

> Guia para o trabalho de avaliação proposto

Caracterização de sistemas binários de estrelas

Vamos considerar como exemplo a caracterização do sistema binário [epsilon Boo](#). Esta estrela da constelação de Bootes, também designada pelo nome de Izar, é na realidade um sistema binário.

Por exemplo em:

<http://www.eaglecreekobservatory.org/eco/doubles/>

existe um repositório de estrelas duplas agrupadas por constelações. Esta página pode ser tomada como um ponto de partida para encontrar sistemas binários de estrelas.

Selecionando a constelação de Bootes:

<http://www.eaglecreekobservatory.org/eco/doubles/boo.html>

encontramos uma lista com algumas dezenas de estrelas binárias pertencentes a esta constelação.

A estrela que queremos é aqui designada por EPS BOO.

Nesta tabela podemos retirar já alguma informação sobre este sistema:

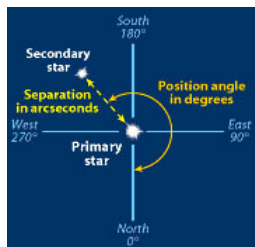
Identificador SAO: 83500

SAO significa Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog.

Separação angular: 2.9 arcsec.

Posição angular: 337°

Na figura seguinte está exemplificado o significado de Separação angular e Posição angular:



<http://www.skyandtelescope.com/observing/objects/doublestars/3304626.html?page=2&c=y>

magnitude aparente da estrela 1: 2.5

magnitude aparente da estrela 2: 5.0

Classe espectral da estrela 1: K0

Classe espectral da estrela 2: A2

RA do sistema: 14h45.0m

Dec. do sistema: +27° 04'

O passo seguinte passa pela confirmação destes valores e obtenção de outros. Assim podemos seguir o link associado ao nome da estrela que nos leva até à base de dados **SIMBAD**. Se tal não acontecer podemos entrar diretamente no SIMBAD [na secção SIMBAD: **Query by identifiers**]:

<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>

e pesquisar pelo nome da estrela utilizando um dos identificadores (nomes) disponíveis.

SIMBAD (Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data) é uma base de dados de objectos não pertencentes ao Sistema Solar. É mantida pelo **Centre de données astronomiques de Strasbourg** (CDS) em França. Conta com dados de mais de 5 milhões de objectos.

É gerada uma página com diversos dados disponíveis em relação ao objecto pretendido ou a uma das suas componentes. No caso apresentado a seguir temos a informação relativa a epsilon - Boo A (a estrela mais brilhante do par).

Basic data :

*** eps Boo A -- Star in double system**

Other object types: *i* () , * (HR, *, BD, CSI, GC, GCRV, HD, JP11, N30, PLX, PPM, SAO, TYC, YPAC) , ** (**, ADS, CCDM, IDS, WDS) , IR (IRAS, IRC, RAFGL)

ICRS coord. (ep=J2000) : 14 44 59.208 +27 04 27.38 (~) [337.68 319.69 89] B [1988A&AS...74..449R](#)

FK5 coord. (ep=J2000 eq=2000) : 14 44 59.208 +27 04 27.38 (~) [337.68 319.69 89] B [1988A&AS...74..449R](#)

FK4 coord. (ep=B1950 eq=1950) : 14 42 48.10 +27 17 03.3 (~) [417.20 393.83 89] B [1988A&AS...74..449R](#)

Gal coord. (ep=J2000) : 039.3848 +64.7842 (~) [337.68 319.69 89] B [1988A&AS...74..449R](#)

Proper motions *mas/yr* [error ellipse]: -44.1 13.0 [4.9 4.6 89] B [1988A&AS...74..449R](#)

Radial velocity / Redshift / cz : V(km/s) -16.6 [0.9] / z(~) -0.000055 [0.000003] / cz -16.60 [0.90] (~) A [1979IAUS...30...57E](#)

Parallax *mas*: 13.00 [7.00] D [1952GCTP..C.....0J](#)

Spectral type: K0II-III D [1995AJ...110.2425L](#)

Fluxes (2) : B 3.61 [0.01] D [2000A&A...355L..27H](#)
 V 2.45 [0.01] D [2000A&A...355L..27H](#)



essential notes: • HIC 72105 includes the components [CCDM J14449+2704AB](#)

É do nosso interesse aqui ver a informação relativa a:

Paralaxe - 13.00 [7.00] D [1952GCTP..C.....0J](#)

aqui o valor é dado em milissegundos de arco (mas) seguido do respectivo erro dentro de []. Assim temos **13.70 mas** com um erro de **7.00 mas**. Não é um valor com grande rigor o que é indicado justamente pela letra D a seguir (a escala de qualidade vai de A (boa) até E (má) com o símbolo ~ a indicar qualidade desconhecida). Para além disso é indicado a seguir a referência ao artigo onde foi publicado este valor. Neste caso vemos que data de 1952.

Tipo espectral: K0II-III D [1995AJ...110.2425L](#)

Classe espectral: K0 e Classe de luminosidade: entre II e III (ref. data de 1995)

Magnitude aparente visível: V 2.45 [0.01] D [2000A&A...355L..27H](#)

Temos, portanto, mv = 2.45 com um erro de 0.01 (publicado em 2000)

Aqui vemos também uma **imagem do sistema** com a estrela eps Boo A no centro. Neste caso não conseguimos identificar na imagem a segunda estrela do par. Podemos utilizar esta imagem ou então procurar outra.

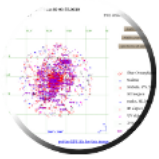
Mais abaixo vemos que esta estrela tem pelo menos 23 identificadores diferentes. Pode ser do nosso interesse ver se tem, por exemplo, um identificador para o catálogo do Hipparcos (HIP **** ou HIC ***) o que neste caso não acontece.

Identifiers (23) :


HR 5506	CCDM J14449+2704A	IRAS 14427+2717	RAFGL 4201
* 36 Boo A	CSI +27 2417 2	IRC +30264	SAO 83500
* eps Boo A	GC 19856	JP11 2536	TYC 2019-1251-1
** STF 1877A	GCRV 8567	N30 3333	WDS J14450+2704A
ADS 9372 A	HD 129989	PLX 3336	YPAC 541
BD +27 2417A	IDS 14406+2730 A	PPM 103553	

Tomamos nota de 36 Boo A (numero de Flamsteed) que também é muitas vezes utilizado e confirmamos o número SAO que já tínhamos.

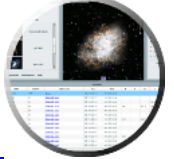
Plots and Images




plot



CDS portal



CDS Simplay
(requires flash)



Aladin applet

radius
arcmin

Na secção **Plot and Images** vamos tentar procurar objectos na vizinhança da estrela epsilon - Boo A para assim identificar a outra componente do binário. Por defeito o sistema considera uma vizinhança angular de 10 arcos de minutos. Podemos deixar ficar assim (contudo se a tabela que virá a seguir for muito grande podemos então retroceder e escolher uma vizinhança menor para facilitar a leitura). Clicando na imagem onde diz "Plot" obtemos um mapa da região em estudo:

Note-se que neste caso não é indicada a referência (vamos deixar em branco [])

O fluxo ou magnitude no caso do filtro V é: 5.12 [~] c. 1802yCat. 2237.1.00

Em relação ao **ângulo de paralaxe**: vimos que o valor dado em eps Boo A tem um erro associado muito grande e que no caso de eps Boo B não é indicado o valor. No entanto se voltarmos à tabela anterior e escolhermos **eps Boo** obtemos:

16.10 [0.66] A 2087A8A. 474. 6531

que tem um erro muito menos significativo e é bem mais recente (2007 contra 1952).

Ainda no conjunto de dados relativo a eps Boo vemos que existe um identificador para o catálogo Hipparcos (HIP 72105) que pode ser utilizado para pesquisar se necessário mais informação nesse catálogo em:

<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3table.pl?tablehead=name%3Dhipparcos&Action=More+Options>

Podemos retirar daqui também que eps Boo aparece como uma estrela de **tipo espectral A0** e de **magnitude visual 2.39** (embora não seja indicada a referência). Podemos juntar esta informação adicional no fim nos comentários.

Outro local onde podemos encontrar informação sobre diversas estrelas é em:

<http://stars.astro.illinois.edu/sow/sowlist.html>

Esta página é mantida por JAMES B. (JIM) KALER Professor Emeritus of Astronomy, University of Illinois.

No caso de eps Boo temos de procurar pelo nome Izar.

Depois temos acesso a um texto sobre a estrela:

IZAR (Epsilon Boo). [Arcturus](#) climbs the eastern sky in northern spring evenings, the kite-shaped figure of [Bootes](#), the Herdsman, to the left. Centered in the eastern edge of the figure lies the constellation's second brightest star, Izar (short or long "I"). The name derives from a short Arabic phrase meaning the "girdle" or "loin cloth," and means much the same as "[Mizar](#)" that indicates the "loin" of [Ursa Major](#), the Greater Bear. Bayer must have had something other than brightness in mind -- likely position -- when he gave Bootes' stars their [Greek letter](#) names, as second-magnitude (2.59) Izar received the "Epsilon" designation and the next brightest, third magnitude [Muphrid](#), got "Eta." Izar's claim to fame is that it is one of the finest double stars in the sky. It consists of a third magnitude (2.70) class K (K0) orange bright [giant](#) only three seconds of arc from a fifth magnitude (5.12) white class A (A2) main sequence dwarf. Note, however, that the magnitudes are quite uncertain, as the proximity of the pair makes measurement difficult. Izar B may be as bright as magnitude 4.8, and the combined pair as bright as magnitude 2.3. The color contrast, enhanced by the stars' proximity to each other, is so striking that the discoverer (F. G. W. Struve) called the pair "Pulcherima" for "the most beautiful." At a distance of around 200 light years, the **dimmer A star is found to have a total luminosity 27 times that of the Sun, while the brighter giant, radiating 400 solar luminosities, outshines it by a factor of 15. The uncertain distance, however, may be as great as 250 light years. The A dwarf's 8700 Kelvin temperature show it to be about twice the size of the Sun, while the cooler 4500 Kelvin giant is 33 times as large. In the 170 years since discovery, the stars have completed less than three percent of their orbit. Separated by a distance of at least 185 Astronomical Units (the AU the distance between the Earth and the Sun), the period is well over 1000 years long.** The pair wonderfully presents a chapter in the story of stellar evolution. The A star is about double the solar mass, the K star closer to quadruple. Class K giants by their natures are evolved, fusing helium to carbon in their cores instead of hydrogen to helium (as does the class A dwarf). More massive stars use their fuel and evolve first. We know how rapidly stars age. The pair was born some 300 million years ago as the white A star we see now and a hotter, bluer, and brighter mid class B star. Ten or 20 million years ago, the brighter star's central hydrogen fuel supply ran out and now it is a bright giant with little time left to it. In a little over a billion years, the same thing will happen to the smaller star, and it will become a lesser orange giant. By that time, the bigger star will have ejected almost all of its outer envelope leaving not much more than the old core, which will appear as a dim dense "[white dwarf](#)" about the size of Earth that will nearly be lost in the orange glow of the giant-to-be (which will someday become a lesser white dwarf itself).

Daqui tiramos informações que ainda não tínhamos:

	eps Boo A	eps Boo B
Luminosidade (luminosidades solares)	400	27
Raio (raios solares)	33	2
Temperatura (K)	4500	8700

Ficamos a saber também que o **período orbital é superior a 1000 anos**

Outro local onde podemos encontrar algumas informações sobre sistemas binários:

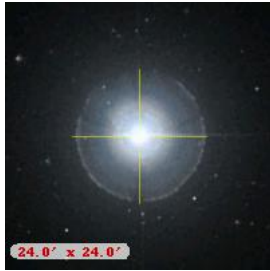
<http://users.compaqnet.be/doublestars/#a04436>

Podemos tentar encontrar uma figura mostrando a órbita de uma estrela em torno da outra em função do tempo. Aqui:

<http://www.dibonsmith.com/orbits.htm>

existem 150 casos (mas não o caso de eps Boo).

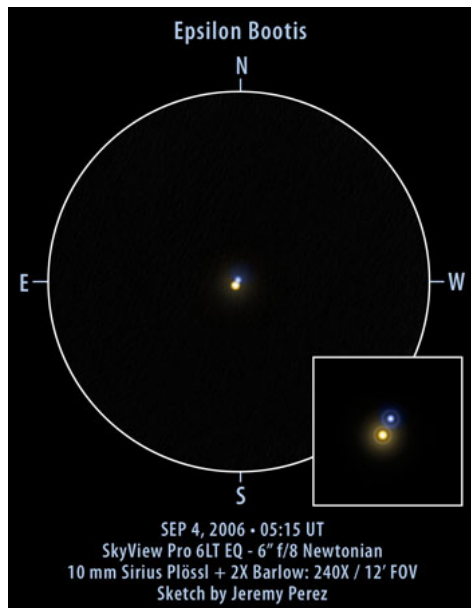
Podemos utilizar a imagem do Simbad:



Se a imagem não mostrar de forma clara o sistema binário podemos tentar encontrar outra pesquisando na internet. Por exemplo em:

<http://www.perezmedia.net/beltofvenus/archives/000593.html>

Temos a seguinte imagem:



Nesta imagem vemos claramente a estrela K0 (alaranjada) e a estrela A2 (azulada).

TABELA DOS SISTEMAS A ESTUDAR:

Classe Espectral	O	B	A	F	G	K	M
O		15 MON Monoceros					
B		sigma Cas Cassiopeia	STF 2840 Cepheus	HD 128306 Lupus	EPSILON SAGITTAE Sagitta		Antares Scorpius
A			STF 1694 Camelopardalis	STF 1752 Ursa Major	95 HERC Hercules	24 COM Coma Berenices	
F				STF 958 Lynx	37 Ceti Cetus	34 PEGASI Pegasus	THETA PERSEI Perseus
G					Algedi Capricornius	STF 1888 ksi Bootes	Capella Auriga
K						61 CYGNI Cygnus	SAO 133805 * Monoceros
M							HD 239960 * Cepheus

* a pesquisa deve ser feita diretamente no SIMBAD.

[Ficha para a classificação de sistemas binários](#)

[Exemplo](#) (feito a partir do guia anterior)

Os melhores RUMOS para os cidadãos da Região

