

Determinação de Abundâncias Químicas em Simbióticas Amarelas Austrais

Sílvia Ribeiro Calbo

Dissertação de Mestrado

Orientador: Roberto Dell'Aglio Dias da Costa

Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico, Geofísico e de Ciências
Atmosféricas

Departamento de Astronomia

Maio de 2004

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer muitíssimo aos meus pais por sempre terem, em todas etapas, confiado e apoiado minha decisão de trabalhar com Astronomia. Desde a compra da minha primeira revista *Astronomy*, livros, a primeira luneta, o MEADE, ao me acompanharem nas palestras no Observatório de São Carlos, ao financiarem minha estadia e subsistência para concluir o curso de bacharelado em Física no IFSC e este mestrado no IAG em São Paulo.

Aos meus colegas do Centro de Divulgação da Astronomia que sempre compartilharam comigo o sonho de ser astrônomo amador. Com os quais passei longas noites orientando classes, atendendo o público curioso e observando nebulosas, galáxias, estrelas, planetas, cometas e tomando choconhaque. Em especial a Ednilson Oliveira por quem tenho grande admiração por demonstrar tanta paixão e dedicação a astronomia brasileira e ter me acolhido neste meio.

Também não posso deixar de agradecer aos meus colegas do Clube de Astronomia de Brasília em especial ao Sr Rank e a Antônio Carlos Coêlho por sempre terem me incentivado a seguir a carreira de astronomia profissional.

Ao meu orientador Roberto Costa, aos meus colegas de trabalho Juan Luna e André Escudero que sempre estavam dispostos a responderem minhas dúvidas e me ajudarem no que fosse preciso.

Agradeço também ao CNPq pela bolsa de mestrado oferecida.

Aos meus amigos da USP, em especial a Celina Takemura, por sua amizade e companheirismo.

Ao meu amor, Rafael Aroca, que me ajudou em todas as etapas do mestrado e iniciação científica. Me ensinando pacientemente Unix e mostrando como ele é indispensável no meio científico. E por sua compreensão e carinho nos momentos mais difíceis.

A todos acima, e aos muitos outros que não pude agradecer, só preciso dizer que realizei um sonho de infância ao concluir meu mestrado na área da astronomia. Dedico este trabalho ao Centro de Divulgação da Astronomia.

Resumo

Com o presente trabalho contribuiu-se para o estudo das composições químicas das estrelas simbióticas do hemisfério sul, muito pouco exploradas na literatura. Apresenta-se um conjunto completo de simbióticas amarelas austrais extraído do catálogo de Belczynski [5]. Alguns dos objetos analisados não possuem nem sequer dados espectroscópicos na literatura. Obtém-se os dados deste trabalho com o telescópio de 1.6 m do LNA e da base de dados do satélite I.U.E. Calcula-se o avermelhamento a partir das linhas de recombinação do H, aplicando os valores de extinção interestelar obtidos dos espectros no visível aos do U.V. A partir das razões entre as linhas do [OIII] e [NII] e supondo uma temperatura eletrônica de 12 000 K (Nussbaumer [42]) encontra-se as densidades eletrônicas presentes nas nebulosas dos sistemas simbióticos. Com estes dados, mais os os fluxos das linhas derivam-se as abundâncias químicas das nebulosas dos sistemas simbióticos; C, N, O no U.V. e He, Ar, S, O e N no visível.

Comparam-se as abundâncias no visível com as das simbióticas na direção do bojo (Luna [34]) e com nebulosas planetárias (Escudero [16]). Nota-se que em geral as simbióticas são mais enriquecidas em N e He do que as planetárias isto ocorre provavelmente porque as progenitoras das estrelas simbióticas são mais massivas do que as planetárias. No entanto, para elementos como O, Ar e S encontram-se abundâncias muito próximas entre simbióticas e planetárias.

Comparam-se também, as abundâncias das simbióticas amarelas desta amostra com a de planetárias do disco extraídas do trabalho de Pottasch [48], cefeidas de Luck e Lambert [33], abundâncias das gigantes G,K e M obtidas a partir de Lambert e Ries[30], as anãs G e K de Reddy et al [49], as gigantes M de Smith e Lambert[53], abundâncias das estrelas Ba extraídas de Smith [52], as estrelas *mild* Ba dos tipos espectrais G8 a K3 de Berdyugina [6], as *early* R de Dominy [13], estrelas C de Lambert et al [29] e por fim as estrelas M e S (MS) de Smith & Lambert [53].

Pode-se distinguir dois grupos de simbióticas amarelas a partir dos diagramas C/N-O/N. Um grupo apresenta produtos do ciclo CN e situa-se próximo à curva de baixa metalicidade e metalicidade solar. O outro grupo, encontra-se próximo da curva C/O=1, que consiste de objetos enriquecidos em carbono (Schmid & Nussbaumer[51]). As estrelas simbióticas amarelas enriquecidas em C não estão univocamente associadas as estrelas Ba ou *early* R. Estes dois grupos representam as simbióticas amarelas tipo s e d' respectivamente. Por fim, conclui-se que os sistemas simbióticos amarelos analisados neste trabalho confirmam o modelo de que seriam estrelas AGBs iluminadas por alguma fonte quente de radiação.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Características Gerais de Estrelas Simbióticas Amarelas	1
1.2	Distribuição Espacial das Estrelas Simbióticas	2
1.3	Evolução de Estrelas de Massas Intermediárias	5
1.3.1	Isoladas	5
1.3.2	Sistemas Duplos	11
1.4	Sistema de Classificação	12
1.5	Seleção da Amostra	16
1.6	Objetivos do Trabalho	17
2	Observação e Redução dos Dados	18
2.1	Instrumentos	18
2.2	Redução dos Dados	19
2.2.1	Cálculo da Extinção Interestelar	21
2.3	Objetos Observados	26
2.4	Fluxos das Linhas	28
2.4.1	Ultravioleta	28
2.4.2	Visível	30
2.5	Análise dos Erros	36
2.5.1	Erros Estatísticos e Aleatórios	36
2.5.2	Cálculo dos Erros nas Medidas	37
3	Métodos de Determinação de Parâmetros Físicos e Abundâncias	40
3.1	Linhas de Recombinação	41
3.2	Linhas de Excitação Colisional	42
3.3	Densidades e Temperaturas Eletrônicas	43
3.4	Abundâncias Nebulares	47
3.4.1	Abundâncias Iônicas no Ultravioleta	47
3.4.2	Abundâncias Elementais no Ultravioleta	49
3.4.3	Abundâncias Iônicas do He no Visível	50
3.4.4	Abundâncias Iônicas dos Demais Elementos no Visível	53

3.4.5	Abundâncias Elementais no Visível	55
4	Resultados	58
4.1	Determinação de Abundâncias Químicas	58
4.1.1	Abundâncias Iônicas Ultravioleta	58
4.1.2	Abundâncias Elementais Ultravioleta	59
4.1.3	Abundâncias Iônicas no Visível	71
4.1.4	Abundâncias Elementais no Visível	73
4.2	Determinação das Metalicidades e Massas	81
5	Conclusões	85
6	Bibliografia	86
A	Apêndice - Espectros das Estrelas Simbióticas Amarelas Austrais	90

Lista de Figuras

1	Distribuição espacial das simbióticas	3
2	Latitude galáctica e distância ao centro galáctico	4
3	Diagrama H-R mostrando a trajetória evolutiva do Sol	9
4	Diagrama H-R	13
5	Histograma do tipo espectral para tipo s	14
6	Histograma do tipo espectral para tipo d	15
7	Gráfico de cor e magnitude absoluta para as estrelas simbióticas amarelas desta amostra.	16
8	Esquema do espectrógrafo B&C Cassegrain	18
9	Razões de linhas $H\alpha/H\beta$ versus $H\beta/H\gamma$ construídos de acordo com o modelo de auto-absorção de Netzer [41] e parametrizados em $\tau(H\alpha)$, figura retirada de Costa [12].	23
10	Erros nas medidas dos fluxos no visível	38
11	Diagrama de níveis do [OIII] e [NII]	44
12	Densidade e temperatura eletrônica do [NII] para WRAY 15-157	46
13	Densidade e temperatura eletrônica do [OIII] para WRAY 15-157	47
14	Dependência da emissividade com a densidade eletrônica para $T_e = 12000K$.	48
15	Diagrama dos níveis do He I singleto	52
16	Diagrama dos níveis do He I tripleto	53
17	Abundâncias relativas C/N e O/N para simbióticas amarelas, nebulosas planetárias e cefeidas.	61
18	Abundâncias relativas C/N e O/N para simbióticas amarelas, gigantes G,K , M e anãs G e K.	63
19	Razões de abundâncias C/O e N/O para simbióticas amarelas, gigantes G,K , M e anãs G e K.	65
20	Abundâncias relativas C/N e O/N para simbióticas amarelas, estrelas Ba e gigantes <i>early</i> R.	66
21	Razões de abundâncias C/O e N/O para simbióticas amarelas, estrelas Ba e gigantes <i>early</i> R.	68
22	Abundâncias relativas C/N e O/N para simbióticas amarelas, gigantes M, gigantes MS com Tc e estrelas frias de carbono tipo N.	69

23	Razões de abundâncias C/O e N/O para simbióticas amarelas, gigantes M, gigantes MS com Tc e estrelas frias de carbono tipo N.	71
24	He/H versus log (N/O) para nebulosas planetárias, simbióticas amarelas e do bojo.	75
25	Razões de abundâncias S/H e O/H para nebulosas planetárias, simbióticas amarelas e de bojo.	78
26	Razão de abundâncias Ar/H e O/H para nebulosas planetárias, simbióticas amarelas e do bojo.	80
27	Cor versus magnitude absoluta com o traçado de curvas que indica os limites de massa das simbióticas amarelas com metalicidade solar.	82
28	Cor versus temperatura para simbióticas amarelas com metalicidade 5 vezes a solar.	83
29	Histograma do número de estrelas por intervalo de massa para a metalicidade solar.	84
30	Espectro de BD-21 3873	91
31	Espectro de AS 201	91
32	Espectro de AS 255	92
33	Espectro de AS 269	92
34	Espectro de CD-43 14304	93
35	Espectro de HD 330036	93
36	Espectro de Hen 3-1591	94
37	Espectro de Hen 3-863	94
38	Espectro de LT Del	95
39	Espectro de MWC 960	95
40	Espectro de SS 73 29	96
41	Espectro de StH α 190	96
42	Espectro de V417 Cen	97
43	Espectro de V840 Cen	97
44	Espectro de WRAY 15-157	98
45	Espectro de WRAY 16-377	98
46	Espectro de AS 210	99
47	Espectro de SMC N73	99

48	Espectro de SMC 2	100
49	Espectro de LIN 358	100

Lista de Tabelas

1	Características dos tipos s e d	12
2	Instrumentos utilizados nas observações.	19
3	Valores de E(B-V) para as simbióticas amarelas deste trabalho (os asteriscos estão comentados ao longo do texto).	24
4	Número de medidas para cada objeto observado no LNA, ESO e IUE e as datas de observação no visível	26
5	Coordenadas dos objetos observados no LNA, IUE e ESO e suas datas de observação no U.V.	27
6	Medidas dos fluxos U.V. em relação $H\beta=100$	29
7	Medidas dos fluxos U.V. em relação $H\beta = 100$ (continuação)	29
9	Fluxos no visível em relação $H\beta = 100$	30
10	Fluxos no visível em relação a $H\beta = 100$ (continuação)	31
11	Fluxos no visível em relação a $H\beta = 100$ (continuação)	32
12	Fluxos no visível $H\beta=100$ (continuação)	33
13	Fluxos no visível em relação a $H\beta = 100$ (continuação)	34
14	Fluxos no visível com $H\beta=100$ (continuação)	35
15	Erros nas abundâncias iônicas no visível	39
16	Erros nas abundâncias iônicas no visível (continuação)	39
17	Abundâncias Iônicas Ultravioleta	58
18	Abundâncias iônicas Ultravioleta (continuação)	59
19	Razões de Abundâncias elementais U.V.	60
20	Densidade e Temperatura Eletrônica do [OIII] e [NII]	72
21	Abundâncias Iônicas no Visível	73
22	Abundâncias Iônicas no Visível (continuação)	73
23	Razões de Abundâncias Elementais no Visível	74
24	Valores de abundâncias médias de N/O e He/H, desvio padrão do He/H, número total de objetos para as simbióticas (s,d e s ou d) amarelas, do bojo e nebulosas planetárias referentes à figura 24.	76
25	Valores de abundâncias médias e desvios padrões de O/H e S/H, número total de objetos para simbióticas (s,d e s ou d) amarelas, do bojo e nebulosas planetárias referentes à figura 25.	77

26	Valores de abundâncias médias e seus respectivos desvios padrões de O/H e Ar/H, número total de objetos para as simbióticas (s,d e s ou d) amarelas, do bojo e nebulosas planetárias, referentes à figura 26.	80
----	---	----

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

