

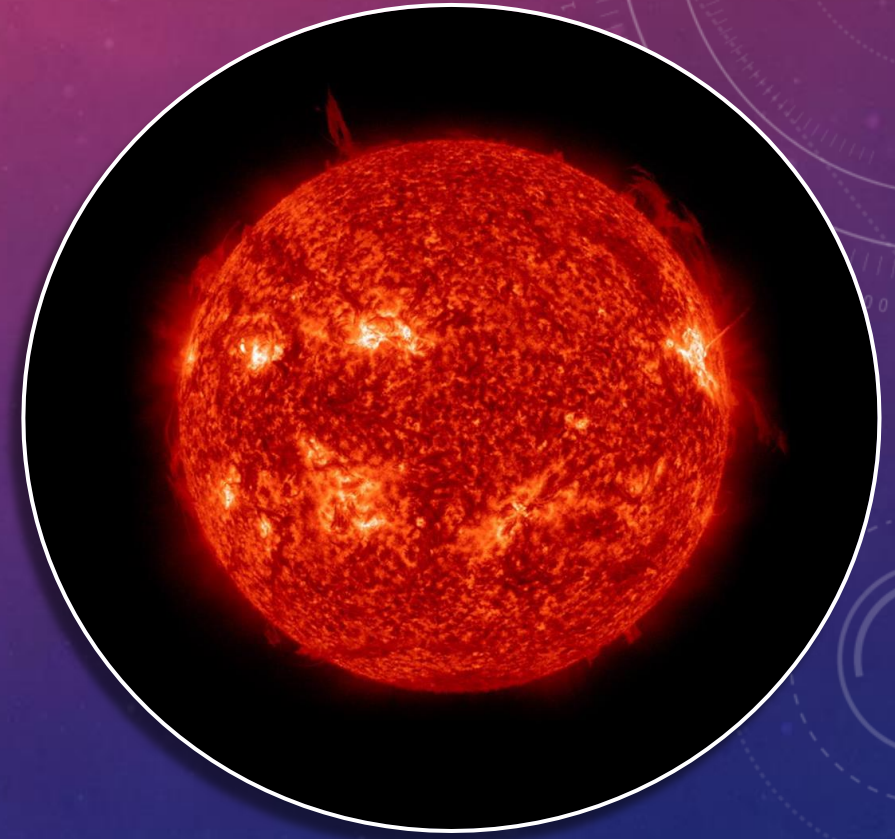
# **A ENERGIA DAS ESTRELAS**

**Da matéria à luz**

**BEATRIZ SILVA  
LÚCIA COSTA  
MARIA GAIVÃO  
NUNO AURÉLIO  
SIMÃO MENDES  
MONITOR: MIGUEL CLARA &  
PROFESSOR MÁRIO JOÃO MONTEIRO**

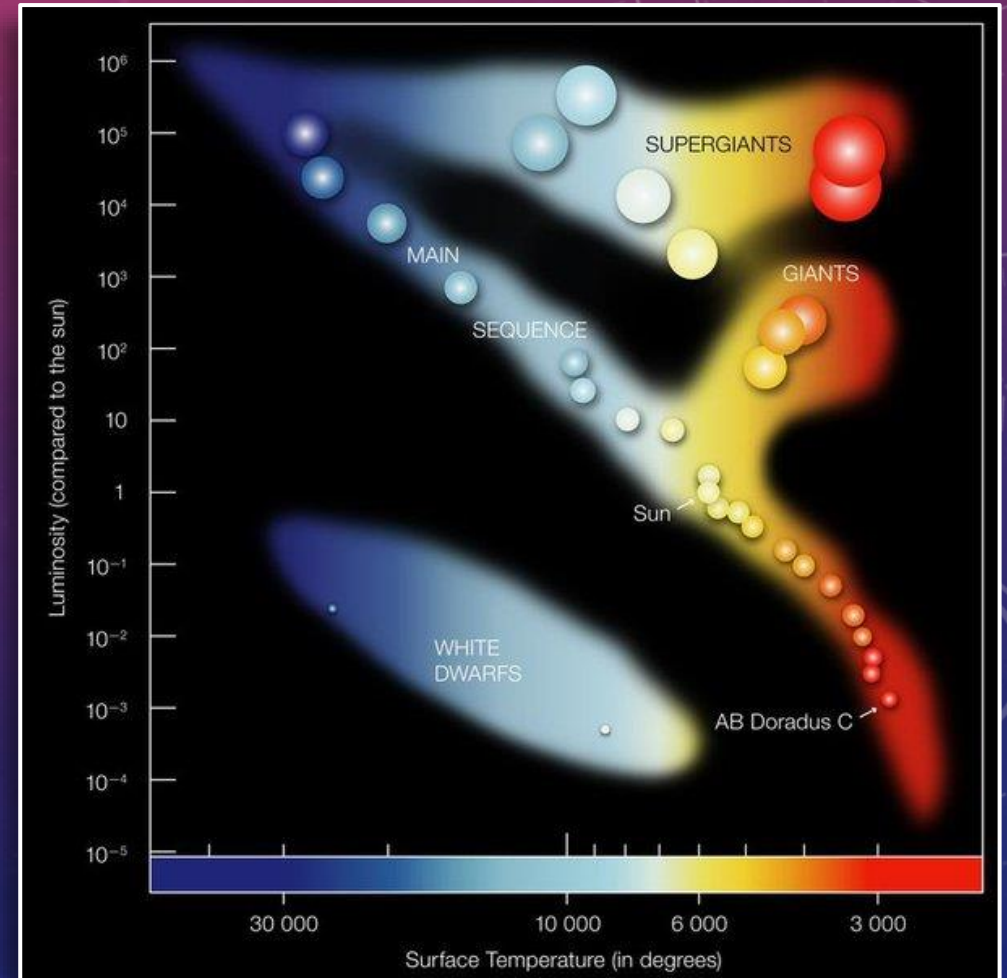
# O QUE É UMA ESTRELA?

Objeto formado por plasma  
Produz e emite a sua própria energia  
Utiliza a fusão nuclear

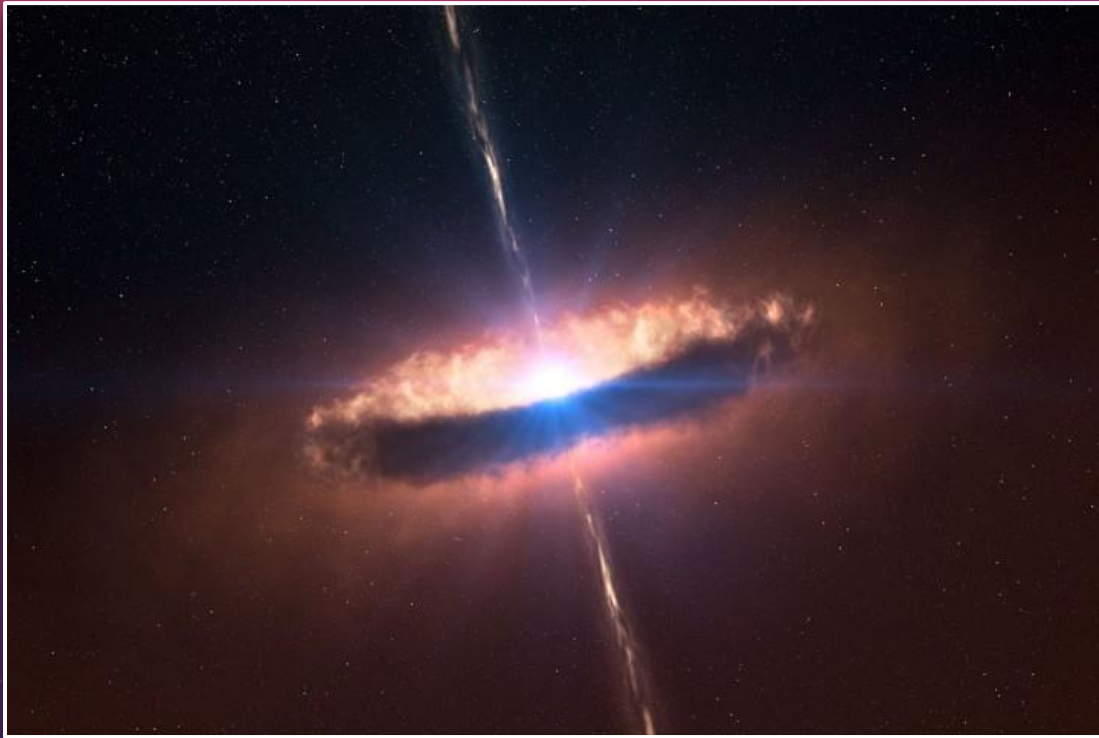


# EVOLUÇÃO ESTELAR E ESTRUTURA ESTELAR

Tipo de Estrelas e a relação com a sua massa inicial



# EVOLUÇÃO ESTELAR E ESTRUTURA ESTELAR



Ambiente de Gás e Poeiras

Energia gravítica sobrepõe-se à energia cinética do meio (baixa temperatura e alta densidade)

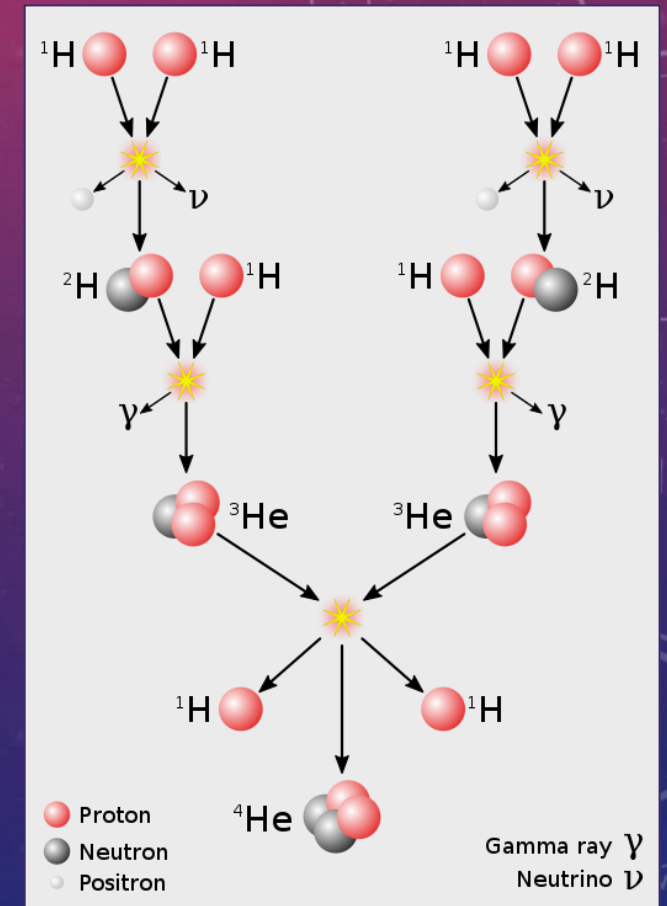
# EVOLUÇÃO ESTELAR E ESTRUTURA ESTELAR

Sequência Principal

Período estável de queima de hidrogénio

Produção de hélio e energia

Pressão e temperatura suficientemente altas (Ec vs Fe)



# EVOLUÇÃO ESTELAR E ESTRUTURA ESTELAR

Equação de Transformação Massa-Energia

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \text{ onde } \Delta m = m_f - m_i$$

Grande parte é transformada em hélio e o resto em energia

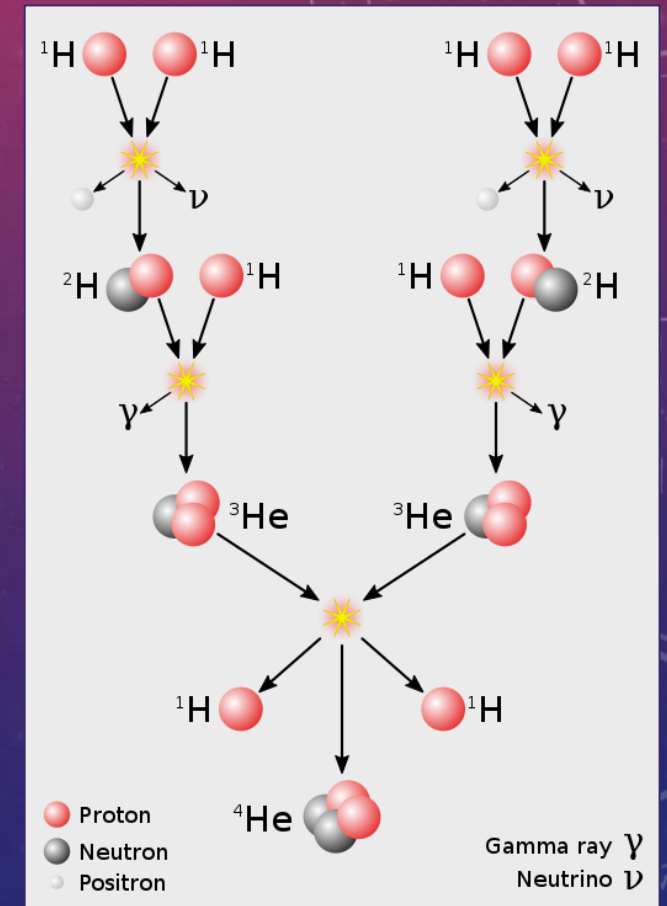
O tempo que a estrela passa na Sequência Principal é

$$t_{SP} = E_{disponivel} / L_*$$

$$E_{disponivel} = M_* \times 0.15 \times X \times \epsilon_{fusão} \times c^2$$

Para o Sol (1.0  $M_{Sol}$ , 1.0  $R_{Sol}$ , 1.0  $L_{Sol}$ ):  $\sim 1.1e10$  anos.

Para Procyon A (1.4  $M_{Sol}$ , 2.0  $R_{Sol}$ , 6.9  $L_{Sol}$ ):  $\sim 2.5e9$  anos.



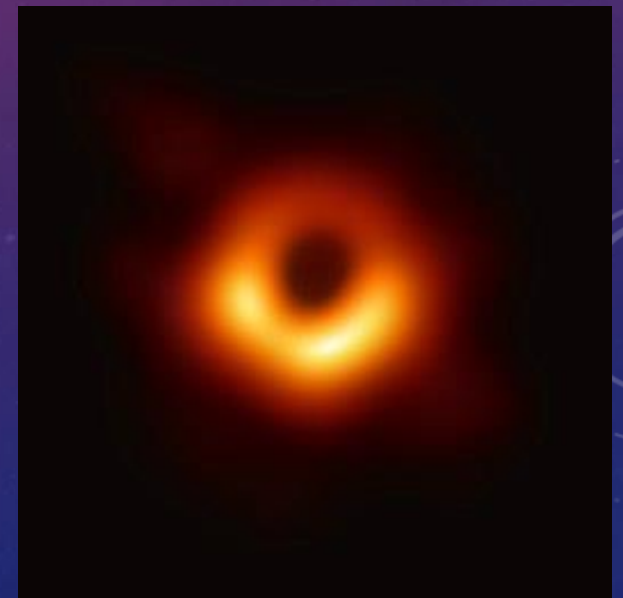
# MORTE DA ESTRELA

Acaba o hidrogénio disponível!

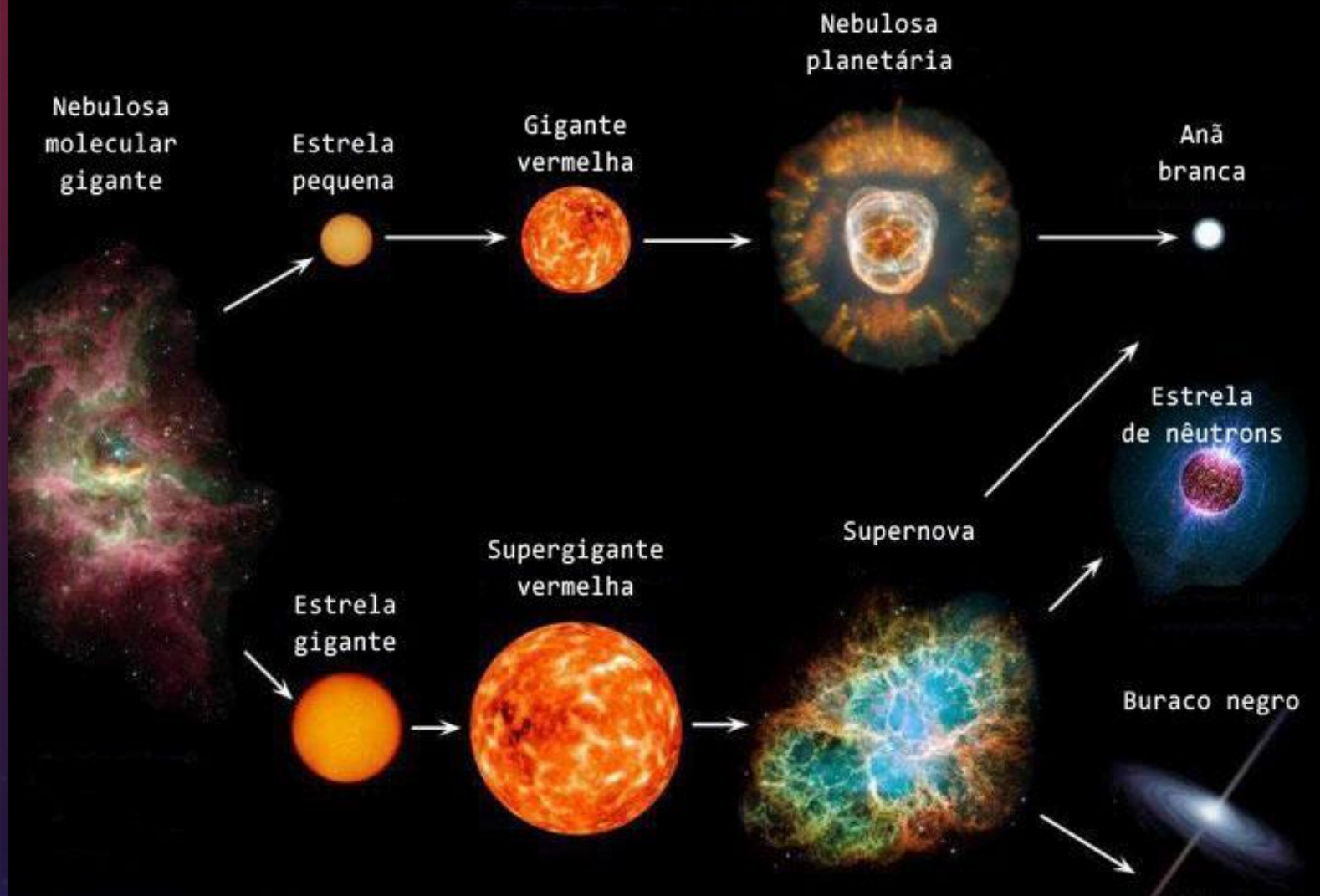
Massa influencia as próximas fases

Tentativa de fusão nuclear do hélio

Fim: Anã Branca, Estrela de Neutrões ou Buracos Negros



# CICLO DE VIDA ESTELAR





# MODELO POLITRÓPICO

Permite a previsão de várias propriedades estelares a partir do Raio e da Massa, como a Densidade, a Pressão, a Temperatura, a Emissividade e a Luminosidade.

$$\frac{dm}{dr} = 4\pi r^2 \rho(r)$$

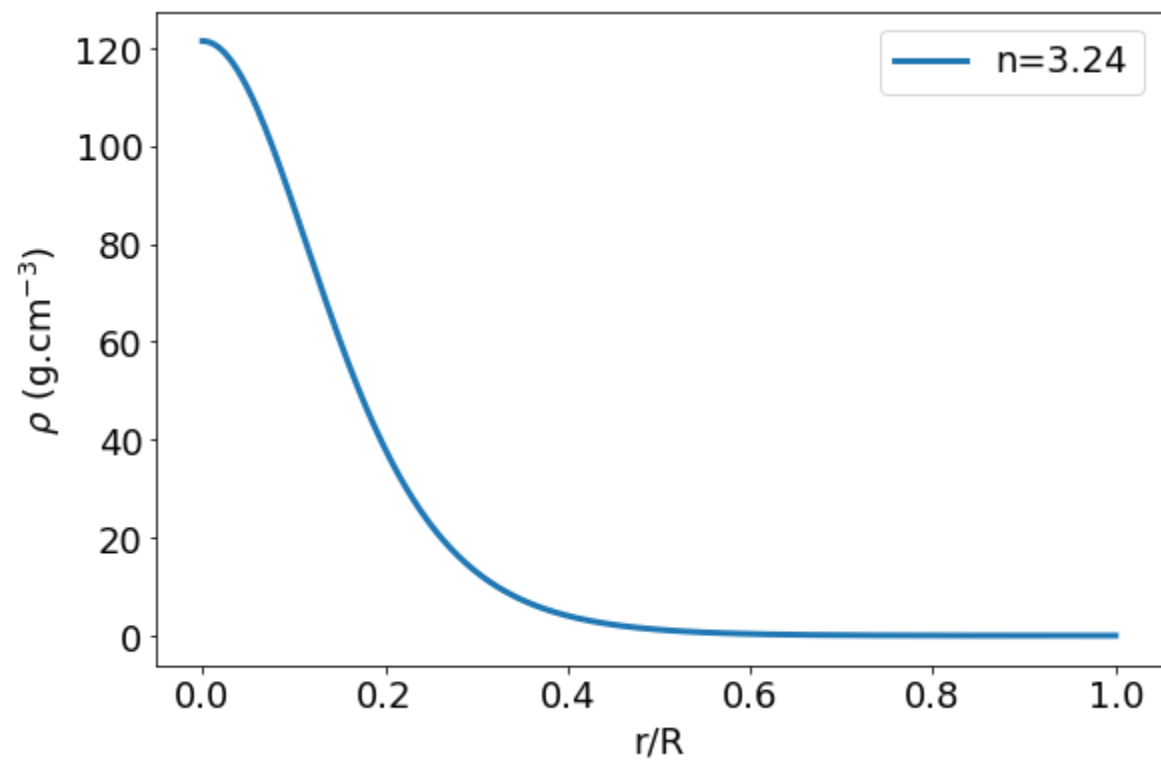
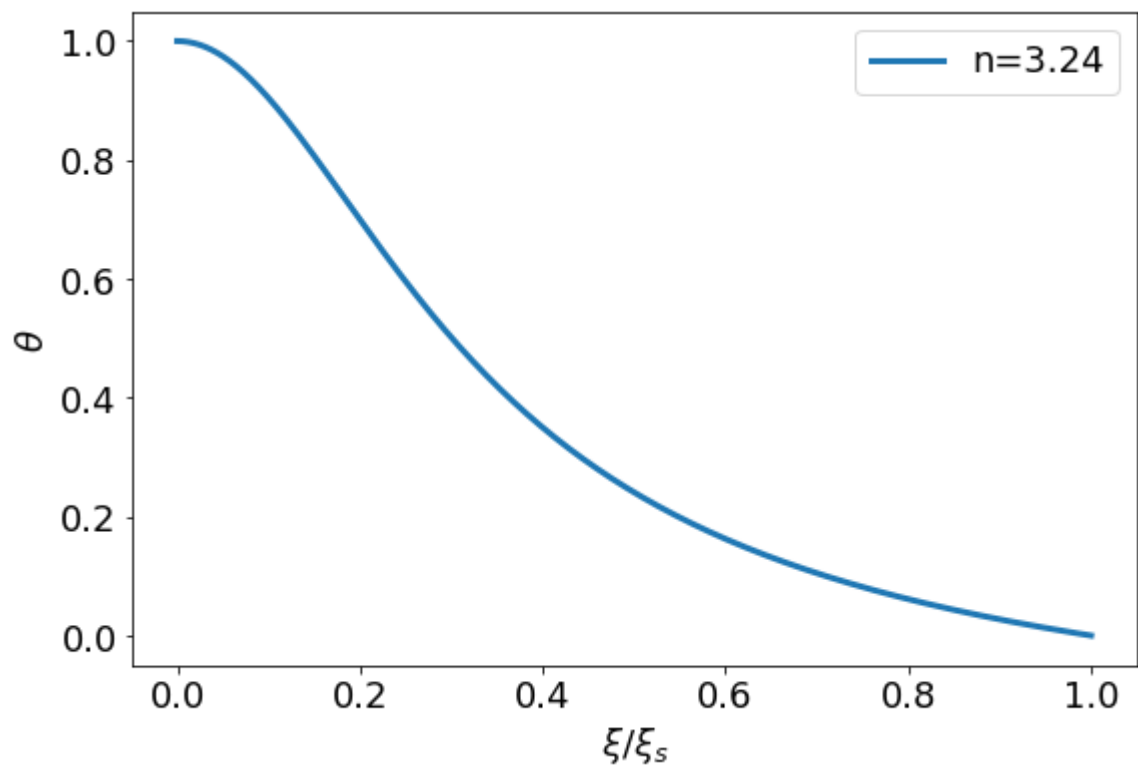
$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gm(r)\rho(r)}{r^2}$$

$$P = K\rho^{1+\frac{1}{n}}$$

$$\frac{1}{\xi^2} \frac{d}{d\xi} \left( \xi^2 \frac{d\theta}{d\xi} \right) + \theta^n = 0$$

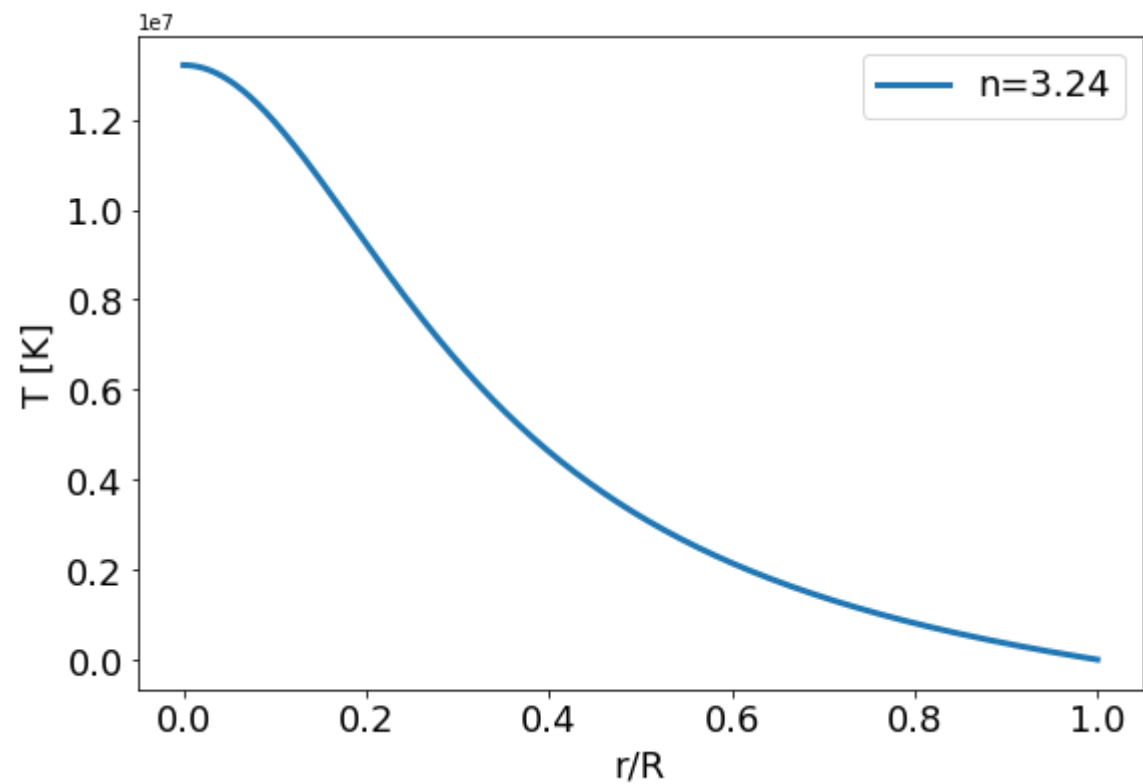
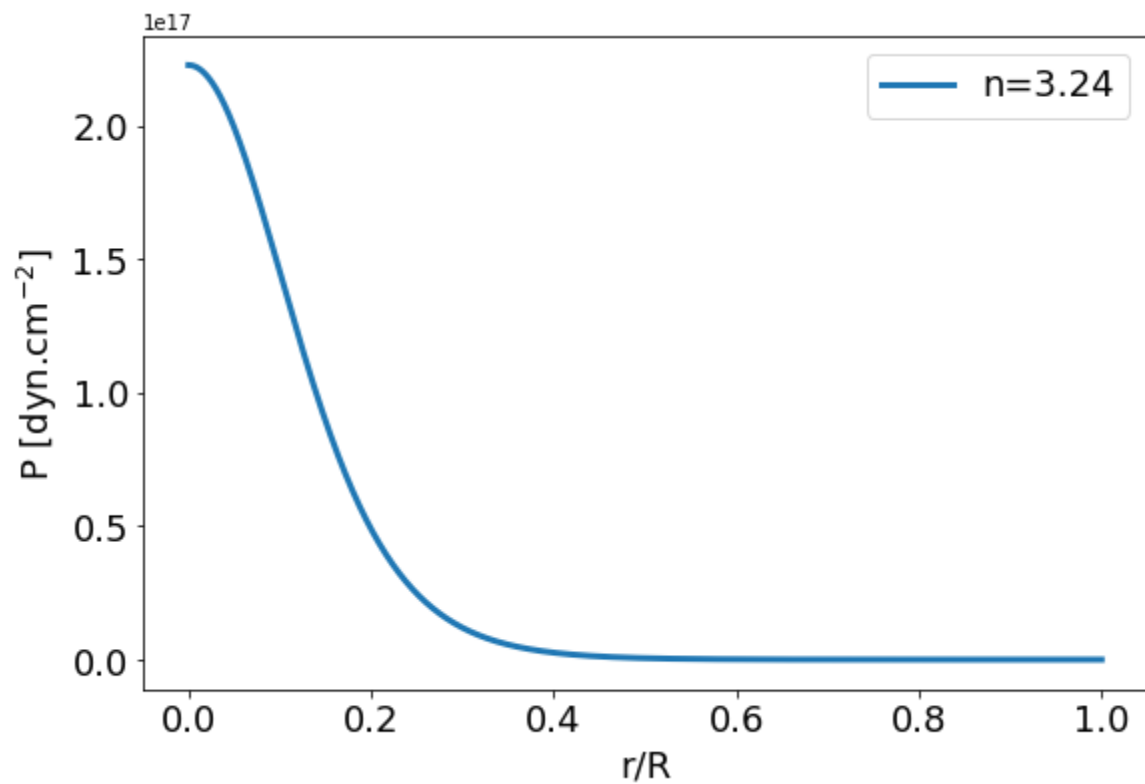
$$r = \frac{R}{\xi_s}$$

$$\rho = \frac{3M}{4\pi R^3} \frac{\xi_s}{-3\theta'_s} \theta^n$$



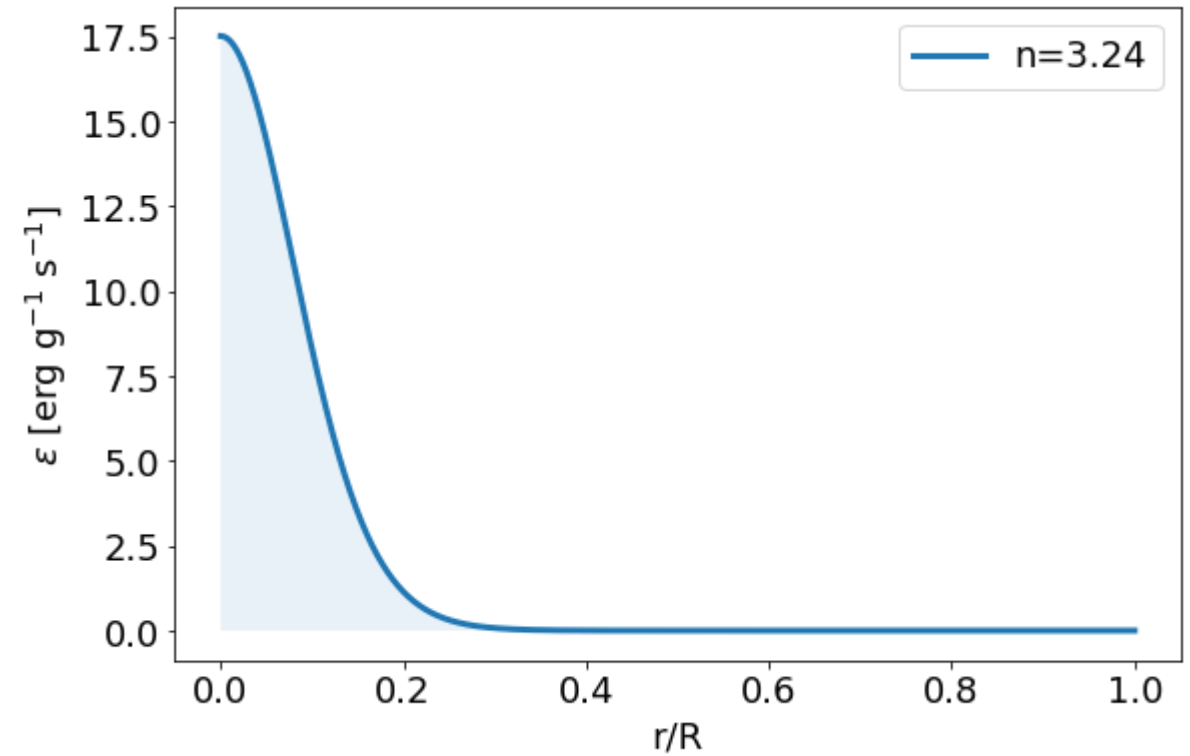
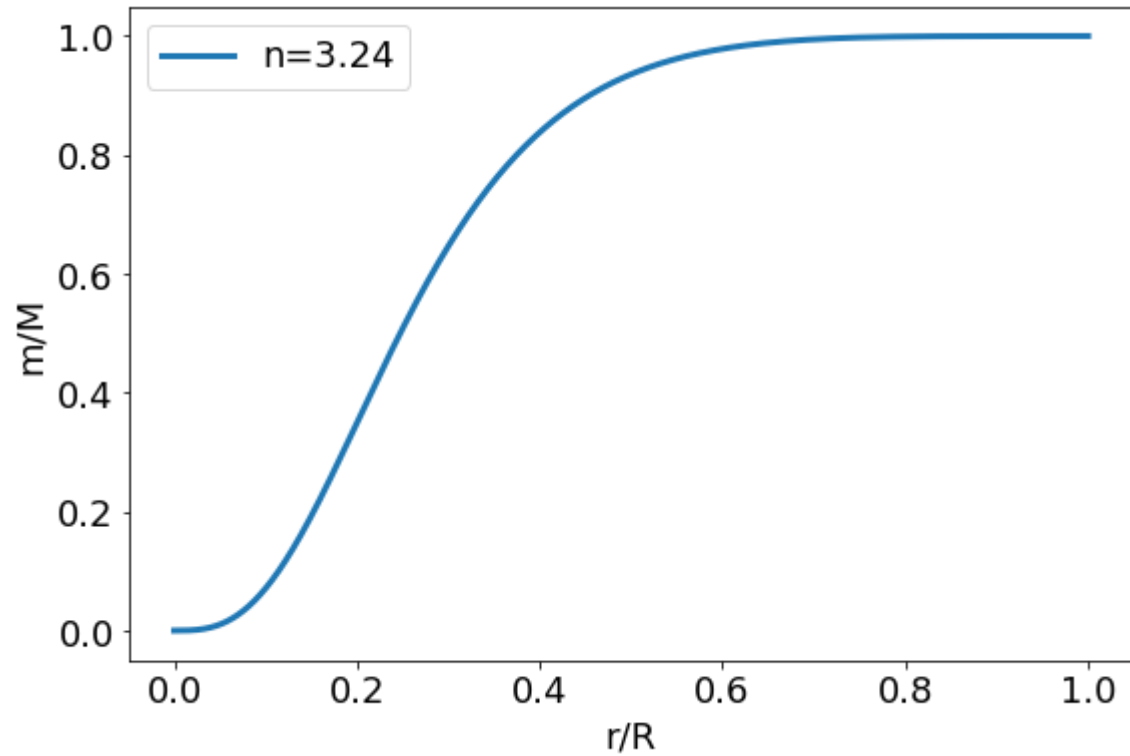
$$P = K\rho^{1+\frac{1}{n}}$$

$$T = T_c\theta \text{ onde } T_c = \frac{\mu}{\mathcal{R}_g} \frac{P_c}{\rho_c}$$



$$\frac{dm}{dr} = 4\pi r^2 \rho(r)$$

$$\epsilon \simeq \epsilon_0 \rho T^\eta \text{ com } \eta \simeq 4$$



$$L_r(r) = \int_0^m \epsilon(r) \cdot dm = \int_0^r 4\pi r^2 \rho(r) \epsilon(r) \cdot dr$$

# MODELO POLITRÓPICO

n	L(L <sub>Sun</sub> )
2.00	0.015
2.50	0.064
3.00	0.378
3.24	1.012
3.50	3.352
4.00	59.021

-> Alguns valores de n que explorámos para tentar obter o modelo politrópico do Sol (com 1.0 M<sub>Sol</sub>, 1.0 R<sub>Sol</sub>, 1.0 L<sub>Sol</sub>).

# CONCLUSÃO

Neste trabalho, explorámos o modelo politrópico como uma forma de obter informações sobre a estrutura de uma estrela, partindo dos seus parâmetros de massa, raio e luminosidade.

Para o Sol, observámos que um modelo com índice politrópico  $n=3.24$  cumpre os valores requeridos, e ficámos a conhecer melhor a sua possível estrutura interna.



OBRIGADO!