTPUT FILE NAME?
> B_16.0Msum.dat
DO YOU WANT PULSATION OUTPUT? (Y/N)
> N

PASSO 3: Organizar os dados (Massa, Raio, Teff e L) em uma planilha.

- **ATENÇÃO:** Utilizar os valores dos cálculos do programa ZAMS (dentro dos arquivos de saída, veja Passo 1), e não os chutes iniciais!

PASSO 4: Fazer os seguintes gráficos usando a escala logarítmica na base 10

- $M/M_{\text{SUN}} \times R/R_{\text{SUN}}$
- $M/M_{\text{SUN}} \times T_{\text{eff}}$
- $M/M_{\text{SUN}} \times L/L_{\text{SUN}}$
- $T_{\text{eff}} \times L/L_{\text{SUN}} \rightarrow$ Diagrama HR (ATENÇÃO: usar escala decrescente da temperatura no eixo x, como nos gráficos HR)

Obs: Os gráficos podem ser feitos através do excel/google sheets ou pelo webroot (software que geralmente é utilizado para fazer os gráficos das disciplinas de física experimental).

PASSO 5: Compare os resultados obtidos com os resultados da Atividade 4B.

PARA O RELATÓRIO: Forneça a tabela organizada com todos os dados das 6 estrelas, os gráficos e a resposta referente ao passo 5