

- Título do trabalho:

"Estrelas Simbióticas Amarelas Tipo S: Abundâncias, procura de candidatas e estudo comparativo com objetos do Halo Galáctico"

- Resumo em português:

Entre as 180 estrelas simbióticas conhecidas existe um grupo especial classificado como simbióticas amarelas Tipo-S (SATS). Esses objetos apresentam uma alta velocidade radial e baixa metalicidade que correspondem a objetos do halo galáctico.

A quantidade total de simbióticas observadas é muito menor que as previstas pelos modelos de formação estelar. Dentro desse grupo de simbióticas observadas, a quantidade conhecida de SATS é ainda menor (menos de 20 objetos). Isto levanta uma questão: onde estão outras SATS? são as SATS um grupo homogêneo de objetos? Sabemos por exemplo, que a maioria de SATS está formada por gigantes de tipo espectral K, porém existe uma SATS (StHa 32) que está formada por uma gigante carbonada. Para tentar resolver as questões anteriores é necessário aumentar a atual amostra conhecida de SATS na literatura.

No presente trabalho iniciamos uma busca de SATS usando como ponto de partida um grupo inicial de 4 SATS. Os parâmetros astrofísicos e abundâncias químicas desses 4 objetos são determinados para completar uma amostra final de 11 SATS.

Usamos os espectros de MWC 960, EM\* AS 255, StHa32 e SS73 129 obtidos com o espectrógrafo de alta resolução FEROS no telescópio de 2,2m ESO (La Silla, Chile) e o programa MOOG (Snedden 1973) para obter os correspondentes parâmetros astrofísicos e abundâncias químicas fotosféricas de cada objeto.

Encontramos que eles apresentam baixa metalicidade (em torno de  $[Fe/H]=-1,0$ ), alta velocidade radial, enriquecimento em elementos do processo-s e um padrão de abundâncias de elementos e do grupo do Fe semelhantes aos objetos do Halo. Esses resultados são semelhantes a trabalhos prévios na literatura correspondentes a esse tipo de simbióticas. Assim, verificamos que as SATS são um grupo de objetos que pertencem ao halo galáctico.

O estudo da posição de nossas 11 SATS no diagrama cor-cor (J-H) vs (H-Ks) do 2MASS (DCC-2MASS) mostrou que estão localizadas em uma região particular desse diagrama. Essa região é a correspondente a estrelas gigantes de tipo espectral K. Porém, algumas SATS apresentam posições especiais. A posição especial de nossa amostra de SATS no DCC-2MASS e propriedades particulares desse tipo de objetos (por exemplo, a linha de emissão H-alfa) foram o ponto de partida e referência para iniciar uma busca de candidatas a SATS em 10 catálogos da literatura.

Para isso, foram utilizados 7 catálogos com objetos que apresentam a linha de emissão H-alfa, o catálogo de estrelas simbióticas (Belczynski et al. 2000), o catálogo de nebulosas planetárias (Miszalski et al. 2009) e o catálogo de gigantes com velocidades de rotação  $V_{sin(i)}$  (Carlberg et al. 2011).

Os objetos selecionados de cada catálogo foram submetidos a um critério de seleção. O critério de seleção foi aplicado nos dados que apresentam cada objeto no catálogo 2MASS. Por exemplo, um critério importante foi a distancia entre o objeto no céu e sua correspondente fonte no infravermelho. Em nosso trabalho apenas usamos objetos com distância menor a 3 arco segundos. Outro critério importante foi a qualidade da fotometria dos filtros J,H e Ks do 2MASS. Usamos apenas objetos que apresentaram uma razão sinal ruído maior que 5.

Os objetos foram colocados no DCC-2MASS e levando em consideração o deslocamento por avermelhamento foram selecionadas candidatas a SATS dentro de cada catálogo. O número total de objetos colocados em nossos diagramas após filtro de seleção foi de 1425 objetos. O resultado final foi a obtenção de 19 candidatas a SATS e

a descoberta de uma simbiótica: EM\* RjHa 101.

Em nosso trabalho também verificamos que o objeto HD 149427 (PC-11) está situado em uma posição intermediária entre as estrelas simbióticas e as nebulosas planetárias no DCC-2MASS. Comprovamos que é o mesmo comportamento que apresenta ele no diagrama de diagnóstico 5007/H-beta vs 4363/H-gamma. Essa propriedade especial de HD 149427 originou um trabalho para encontrar as características astrofísicas desse objeto. Encontramos que ele é um sistema binário formado por uma anã branca e uma estrela de tipo espectral A4 II com  $\text{Log}(g)=2,3\pm 0,4$  e  $T_{\text{ef}}=8700\pm 150$  e apresenta um envoltório nebuloso com densidade eletrônica ( $10^6 \text{ cm}^{-3}$ ) intermediária entre uma estrela simbiótica e uma nebulosa planetária.

Outra contribuição de nosso trabalho foi mostrar que o DCC-2MASS consegue separar as SATS das estrelas de Bário de baixa metalicidade. Esses dois grupos estão situados em duas regiões diferentes no DCC-2MASS. Essa posição relativa sugere uma possível conexão evolutiva entre elas. Assim, tentamos construir um possível caminho evolutivo desde uma estrela de Bário de baixa metalicidade até uma SATS. Para isso procuramos na literatura resultados observacionais que poderiam confirmar esse possível caminho evolutivo.

Encontramos, por exemplo, que a maioria de simbióticas Tipo-S apresentam o fenômeno da sincronização que é o estado de mínima energia para um sistema binário no qual o período orbital e o período de rotação de uma componente são iguais. Isto demonstraria junto com a evidência de que as estrelas de Bário de baixa metalicidade apresentam um maior período orbital que possivelmente essas estrelas de Bário sejam uma fase anterior ao estágio das SATS. Assim, as estrelas de Bário de baixa metalicidade não apresentam atividade simbiótica porque estão em uma fase anterior desse caminho evolutivo onde elas ainda não são suficientemente luminosas para ativar o fenômeno simbiótico. Uma prova de que pertencem a dois estágios evolutivos diferentes é a diferente posição que elas ocupam no DCC-2MASS. Nesse sentido os dados fornecidos pelo catálogo 2MASS demonstraram ser uma ferramenta muito útil para separar estes dois tipos de objetos e também para a obtenção da lista final de 19 candidatas a SATS que apresentamos como um dos principais objetivos de nosso trabalho.

- Lista de palavras chave:

estrelas simbióticas, simbióticas amarelas, estrelas de Bário de baixa metalicidade, estrelas CEMP-s, estrelas CH, EM\* RjHa 101, HD 149427

- Data da defesa:

30 de março de 2012

- Nome completo dos membros da banca examinadora:

Dr. Germán Ariel Racca  
Dr. Jorge Ramiro de La Reza  
Dr. Roberto Dell'Aglio Dias da Costa  
Dr. Verne V. Smith