

A Observação de Variáveis Eruptivas com Pequeno Instrumental

Antonio Padilla Filho

1. INTRODUÇÃO.

Através da observação visual de estrelas variáveis os astrônomos amadores vêm prestando valiosa colaboração ao longo dos anos ao desenvolvimento da ciência, principalmente no estudo da evolução estelar.

Estrelas variáveis requerem acompanhamento sistemático permanente para que melhor se estude seu comportamento de médio e longo prazo ou mesmo se verifique atividades anômalas ocasionais. São conhecidas mais de 28 mil estrelas com variação de brilho comprovada, além de 14 mil com suspeita de variação, requerendo confirmação. Diante desses números é natural que sejam necessários muitos observadores em constante atividade para suprir a demanda observacional nesta área.

Somente a Associação Americana de Observadores de Estrelas Variáveis - AAVSO - recebe anualmente mais de 260 mil observações de variáveis, entre estimativas visuais e fotoelétricas, de 550 observadores de diversos países, inclusive cinco do Brasil. Essas observações são avaliadas e introduzidas no banco de dados, que é solicitado constantemente por profissionais empenhados em estudar tipos específicos de variáveis. Atualmente a AAVSO trabalha em estreita colaboração com os coordenadores do satélite Hipparcus, preparando efemérides para variáveis de grande amplitude. Esse satélite realiza medidas da paralaxe de milhares de estrelas, entre as quais 281 variáveis de longo-período e semi-regulares, que ainda não têm parâmetros de distância totalmente determinados.

Nas duas últimas décadas intensificou-se o interesse dos profissionais pelo estudo de variáveis cataclísmicas, em função do avanço da tecnologia e pela possibilidade da utilização de satélites dotados de sensores infravermelhos, ultravioletas e de raios-X. Nesse aspecto os amadores tiveram participação ativa, através do fornecimento de dados em tempo real, permitindo que os satélites fossem acionados no momento em que uma erupção estivesse em curso. As medidas obtidas naqueles comprimentos de onda são também confrontadas com as estimativas visuais dos amadores, feitas em terra, obtendo-se resultados altamente satisfatórios.

2. VARIÁVEIS ERUPTIVAS.

Cerca de 8% das estrelas variáveis conhecidas pertencem à classe das eruptivas. São aproximadamente 2300 estrelas que variam de brilho em consequência de atividades eruptivas em suas camadas externas ou mesmo consomem-se em uma grande explosão, como em algumas

supernovas.
REA - REPORTE Nº 4

Enquanto as estrelas variáveis pulsantes são dotados de regularidade em seus períodos ou amplitude de variação, as eruptivas se comportam de forma imprevisível. A ascensão (ou queda) de brilho se manifesta com grande rapidez, o que obriga o observador a uma frequência diária de observações, aproveitando toda noite favorável.

Assim como em outras classes de variáveis (pulsantes, eclipsantes e rotacionais), as eruptivas subdividem-se em tipos específicos, que têm em comum a natureza de seu comportamento, a classe espectral e outros aspectos. Os principais tipos são: a) Novas; b) Novas Recorrentes; c) Supernovas; d) Novas-anãs; e) Novas-reversas; f) Simbióticas; g) Contrativas. Alguns autores incluem as variáveis contrativas em uma classe à parte, denominada de "Variáveis Nebulares".

Um pequeno refrator de 8 cm de abertura já será suficiente para observar pelo menos uma centena de eruptivas, muitas delas de comportamento pouco conhecido. Mesmo que o pequeno instrumento só alcance o pico de brilho de uma explosão, a observação se revestirá de importância na medida que poucos observadores estejam atentos a ela. A frequência e duração das observações dependerão do tipo de eruptiva escolhida. As estrelas do tipo UV Ceti devem ser observadas continuamente durante pelo menos 15 minutos, em várias sessões por noite, enquanto as Novas-anãs devem ser vigiadas uma vez por noite. A seguir é feita uma análise de cada tipo importante de eruptiva, alguns exemplos são citados bem como a metodologia observacional a ser seguida.

3. NOVAS.

São estrelas anãs quentes que aumentam subitamente entre 7 a 15 magnitudes em poucos dias e retornam lentamente ao seu estágio anterior em questão de anos. A frequência de Novas em nossa Galáxia anualmente pode ser superior a cinco dezenas, conforme estimativa recente, mas a maioria deixa de ser observada por nós devido ao obscurecimento provocado por nuvens interestelares.

O maior desafio para o amador que observa variáveis é descobrir uma estrela Nova. Somente na década de 60 iniciou-se um programa de busca de Novas a nível visual, notabilizando-se o inglês George Alcock por quatro descobertas ao longo de duas décadas. O método consiste em memorizar campos estelares até 7ª ou 8ª magnitude ao longo da via láctea, utilizando binóculos de forma sistemática. Atualmente a procura de Novas

por meio fotográfico está muito difundida. As chapas fotográficas são analisadas aos pares pelo método de comparação “blink” e alguma intrusa logo se revela ao campo fotografado. Este método só leva vantagem sobre o visual se o trabalho de revelação for feito na mesma noite da fotografia.

O amador interessado nessa área deve ter um bom atlas estelar, como o da AAVSO ou o Uranometria 2000, e sempre procurar confirmar alguma suspeita com outros colegas antes de dar um alerta. A procura de Novas revela-se um agradável meio de conhecer o céu e em pouco tempo o amador estará familiarizado com a(s) área(s) que escolheu para sua patrulha diária.

4. NOVAS RECORRENTES.

Quando uma estrela Nova passa por um segundo episódio explosivo de grande intensidade é denominada Nova Recorrente. Atualmente são conhecidas 9 estrelas desse tipo na nossa galáxia e pelo menos uma na Nuvem de Magalhães. As Novas Recorrentes são sistemas estelares binários compostos por uma gigante vermelha e uma anã branca com um disco de acreação ao redor. A constante transferência de matéria para a componente mais massiva do sistema acaba provocando um desequilíbrio, que resulta em uma grande explosão. Atualmente procura-se estabelecer uma relação entre os intervalos das explosões e o período de revolução das componentes do sistema binário.

A vigilância sistemática dos campos onde estão as Novas Recorrentes pode ser desenvolvida pelo amador com pequeno instrumental pois todas as estrelas deste tipo conhecidas atingem pelo menos a nona magnitude no pico de brilho.

A mais notável Nova Recorrente é T Coronae Borealis, cujas explosões observadas ocorreram em 1866 e 1946, quando atingiu a 2ª e 3ª magnitude, respectivamente. Devido ao rápido declínio de brilho após as explosões, outras erupções podem ter ocorrido e não observadas mas pelo menos três mini-explosões de duas magnitudes de amplitude já foram registradas.

Em seu estado normal T Coronae Borealis situa-se em torno de magnitude 10.0, o que a coloca acessível ao pequeno instrumental. Em toda observação dessa estrela deve ser feita a estimativa visual de brilho a fim de verificar pequenas oscilações de brilho que podem ocorrer.

Novas Recorrentes Galacticas

Estrela expl.observ.	coor(1950)	max	min
T Pyxidis	09h02m - 32°	6.5	15.3
1890, 1902, 1920, 1944, 1966.			
T Cr. Borealis	15h57m +26°	2.0	10.8
1866, 1946.			
U Scorpii	16h19m -17°	8.8	19.2
1863, 1906, 1936, 1979, 1987.			
RS Ophiuchi	17h47m -06°	4.3	12.5

1898, 1933, 1958, 1967, 1985.			
V745 Scorpii	17h52m -33°	9.7	—
1937, 1989.			
V394 Cr Aust.	17h57m -39°	7.5	20
1949, 1987.			
V1017 Sgtarii	18h28m -29°	7.2	14.7
1901, 1919, 1973.			
WZ Sagittae	20h05m +17°	6.3	16
1913, 1946, 1978.			
VY Aquarii	21h09m -09°	8.4	16
1907, 1962.			

5. SUPERNOVAS.

O amador munido de pequeno instrumental tem seu campo de ação muito limitado no que se refere à observação de estrelas supernovas. A explosão em supernova é o estágio final de uma estrela supermassiva, que se transforma em um estrela de nêutrons após o cataclisma.

Somente as supernovas verificadas nas galáxias mais próximas, ou a nossa própria, podem ser observadas através de pequeno instrumental caso a luz emanada por elas não seja interceptada por camadas de poeira ou gás interestelar. No início do se. XVIII uma supernova provavelmente explodiu na nossa galáxia, em Cassiopéia, mas não há registro algum desse acontecimento. Sua luz foi barrada por matéria opaca mas seus remanescentes são detectados atualmente através de radiotelescópio. Nos últimos mil anos poucas supernovas extragalácticas atingiram magnitude superior a 10. Em 1885, uma supernova na galáxia de Andrômeda chegou a sexta magnitude, decaindo lentamente de brilho ao longo de cinco meses. Em agosto de 1937 outro exemplar ocorreu na galáxia IC 4182, atingindo mag. 8.2.

Em 24 de fevereiro de 1987 o astrônomo canadense Ian Sheldon, realizando exposições fotográficas da Grande Nuvem de Magalhães, descobriu a supernova 1987a, a mais brilhante observada nos últimos 380 anos. Em seu máximo brilho alcançou a mag. 2.8, tendo sido observada a olho nú durante 10 meses. Ao pequeno refrator de 6 cm essa estrela foi observada até outubro de 1988, com mag. 10.0.

Eis as supernovas mais brilhantes nesse milênio:

- SN 1006, em Lupus, teria chegado a mag. -1.0.
- SN 1054 - explodiu a 4 de julho daquele ano, segundo testemunhos deixados pelos chineses, e que hoje pode ser observada como a Nebulosa do Caranguejo (M1), em Touro. Esta supernova teria sido vista durante o dia.
- SN 1572, em Cassiopéia, também nomeada estrela de Tycho, foi tão brilhante quanto Vênus.
- SN 1604, em Ophiuchus, ou estrela de Kepler, foi tão brilhante quanto Júpiter.
- No início do se. XVIII uma outra supernova teria ocorrido em Cassiopéia mas não pode ser observada

devido ao obscurecimento de sua luz causada por matéria interestelar. Seus remanescentes, entretanto, são detectáveis ao radiotelescópio.

- SN 1885, na Galáxia de Andrômeda, foi descoberta por Hartwig em 20 agosto daquele ano, tendo atingido em seu pico de brilho a mag. 5.4.

- SN 1987A, na Galáxia de Magalhães, ou Grande Nuvem de Magalhães, em Doradus, explodiu em 23 de fevereiro de 1987, sendo vista a olho nú durante 10 meses. Em seu máximo brilho, ocorrido em meados de maio de 1987, chegou a mag. visual de 2.8.

6. NOVAS-REVERSAS.

São estrelas supergigantes que se comportam de maneira inversa às demais eruptivas: ao invés do aumento súbito de brilho o que ocorre é a diminuição de forma imprevisível. As 'crises' nas estrelas R Coronae Borealis - como também são denominadas - devem-se à concentração de partículas de carbono na atmosfera, expelidas do interior desses astros a intervalos irregulares. A queda de brilho ocorre em poucos dias e a recuperação pode demorar desde algumas semanas até alguns meses.

Existem cerca de 40 exemplares conhecidos dessas eruptivas e a mais notável é a estrela-protótipo dessa categoria. R Coronae Borealis pode ser observada com binóculos normalmente, quando está com sexta magnitude. O monitoramento dessa estrela deve ser diário e ao sinal de início de diminuição de brilho as estimativas podem ser feitas três vezes por noite. No início de junho de 1990, R Coronae Borealis passou por flutuações de brilho atípicas, variando mais de 4 magnitudes em apenas dois dias, recuperando seu brilho normal depois de uma semana.

7. NOVAS-ANÃS.

São sistemas binários constituídos por duas estrelas anãs quentes, muito próximas, ou subanãs, com um período curto de revolução orbital.

Essas estrelas comportam-se como Novas em miniatura, apresentando aumentos súbitos de brilho de pouco mais de 24 horas e retorno ao estágio anterior em menos de uma semana.

A estrela U Geminorum é a mais famosa desse tipo de eruptiva, com explosões a intervalos médios de 100 dias. Em seu máximo brilho atinge a 9^a magnitude, estando acessível portanto ao pequeno instrumental, mas em seu mínimo situa-se em 14^a magnitude - com pequenas oscilações de 0.9 magnitude de amplitude. Observar uma erupção de U Geminorum é um pequeno desafio para o amador mas flagrá-la em plena ascensão de brilho é um mérito maior. As observações de seu campo visual devem ser diárias e mesmo não estando ao alcance do instrumento deve ser anotada a magnitude da estrela mais fraca. Assim, tem-se a estimativa: U Gem < 10.8 - U Geminorum mais fraca que mag. 10.8. Esta pode ser uma estimativa importante caso a estrela esteja em processo de erupção mas ainda não tenha atingido o limite de seu instrumento.

além das U Geminorum as Novas-anãs comportam mais dois subtipos: as estrelas SU Ursae Majoris e as Z Camelopardi. As primeiras têm períodos mais curtos que as U Gem, tipicamente entre duas semanas a dois meses, além de apresentarem supermáximos de brilho em maiores intervalos de tempo. O período orbital dos componentes das SU UMa é inferior a duas horas. As estrelas Z Camelopardi diferenciam-se das SU UMa ao apresentarem interrupções (standstills) na ascensão ou declínio de brilho, permanecendo em um patamar intermediário durante meses. Esta rara classe tem cerca de 30 exemplares conhecidos.

8. SIMBIÓTICAS.

Constituem uma categoria de comportamento muito heterogêneo, estando aí incluídos alguns exemplares tipicamente de longo período. São também sistemas binários constituídos por uma gigante vermelha e uma subanã azul normalmente. Estas estrelas apresentam variação tipicamente semi-regular mas também têm características eruptivas a intervalos irregulares.

9. CONTRATIVAS.

São estrelas que se encontram em processo de contração gravitacional, podendo estar associadas a nebulosas ou não. As atividades eruptivas dessas estrelas ocorrem sem a mínima periodicidade e são extremamente passageiras, podendo durar alguns minutos.

As variáveis contrativas associadas a nebulosas comportam alguns subtipos, dentre os quais destacam-se as do tipo Orion, as do tipo T Tauri e as do tipo 'flash'. As duas primeiras têm amplitude de variação média da ordem de uma magnitude e devem ser observadas a cada quinze minutos, pelo menos quatro vezes por noite. A maior dificuldade nas estimativas é não deixar se influenciar pela observação anterior, sendo o mais recomendado realizar a coincidência de dados. As variáveis 'flash' requerem observação contínua já que os abrilhantamentos são muito rápidos, inferiores a 1 segundo, ocorrendo simultaneamente emissão de raios gama. Um programa internacional, do qual faz parte o Observatório do Capricórnio, inclui as seguintes estrelas como projeto observacional: 66 Oph, β Eri, α Cir, S For, vOph, τ CBr, ϵ Peg. Com exceção de S Fornacis, de mag. 8.5, todas são visíveis a olho nú.

Entre as contrativas não nebulares destacam-se as do tipo RW Aurigae e as do tipo flare. As primeiras devem ser observadas também a cada quinze minutos, pelo menos quatro vezes por noite pois apresentam oscilações rápidas entre 0.5 a 1.0 magnitude de amplitude. Estas estrelas assemelham-se às do tipo Orion. As variáveis do tipo 'flare' são tão peculiares que alguns autores as consideram de forma separada, como um subtipo típico das eruptivas. São anãs-vermelhas de pouca luminosidade e massa que apresentam abrilhantamentos entre 0.1 até 6 magnitudes de amplitude, durante menos de cinco minutos, a

intervalos totalmente desprovidos de regularidade. Estes brilhantamentos são consequência de fenômenos eruptivos semelhantes aos 'flares' do Sol mas que por acontecerem em estrelas tão pouco luminosos têm como consequência um aumento exponencial de brilho. A mais típica representante deste grupo é UV Ceti, de 12^a magnitude. Um flare de 1.5 mag já seria visível através de um pequeno refrator de 6 cm. As observações devem ser realizadas em sessões contínuas de pelo menos 10 minutos, várias vezes por noite, cronometrando-se cuidadosamente os horários dos flares. Também é um trabalho que pode ser feito com a participação paralela de outros observadores para posterior comparação de dados.

10. ESTRELAS VARIÁVEIS ERUPTIVAS ACESSÍVEIS AO PEQUENO INSTRUMENTO.

Estão relacionadas abaixo 79 variáveis eruptivas dos mais diversos tipos, acessíveis a pequenos instrumentos (refratores até 8cm e refletores até 15 cm de abertura), situadas entre as declinações +50° até -90°.

estrela	AR 1950	Decl.	tipo	subtipo	amplitude
WW Cet	00h08m	-11°46'	Nova-anã	Z Cam	9.3-16
DZ And	00h29m	+25°43'	Nova-ver		9.7-14
RX And	01h01m	+41°02'	Nova-anã	Z Cam	10.3-13.5
UV Cet	01h36m	-18°13'	Contrat.	Flare	7.0-12
VW Hyi	04h09m	-71°25'	Nova-anã	SU UMa	8.4-14.4
RY Tau	04h18m	+28°20'	Contrat.	RW Aur	8.6-10.6
T Tau	04h19m	+19°25'	Contrat.	T Tau	9.4-13
VY Ta	u04h36m	+23°14'	Nova-anã ?		9.0-14.5p
AB Aur	04h49m	+30°23'	Contrat.	T Ori	7.2-8.4
UX Ori	05h02m	-03°51'	Contrat.	RW Aur	8.7-12.6
RW Aur	05h04m	+30°20'	Contrat.	RW Aur	9.0-12
UV Aur	05h18m	+32°28'	Simbiótica		7.5-10.1
CQ Tau	05h32m	+24°43'	Contrat.	RW Aur	8.2-10
V372 Ori	05h32m	-05°36'	Contrat.	RW Aur	9.0-12
NU Ori	05h33m	-05°18'	Contrat.	RW Aur	6.5-7.6
V359 Ori	05h33m	-04°52'	Contrat.	RW Aur	6.9-9.1
NV Ori	05h33m	-05°35'	Contrat.	RW Aur	9.5-11.3
T Ori	05h33m	-05°30'	Contrat.	T Ori	9.4-12.6
SU Tau	05h46m	+19°03'	Nova-ver		9.5-16
SS Lep	06h02m	-16°29'	Simbiótica		4.8-5.1
SS Aur	06h09m	+47°46'	Nova-anã	U Gem	10.0-14.8
IR Gem	06h44m	+28°05'	Nova-anã		10.7-14.5
PZ Mon	06h45m	+01°16'	Contrat.	Flare?	8.8-9.7
Z CMa	07h01m	-11°29'	Contrat.	T Ori	8.9-11.3
BX Mon	07h22m	-03°30'	Simbiótica ?		8.5-12
YZ CMi	07h42m	+03°40'	Contrat	Flare	0.5-12.9
U Gem	07h52m	+22°08'	Nova-anã	U Gem	8.9-14
Z Cha	08h08m	-76°24'	Nova-anã	SU UMa	11.4-15.3
RX Pup	08h11m	-41°24'	Simbiótica		11.1-14.1p
CU Vel	08h56m	-41°40'	Nova-anã		10.7-15.5
SY Cnc	08h58m	+18°05'	Nova-anã	Z Cam	9.5-12
T Pyx	09h02m	+32°11'	Nova-recor.		7.0-14.5
WY Vel	09h20m	-52°21'	Simbiótica		7.6-9
X Leo	09h48m	+12°07'	Nova-anã		11.5-15
HR Car	10h21m	-59°22'	peculiar	(R Crb)	8.2-9.6
RT Car	10h42m	-59°09'	Simbiótica		9.2-10.7
AG Car	10h54m	-60°11'	peculiar		7.1-9
T Leo	11h35m	+03°35'	Nova-anã		9.7-15
UW Cen	12h40m	-54°15'	Nova-ver		8.7-12

TX CVn	12h42m	+37°02'	Simbiótica		8.3-10.7
EX Hya	12h49m	-28°58'	Nova-anã		9.6-14
Y Mus	13h02m	-65°15'	Nova-ver		9.8-11
BV Cen	13h28m	-54°45'	Nova-anã	SU UMa	10.7-13.6
RW Hya	13h31m	-25°07'	Simbiótica		9.5-10.5
UV Boo	14h20m	+25°46'	Contrativa	Irr	7.4-8.7
V854 Cen	14h31m	-39°20'	Nova-ver		7.5-15.5
S Aps	15h04m	-71°53'	Nova-ver		9.5-15
R CrB	15h46m	+28°19'	Nova-ver		5.6-14.8
T CrB	15h57m	+26°04'	Nova-ver		2.3-10
RZ Nor	16h24m	-53°03'	Nova-ver		11.1-12.7p
AH Her	16h41m	+25°25'	Nova-anã		10.2-14.7
AK Sco	16h51m	-36°49'	Contrat.	RW Aur	8.7-10.2
XX Oph	17h41m	-06°15'	peculiar		9.1-11.1
RS Oph	17h47m	-06°42'	Nova-recor.		4.0-12
AR Pav	18h10m	-66°07'	Simbiótica		10.2-12.7p
RS Tel	18h15m	-46°34'	Nova-ver		8.5-12
V1017Sgr	18h28m	-29°26'	Nova-recor.		6.2-14
V CrA	18h44m	-38°13'	Nova-ver		9.8-14
FN Sgr	18h50m	-19°03'	Simbiótica		9.0-14
TY CrA	18h58m	-36°57'	Contrativa		8.8-12.6
RY Sgr	18h13m	-33°37'	Nova-ver		6.5-14
BF Cyg	19h21m	+29°34'	Simbiótica		9.3-13.3
CH Cyg	19h23m	+50°08'	Simbiótica		6.8-8.0
UU Aql	19h54m	-09°27'	Nova-anã		11.0-16.8
V1016Cyg	19h55m	+39°42'	Simbiótica		11.0-17.5
P Cyg	20h15m	+37°53'	peculiar		3.0-5
V Sge	20h18m	+20°57'	Nova-anã ?		9.5-13.8
AE Aqr	20h37m	-01°03'	Nova-anã		10.7-11.5
VY Aqr	21h09m	-09°02'	Nova-recor.		8.4-16
VZ Aqr	21h27m	-03°13'	Nova-anã		11.5-15
SS Cyg	21h40m	+43°21'	Nova-anã	U Gem	8.2-12
AG Peg	21h48m	+12°23'	Simbiótica		6.4-8.2
RU Peg	22h11m	+12°27'	Nova-anã		9.7-13.0
EV Lac	22h44m	+44°04'	Contrativa	Flare	8.5-11
EZ Peg	23h14m	+25°20'	Nova-anã ?		9.5-10.5
DX And	23h27m	+44°00'	Nova-anã		10.9-16.4p
EQ Peg	23h29m	+19°40'	Contrativa	Flare	9.8-10.5
Z And	23h13m	+48°32'	Simbiótica		8.0-11.5
R Aqr	23h41m	-15°34'	Simbiótica		5.9-11.4

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Burnhan, Robert - Burnhan's Celestial Handbook, vols. I, II e III Dover, NY, 1978. USA.
- da Silva, L.A.L. - Estrelas Variáveis, ed. do autor, Porto Alegre, 1980.
- Charles, Philip A. - The Mysterious SU UMa Stars, Sky & Telescope, June, 1990, USA.
- Levy, David - Observing Variable Star, Cambridge Univ. Press, NY, 1989, USA.
- Mattei, Janet - Notice to Observers, March, 1991, AAVSO, USA.