

Estrelas de Carbono

Seleção das estrelas de carbono observáveis da latitude $21,5^\circ$ S. até a 8^a magnitude

Resumo introdutório às estrelas de carbono

Alexandre Milito

Faço observações astronômicas há pelo menos dois anos e nesse tempo constatei que, para meu gosto, um dos maiores prazeres dessa atividade é a localização dos astros. Comecei a perceber isso quando comecei a dar preferência por aglomeradas globulares de pequeno tamanho aparente e de baixo brilho.

Algum tempo depois fiquei sabendo da existência das estrelas vermelhas quando num fórum de astronomia da Internet alguém perguntou sobre uma estrela vermelha muito próxima a beta Crucis. Fui observá-la e fiquei fascinado pelo matiz de seu vermelho e passei a desejar saber mais a respeito dessas estrelas.

Descobri que a maioria delas eram estrelas de carbono já no final e sua vida e comecei a querer observar mais delas. Assim parti para a pesquisa e encontrei o CGCS (Catálogo Geral de Estrelas de Carbono Galácticas) e para minha fortuna esse mesmo catálogo está disponível para o software “Cartes du Ciel”.

No transcorrer das pesquisas consegui ainda encontrar o CGCS em versão eletrônica on-line com diversos recursos para restringir pesquisas e a partir desse catálogo fiz uma lista das estrelas de carbono até magnitude 8 (na lista há algumas menos brilhantes) e que são possíveis de ser observadas a partir da minha latitude (21,5° S).

No CGCS estão indicadas as classes espectrais de cada estrela com base na observação de determinados astrônomos e reparei que as letras “R”, “N” e “S”, quase sempre seguidas de um outro número, eram uma constante e resolvi saber um pouco mais a respeito, e o fruto dessas pesquisas apresento nesse resumo que acredito será de utilidade para aqueles que tenham a “caça” a objetos celestes como uma atividade prazerosa.

Antes de apresentar a lista das estrelas de carbono, deixo um breve resumo das pesquisas que fiz a respeito dessas estrelas como um complemento para a sua observação.

Estrelas de Carbono

Pretendo com esse resumo apenas reunir informações a respeito dos tipos de estrelas de carbono, como uma forma de iniciação no assunto. Assim esse é um ponto de partida e o registro dos conhecimentos até agora adquiridos e que pretendo com o tempo ampliar.

As estrelas apresentam colorações diferentes por que têm temperaturas diferentes. Avaliamos a temperatura das estrelas observando sua coloração, pois é a cor das estrelas que indica a sua temperatura. A faixa de cores, do azul brilhante ao vermelho indica uma variação da mais quente para a mais fria.

Parto do princípio de que aquele que fizer a leitura desse trabalho esteja ao menos ciente da existência da classificação das estrelas por seus espectros, sendo que as mais comuns são a da conhecida seqüência (O; B; A; F; G; K; M), da mais quente e azul para a mais fria e vermelha.

A coloração avermelhada das estrelas de carbono indica que elas devem ser muito frias e ser muito fria normalmente significa que a estrela é muito velha ou muito grande, sendo que em alguns casos significa ambas as coisas.

Assim as classes estelares R, N e S foram introduzidas por Morgan e Keenan, para a classificação das estrelas de carbono. Sua definição nunca foi muito clara e seu uso não se difundiu entre os profissionais. Posteriormente, as classes R e N foram reagrupadas na classe C.

A maioria das estrelas de carbono são estrelas variáveis e o brilho de algumas delas varia bastante em apenas poucos dias, mas o período de variação de brilho da maioria chega a meses ou mesmo anos. Algumas estrelas de carbono são tão vermelhas que chega a ser difícil observá-las. Elas emitem a maior parte de sua energia na faixa do infravermelho.

São duas as razões para as estrelas de carbono serem tão vermelhas.

Primeiro é que elas são muito frias se comparadas com outras estrelas. A maioria das estrelas de carbono tem temperaturas inferiores a 3.500°C . À primeira vista essa temperatura é muito alta, mas o Sol, que não é considerado como uma das estrelas mais quentes, é uma estrela do tipo G com uma temperatura de 6.000°C e as estrelas mais quentes apresentam temperaturas superiores a 30.000°C . Segundo é que as suas atmosferas são repletas de poeira de carbono. Na verdade grande parte dessa "poeira" é formada por Monóxido de Carbono e Carboneto de Silício sendo essas as razões delas serem conhecidas como "Estrelas de Carbono".

As estrelas de carbono são muito velhas. São estrelas que já consumiram o seu combustível de hidrogênio que foi convertido em hélio. Uma vez que uma estrela converte a maior parte de seu combustível em Hélio ela começa a entrar em colapso sob a força de sua gravidade. O núcleo dessas estrelas começa a aquecer ainda mais devido à pressão da gravidade. Como o Hélio do núcleo da estrela se aquece, ele começa a "queimar" ou sofrer fusão, da mesma forma que a fusão do Hidrogênio produziu o Hélio. E a fusão do Hélio produz o Carbono.

As correntes nas estruturas estelares empurram parte desse carbono para as camadas externas, produzindo a "poeira" na atmosfera da estrela. Assim como em nossa atmosfera a poeira faz com que vejamos o pôr-do-sol avermelhado já que ela absorve os comprimentos de onda mais curtos (azul, verde e amarelo) permitindo a passagem dos comprimentos de onda mais longos relativos ao vermelho. Isso ocorre da mesma maneira nas camadas superiores das estrelas de carbono. Os comprimentos de onda mais curtos emitidos pela estrela, principalmente o azul, são dispersos e refletidos de volta e os comprimentos de onda mais longos - vermelhos - conseguem passar pela "poeira". Assim as estrelas de carbono parecem ser mais vermelhas.

Elas não são vermelhas apenas por serem mais frias que outras estrelas, mas por causa da "poeira" de carbono em sua atmosfera a luz azul é dispersa, tornando a sua aparência sempre avermelhada.

Uma estrela de carbono é um tipo de estrela gigante em fase final de evolução, similar a uma gigante vermelha (ou ocasionalmente a uma anã vermelha) cuja atmosfera contém mais carbono que oxigênio; os dois elementos se combinam nas camadas superiores da estrela formando monóxido de carbono, que consome todo o oxigênio da atmosfera, deixando os átomos de carbono livres para formar outros compostos de carbono, o que dá à estrela uma atmosfera "empoeirada" e de uma impressionante aparência vermelha.

Nas estrelas "comuns" (como o Sol), a atmosfera é mais rica em oxigênio que carbono. As estrelas comuns que não apresentam as características das estrelas de carbono são, por esse motivo, conhecidas como estrelas de oxigênio.

Estrelas de carbono têm características espectrais bastante distintas e foram reconhecidas pela primeira vez por seus espectros por Angelo Secchi nos anos 1860.

Por definição estrelas de carbono têm bandas espectrais de Swan dominantes das moléculas de C_2 . Muitos outros compostos de carbono podem estar presentes em níveis elevados, como CH , CN , C_3 e SiC_2 . O carbono é formado no núcleo da estrela e circula pelas camadas mais externas, alterando dramaticamente a composição dessas camadas. Outros elementos formados a partir da fusão do Hélio são também puxados para cima, inclusive o lítio e o bário.

Os astrônomos tiveram muitas dificuldades ao desenvolver a classificação espectral das estrelas de carbono quando tentaram relacionar os espectros às temperaturas efetivas das estrelas. O problema se devia ao fato de que todo o carbono existente nas atmosferas dessas estrelas absorvia as linhas normalmente usadas como indicadores de temperatura.

Após a sua descoberta Angelo Secchi atribuiu a "classe Secchi IV" para as estrelas de carbono que, no final da década de 1890 foram reclassificadas como estrelas de classe N.

Usando essa nova classificação de Harvard, a classe N foi, mais tarde, reforçada por mais uma classe - a classe R - para as estrelas de cor vermelha menos profunda compartilhando as bandas de carbono características do espectro. Mais adiante, correlacionando-se esse esquema RN com o espectro convencional, foi mostrado que a seqüência R-N era praticamente equivalente à faixa de G7 a M10, no que diz respeito à temperatura das estrelas.

Tipo M-K	R0	R3	R5	R8	Na	Nb
Gigante eq.	G7-G8	K1-K2	~K2-K3	K5-M0	~M2-M3	M3-M4
T. efetiva	4300	3900	~3700	3450	-	-

A classe anterior N não tinha muita correspondência quando contraposta à classe M, porque a classificação de Harvard era baseada parcialmente na temperatura, e baseada também na abundância de carbono; e logo ficou claro que essa classificação para estrelas de carbono era incompleta. No lugar dela uma nova classe C (com dois números) foi criada como uma forma de contemplar a temperatura e a abundância de carbono. Assim foi decidido que o espectro calculado para a estrela "*Y Canum Venaticorum*" corresponderia à classe C54, em que o 5 se refere a fatores dependentes da temperatura e o 4 à força das bandas Swan C2 do espectro (a notação C5,4 também é usada). Esse sistema de classificação (Sistema Morgan-Keenan) substituiu a antiga classificação R-N de 1960 a 1993.

Tipo M-K	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Gigante eq.	G4-G6	G7-G8	G9-K0	K1-K2	K3-K4	K5-M0	M1-M2	M3-M4
T. efetiva	4500	4300	4100	3900	3650	3450	-	-

A classificação Morgan-Keenan (classificação C) de duas dimensões não conseguiu cumprir as expectativas dos seus criadores:

- por não ter correlação com medições de temperatura com base no infravermelho.
- por ser originalmente bidimensional logo teve que ser reforçada pelos sufixos, CH, CN, J e outras características, o que a torna impraticável para as análises en-masse das populações de estrelas de carbono extragalácticas.
- e gradualmente percebeu-se que os tipos de estrelas antigos (R e N) eram realmente dois tipos distintos de estrelas de carbono, tendo significado astrofísicos reais.

Uma nova e revisada classificação Morgan-Keenan foi publicada em 1993 por Philip Keenan, definindo as classes: C-N, C-R e C-H. Mais tarde as classes C-J e C-Hd foram adicionadas e esse é o sistema de classificação usado atualmente.

classe	espectro	população	Mag V.	Faixa temp.	exemplos
ESTRELAS DE CARBONO CLÁSSICAS					
CR	A classe R de Harvard é restaurada. São ainda visíveis na extremidade azul do espectro	Disco Médio: população I	0	5100- 2800	<i>S Cam</i>
CN	A classe N de Harvard é restaurada. Forte absorção no azul difuso algumas vezes invisível no azul.	Disco Fino: população I	-2,2	3100-2600	R Lep
ESTRELAS DE CARBONO NÃO CLÁSSICAS					
CJ	Bandas isotópicas de C2 e CN muito fortes.	Desc.	Desc.	3600-2800	Y CVn
CH	Absorção de CH muito forte.	Halo: população II	-1,8	5000-4100	V Ari; TT CVn
C Hd	Linhas de hidrogênio e CH muito fracas ou ausentes.	Disco Fino: população I	-3,5	-	<i>HD 137613</i>

Em anexo está a lista das estrelas de carbono que selecionei do CGCS (Catálogo Geral de Estrelas de Carbono Galácticas). As classificações espectrais usadas são as apresentadas acima, dependendo da época em que as observações foram feitas e as abreviações referem-se a seus autores, abaixo relacionados:

Bidun: Bidelman, unpublished.

De: Dean (1976AJ.....81..364D).

HD, HDE: Henry Draper Catalogue and the extensions (Cat. III/135).

The second extension,

Her52: Herbig (1952, Trans. I.A.U., Vol. 8, 807).

K-M: Keenan & Morgan (1941ApJ....94..501K)

Lund21: Lundmark (1921PASP...33..314).

San41: Sanford (1941PASP...53..291S). San Sanford (1944ApJ....99..145S).

Sh: Shane (1928, Bull. Lick Obs., 13, 123).

War: Warner (1963MNRAS.126...61W). WPB Bidelman (1954ApJS....1..175B).

Yam: Yamashita (1972AnTok..13..169Y, 1975AnTok..15...47Y).

Referências:

<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-3?-to=2&-meta=1u&-source=III%2F227%2Fcatalog>

http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_star#cite_note-8

<http://www.eaglecreekobservatory.org/eco/carbon.html>

ESTRELAS DE CARBONO - OBSERVAÇÃO A 21° LATITUDE SUL

CGCS	CONST.	R.A.	DEC	MAG.	CLASSE	H.D.	H.R.	Hip.	S.A.O.	NOME
198	Psc	01 16 05.0	+25 46 10	6,7	N0(Sh);C7,3(K-M)		7561	5914	74593	Z Psc
361	For	02 29 15.3	-26 05 56	7,5	Ne(San)				11582	R For
471	Hor	03 12 33.1	-57 19 18	5,2	N(San);C7,2(War)	20234	977	14930		TW Hor
788	Cae	04 47 18.9	-36 12 34	7,5	N(San);C6,4(War)	30593			195295	T Cae
833	Lep	04 59 36.3	-14 48 23	5,9	N6(Sh)		1607		150058	R Lep
853	Ori	05 05 23.7	+01 10 40	7	N5(Sh);C5,4(Yam)	42472			78066	W Ori
1004	Lep	05 35 47.7	-25 43 19	7,9	N(San);C7,3(War)	37212			170582	SZ Lep
1052	Pic	05 43 13.8	-46 27 14	7	N(Pick11)				217489	
1042	Tau	05 45 39.4	+20 41 42	6,9	N2(Sh)		1977			Y Tau
1179	Gem	06 10 53.0	+26 00 53	7,4	N3(Sh);C6,4(Yam)	42272			78066	TU Gem
1264	Ori	06 25 28.2	+14 43 19	6,5	N0(Sh);C6,3(Yam)	44984	2308		95659	BL Ori
1316	Aur	06 36 32.8	+38 26 44	6,2	N3(Sh);C5,3(K-M)	46687	2405			UU Aur
1478	Pup	06 54 26.7	-42 21 56	6	N(San);C7,2(War)	51208	2591			NP Pup
1489	Mon	06 58 21.5	+06 10 02	7,3	N(San);C4,4(Yam)	51620		33550	114704	RV Mon
1507	Mon	07 01 02.0	-03 15 09	7,3	R6(San)	52432		33794	134049	V614 Mon
1549	Mon	07 06 56.5	-07 33 27	7,7	N(San);C5,5(Yam)					Ry Mon
1561	Cmi	07 08 42.6	+10 01 26	7,4	SC5/10e(KB)	54300			96548	R Cmi
1695	CMa	07 23 38.6	-22 58 11	7	N(San)	58195		35865		BE CMa
1737	Gem	07 31 54.5	+24 30 13	7,4	R9(Sh);C6,2(Yam)	59643		36623	79474	NQ Gem
1968	Pup	07 56 20.8	-49 58 55	7,6	Nb(HD)	65424		38787	219177	V406 Pup
2051	Pup	08 05 20.0	-38 46 36	7	R(Sndlk); N(San)	67190		39583	198783	RT Pup
2331	Pyx	08 46 36.3	-29 43 41	7,6	R7(Sh)	75021		43093	176458	UZ Pyx
2378	Cnc	08 55 22.9	+17 13 53	6,1	N3(Sh)	76221	3541			X Cnc
2384	Cnc	08 56 40.1	+19 50 57	7,6	N(Ste);C5,5(Yam)			43905	80524	T Cnc
2641	Hya	09 51 03.7	-23 01 02	6,5	N3(Sh)	85405			178088	Y Hya
2661	Vel	09 55 26.1	-41 35 13	6,5	N(San)	86111			221606	X Vel

CGCS	CONST.	R.A.	DEC	MAG.	CLASSE	H.D.	H.R.	Hip.	S.A.O.	NOME
2685	Car	09 59 51.6	-60 13 05	7,5	N3(CannMay49)	86936				SZ Car
2713	Ant	10 11 53.8	-35 19 29	6,8	N(San)	88539			201156	AB Ant
2793	Ant	10 35 12.9	-39 33 45	6	N(San);C5,3(Yam)	91793	4153			U Ant
2803	Hya	10 37 33.3	-13 23 04	4,5	N2(Sh)	92055	4163	52009		U Hya
2829	Vel	10 40 52.2	-48 01 20	7,2	Rp(Bidun)					
3227	Cen	12 24 33.9	-49 26 25	7	C4,5(War)	107957		60534	223414	S Cen
3236	Vir	12 25 14.4	+00 46 12	6	Ne(San)	108105				SS Vir
3283	CVn	12 45 07.8	+45 26 25	4,8	N3(Sh)	110914	4846	62223		Y CVn
3283	Cvn	12 45 08	45 26 25	5,27	N3(Sh)					gama Cvn
3284	Cru	12 47 25	-59 41 32	8,83	N					DY crucis
3368	Mus	13 21 13.8	-74 26 31	7	Np(HD)	115673		65166		T Mus
3374	Cen	13 22 09.9	-64 13 08	7,5	Nb(HD)			65242		UX Cen
6548	Vir	13 55 44.2	-18 14 40	7,8	C2,1(Yam)	121447			158240	Ros51
3412	Cen	13 58 16.9	-56 21 09	7	Nb(HD)	118322		66466		RV Cen
3456	Cen	13 58 16.9	-56 21 09	7,8	Na(HD)	121658			241334	
3481	Cen	14 14 07.4	-53 55 55	7,4	Nb(HD)	124268		69539	241556	V996 Cen
3510	Lup	14 35 51.7	-43 22 03	7,5	N(San);C4,3(Yam)	128033		71386		Z Lup
3569	Tra	15 14 19.2	-70 04 46	6	N(San);C5,5(War)	134453	5644			X Tra
3606	Lib	15 27 48.3	-25 10 10	7,4	R3(Sh)	137613		75694	183485	HM Lib
3594	Aps	15 28 01.0	-75 55 47	7	Nb(HD)	136543		75707		U Aps
3665	Her	16 04 13.4	+50 29 57	7,8	Nep(San)	144578			29781	RR Her
3677	Nor	16 18 07.1	-43 39 38	7						
3677	Nor	16 18 07.2	-43 39 38	7						
3698	Oph	16 26 43.7	-12 25 36	7,3	Ne(San)				159916	V Oph
3698	Oph	16 26 43.7	-12 25 36	7,3	Ne(San)	148182		80550	159916	V Oph
3707	Tra	16 35 45.8	-67 07 37	8,5	R0(HD)					LV TrA
3718	Sco	16 39 30.7	-43 51 50	10						
3720	Sco	16 40 38.6	-32 22 48	7	N(San)				207911	SU Sco
3720	Sco	16 40 38.6	-32 22 48	7	N(San)				207911	SU Sco
3731	Tra	16 50 06.6	-67 46 58	8	Nb(HD) C5,5(War)					V Tra

CGCS	CONST.	R.A.	DEC	MAG.	CLASSE	H.D.	H.R.	Hip.	S.A.O.	NOME
3775	Sco	17 09 13.7	-33 51 12	8,2	N(Ste)					
3795	Her	17 13 31.2	+42 06 23	7,7	R1(Sh)	156074			46574	
3786	Sco	17 13 41.0	-35 55 20	10,5	N(Ste)					V617 Sco
3793	Sco	17 16 04.6	-34 39 59	10,6	N(Ste)					
3799	Sco	17 18 59.0	-45 57 50	7,6	N3(CannMay49)					
3799	Ara	17 18 59.0	-45 57 50	7,9	N3(CannMay49)	156294				
3820	Oph	17 24 02.3	-29 20 28	8,5	N(San)					V2309 Oph
3827	Sco	17 26 18.9	-40 01 48	8,2	N(San)					V644 Sco
3837	Oph	17 29 43.7	-19 28 23	7	Nb(HD)					TW Oph
3837	Oph	17 29 43.7	-19 28 23	7	Nb(HD)	158377				TW Oph
3837	Oph	17 29 44	-19 28 23	7,99	C	158377				
3854	Sco	17 40 30.2	-41 37 46	8	N3(CannMay49)					TT Sco
3861	Pav	17 43 18.9	-57 43 26	7	Nb(HD)					V Pav
3875	Sgt	17 44 56.5	-18 39 26	8,2	N + A3(Gordon)					SZ Sgt
3878	Sco	17 47 28.2	-35 42 05	7	N3(CannMay49)					SX Sco
4038	Lyr	18 32 20	36 59 56	7,8	R6 (san)					
4089	Lyr	18 42 50	36 57 31	7,9	N4 (Sh)					
4121	Sct	18 50 20	-07 54 27	6,3	N3 (Sh)					S Sct
4164	Aql	19 04 24	-05 41 05	6,48	C			93666		V Aql
4229	Sgr	19 19 10	-15 54 30	7,2	N2(Sh) C6,4(Yam)					V1942 Sgr
4247	Aql	19 23 10.1	-10 42 12	7	R0 (Sh)					
6791	Vul	19 30 19	21 52 08	7,6	CO					
4758	Cyg	20 13 23.7	+38 43 45	6,5	N0p(Sh)					RS Cyg
4817	Cyg	20 19 36.6	+47 53 39	6,7	Np(Sh);C9,2(CH96)			100219		U Cyg
4939	Cyg	20 41 18.3	+48 08 29	6,8	Ne(San)			102082		V Cyg
5228	Ind	21 20 09.5	-45 01 19	6	N(San)	202874	8145	105334		T Ind
5418	Cyg	21 42 01.1	+35 30 37	6,1	N1(Sh);C6,3(Yam)	206570	8297	107129		DS Peg = V460 Cyg
5425	Cyg	21 43 16.3	+38 01 03	7,1	N5(Sh);C6,4(Yam)	206750		107242	71642	RV Cyg
5496	Peg	21 56 22.1	+22 51 46	7,7	N3(Sh)	208526				RX Peg
5570	Peg	22 05 53.0	+33 30 25	7,6	Ne(San); C-S	209890		109089		RZ Peg
5928	Psc	23 46 23.5	+03 29 13	5,3	N0(Sh);C7,2(Yam)	223075	9004	117245		19 Psc, TX Psc