

CLASSIFICAÇÃO ESTELAR: **2** TÓPICO

AS ESTRELAS NÃO SÃO IGUAIS

Jane C. Gregório Hetem

- 2.1** Espectros Estelares
- 2.2** A ordem dos tipos espectrais
- 2.3** Comparando as diversas categorias de estrelas
- 2.4** O tamanho das estrelas

2.1 Espectros Estelares

Vimos que, para obter o espectro de uma estrela, a radiação que chega ao telescópio em forma de luz deve ser dispersa em comprimento de onda através de um espectrógrafo (da mesma

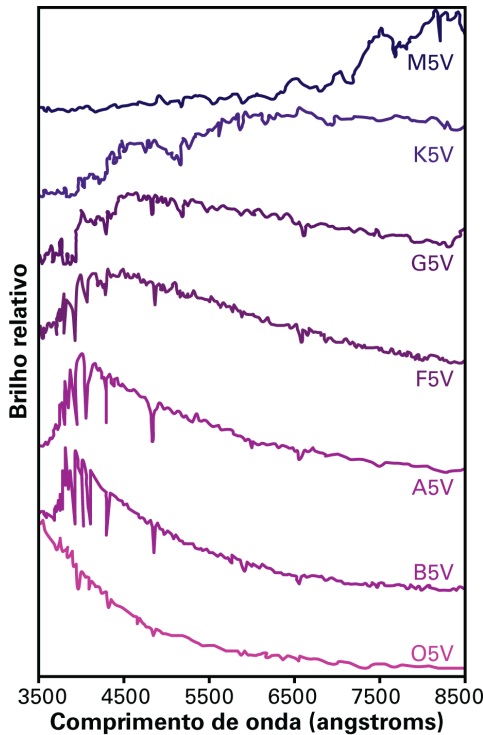


Figura 2.1: Espectros de estrelas de diferentes temperaturas. A primeira estrela na base do diagrama tem 30.000 K, a segunda tem 20.000 K, continuando a diminuir até chegar à última acima, com temperatura de 3.000 K. / Fonte: Cepa

forma que a luz branca é decomposta em várias cores ao passar por um prisma). Essa luz dispersada é então registrada em imagem, atualmente digital.

Pela comparação entre a posição das linhas espectrais da estrela observada e a posição das linhas espectrais de laboratório, obtidas de uma lâmpada de calibração, podemos identificar os respectivos comprimentos de onda das linhas e os elementos químicos que as formaram.

Assim, estrelas sob condições físicas diferentes devem necessariamente apresentar espectros diferentes. Na **Figura 2.1** são mostrados espectros de sete estrelas, para comprimentos de onda entre 350 e 850 nm. Todos os espectros apresentam linhas de absorção (depressões) sobrepostas a um contínuo, mas o padrão de linhas difere de um espectro para outro. Para determinados comprimentos de onda, em algumas estrelas, as linhas de absorção aparecem mais fortes (maior profundidade) que em outras. Os espectros da **Figura 2.1** correspondem a estrelas com composição química semelhante à do Sol. Neste caso, as diferenças espectrais encontradas se devem unicamente às diferenças em temperatura.

2.2 A ordem dos tipos espectrais

No meio do século passado, quando ainda não se compreendia como os átomos produziam linhas espectrais, as primeiras classificações das estrelas foram baseadas nas intensidades das linhas



Figura 2.2: Primeira classificação das estrelas: desenvolvida no Observatório de Harvard, por Annie J. Cannon e colaboradores, em 1910. / Fonte: Cepa

do hidrogênio. Foi adotada a sequência $A, B, C, \dots P$ para a nomenclatura das classes espectrais, onde estrelas tipo A tinham as linhas de hidrogênio mais fortes. As intensidades das linhas diminuía quando se ia de A a P .

Com o melhor entendimento dos subníveis de energia da estrutura atômica, por volta de 1920, foi adotado para a classificação espectral um novo esquema, que estabelecia uma sequência mais significativa em função da temperatura da estrela. Assim, algumas letras foram suprimidas e a ordem alterada, resultando no seguinte esquema:

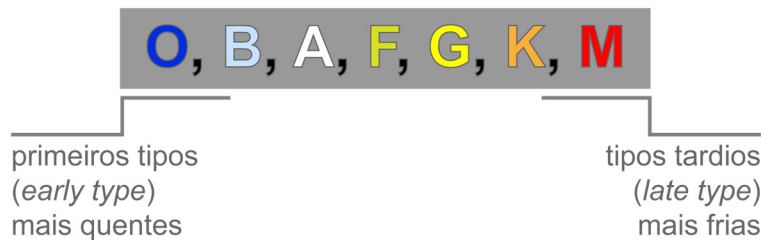


Figura 2.3: Classificação espectral de Harvard. / Fonte: Cepa

As estrelas de tipo mais próximo de O , no início da sequência, são chamadas estrelas de primeiros tipos (do inglês *early type*), enquanto os tipos mais próximos de M , no final da sequência, são chamados tipos tardios (*late type*). Cada tipo é subdividido em 10 grupos, de 0 (primeiros) a 9 (tardios), como por exemplo: $\dots F8, F9, G0, G1, G2, \dots G9$.

2.3 Comparando as diversas categorias de estrelas

Na classificação das estrelas, luminosidade e temperatura superficial são parâmetros que têm um papel semelhante ao do peso e altura de uma pessoa para classificar seu tipo físico. Sabemos que, nos humanos, essas características são bem correlacionadas, ou seja, normalmente espera-se que pessoas mais altas tenham maior peso que as pessoas de menor estatura. Assim, também os astrônomos procuram correlacionar os parâmetros estelares.

No início do século XX, Ejnar Hertzsprung e Henry Norris Russel descobriram, de forma independente, que brilho intrínseco e temperatura estelar se correlacionam com o tamanho das estrelas.

Por isso, os gráficos que comparam esses parâmetros para diferentes categorias de estrelas recebem o nome de **Diagrama Hertzsprung-Russel** ou, simplesmente, **diagrama H-R**. Convencionou-se colocar nesse diagrama a magnitude absoluta (ou luminosidade) no eixo das ordenadas e a sequência de tipos espectrais (ou temperatura) no eixo das abscissas. Neste caso, a escala de temperatura é invertida, ou seja, as temperaturas maiores ficam à esquerda do gráfico e as menores, à direita.

De acordo com o diagrama H-R esquemático da **Figura 2.4**, a faixa em que se encontra o Sol é conhecida como **Sequência Principal** e representa a fase evolutiva em que a maioria das estrelas se encontra. Estrelas dessa faixa que se encontram próximas ao Sol têm praticamente a mesma temperatura e luminosidade que tem o Sol. Um exemplo é a estrela Alfa do Centauro. Seguindo a faixa, estrelas que ficam à esquerda do Sol são mais quentes e luminosas, como Sirius. Já as estrelas que ficam à direita do Sol são mais frias e menos brilhantes que este. No canto superior esquerdo estão as estrelas mais quentes, mais massivas e mais luminosas; no canto inferior direito estão as estrelas menos massivas, mais frias e menos luminosas.

Outras fases evolutivas são as das **gigantes** e **supergigantes**. Betelgeuse, por exemplo, é uma estrela muito mais fria que o Sol, mas de raio muito maior, o que lhe garante maior luminosidade. Dessa forma, as estrelas podem ser separadas no diagrama H-R de acordo com sua categoria. O Sol é considerado uma estrela anã; já Betelgeuse é uma supergigante. Estrelas muito quentes e muito menores que o Sol, localizadas na região direita, próximo à base do Diagrama H-R, formam a categoria das **anãs brancas**. Essas fases evolutivas serão rediscutidas.

2.4 O tamanho das estrelas

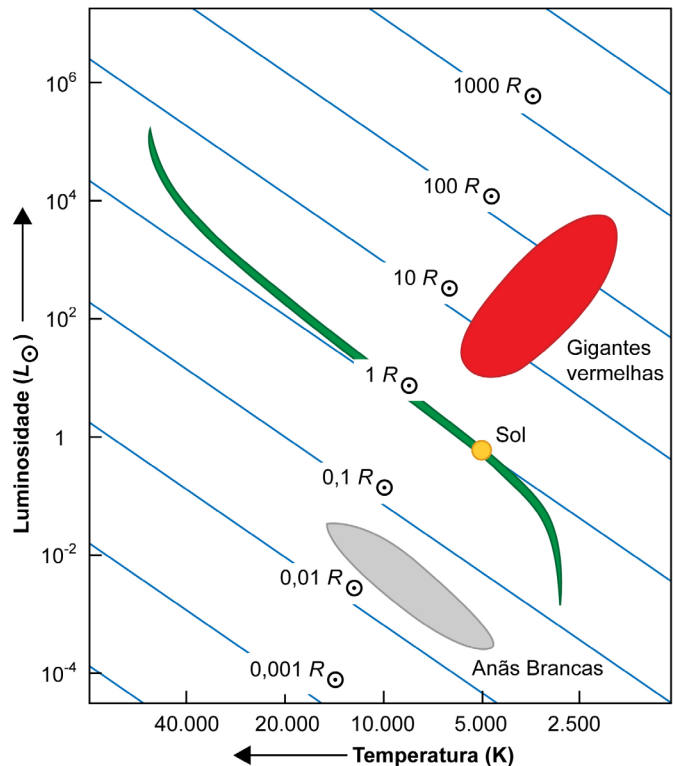


Figura 2.4: Diagrama H-R, onde se comparam Brilho (luminosidade, raio) e Cor (temperatura). / Fonte: Cepa

Como vimos anteriormente, a luminosidade da estrela está relacionada à área da superfície da estrela e ao fluxo total emitido. Este, por sua vez, é proporcional à temperatura elevada à quarta potência. A expressão da luminosidade integrada em todo o espectro é a 2-6. Isso mostra a importância do tamanho estelar no seu brilho intrínseco.

A **Figura 2.5** mostra os tamanhos relativos entre algumas estrelas e o Sol.

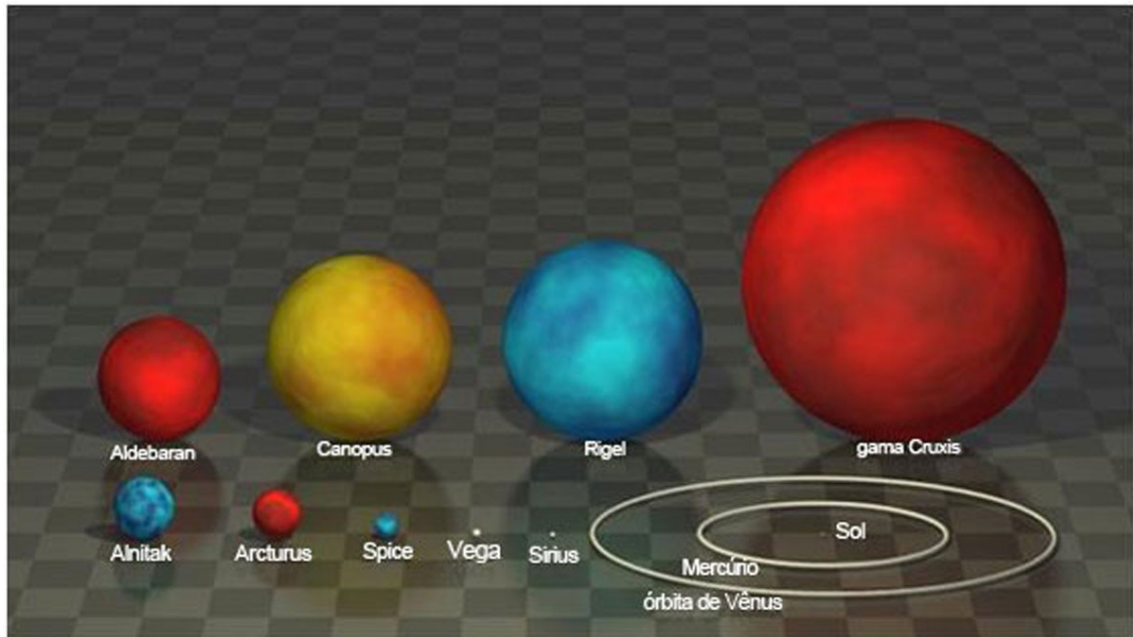


Figura 2.5: Escalas de tamanho: Sol e planetas (acima), estrelas anãs, gigantes, e supergigantes. / Fonte: Cepa; baseado em: Gastão B. Lima Neto – IAG/USP

Para diferenciar os tamanhos de estrelas de mesmo tipo espectral, novamente recorreremos ao estudo das linhas espectrais. A atmosfera de uma estrela **gigante** tem densidade menor que a de uma estrela **anã**. Esta, por sua vez, tem atmosfera bem menos densa que a de uma **anã branca** (pequena de cor branca). Como as linhas espectrais são muito sensíveis à densidade das fotosferas, podemos usar as linhas espectrais para identificar a fase evolutiva da estrela.

Como a densidade da estrela também está relacionada à sua luminosidade, estabeleceu-se um esquema de identificação para os diferentes tipos de estrelas, chamado classe de luminosidade. Nesse esquema, as classes **Ia** e **Ib** se referem, respectivamente, às **supergigantes brilhantes** e às **supergigantes**. As classes **II** e **III** são, respectivamente, das **gigantes brilhantes** e **gigantes**. As classes **IV** e **V** referem-se, respectivamente, às estrelas **subgigantes** e às estrelas da **sequência principal** e **anãs**.

As diferentes distribuições das estrelas no diagrama H-R ou cor-magnitude (**Figura 2.4**) estão relacionadas às fases evolutivas, que, por sua vez, dependem da massa das estrelas. Uma estrela de massa muito baixa (centésimos da massa solar) pode permanecer na sequência principal por trilhões de anos, enquanto estrelas massivas (dezenas de massas solares) ficam apenas alguns milhares de anos nessa fase. Esse tempo de vida está relacionado com a taxa de consumo do material estelar, que varia com a massa e a luminosidade da estrela.