

Introdução

Mais de 50% de todas as estrelas no céu são parte de sistemas binários ou múltiplos. Cerca de 25% das estrelas binárias na sequência principal possuem separação orbital pequena o suficiente para que ocorra transferência de massa quando a estrela primária se torna uma gigante vermelha ou gigante do ramo assintótico. Isso leva a formação de um envelope comum em torno das estrelas. A fricção no envelope causa um decréscimo na separação orbital e perda de energia e momentum angular, o que leva à ejeção do envelope comum. O remanescente desse processo é um sistema binário composto de uma anã branca e uma estrela da sequência principal.

Binárias compostas por uma anã branca e uma estrela de sequência principal podem ser progenitoras de uma grande variedade de objetos astronômicos - alguns dos quais provavelmente evoluam para supernova tipo Ia em fases posteriores - e são ferramentas interessantes para estudo de vários problemas em aberto, como teorias de evolução de binárias próximas e a existência de uma relação entre idade e metalicidade no disco galáctico.

Levantamentos em grande escala, como o Sloan Digital Sky Survey, têm sido uma fonte particularmente valiosa para a descoberta de binárias anã branca + sequência principal.

Objetivos

- Estudar sistemas binários compostos de uma anã branca e uma estrela da sequência principal de baixa massa.
- Determinar parâmetros fundamentais dos sistemas binários, como temperaturas efetivas, gravidades superficiais e distâncias.

Metodologia

Para encontrar os parâmetros atmosféricos, desenvolvi um programa que busca reduzir o χ^2 , definido como

$$\chi^2 = \sum_i^n \frac{(F_i^{obs} - F_i^{mod})^2}{\sigma_i^2}$$

onde F_i^{obs} é o fluxo observado em cada comprimento de onda, σ_i^2 é a incerteza medida no fluxo em cada comprimento de onda e F_i^{mod} é o fluxo do modelo em cada comprimento de onda. Supõe-se que F_i^{mod} é a soma dos modelos de uma anã branca e uma estrela de tipo espectral M multiplicados por um fator de escala.

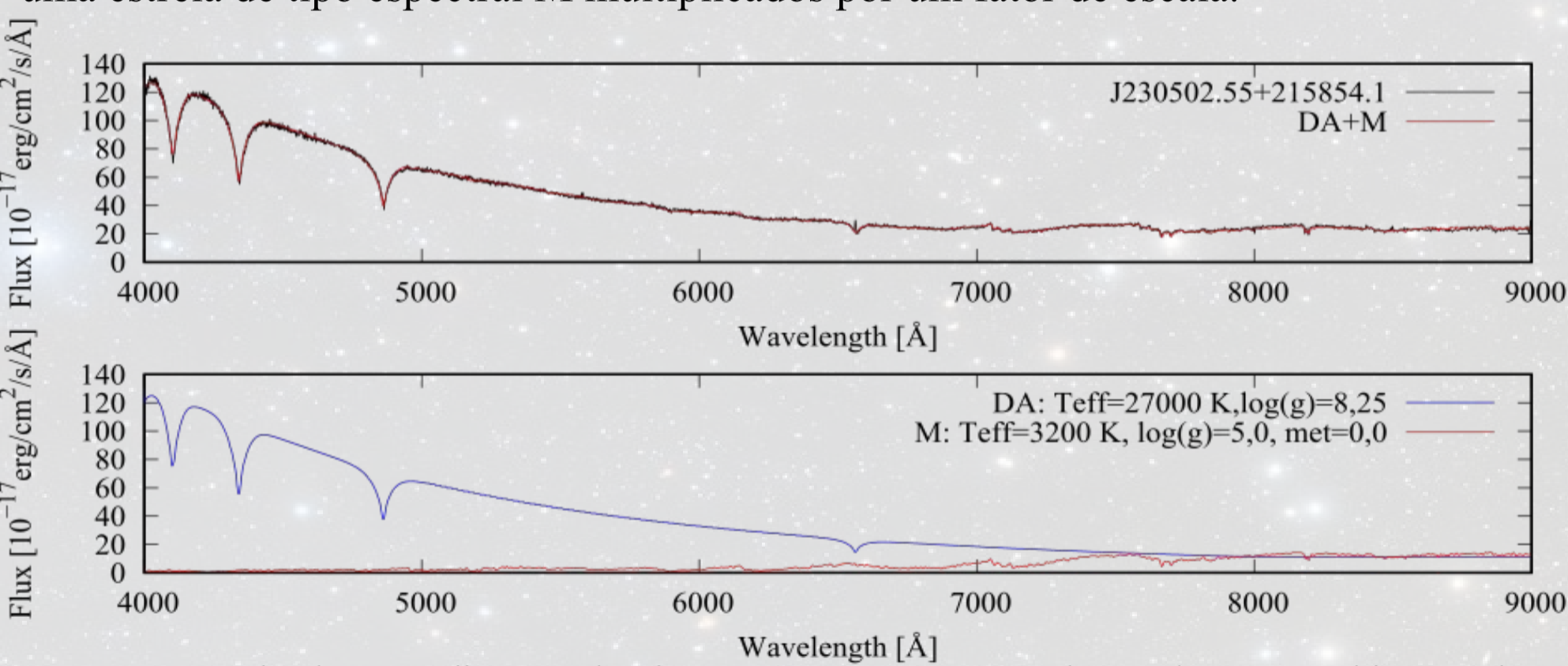


Fig. 1: Exemplo do procedimento de ajuste. Topo: O espectro observado e a combinação dos modelos DA+dM do ajuste. Inferior: Decomposição do modelo em DA e dM.

As distâncias até cada estrela são calculadas através da equação

$$d[pc] = \frac{R[R_{\odot}]}{1pc\sqrt{a}/R_{\odot}}$$

onde R é o raio da estrela e a é o fator de escala. Essas distâncias devem ser idealmente a mesma caso a anã branca e a estrela de sequência principal formem um sistema binário real.

Referências:

1. R. Heller, D. Homeier, S. Dreizler, and R. Østensen. Spectral Analysis of 636 White Dwarf-M Star Binaries from the Sloan Digital Sky Survey. In E. Stempels, editor, *15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*, volume 1094 of *American Institute of Physics Conference Series*, pages 931–934, February 2009.
2. Rebassa-Mansergas, A. and Gänsicke, B. T. and Schreiber, M. R. and Koester, D. and Rodríguez-Gil, P. Post-common envelope binaries from SDSS - VII. A catalogue of white dwarf-main sequence binaries. , 402:620–640, February 2010.
3. S. O. Kepler, A. D. Romero, I. Pelisoli, and G. Ourique. White Dwarf Stars. In *International Journal of Modern Physics Conference Series*, volume 45 of *International Journal of Modern Physics Conference Series*, page 1760023, 2017.

Resultados

Estudei 448 espectros compostos por uma anã branca e uma estrela de tipo espectral M do Sloan Digital Sky Survey e encontrei 284 espectros de possíveis binárias reais de anã branca + estrela de sequência principal.

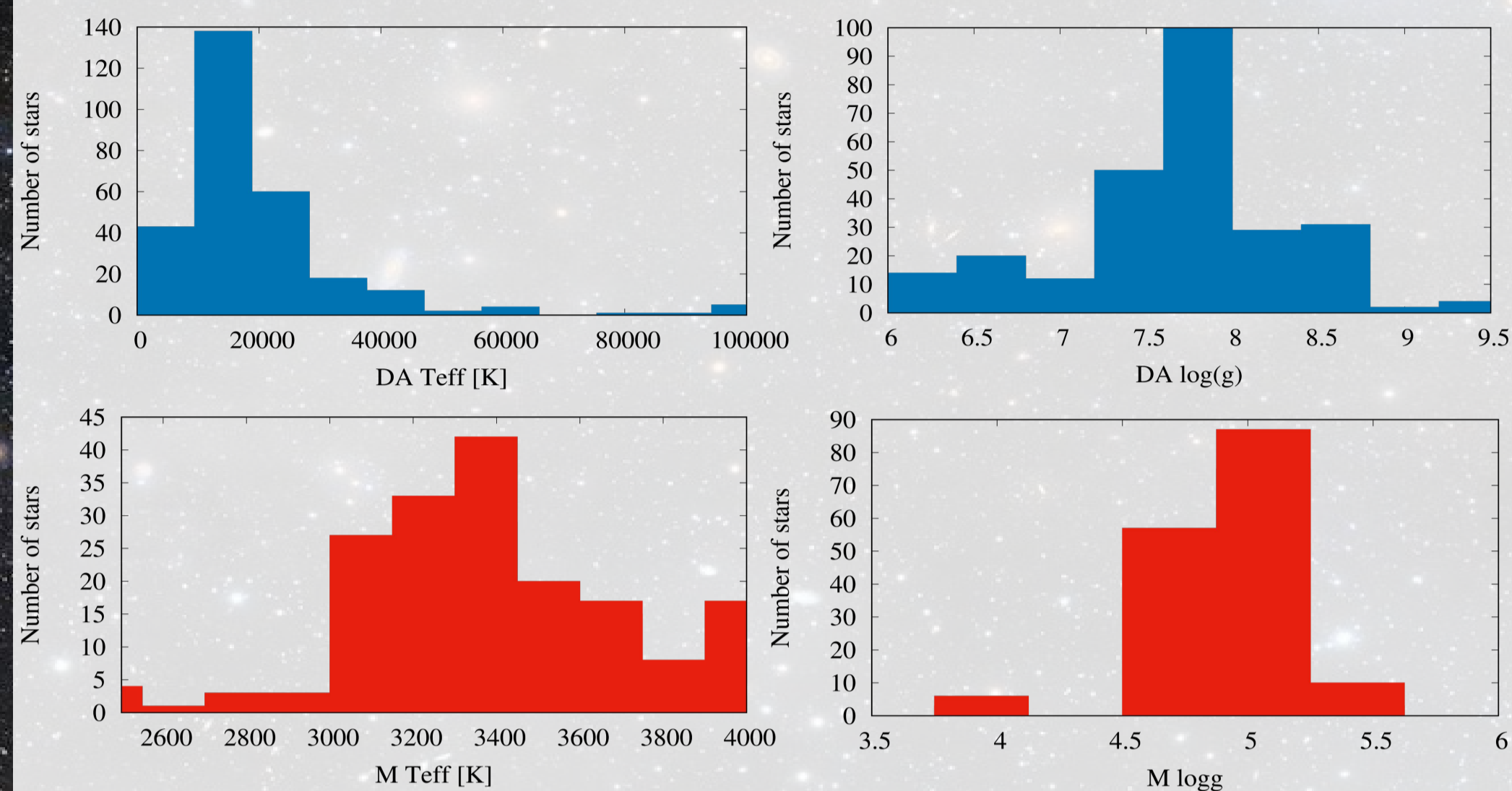


Fig. 2. Topo-esquerda: Distribuição de temperatura efetiva das anãs brancas. Topo-direta: Distribuição do log da gravidade superficial das anãs brancas. Inferior-esquerda: Distribuição da temperatura efetiva das estrelas de sequência principal. Inferior-direita: Distribuição do log da gravidade superficial das estrelas de sequência principal. A metalicidade das estrelas de sequência principal foram supostas iguais à solar, já que as anãs brancas, por serem fracas, são encontradas na vizinhança solar..

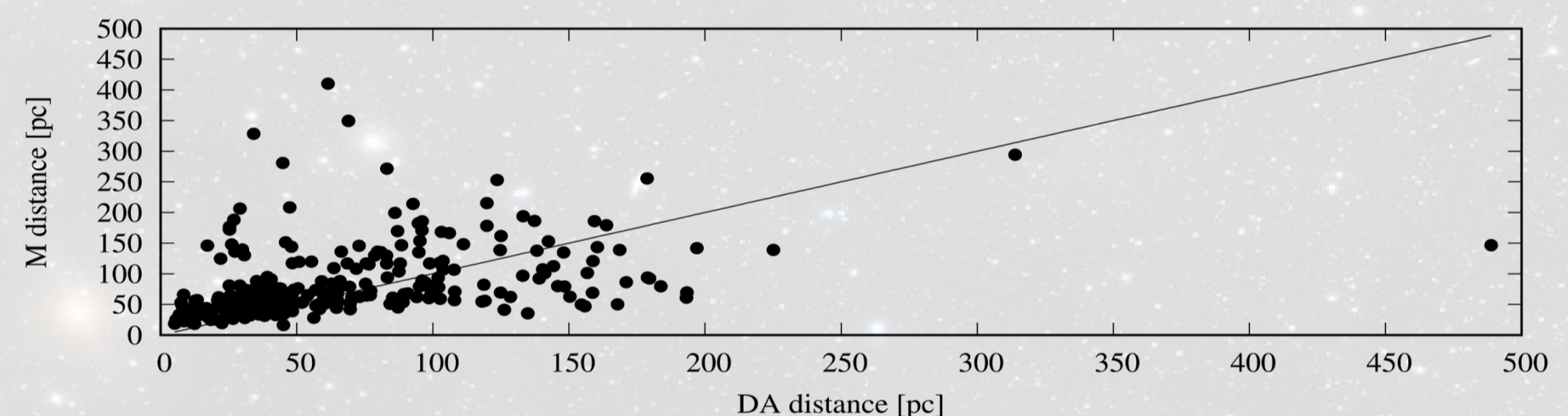


Fig. 3. Relação entre as distâncias calculadas das anãs brancas (eixo x) e das estrelas de sequência principal (eixo y). As massas e raios da anãs brancas foram encontradas a partir da relação massa-raio da anã branca e as massas e raios das estrelas de sequência principal foram obtidos a partir de uma tabela de parâmetros médios de estrelas padrão.

Conclusão

O estudo dos espectros de binárias compostas por uma anã branca e uma estrela de sequência principal do Sloan Digital Sky Survey é um projeto ainda em andamento. Até momento, foram identificadas 284 possíveis binárias dentro dos 448 espectros ajustados. Os dados apresentados aqui contêm estrelas de diversos *Data Release* do SDSS, incluindo o DR14, liberado em Julho de 2017.

Há um pico em torno de 14000 K para a temperatura efetiva e em torno de 7,75 para o logaritmo da gravidade superficial das anãs brancas. Para as estrelas de sequência principal, há um pico em torno de 3300 K para a temperatura efetiva e em torno de 5,0 para a gravidade superficial.

Na amostra, existem 22 anãs brancas com $\log(g) \leq 6,5$. Esse valor indica que tais estrelas possuem massa abaixo de 0,3 massas solares, que é o limite inferior para evolução de estrelas simples, já que o tempo de vida na sequência principal de estrelas simples que formariam anãs brancas com essa massa é maior que a idade do Universo.

Um próximo passo seria analisar as variações da velocidade radial desses objetos para medir sua separação e período orbital, e assim obter melhores estimativas das massas de suas componentes. Com esses dados, será possível explorar melhor os caminhos evolutivos desses objetos.