

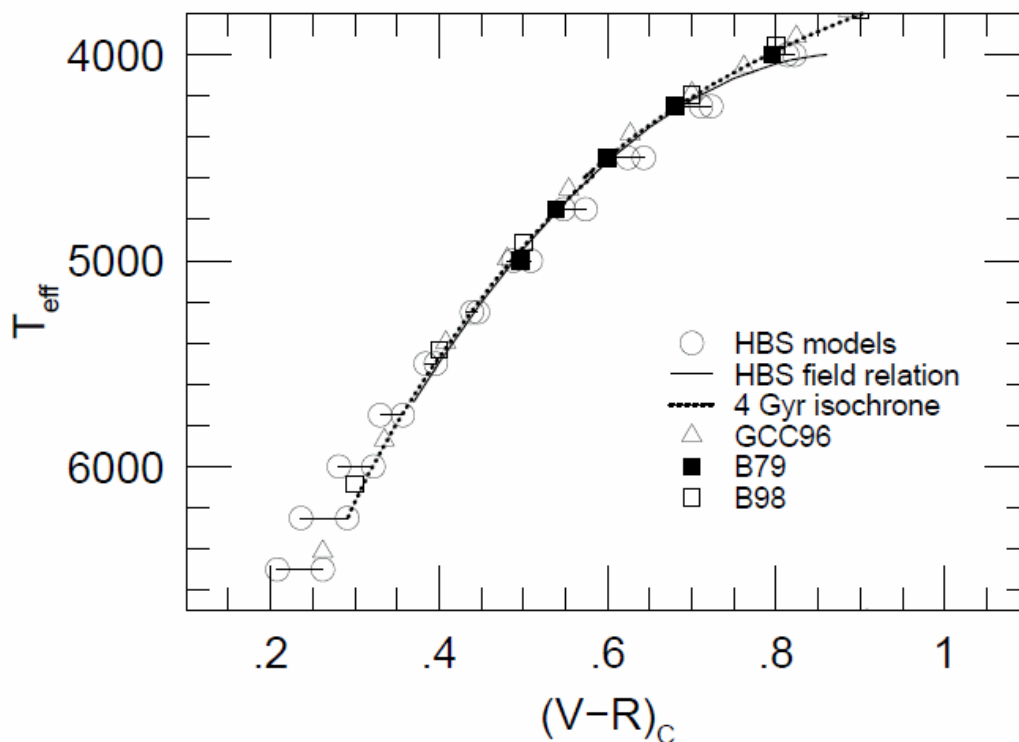


## Prova de Análise de Dados

### Problema 1

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam dados de fotometria e velocidades radiais da estrela Cefeida HV2257, baseados nas observações de Gieren (MNRAS vol 265, 1993). O período de pulsação da estrela é  $P = 39.294$  dias. Um gráfico de referência para a relação cor- temperatura e tabelas de correção bolométrica são dados na Figura 1 (Houdashelt *et al.*, 2000) e Tabela 4 (<http://xoomer.virgilio.it/hrtrace/Straizys.htm>). Também são dadas a luminosidade do Sol  $L_{\odot} = 3.96 \times 10^{26} \text{ J s}^{-1}$  e sua magnitude bolométrica  $M_{\odot \text{bol}} = 4.72$ . Por favor, não use a relação período-luminosidade dada no Problema 2 nesta questão.

- Faça o gráfico da curva de luz com base na **Tabela 1**, somente entre as fases 0.6 a 1.
- Faça o gráfico das cores listadas na **Tabela 2**, somente entre as fases 0.6 a 1.
- Faça o gráfico da Velocidade Radial com base na **Tabela 3**, somente entre as fases 0.6 a 1.
- Calcule a velocidade radial média da estrela.
- Calcule a distância até esta estrela pulsante usando os dados observacionais e os dados suplementares dados na **Tabela 4** e na **Figura 1**. Assuma que não há extinção nesta direção.



**Fig. 1** Relação entre a cor V-R e temperatura. Símbolos diferentes correspondem a autores diferentes.



**Tabela 1**

Fase	V mag
0.11	12.81
0.13	12.84
0.14	12.87
0.16	12.88
0.19	12.90
0.19	12.94
0.24	12.99
0.43	13.32
0.46	13.31
0.46	13.32
0.51	13.36
0.54	13.41
0.54	13.45
0.56	13.46
0.59	13.53
0.59	13.52
0.61	13.55
0.64	13.60
0.64	13.62
0.72	13.68
0.74	13.61
0.77	13.45
0.79	13.18
0.80	13.12
0.80	13.07
0.82	12.80
0.82	12.78
0.82	12.73
0.84	12.57
0.85	12.54
0.85	12.53
0.87	12.48
0.87	12.47
0.89	12.49
0.90	12.51
0.92	12.51

**Tabela 2**

Fase	V – R
0.22	0.71
0.24	0.73
0.25	0.74
0.27	0.75
0.29	0.75
0.29	0.75
0.34	0.77
0.51	0.87
0.53	0.85
0.53	0.87
0.57	0.85
0.60	0.87
0.60	0.88
0.62	0.87
0.64	0.90
0.64	0.90
0.66	0.88
0.68	0.91
0.69	0.90
0.76	0.88
0.78	0.82
0.80	0.79
0.82	0.70
0.82	0.70
0.82	0.68
0.84	0.60
0.84	0.59
0.84	0.58
0.86	0.53
0.86	0.51
0.87	0.52
0.88	0.51
0.89	0.51
0.90	0.55
0.91	0.53
0.93	0.56

**Tabela 3**

Fase	VelRad (km/s)
0.03	232
0.05	234
0.08	234
0.08	237
0.13	242
0.13	246
0.18	243
0.20	249
0.23	250
0.28	254
0.33	259
0.35	261
0.36	260
0.38	266
0.40	265
0.44	266
0.46	272
0.46	265
0.49	270
0.51	270
0.54	272
0.54	273
0.56	274
0.59	274
0.61	273
0.62	274
0.64	274
0.67	276
0.67	274
0.69	274
0.71	274
0.72	276
0.74	278
0.77	271
0.77	264
0.79	253
0.80	259
0.82	242
0.85	230
0.87	228
0.90	224
0.92	224
0.92	225
0.95	228
0.96	228



**Tabela 4.** Correção Bolométrica (BC)

$T_{\text{eff}}$ , K	BC, mag
9600	-0.25
9400	-0.16
9150	-0.10
8900	-0.03
8400	0.05
8000	0.09
7300	0.13
7100	0.11
6500	0.08
6150	0.03
5950	0.00
5800	-0.05
5500	-0.13
5250	-0.22
5050	-0.29
4950	-0.35
4850	-0.42
4700	-0.57
4600	-0.75
4400	-1.17
3900	-1.25
3750	-1.40
3550	-1.60
3400	-2.00

## Problema 2

São fornecidas medidas de fotometria BVRIJHKLMN de 2 estrelas da constelação Cassiopeia (Tabela 5). Acredita-se que a luz de ambas as estrelas é afetada apenas pela extinção no meio interestelar difuso, pois as observações foram feitas fora da atmosfera terrestre.

- a) Usando os dados presentes nas **Tabelas 5 a 9**, faça gráficos de  $E_{X-V}/E_{B-V}$  em função de  $1/\lambda_X$  nos filtros B, V, R, I, J, H, K, L, M, N para ambas as estrelas. Ajuste visualmente curvas apropriadas aos pontos. Em particular, note que  $E_{X-V}/E_{B-V} \sim \text{constante}$  quando  $1/\lambda_X \rightarrow 0$ , onde X é cada uma das bandas do sistema fotométrico.  $E_{B-V}$  é o excesso de cor.
- b) Utilizando os gráficos obtidos no item (a), estime  $R_V$  e  $R_R$  para cada estrela.

$$R_V = \frac{A_V}{E_{B-V}} \text{ e } R_R = \frac{A_R}{E_{R-I}} \quad (A_V \text{ é a absorção em V}).$$

Agora aplique estes resultados para obter uma estimativa de distância até IC 342, uma galáxia espiral em Cassiopeia que é obscurecida pela Via Láctea. Você deve assumir que as propriedades do Meio Interestelar em IC 342 são similares à do Meio Interestelar da nossa Galáxia.

- c) Utilize os diagramas período-magnitude de 20 Cefeidas de IC 342 (**Figuras 2 e 3**). Assuma as relações período-luminosidade

$$\langle M_R \rangle = -2.91 \left( \log \left( \frac{P}{\text{day}} \right) - 1 \right) - 4.04 \quad \text{e} \quad \langle M_I \rangle = -3.00 \left( \log \left( \frac{P}{\text{day}} \right) - 1 \right) - 4.06$$

onde  $\langle M_R \rangle$  e  $\langle M_I \rangle$  são as magnitudes absolutas médias nos filtros R e I. Encontre  $A_R$  para os objetos em IC 342 e obtenha a distância até IC 342.

**Tabela 5** Fotometria BVRIJHKLMN para duas estrelas em Cassiopeia

Star	MK class	$\frac{B}{\text{mag}}$	$\frac{V}{\text{mag}}$	$\frac{R}{\text{mag}}$	$\frac{I}{\text{mag}}$	$\frac{J}{\text{mag}}$	$\frac{H}{\text{mag}}$	$\frac{K}{\text{mag}}$	$\frac{L}{\text{mag}}$	$\frac{M}{\text{mag}}$	$\frac{N}{\text{mag}}$
HD 4817	K3lab	8.08	6.18	4.73	3.64	2.76	1.86	1.54	1.32	1.59	-
HD 11092	K4II	8.66	6.57	-	-	3.10	2.14	1.63	1.41	1.65	1.44

**Tabela 6** Cores intrínsecas  $(B - V)_0$  para alguns tipos espectrais e classes de luminosidade

Tipo Espectral	$\frac{(B - V)_0}{\text{mag}}$	
	II	lab / Ia
F0	-	0.15
G0	0.73	0.82
K0	1.06	1.18
K3	1.40	1.42
K4	1.42	1.50

**Tabela 7** Cores intrínsecas no infravermelho para alguns tipos espectrais de estrelas supergigantes

Tipo Esp.	$\frac{(V - R)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - I)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - J)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - H)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - K)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - L)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - M)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - N)_0}{\text{mag}}$
F0	0.20	0.31	0.36	0.5	0.60	0.64	0.65	0.82
G0	0.55	0.90	1.14	1.52	1.71	1.72	1.72	1.98
K0	0.95	1.59	2.01	2.64	2.80	2.87	2.79	3.14
K3	1.13	1.96	2.41	3.14	3.25	3.39	3.25	3.63
K4	1.20	2.13	2.59	3.37	3.44	3.62	3.46	3.84

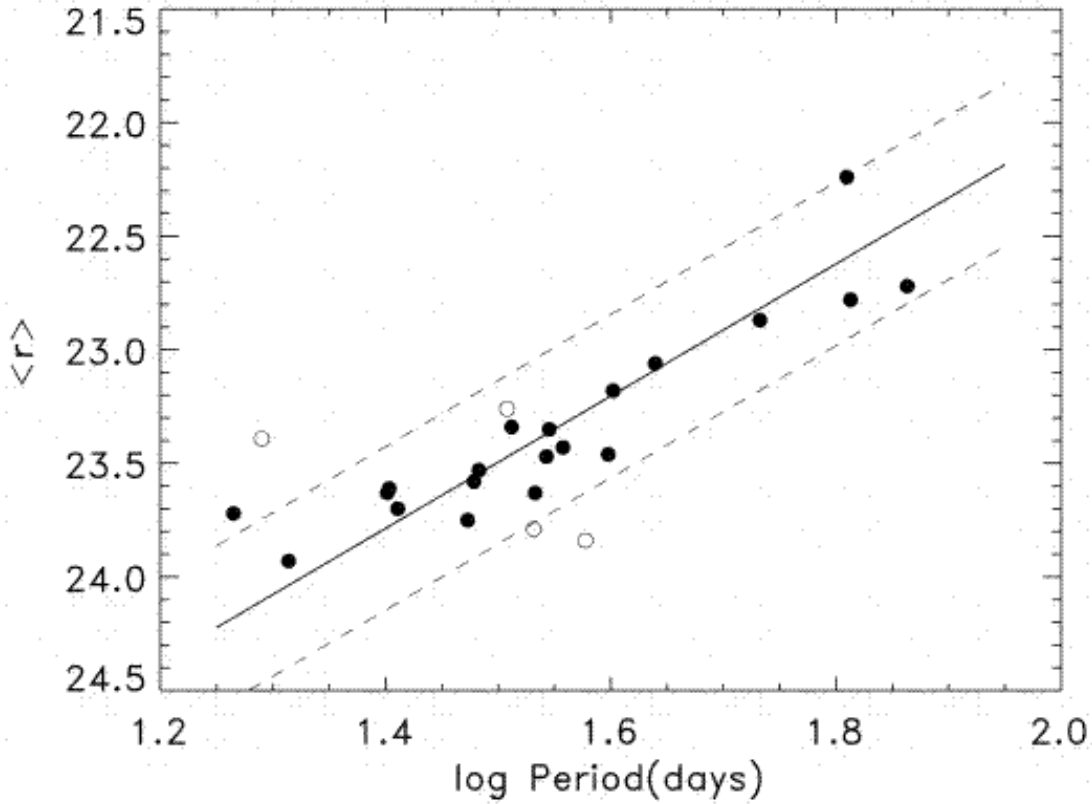
**Tabela 8** Cores intrínsecas no infravermelho para alguns tipos espectrais de estrelas gigantes

Tipo Esp.	$\frac{(V - R)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - I)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - J)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - H)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - K)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - L)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - M)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - N)_0}{\text{mag}}$
K0	0.60	1.03	1.23	1.72	1.94	1.97	1.90	1.92
K3	0.86	1.39	1.84	2.40	2.69	2.82	2.70	2.73
K4	0.96	1.61	2.16	2.77	3.05	3.22	3.08	3.02



**Tabela 9** Comprimentos de Onda efetivos dos filtros fotométricos utilizados

Filter	B	V	R	I	J	H	K	L	M	N
$\lambda_f/\text{nm}$	450	555	670	870	1200	1620	2200	3500	5000	9000



**Fig. 2**  $\langle r \rangle$  é a magnitude aparente média no filtro R

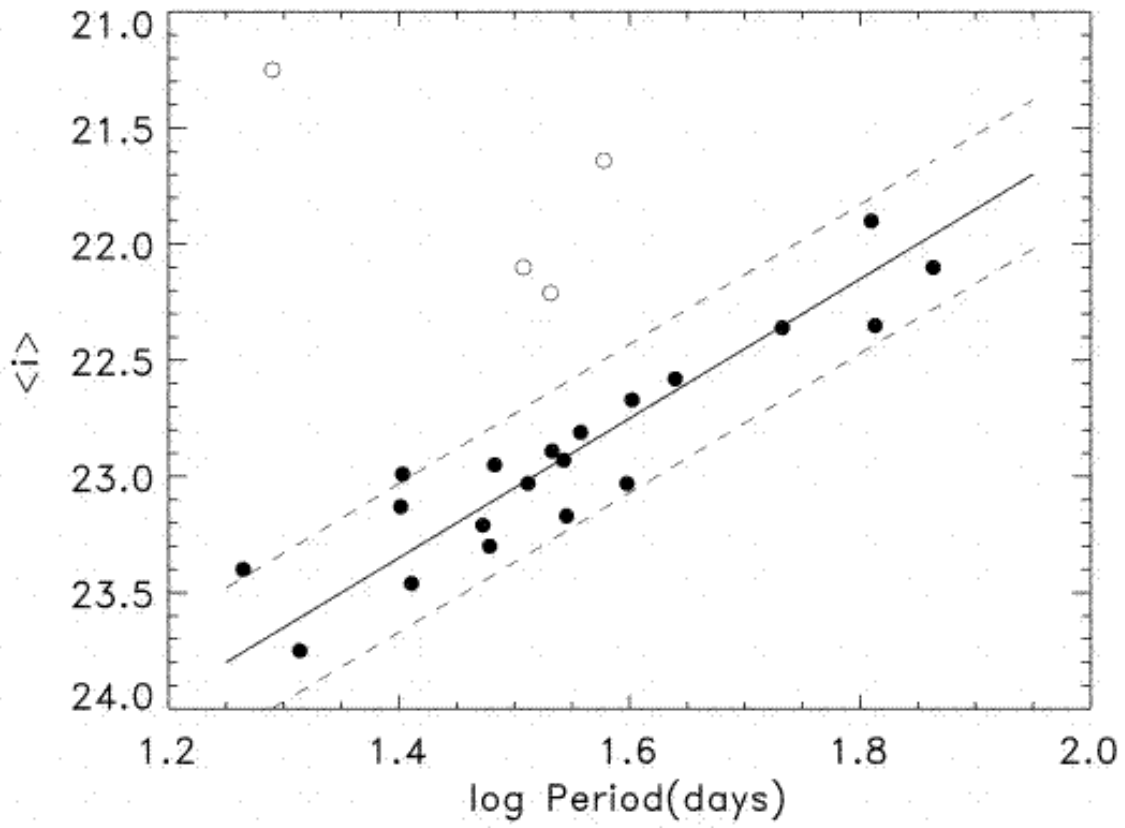


Fig. 3  $\langle i \rangle$  é a magnitude aparente média no filtro I