

# Três Variáveis Semi-Regulares: T Centauri, L2 Puppis e R Scuti

Tasso A. Napoleão (REA/SP)

## 1. INTRODUÇÃO.

Apresentam-se aqui os resultados iniciais obtidos pela REA para as variáveis semi-regulares T Centauri, L2 Puppis e R Scuti durante o período de observação compreendido entre inícios de 1988 até maio de 1989. É de se notar a diferença de morfologia das curvas de luz destas variáveis, longe de se constituírem num “padrão” com razoável regularidade, tal como ocorre nas LPV (ver artigos anteriores). De acordo com o subtipo, as irregularidades nas curvas de luz se manifestaram com maior ou menor intensidade - o que, naturalmente, era de se esperar; assim, as previsões com base no período relativamente curto de observação tornam-se bem mais incertas que aquelas feitas anteriormente para as LPV's.

## 2. REFERÊNCIAS PRÉVIAS.

Trata-se aqui de três variáveis com características bem distintas entre si:

**2.1.** T Centauri é geralmente classificada como “semi-regular do tipo A” ou SRa abreviadamente. Lembro que as SRas são normalmente estrelas gigantes de classes especiais M, C ou S, que se distinguem das LPV's por sua menor amplitude e período de variação. Em particular, T Cen chega a ser classificada por alguns (p.ex. Hoffmeister et al) como variável de longo período e, neste caso, seria a LPV de menor período entre todas as conhecidas. O período médio de T Centauri atinge 90.60 dias (segundo o Catálogo de Moscou) ou ainda 91 dias (segundo a AAVSO ou Burnham). A amplitude de variação situa-se entre 5,5 e 9,0 mag. (valores concordantes do GCOVS e da AAVSO) ou ainda entre 5,5 e 9,5 mag. (segundo Burnham). A classe espectral oscila durante o ciclo entre K0 e M4e. A época, relacionada pelo GCOVS para seus máximos, correspondente à data Juliana 2442238.

**2.2.** L2 Puppis personifica a classe SRb (semi-regulares do tipo B), constituída por gigantes como tipos espectrais K, M, C ou S e que apresentam periodicidade evidente em algumas épocas, porém que se interrompe durante determinados intervalos de tempo. As variações de brilho passam então a ser irregulares, até que a periodicidade acabe por retornar. O comportamento errático dessas estrelas - e de L2 Puppis em particular - é explicado por diversos teóricos como devido à existência de uma nuvem de “grãos” (poeira) e gás, gerado pela própria estrela, envolvendo-a. Há ainda hoje bastante controvérsia sobre os parâmetros físicos de L2 Puppis: as estimativas de sua luminosidade, por exemplo, variam entre 200 e 1400 vezes a luminosidade solar. Por esse motivo L2 Puppis tem sido objeto de estudo e observação sistemática por parte de diversos pesquisadores, inclusive brasileiros como o Prof. A.M. Magalhães, do IAG/USP.

O período médio de L2 Puppis é reportado como 140,42 dias (GCOVS) ou 141 dias (Burnham). A amplitude de variação é coincidente nos dados da AAVSO e do GCOVS: entre 2,6 e 6,2 mag. A classe espectral varia entre M5e e M6e. A época relacionada pelo Catálogo de Moscou corresponde à data Juliana 2440813.

**2.3.** R Scuti pertence à classe RV Tauri, que muitos consideram como “intermediárias” entre as Cefeidas e as variáveis vermelhas. Com efeito, é essa sua posição no diagrama de Hertzsprung-Russell. As

curvas de luz das RV Tauri têm aspecto característicos, alternando-se mínimos “primários” e “secundários” (de amplitude bastante diferenciada) entre os “duplos máximos” (em geral não tão distantes entre si).

Em particular, R Scuti é uma gigante amarela com luminosidade 8000 vezes a solar e diâmetro 100 vezes superior ao do Sol. Sua distância é estimada entre 2500 e 3000 anos-luz. Seu período médio é de 140,05 dias (GCOVS). A amplitude de variação é de 4,45 a 8,20 mag. (segundo o Catálogo de Moscou) ou entre 4,9 e 8,2 mag. (segundo a AAVSO a Burnham). O tipo espectral oscila entre G0 e K0 durante o ciclo. A época é reportada pelo GCOVS como correspondendo à data Juliana 2432078,3.

### 3. ESTATÍSTICAS OBSERVACIONAIS.

Os três projetos não foram iniciados simultaneamente: L2 Puppis foi o segundo projeto lançado pela REA (com estimativas a partir de janeiro/88), enquanto que T Centauri (projeto 12/88 da REA) iniciou a ser observada em março/88; por outro lado, o monitoramento de R Scuti (projeto 17/88) iniciou-se em maio do mesmo ano. Os dados que reportamos no presente texto estão atualizados até maio de 1989; no entanto, as três estrelas continuam a ser monitoradas em caráter permanente pelos observadores da REA.

No período mencionado, foram realizadas 125 estimativas para T Centauri, 207 para L2 Puppis e 177 para R Scuti, distribuídas pelos seguintes observadores:

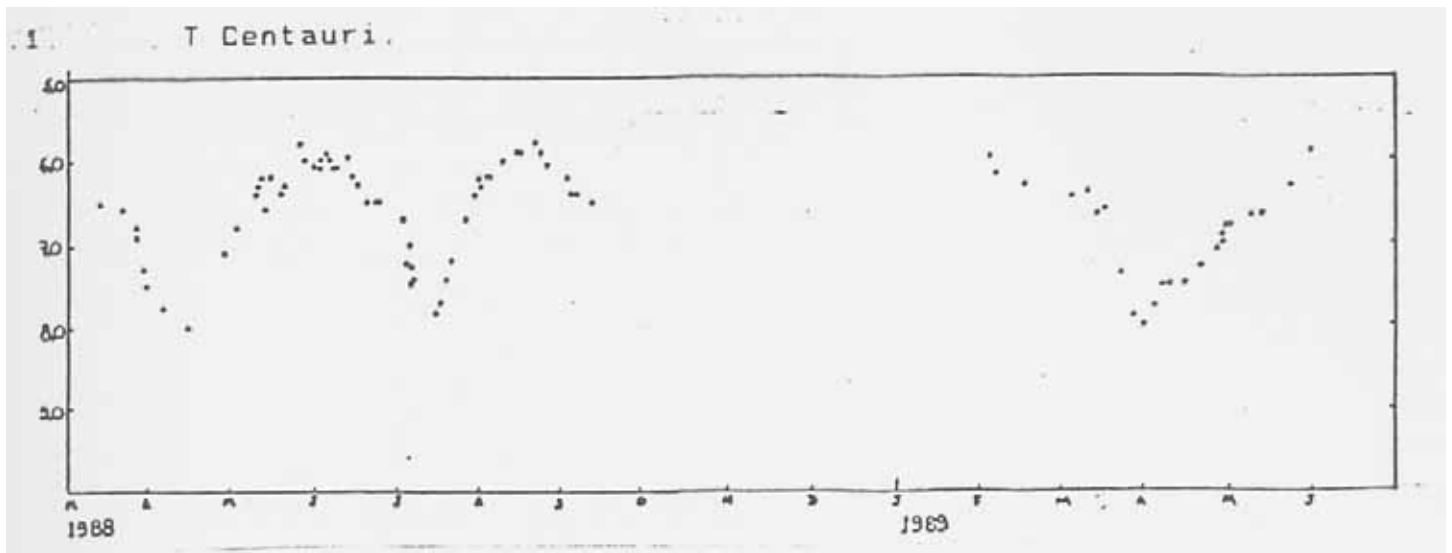
OBSERVADOR	T CENTAURI	L2 PUPPIS	R SCUTI
Avelino Alves	43	0	12
André Luiz da Silva	33	33	28
Antonio P. Filho	0	23	41
Carlos Colesanti	1	10	1
Edvaldo Trevisan	4	0	2
Luiz E. Castro	0	3	4
Marcos F. Lara	9	86	36
Reinaldo del Dotore	2	7	0
Renato Levai	0	0	28
Tasso A. Napoleão	33	45	25
	-----	-----	-----
Totais	125	207	177

Textos-base: projetos 02/88, 12/88 e 17/88 da REA.

Técnica de estimativas: Pickering, usando-se o “Variable Star Atlas” e cartas complementares da AAVSO. Na maior parte, as estimativas foram realizadas com binóculos, embora refletores e lunetas de pequeno porte tenham sido utilizadas, no caso de T Centauri.

## 4. CURVAS DE LUZ.

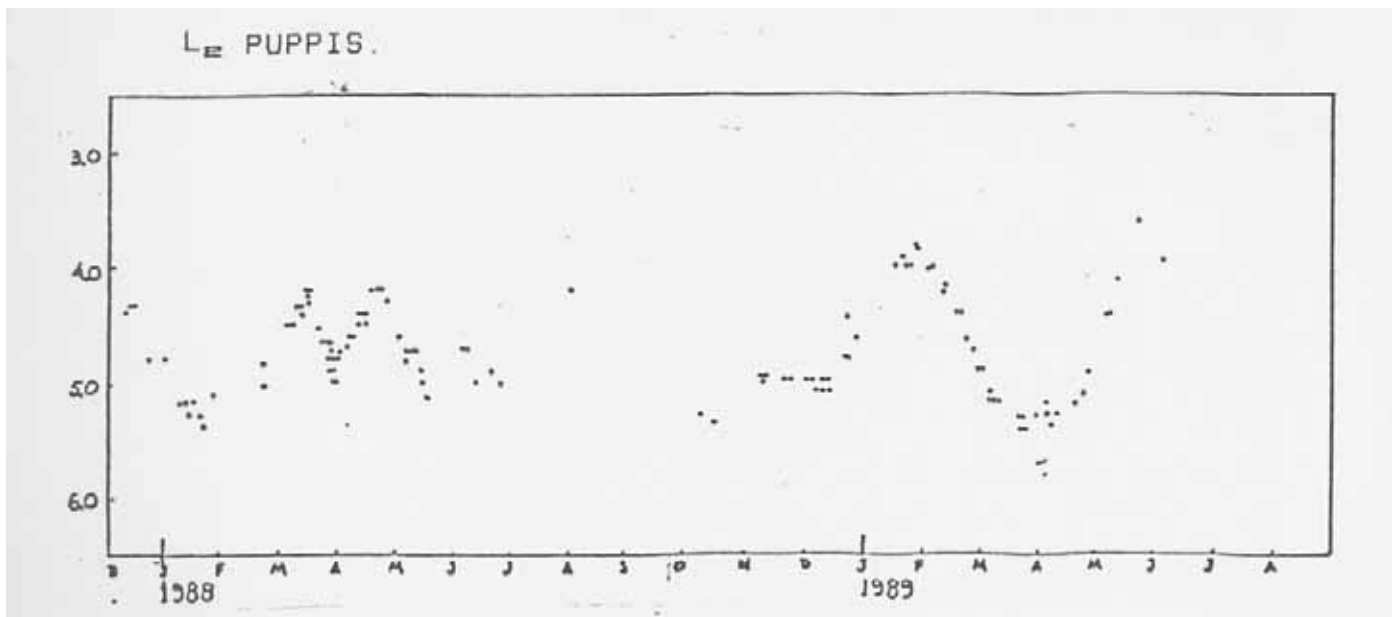
### 4.1. T Centauri.



Pelo menos três máximos e três mínimos tiveram bom acompanhamento. No período entre outubro/88 e janeiro/89 não foram obtidas estimativas, em parte pela conjunção solar da estrela, em parte por más condições meteorológicas; o máximo ocorrido provavelmente em meados de janeiro, portanto, não pôde ser considerado na redução dos dados.

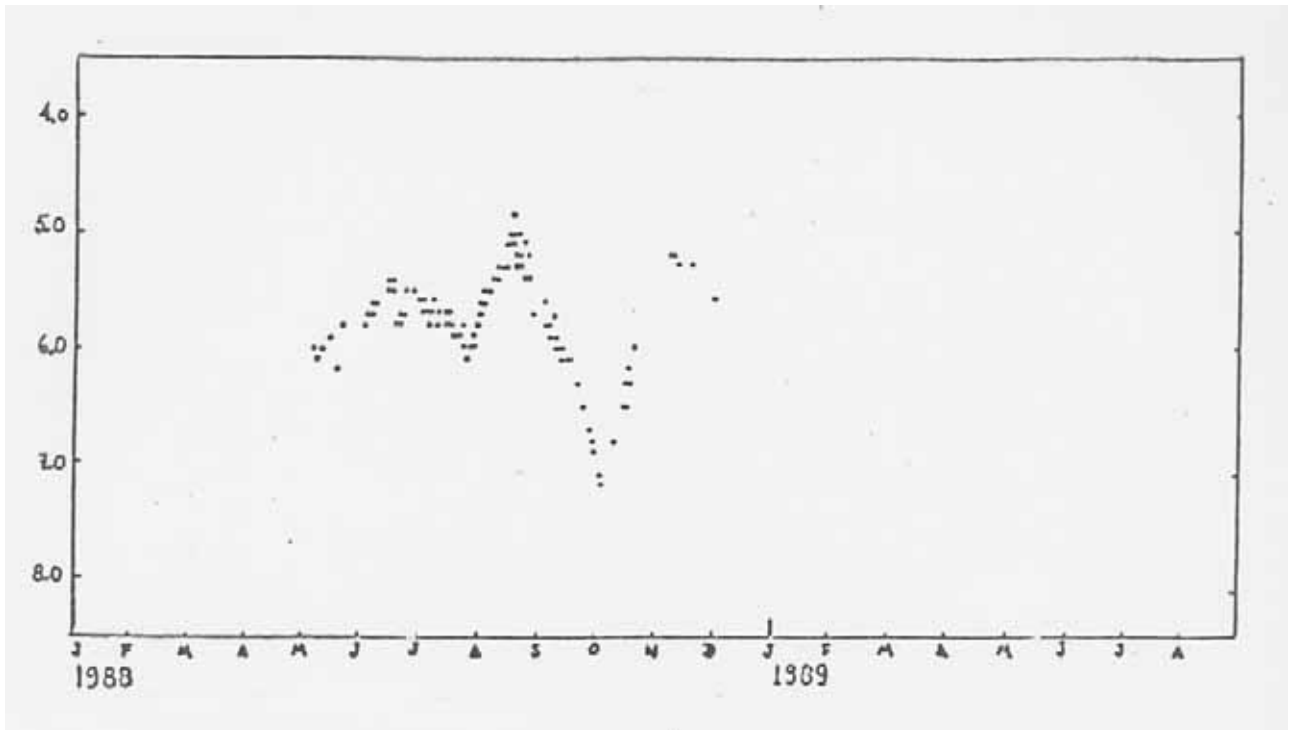
Apesar da evidente periodicidade da estrela, já se percebe menor regularidade em T Centauri que em LPV típica como as vistas nos artigos anteriores.

### 4.2. L2 Puppis.



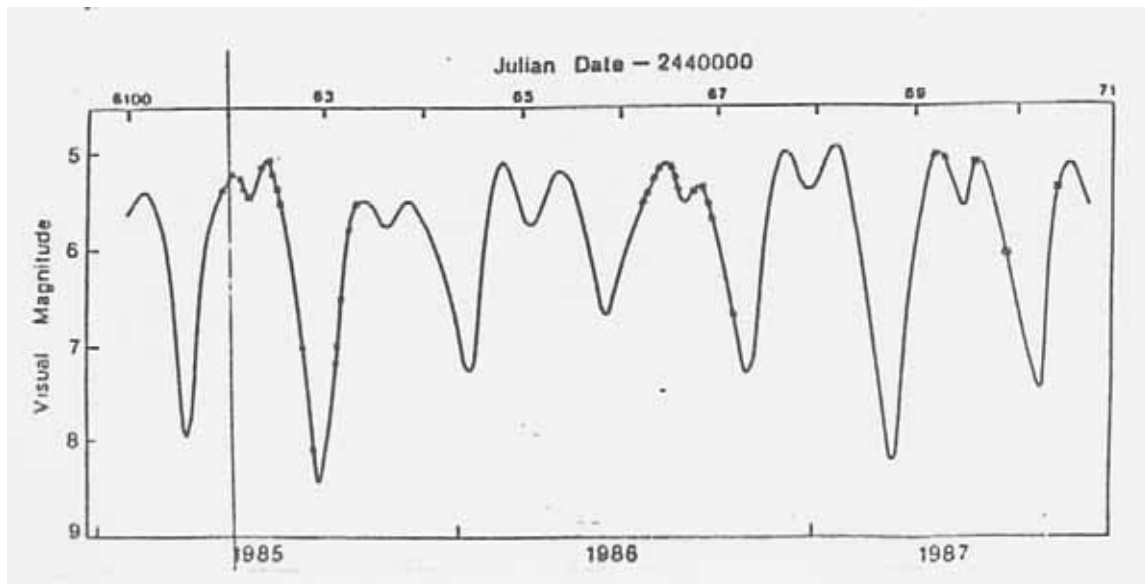
Ao ser comparada com gráfico de T Centauri, a curva de luz de L2 Puppis ilustra dramaticamente as diferenças (já mencionadas) entre as SRa e as SRb. Os trechos observados (até julho de 1988 e a partir de novembro de 1988) são evidentemente insuficientes para se caracterizar um período médio para L2 Puppis. A simples observação da curva de luz torna flagrante que pouco poderá ser deduzida da mesma (com exceção de datas de máximos ou mínimos). É óbvio que o acompanhamento continuado de L2 Puppis por mais alguns anos será indispensável, até que se possam tirar conclusões mais efetivas.

### 4.3. R Scuti.



Esta curva de luz (construída basicamente com estimativas de 1988) representa um trecho característico, contendo um “duplo máximo”, intercalado pelo mínimo secundário e pelo primário, nessa ordem. Aqui também, o monitoramento continuado será imprescindível (o que está sendo feito, por sinal).

Apenas para comparação, incluímos abaixo a curva de luz obtida pela AAVSO para R Scuti, nos anos de 1985 a 1987.



A semelhança entre as duas curvas é óbvia, demonstrando ainda a morfologia típica da classe RVa, à qual R Scuti pertence.

## 5. CONCLUSÕES DA CURVA DE LUZ.

### 5.1. T Centauri.

Três mínimos puderam ser obtidos com razoável precisão. A redução gráfica (método de Pogson) revelou:

Data (mín.)	Dia Juliano	Magnitude
Abril 15,1988	2447266,5	8.0
Julho 14,1988	2447356,5	7.8
Abril 15,1989	2447631,5	7.8

O período medido com base nos dois primeiros mínimos (consecutivos) resultou em 90 dias. De forma análoga, três máximos puderam ser registrados:

Data (mín)	Dia Juliano	Magnitude
Mai 24,1988	2447305,5	5.8
Agosto 21,1988	2447394,5	5.8
Mai 27,1989	2447673,5	5.9

O período com base nos dois primeiros máximos (consecutivos) resultou em 89 dias.

Boa consistência pôde ser obtida em relação aos dados da literatura existente (ver seção 2).

Com base nos parâmetros observacionais, a REA elaborou as seguintes previsões para os dois máximos seguintes, vistos conjuntamente com as previsões da AAVSO, dados por seu "Bulletin 52":

REA: Agosto 25, 1989; Novembro 22, 1989

AAVSO: Agosto 25, 1989; Novembro 24, 1989

Finalmente, o desvio (O-C) foi calculado, tomando-se o Catálogo de Moscou como referência "teórica", e pelo processo mencionado no artigo anterior. Obtivemos 0,88% baseados no primeiro máximo e 0,89% no segundo máximo. Observe-se a diferença entre esses valores e aqueles registrados para as LPV, vistas no artigo precedente.

### 5.2. L2 Puppis.

Foram registrados máximos irregulares em 1988/89:

Data (mín)	Dia Juliano	Magnitude
Março 15,1988	2447235,5	4.4
Abril 21,1988	2447272,5	4.4
Janeiro 24,1989	2447550,5	3.8
Mai 23,1989	2447669,5	3.6

Também de forma errática, foram registrados os seguintes mínimos:

Data (mín)	Dia Juliano	Magnitude
Fevereiro 18,1988	2447209,5	5.8
Abril 29,1988	2447280,5	5.0
Março 30,1989	2447615,5	5.6

A aleatoriedade dos dados não permite a determinação do período. Igualmente, nenhuma previsão confiável sobre as datas dos próximos máximos / mínimos pode ser efetuada para esta estrela. Também o desvio (O-C) não tem significado, pelo mesmo motivo.

### 5.3. R Scuti

Durante o período de observação, registraram-se dois máximos com magnitudes bastantes próximas:

- Primeiro máximo: 21 de junho de 1988 (DJ 2447333,5), com magnitude 5,1.
- Segundo máximo: 18 de agosto de 1988 (DJ 2447391,5), com magnitude 5,0.

De forma intercalada com os máximos, registraram-se dois mínimos de intensidade bem distinta, como segue:

- Mínimo Secundário: 24 de julho de 1988 (DJ 2447366,5), com magnitude 6,0.
- Mínimo Primário: 3 de outubro de 1988 (DJ 2447437,5), com magnitude 7,2.

Os intervalos de tempo (em dias) entre os eventos foram os seguintes:

- Intervalo entre os mínimos: 71 dias.
- Intervalo entre os máximos: 58 dias.
- Declínio de primeiro máximo até o mínimo secundário: 33 dias.
- Recuperação de brilho desde o mínimo secundário até o segundo máximo: 25 dias.
- Declínio do segundo máximo ao mínimo primário: 46 dias.

Esses parâmetros serão monitorados nos ciclos seguintes de R Scuti, para verificar se as relações entre os diversos intervalos obedecem a alguma regularidade. A previsão feita pela REA para o próximo mínimo primário de R Scuti (afetada de incerteza, em virtude do período relativamente curto de observação) indicava-o na segunda quinzena de julho de 1989 (\*).

Finalmente, o desvio (O-C) foi calculado da forma já descrita anteriormente, e baseada no mínimo primário de outubro; o valor resultante foi de 0,3%.

\* Essa previsão foi posteriormente confirmada pela observação; os resultados correspondentes serão publicados em reportes futuros.