

The image is a composite of two astronomical photographs. The upper portion shows a vast field of stars, with a prominent, bright blue-white star in the center-left. The lower portion shows a protoplanetary disk (proplyd) around a young star, with a bright spot on the surface indicating a protostar. The text 'ESTRELAS ANÃS' and 'SUAS ORIGENS' is overlaid in orange on the image.

ESTRELAS ANÃS SUAS ORIGENS



- **PALAVRAS CHAVES**

ANÃS CASTANHAS

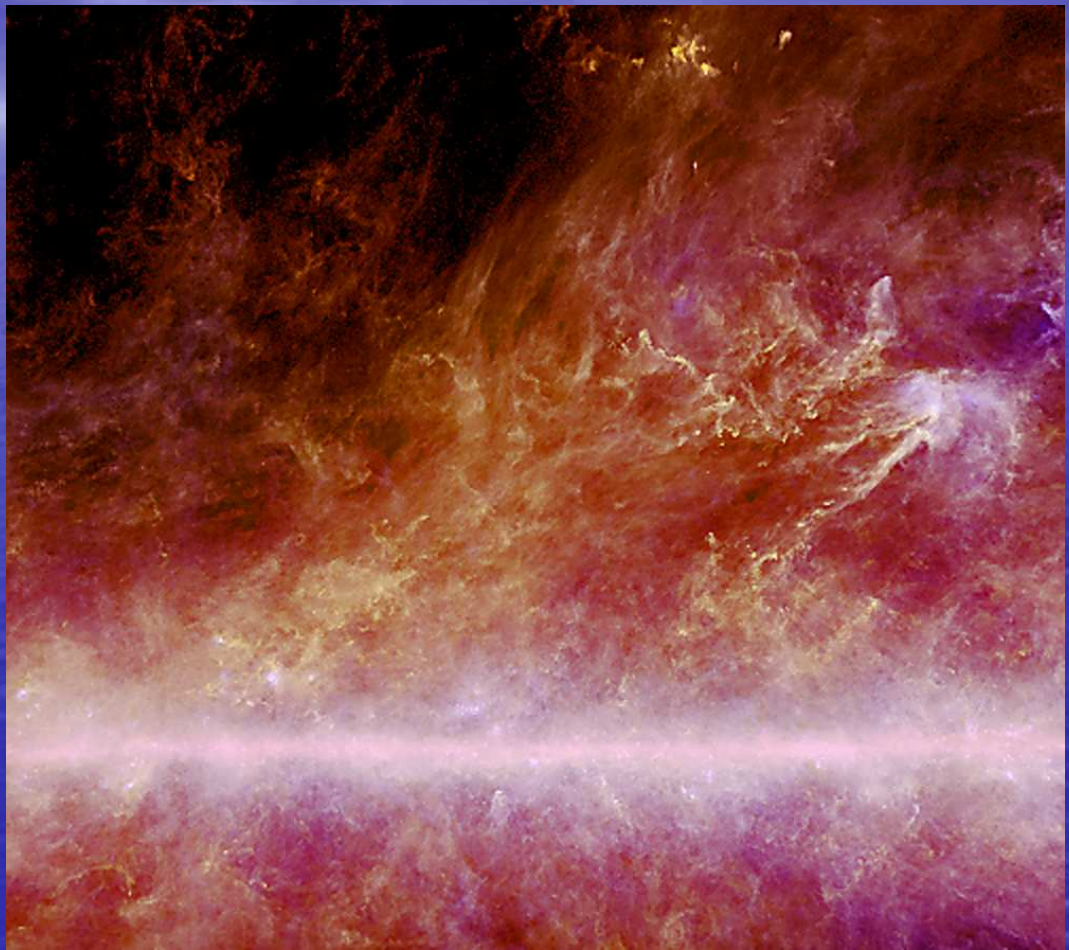
ANÃS VERMELHAS

ANÃS BRANCAS

ANÃS PRETAS

ESTRELAS – ORIGEM

- As estrelas formam-se no interior de nuvens de gás e poeiras por ação gravitacional



Telescópio Planck – Nuvens gás e poeiras a 500 ly (I. V.)

ESTRELAS – PROTOESTRELAS

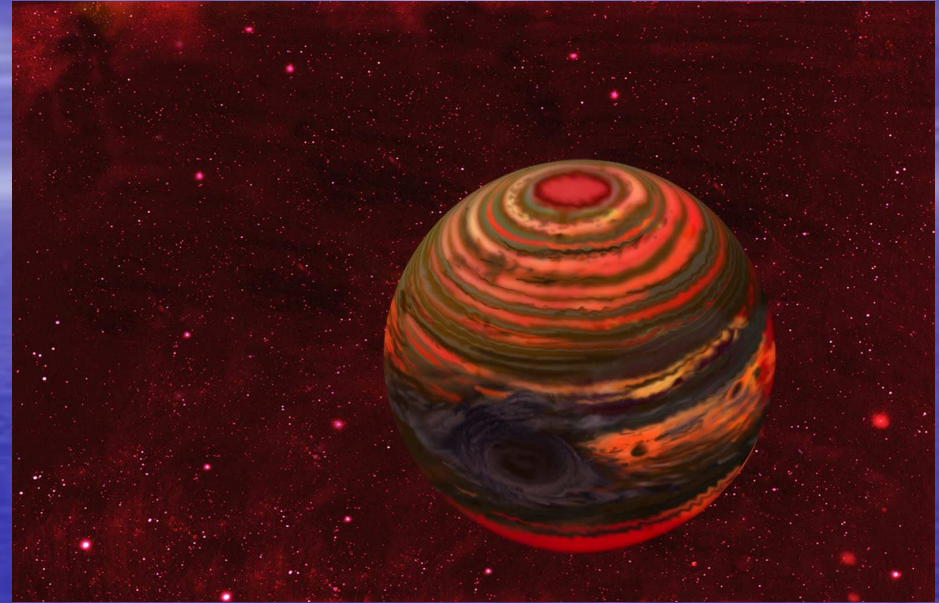
- Uma parte mais densa da nuvem colapsa gravitacionalmente
- A região central é mais densa e quente e forma a proto-estrela
- A queda de matéria em direção ao centro é interrompida quando se inicia a fusão nuclear (Sequência Principal)



Nebulosa de Órion

ESTRELAS $< 0,08 M_{\odot}$

- Se uma protoestrela se forma com uma massa inferior a $0,08 M_{\odot}$, sua temperatura central nunca atinge o valor necessário para se dar a fusão nuclear.
- Designa-se por ANÃ CASTANHA.
- Objeto intermédio entre o planeta (Júpiter) e a estrela



Anã castanha 2MASS J21392676+0220226

- As anãs castanhas nunca atingem a fase de Sequência Principal
- Qual é a fronteira entre um planeta e uma anã castanha ?

0,08 M_☉ < ESTRELAS < 0,40 M_☉

- Não atingem a fase de fusão do nuclear do hélio porque não tem gravidade para tal
- Permanecem durante muito tempo na sequência principal.
- A vida estimada supera a idade prevista do Universo (± 200.000 milhões de anos)
- Terminam como anãs brancas de hélio não passando a fase de gigante vermelha

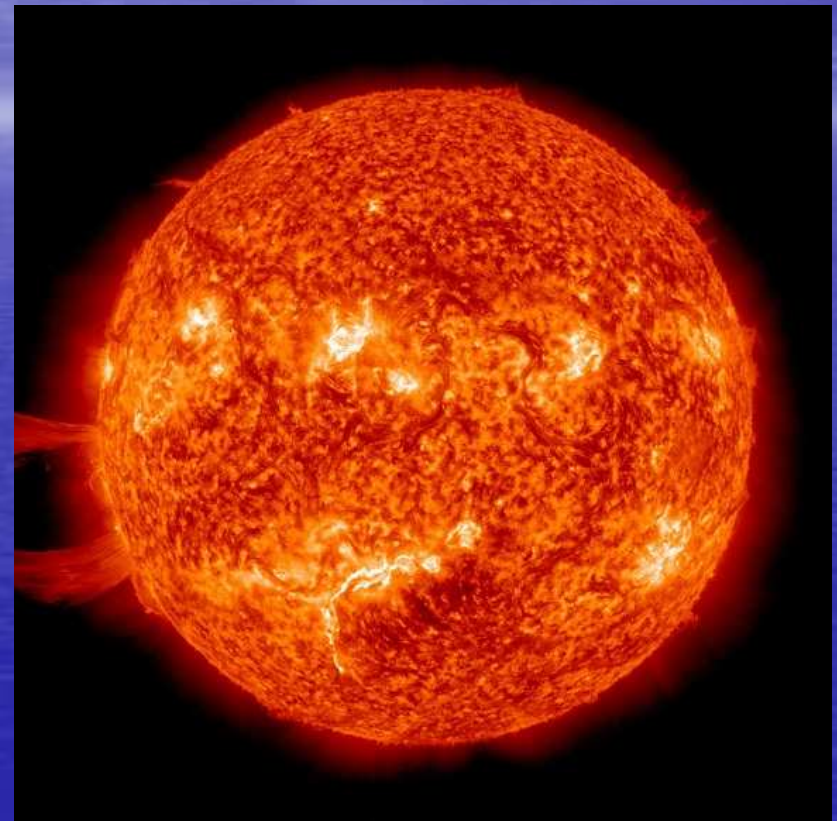


Anã vermelha

- As anãs vermelhas são estrelas que existem na fase de Sequência Principal

0,40 M, <ESTRELAS < 8 M,

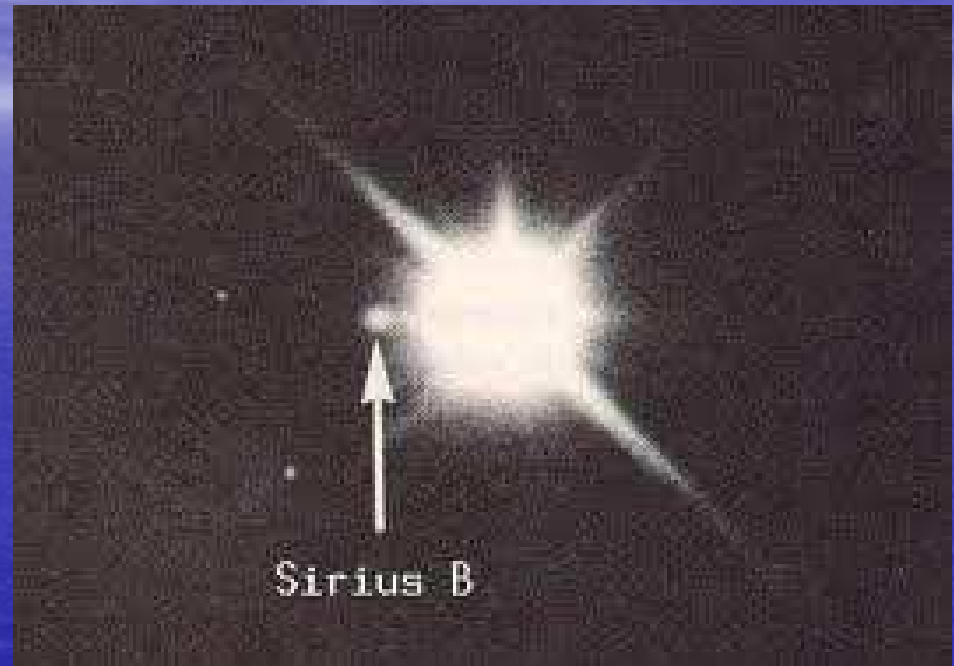
- Quando se esgotar o hidrogénio no centro da estrela cessam as reações nucleares e a estrela evolui para o estado de GIGANTE VERMELHA
- A estrela liberta as camadas mais exteriores originando uma NEBULOSA PLANETÁRIA, ficando no centro a ANÃ BRANCA



O "nosso" sol

ANÃS BRANCAS

- Como não há fusão nuclear as anãs brancas brilham devido as altas temperaturas da superfície irradiando essencialmente na banda do infravermelho
- As anãs brancas são estrelas que evoluem já fora de sequência principal



ANÃS BRANCAS

RELAÇÃO MASSA – RAIOS

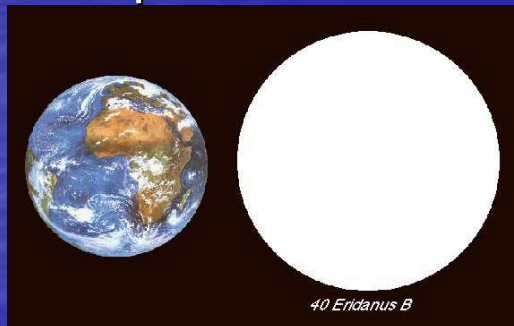
- As anãs brancas são demasiado densas para que os gases se comportem como gases ideais e assumam o comportamento de gases degenerados
- Num gás degenerado o aumento de densidade não é acompanhado por um aumento de pressão
- Para as estrelas normais o aumento de matéria corresponde a um aumento de volume
- Mas nas anãs brancas um aumento de matéria vai corresponder a uma diminuição do volume



Sistema de estrelas binárias JO806 (c. a.)

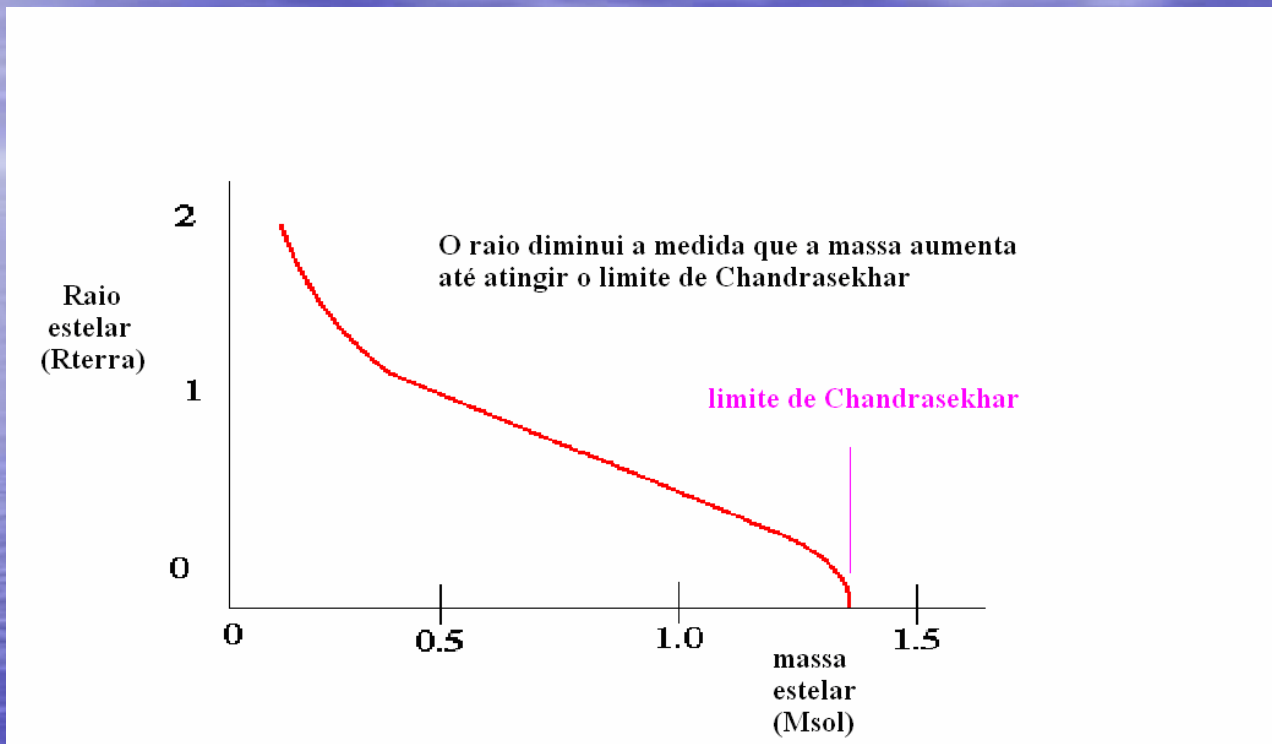
ANÃS BRANCAS

- O tamanho de uma estrela, depende do equilíbrio entre a gravidade e a pressão
- A gravidade tende a contrair a matéria, “empurrando-a” para o seu interior enquanto que a pressão exerce o efeito oposto, fazendo deslocar a matéria para o exterior.
- O aumento de densidade faz aumentar a gravidade, e assim as anãs brancas (compostas por gases degenerados), a medida que captam matéria encolhem.
- No entanto não pode ser adicionado matéria até que o seu raio seja nulo



Comparação entre o tamanho de uma anã branca 40 Eridanus B e a terra

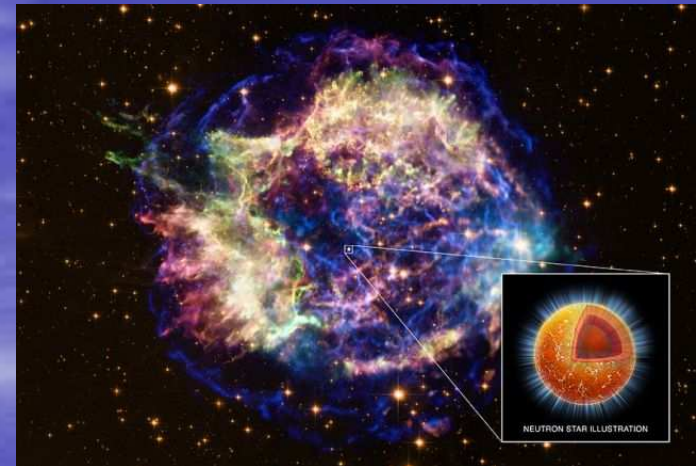
ANÃS BRANCAS



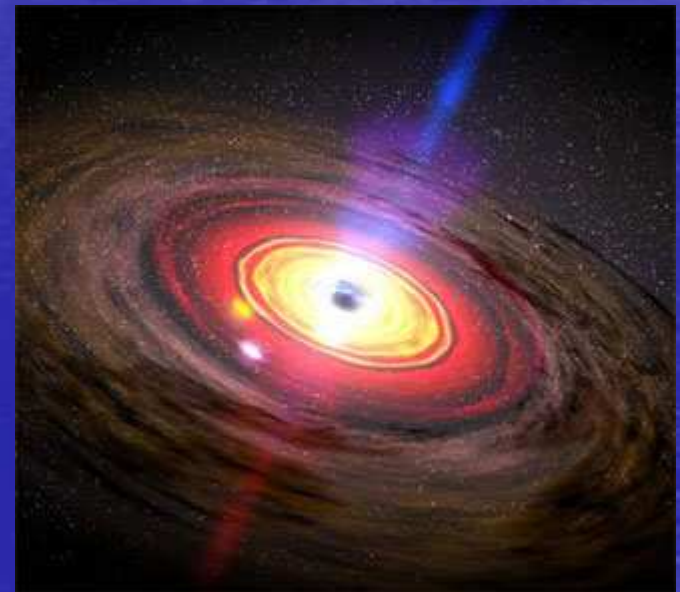
- As anãs brancas apresentam um raio inferior a 0,02 o raio do sol (aproximadamente o raio da terra).

ANÃS BRANCAS

- Isso significa que as estrelas com massa superiores a 1,4 massas solares, tenham de libertar matéria como nebulosa planetária ou a contração final não poderia ser parada pelos elétrons degenerados
- Se por qualquer motivo a matéria não for libertada, a estrela evoluirá, para uma estrela de neutrões ou um buraco negro



Estrela de neutrões no centro do remanescente da supernova Cassiopeia A



Conceção artística de um buraco negro

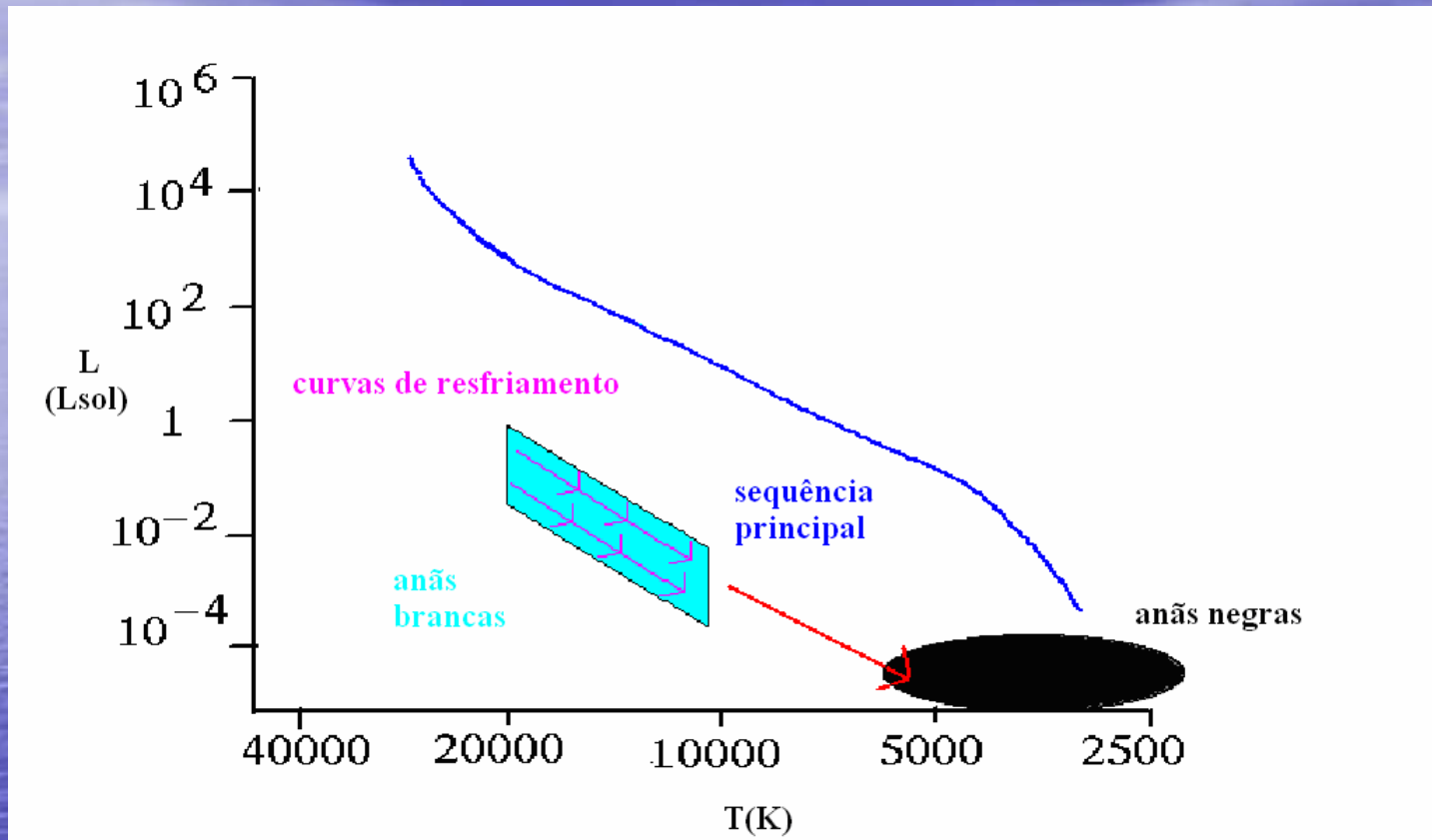
ANÃS BRANCAS

- “As anãs brancas vão arrefecendo por emissão de radiação ou por emissão de neutrinos.”
- O processo de resfriamento é muito lento.
- O resultado final é o esgotamento total da energia, tornando-a numa **ANÃ NEGRA.**



Conceção artística de uma anã negra

ANÃS NEGRAS



Para a idade do universo estimado em 13,7 mil milhões de anos não se espera que haja estrelas que tenham tempo suficiente para esfriar ao ponto de surgirem anãs negras.

A person is shown from the waist up, wearing a white, glowing, ethereal suit that appears to be made of light or smoke. The person's face is partially obscured by the glow. The background is dark and filled with swirling, smoky or cloudy patterns in shades of blue and purple. The overall atmosphere is mysterious and otherworldly.

MUITO OBRIGADO
PELA
VOSSA ATENÇÃO

António Nunes - 2013