ANÁLISE DA CURVA DE LUZ DE S CARINAE

Tasso Napoleão e Carlos Alberto Colesanti - São Paulo/SP

1. Introdução.

S Carinae (HD 88366) é uma variável de longo período (LPV) situada em ascenção reta 10h 09.4m (equinócio 2000.0) e declinação -61° 33m. Em razão de sua localização austral, a estrela tem sido pouco estudada e as referências atualizadas sobre a mesma são escassas. Por esse motivo, um dos autores (Napoleão) propôs ao quadro da REA/Brasil em 1988 o Projeto Observacional # 10/88, recomendando o monitoramento permanente dessa variável.

O presente trabalho sumariza os resultados e conclusões a partir da curva de luz de S Carinae obtida nesse projeto pela REA/Brasil, entre fevereiro de 1988 e maio de 1997. Neste período foram feitas 667 estimativas de magnitude da variável, cobrindo 22 ciclos. Os seguintes observadores da REA/Brasil contribuiram com seus dados: Adriano Silva Barros (AL); André Luis da Silva (SP); Antonio Padilla Filho (RJ); Avelino A Alves (SC); Bernardo Landro (Uruguay); Carlos Colesanti (SP); Hélio de Carvalho Vital (RJ); Marcos F Lara (RJ); Paulo Sérgio R Fernandes(DF); Raul Salvo (Uruguay); e Tasso Napoleão (SP).

2. Referências prévias.

S Carinae consta do General Catalog of Variable Stars (Kukarin et al., Moscou, 1969) como variável de longo período (tipo Mira), com amplidão de variação visual entre 4.5 e 9.9 magnitudes, período de 149.55 dias, classe espectral K7e - M4e e taxa de ascenção ao máximo equivalente a 51% da duração total do ciclo.

A AAVSO (American Association of Variable Stars Observers) indica para S Carinae a amplitude visual de variação entre 5.7 e 8.5 mangnitudes, no AAVSO Variable Star Atlas(1980, 1ª edição); e a faixa de 6.9 a 11.0 magnitudes, com período de 149 dias, na carta 100661(d).

3. Curva de luz.

A seguir é apresentada a curva de luz bruta obtida pela REA/Brasil entre as datas Julianas 2447204 (Fevereiro 13, 1988) e 2450572 (Maio 4, 1997). Como se observa, alguns dos 22 ciclos que a estrela atravessou nesse intervalo tiveram boa cobertura, enquanto que outros foram pouco monitorados. Nas reduções que se seguem, estes últimos não foram considerados.

4. Conclusões da curva de luz.

4.1. Períodos.

Para a determinação dos máximos e mínimos de cada ciclo, utilizamos o método das cordas bi-seccionadas (Pogson).

Considerando a qualidade e precisão dos dados brutos, selecionamos onze máximos e oito mínimos para a redução.

Os períodos, calculados através dos máximos, apresentaram duração entre 145 dias e 157 dias para cada ciclo individual.

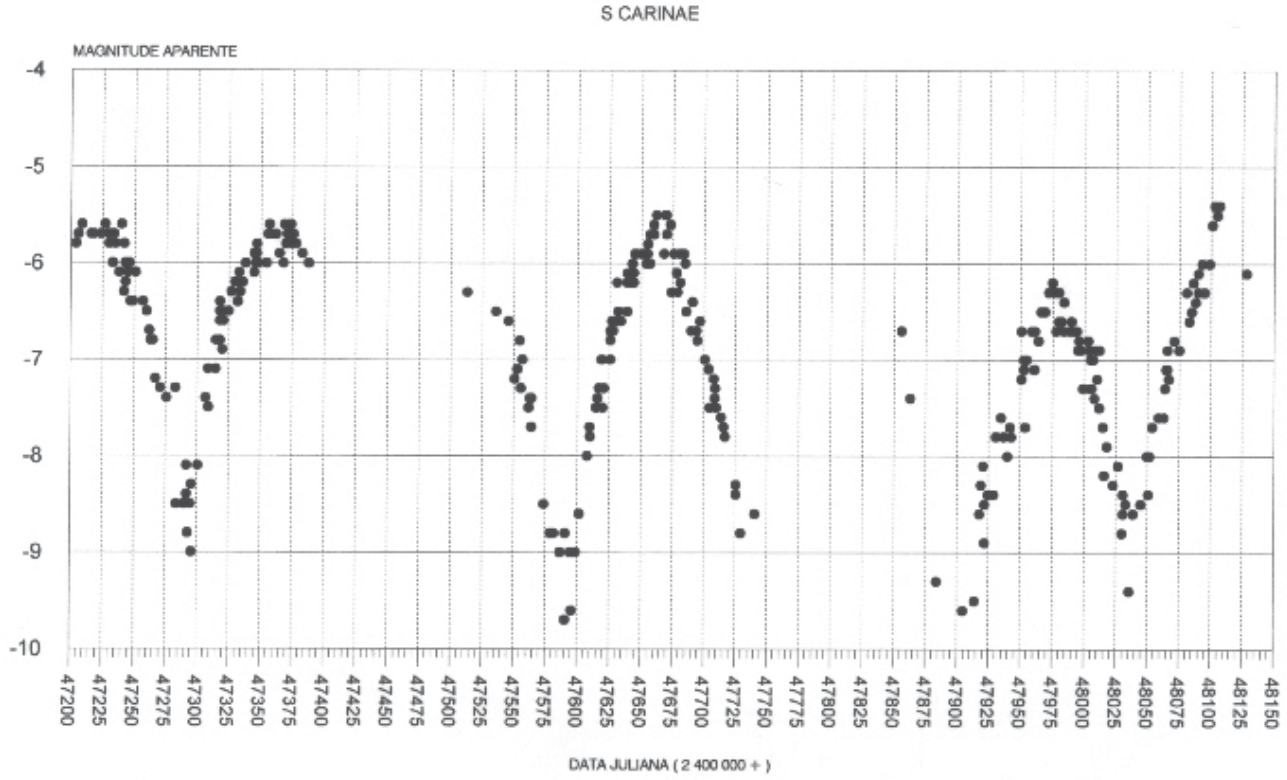
O mesmo cálculo, efetivado pelos mínimos, forneceu uma faixa entre 146 e 158 dias. A média dos períodos individuais foi de 150.0 dias (calculada pelos máximos) e de 150.1 dias (calculada pelos mínimos).

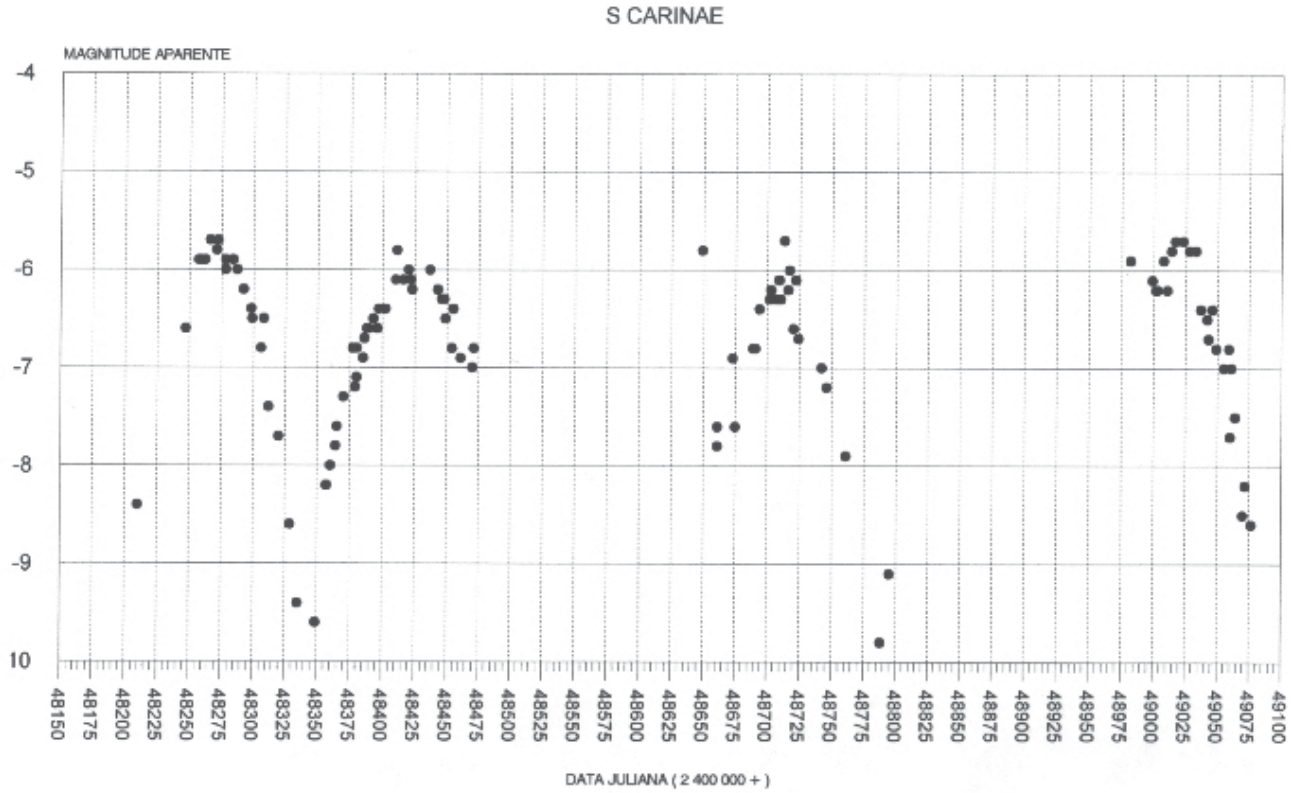
Finalmente, o período médio para todo o intervalo das observações foi de 149.5 dias (calculado pelos máximos) e de 149.4 (calculado pelos mínimos). O valor de 149.5 dias, considerado o mais confiável, foi utilizado nas reduções a seguir.

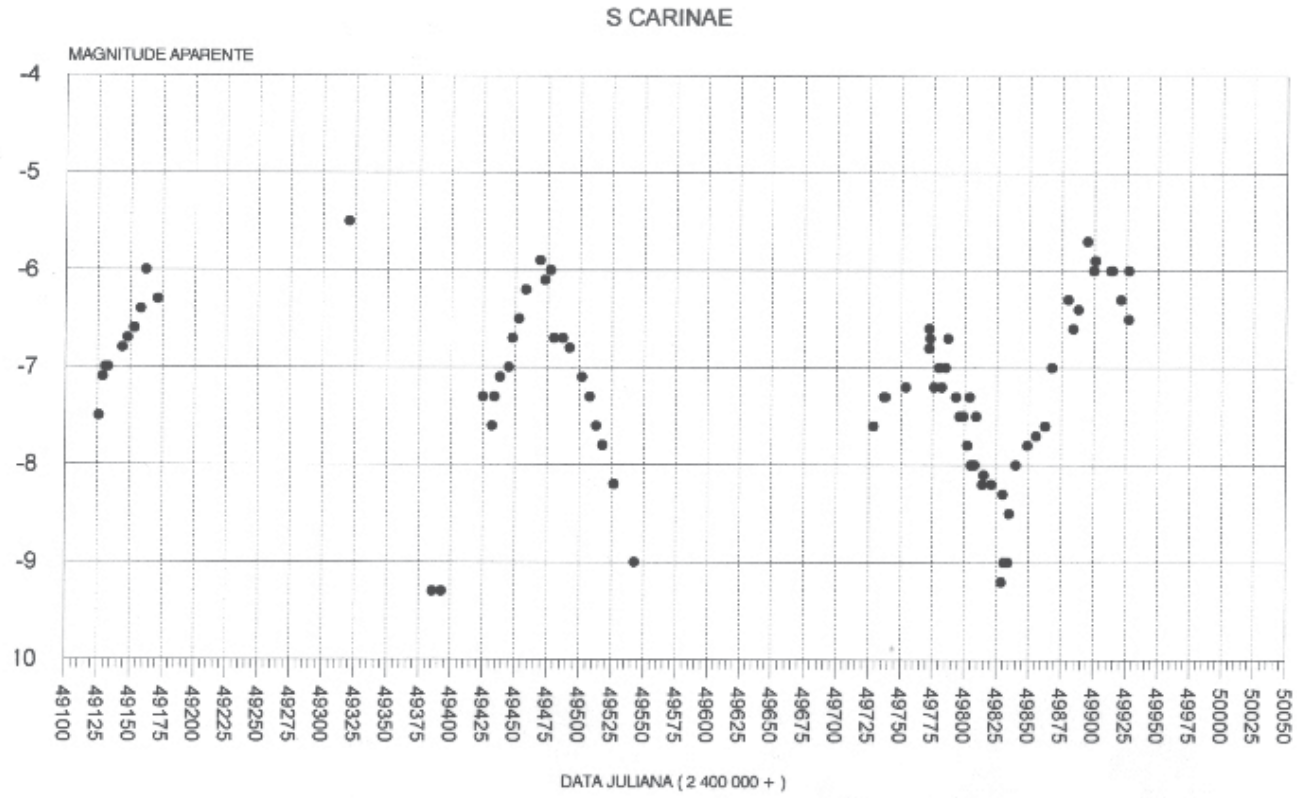
4.2. Magnitudes.

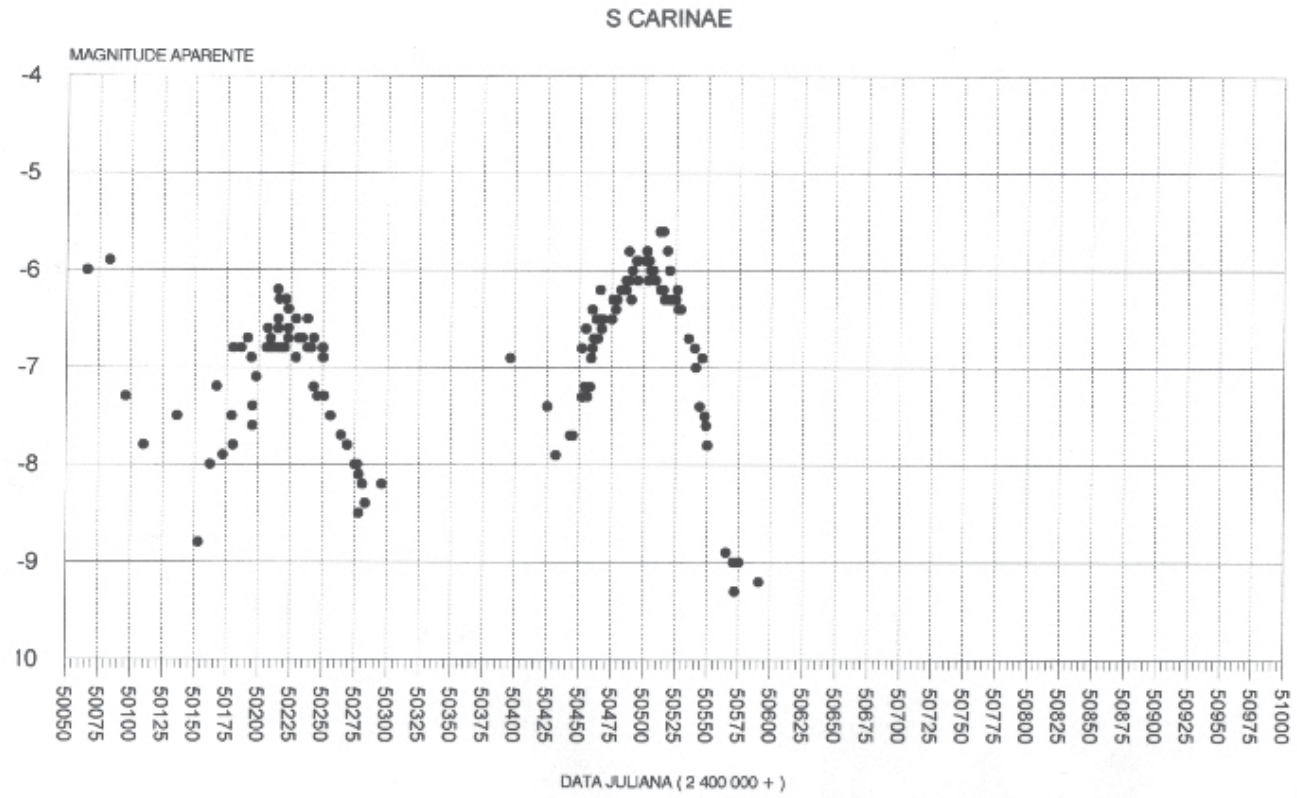
Os ciclos individuais selecionados apresentaram máximos que variaram entre 5.6 mag e 6.2 mag. Os mínimos, por sua vez, estiveram entre 8.7 mag e 9.7 mag. Ambas as flutuações (assim como a dos períodos de cada ciclo) são consistentes com o que se deve esperar de uma variável da classe M.

O valor médio dos máximos foi de 5.8 mag. O valor médio dos mínimos foi de 9.4 mag. A amplitude média resultante foi portanto de 3.6 magnitudes.


S CARINAE
MAGNITUDE APARENTE
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
47200 47225 47250 47275 47300 47325 47350 47375 47400 47425 47450 47475 47500 47525 47550 47575 47600 47625 47650 47675 47700 47725 47750 47775 47800 47825 47850 47875 47900 47925 47950 47975 48000 48025 48050 48075 48100 48125 48150
DATA JULIANA (2 400 000 +)


S CARINAE
MAGNITUDE APARENTE
-4
-5
-6
-7
-8
-9
10
48150 48175 48200 48225 48250 48275 48300 48325 48350 48375 48400 48425 48450 48475 48500 48525 48550 48575 48600 48625 48650 48675 48700 48725 48750 48775 48800 48825 48850 48875 48900 48925 48950 48975 49000 49025 49050 49075 49100
DATA JULIANA (2 400 000 +)


S CARINAE
MAGNITUDE APARENTE
-4
-5
-6
-7
-8
-9
10
49100 49125 49150 49175 49200 49225 49250 49275 49300 49325 49350 49375 49400 49425 49450 49475 49500 49525 49550 49575 49600 49625 49650 49675 49700 49725 49750 49775 49800 49825 49850 49875 49900 49925 49950 49975 50000 50025 50050
DATA JULIANA (2 400 000 +)


S CARINAE
MAGNITUDE APARENTE
-4
-5
-6
-7
-8
-9
10
50050 50075 50100 50125 50150 50175 50200 50225 50250 50275 50300 50325 50350 50375 50400 50425 50450 50475 50500 50525 50550 50575 50600 50625 50650 50675 50700 50725 50750 50775 50800 50825 50850 50875 50900 50925 50950 50975 51000
DATA JULIANA (2 400 000 +)

4.3. Simetria.

Utilizamos o parâmetro (M - m)/P para cada ciclo, que fornece um indicadtivo do tempo de ascenção ao máximo como percentual do período considerado. A variação desse parâmetro foi de 48.9% a 50.7% nos ciclos selecionados.

A média dos tempos de ascenção ao máximo foi de 49.7%, o que indica uma curva com alta simetria - o que seria de se esperar, considerando o período relativamente curto, em se tratando de LPV's.

5. Cálculo dos parâmetros físicos da variável.

As reduções que se seguem têm apenas a finalidade de estabelecer uma idéia aproximada de alguns parâmetros físicos de S Carinae; assim, não foram considerados fatores como a extinção interestelar na direção da estrela e outros que irão certamente afetar significativamente os resultados numéricos. De forma grosseira, entretanto, algumas conclusões são vistas abaixo:

5.1. Magnitude Absoluta no Máximo.

Dada a inexistência de uma relação período-luminosidade bem definida para as Miras (ao contrário do que ocorre com as cefeidas), utilizamos a relação empírica de Oswalds-Risley (1961) para as variáveis de longo período (Ref 2, pg 66). Para o período de 149.5 dias, a relação citada fornece um valor de $\mathbf{M_V = -2.2}$ para LPV da classe M, como magnitude absoluta visual no máximo. Assumindo este valor como aproximadamente correto, pode-se calcular a distância, como segue:

5.2. Cálculo da Distância Aproximada de S Carinae.

Utilizamos a equação do módulo de distância em sua forma simplificada (sem o fator da extinção interestelar):

$$\mathbf{m_V - M_V = 5 \cdot \log D - 5}$$

Para $\mathbf{m_V = 5.8}$ e $\mathbf{M_V = -2.2}$ resulta:

$$\mathbf{D = 398 \text{ parsecs (ou } D = 1297 \text{ anos-luz)}}$$

5.3. Cálculo da Luminosidade no Máximo.

Utilizamos a equação de Pogson com o Sol como parâmetro:

$$\mathbf{M_S - M_V = 2.5 \cdot \log (L_V / L_S)}$$

Nesta equação, M_S = magnitude absoluta do Sol (visual) = 4.8

M_V = magnitude absoluta da estrela no máximo (visual) = -2.2

L_S = luminosidade solar

Resulta: $\mathbf{L_V = 630 \cdot L_S}$

Ou seja, a estrela apresenta luminosidade mais de 600 vezes superior à do Sol nos máximos.

5.4. Cálculo da Magnitude Absoluta e Luminosidade nos Mínimos.

Repetindo os procedimentos já vistos para os mínimos, considerando o valor médio de 9.4 obtido, teremos:

Magnitude absoluta nos mínimos: $\mathbf{M_V = 1.4}$
Luminosidade nos mínimos: $\mathbf{L_V = 23 \cdot L_S}$

Podemos concluir que S Carinae é uma variável intrinsecamente muito brilhante — mesmo dentro da própria classe onde ela se enquadra. Para Mira Ceti, por exemplo, as luminosidades nos máximos e mínimos são respectivamente de 250 vezes e de uma vez a luminosidade solar.

6. Referências bibliográficas.

1. AAVSO Variable Star Atlas (Sky Publishing, 1980).

2. Hoffmeister, Richter, Wenzel - Variable Stars (Springer-Verlag, 1985).

3. Kukarkin, B V et al - General Catalog of Variable Stars (Moscou, 1969).

4. Napoleão, T A - As Variáveis de longo período em Carina (REA/Brasil Reporte, 1989).

5. Strohmeier, W - Variable Stars (Pergamun, 1972).