

Irregularidades na Curva de Luz de R Scuti, 1988-90

Tasso Augusto Napoleão

1. GENERALIDADES.

R Scuti é - ao lado de AC Herculis e U Monocerotis - uma das mais brilhantes variáveis da classe RV Tauri observáveis no firmamento. As RV Tauri são variáveis de População II com alta luminosidade (geralmente entre 1500 e 10.000 luminosidades solares). Sua posição no diagrama H-R é acima das variáveis W Virginis, dentro da faixa de instabilidade. Por esse motivo, com muita frequência se cita que as RV Tauri poderiam combinar diversas características das Cefeidas com as das variáveis de longo período.

Não conhecemos muitas estrelas RV Tauri: apenas cerca de 120 foram identificadas como pertencentes a esta classe. Todas possuem classes espectrais entre F e K. As curvas de luz, entretanto, podem ser nitidamente divididas em dois grupos, que se convencionou indicar por RVa e RVb. O grupo RVa (ao qual R Scuti pertence) apresenta mínimos primários bem definidos, e mínimos secundários rasos, entre dois máximos de magnitudes aproximadamente iguais. (Estes duplos máximos são característicos das RV Tauri). Já no grupo RVb, a curva de luz típica se encontra superposta em uma longa “onda” de amplitude maior. Períodos superpostos são encontrados, por exemplo, nas curvas de luz de U Monocerotis e da própria RV Tauri, ambas do grupo RVb.

R Scuti foi a primeira variável RV Tauri descoberta - por Pigott, em 1795. Sua amplitude de variação compreende a faixa entre as magnitudes 4.45 e 8.20 (segundo o General Catalog of Variable Stars) ou ainda entre 4.9 mag e 8.2 mag (segundo a AAVSO). Seu período médio é de 140.05 dias, ainda segundo o GCVS, e um espectro varia entre as classes G0 e K0. Há evidências de que sua distância esteja entre 800 e 1000 parsecs. A estrela é considerada uma das mais irregulares, dentro da classe das RV Tauri.

Uma demonstração dessa irregularidade pôde ser observada pela REA, nos últimos anos - notadamente a partir de 1989.

2. CURVAS DE LUZ.

A figura 1 demonstra a curva de luz de R Scuti obtida pela AAVSO entre DJ 2446100 e DJ 2447100 (cobrindo o período aproximado de início de 1985 a fins de 1987).

Neste trecho, pode-se notar:

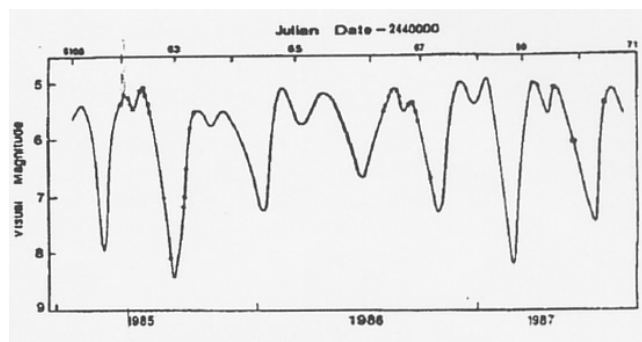


Figura 1

A) Mínimos primários bem definidos, variando entre 6.7 mag e 8.3 mag, numa distribuição que aparenta ser cíclica, parecendo mesmo sugerir a existência de um período secundário superposto. Os mínimos primários podem ser aproximadamente indicados da seguinte forma:

Ciclo	Magnitude
1	8.0
2	8.3
3	7.2
4	6.7
5	7.2
6	8.2
7	7.4

B) Os períodos, tomados com base nos mínimos primários, podem ser determinados como segue:

Ciclo	DJ mín	Período (dias)
01	2446155	—
02	2446300	145
03	2446447	147
04	2446593	146
05	2446730	137
06	2446879	149
07	2447024	145

Configura-se, portanto, uma situação bastante regular no período, obtendo-se um período médio em torno de 145 dias, bastante consistente com o indicado pelo GCVS.

C) É mais que evidente o duplo máximo característico das RV Tauri, em todos os ciclos do período considerado. Não são aparentes, entretanto, relação do tipo “ao mínimo primário mais fraco, segue-se o máximo mais intenso”, vice-versa.

Examinemos agora o que tem ocorrido em passado mais recente. A figura 2 demonstra a curva de luz de R Scuti, baseada em 322 observações dos associados da REA, entre março de 1988 e novembro de 1990.

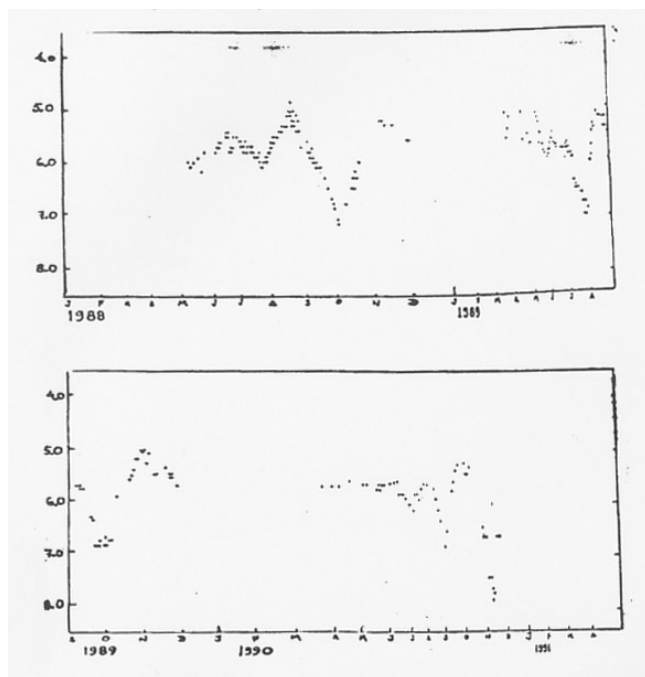


Figura 2

É evidente a mudança de comportamento da estrela, após o mínimo primário de outubro de 1988. Dois mínimos profundos consecutivos, sem o habitual duplo máximo, são observados em fins de julho de 1989 e logo após, em fins de setembro do mesmo ano. Já em 1990, em fins de agosto e início de novembro, notam-se mínimos primários com profundidade de 6.9 mag e 7.8 mag, respectivamente.

As datas julianas dos cinco mínimos primários observados podem ser estimadas como segue:

Mínimo	DJ	Magnitude
I	2447437	7.2
II	2447731	7.0
III	2447795	7.0
IV	2448133	6.9
V	2448201	7.8

Testemos agora esta curva contra dados de outras procedências. A figura 3 apresenta uma curva de luz visual de R Scuti baseada em dados da AAVSO (American Association of Variable Stars Observers) e da AFOEV (Association Française d'Observateurs d'Étoiles Variables), desde outubro de 1984 até abril de 1990 (DJ 2446000 a DJ 2448000). Observe-se primeiramente que o aspecto irregular da curva de luz a partir de 1988 é evidente, e também - questão de escala à parte - muito semelhante ao observado na curva da REA.

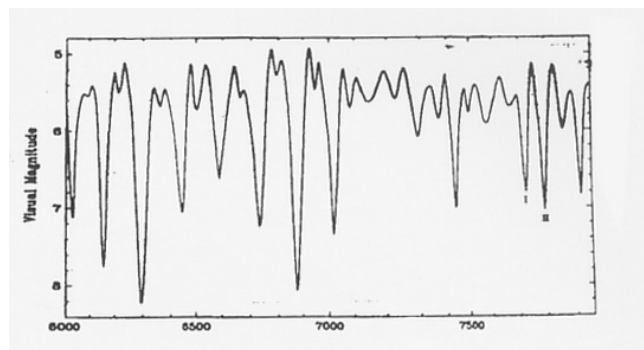


Figura 3

Na curva de luz da AAVSO/AFOEV, os mínimos marcados I e II correspondem aos máximos II e III da curva da REA. Em estudo muito recente (ref.), A. Lèbre e D. Gillet indicam para as datas desses mínimos os valores abaixo, vistos comparativamente com os da REA:

Mínimo I:	2447729.3 (Lèbre/Gillet)
	2447731 (REA)
Mínimo II:	2447798.5 (Lèbre/Gillet)
	2447795 (REA)

Finalmente, o caráter francamente irregular é resultado ao “fasarmos” as datas dos mínimos primários observados. Para o cálculo das fases, utilizamos a época e o período mencionados no Catálogo de Moscou (respectivamente, DJ 2432078.3 e 140.05 dias). Resultaram as seguintes fases para os mínimos:

Mínimo	Fase
I	0.665
II	0.765
III	0.222
IV	0.635
V	0.121

Como se vê, os mínimos primários nessa fase irregular não apresentaram consistência, ocorrendo aproximadamente ao acaso (com exceção, possivelmente, dos mínimos I e IV).

O que poderia causar esta fase irregular? A resposta evidentemente, está ligada ao próprio mecanismo de variação das estrela RV Tauri - que está longe de ser bem conhecido. Recentemente, entretanto, Lèbre, Gillet, Burki e Duquennoy (dos observatórios de Haute - Provence e Genève) aventaram, com base em observações espectroscópicas de alta resolução, feitas exatamente no período irregular a que nos referimos neste texto, uma hipótese bastante interessante e plausível:

Confirmou-se a existência de dois picos de aceleração por período (de 142 dias). Estes picos podem ser associados a ondas de choque propagando-se na atmosfera superior da estrela (ou seja, de sua fotosfera

para o espaço interestelar). A natureza do fenômeno físico que gera as ondas de choque é ainda discutível; a existência de tais ondas, entretanto, parece fora de questão. A interpretação dos astrônomos franceses, que detectaram movimentos da fotosfera da estrela, é de que a onda de choque principal (que se propaga próximo ao mínimo profundo) produz uma ampla “levitação” da atmosfera. Numa fase posterior, e enquanto as camadas atmosféricas exteriores “Caem” novamente para o interior, uma segunda onda de choque, mais fraca, se forma (próximo ao mínimo raso) após a primeira ter se dissipado. Isso tudo significa que a extensão da atmosfera é muito grande - cerca de nove vezes o raio (que por sua vez é admitido como cerca de 70 raios solares).

Em épocas de maior irregularidade, ocorrem com certeza modificações no fator causador da pulsação e que alteram a distribuição dos mínimos profundos e rasos. O formato da curva de luz visual, nesse contexto, seria resultante não somente da emissão da fotosfera, como também das variações de opacidade da atmosfera - particularmente quando as camadas superiores e inferiores da atmosfera não se encontram em equilíbrio, o que ocorre exatamente nas fases irregulares.

A observação continuada de R Scuti - assim como de outras variáveis da mesma classe - é portanto altamente recomendada. É necessário confirmar se modelos semelhantes ao descrito se aplicam consistentemente a todas as estrelas da classe RV Tauri.

3. REFERÊNCIAS.

- AAVSO
- Gillet, D., Burki, G., and Duquennoy, A. - The pulsation of the photosphere of the RV Tauri stars: AC Her and R Sct. (Observatoire d’Haute Provence, preprints, 1989).
- Hoffmeister, Richter, Wenzel - Variable Stars, Springer - Verlag, 1985.
- Lèbre, A. and Gillet, D. - The bright RV Tauri star R Scuti during an exceptional irregular light phase (Observatoire d’Haute Provence, preprints, 1990).
- Kukarkin, B.V., et al - General Catalog of Variable Stars, Moscow, 1970.
- REA - Projeto de observação.
- Napoleão, T.A. - Três variáveis semi-regulares, Reporte REA, nº 2, 1989.
- Strohmeier, W. - Variable Stars, Pergamon, 1972.