

REA/BRASIL

REDE DE ASTRONOMIA OBSERVACIONAL BRASIL

REPORTE Nº 9

MAIO 2000

Editorial

Esta edição do “Reporte” marca a nova fase adotada pela REA/Brasil no desenvolvimento da observação astronômica sistemática. O ano de 1999 marcou a transição da tradicional estrutura de comunicações e envio de dados inaugurada em 1998 para a estrutura atual totalmente virtual e apoiada na lista REANET e em um sistema de homepages na Web. Os Reportes passaram a ser a única forma de comunicação impressa da REA.

Esta nova fase se caracteriza pela comunicação mais rápida entre seus membros, e isto se provou acertado, como por exemplo nas campanhas da V382 Vel, DD Cir, Leonídeos e W Crucis, cujas reduções e resultados são vistos nesta edição. A produção de observações deu um grande salto em quantidade e qualidade, com a adesão de numerosos observadores do Brasil e da América do Sul.

Mudanças também ocorreram na estrutura de coordenação das observações, bem como na administração da rede. A REA dispõe agora de um Conselho Diretor, responsável pela aprovação das diretrizes que normatizam pela Rede, e um Diretor Executivo, que implementa as diretrizes e dirige a REA em seu dia-a-dia. Reportando-se a ele, existem as coordenações das áreas observacionais, os Webmasters da REANET e da homepage central da REA, e a editoria de publicações. Ainda no ano de 2000, novas mudanças serão implementadas - entre elas a instalação de bancos de dados descentralizados em cada homepage de área e a transformação da HP central em um portal de acesso para toda a atividade observacional da REA.

A homepage central da REA pode ser acessada em :

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9355>

A todos os nossos amigos, colaboradores e observadores, desejamos uma boa leitura do presente Reporte, e que as críticas e sugestões nos sejam enviadas para tornarmos este veículo, que é de todos nós, cada vez melhor.

Boas observações!

Coordenação de publicações - REA/Brasil

Expediente

O Reporte nº 9 é uma publicação da REA/Brasil - Rede de Astronomia Observacional - Brasil, entidade amadora de âmbito brasileiro, que inclui com muita honra também associados de nossos países-vizinhos na América do Sul.

Os Reportes são distribuídos aos associados da REA/Brasil e a diversas entidades astronômicas amadoras e profissionais, no Brasil e países latino-americanos.

A comunicação entre os membros é feita através e exclusivamente pela Internet por meio de uma lista eletrônica denominada REANET.

Membros do conselho da REA :

Adriano Aubert Silva Barros (Maceió)
Antonio Coêlho (Brasília)
Antonio Padilla Filho (Rio de Janeiro)
Avelino Alves (Florianópolis)
Carlos Colesanti (São Paulo)
Claudio Brasil Leitão Jr (São Paulo)
Cristóvão Jacques (Belo Horizonte)
Edvaldo José Trevisan (São Paulo)
Frederico Funari (São Paulo)
Helio de Carvalho Vital (Rio de Janeiro)
José Carlos Diniz (Rio de Janeiro)
Luiz Henrique Duczmal (Belo Horizonte)
Marco De Bellis (Rio de Janeiro)
Nelson Falsarella (São José do Rio Preto)
Paulo Roberto Moser (Guararema)

Diretor executivo da REA:

Tasso Augusto Napoleão (São Paulo - SP)

Coordenador de publicações e editor dos Reportes:

Edvaldo José Trevisan (São Paulo, SP)

Webmaster e administrador da REANET:

Willian Souza (São Paulo, SP)

CAPA: ETA CARINAE

Autor: José Carlos Diniz

Camera: Olympus OM1

Filme: KODAK PJM ISO 640

Tempo exposição: 40 minutos

Local: Muri - Nova Friburgo - RJ - Brasil

Abstracts

TRANSIENT LUNAR PHENOMENA.

An invitation for the regular monitoring of transient lunar phenomena is made in this article. Brazil still has few observers acting in this field and the author would like to coordinate a dedicated group to report TLPs.

1997 MARCH 24 PARTIAL LUNAR ECLIPSE Some Preliminary Data and Comments

Summary of umbral enlargement factors calculated by the author (REA's Eclipses Section Director) and using a 1/298.26 flattening for the umbra, for selected limb and midcrater timings made by REA observers for the 1997 March 24 partial lunar eclipse.

ASTROMETRIC OBSERVATIONS OF THE MINOR PLANETS AND COMETS DURING 1999.

The activities of the minor planet and comet astrometry programs at Observatório Abrahão de Moraes (Valinhos, SP, Brasil) and Observatório Wykrota (Serra da Piedade, MG, Brasil) during 1999 are described, including information on the discovery circumstances and orbital characteristics of the most interesting near-Earth asteroids (NEAs) and comets which were observed by these two stations. Among these, the most remarkable are the first two asteroids (1999 LD31 and 1999 LE31) to be discovered moving in retrograde orbits. The installation of a new robotic telescope at Valinhos and an intensive campaign of astrometric observations of NEAs using a remote robotic telescope at Tenagra Observatory (Cottage Grove, OR, USA) are also discussed.

OBSERVATIONS OF MUTUAL EVENTS IN THE GALLILEAN SATELLITES : Eclipse of Ganymede (III) by Callisto (IV), on August 1, 1997.

This mutual event was observed through CCD photometry, using a "Brandon" refractor with 94 mm diameter and focal length 658 mm, in conjunction

with a Pictor 1616 CCD camera. We have obtained 27 images of the pair Callisto + Ganymede, each one with size of 768 x 512 pixels. The integration time for each image was three seconds, starting at 00:11:13 UT of August 1, 1997, and ending at 00:35:41 UT. At a later stage, photometric measures of the pair's brightness were made using the "Epoch 2000" software. We have then calculated the relative brightness factor (in comparison to the non-eclipsed pair).

FINAL RESULTS FOR THE 1998 LEONIDS METEOR STREAM.

We present the final results of the reduction of observations of the 1998 Leonids meteors by REA members. Data from 17 observers throughout Brazil are presented with more than 900 meteors reported. The ZHR was around 204 meteors/hr, compared with 320 meteors/hr found by IMO three hours before Brazilian time. We comment also on the contamination from bright meteors (background components), which do not actually represent the population of this stream.

STUDY OF THE DIFFICULTIES IN THE METEOR PHOTOGRAPHIC COVERAGE.

"This article is a summarized study of the difficulties usually found in the meteor photographic coverage, based on data obtained during the 1998 REA observational program for the Leonids meteor stream."

VISUAL OBSERVATIONS OF THE COMET SOHO (C/1998J1).

Visual observations on the Comet SOHO (C/1998J1) and general descriptions of results by four observers, including photometric parameters and physical characteristics.

L CARINAE.

"We present here results of the reduction of 817 visual magnitude estimates of the Southern variable L Carinae, made by five members of LIADA in an effort to check results previously obtained by Ignacio Ferrín and other LIADA members back in 1988"

ANALYSIS OF THE LIGHT CURVE OF S CARINAE.

S Carinae (HD 88366) is a LPV located at RA 10h 09.4m (2000.0) and Dec $-61^{\circ} 33'$. Due to its southern declination, relatively few studies have been conducted on this star. REA's project number 10/88 was proposed by one of the authors (Napoleão) back in 1988, aiming at permanently monitoring this variable. This text summarizes the results and conclusions from REA's light curve between Feb 1988 and Mar 1997. A total of 667 magnitude estimates were effected by several REA/Brasil observers.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE LIGHT CURVE OF W CRUCIS IN 1999.

Summary of the results of the observing campaign held in 1999 for the Southern peculiar eclipsing variable W Crucis. 207 visual estimates, plus CCD photometry, plus photographic analysis were performed by several REA members. Both the conclusions of the observational data and a summary of the most recent theoretical models for this variable are presented.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE OBSERVATIONS OF NOVA CIRCINI 1999 (DD Circini).

An analysis of the data obtained by REA for the Southern nova DD Circini is presented. Light curves based on visual estimates, along with physical parameters, position and distance are presented and discussed by the authors.

PRELIMINARY ANALYSIS OF NOVA VELORUM 1999 (V382 Vel).

Co-discovered by two Australians and a Brazilian, V382 Velorum has shown itself to be one of the most remarkable novae in the 20th century under several viewpoints. The author discusses the light curves obtained through 440 visual magnitude estimates by REA observers in 1999 and calculates its physical parameters and distance, coming to very close results to professional results.

SYMBIOTIC STARS FOR SMALL TELESCOPES.

This article is a proposal for Southern amateur observers to observe regularly a group of symbiotic stars accessible to small telescopes. The author has recently completed his M.Sc. thesis on this class of variable stars and is currently preparing his Ph.D. thesis also working with symbiotic stars. He would welcome observational contributions from experienced variable star observers.

Observações de LTP

Lunar Transient Phenomena

Ednilson Oliveira - São Paulo/SP

1. Introdução.

Com o advento dos grandes telescópios, caríssimos equipamentos de ponta, computadores de última geração, telescópios espaciais, sondas espaciais, etc. O estudo da Lua, principalmente de seu relevo, ficou para último plano, inclusive os astrônomos amadores ou mesmo os iniciantes em astronomia, tendem a desprezá-la, pensando ser este campo um estudo de menor valor.

Contudo, muita coisa ainda há de ser feita no estudo lunar, e há muita questão em aberto para ser estudada, um deles particularmente importante trata-se dos Fenômenos Transitórios Lunares, ou no inglês “Lunar Transient Phenomena” (LTP) ou ainda “Transient Lunar Phenomena” (TLP).

Este é um campo riquíssimo onde o astrônomo amador pode contribuir e muito para o seu estudo.

2. O que são os LTP?

Desde 1783 numerosos observadores tem ocasionalmente visualizado “misteriosos aparecimentos” na superfície lunar. Foram visto até hoje aproximadamente 1.500 aparições deste fenômeno que são chamados de Fenômenos Transitórios Lunares, ou no inglês “Lunar Transient Phenomena” (LTP), as vezes vemos na literatura TLP.

Os Fenômenos Transitórios Lunares são na maioria das vezes variações ocasionais na superfície lunar, tais como: variações temporárias de cor (algumas vezes vermelhas ou azuis), mudança de brilho localizadas (glows) visíveis em regiões lunares, obscurecimento temporário em algumas formações lunares, pontos de brilho (flare lunar), supostos escapes de gases, etc.

Na realidade algumas dessas ocorrências são questionáveis, pois o olho humano trabalhando em condições extremas, é muitas vezes enganado.

Porém, algumas observações de LTP são autênticas, especialmente aquelas que são confirmadas por vários observadores experientes. Uma dessas observações foi realizada por Kozyrev's em 1958, onde ele relatou a emissão de gases no pico central da cratera Alphonsus, ele também obteve evidência

espectroscópica. O Dr. Nikolai Kozyrev usou um refletor Cassegrain de 1,25 m do Observatório Astrofísico da Criméia onde em 03 de novembro de 1958 notou um obscurecimento no pico central da cratera Alphonsus às 01h T.U e depois entre às 03:00 e 3:00 h T.U e voltando logo em seguida a normalidade, no espectro ele notou bandas em emissão fortes, em especial a banda de Swan e Carbono, C2.

Um dos mais antigos registros ocorreu na Grécia em 3 a.C. onde um ponto de brilho intenso no disco da Lua foi observado. Recentemente, grande parte das observações de LTP's ocorreram durante o projeto Apollo, sendo registrados em 1969 cerca de trinta ocorrências só em Aristarchus.

Contudo, com o advento da astrofotografia e principalmente com a utilização de CCD's a tendência é de que este número aumente consideravelmente, porém ainda temos pouco observadores lunares e principalmente aqui no Brasil esta área é ainda muito pouco explorada.

3. Qual equipamento usar?

Você astrônomo amador ou iniciante pode dar um grande passo para ajudar a pesquisar este fenômeno, pois a Lua por estar muito próxima e ser relativamente de grande brilho não necessita de equipamentos caros e sofisticados.

O que necessita, é sim, de muita paciência, e de um profundo conhecimento da superfície lunar (Selenografia, selene=lua).

Infelizmente, poucas pessoas têm se dedicado ao estudo da superfície lunar, e seu estudo tem sido esquecido, porém nunca é tarde para começar.

O que é preciso é adquirir um bom mapa, onde você possa familiarizar-se com as principais crateras e acidentes lunares.

Uma boa dica é: lunação após lunação, observar cratera por cratera e notar as diferenças das intensidades, brilhos, tonalidades de cor de várias crateras, sombras, etc., observe por exemplo que uma determinada cratera é totalmente diferente na lua crescente e na lua cheia.

Esta variação da intensidade (ocasionada devido a inclinação da luz solar nas crateras),

brilho, sombras, é de extrema importância, para no futuro você observar e determinar os LTPs.

Portanto, o olho (conseqüentemente sua memória visual) neste momento é seu principal instrumento.

Para fazer um estudo preliminar faz-se necessário um refrator de 60mm apenas, ou um refletor de 100mm, onde você poderá familiarizar-se com a superfície lunar e, eventualmente na ocorrência de algo significativamente brilhante, ou escuro, notar o fenômeno.

Mas, é com um instrumento maior que começa a ficar super interessante sua pesquisa. Com um refrator de 100mm ou mesmo um refletor de 150mm você estará pronto para realizar uma verdadeira viagem na superfície lunar, nesta altura com aumentos na ordem de 100 a 200x você terá uma visão impressionante, e é com esta visão que você sistematicamente, noite após noite poderá se deparar com uma ocorrência, que é um fenômeno relativamente raro, e é mais raro por ter poucos observadores acompanhando a Lua dia após dia.

Em geral é melhor você ter um instrumento com uma grande distância focal, acima de F/10, os telescópios Cassegrains são em geral muito bons para observar a Lua. Aqui eu aconselho um Cassegrain de 200mm F/10, onde ele reinará muito bem nesta área.

4. Como e aonde observar?

A observação de um LTP é muito improvável, embora existam aproximadamente 100 sítios de ocorrência, além de áreas de abalos sísmicos não reconhecidas como LTP's, já foram observados mais de 1000 a 1.500 fenômenos nos últimos anos.

Os LTP's ocorrem principalmente a baixas latitudes lunares e possuem um diâmetro estimado de aproximadamente 10km.

Como estes eventos de obscurecimento lunar podem ser observados?

Só existe uma maneira meu caro, como vimos, este estudo demanda muito tempo (muitas lunacões), persistência, paciência, e um grande conhecimento da superfície lunar, e, um bem montado telescópio e um lugar adequado para a observação, ou seja você tem que gastar muitas horas a fio observando pacientemente, mas aí que está o grande desafio da astronomia, e você pode realizá-lo a pouco custo financeiro.

David O. Darling da ALPO tem notado que estes aparecimentos estão confinados a certas regiões, como por exemplo: cerca de 300 LTPs têm sido observados em torno da cratera Aristarchus, 70 perto da cratera Platão e 25 em torno de Alphonsus. Alguns fenômenos tem sido vistos nas áreas perimetrais dos Mares. A Apollo realizou experimentos com instrumentos sensíveis e registrou a emissão de gases radioativos na vizinhança da cratera Aristarchus.

A ALPO é uma entidade onde você pode mandar suas observações, e os programas de observação dirigidos pela ALPO visam o registro de LTP's e áreas de abalos sísmicos. Nesses programas o observador é incumbido da observação de no máximo seis regiões lunares por diversas lunações.

Acesse a ALPO LUNAR SECTION. (A)

As crateras onde são observados a maioria desses fenômenos em ordem de quantidade de ocorrências são Aristarchus, Censorinus, Proclus, Alphonsus, Manilius, Menelaus e Tycho.

Abaixo estão relacionadas mais algumas crateras, sua localização na Lua e número de ocorrência.

CRATERA	LOCALIZAÇÃO	LTPs (N)
Agrippa	4N by 11E	34
Alphonsus	13S by 3N	46
Archimedes	30N by 4W	5
Aristarchus	24N by 48W	448
Atlas	47N by 44E	17
Censorinus	0 by 32E	11
Cobra Head	24N by 48W	13
Copernicus	10N by 20W	22
Mare Crisium	18N by 58E	27
Eratosthenes	15N by 11W	16
Gassendi	18S by 40W	33
Grimaldi	6S by 68W	18
Herodotus	23N by 50W	34
Kepler	8N by 8W	17
Linnie	29N by 12E	19
Manilius	15N by 9E	14
Menelaus	16N by 16E	13
Picard	15N by 55E	15
Mons Pico	46N by 9W	8
Mons Piton	41N by 1W	10
Plato	51N by 9W	114
Posidonius	32N by 30E	11
Proclus	16N by 47E	72
Schroters Valley	26N by 52W	25
Schickard	44S by 52W	8
Theophilus	12S by 26E	11
Tycho	43S by 11W	16

Para uma maior familiaridade com a nomenclatura lunar acesse o endereço no item (C).

Filtros: É recomendável a utilização de filtros durante as observações, principalmente o Azul (W# 38A Blue) e o Vermelho (W# 25 Red) da série Wratten da Kodak. Outros filtros também são úteis para a verificação de áreas de coloração e podem ser colocados em um dispositivo que gire, possibilitando a alternância dos filtros com facilidade e rapidez nas observações.

No caso de uma observação de LTP, deve-se registrar a hora do evento, em TU (Tempo Universal), sua duração e a qualidade do céu, através

da utilização da escala: 1 - má, 2 -regular, 3 - boa, 4 - muito boa e 5 - excelente.

Deve-se anotar as cotas de intensidades lunares, segundo o padrão:

- 0,0 - Sombras negras
- 1,0 - Regiões mais escuras que Grimaldi
- 1,5 - Interiores de Billy, Boscovich
- 2,5 - Interiores de Auzout
- 3,5 - Interiores de Archimedes
- 4,0 - Interiores de Ptolemaeus

5. Por que ocorrem os LTPs?

As causas dos Fenômenos Transitórios Lunares ainda são desconhecidas, mas embora o vulcanismo lunar era muito forte e contínuo em um passado remoto, e a atividade sísmica presente é desprezível, concluímos que a Lua não está completamente morta.

Partes do interior da Lua estão em um estado liquefeito, e é razoável pensar que ocasionalmente podem escapar gases (ou misturas de gases e poeiras), pelas fendas e fissuras perto da superfície.

6. Tipos de LTPs.

Os Fenômenos Transitórios Lunares podem ser classificados nos seguinte tipos:

- Brilhamento (Brightening),
- Escurecimento (Darkening),
- Gasoso (Gaseous),
- Avermelhamento (Reddish),
- Azulamento (Bluish),
- Obscurecimento (Obscuration),
- Efeito de sombras (Shadow Effect),
- Efeito de contraste (Contrast Effects),
- Flashe estelar (Star-Like Flashes).

Brilhamento (Brightening): Este efeito é usualmente visível do lado escuro da Lua e consiste em uma fulguração fraca ao lado da cratera ou um simples ponto de luz.

Escurecimento (Darkening): Este efeito é usualmente visível dentro da cratera e no Mar, o fenômeno “Escurecimento” pode tornar uma grande área muito escura ou um grande sombreado, diminuindo muito a luminosidade no local.

Gasoso (Gaseous): Esta espécie de efeito tem sido reportado como sendo associada com outros tipos de fenômenos (tipos de LPTs). Não é necessariamente visto um gás, mas sim seus efeitos, contudo o gás pode tornar se visível com filtros ou na espectroscopia. Aparece também um obscurecimento que se move e aumenta de

tamanho. Aparentemente são partículas suspensas dentro de uma escura cratera.

Avermelhamento (Reddish): Este efeito tem sido reportado em algumas crateras como: Aristarchus, Alphonsus, Gassendi e Plato. Ele consiste em uma matiz avermelhada que torna-se visível na borda da cratera. Uma pequena área vermelha pode ser detectada usando a técnica do Blink, que consiste em mudar rapidamente os filtros Wratten #25 (red) e Wratten #38a (blue), e verificar a resposta observada. O maior número dos efeitos de avermelhamento tem sido observados por intermédio de filtros. Isto é importante para aprender a diferença entre os eventos verdadeiros daqueles causados pelo efeito da atmosfera. Sempre é bom checar ao longo da longitude e em volta da área vista pelo avermelhamento se é mesmo o efeito da cor.

Azulamento (Bluish): Este efeito causa uma cor azul específica e é raramente visível, é associado com a sombra da Terra. Manchas azuis podem ser detectado quando usa-se o Blink com os filtros Wratten # 25 (red) e Wratten #38a (blue).

Obscurecimento (Obscuration): Esta espécie de fenômeno é relativamente rara, mas quando ocorre podem cobrir uma vasta área da Lua. Alguns reportes de Obscurecimento dizem que pequenas crateras na região de Mare Crisium desaparecem e reaparecem constantemente durante alguns segundos. Platão(Plato), é um bom candidato. Obscurecimentos podem ser associados com gases e evento de escurecimento.

Efeito de sombras (Shadow Effect): Esta é uma nova categoria de eventos e está sendo estudada profundamente. Este fenômeno tem sido reportado em crateras profundas tais como Tycho, onde as sombras mudam a beirada da cratera e seu pico central, e a luminosidade local varia bastante.

Efeito de contraste (Contrast Effects): Este fenômeno é usualmente visto no nascer e ocaso do terminador em diferentes crateras. Há uma falsa aparência de sombras nas crateras do terminador devido ao contranste entre a claridade e a escuridão naquela área.

Flashe estelar (Star-Like Flashes): Este fenômeno é simplesmente espetacular, é produzido um flash por um breve momento e pode ser extremamente brilhante ofuscando até a vista. Isto é atribuído pelo impacto de meteoro. Pode acontecer de ter uma chuva de meteoros e durar o fenômeno por vários minutos a horas, isto ocorreu recentemente com a chuva Leonídeas.

Se você reportar a um fenômeno LTP mande para a ALPO:

Reports can be mailed to:

A.L.P.O. L.T.P. Section David O. Darling 416 W. Wilson Street Sun Prairie, WI 53590-2114 USA, or call me at 608-837-6054.

Endereços usados neste artigo:

(A) - ALPO - <http://www.lpl.arizona.edu/~rhill/alpo/lunar.html>

(B) - Imagens da Lua - <http://www.iagusp.usp.br/~ednilson/lua.htm>

(C) - Nomenclatura Lunar - <http://www.flag.wr.usgs.gov/USGSFlag/Space/nomen/moon/moonTOC.html>

ECLIPSE LUNAR PARCIAL DE 24 DE MARÇO DE 1997

Alguns dados preliminares e comentários

Hélio C. Vital - Rio de Janeiro/RJ

Observador	Imersões		Emersões		Total	
	Nº Obs.	Fator	Nº Obs.	Fator	Nº Obs.	Fator
Antonio Padilla	14	2.02±.11	12	1.47±.12	26	1.763±.078
Antonio Garcia	27	1.99±.07	29	1.85±.08	56	1.918±.052
Angelo Ribeiro	26	1.93±.15	21	1.66±.12	47	1.812±.098
P. Fernandes/A. Coêlho	12	2.01±.11	07	1.77±.16	19	1.917±.093
Hélio C Vital	27	1.98±.06	29	1.78±.10	56	1.873±.060
Edvaldo Trevisan	14	1.71±.09	12	1.81±.09	26	1.756±.063
Frederico Funari	17	2.25±.12	1	1.15	18	2.186±.127
João Ricardo Santos	30	2.21±.10	30	1.78±.09	60	1.994±.068
Soma / Média	167	2.025±.059	141	1.746±.084	308	1.897±.050

Sumário dos fatores de aumento da sombra, calculados pelo autor (usando um achatamento de 1/298.26 para a sombra) para cronometragens do limbo e do centro de diversas crateras, feitas por observadores da REA/Brasil

Conclusões Preliminares

[1] - Eclipse relativamente brilhante e colorido, confirmando a tendência atual de aumento de brilho. Muitos detalhes das regiões eclipsadas permaneceram visíveis durante o eclipse, tais como o limbo, diversas crateras e os mares. O autor pôde distinguir três regiões diferentemente iluminadas: a capa não eclipsada brilhante (NE), que representou 5% do disco; uma faixa central esverdeada (50%) e uma faixa avermelhada ao SW do disco (45%). A estimativa do número de Danjon extrapolado foi de cerca de 3.

[2] - Notou-se que o limite umbral estava nitidamente definido, o que gerou o pequeno desvio-padrão do fator de aumento da sombra durante as imersões.

[3] - Limite umbral pouco menos nítido durante as emersões, como a dispersão maior das cronometragens demonstra.

[4] - Este eclipse atingiu a região Ártica, e conseqüentemente muitos contatos ocorreram em ângulos umbrais elevados. Em conseqüência, as variações das camadas de ozônio e de nuvens em latitudes

boreais elevadas podem ter afetado significativamente o raio da sombra observado durante o eclipse.

[5] - Os dados acima sugerem que o raio da sombra mudou significativamente durante o fenômeno, sendo cerca de 12% durante as emersões, quando comparado às imersões. Esta hipótese é apoiada pela análise feita por Byron Soulsby de vídeos e fotografias do evento. Consultar:

<http://www.spirit.com.au/~minnah/LEO97-1x.html>

<http://www.spirit.com.au/~minnah/LEO97-1CA.html>

[6] - O valor médio do fator de aumento da sombra (tabela acima) equivale a 1.90±0.05, o que não diferiu significativamente da média dos últimos poucos anos.

OBSERVAÇÕES ASTROMÉTRICAS DE ASTERÓIDES E COMETAS EM 1999

Paulo R. Holvorcem - Valinhos/SP

Durante o ano passado, a atividade mundial envolvendo a busca e o acompanhamento astrométrico de asteróides e cometas continuou em grande expansão, como vinha ocorrendo desde 1998 com a entrada em operação do projeto LINEAR (MIT/USAF). Em 1999, novos programas de busca no hemisfério norte foram efetivamente iniciados (LONEOS e Catalina), um segundo telescópio foi acrescentado ao projeto LINEAR, e vários novos programas de acompanhamento astrométrico foram estabelecidos, em sua maioria no hemisfério norte. Somente estes desenvolvimentos já seriam suficientes para garantir que o ano seria muito interessante para pessoas que como eu observam os corpos menores do sistema solar. Mas de fato o ano de 1999 foi especialmente positivo para mim, pois vários desenvolvimentos aguardados há bastante tempo tornaram-se realidade, um após o outro.

Para mim, o ano de 1999 começou com observações astrométricas de Nova Muscae 1998, do cometa Hale-Bopp e do objeto Amor 1998 XA5, pouco

depois de 1999 Jan. 1.00 TU no observatório Abraão de Moraes, em Valinhos. Algumas semanas antes, o Observatório Wykrota, na Serra da Piedade, tinha começado a obter suas próprias observações astrométricas de asteróides e cometas, após um ano de preparação e troca de informações entre eu e Cristovão Jacques. Em janeiro de 1999, gastei algum tempo atualizando e aperfeiçoando alguns programas que escrevi para o planejamento e análise das observações, de modo a torná-los mais eficientes e fáceis de usar. Este trabalho foi subitamente interrompido em 25 de janeiro, quando fui informado de que um projeto que eu havia submetido à Planetary Society em maio de 1998 tinha sido selecionado, e receberia um financiamento de 10 mil dólares para a compra de uma montagem robótica e alguns equipamentos auxiliares. Imediatamente comecei a pesquisar preços e fornecedores para os vários equipamentos, e familiarizar-me com o processo de obtenção de isenção de impostos para a importação. Seguindo alguns links e sugestões de colegas, a pesquisa

de preços acabou levando-me a tropeçar em alguns programas gratuitos e muito úteis, como dois programas tchecos para calibração de imagens em lotes de tamanho arbitrário, um programa húngaro para a comparação de imagens (blinking) e um programa italiano para integração de órbitas de asteróides (OrbFit).

Em março, após dois meses de mau tempo quase contínuo, recomecei as observações em Valinhos, já empregando os novos programas e alguns outros que escrevi para automatizar completamente a calibração das imagens. Dentre os NEOs que observei neste período, os mais interessantes foram (Fig. 1):

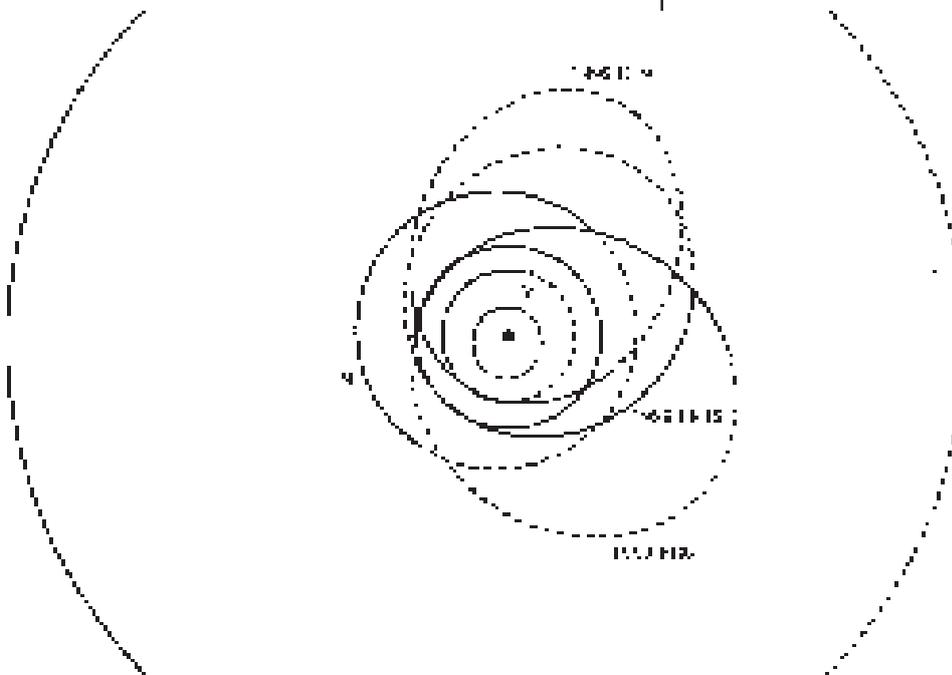


FIG. 1: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em março de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de março de 1999. Em todas as figuras deste artigo, as órbitas são projetadas sobre o plano da eclíptica, e os trechos das órbitas ao norte e ao sul deste plano são indicadas por linhas cheias e tracejadas, respectivamente.

- **1999 CF9**, um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 700 e 1500 m. Ainda que este objeto não tenha passado particularmente perto da Terra em 1999, foi observado com magnitude 16 alguns dias antes de sua aproximação máxima a 0.15 UA.

- **1999 FR5**, outro objeto Apollo, com diâmetro estimado entre 50 e 100 m. Este objeto foi confirmado por três estações astrométricas sul-americanas (Los Molinos, Serra da Piedade e Valinhos) pouco após sua descoberta pelo programa LINEAR. 1999 FR5 tinha passado a apenas 0.009 UA da Terra 6 dias antes de ser descoberto.

- **1999 FN19**, um objeto Amor com diâmetro estimado entre 90 e 190 m e cujo periélio está situado a 1.0025 UA do Sol, muito próximo da órbita da Terra (este objeto, assim como os dois anteriores, possui uma órbita de baixa inclinação). Este objeto foi descoberto cerca de um mês antes de sua máxima aproximação a 0.02 UA da Terra.

Enquanto isto, a equipe do observatório Wykrota vinha também observando NEOs e obtendo novas designações para alguns asteróides que encontrava. Já próximo da lua cheia, encontrei um objeto de brilho muito fraco (mag. 19), que dificilmente conseguiria confirmar em uma segunda noite.

Pedi auxílio ao Cristóvão, que o confirmou na noite seguinte, e a descoberta conjunta recebeu uma nova designação. Infelizmente, não foi possível reobservar este objeto após a lua cheia.

O mês de abril foi bastante movimentado

para as estações de Valinhos e da Serra da Piedade, com várias confirmações de NEOs e cometas, e algumas descobertas de objetos do cinturão principal. Os objetos mais interessantes que observei neste período foram (Fig. 2):

- **1999 FN19** (v. acima), observado em sua máxima aproximação, com mag. 16.

- **C/1999 F1** (Catalina), um cometa de longo período com inclinação de 92 graus e que possui uma das maiores distâncias do periélio conhecidas (5.8 UA). O cometa foi inicialmente confundido com um asteróide de brilho fraco (mag. 19), mas sua órbita não-usual levou à suspeita de que se tratava de um cometa. Este objeto foi detectado quase 3 anos antes de seu periélio, quando estava a 9.1 UA do Sol (quase tão longe quanto Saturno!).

- **1999 GU3**, um objeto Amor classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 300 e 700 m. Este objeto foi descoberto durante sua máxima aproximação, a 0.03 UA da Terra, quando atingiu a magnitude 13 (raramente um NEO se torna mais brilhante do que mag. 15).

- **1999 GY5**, um objeto Apollo com diâmetro estimado entre 250 e 550 m, descoberto 8 dias depois de sua máxima aproximação a 0.07 UA da Terra.

- **1999 GS6**, um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 300 e 700 m. Este objeto foi descoberto pelo projeto LINEAR duas semanas depois de passar a 0.095 UA da Terra, e, notavelmente, passou a apenas 0.06 UA de Marte em 8 de junho de 1999!

- **C/1999 H1 (Lee)**, um cometa comparativamente brilhante de longo período, encontrado durante uma “star party” na Austrália.

No mesmo período, o Observatório Wykrota trabalhou ativamente, conseguindo 5 novas designações de asteróides do cinturão principal, e observando vários cometas e NEOs. Dentre estes últimos, destacam-se as confirmações de:

- **1999 GT3**, um objeto Apollo com excentricidade muito alta ($e=0.84$) e periélio a apenas 0.22 UA do Sol.

- **1999**

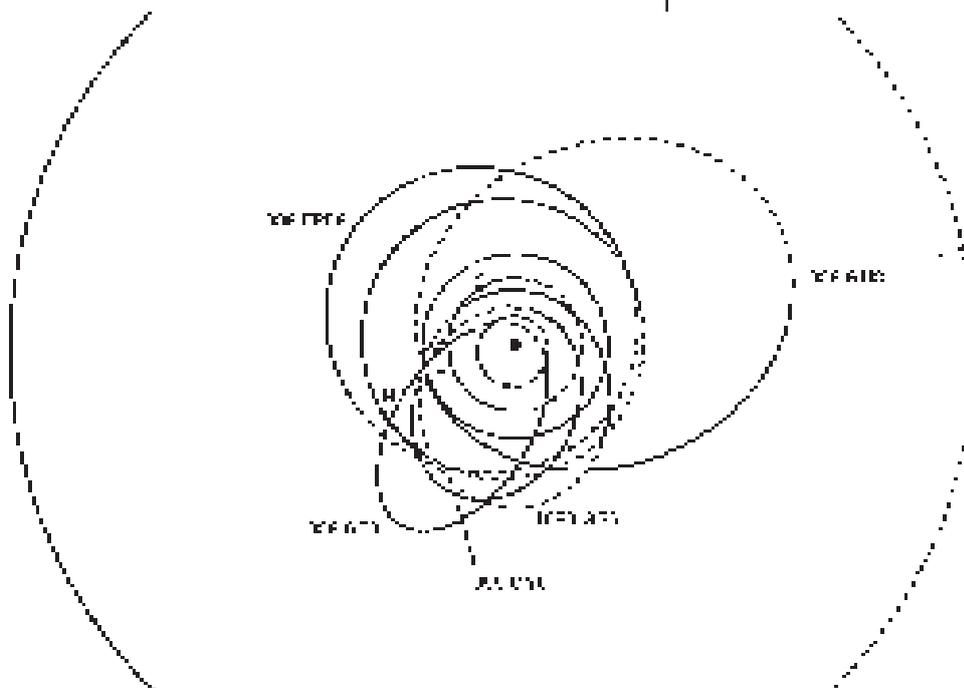


FIG. 2: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em abril de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de abril de 1999.

FP59, um objeto Amor com diâmetro estimado entre 500 e 1100 m, encontrado a cerca de 0.9 UA da Terra pelo projeto Spacewatch. Esta foi uma confirmação muito difícil, pois o objeto tinha um brilho muito fraco (magnitude 20).

Maio foi também um mês bastante favorável para as observações; dentre os objetos que observei, os mais interessantes foram (Fig. 3):

- **1999 JE1**, um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 250 e 550 m. Este objeto, descoberto em 7 de maio pelo Catalina Sky Survey, foi observado uma semana depois a 0.15 UA da Terra.

- **1999 JU3**, um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 450 e 950 m. A órbita deste objeto lembra grosseiramente a órbita terrestre ($a=1.19$ UA, $e=0.19$, $i=5.9$ graus).

- **1999 JD6**, um objeto Aten com diâmetro estimado entre 1 e 3 km. Este objeto, descoberto em 12 de maio pelo projeto LONEOS, foi observado em 20 de maio a 0.42 UA da Terra.

- **1999 JT6**, um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 1 e 3 km. Este objeto foi confirmado dois dias depois de ser descoberto independentemente pelo projeto LINEAR e pelo observador Roy Tucker, do Arizona.

- **1999 JW6**, um objeto Amor com diâmetro estimado entre 1 e 2 km, cuja órbita moderadamente excêntrica ($e=0.14$) é altamente

inclinada (50.3 graus). Este objeto foi confirmado menos de 24 h depois de sua descoberta em 13 de maio pelo projeto LINEAR.

- **C/1999 K2 (Ferris)**, um cometa de longo período com grande distância do periélio (5.2 UA) e inclinação de 84 graus. O cometa foi confirmado menos de 24 horas após sua descoberta pelo projeto LONEOS. A passagem pelo periélio ocorreu em 30 de outubro de 1999.

No mesmo período, o cometa C/1999 K5 (LINEAR) foi confirmado pela equipe do Observatório Wykrota. Este objeto passará pelo periélio em 4 de julho de 2000, a 3.3 UA do Sol; sua inclinação orbital é 89 graus.

Em junho, ocorreram as duas descobertas de asteroídes mais interessantes em muitos anos. Em 8 de junho, o projeto LINEAR detectou um objeto de movimento não usual, designado temporariamente como C49538, que foi listado para confirmação na Near-Earth Object Confirmation Page (NEOCP; <http://cfa-www.harvard.edu/iau/NEO/ToConfirm.html>); observei este objeto em 10 de junho, e Cristóvão Jacques o observou em 13 e 20 de junho. Em 22 de junho, escrevi a Cristóvão:

Estou curioso para saber qual será a órbita do C49538, que já esta há muito tempo na NEOCP. Em geral, só tinha visto objetos ficarem tanto tempo quando ficavam muito tempo sem ser observados, após serem colocados pela primeira vez na página. Mas este objeto tem sido observado regularmente. Talvez tenha uma órbita muito nao-usual, mesmo para um objeto nao-

usual, e eles querem ter bastante certeza antes de publicar a órbita. Se você tem observações deste objeto, poderia envia-las para mim? Poderia tentar calcular uma órbita aproximada juntando-as com as minhas observações feitas há algumas semanas.

No mesmo dia, Cristóvão respondeu que: ...estou bastante curioso também. Nas primeiras observações ele me pareceu um cometa e nas últimas já não tinha tanta certeza assim

Em 23 de junho, usando as minhas observações e aquelas obtidas por Cristóvão, calculei uma

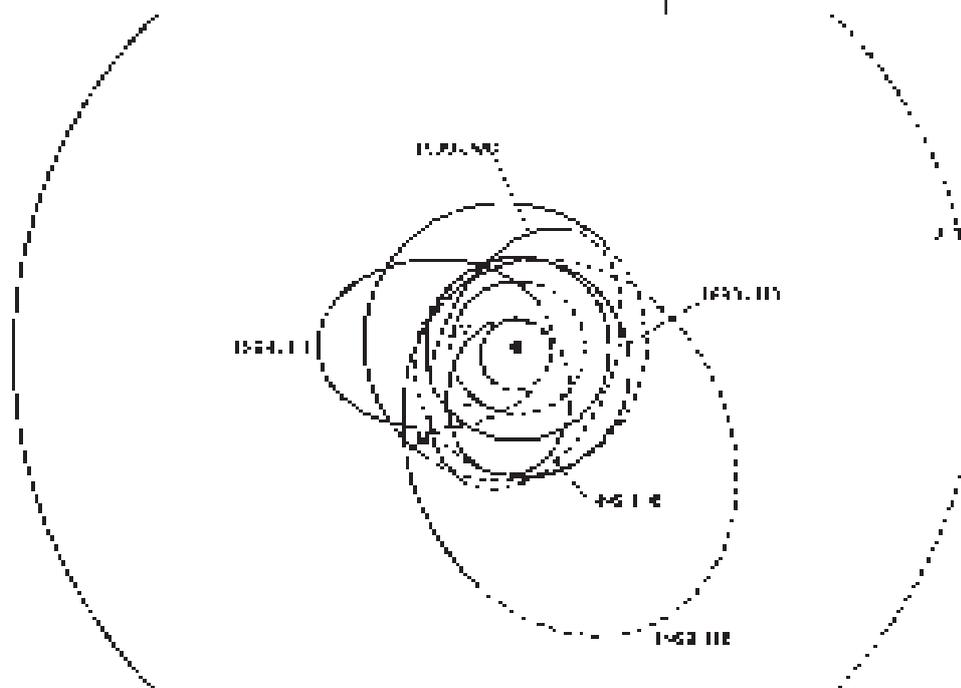


FIG. 3: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em maio de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de maio de 1999.

primeira aproximação da órbita de C49538, e enviei o resultado para Cristóvão:

Nas minhas imagens, que foram boas, ele me pareceu asteroidal. Mas a órbita parece ser similar a [de] um cometa retrógrado de período intermediário (à la Halley ou Tempel-Tuttle), de 31 anos:

```
C49538
Epoch 1999 June 11.0 TT = JDT 2451340.5
M 354.28183 (2000.0) P Q
n 0.03164103 Peri. 109.49241 -0.94263212 -0.12968891
a 9.9000111 Node 295.89958 -0.20783747 0.94907843
e 0.7743883 Incl. 160.00376 0.26124370 0.28710786
P 31.15 H 14.6 G 0.15 q 2.2335583
From 9 observations 1999 Jun. 10-20; RMS error 1.001
arcseconds
```

Uma órbita parabólica tem um erro RMS de 1.8", assim a solução acima parece superior. Se for um asteroide, parece razoavelmente grande, 3-7 km.

De toda a experiência anterior com objetos com órbitas retrógradas, C49538 deveria ser um cometa (ativo ou não). Mas se não for possível detectar uma coma, poderia receber uma designação asteroidal e tornar-se o primeiro "asteroide" retrógrado.

Dois dias depois, o suspense foi desfeito quando o Minor Planet Center publicou a MPEC 1999-M28: um grande número de estações tinha observado C49538 (agora oficialmente designado como 1999 LD31), incluindo um telescópio de 1.82 m no Dominion Astrophysical Observatory, mas nenhum tinha detectado qualquer atividade cometária! A distância calculada entre o objeto e a Terra era cerca de 2 UA, de modo que ele deveria apresentar uma coma caso contivesse materiais voláteis. Assim, 1999 LD31 foi classificado como o primeiro asteroide retrógrado a ser descoberto em quase 200 anos de observação dos asteroides.

De maneira surpreendente, no mesmo dia foi publicada a MPEC 1999-M29, anunciando a descoberta de 1999 LE31, outro asteroide com órbita retrógrada! Este objeto foi encontrado pelo projeto LINEAR em 12 de junho, apenas 4 dias depois da descoberta de 1999 LD31. O objeto foi também confirmado por várias estações (incluindo o

Observatório Wykrota em 20 de junho), e novamente nenhuma atividade cometária foi detectada; o objeto estava então a cerca de 3.6 UA da Terra.

As órbitas destes objetos (Fig. 4) lembram aquelas de cometas periódicos: 1999 LD31 tem um período de 120 anos, inclinação de 160 graus, excentricidade 0.90, e periélio a 2.37 UA do Sol, enquanto que 1999 LE31 tem um período de 22.9 anos, inclinação de 152 graus, excentricidade 0.47, e periélio a 4.31 UA do Sol. Seus diâmetros são comparativamente grandes em comparação com a maioria dos NEOs descobertos atualmente: entre 4 e 9 km para 1999 LD31 e entre 8 e 19 km para 1999 LE31.

A explicação mais óbvia para a origem destes dois objetos seria considerar que são cometas extintos, que perderam todo o seu material volátil. Entretanto, Alan Harris (JPL) argumentou que, devido às perturbações planetárias, cometas não permaneceriam tempo suficientemente nas órbitas retrógradas observadas para permitir a exaustão de seu material volátil. Assim, estes objetos teriam de ser asteroidais desde sua origem. O mecanismo proposto por Harris para conduzi-los às suas órbitas presentes é o mesmo usado para explicar a origem dos cometas de longo período: após a formação do sistema solar, alguns asteroides teriam sido ejetados (em encontros com planetas) para a nuvem de Oort, e posteriormente teriam sido perturbados, adotando órbitas progressivamente mais curtas, que passam pela região ocupada pelos planetas. Neste processo de retorno da nuvem de Oort, tanto órbitas diretas quanto retrógradas são igualmente prováveis, o que parece consistente com o fato de conhecermos alguns poucos asteroides com órbitas

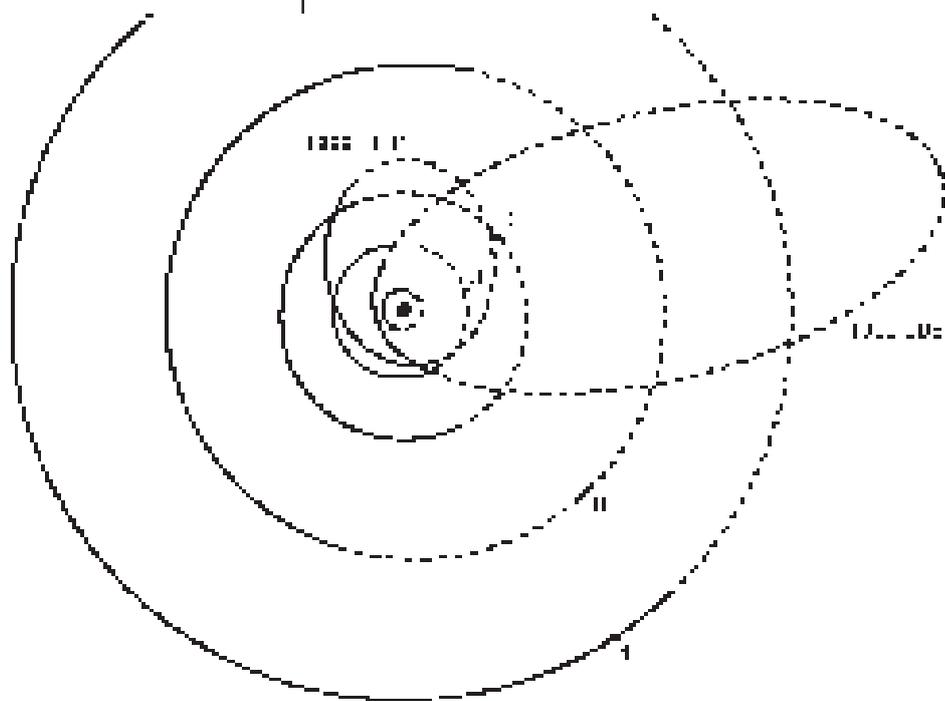


FIG. 4: Órbitas dos dois asteroides retrógrados descobertos em junho de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de junho de 1999.

diretas similares às de cometas (1996 PW, 1997 MD10, Hidalgo, Damocles, etc.). Se este cenário for correto, estaríamos observando uma fase relativamente breve da evolução das órbitas de 1999 LD31 e 1999 LE31, antes que sejam perturbados para órbitas bastante diferentes.

Outros objetos interessantes que observei em junho foram:

- **C/1999 L3 (LINEAR)**, um cometa de longo período com periélio a 2.1 UA do Sol, e inclinação de 166 graus. Este objeto foi confirmado por estações no Brasil (Valinhos, Wykrota) e Austrália (Woomera, Reedy Creek).

- **1999 LT7** (Fig. 5), um objeto Aten com diâmetro estimado entre 300 e 700 m. Este objeto foi confirmado menos de 24 horas após sua descoberta pelo projeto LINEAR em 9 de junho.

No mesmo período, a equipe do Observatório Wykrota também observou alguns objetos interessantes:

- **C/1999 L2 (LINEAR)**, um cometa de longo período com periélio a 1.9 UA do Sol, e inclinação de 44 graus.

- **P/1999 J5 (LINEAR)**, um cometa de curto período (9.5 anos), inicialmente considerado como um asteroide após sua descoberta em 12 de maio (quando passava pelo periélio).

- **1999 FN53** (Fig. 5), um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 550 e 1200 m. Este objeto foi passado a 0.06 UA da Terra em 12 de maio, durante sua conjunção com o Sol.

Em 22 de junho, o eixo do motor que movimenta o teto deslizante do prédio que abriga o meu telescópio em Valinhos se partiu durante o fechamento, o que impediu as observações por várias semanas. Em julho, após um longo processo burocrático, a nova montagem robótica chegou ao observatório em Valinhos, e as observações com o telescópio de 20 cm tiveram de ser interrompidas para que todo o tempo e energia fossem dedicados à instalação do novo equipamento (neste processo,

foi providencial a colaboração de Marcelo Breganhola). Inicialmente, um telescópio newtoniano de 32 cm, doado pelo caçador de supernovas Michael Schwartz, foi usado com a montagem robótica. Em agosto, percebemos que havia alguns bugs no programa de controle da montagem, associados com seu uso no hemisfério sul. Como somente duas outras montagens idênticas tinham sido enviadas muito recentemente para o hemisfério sul, parecia provável que a operação ao sul do equador não tinha sido suficientemente testada. Cerca de dois meses foram perdidos realizando de testes exaustivos para determinar quais eram exatamente os problemas com o programa, e aguardando que o fabricante da montagem corrigisse os problemas. Finalmente, em outubro, os bugs foram resolvidos, e, após modelar os erros de pontaria da montagem, foi possível começar a utilizá-la.

Entretanto, os fortes ventos que ocorrem em Valinhos em quase todas as noites limpas tornavam virtualmente impossível observar com o novo sistema. Ainda assim, algumas observações de NEOs foram obtidas durante uma rara noite de ventos fracos em novembro. Estes problemas com o vento foram em boa parte resolvidos em janeiro de 2000, após a substituição do telescópio newtoniano por um Schmidt-Cassegrain de 36 cm gentilmente emprestado por Carlos Colesanti, a instalação de um quebra-vento em torno do telescópio, e a realização de algumas regulagens no mecanismo da montagem robótica. As primeiras observações de asteroides com o novo telescópio foram realizadas sob alguma neblina na noite de 28 de janeiro.

Mas voltemos ao inverno de 1999. Desde maio, eu vinha planejando utilizar um raro período ocioso do telescópio robótico de 36 cm de Michael

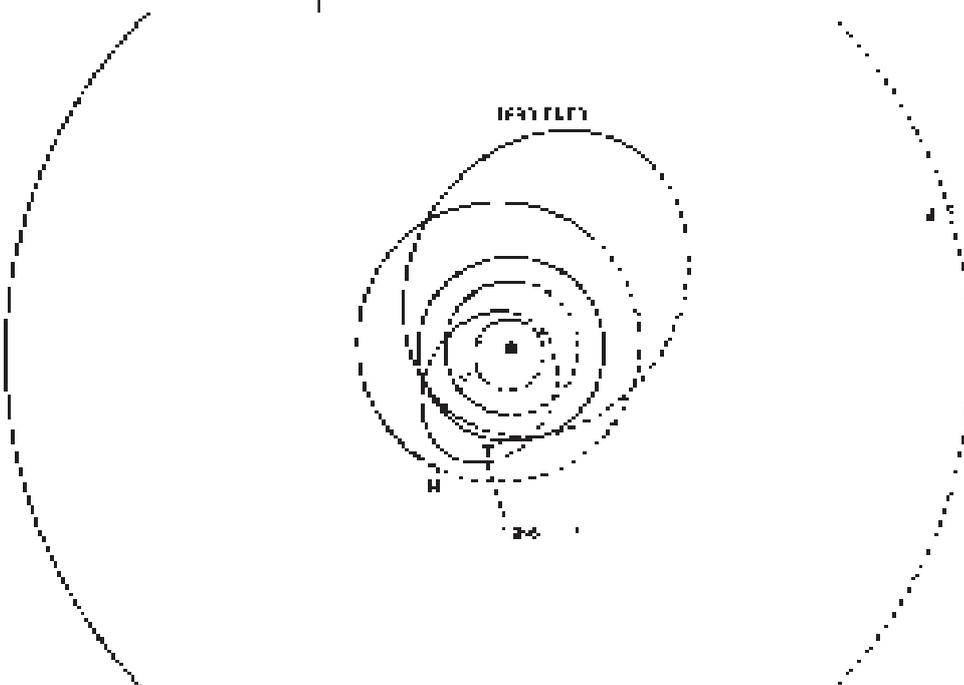


FIG. 5: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em junho de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de junho de 1999.

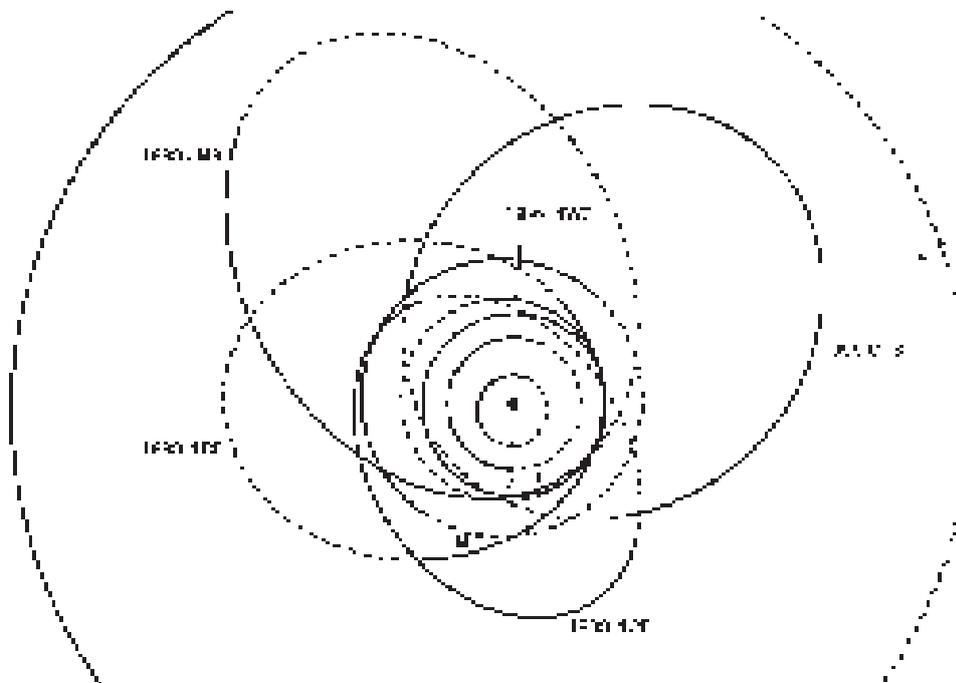


FIG. 6: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em julho de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de julho de 1999.

Schwartz, em Cottage Grove, Oregon. Este sistema é idêntico ao que está agora instalado em Valinhos, exceto pela câmera CCD, que é bem mais sensível do que a minha ST-7). Boa parte do mês de julho foi gasta escrevendo novos programas que permitissem dividir o tempo de um telescópio robótico entre um grande número de alvos, geralmente asteróides e cometas, de modo a satisfazer várias condições. Por exemplo, nenhum alvo deveria ser observado perto demais do horizonte, a duração das exposições deveria ser ajustada de acordo com a taxa de movimento aparente do alvo, e o intervalo entre as exposições de um mesmo alvo deveria ser ajustado de modo que este se mova uma distância perceptível, mas não grande demais, entre uma exposição e a seguinte. Aproveitando rotinas pertencentes ao programa de domínio público OrbFit, outro programa foi escrito para calcular efemérides topocêntricas dos vários alvos, e gerar scripts para execução pelo telescópio. Durante a passagem de NEOs a curta distância da Terra, é importante levar em conta as perturbações planetárias e a distância finita entre a estação de observação e o centro da Terra, a fim de evitar que o erro das efemérides se torne maior do que a largura do campo da câmera CCD que se utiliza. Nestes casos, é igualmente necessário ser capaz de calcular precisamente o tempo gasto pelo telescópio robótico para mover-se entre dois pontos do céu, de modo que o telescópio não chegue muito atrasado ou adiantado à posição calculada do alvo.

Outros programas foram ainda escritos para permitir o processamento e catalogação automáticos das imagens geradas pelo telescópio robótico.

Ainda em julho, um novo programa veio juntar-se aos discutidos acima, abrindo novas

possibilidades de aumento de eficiência das observações. Um programa de detecção automática de asteróides tinha acabado de ser desenvolvido por Robert Denny (Mesa, Arizona), que procurava voluntários para testá-lo. Cristóvão Jacques alertou-me para esta oportunidade, e ambos recebemos cópias do programa para teste. Meus testes em julho, com imagens de arquivo obtidas em Valinhos, não foram muito animadores, mas os bugs do programa foram gradualmente encontrados e o desempenho lentamente melhorou. Na segunda quinzena de julho, com a lua cheia aproximando-se, meus

novos programas estavam finalmente funcionando, e havia somente alguns dias para testá-los empregando o telescópio de Michael Schwartz (que viajaria logo em seguida). Rapidamente obtive elementos orbitais e efemérides para algumas centenas de alvos observáveis, gerei scripts para a obtenção de cerca de 200 imagens de cerca de 60 objetos em apenas uma noite curta de verão (a 43 graus de latitude norte). Os scripts foram recebidos ao cair da noite em Oregon, e prontamente executados; no dia seguinte, Schwartz enviou-me por e-mail as imagens obtidas. Uma rápida inspeção dos dados mostrou que o novo software tinha funcionado muito bem, na primeira tentativa. As observações continuaram por mais três noites, mas não foi possível analisar todos os dados imediatamente devido à chegada da montagem robótica a Valinhos e ao início do semestre letivo na Unicamp. Os objetos mais interessantes que observei neste período foram:

- **C/1999 J2 (Skiff)**, um cometa de longo período descoberto pelo projeto LONEOS, cuja distância do periélio (7.1 UA) excedeu a de todos os outros cometas conhecidos na época da descoberta, com exceção de 95P/Chiron ($q=8.45$ UA). O cometa C/2000 A1, descoberto há pouco, tem seu periélio a 9.8 UA do Sol, excedendo todos os recordes anteriores. C/1999 J2 é um cometa bastante ativo, pois era comparativamente brilhante (mag. 15) a cerca de 7 UA da Terra.

- **1999 JM8** (Fig. 6), um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 3 e 6 km (um dos maiores asteróides potencialmente perigosos). Este objeto foi observado em 23 de julho, uma semana antes que

passasse a 0.057 UA da Terra. 1999 JM8 atingiu mag. 14.4, e imagens de radar de sua superfície foram obtidas por um grupo de pesquisadores do JPL.

- **1999 NW2** (Fig. 6), um objeto Apollo com diâmetro estimado entre 60 e 140 m, descoberto pelo projeto LINEAR em 13 de julho apenas 2 dias antes de sua passagem a 0.017 UA da Terra. Seu brilho atingiu mag. 15 (comparativamente muito brilhante). A órbita deste objeto lembra grosseiramente a órbita terrestre ($a=1.12$ UA, $e=0.11$, $i=8.7$ graus). Este objeto foi também observado pela equipe do Observatório Wykrota.

- **1999 NB5** (Fig. 6), um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 150 e 350 m. Este objeto foi descoberto pelo projeto LINEAR em 13 de julho a 0.2 UA da Terra, e passou a 0.09 UA da Terra no início de agosto.

- **1999 NC5** (Fig. 6), um objeto Amor com diâmetro estimado entre 1 e 3 km, encontrado pelo projeto LINEAR a cerca de 1.3 UA da Terra (e confirmado pela equipe do Observatório Wykrota). Sua órbita é altamente inclinada (45.7 graus).

- **C/1999 N4 (LINEAR)**, outro cometa com grande distância do periélio (5.5 UA) e órbita retrógrada ($i=157$ graus).

- **1999 OP3** (Fig. 6), um objeto Amor com diâmetro estimado entre 4 e 8 km, relativamente grande, encontrado pelo projeto LINEAR a cerca de 1.4 UA da Terra (e confirmado pela equipe do Observatório Wykrota). Sua órbita tem uma inclinação de 27 graus e um periélio situado a 1.05 UA do Sol.

Enquanto isto, a equipe do Observatório Wykrota confirmou o cometa C/1999 N2 (Lynn), descoberto visualmente na Austrália (periélio a 0.76 UA do Sol, $i=112$ graus), e observou dois raros objetos Aten:

- **1999 HF1** (Fig. 7), com diâmetro estimado entre 3 e 7 km (provavelmente o maior objeto Aten conhecido). Este objeto tem um período de 0.74 anos e uma inclinação orbital de 25 graus.

- **1999 MN** (Fig. 7), classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 140 e 300 m. Este objeto foi encontrado pelo Catalina Sky Survey em 22 de junho, e sua

órbita tem um dos períodos mais curtos entre todos os asteróides (0.55 anos). Seu afélio está situado a 1.12 UA do Sol, não muito além da órbita da Terra; devido a dificuldades observacionais, não são conhecidos asteróides com afélio no interior da órbita da Terra. O objeto passou a 0.065 UA da Terra em 7 de julho.

Em agosto, a equipe do Observatório Wykrota obteve três novas designações de asteróides.

Em setembro, surgiu novamente a oportunidade de observar asteróides e cometas com o telescópio robótico de Michael Schwartz. Esta campanha de observações se estendeu de 10 a 28 de setembro, e apenas 4 noites foram perdidas devido ao mau tempo ou outros problemas. Durante este período, foi possível confirmar todos os objetos reais listados na NEOCP, e acompanhar frequentemente a maioria dos NEOs mais brilhantes do que mag. 19.5, visíveis das latitudes médias do hemisfério norte. Muitos asteróides recentemente descobertos no cinturão principal foram também observados; de fato, frequentemente faltava tempo para coletar dados orbitais de um número suficiente de alvos para inclusão na sessão seguinte, o que resultou em alguns objetos serem observados mais frequentemente do que o necessário! A campanha de setembro também foi muito útil para refinar a modelagem do tempo necessário para que o telescópio se mova de um ponto a outro do céu, e para detectar os últimos bugs no programa de detecção automática de Robert Denny. Ao todo, foram obtidas cerca de 2400 imagens, das quais foram extraídas 1364 medidas posicionais de asteróides e cometas. Infelizmente, o programa de detecção automática ainda

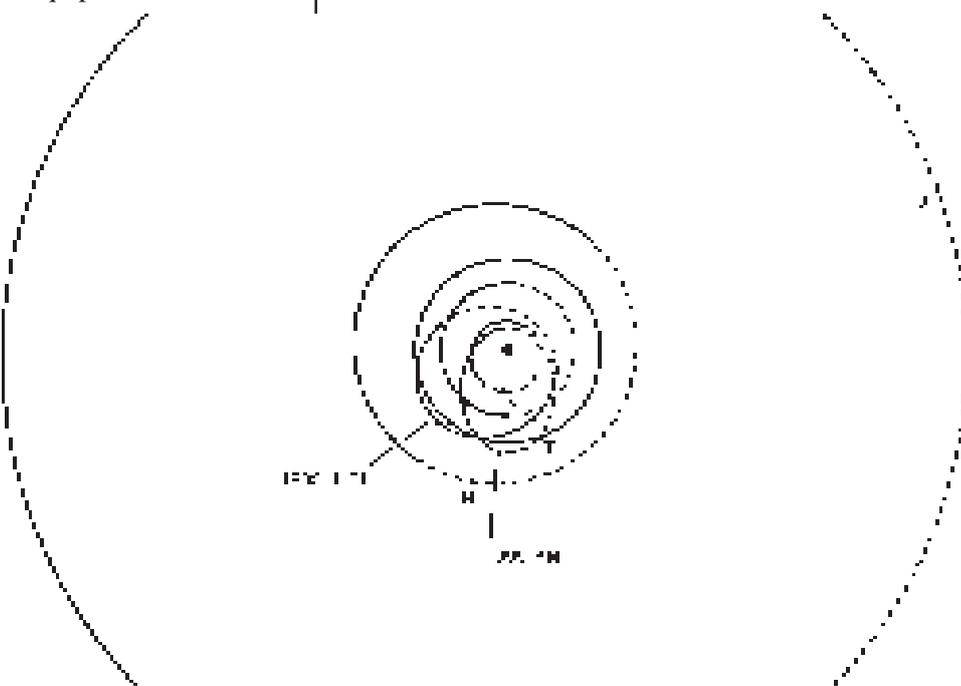


FIG. 7: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em julho de 1999 (continuação). Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de julho de 1999.

não estava completamente calibrado em setembro, e eu precisava dividir meu tempo entre o planejamento e a redução das observações, e minhas turmas de cálculo na Unicamp. Assim, somente as observações de objetos mais urgentes ou interessantes puderam ser submetidas rapidamente ao MPC, e o restante somente foi submetido na primeira quinzena de janeiro de 2000. Uma consequência disto foi a perda do crédito por várias descobertas em potencial; apesar do campo de visão ser pequeno (10.6 minutos de arco), vários objetos novos foram encontrados em campos centrados em alvos conhecidos. Entretanto, como um longo tempo se passou até a redução final dos dados, estes objetos ou tinham se perdido ou já tinham sido descobertos por outros observadores. O caso mais interessante envolveu um campo centrado em um NEO descoberto havia pouco, no qual dois outros asteróides foram detectados automaticamente e um terceiro detectado visualmente (é muito raro encontrar-se tantos objetos em uma área tão pequena). Nenhum destes três últimos objetos era conhecido à época das observações, mas dois deles foram descobertos por outros ao longo do mês de setembro, enquanto que o outro se perdeu. Somente foi possível receber o crédito pela descoberta de um asteróide, 1999 RH45, que foi notado a tempo e pode ser observado em uma segunda noite. Esta foi a primeira vez em que descobri um asteróide através de um algoritmo de detecção automática. Os objetos mais interessantes que observei em setembro foram:

- **1998 RO1** (Fig. 8), um objeto Aten com diâmetro estimado entre 700 e 1500 m, cujo período (0.99 ano) é muito similar ao da Terra. Este objeto foi redescoberto independentemente no final de setembro,

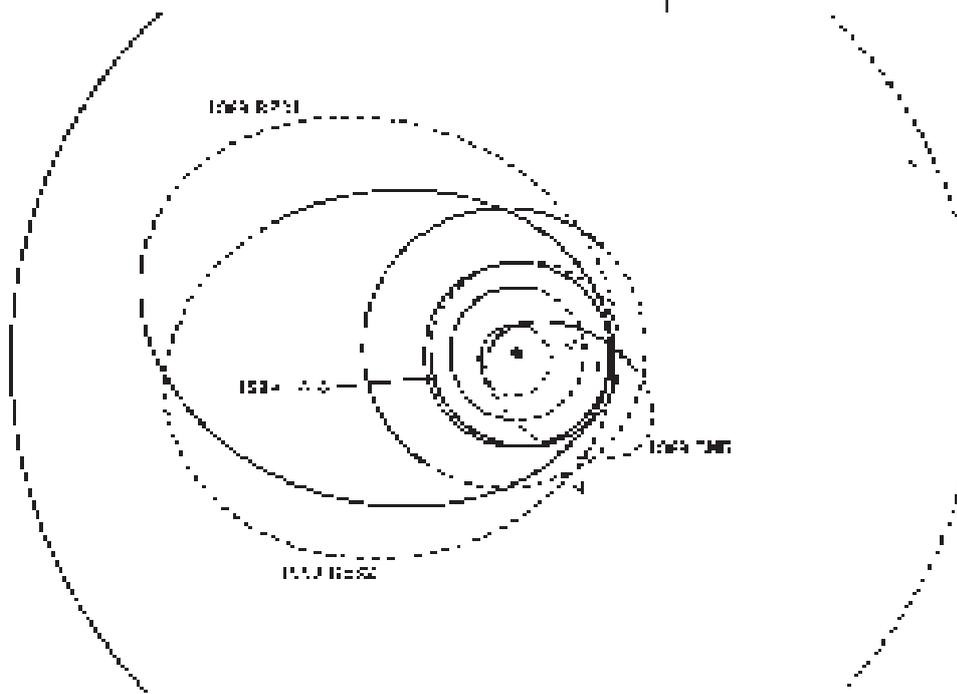


FIG. 8: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em setembro de 1999. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de setembro de 1999.

tendo recebido a designação 1999 SN5; três observadores, incluindo Cristóvão Jacques, rapidamente perceberam a identidade entre os dois objetos.

- **P/1999 RO28 (LONEOS)**, um cometa de curto período (6.5 anos), encontrado perto de seu periélio a apenas 0.26 UA da Terra. Este objeto tem um brilho intrínseco bastante fraco, pois mesmo a esta curta distância somente atingiu mag. 18.5.

- **1999 RZ31** (Fig. 8), um objeto Amor com diâmetro estimado entre 45 e 105 m. Este objeto foi encontrado pelo projeto LINEAR em 7 de setembro, 2 dias depois de ter passado a 0.022 UA da Terra.

- **1999 RA32** (Fig. 8), um objeto Apollo com diâmetro estimado entre 140 e 300 m, cuja órbita é notavelmente similar à da Terra ($a=1.03$ UA, $e=0.09$, $i=10.5$ graus). Este objeto foi descoberto pelo projeto LINEAR em 8 de setembro.

- **1999 RB32** (Fig. 8), um objeto Amor classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 280 e 630 m. Este objeto foi descoberto pelo projeto LINEAR em 8 de setembro, 2 dias antes de passar a 0.076 UA da Terra.

- **1999 RG33** (Fig. 9), um objeto com diâmetro estimado entre 10 e 22 km (bastante grande em comparação com a maioria das descobertas atuais de asteróides), cuja órbita lembra a de um cometa periódico (período = 30 anos, periélio a 2.2 UA do Sol, $i = 35$ graus). Este objeto foi descoberto pelo Catalina Sky Survey em 4 de setembro, e confirmado no Observatório Wykrota e outras estações.

- **1999 RJ33** (Fig. 10), um objeto Amor com diâmetro estimado entre 100 e 220 m, encontrado pelo projeto LINEAR em 9 de setembro durante sua máxima aproximação da Terra (0.034 UA).

- **1999 RK33** (Fig. 10), um objeto Amor com diâmetro estimado entre 100 e 220 m. Este objeto foi encontrado em 9 de setembro pelo projeto LINEAR, e passou a 0.04 UA da Terra em 20 de setembro. Apesar de sua órbita passar a menos de 0.05 UA da órbita terrestre, este objeto não é considerado um asteróide potencialmente perigoso devido ao seu pequeno tamanho.

- **1999 RQ36** (Fig. 10), um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 170 e 370 m. Este objeto foi descoberto pelo projeto

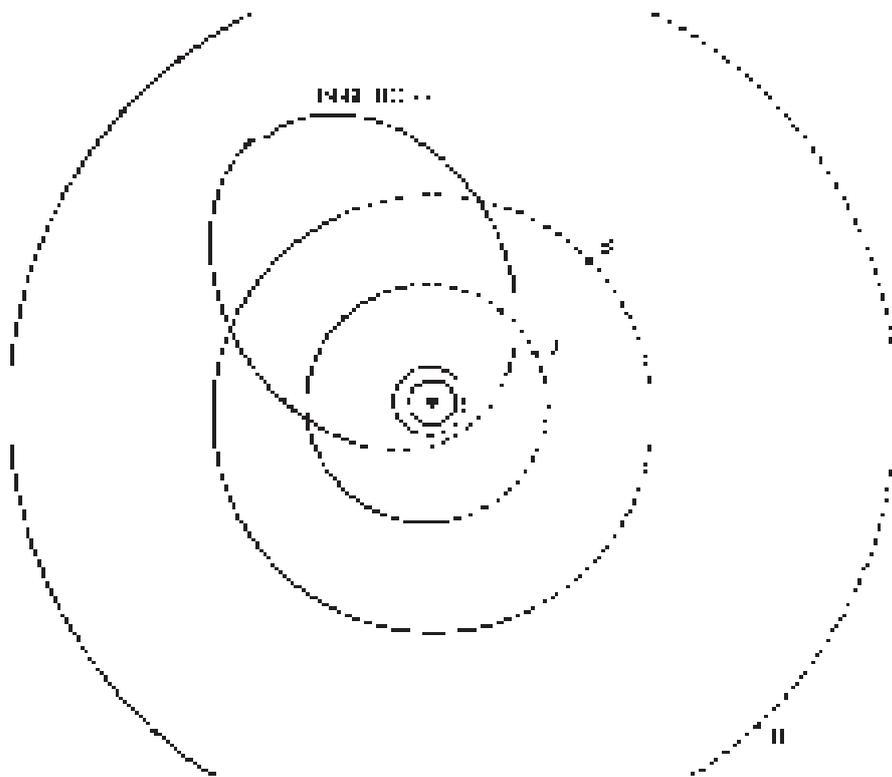


FIG. 9: Órbita de 1999 RG33, um asteroide com órbita tipicamente cometária. Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de setembro de 1999.

LINEAR em 11 de setembro, próximo à extremidade sul de sua região de busca (decl. -27 graus), e atingiu mag. 14.5. Sua órbita é grosseiramente similar à da Terra ($a=1.13$ UA, $e=0.21$, $i=6.0$ graus); o objeto passou a 0.015 UA da Terra em 23 de setembro. Em 18 de setembro, planejei uma campanha de observações fotométricas de 1999 RQ36, com o auxílio de Petr Pravec e Lenka Sarounova (Ondrejov), tentando aproveitar sua posição favorável para observadores do hemisfério sul até cerca de 22 de setembro. Havia então a esperança de determinar seu período de rotação, o que complementaria as observações com radar sendo planejadas pelo grupo de Steven Ostro (JPL). Em 1998, o asteroide 1998 KY26, com apenas 40 m de diâmetro e uma órbita similar à de 1999 RQ36, passou pela Terra, e a determinação de seu período forneceu o valor mais baixo entre todos os asteroides conhecidos (10 min). Esperava-se que 1999 RQ36 pudesse ter também um período de rotação muito curto, o que levou à necessidade de observá-lo por horas seguidas, a intervalos da ordem de um minuto. A equipe do Observatório Wykrota obteve algumas centenas de imagens do objeto, as quais foram rapidamente enviadas para Ondrejov para redução. Infelizmente, houve alguns problemas com a calibração das imagens, e as variações de brilho do objeto eram provavelmente pequenas demais para serem claramente detectadas. O período de rotação de 1999 RQ36 permaneceu desconhecido.

Ironicamente, não muito tempo depois, em 3 de outubro, o Catalina Sky Survey descobriu outro objeto (1999 TY2), com diâmetro estimado entre 55 e

130 m, a cerca de 0.05 UA da Terra, cujas flutuações de brilho eram muito mais facilmente detectáveis (0.6 mag.), o que permitiu aos observadores de Ondrejov determinarem um período de rotação de apenas 7.2 min, que é ainda mais curto que o de 1998 KY26.

- **1999**

RM45 (Fig. 10), um objeto Apollo classificado como potencialmente perigoso, com diâmetro estimado entre 300 e 650 m.

- **C/1999 S3**

(**LINEAR**), um cometa periódico ($P=80.2$ anos), que atingiu mag. 13. Seu periélio está situado a 1.9 UA do Sol, e sua inclinação orbital é de 70 graus.

Em outubro,

a equipe do Observatório

Wykrota confirmou o cometa C/1999 T1 (McNaught-Hartley), descoberto a 5.3 UA do Sol, e mais de um ano antes de sua passagem pelo periélio a 1.15 UA do Sol, e também confirmou 1999 SF10 (Fig. 10), um objeto Apollo com diâmetro estimado entre 35 e 75 m. Este objeto foi descoberto pelo projeto LINEAR em 30 de setembro, e passou a apenas 0.008 UA da Terra em 13 de outubro.

Em conclusão, o ano de 1999 foi o mais produtivo até o presente, tanto em número de descobertas quanto de observações de acompanhamento astrométrico. Esta grande atividade permitiu que, além do grande número de objetos encontrados no cinturão principal, fossem também encontrados objetos de classes bastante raras, como os asteroides retrógrados 1999 LD31 e 1999 LE31. A julgar pelo número de descobertas ocorridas no mês de janeiro deste ano, temos todas as razões para acreditar que 2000 será ainda mais interessante!

Paulo R. Holvorcem

holvorcem@mpc.com.br

<http://www.ime.unicamp.br/~holvorce/astro/astro1.html>

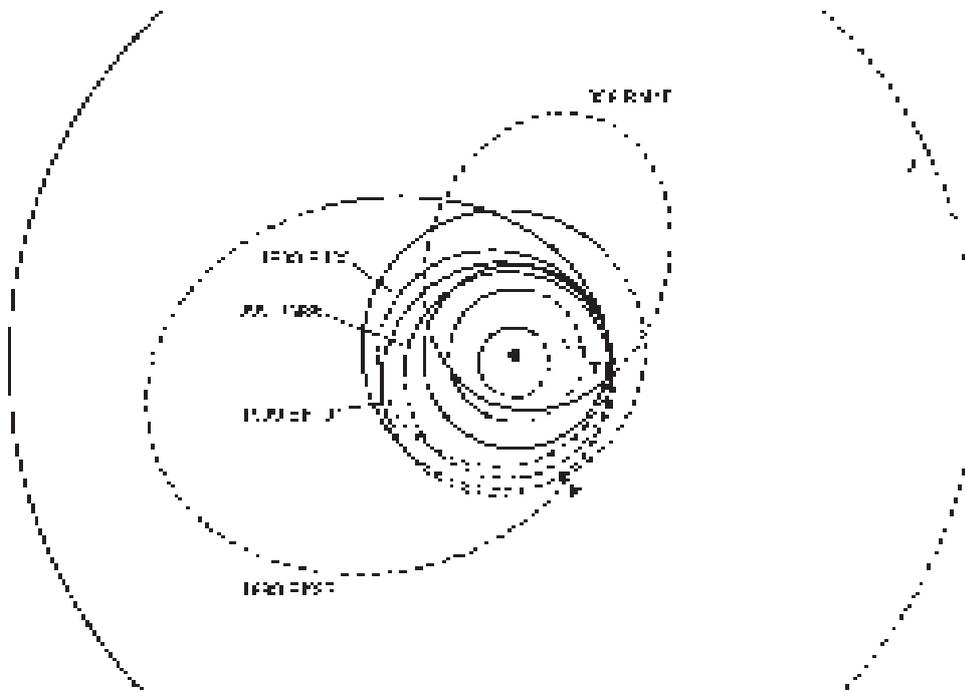


FIG. 10: Órbitas dos NEOs mais interessantes observados em setembro de 1999 (continuação). Os planetas são mostrados em suas posições em 14 de setembro de 1999.

OBSERVAÇÃO DE EVENTOS MÚTUOS DE SATÉLITES JOVIANOS

Eclipse de Ganimedes (III) por Callisto (IV), em 01.08.97

Tasso A Napoleão e Carlos A Colesanti - São Paulo/SP

Este evento mútuo foi acompanhado através de fotometria CCD, utilizando-se um refrator “Brandon”, de abertura 94 mm e distância focal 658 mm, acoplado a uma câmera CCD Pictor 1616, obtendo-se 27 imagens do par Callisto + Ganimedes, cada uma com dimensão de 768 x 512 pixels. O tempo de integração para cada imagem foi de precisamente 3 segundos, iniciando-se a primeira exposição às 00:11:13 TU de 01/08/97, encerrando-se com a última às 00:35:41 TU da mesma data. A leitura fotométrica do par em cada imagem foi feita posteriormente através do software “Epoch 2000”, calculando-se a seguir o fator relativo de brilho (em relação ao sistema não eclipsado).

Os resultados obtidos podem ser vistos no gráfico abaixo.

Com base no experimento, podemos concluir que o evento correspondeu a um eclipse anular com duração provável entre 16 e 20 minutos, sendo a fase anular correspondente a cerca de 5-6 minutos. Diversas fontes de incerteza afetam este resultado, incluindo o “clock” do computador utilizado (486, 66 Mhz); variação de transparência atmosférica e “seeing”

no decorrer do evento; efeitos da extinção atmosférica desde o início até o fim do eclipse (não corrigidos); e erros inerentes à própria medida fotométrica e construção do gráfico. Avaliamos a incerteza observacional em +/- 2 minutos nesta observação.

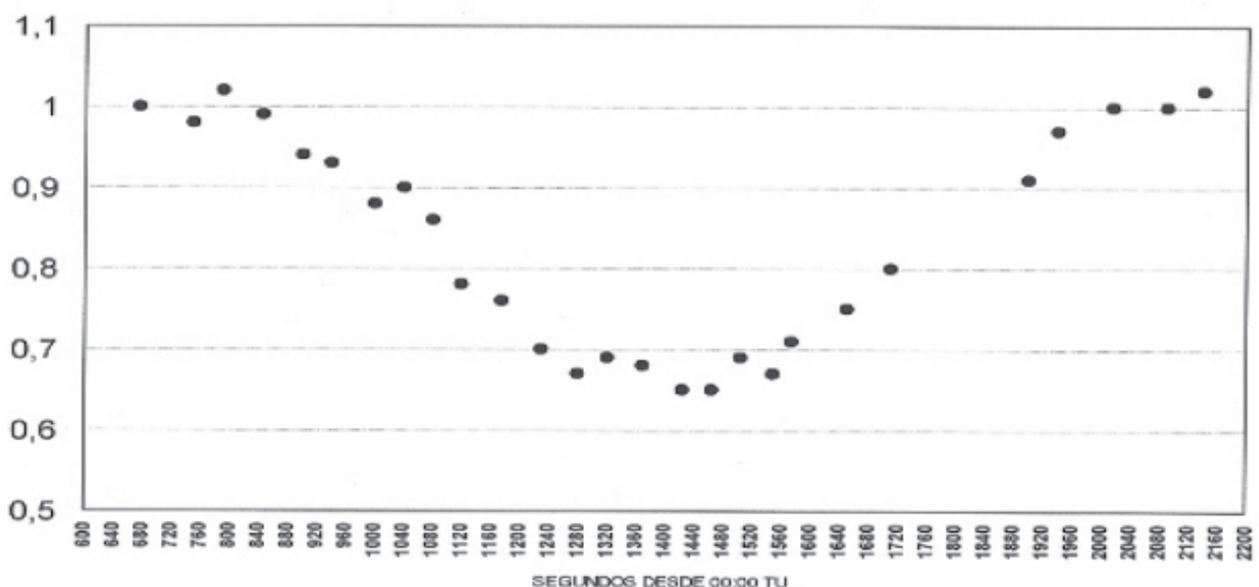
Finalmente, calculamos a queda de magnitude de Ganimedes durante o eclipse, baseados nas equações:

$$m1 = -2.5 \log (Fg + Fc), \text{ e}$$
$$\text{delta } m1 = -2.5 \log (1 - \text{delta } F)$$

Nestas equações, **m1** representa a magnitude total do par Callisto + Ganimedes; **Fg** e **Fc**, respectivamente, os fluxos luminosos de Ganimedes e Callisto; e **delta F**, a queda total do fluxo luminoso do par durante o eclipse. Utilizamos ainda as magnitudes individuais para Callisto (6.12) e Ganimedes (5.07). Do experimento resultou que **delta F = 35%**, o que permitiu calcular a queda de brilho de Ganimedes durante a fase central do eclipse em 0.7 magnitudes.

ECLIPSE DE GANIMEDES POR CALLISTO EM 01 AGOSTO 97

Variação do fator relativo de brilho para o par Callisto + Ganimedes durante o eclipse, medido através de fotometria CCD



METEOROS LEONÍDEOS – 1998

Resultados Finais

Antonio Carlos A. Coêlho - Brasília/DF - José Guilherme S. Aguiar - Campinas/SP

Ficamos a poucas horas do máximo observado da chuva (1h 40m TU – IMO, ou Long.Solar = 234,5°). Com os dados reduzidos de 17 observadores espalhados pelo País, foi possível determinar um máximo em 6h 35m TU (Nov. 17, 234,7° Long.solar), com pico de 204 meteoros/hora - quase perto dos 320 de THZ calculado pelo IMO! A seguir, listamos os resultados reduzidos de todos os reportes recebidos. O que nos dá a certeza de ter sido esta a maior campanha de observação de meteoros jamais feita nacionalmente.

AFOIL - Ilídio Afonso
 OLIMA - Marcelo de Oliveira
 BAIMO - Moshe Bain
 SOAKI - Kiko Soares
 COEAN - Antonio Coelho
 SOUWI - Willian Souza
 MOLMA - Marilena Mollaco
 VITHE - Helio Vital
 NAPTA - Tasso Napoleão

Date	Period(UT)	ZHR
Nov. 17	4:01-4:30	70
	4:31-5:00	96
	5:01-5:30	97
	5:31-6:00	160
	6:01-6:30	188
	6:31-7:00	204
	7:01-7:30	140
	7:31-8:00	25
Nov. 18	4:31-5:00	59
	5:01-5:30	50
	5:31-6:00	74
	6:01-6:30	58
	6:31-7:00	32
	7:01-7:30	26
	7:31-8:00	09

Outros observadores que também fizeram parte da amostra, emprestando suas observações nos reportes acima, foram: *Reinaldo Raffo, Elcio Nunes, Carlos Colessanti, Edvaldo Trevisan, Walter Maluf e Julio Lobo*. A todos, nossos sinceros agradecimentos.

Através do registro dos observadores

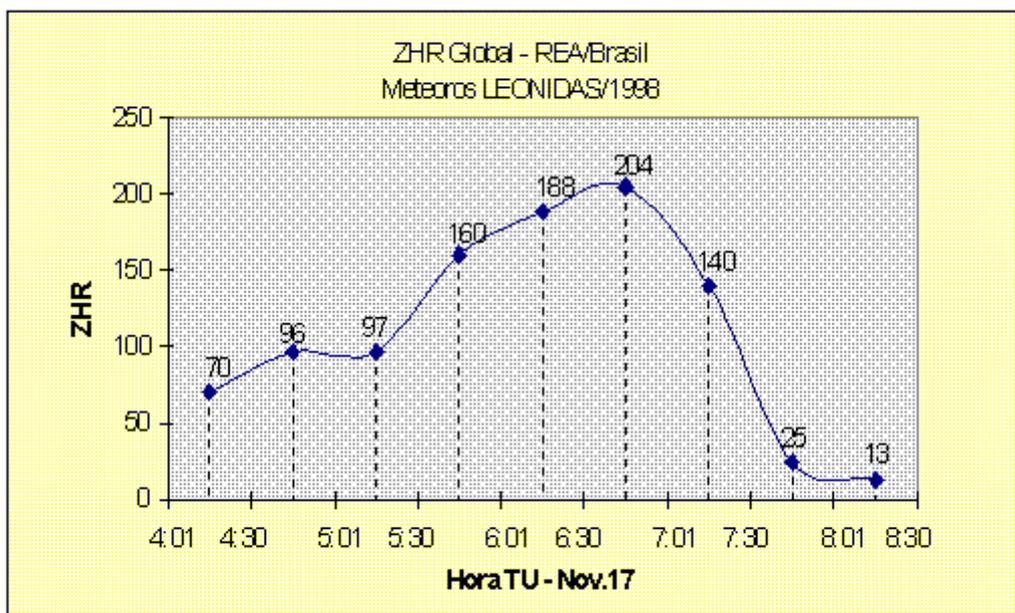


Figura 1

A. Coêlho

citados acima: foram 938 meteoros avistados, em 23 horas acumuladas de observação, no período entre 4h 5m TU (Nov. 17) e 8h TU (Nov. 18), pudemos concluir que existiram nitidamente dois tipos de máximos de THZ para a corrente dos Leonídeos. Destacamos que as magnitudes dos meteoros causaram esta distinção. O que foi visto, na verdade pode ser descrito por “duas chuvas em uma”: a relativa aos meteoros brilhantes (entre magnitudes negativas e +2) e a dos meteoros mais fracos, normalmente mais característicos desta corrente. Com certeza, em “tempestades”, tais situações tornam-se mais frequentes, e isso deve ser levado em consideração ao calcularmos taxas de THZ, com índices populacionais diferenciados. Na figura 1, está representado o resultado global da THZ calculada para o Brasil, utilizando-se um índice populacional final de $r=1,5$, conforme estudos compilados recentemente pela I.M.O. (Bélgica).

De fato, após resumo detalhado apresentado pelo especialista em meteoros, Rainer Arlt, da Alemanha, confirmou-se a ocorrência de dois picos distintos do mesmo Radiante. O primeiro e mais alto, deu-se na Long.solar $234,5^\circ$, com THZ de 320. E o segundo, formado pelos meteoros efetivos da chuva, aparece 19 horas depois, em $235,3^\circ$ de Long.solar. O gráfico da THZ Global da figura 3 mostra a compilação feita pelo IMO, com base em 473 reportes recolhidos de 261 sítios espalhados pelo planeta. Os registros dos 17 observadores da REA encontram-se agrupados no mapa-mundi, figura 2, a seguir.

Outra conclusão que podemos chegar é que passamos longe do eixo central da faixa de 35 mil Km de largura, onde supostamente estariam os meteoroides da chamada “storm component” (componentes da tempestade). Isso mostra, certamente, que antecipamos em 16 horas as previsões de observação do grosso da chuva.

Os comentários do observador Hélio Vital (REA) têm fundamento no que diz respeito às conclusões de que, apenas com cálculos matemáticos e utilizando-se exclusivamente os dados observacionais colhidos pelos amadores no Brasil, poderíamos inferir sobre o horário e taxas para o pico máximo desta chuva. Mas, como os máximos provavelmente

ocorreram horas antes do nosso Meridiano, fica claro que não poderíamos observá-lo devido à baixa altitude do radiante sobre o horizonte, antes das 5h TU. Entretanto, a conclusão é perfeita. Vimos o MÁXIMO!!

Vejam na figura 3 que propositalmente acrescentamos uma linha **tracejada** vertical, a qual indica o resultado da redução das observações registradas no Brasil. A linha marca o pico máximo encontrado (THZ = 204 met./hora), conforme já planejamos no gráfico da figura 1 do presente trabalho. A concordância quanto ao horário tabulado pelo IMO **confirma** nossos cálculos em relação ao instante aproximado de 6h 35m TU, ou Long.Solar = $234,7^\circ$.

Outro detalhe relevante foi a alta incidência dos meteoroides brilhantes, conhecidos por “background component”. Estes componentes de fundo fizeram descer o índice populacional dos típicos 2,8 para “ r ”=1,5 (ou menos!), mostrando claramente que os Leonídeos poderiam ser vistos sob quaisquer condições de céu - baixas MALEs, na noite entre os dias 16-17! Muitos foram os relatos de bólidos: alta taxa de magnitudes negativas. Em parte, esta característica já era esperada, pela recente passagem do cometa Tempel-Tuttle. A estatística global da IMO traz a visualização de bólidos com magnitude -16. No Brasil, chegou a serem vistos com magnitudes -8. Fomos obrigados a não levar em consideração valores excessivos para tais dados, haja visto a falta de experiência de muitos observadores, ou até mesmo iniciantes na área de meteoros, na estimativa de magnitude dos bólidos (e foram muitos!).

Outro fator a ser considerado foi que a média de altura do radiante, para latitudes brasileiras, situou-se nos 35 graus sobre o horizonte - o que não chega a ser ideal para resultados precisos. Isto poderia indicar uma perda no avistamento de muitos integrantes da verdadeira chuva, contendo meteoros mais fracos em brilho, contudo uma região mais espessa e mais populosa.

Apesar de poucos reportes feitos no dia



I.M.O. reports - Figura 2

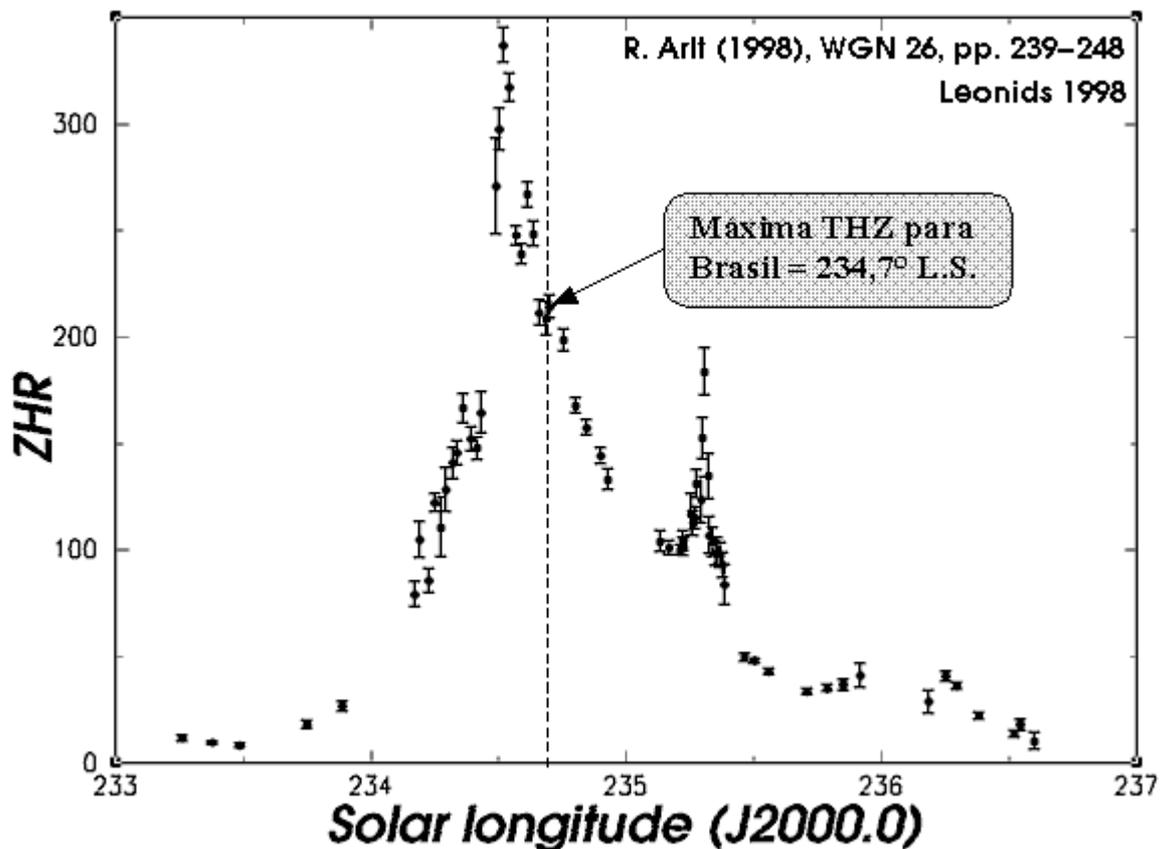


Figura 3

seguinte ao pico (6h 35m TU, Nov.17), verificou-se um real “outburst” dos leonídeos, de forma que sua taxa horária decresceu em 2/3 em menos de 23 horas, passando dos 204 meteoros para 74 met./hora. Os dados apresentados no *Paper-IMO*, P.Roggemans/R.Arlt (dez/98), mostraram uma realidade ainda mais dura. A taxa de queda do pico máximo foi de 6/7 em apenas 24 horas, passando dos 320 de THZ, para ~50 (Nov.18 TU). A explicação para esta discrepância entre nossos dados e os da IMO, mostra nitidamente que trabalhamos com uma quantidade pequena de reportes no dia seguinte ao máximo observado nas Américas. Isto ocasionou uma amostra não ideal para o trabalho de redução. Somado a isto tivemos também uma piora nas condições climáticas no País, com vários observadores notificando a presença de intensa nebulosidade.

Por fim, segundo especialistas, em 99 poderemos ter uma presença significativa dos “storm components”, membros verdadeiros da Chuva, uma vez que comparações feitas com reportes de 1965 comprovaram também uma baixa taxa um ano antes da famosa tempestade de 1966. Vamos torcer, então, para que os Leonídeos alcancem a taxa de milhares/h, previsto para este ano. Boas observações a todos.

Copyright: 15/Dez/98 - 20/Out/99.

Observational Astronomy Network – REA/Brazil
<http://reabrasil.astrodatabase.net>

ESTUDO DAS DIFICULDADES DO USO DA FOTOGRAFIA PARA REGISTRO DE METEOROS APLICADO À CAMPANHA DOS LEONÍDEOS 98 DA REDE DE ASTRONOMIA OBSERVACIONAL

Marcelo Breganhola - São Paulo/SP

1. RESUMO.

Este trabalho é um estudo simplificado das dificuldades da observação fotográfica de meteoros, baseado nos dados obtidos pela campanha de observação da chuva de meteoros Leonídeos, promovida pela REA/Brasil no ano de 1998.

Essa campanha, que foi considerada a maior já feita no País, e que determinou um pico de 200 meteoros/hora no máximo da chuva, produziu apenas duas fotos com 3 meteoros Leonídeos, número esse muito reduzido.

Isso se deve a ineficiência do método fotográfico nessa área observacional, constatação feita a partir de informações encontradas na literatura especializada e na aplicação demonstrativa feita com os dados obtidos na campanha de observação.

Assim, para a complementação das

observações visuais de meteoros, os observadores devem recorrer no futuro a outros métodos como, por exemplo, a Radioastronomia ou imagens de CCD e/ou Intensificadores de Imagem.

2. DISCUSSÃO SOBRE A OBSERVAÇÃO DE METEOROS ESPORÁDICOS.

No começo do século, baseada na observação de amadores, a Sociedade Americana de Meteoros (A.M.S.) realizou um extenso levantamento da taxa horária de meteoros esporádicos, obtendo a tabela 1 [Fedynsky], com os valores esperados para todos os dias do ano.

Outro levantamento, também realizado pela A.M.S., foi o da taxa horária média de meteoros em função de sua magnitude, visto na tabela 2

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	19	24	12	10	13	14	9	37	10	10	15	22
2	33	3	(8)	9	14	6	16	32	18	12	16	18
3	30	21	5	12	19	8	21	22	15	18	23	30
4	20	16	13	5	19	10	15	32	10	19	(17)	19
5	17	(16)	5	7	18	4	26	14	23	17	11	18
6	16	16	14	4	19	9	14	20	22	15	12	19
7	(16)	4	11	9	18	8	21	21	19	18	17	36
8	17	10	10	5	15	13	19	35	16	20	10	18
9	25	(11)	14	12	18	16	32	33	14	17	15	12
10	(20)	12	11	21	12	21	18	42	14	12	11	29
11	14	12	11	8	25	(17)	22	66	34	23	19	25
12	26	11	(12)	11	26	13	13	39	(22)	18	15	83
13	19	19	13	20	21	20	20	32	10	20	14	44
14	12	13	26	8	9	7	35	29	13	17	21	30
15	11	13	11	10	10	18	9	17	13	21	25	18
16	20	9	5	9	13	(17)	24	16	28	20	(20)	23
17	16	3	11	7	12	(16)	22	26	13	20	15	18
18	20	(7)	17	18	12	(15)	11	18	8	21	21	18
19	12	22	8	7	11	14	13	19	19	24	13	22
20	16	15	8	10	12	31	23	24	18	25	13	17
21	19	(15)	10	14	(13)	13	14	22	25	41	31	16
22	17	(15)	12	14	(13)	23	33	32	25	25	28	7
23	12	(15)	6	9	14	40	17	24	21	25	19	27
24	12	15	2	6	20	5	36	11	20	19	15	16
25	14	9	8	14	14	9	31	21	19	17	(17)	23
26	12	12	6	8	21	12	34	22	17	22	(19)	16
27	10	16	8	11	9	22	24	24	27	28	21	28
28	(14)	8	(5)	14	20	20	28	23	15	22	16	15
29	16	15	1	13	7	14	23	17	10	10	30	19
30	20	-	12	10	28	18	29	20	11	22	15	25
31	14	-	(11)	-	(21)	-	30	15	-	22	-	11

Tabela 1: Taxa horária de meteoros esporádicos em condições ideais às 3:00 horas (TL)

Obs: Valores entre parênteses estão interpolados

Magnitude M	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-15
Taxa Horária N	1.3×10^{-2}	5.1×10^{-3}	2.0×10^{-3}	8.1×10^{-4}	3.2×10^{-4}	1.3×10^{-4}	1.3×10^{-6}

Tabela 2: Taxa horária média de meteoros em função da magnitude

[Fedynsky], que mostra a proporção de meteoros observados em um instante com uma determinada magnitude. Assim, pela tabela é fácil notar que os meteoros mais brilhantes são muito mais raros que os pouco brilhantes.

3. DISCUSSÃO SOBRE O USO DA FOTOGRAFIA NA OBSERVAÇÃO DE METEOROS.

A velocidade com que os meteoros sensibilizam uma chapa fotográfica não pode ser estimada apenas pelo uso da relação focal, uma vez que o meteoro desloca-se rapidamente através do campo da câmara, o que faz com que a sensibilização do filme em relação aos meteoros tenha a proporção A^2/F , onde A é o diâmetro do conjunto de lentes e F sua distância focal.

Conhecendo-se essa relação de sensibilização, pode-se escrever o limite de magnitude dos meteoros que sensibilizam uma chapa fotográfica de uma câmara com abertura A e distância Focal F com o uso de um filme rápido (>400 ASA) como:

$$M = 2,5 \log A^2/F$$

Conhecendo-se a taxa horária média de meteoros em função da magnitude pode-se, então, obter uma expressão para a taxa de meteoros que sensibilizam a chapa fotográfica em uma câmara com uma dada configuração, onde θ é o campo da fotografia em graus:

$$N = 4 \times 10^{-6} \theta^2 A^{2,7} F^{-1,3}$$

A partir da expressão acima, foram calculadas, para demonstração, as taxas horárias de sensibilização de meteoros em chapas fotográficas para diversas configurações de câmaras, vistas na tabela 3 [Fedynsky]. Note que, de acordo com a tabela, com uma câmara de 35 mm com relação focal de 1,5, são necessárias 50 horas de exposição para a sensibilização

de um único meteoro na chapa.

4. A CAMPANHA DE OBSERVAÇÃO DOS LEONÍDEOS 98 DA REA.

Na campanha de observação dos Leonídeos, no ano de 1998, com os dados reduzidos de 17 observadores espalhados pelo País, foi possível para a REA/Brasil determinar o máximo dessa chuva com sendo entre 6 - 7h TU (Nov. 17), com pico de 200 meteoros/hora - quase perto dos 260 de THZ calculado pelo IMO.

Foram obtidas, durante o fenômeno, duas fotos feitas por Nelson Falsarella e Luciano Muniz/ Marcelo Oliveira, todos da REA, com as devidas informações técnicas na tabela 4:

Observador:	Luciano/Marcelo	N. Falsarella
Diâmetro Objetiva (mm):	25	8
Distância Focal (mm):	50	28
Relação Focal (f/d):	f2.0	f3.5
Filme (ASA):	400	1600
Exposição (min):	5	12
Campo (Graus):	32	55
Meteoros Fotografados:	1	2

Tabela 4: Dados das fotografias dos Leonídeos enviadas

Aplicando as fórmulas de magnitude limite de sensibilização da chapa fotográfica e taxa de meteoros que sensibilizam o filme nas configurações das câmaras dos observadores da REA/Brasil, temos o número de meteoros esporádicos que sensibilizam as chapas. A razão do pico da corrente dos Leonídeos com o número de meteoros esporádicos esperado para o dia 17 de novembro dado pela tabela 1, foi multiplicada diretamente à taxa de meteoros esporádicos que devem sensibilizar as chapas fotográficas dos observadores e os valores obtidos são vistos na tabela 5, juntamente com

	F/A	F(cm)	A(cm)	(graus)	M	N(h ⁻¹)
Câmara Astrofotografia	4.0	20	5	45	0.2	1×10^{-2}
Câmara 35mm	1.5	4.5	3	45	0.8	2×10^{-2}
Câmara Super-Schmidt	0.8	20	31	55	4.2	2
Telescópio 5m	3.3	1690	508	$1/_{30}$	5.4	4×10^{-6}

Tabela 3: Magnitude limite e taxa de sensibilização horária de meteoros para diversas configurações fotográficas



Luciano Muniz/Marcelo Oliveira – 50mm/f 2.0 – 400 ASA – 5 min
 Obs.: O meteoro na fotografia é visto a direita da foto, com trajetória curvilínea.
 O outro traço é devido a um satélite artificial.

REA/Brasil deve procurar desenvolver outros tipos de programas observacionais mais eficientes na detecção de chuvas de meteoros, como a Radioastronomia, muito mais sensível, inclusive do que a observação visual.

Um equipamento lançado recentemente, o intensificador de imagens astronômicas da Collins Electro Optics, dos EUA, também é outra alternativa para a observação da corrente de meteoros através do uso de objetivas fotográficas acopladas a esse dispositivo, embora seu custo seja elevado, em torno de US\$

Tabela 5: Valores de magnitude limite e taxa de sensibilização das chapas fotográficas das câmaras dos observadores REA/Brasil.

Observador:	M.Oliveira	N.Falsarella
Magnitude Limite:	0.2	-1.6
Razão Leonídeos/Esporádicos	13.3	13.3
Taxa Meteoros/Hora na Chapa	0.08	0.02
Meteoros Fotografados:	1	2

2.000,00. Um exemplo é visto abaixo.

os meteoros efetivamente sensibilizados nas fotografias.

Assim, a conclusão preliminar é que em ambas as fotos foram registrados mais meteoros do que o esperado! Um dos motivos foi a alta incidência de meteoros brilhantes, o que é descrito no trabalho de Antônio Coelho (REA/Brasília) e José Guilherme Aguiar (REA/Campinas).

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS PARA AS PRÓXIMAS CAMPANHAS.

Devido as limitações da observação fotográfica na área de meteoros expostas neste trabalho, esse tipo de observação torna-se ineficiente para o acompanhamento de outras chuvas de meteoros, em especial a corrente dos Leonídeos para 1999. Assim, a



Nelson Falsarella – 28mm/f 3.5 – 1600 ASA – 12 min

6. REFERÊNCIAS.

1. Fedynsky, V. - *METEORS*, Foreign Languages Publishing House, Moscow, 1956, págs.17-28.

2. Hawkins, Gerald S. - *THE PHYSICS AND ASTRONOMY OF METEORS, COMETS AND METEORITES*, McGraw-Hill, 1964 págs, 1-46.

3. *Leonid Meteor Outburst Mission Homepage*, [www-space.arc.nasa.gov/~leonid/pictures1.html](http://www.space.arc.nasa.gov/~leonid/pictures1.html)

4. Coelho, A.; Aguiar, J. G. - *LEONÍDEOS/1998 - PRIMEIROS RESULTADOS*, REA/Brasil, <http://reabrasil.astrodatabase.net>.



Leonídeos em 1995 por Sirko Molau, Alemanha
Imagem obtida com Intensificador de Imagem

OBSERVAÇÕES VISUAIS DO COMETA SOHO (C/1998J1)

Alexandre Amorim - Florianópolis/SC

1. Descoberta.

Descoberto em 3 de maio de 1998 por C.St. Cyr do Observatório Naval de Pesquisas, no campo do coronógrafo C3 da sonda SOHO - Solar and Heliospheric Observatory, como astro de oitava magnitude na constelação de Áries. Com base nas primeiras observações uma órbita parabólica foi determinada por Brian Marsden (publicada na IAUC 6894). Desde a sua descoberta o cometa foi visível a olho nu. As primeiras efemérides indicavam que o cometa seria visível com magnitude -0,8 em 9 de maio de 1998. Interessante que alguns astrônomos amadores quase não tinham certeza de que viam um cometa próximo ao Sol. Um dos relatos é de F. Farrell, Austrália: "Vi algo como uma 'bolha' triangular do tamanho de 1 (um) minuto de arco, ligeiramente mais brilhante que o fundo do céu, a 8-9 graus ao NNE do Sol. - era meio-dia de 8 de maio". Farrell não tinha certeza pois acreditava ser este objeto uma fina nuvem ou até mesmo um balão atmosférico.

Muitos outros observadores ainda não conseguiam discernir o cometa após várias tentativas, olho-nu, binóculos ou telescópios.

A primeira observação confirmada veio a ser de Peter Nation, Austrália - em 14 de maio, logo após o por-do-sol, ele estimou a magnitude do cometa entre +2 e +3, tendo em vista que ainda era crepúsculo e só Aldebarã era visível no momento. Peter usou um binóculo 11x80 e percebeu uma cauda de 15 minutos de arco.

Após isso, como o cometa estava em ascensão em relação ao horizonte, ele passou a ser amplamente observado em ambos os hemisférios - a sua trajetória passou por Órion.

Entre os observadores da REA vale lembrar que o autor também realizava uma série de tentativas desde o dia 9 de maio, porém entre alguns dias nublados o cometa SOHO só foi discernido em 16 de maio às 18:50 Hora Local.

2.

T r a b a l h o s

observacionais.

Os observadores da REA contribuíram com um total de 45 observações efetuadas no período compreendido entre 16 de maio e 26 de junho de 1998.

Abaixo temos a lista de observadores em ordem alfabética:

Entre os instrumentos utilizados, destacamos que 47% das observações foram feitas com binóculos 11x80; 18% com binóculos 7x50; 18% com refrator de 50mm; 11% com refletor de 200mm; 4% com binóculos 12x50 e 2% com binóculos 20x50.

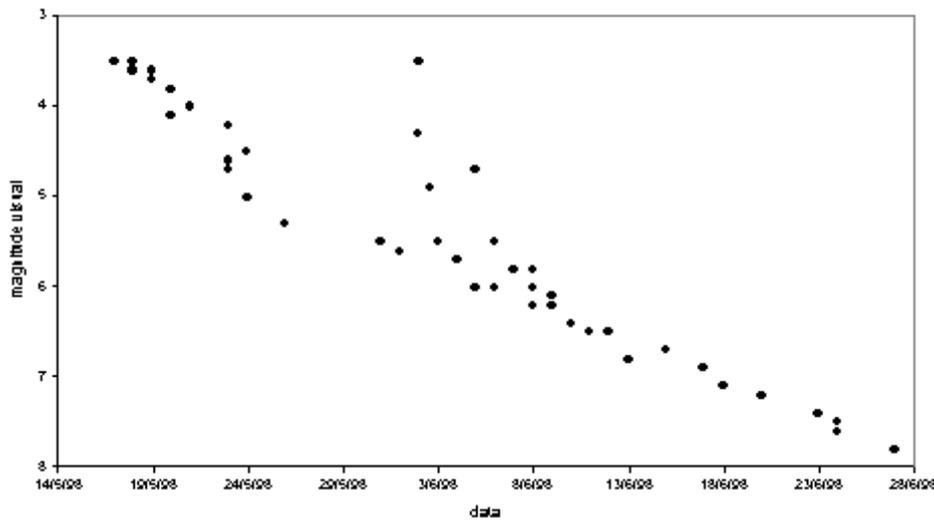
Abaixo temos um gráfico que mostra a curva de luz do cometa SOHO em função da data de observação. A maior diferença entre as estimativas deu-se em 4 de junho - 1,3 magnitudes. Mas essa diferença deve-se a alguns fatores tais como o tipo de instrumento usado, a carta usada como referência e as condições atmosféricas reinantes na ocasião. Fora disso as estimativas seguiram uma boa consistência.

O gráfico também aponta um salto de brilho ocorrido em 1º de junho, devidamente apreciado pelos observadores da REA. O observador JGA estimara o cometa em 5,6 mags no dia 31 de maio e 24 horas depois o cometa alcançou a magnitude 3,5.

3. Elementos orbitais.

Periélio:	1998 maio 08,6168
Excentricidade:	1,000000
Distância do periélio:	0,153214 UA
Longitude do periélio:	110,5409 °
Longitude do nodo ascendente:	351,6687 °
Inclinação:	62,9296 °
Mo= 8.0 K=10 N = 4	(Fonte: MPC 32168)

Observador	Cód.	Instrumentos usados	Observações
Alexandre Amorim	AMO	7X50; Refrator 50mm f/12	12
Hélio Vital	HLV	7x50; 12x50; Refletor 200mm	10
José Guilherme Aguiar	JGA	11x80 B; 20x50 B	8
Willian de Souza	WLS	7x50 B; 11x80 B	15
4 observadores			45



4. Parâmetros físicos.

Utilizando o cálculo de regressão linear do programa Microsoft Excel 97, obtemos as curvas acima, assim definidas:

Na fase pré-outburst temos a função $y = 2,8709x + 6,9065$ ($R^2 = 0,9319$)

Na fase pós-outburst temos a função $y = 3,8830x + 6,1851$ ($R^2 = 0,7587$)

Nestas retas, o coeficiente linear (b) vem a ser o parâmetro H_0 (magnitude absoluta), enquanto que o coeficiente angular (a) se trata do parâmetro N (índice fotométrico).

A tabela abaixo compara esses resultados com outros trabalhos realizados sobre o cometa SOHO.

Notamos que os valores para H_0 são aproximados dos resultados obtidos por Alfredo Pereira. Interessante é o comportamento do parâmetro N, *a priori* poderia significar um engano no cálculo, mas pode estar relacionado com a diferença no volume de observações disponíveis entre as duas fontes. Alfredo Pereira dispunha de muito mais dados sobre o Cometa SOHO, enquanto que a REA analisou 45 registros.

5. Características Físicas.

5.1. Coma.

Fonte	Fase do cometa	H_0	N
REA	pré-outburst	6,9065	2,8709
	pós-outburst	6,1851	3,8830
Alfredo Pereira (Portugal)	pré-outburst	$7,38 \pm 0,14$	$3,75 \pm 0,14$
	pós-outburst	$6,08 \pm 0,03$	$3,00 \pm 0,18$
John Bortle (EUA)	pré-outburst (observações iniciais)	9,0	4,0

As primeiras observações foram reportados valores de coma em torno de 3 a 5 minutos de arco, na fase pré-outburst. Observadores da Liada (incluindo alguns observadores da REA) também reportaram uma condensação central descrita como muito nítida e forte, de modo que seu grau de condensação foi estimado entre 7 e 8. Entre os 4 observadores da REA este parâmetro situou-se entre os valores 5 e 7 no mesmo período.

Após o

outburst a coma sofreu mudanças profundas, isto é notado pelas estimativas de graduação da coma a partir de 1° de junho – os valores eram de 3 a 5, mostrando que a coma ficara mais difusa e a sua condensação central mais fraca. Também no período pós-outburst verificou-se que o tamanho da coma aumentou ligeiramente, passando a assumir um valor médio de 5,5 minutos de arco. Vale ressaltar que devido aos diferentes instrumentos usados, condições meteorológicas e pelo fato de o cometa se encontrar a baixa altitude durante o primeiro período de observação, as estimativas do tamanho da coma ficaram muito dispersas.

Apesar dessas condições, notou-se que houve uma boa consistência entre as estimativas de coma após o outburst (excetuando-se as estimativas feitas pelo refrator de 50mm). Em 2 de junho a coma foi estimada em 7' de arco, correspondendo a 280.387 Km (para $D = 0,918$ UA) enquanto que em 26 de junho foi estimada em 3' de arco, correspondendo a 173.573 Km (para $D = 1,326$ UA).

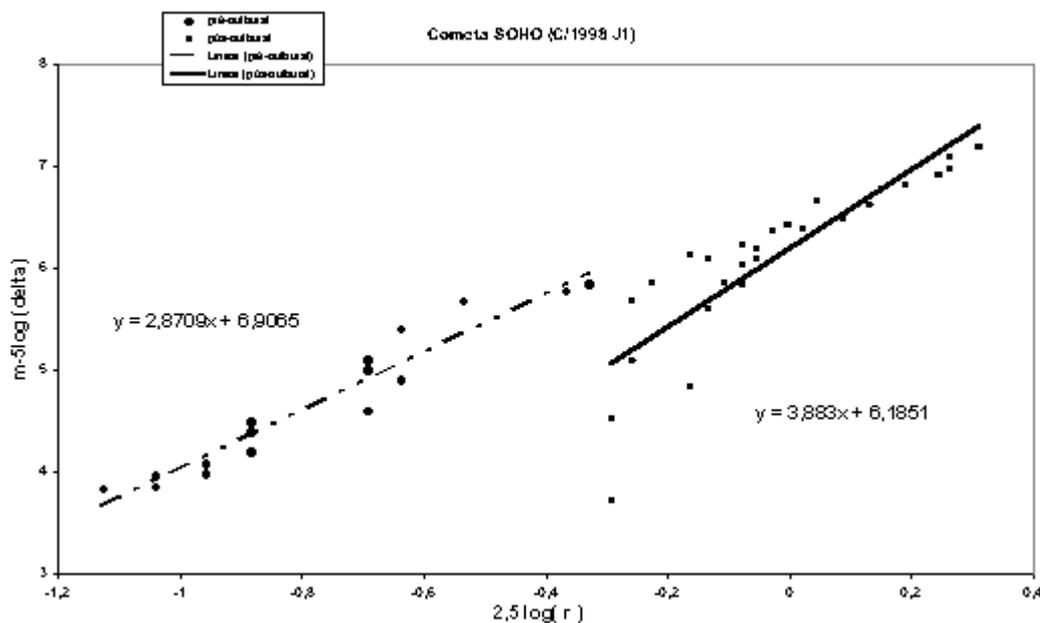
5.2. Cauda.

Apenas o autor registrou uma cauda com cerca de 0,5 graus de extensão e retilínea, mas só no período pré-outburst. Em registros fotográficos, por sua vez, pôde-se notar duas caudas:

- Cauda de gás (tipo I) : muito nítida e bem extensa.
- Cauda de poeira (tipo II) : ligeiramente curvada e com pequeno ângulo de abertura.

5.3. Coloração.

O observador JGA relatou uma coloração azul no cometa, que se tornou mais evidente após o outburst. Tanto JGA como Washington Kryzanowsky confirmaram esta coloração muito evidente que havia sido detectada nas fotografias feitas por outros observadores brasileiros.



Curva do Cometa SOHO para análise dos parâmetros H_0 e N .

6. O Outburst.

O fenômeno constitui algo que merece maiores explicações. Esses saltos de brilho são variações bruscas de intensidade luminosa, imprevisíveis e às vezes de grande amplitude.

Uma das teorias explica que devido ao fato de o cometa ser composto por elementos voláteis, estes se vaporizam sob efeito do calor solar; os gases neste caso, seriam retidos em câmaras por uma crosta sólida e hermética. No momento em que a pressão do gás atinge um valor crítico, a crosta se rompe brutalmente liberando o gás de uma só vez. Às vezes tais outbursts são conseqüências de ruptura do núcleo do cometa. No caso do Cometa SOHO não houve evidência de fragmentação de seu núcleo.

Outros cometas que experimentaram esse fenômeno podemos destacar o Schwassmann-Wachmann 1 (5 a 7 magnitudes), o Tuttle-Giacobini-Kresak (1973b) com 10 magnitudes entre maio e junho de 1973, e mais recentemente, o Harrington-Abel (2 magnitudes).

7. Conclusões.

O Cometa SOHO mostrou-se um excelente cometa para a observação no que se refere aos astrônomos amadores principiantes: atravessou a constelação de Órion (de fácil localização) e mostrou-se bem acessível a modestos binóculos.

A diferença encontrada nos valores de N (índice fotométrico) pode ser minimizada por se realizarem mais observações cometárias – além de se usarem atlas e cartas celestes recomendadas pelo ICQ/IAU.

A ocorrência de um *outburst* cometário

mostra a importância da vigilância observacional. Um número maior de observadores de cometas é de suma importância: observadores localizados em sítios diferentes aumentariam as opções de acompanhamento de um referido cometa.

Mal assim uma vez é interessante ressaltar a agilidade de informações presente na Internet. Principalmente em passagens de tais cometas. Notamos que todo o período de observação não ultrapassou dois meses, o

que seria muito difícil acionar os observadores em tão pouco tempo por meios convencionais.

8. Referências bibliográficas.

- AGUIAR, José G. de S., “Relatório Preliminar da Passagem do Cometa 9P/Tempel 1 (1993c)”, Reporte REA #8 pp36-38.
- AGUIAR, José G. de S., “Relatório Final da Aparição do Cometa Bradfield (1987s = 1987 XXIX)”, Reporte REA #8 pp39-41.
- AGUIAR, José G. de S., “El Cometa SOHO (C/1998J1)” – Circular da LIADA em espanhol (Sección de Cometas), julho/1998 (?)
- MORRIS, Charles, “Recent News and Observations” situada em “Comet Observation Home Page – <http://encke.jpl.nasa.gov>” 4 de junho de 1998.
- MOURÃO, Ronaldo R. de F., “Anuário de Astronomia 2000” p. 250.
- NAPOLEÃO, Tasso e LEITÃO Jr, Cláudio B., “Determinação dos Parâmetros Fotométricos de Cometas Recentes”, Reporte REA #5 pp41-45.
- PEREIRA, Alfredo, “Comet Forum” situado em <http://correio.cc.fc.ul.pt/~pereira> 24 de julho de 1998.
- TRAVNIK, Nelson, “Os Cometas” pp78,79.

L Carinae

Sergio Adrián Domínguez - Argentina - Sección Estrellas Variables de la LIADA¹

Resumen.

En el presente trabajo se presentan los resultados de la reducción de 817 observaciones de la estrella variable austral L Carinae, procedentes de 5 miembros de la LIADA, a fin de ratificar o rectificar los parámetros obtenidos por Ignacio Ferrín en 1988. Los resultados obtenidos en aquella oportunidad se basaron en 276 observaciones procedentes de 7 miembros de la LIADA, y presentaban fuertes discrepancias con los parámetros astrofísicos conocidos para esta estrella, fundamentalmente en lo referente al rango de variación de la estrella.

1. Introducción.

L Carinae es una estrella variable austral muy conocida y observada por la gran mayoría de los observadores de estrellas variables, cuyas coordenadas son:

A.R: 09h 43m 52s (1950)
Dec: -62° 16.6' (1950)

Pertenece a la categoría de las α Cephei o simplemente Cepheids, esta estrella fue objeto de estudio por parte de Ignacio Ferrín en el año 1988. Aquel trabajo se basó en el análisis de 276 observaciones provenientes de 7 observadores pertenecientes a la LIADA, las cuales cubrían 13 ciclos de variación de la estrella, o lo que es lo mismo, un año y un mes.

Los parámetros astrofísicos obtenidos en aquella oportunidad fueron los siguientes:

Rango de variación: 3.35 - 4.00 V (0.65 magnitudes)
Período de variación: 35.7 días

Estos parámetros fueron comparados con datos provenientes del "Celestial Handbook" de Burnham, y datos de la American Association of Variable Star Observer (AAVSO), quienes consignaban para esta estrella los siguientes parámetros respectivamente:

Rango de variación: 4.3 - 5.1 (0.8 magnitudes)
Período de variación: 35.56 días

Rango de variación: 4.3 - 5.5 (1.2 magnitudes)
Período de variación: 35.5 días

Como resultado de esta comparación surgieron fuertes discrepancias, fundamentalmente en lo que respecta al rango de variación de la estrella (Magnitud en el máximo y mínimo), la diferencia entre los parámetros "tabulados" utilizados por Ferrín y los obtenidos en su estudio alcanzaban a una magnitud, lo cual resulta ser muy significativo para una estrella de este tipo, hecho que finalmente, condujo a la realización del presente estudio de la estrella en cuestión, a fin de corroborar o rectificar los datos obtenidos anteriormente.

2. Observaciones.

El presente estudio se basa en 817 mediciones visuales de brillo efectuadas por 5 observadores pertenecientes a la LIADA, Tabla I, Figura 1, las cuales cubren el intervalo JD 2447169.7 - JD 2451354.621 (4185 días, ó 11 años y 6 meses), este intervalo corresponde a 117 ciclos de variación de la estrella, e incluye los 13 ciclos estudiados por Ferrín en 1988.

Cabe mencionar que la gran mayoría de las mediciones utilizadas para el presente estudio (más del 90%), fueron efectuadas sin el auxilio de instrumento de observación alguno, a "ojo desnudo".

3. Reducción y Análisis.

Como primera medida, las observaciones "en crudo", fueron analizadas mediante la utilización del software desarrollado por la American Association of Variable Star Observers, AAVSO, para el análisis de series temporales denominado TS (Time Series), el cual realiza una búsqueda de períodos utilizando el método de series de Fourier.

Como resultado de este análisis, se obtuvo el espectro de frecuencias en base al cual se obtuvo un período para la estrella en estudio de 35.5629 días, representado por el pico principal en el centro del mencionado espectro, Figura 2.

A continuación, y tomando como base el período obtenido previamente, y el instante de un máximo determinado a partir de la curva de luz de la estrella (J.D. 2447169.700), se procedió a reducir todas las observaciones a un solo ciclo de variación, obteniendo de esta forma los datos de fase de cada observación, los que una vez graficados, permitieron la obtención de la "curva de luz en fase" de la estrella, Figura 3.

Posteriormente se procedió al análisis estadístico de los datos de fase, a tal fin se dividió el ciclo de variación o fase de la estrella, en 20 intervalos de fase, para los cuales se obtuvieron las magnitudes medias con sus correspondientes rangos de error, Tabla II.

Los datos obtenidos por este proceso fueron finalmente graficados, obteniéndose la "curva de luz en fase promedio", Figura 4, la cual representa los promedios de los datos "en crudo" graficados en la Fig. 3.

Los parámetros astrofísicos de la estrella, obtenidos finalmente fueron los siguientes:

Rango de variación: $3.42 \pm 0.06 - 4.12 \pm 0.12 V(0.7 \pm 0.09)$
Fase del Mínimo: 0.72
Período de variación: 35.5629 días

El máximo error obtenido para una observación fue de ± 0.172 magnitudes, el mínimo error obtenido para una observación fue de ± 0.068 magnitudes, Tabla II, siendo el error típico de ± 0.109 magnitudes, lo cual indica una muy buena precisión, máxime si se toma en consideración que estos valores provienen del análisis de 117 ciclos de la estrella en cuestión.

4. Conclusiones.

Como puede observarse, los parámetros astrofísicos obtenidos en el presente estudio, son básicamente compatibles con los obtenidos por Ferrín, la diferencia en el rango de variación es de 0.05 magnitudes y la diferencia en el período de variación es de 0.1371 días, lo cual confirma como válidos los parámetros obtenidos en aquella oportunidad. ¿Dónde está el problema entonces?, Es la diferencia de una magnitud respecto de los parámetros tabulados real?.

El General Catalogue of Variable Stars (GCVS), consigna para L Car:

Rango de variación: 3.28 - 4.18 V (0.9)
Período de variación: 35.53584 días

Por su parte, el HIPPARCOS Variability Annex consigna los parámetros:

Rango de variación: 3.502 - 4.250 (0.748)
Período de variación: 35.56 días

Y finalmente, el AAVSO Variable Star

Atlas, Index to Variable Stars, consigna:

Rango de variación: 3.3 - 4.2 V (0.9)

Datos que son básicamente compatibles con los obtenidos en ambos estudios.

Todo lo expuesto nos lleva a la conclusión de que la discrepancia de una magnitud entre los parámetros obtenidos en 1988 y los parámetros tabulados utilizados en ese trabajo, no es real, sino que se debe a un error producto de la utilización de fuentes inexactas.

Prueba de esta afirmación es el hecho de que para una de las fuentes citadas por Ferrín, la AAVSO, los parámetros citados en 1988 en su trabajo, no son coincidentes con los parámetros obtenidos de una publicación oficial de esta institución. Restaría por chequear la fuente utilizada por Burnham en su *Celestial Handbook*, la cual no fue citada en aquel estudio.

De todo lo expuesto podemos concluir que, a pesar de haber obtenido parámetros correctos en su trabajo, la comparación de estos con fuentes inexactas o de "precedencia dudosa" por parte de Ferrín, generó una discrepancia que es inexistente, como queda demostrado por los parámetros obtenidos por el presente estudio y las fuentes citadas.

5. Agradecimientos.

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento a aquellos Observadores de Estrellas Variables de la LIADA que, con sus observaciones y dedicación, hicieron posible la realización de este trabajo.

6. Referencias.

Ferrín I., L Carina, 1988, *Universo* Vol. 8 N° 27 pag. 78-79.

HIPPARCOS Variability Annex, (Datos extraídos del Software Guide 6.0, Project Pluto, march 1998).

Kholopov P.N., *General Catalog of Variable Stars*, Fourth Edition, Moscow 1985.

Scovil C.E., *The AAVSO Variable Star Atlas*, Second Edition, USA 1990.

7. Tablas y Figuras.

<i>Tabla I</i>			<i>Tabla II</i>		
<i>Observador</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nr.DeObservaciones</i>	<i>Fase Media</i>	<i>Magnitud Media</i>	<i>Error Medio</i>
<i>GFE</i>	Federico García	11	0.0245	3.42	±0.0679
<i>GAJ</i>	Jaime Rubén García	55	0.0745	3.43	±0.0727
<i>SQL</i>	Raúl Salvo	7	0.1245	3.46	±0.0817
<i>DZS</i>	Sergio Adrián Dominguez	739	0.1745	3.54	±0.0962
<i>TVG</i>	Víctor Gabriel Trombotto	5	0.2245	3.57	±0.1039
			0.2745	3.68	±0.1025
			0.3245	3.66	±0.1064
			0.3745	3.77	±0.1086
			0.4245	3.83	±0.0847
	<i>Total</i>	<i>817</i>	0.4745	3.99	±0.1495
			0.5245	3.88	±0.1076
			0.5745	4.03	±0.0940
			0.6245	4.07	±0.0992
			0.6745	4.07	±0.1222
			0.7245	4.12	±0.1253
			0.7745	4.03	±0.1453
			0.8245	3.98	±0.1306
			0.8745	3.78	±0.1139
			0.9245	3.60	±0.1722
			0.9745	3.43	±0.1003

¹ Liga IberoAmericana De Astronomía

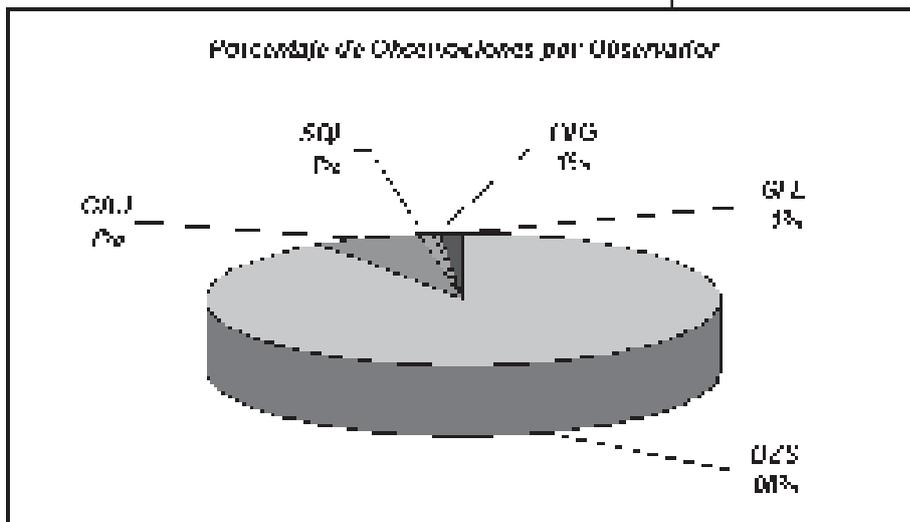
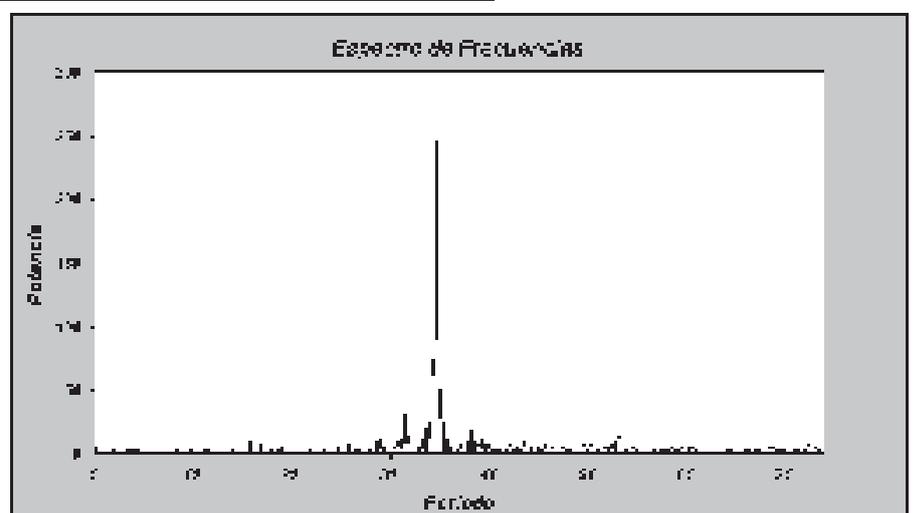


Figura 1

Figura 2



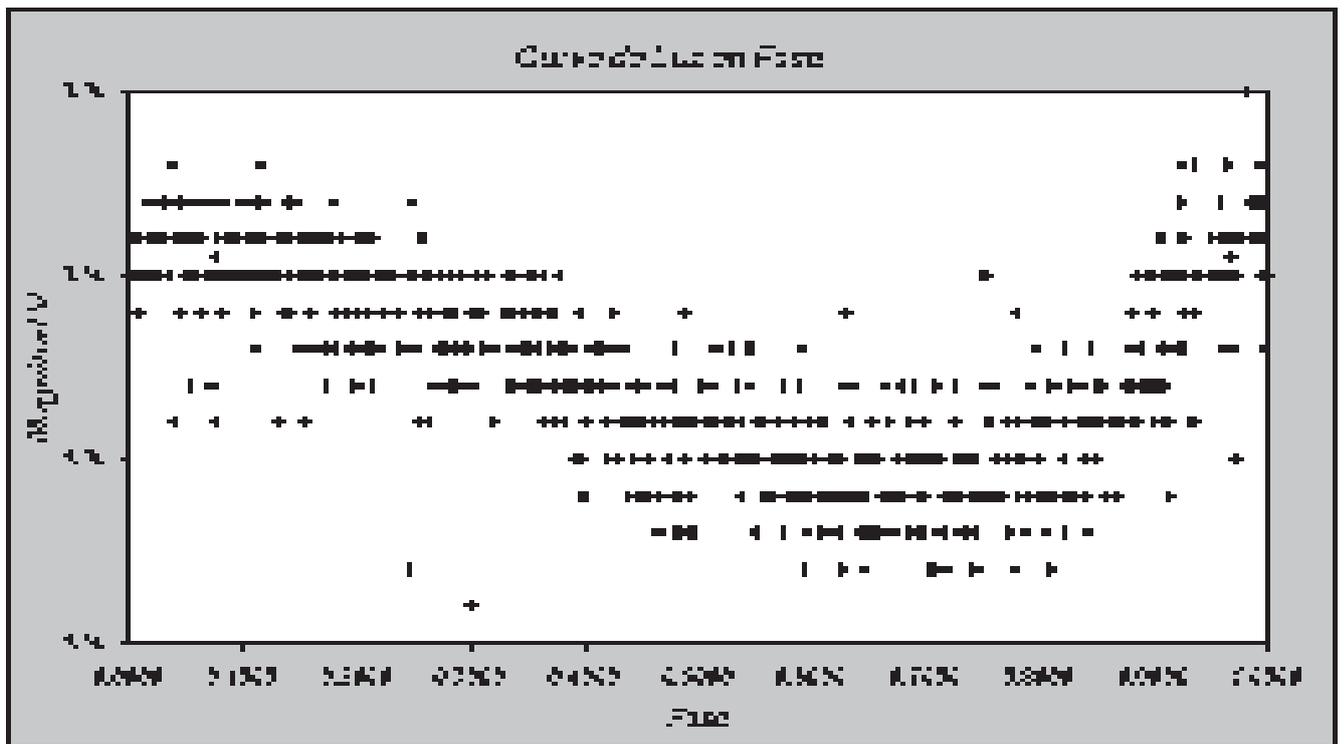


Figura 3

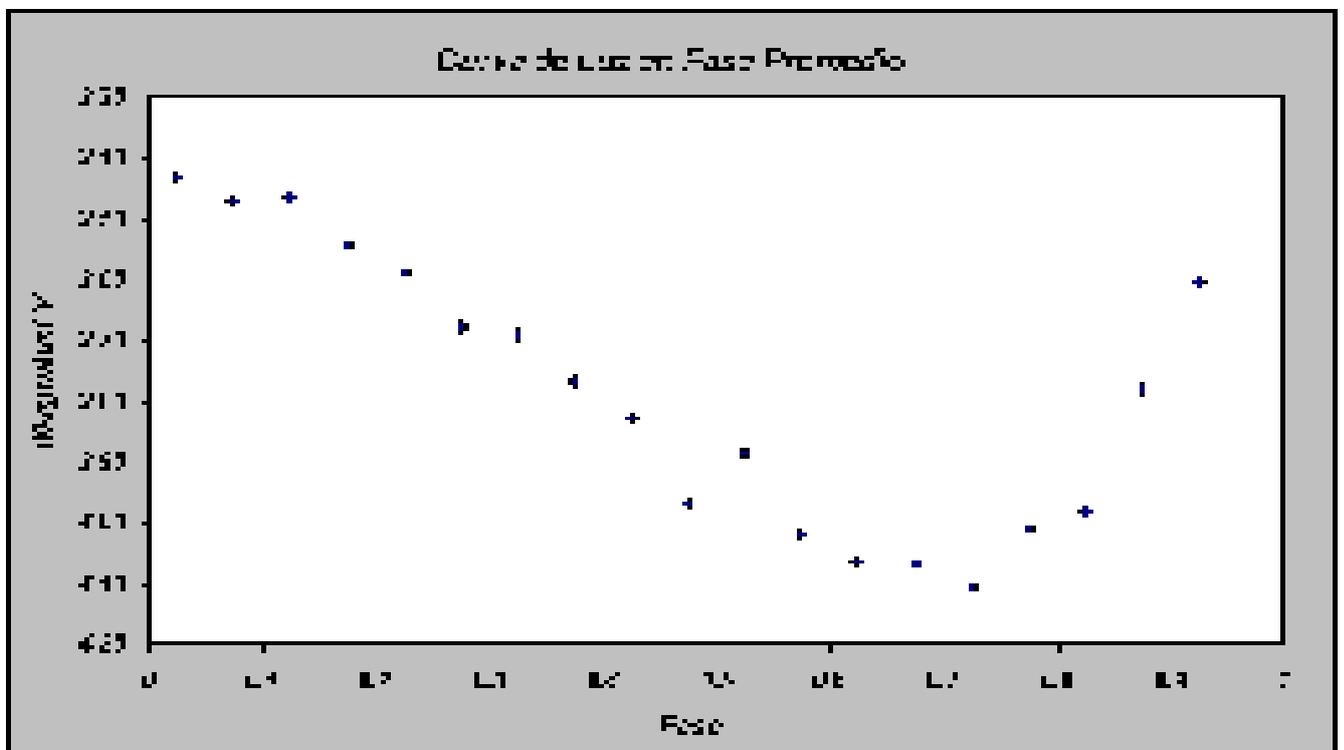


Figura 4

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 ascensão reta 10h 09.4m (equinócio 2000.0) e declinação -61°17'; 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 contribuíram 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 amplitude de variação visual entre 4.5 e 9.9 magnitudes, período de 149.55 dias, classe espectral K7e - M4e e taxa de ascensão 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 magnitudes, 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).

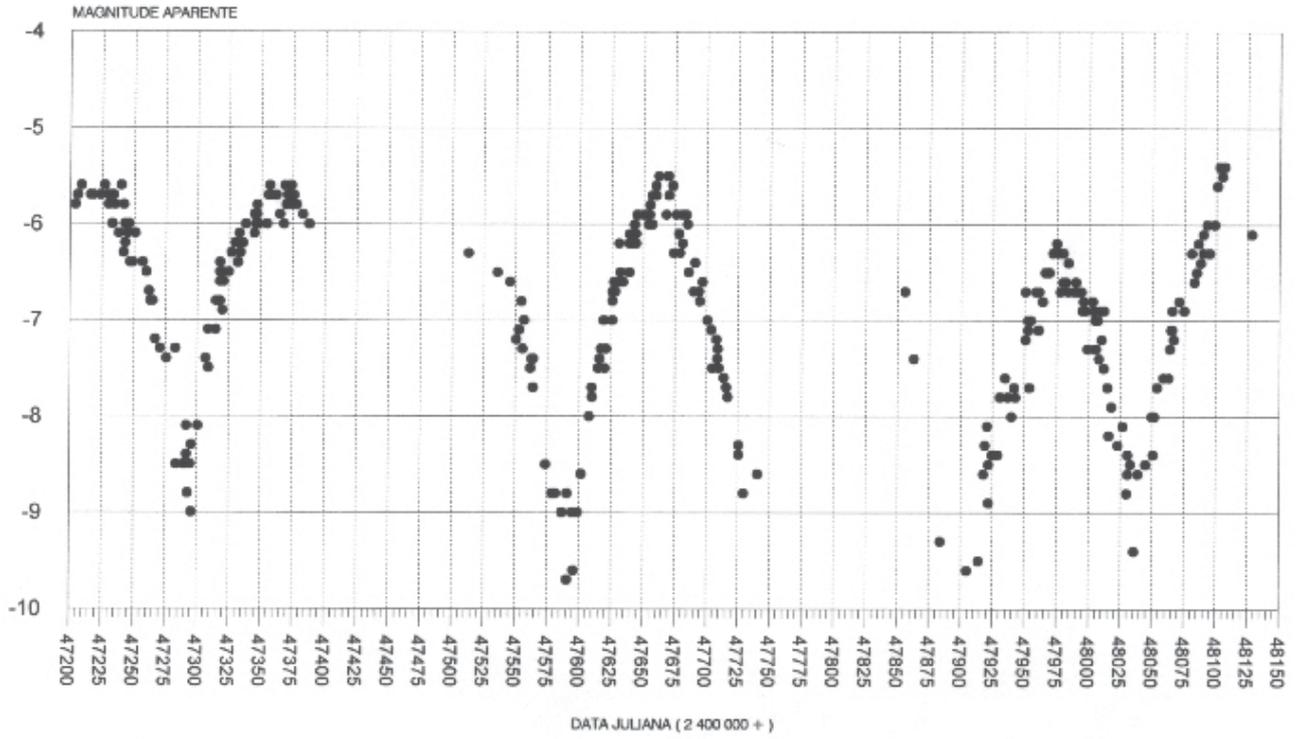
Finalmente, o período médio para todo o intervalo das observações foi de 149.5 dias (calculado pelos máximos) e de 149.4 (calculado pelos mínimos). O valor de 149.5 dias, considerado o mais confiável, foi utilizado nas reduções a seguir.

4.2. Magnitudes.

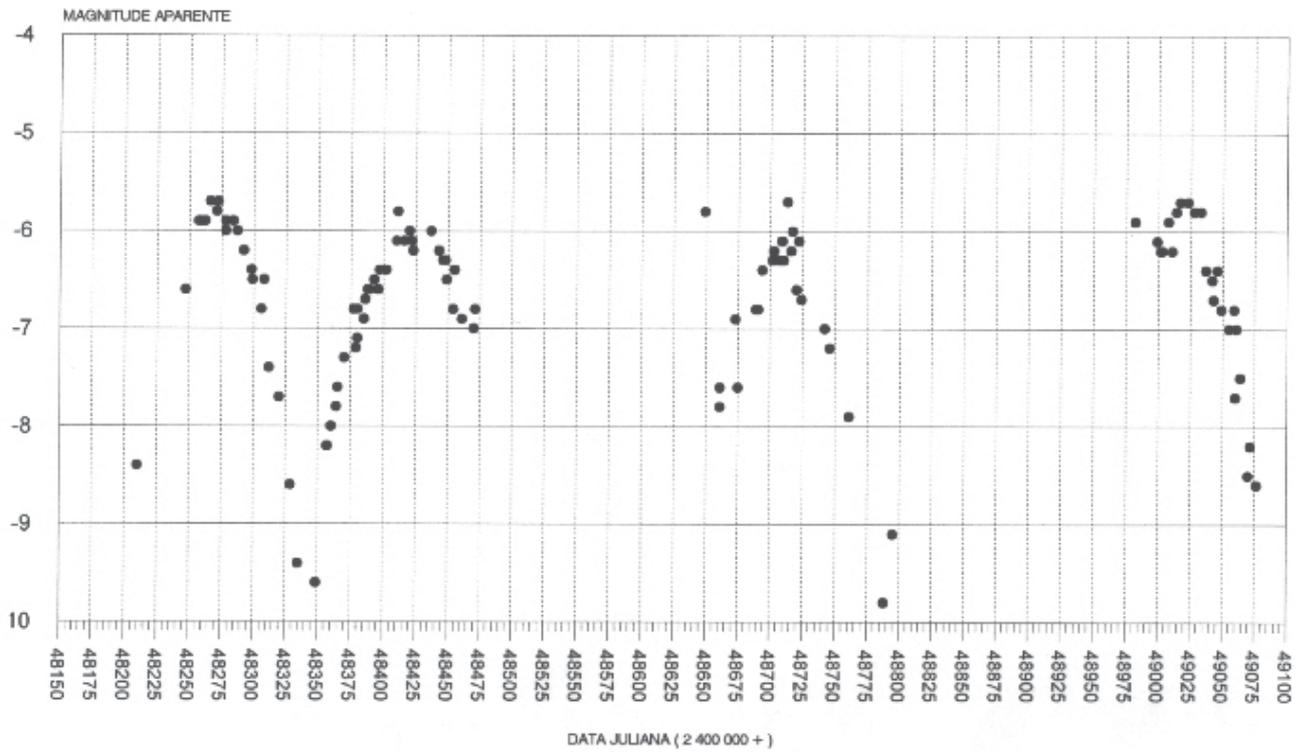
Os ciclos individuais selecionados apresentaram máximos que variaram entre 5.6 mag e 6.2 mag. Os mínimos, por sua vez, estiveram entre 8.7 mag e 9.7 mag. Ambas as flutuações (assim como a dos períodos de cada ciclo) são consistentes com o que se deve esperar de uma variável da classe M.

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.

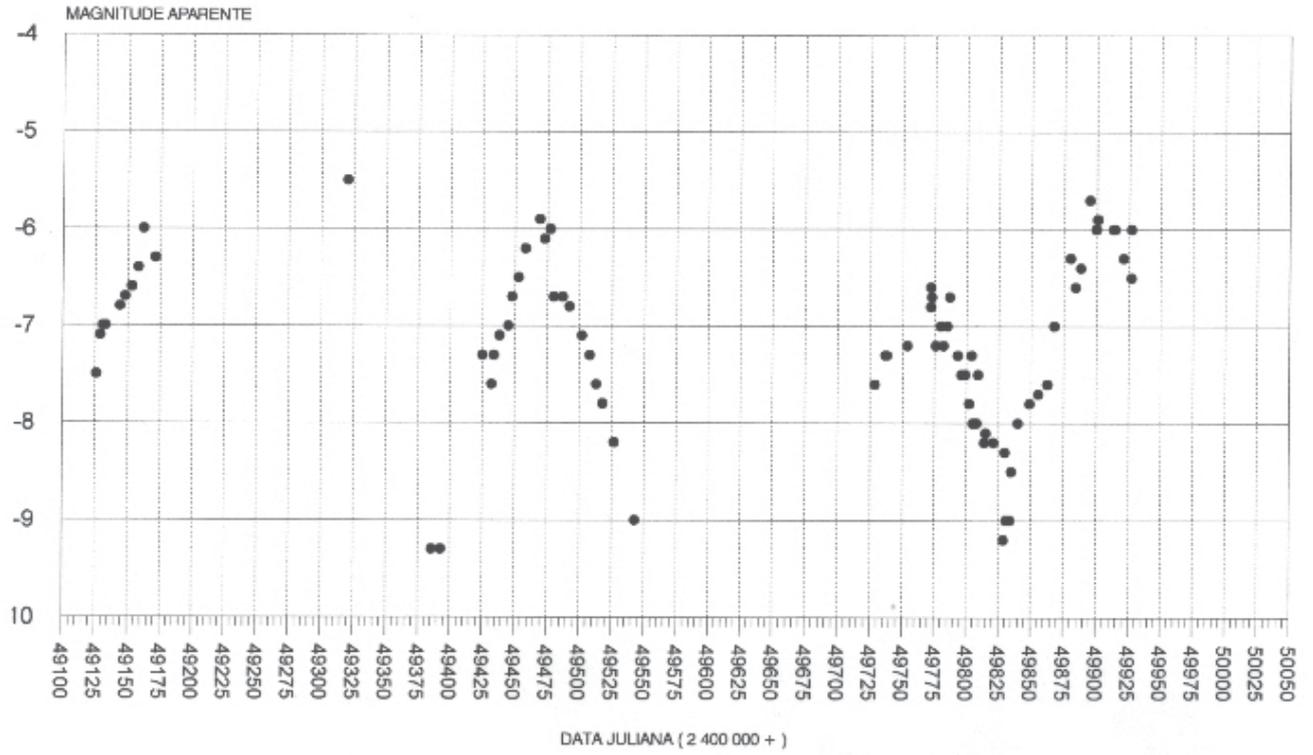
S CARINAE



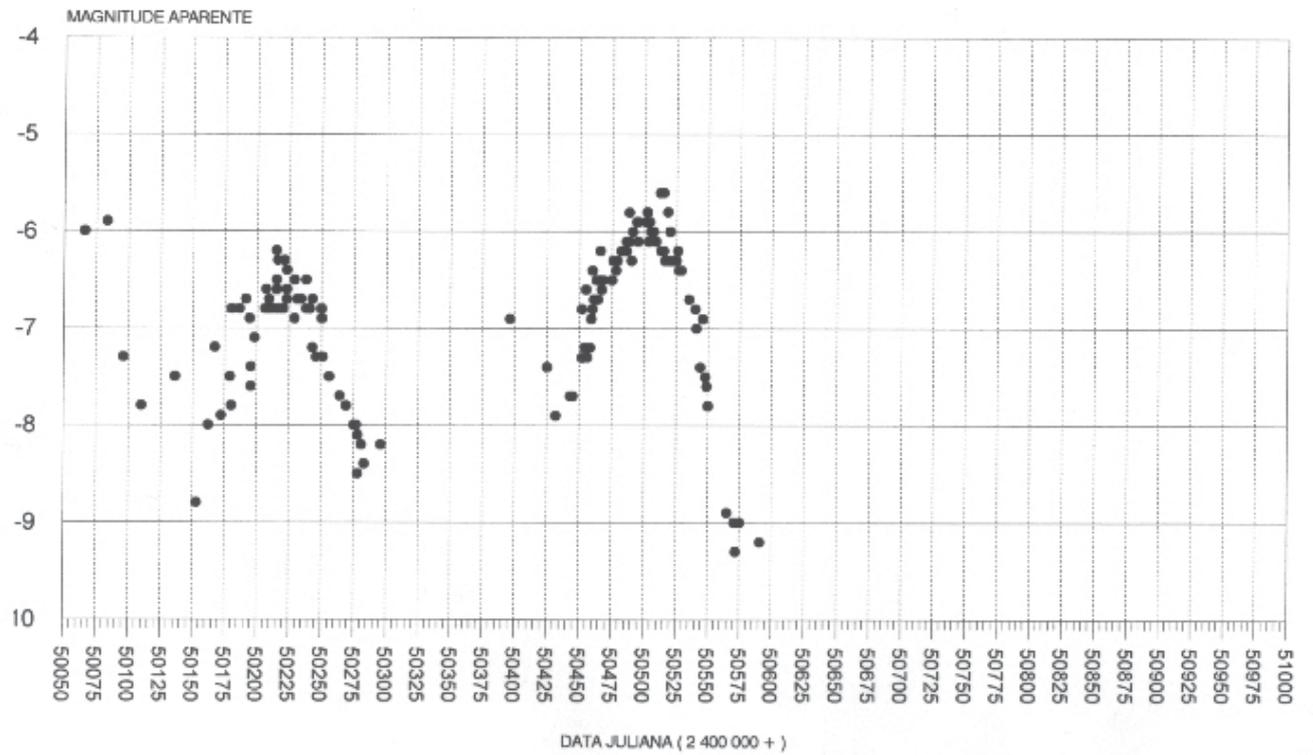
S CARINAE



S CARINAE



S CARINAE



4.3. Simetria.

Utilizamos o parâmetro $(M - m)/P$ para cada ciclo, que fornece um indicativo do tempo de ascensão 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 ascensão 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 $M_v = -2.2$ 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):

$$m_v - M_v = 5 \cdot \log D - 5$$

Para $m_v = 5.8$ e $M_v = -2.2$ resulta:

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

5.3. Cálculo da Luminosidade no Máximo.

Utilizamos a equação de Pogson com o Sol como parâmetro:

$$M_s - M_v = 2.5 \cdot \log (L_v / L_s)$$

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

$$\text{Resulta: } L_v = 630 \cdot L_s$$

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: $M_v = 1.4$

Luminosidade nos mínimos: $L_v = 23 \cdot L_s$

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).

Análise preliminar da curva de luz de W Crucis em 1999

Tasso A. Napoleão (SP), Hélio C. Vital(RJ), Avelino Alves(SC)

1. Caracterização.

W Crucis é uma binária eclipsante peculiar austral e brilhante, cujas invulgares características têm levado diversos observadores a monitorá-la ao longo de vários ciclos nos últimos anos, - entre eles, Alves (1993) e Dominguez (1993), ambos do quadro da REA. No presente artigo, pretendemos apresentar os resultados e a análise da campanha observacional; levada a cabo por todo o grupo de variabilistas da REA em 1999, bem como discutir novos modelos e possibilidades sobre o comportamento desta interessante estrela.

W Crucis situa-se nas coordenadas : Ascensão Reta 12h11m59s e Declinação - 58° 47.0' (equinócio 2000.0). A estrela está bastante próxima ao plano da Galáxia, com longitude galáctica de 3.70° e longitude galáctica de 297.83°. Trata-se de uma binária eclipsante, que até a terceira edição do General Catalogue of Variable Stars (GCVS), em 1970, era listada como tipo EA - ou seja, uma eclipsante algólica; a quarta edição do GCVS (1988), todavia, já a classificava como EB - ou seja, uma binária do tipo Beta Lyrae. Essa própria mudança já parecia indicar interessantes e recentes desenvolvimentos no estudo da variável.

Mirek Plavec (UCLA at Los Angeles), em "paper" publicado no IBVS (Information Bulletin on Variable Stars, Konkoly Observatory, Budapest) número 2524 (1984) foi o primeiro a dirigir um apelo aos observadores austrais para o monitoramento de W Cru. Nesta época, praticamente tudo o que se sabia sobre a estrela vinha de observações de O'Connell (1936), ou seja, um hiato de quase 50 anos ! O maior problema estava na inusitada extensão de seu período (198.53 dias, segundo o GCVS), que constituía um obstáculo ao monitoramento continuado por parte dos profissionais. Sabia-se, entretanto, que a amplitude de sua variação no visível era de cerca de 8 a 9.5 magnitudes (Plavec 1984), e de 9.0 a 10.4 mag no filtro B (GCVS, AAVSO). A classe espectral era identificada como G1 Iab para a primária (Plavec 1984) ou G2b Iab (GCVS) : de qualquer forma, uma supergigante amarela; porém, a secundária, apesar de apresentar indícios de ser ainda mais massiva que a primária, simplesmente não apresentava linhas

espectrais ! Para complicar mais o quebra-cabeças, a duração dos eclipses era difícil de estimar e nem mesmo havia uma definição precisa sobre o formato da curva de luz, mesmo quando construída por observadores experientes (veja, por exemplo, a controvérsia entre A. Alves e S. Dominguez no Reporte REA número 6, 1993). As melhores efemérides conhecidas eram ainda baseadas em O'Connell e indicavam uma época correspondente ao DJ 2440731.6.

Desde o artigo de Plavec, diversos observadores profissionais e amadores concentraram-se no estudo de W Cru (veja na Bibliografia), e alguns modelos teóricos foram desenvolvidos, alguns se adequando às observações, outros não. A campanha observacional da REA em 1999 veio se agregar à base de dados (ainda reduzida) para a estrela - porém, todos nós ainda estamos longe de entender perfeitamente os mecanismos de variação de W Crucis, como discutiremos adiante. Claramente, esta é uma estrela que deverá continuar a ser monitorada com prioridade durante os próximos anos.

2. Campanha observacional da REA em 1999.

Os observadores da REA realizaram em 1999 um total de 207 estimativas de magnitude visual, num período de 200 noites de observação a partir de 01 de março de 1999, cobrindo portanto um ciclo completo da estrela (198.53 dias). Além disso, uma fotografia e treze imagens CCD da variável foram obtidas.

Treze observadores participaram desta campanha (em ordem alfabética):

Adriano S. Barros (Maceió, AL); Alexandre Amorim (Florianópolis, SC); Antonio Padilla Fo. (Rio de Janeiro, RJ); Avelino Alves (Florianópolis, SC); Carlos Colesanti (São Paulo, SP); Felipe Hodar (Campinas, SP); Hélio Vital (Rio de Janeiro, RJ); José Guilherme Aguiar (Campinas, SP); Juan Hodar (Campinas, SP); Tasso A. Napoleão (São Paulo, SP), todos com estimativas visuais. Cristóvão Jacques e Nuno C. Cunha (Belo Horizonte, MG), com imagens CCD; e Marco De Bellis (Rio de Janeiro, RJ), com imagem fotográfica.

3. Curvas de luz.

A figura 1 representa a curva de luz completa para o total de 200 noites de observação. Mesmo um primeiro exame revela algumas características evidentes :

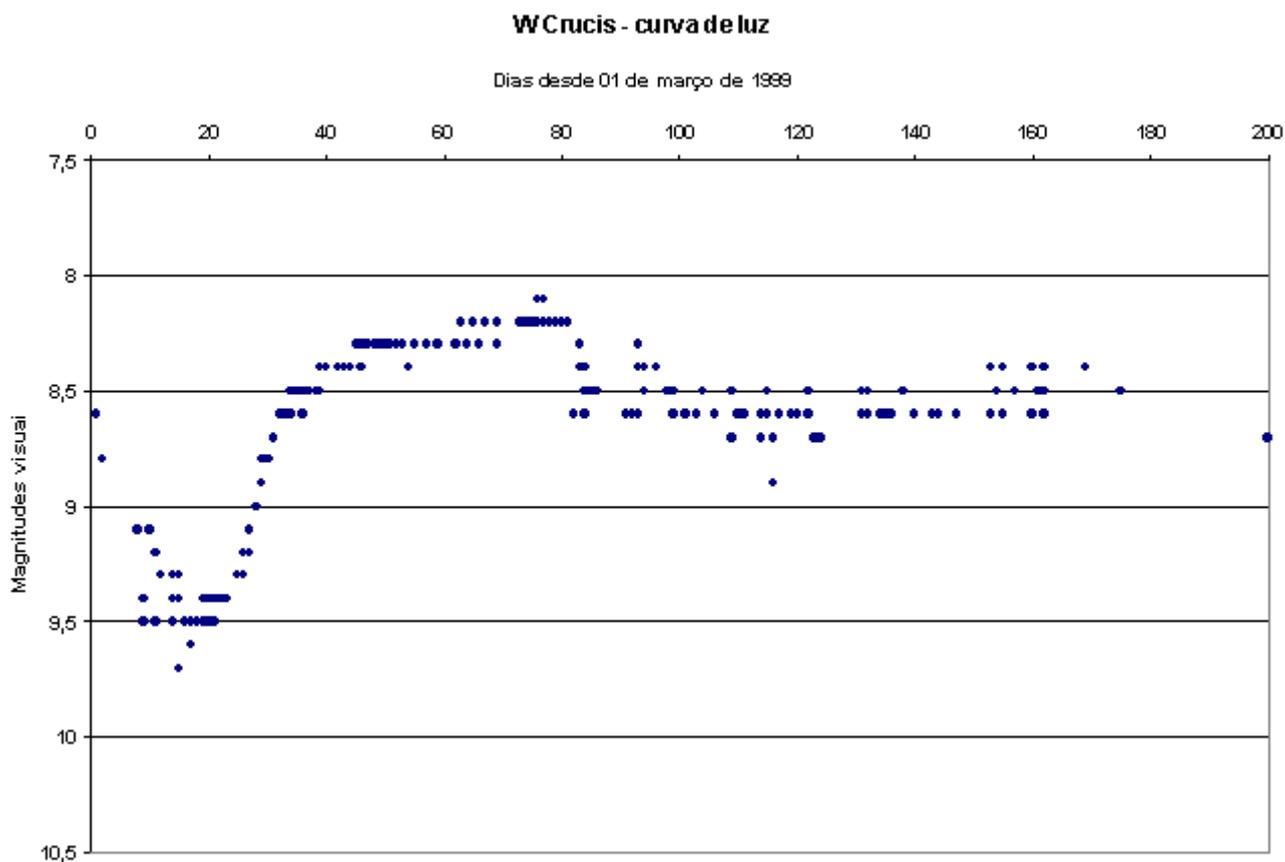


Figura 1 : Curva de luz de W Crucis obtida pela REA em 1999:

A curva de luz é contínua, assemelhando-se às da classe Beta Lyrae, e não às da classe Algol; seu aspecto, entretanto, é peculiar.

Uma provável assimetria parece estar presente. O máximo que se segue ao mínimo primário é mais brilhante. A duração do mínimo secundário parece ser mais ampla que a do primário.

A magnitude mais provável no máximo brilho parece estar entre 8.1 - 8.2 (V) .

A magnitude mais provável no mínimo primário parece ser cerca de 9.6 (V) .

O mínimo primário foi atingido em Março (17.94 + - 0.34) TU, 1999.

A duração total do eclipse primário parece estar em cerca de 60 dias, porém com certa imprecisão observacional.

Mínimo secundário bastante impreciso : a existência de um possível patamar de brilho (plateau) ainda necessita ser confirmada.

A reprodutibilidade da curva de luz de ciclo para ciclo precisa também ser verificada com maior

precisão.

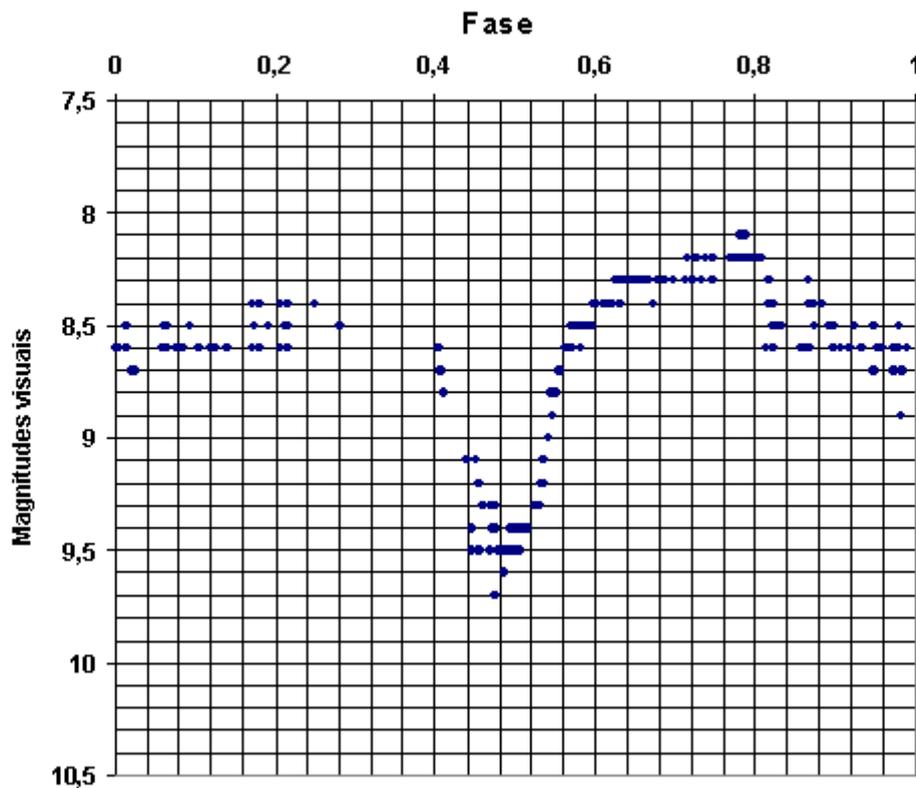
Para facilitar as análises que se seguem, procuramos também normalizar a curva de luz, “fasando-a” considerando a época e período dados pelo GCVS. A curva de luz “fasada” é vista a seguir, na Figura 2 :

4. Primeiras discussões / interpretações.

Durante os meses de março a maio de 1999, um grupo da REA (Avelino Alves, Cristóvão Jacques, Hélio Vital, Nuno Cunha, Tasso Napoleão) efetuou via REANET as primeiras tentativas de interpretação e entendimento dos dados que iam sendo obtidos deste estranho sistema, à medida que as estimativas iam se desenvolvendo. Algumas dessas interpretações preliminares são vistas a seguir:

A morfologia da curva de luz, à medida que as estimativas se desenvolviam, foi identificada com uma eclipsante tipo Beta Lyrae, descartando-se totalmente o tipo EA para W Crucis. Uma assimetria parece evidente, e o fato de a curva ser contínua sugeria a possibilidade de efeitos de elipticidade e de maré entre as componentes.

Os cálculos da magnitude absoluta do sistema, combinadas com medidas do índice de cor (B-V) efetuadas via CCD, sugeriram a presença de ao



menos uma gigante ou supergigante amarela como componente, e talvez mesmo duas.

A inexistência aparente de um plateau significativo de brilho no mínimo secundário, além da assimetria já citada, foi interpretada como um possível sinal de um disco de acreção (*accretion-disk*) no sistema; ou então de que o patamar tivesse amplitude muito curta, talvez encoberta pelo erro observacional.

Foi sugerida por Vital (baseado em observações de ciclos anteriores) a existência de um possível aumento do período orbital da estrela, à taxa atual de 0.05 dias por século. Neste caso, o período atual estaria em 198.567 dias, contra 198.538 dias relacionados no GCVS.

O levantamento de observações de ciclos anteriores por Alves indicou uma significativa variação da morfologia da curva de luz de ciclo para ciclo, bem como flutuações irregulares superpostas à curva de luz.

Evidentemente, essas discussões não tinham o objetivo de criar um modelo para a variável ou mesmo de explicar inteiramente os mecanismos de variação de W Crucis (o que seria pretensioso, dados o grau de complexidade do sistema, nossos limitados recursos instrumentais e o volume relativamente pequeno de observações). Como seria de se esperar, saímos com mais perguntas que respostas. Porém, elas serviram como ponto de partida para um melhor entendimento futuro das características desta intrigante binária; o único item que ficou evidente, com certeza, foi a necessidade da continuidade do monitoramento da estrela durante vários

ciclos sucessivos, para verificar a reprodutibilidade da curva de luz e de suas particularidades ciclo a ciclo.

5. W Crucis : um modelo “definitivo” ?

Naturalmente, as discussões nos estimularam também a pesquisar o material já publicado sobre W Crucis na literatura profissional. Comprovamos que é muito reduzido o número de “papers” sobre a estrela (sobretudo modelos para explicar seu intrigante comportamento) nos periódicos profissionais. Um deles, entretanto, de autoria de S. Zola (do ESO e do Observatório de Cracóvia), e publicado em 1996 na “*Astronomy and Astrophysics*” (ver bibliografia) parece ser bastante consistente com o leque de fenômenos observados até o momento. O “paper” chama-se “*W Crucis: na eclipsing binary containing an accretion disk*”. Tentaremos a seguir traçar um sumário de suas hipóteses principais. Naturalmente, qualquer eventual inconsistência neste resumo certamente se deverá a interpretações incorretas de nossa parte, e não ao modelo do autor.

Zola deriva um modelo que requer a existência de um disco de acreção espesso no sistema. O disco teria um raio entre 120 – 132 raios solares e espessura de 15 raios solares, e é visto quase de perfil, obscurecendo assim completamente a estrela mais massiva (aquela que recebe matéria), cujo raio seria de apenas 4 raios solares e estaria completamente imersa no disco. Isto explicaria o enigma de sua invisibilidade

no espectro. A temperatura do disco, por outro lado, seria de apenas 1500 – 2000 Kelvin; assim, sua contribuição para a luminosidade total do sistema seria pequena.

Na etapa do ciclo correspondente à fase 0.25 (acompanhe pela curva de luz “fasada”, acima), as componentes estariam na posição não-eclipsada. A estrela primária é a que está envolta no disco; ela recebe matéria da secundária através do disco, e seu espectro é invisível por estar imersa nele; sua massa seria de 7.8 massas solares, seu raio, de 4 raios solares, e sua temperatura, de 14 000 K.

A estrela secundária, por outro lado, seria uma gigante amarela do tipo espectral G2 Iab e perderia matéria para a primária; sua massa seria da ordem de 1.25 massas solares apenas, com raio de 76 massas solares e temperatura de 5500 K. Naturalmente que uma estrela como essa tem a alta luminosidade decorrente muito mais de suas enormes dimensões que de sua temperatura.

Na fase 0.50, que corresponde ao mínimo **primário** observado por nós, a estrela secundária (a gigante amarela) seria eclipsada pelo disco frio e escuro. A situação inversa ocorreria na fase 1.0, que corresponde ao mínimo **secundário**, que pudemos observar com dificuldades e que tanta controvérsia tem gerado: o disco estaria então sendo eclipsado pela gigante amarela.

A curva de luz segue realmente um padrão tipo Beta Lyrae, consistente com uma configuração de quase-contato; o modelo indica forte efeito de elipticidade, o que indicaria que ao menos um dos componentes preencheu seu lóbulo de Roche.

Existem assimetrias na curva de luz e diferenças entre os máximos. A provável explicação para o brilho adicional do máximo da fase 0.75 estaria em um ponto quente (“*hot spot*”) na borda do disco, que está melhor visível nessa fase. Outra hipótese, menos provável, consideraria um disco excêntrico e não circular.

A separação orbital do sistema seria de 299 raios solares e a inclinação em relação à linha de visada, de 88 graus. Nessas condições, o fluxo de massa entre as componentes deveria produzir um aumento do período orbital com uma taxa da ordem de $dp/dt = 5.3 \times 10^{-8}$ a 14×10^{-8} .

Comprovou-se a existência de variações fotométricas irregulares superpostas à curva de luz, que seriam mais intensas nos comprimentos de onda menores. Estas seriam possivelmente devidas a não-

homogeneidades do disco e ao fluxo de matéria fluindo pelo ponto de Lagrange.

Finalmente, Zola considera que é possível que a própria curva de luz varie de ciclo para ciclo, e que os mesmos fenômenos não ocorram exatamente nas mesmas fases. Portanto, novas observações são consideradas indispensáveis para o aperfeiçoamento do modelo.

Nota-se a clara consistência entre o modelo de Zola e os dados inferidos da análise preliminar de nossa curva de luz, incluindo-se várias das possibilidades listadas em nossas discussões na REANET. Seria este o modelo definitivo para explicar o comportamento de W Crucis? Parece ser cedo ainda para afirmar com toda a certeza, embora muitos parâmetros se ajustem realmente ao observado. Novamente, o consenso de todos os que já se dedicaram à observação ou à análise de modelos teóricos para W Crucis é o mesmo: o monitoramento continuado dos ciclos da estrela por vários anos é a chave para a explicação definitiva de todos os fenômenos que envolvem o comportamento desta intrigante variável.

6. Bibliografia.

- Alves, A. : “W Crucis : Uma binária intrigante”, Reporte REA no. 6, 1993
- Dominguez, S.: “Fotometria visual de W Crucis”, Reporte REA no. 6, 1993
- Kohoutek, L.: “Photometry of the eclipsing binary W Crucis”, IBVS 3272 (1988)
- Kviz, Z., and Rufener, F : “W Crucis : Minimum in the Geneva Photometric System ”, IBVS 3158 (1988)
- Marino, B., Walker, W., and Herdman, G.: “Photometry of the eclipsing star W Crucis ”, IBVS 2582 (1984)
- Menzies, J.W., and Jones, J.S.: “Primary minimum of W Crucis”, IBVS 2623 (1984)
- Pazzi, L. : “ W Crucis : a phase diagram”, IBVS 3847 (1993)
- Plavec, M.: “The enigmatic eclipsing binary W Crucis: an appeal to Southern observers”, IBVS 2524 (1984)
- Zola, S. : “w Crucis: na eclipsing binary system containing na accretion disk”, Astronomy and Astrophysics 308, 785-790 (1996)

7. Agradecimentos.

A toda a dedicada e experiente equipe de variabilistas da REA, sem a qual este trabalho não poderia ter sido realizado.

Análise preliminar das observações da Nova Circini 1999 (DD Circini)

Hélio C. Vital(RJ) e Tasso A. Napoleão(SP)

1. Histórico.

A Nova Circini 1999 – estrela posteriormente designada DD Circini pela União Astronômica Internacional – foi descoberta por William Liller (Viña del Mar, Chile) em uma foto tirada em 1999 Agosto 23.01 TU, com magnitude fotovisual de 7.7, nas coordenadas AR = 14h23m23s.6 e Decl. = -69°08'45".1 (2000.0; ± 0".5), segundo a IAUC 7242. As coordenadas galácticas correspondentes foram calculadas por um dos autores (Vital), como sendo: Longitude (l) = 310.994 graus e Latitude (b) = -7.727 graus.

Sua magnitude no máximo parece ter sido alcançada em 1999 Agosto 24.0374 TU, correspondendo a V = 7.5, segundo estimativa visual de R. Stubbings, relatada na IAUC 7242. Nenhuma progenitora foi encontrada por A. Pearce, segundo a mesma Circular, no Deep Sky Survey II, até a magnitude visual de 17. Liller determinou níveis modestos de emissão H-alpha em Ago. 23.9874 TU, indicando que a explosão deu-se apenas 1 ou 2 dias antes (Ago. 22.0 - 23.0 TU).

A magnitude CCD e a posição astrométrica foram também estimadas no Brasil, por Cristóvão Jacques e Luiz Duczmal (CEAMIG e REA, Belo Horizonte) como sendo respectivamente 7.64 (CCDV) em Ago. 25.0529 TU, e nas coordenadas AR = 14h23m23s.46 e Declinação = -69°08'45".3 (2000.0; ± 0".4). As observações de Jacques e Duczmal foram relatadas na IAUC 7243.

2. Campanha observacional da REA.

Um total de setenta estimativas de magnitude visual e uma CCDV, obtidas entre as datas de 25/08/99 a 08/10/99, foram realizadas por 9 membros da REA: A. Alves (Florianópolis, SC); A. Amorim (Florianópolis, SC); A. Padilla (Rio de Janeiro, RJ); C. Jacques (Belo Horizonte, MG); E. Salazar (Cuzco, Peru); H. Vital (Rio de Janeiro, RJ); J. Aguiar (Campinas, SP); J. Garcia (Rama Caida, Argentina) e L. Duczmal (Belo Horizonte, MG). A campanha correspondeu a 44 dias de cobertura, e à faixa de magnitudes visuais entre 8 e 12 aproximadamente.

É interessante notar que as estimativas da REA para a DD Circini representaram 45% daquelas presentes nos bancos de dados da VSNET e AAVSO, bem como 75% das citadas nas IAUCs. Quatro, dentre as 6 IAUCs que mencionam a nova, citam estimativas dos membros da REA. Além da AAVSO, IAU e VSNET, as observações da Rede foram também publicadas na AFOEV.

3. Curvas de luz.

A figura 1 demonstra a curva de luz para a DD Cir baseada em todas as estimativas visuais da nova a nível mundial, conforme coletadas e publicadas pela VSNET (Universidade de Kyoto, Japão). Os pontos claros correspondem às estimativas efetuadas pela REA apenas. Os escuros, às de todos os outros observadores dos demais países.

Já a figura 2 indica o ajuste feito a partir dos mesmos dados, segundo uma função exponencial da forma

$$\text{Magnitude visual} = 12.25 - 5.03 * \exp(-0.0706 * d)$$

Nota-se que o ajuste representa com boa aproximação o conjunto das estimativas.

Em especial, porém, devemos ressaltar que foram notadas duas fases particulares: no período inicial, que se estendeu entre 24 e 28 de agosto, parece ter havido flutuações cíclicas de brilho, com amplitude da ordem de 0.5 a 1.0 magnitudes, e com períodos de cerca de um dia. Embora não possa ser descartada a hipótese de imprecisões observacionais, particularidades na curva parecem indicar a presença real de pequenas flutuações de brilho (“flickering”) nos primeiros dias após a erupção. Nesta fase, a curva de luz parece ser melhor descrita por uma função exponencial da forma :

$$\text{Magnitude visual} = 12.27 - 6.26 * \exp(-0.134 * d)$$

Segue-se, nos vinte dias posteriores, um trecho onde a queda de magnitude torna-se aproximadamente linear, podendo ser bem representada nesta fase por uma função do tipo:

DD Cir (Nova Circini 1999)

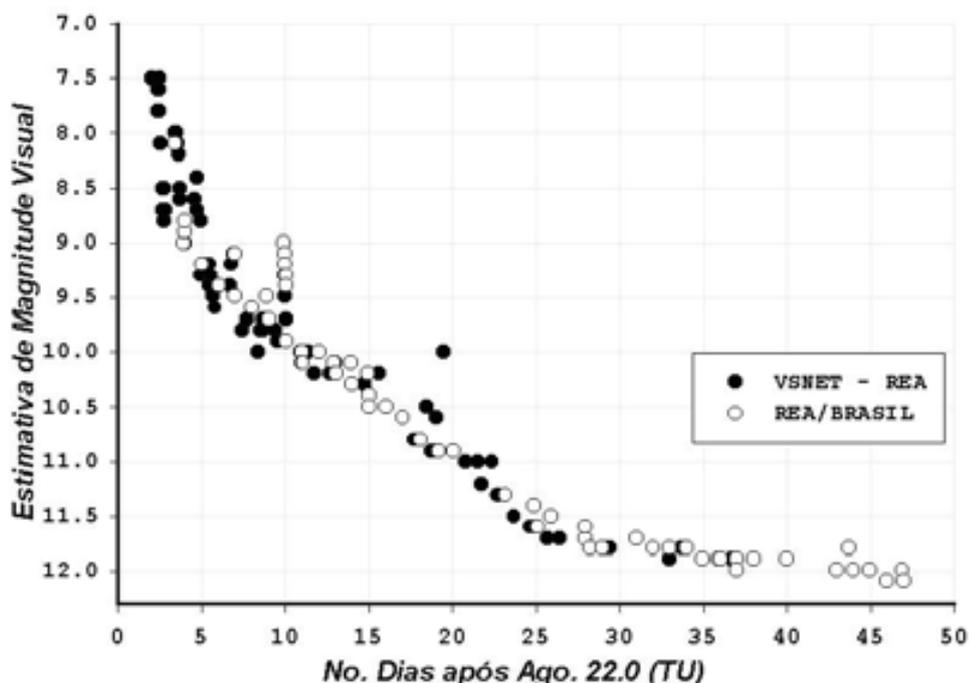


Figura 1 : Curva de luz da DD Cir obtida pelos observadores da REA e VSNET.

Magnitude visual = $8.59 + 0.116 \cdot d$

4. Análise da curva de luz.

4.1. Taxas Médias Diárias de Queda de Brilho.

As taxas médias de queda de brilho foram da ordem de 130% (entre 2 e 6 dias após a erupção); 40% (entre 6 e 26 dias) e 2% (entre 26 e 44 dias). Com já citado acima, foram notadas flutuações nos 8 dias seguintes à explosão, com amplitudes entre 0.5 e 1 magnitude e sinais de periodicidade.

4.2. Instante de máximo (t_0) e parâmetros t_2 e t_3 .

O instante da erupção da DD Cir teria ocorrido entre Ago. 22.0 e 23.0, segundo a IAUC 7242. Da curva de luz, cuja origem encontra-se em Agosto 22.0 TU, nota-se que o máximo brilho parece ter ocorrido entre Ago. 23.0 e 24.0 TU (consideramos este instante como $t_0 = 1.5 \pm 1d$, TU), correspondendo à magnitude visual de 7.5 ± 0.2 (V_0). Onde, pela curva ajustada, obtivemos os parâmetros t_2 e t_3 :

t_2 (decaimento de 2 magnitudes desde t_0) = (5.4 ± 1.5) dias

t_3 (decaimento de 3 magnitudes desde t_0) = (15.0 ± 1.5) dias

4.3. Magnitude absoluta e luminosidade no máximo.

O cálculo destes valores foi feito usando as equações empíricas para a magnitude absoluta de novas desenvolvidas por T. Schmidt-Kaler (1956) e Mc Laughlin (1960):

$$M_0 = -11.8 + 2.5 \cdot \log t_3 \quad [\text{equação 1}]$$

$$\log t_3 = \log t_2 + 0.3 \quad [\text{equação 2}]$$

Para o caso da DD Cir, portanto, temos

$$M_0 = -8.86 \pm 0.25 \text{ (usando [1]) , e}$$

$$M_0 = -9.2 \pm 0.7 \text{ (usando [2])}$$

Donde podemos estimar a magnitude absoluta no máximo para DD Cir:

$$M_0 = -8.9 \pm 0.3 \text{ (média ponderada em } 1/[\text{erro}]^2)$$

A partir desse valor, podemos calcular a luminosidade da nova no máximo por:

$$L \text{ (máximo)} = 10^{[0.4 \cdot (M_{\text{sol}} - M_0)]}$$

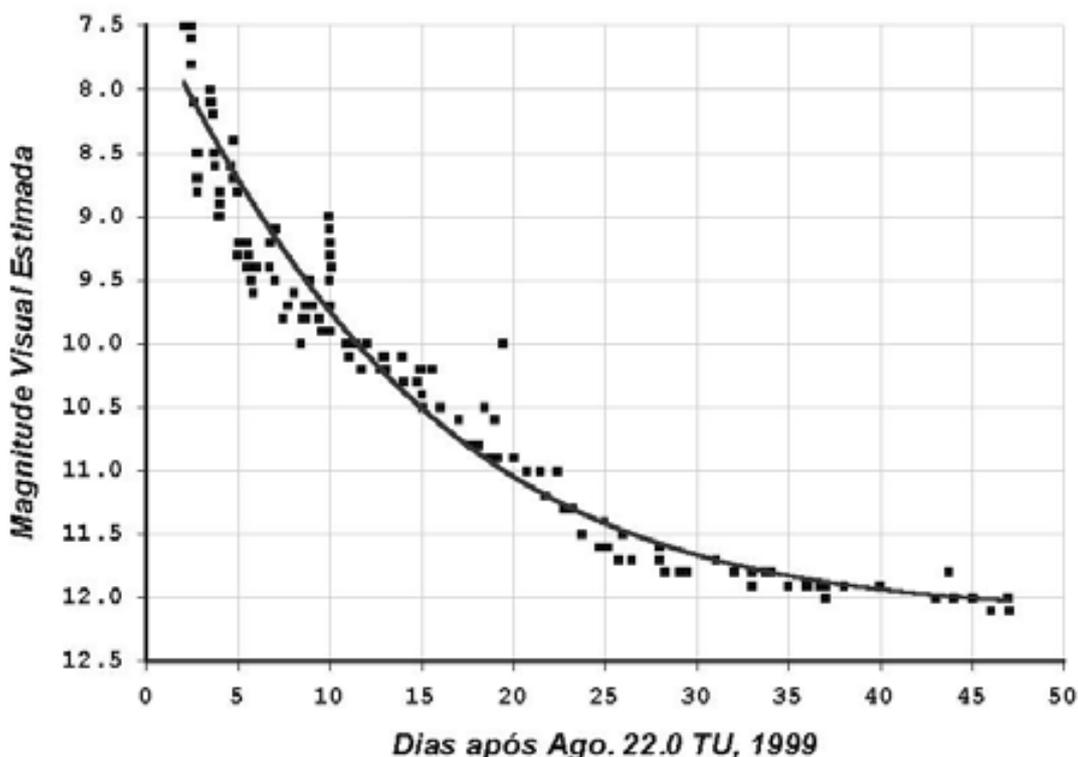


Figura 2: Curva de luz para o período total de observações, ajustada pela função exponencial : $Magnitude\ visual = 12.25 - 5.03 * \exp(-0.0706 * d)$

Resulta : $L(\text{máximo}) = 10^{[0.4 * (4.8 + 8.9)]}$ ou seja,
 $L(\text{máximo}) = (3.0 \pm 0.8) \times 100$ mil vezes a solar

4.4. Efeito da Extinção Interestelar.

Para as coordenadas galácticas $l = 310.994$ e $b = -7.727$, temos o excesso de cor $E(B - V) = 0.49$ e a relação $A_v/E(B - V) = 3.3$ (Landolt), para objetos extragalácticos. Numa primeira aproximação, consideremos que estes valores se apliquem à DD Cir, embora esta seja evidentemente um objeto galáctico. Dessa forma, o limite máximo para a absorção seria:
 $A_v = 3.3 * 0.49 = 1.6$ mag. (que poderia ser uma boa aproximação se DD Cir estivesse longe do plano galáctico, considerado como de espessura aproximada 1 kPc). Note-se que este valor também coincide com o índice $(V - I)$ citado na IAUC 7249.

4.5. Distância da Nova Circini.

Conhecida a extinção interestelar avaliada em 4.4, podemos calcular a distância em parsecs de DD Cir utilizando a equação do módulo de distância:

$$m_o - M_o = 5 * \log D(\text{pc}) - 5 + A_v$$

Resulta :

$D(\text{Pc}) = 10^{[0.2 * (7.5 + 8.9 + 5 - 1.6)]}$, ou seja,

$D = (9.1 \pm 1.3)$ kPc, ou ainda $D = (30 \pm 4)$ mil anos-luz

4.6. Distância ao Plano Galáctico (D_p).

O cálculo é efetuado simplesmente por:

$D_p(\text{pc}) = 9.1 * \sin(7.994) = (1.3 \pm 0.2)$ kPc (ao Sul do plano galáctico)

Observe-se que tal valor (superior a 1 kPc), justifica a aproximação feita no ítem 4.4, ou seja, o uso do A_v extra-galáctico para a nova.

4.7. Magnitude Aparente Provável da Progenitora.

Usando-se $M_o = 4.5 (\pm 0.5)$ (média das magnitudes das pré-novas na Via Láctea (Bruch 1982 e Warner 1986), podemos estimar a magnitude aparente provável para a progenitora de DD Circini pela equação do módulo de distancia::

$$m_o = M_o + 5 \log D - 5 + A_v$$

$$m_o = 4.5 + 5 \log (9.1E03) - 5 + 1.6,$$

resultando : $m_o = (20.9 \pm 0.5)$

4.8. Amplitude provável da erupção.

A amplitude é dada simplesmente por :

$$m_0 - V_0 = 20.9 (\pm 0.5) - 7.5 (\pm 0.5) = (13.4 \pm 0.5) \text{ mag}$$

Observe-se que somente 15% das novas têm amplitudes maiores que este valor, sendo que a média de amplitudes de novas Galácticas está em torno de 10.9 mag.

5. Conclusões.

5.1. Rapidez e Brilho Intrínseco.

Os valores $t_3 = 15$ dias e $M_0 = -8.9$ (± 0.3) permitem que a Nova Circini seja classificada entre as 10 novas mais rápidas (tipo *Na*, portanto) e também intrinsecamente brilhantes deste século. Coincidentemente, eles aproximam-se bastante daqueles obtidos para a Nova Velorum 1999 por T. A. Napoleão (1999).

5.2. Amplitude.

A variação de 13.4 magnitudes, estimada para a DD Cir, está bem acima da média das novas galácticas (cerca de 11 mag.). Somente cerca de 15% das novas apresentam amplitudes maiores em nossa Via Láctea.

5.3. Instabilidades.

As irregularidades (ou flickering) observadas na curva de luz, principalmente na primeira semana que se seguiu à explosão (na forma de variações com amplitudes da ordem de uma magnitude) são relativamente pouco comuns em novas galácticas do tipo *Na*. No entanto, diversos observadores as notaram independentemente, o que parece reduzir a hipótese de erros observacionais.

Observam-se também claros sinais de periodicidade nessas variações, sugerindo a presença de material ejetado, com órbita interpondo-se periodicamente na frente da estrela.

5.4. Localização na Via-Láctea.

Poucas vezes, estrelas da Via-Láctea tão afastadas do Sol podem ser diretamente observadas visualmente por pequenos instrumentos, como no caso da Nova Circini 1999. Isso contribui, ainda mais, para a importância do estudo desses eventos. A DD Circini está

localizada numa direção próxima ao “Braço de Carina” ($l = 311$ graus), embora bem mais distante que a região mais próxima (e portanto, mais bem conhecida) deste. Sabe-se que cerca de 48% das novas da Via Láctea são observadas entre as longitudes galácticas de 270 e 360 graus. Contudo, o afastamento da DD Cir do plano galáctico (1.3 kPc), naquela distância ao núcleo galáctico, é algo pouco comum.

5.5. Semelhanças com a Nova Velorum 1999 (V382 Vel).

Curiosamente, as novas austrais mais importantes ocorridas em 1999 (DD Cir e V382 Vel) tiveram várias características em comum: ambas são novas rápidas do tipo *Na* que, coincidentemente, aproximaram-se muito em suas magnitudes absolutas no máximo, taxas de queda de brilho e amplitudes. Apesar de suas semelhanças intrínsecas, entretanto, elas diferiram principalmente em um aspecto: a DD Cir está cerca de 5 vezes mais longe do Sol.

6. Bibliografia

Acker A., e Jaschek, C.; *Astronomical Methods and Calculations*, John Wiley & Sons, 1986
Astrophysical Journal, 356, 609-612, 1990

Della Valle, M. e Livio, M. ; *The Calibration of Novae as Distance Indicators*; *Astrophysical Journal*, 452, 704-709, 1995

Diaz, M.P. e Bruch, A. ; *The Orbital Period Distribution of Novae*; *Astronomy and Astrophysics*, 322, 807-816, 1997

Green, D., *IAU Circulars* nos. 7242, 7243, 7146, 7249, 7256, 7263 (1999)

Meeus, J.; *Astronomical Algorithms*, Willman-Bell, Inc., 1991

Mihalas e Binney; *Galactic Astronomy (Structure and Kinematics)*, W.H. Freeman Co, 1981

Payne-Gaposchkin, Cecilia : *Past and future novae, in Novae and Related Stars*, M. Friedjung (ed), 1977

Payne-Gaposchkin, Cecilia : *The Galactic Novae*, North-Holland, 1957

Swihart, T.; *Astrophysics and Stellar Astronomy*, John Wiley & Sons, 1968

Vogt, N.; *Evidence for Hibernation from a Statistical Analysis of Nova Eruption Amplitudes*,

Willmer, C., *Comunicação Pessoal*, 1999

7. Agradecimentos

Aos caros companheiros da REA que, com muita eficiência, dedicação e seriedade, participaram da Campanha Observacional *Nova Circini*, tornando possível este trabalho.

Ao Dr. Daniel Green, da IAU, pelo reconhecimento e publicação das estimativas dos membros da REA nas Circulares da IAU.

Ao Dr. Christopher Willmer, pós-doutorando do LNA, atualmente integrante do Grupo do Projeto *Deep*, no *Lick Observatory, Califórnia*, o qual gentilmente nos enviou os parâmetros de absorção para as coordenadas da Nova Circini.

Analise preliminar das características da Nova Velorum 1999 (V382 Vel)

Tasso Augusto Napoleão - São Paulo/SP

1. Descoberta e fotos pré-descoberta.

No início da noite de 22 de maio de 1999 (aproximadamente às 21:30 TU), nosso colega Renato Levai, de São Paulo, SP, preparava-se para iniciar sua atividade costumeira de monitoramento de satélites artificiais, quando percebeu uma nova estrela, aproximadamente de terceira magnitude, a cerca de três graus ao Sul de Mu Velorum. Renato é seguramente um dos mais experientes astrônomos amadores brasileiros, acumulando ao longo de décadas um excelente conhecimento do céu – e portanto compreendeu imediatamente o significado potencial daquela descoberta. De imediato, ele comunicou-se com Cláudio Brasil Leitão Jr. (coordenador da área de Planetas Inferiores da REA), que por sua vez telefonou ao autor do presente trabalho. Com o céu em S. Paulo momentaneamente encoberto por nuvens baixas e rápidas, procuramos por telefone os colegas da REA no Rio de Janeiro, Hélio de Carvalho Vital e Antonio Padilla Filho para a confirmação; ao mesmo tempo que Cláudio alertava todos os membros da REANET através de email dirigido à lista.

Poucos minutos após, a descoberta de Renato já havia sido confirmada pelos colegas do Rio e também por nós (com as nuvens já dissipadas). Claudio e eu encaminhamos então ao Central Bureau of Astronomical Telegrams (CBAT) da IAU (União Astronômica Internacional) uma mensagem eletrônica ao Dr. Daniel Green, comunicando a descoberta de Renato Levai. Ao mesmo tempo, começavam a chegar de todas as partes do Brasil as estimativas de magnitude dos observadores da REANET (foram cerca de 70 apenas naquela noite). A experiência demonstrou drasticamente a eficiência da Internet como meio de comunicação entre os membros da REA.

Infelizmente, no entanto, os australianos tinham podido divisar a nova antes de Renato, enquanto no Brasil ainda era dia claro: minutos após nosso email ao Dr. Green, aparecia na Web a Circular IAU 7176, de 22 de maio de 1999:

“ *Independent visual discoveries of a bright nova have been made by Peter Williams, Heathcote, New South Wales (via S. Lee and A.*

Pearce) at mv = 3.1 on May 22.396 UT and Alan C. Gilmore, Mount John University Observatory, on May 22.451. Lee provides the following position from AAT encoders: R.A . = 10h44m49.5s.5 , Decl = - 52o25'35” (equinox 2000.0) .”

Entretanto, nem por esse motivo a IAU deixou de reconhecer a descoberta independente de Renato: três dias depois, na Circular IAU número 7179, de 25 de março, constava:

“ *Selected visual estimates : May 22.8958 UT, 3.0 (R. Levai, Sao Paulo, Brazil; independent discovery, forwarded by T. A. Napoleao); 23.917, 2.9 (T. A. Napoleao, Sao Paulo, Brazil); 24.334, 3.0 (D. A. J. Seargent, The Entrance, N.S.W.); 24.569, 3.4 (A .Pearce, Nedlands, W. Australia); 24.937, 3.2 (J. G. de S. Aguiar, Campinas, Brazil); 25.23, 3.8 (S. J. O’Meara, Volcano, HI); 25.43,3.8 (R. H. McNaught, Bugaldie, N.S.W.).”*

Dessa forma, a V382 Velorum (designação definitiva dada pela IAU à Nova Velorum 1999) teve desde o início seu nome ligado ao dos observadores brasileiros, e Renato tornou-se o segundo brasileiro a co-descobrir uma nova (o primeiro – Vicente Ferreira de Assis Neto, de Minas Gerais – havia co-descoberto a Nova Cygni 1975).

Mas havia mais ainda por vir...na semana precedente à da explosão da nova, nosso associado Márcio Mendes, de Dois Córregos, SP, havia iniciado um programa de monitoramento fotográfico da luminosa variável Eta Carinae, cujas coordenadas são próximas às de V382 Vel. Ao revelar o filme, Márcio percebeu que havia capturado a nova em duas de suas fotos: a primeira, feita em Maio 20.923 TU (um dia e meio, portanto, antes da primeira descoberta visual pelos australianos), apresentava a nova com magnitude de cerca de 7.3. A segunda exposição, feita em Maio 21.944 TU, mostrava a nova já brilhante, com magnitude 3.5. Ambas as fotos foram feitas com uma camera Praktica MTL 3 com lente Pentacon 1.8 / 50 e filme Fuji Super G Plus (ISO 800). Corretamente, Márcio buscou a confirmação das imagens, que foi feita de forma

independente por Hélio Vital e pelo autor. Novamente, foi enviada uma mensagem ao Dr. Green, e o reconhecimento das fotografias de Márcio pela IAU veio em 17 de junho, através da Circular IAU 7203.

Fotos pré-descoberta de novas são, como se sabe, extremamente raras e de alta importância científica, para o entendimento dos mecanismos de explosão. Em particular, a primeira foto obtida por Márcio tornou-se a primeiro registro da nova a nível mundial. As duas fotos são vistas nas figuras 1 e 2.

2. Campanha observacional da REA.

Durante os cento e vinte dias posteriores à explosão de V382 Vel, os observadores da REA no Brasil, Argentina, Uruguai e Peru monitoraram a evolução da magnitude da nova. Um total de 440 estimativas visuais foi obtido, desde a erupção até 20 de setembro de 1999, possibilitando a construção da curva de luz que se vê na figura 3. Naturalmente, no ano 2000 o monitoramento continuará. Vinte e nove observadores da REA participaram da campanha de 1999. Seus nomes são vistos abaixo, em ordem alfabética, e é graças ao esforço de todos eles que o presente trabalho pôde ser realizado.

Adriano Barros, Alexandre Amorim, Antonio Coelho, Antonio Padilla Fo., Avelino Alves, Carlos Colesanti, Claudio Brasil Jr., Claudio Melluzzi, Erwin Salazar, Felipe Hodar, Frederico Funari, Helio Vital, Jaime Garcia, José Guilherme Aguiar, Juan Hodar, Kiko Soares, Luiz Duczmal, Marcio Mendes, Marcos Lara, Marilena Mollaco, Moshe Bain, Paulo Sergio Fernandes, Peterson Oliveira, Raul Salvo, Renato Levai, Romualdo Caldas, Sergio Lomonaco, Tasso Napoleão e Willian Souza.

As estimativas da REA para a V382 Vel foram remetidas e publicadas e / ou passaram a integrar os bancos de dados das seguintes entidades :

IAU Circulars

AAVSO (American Association of Variable Stars Observers, USA)

AFOEV (Association Française des Observateurs d'Étoiles Variables, França)

VSNET (Universidade de Kyoto, Japão)

Norwegian Astronomical Society (Noruega)

Revista "Sky and Telescope" (USA)

Toda a discussão que se segue foi baseada nos dados observacionais obtidos pela equipe

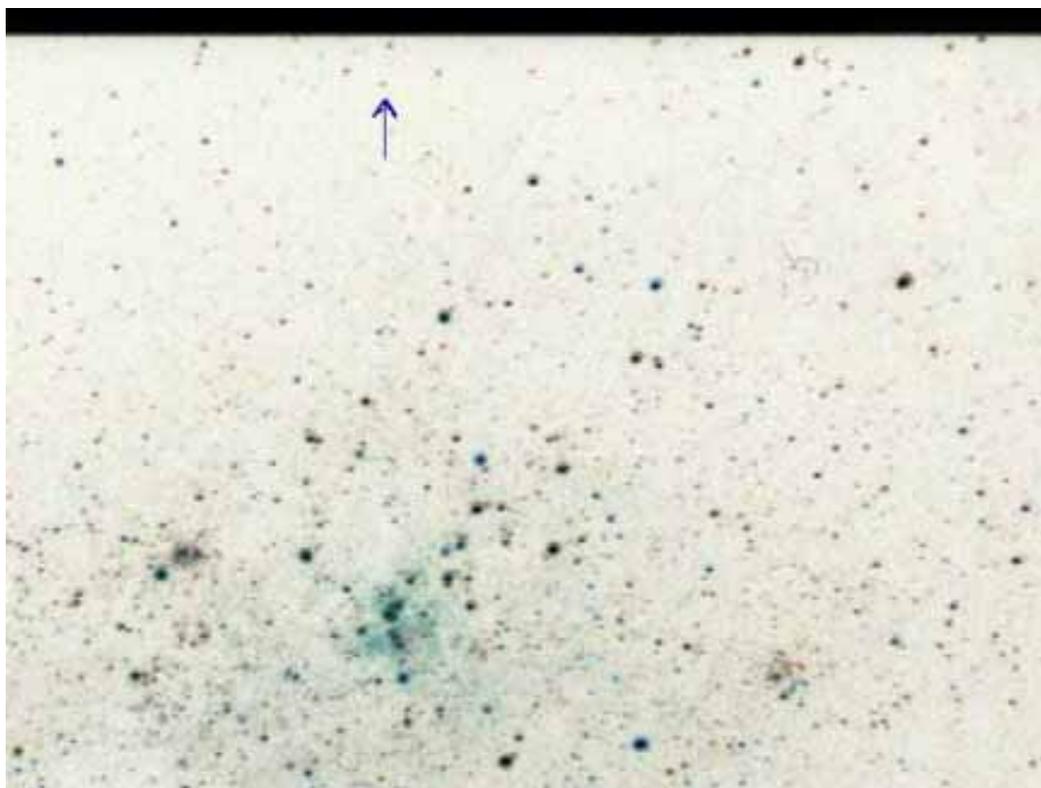


Fig 1 : V382 Velorum : imagem pré-descoberta de Marcio Mendes; exposição feita em Maio 20.923 TU, cerca de trinta e cinco horas antes da descoberta visual. A nova é indicada pela seta, com magnitude estimada em 7.3 .



Fig. 2 : V382 Velorum : imagem pré-descoberta de Marcio Mendes; exposição feita em Maio 21.944 TU, cerca de onze horas antes da descoberta visual. A nova já apresenta magnitude em torno de 3.5 da REA.

3. Curvas de luz.

Nas figuras 3 e 4 demonstram-se as curvas de luz obtidas pela REA para V382 Velorum em cento e vinte dias de observação. A figura 3 corresponde à curva de luz completa a partir de todos os dados brutos obtidos (440 estimativas visuais e 4 fotográficas). Já a figura 4 é uma curva suavizada, obtida a partir das médias diárias das estimativas de magnitude dos observadores da REA. Nela, cada ponto representa em média cerca de 4 estimativas.

Como se depreende de ambas as figuras, a curva de luz visual de V382 Vel tem aparência característica e semelhante à de outras novas rápidas e brilhantes (tipo Na), cuja erupção ocorreu no século XX - particularmente a Nova Puppis 1942 e a Nova Cygni 1975. Nas três notam-se a queda acentuada de brilho nos dias imediatamente após a explosão; a mudança da taxa de decaimento após 20 a 30 dias; e a existência de variações irregulares de pequena amplitude (“flickering”) durante a fase de transição, em que o envelope gasoso resultante da explosão inicia a se dissipar.

Nota-se ainda que o máximo foi atingido por volta de 0h TU de 23 de maio. Da curva de luz suavizada, extraímos o valor da magnitude visual aparente no máximo ($m_v = 2.8$), que será usado em todos os cálculos posteriores. Vale ressaltar aqui que dois observadores da REA – Hélio Vital e este autor – registraram independentemente, entre Maio 22.996 TU

e Maio 23.011 TU, o valor de 2.5 para a magnitude no máximo. Preferimos aqui, no entanto, adotar o valor de 2.8 para os cálculos subsequentes, em virtude de ter sido a mediana de um número bem maior de observadores; por outro lado, a adoção do valor de 2.5 não traz conclusões significativamente diferentes daquelas mencionadas no presente trabalho.

4. Análise da curva de luz.

4.1. Cálculo da magnitude absoluta no máximo.

Para a determinação da magnitude absoluta visual, utilizamos as equações empíricas de T. Schmidt-Kaler (1956) e Mc Laughlin (1960), na seguinte forma :

$$M_o = - 11.8 + 2.5 \log t_3 \quad (1)$$

E ainda

$$\log t_3 = \log t_2 + 0.3 \quad (2)$$

que utilizamos para confirmação. Nessas equações, M_o representa a magnitude visual absoluta no máximo, e os parâmetros t_2 e t_3 representam o tempo (em dias) necessário para que a magnitude, a partir do máximo, caia respectivamente de duas e três magnitudes.

Da curva de luz suavizada obtivemos : $t_2 = 6.0$ dias e $t_3 = 12.0$ dias. Levando esses valores às equações (1) e (2), obtivemos para o valor da magnitude

Nova Velorum 1999 (V 382 Vel)

Dias desde 22 de maio de 1999

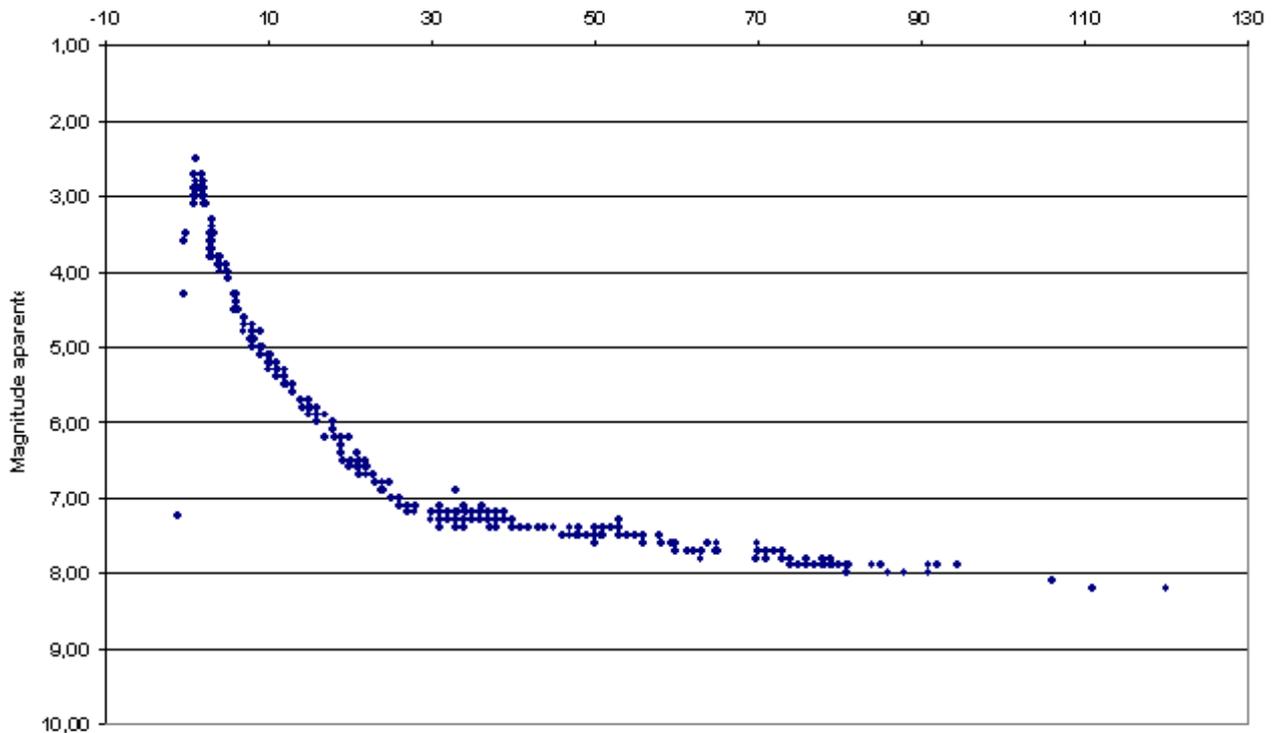


Fig. 3 – Curva de luz de V382 Velorum obtida pela REA no período de 20/05/99 a 20/09/99, a partir de 440 estimativas visuais e 4 fotográficas.

absoluta:

$$M_o = - 9.1 (+/- 0.2) \text{ mag}$$

4.2. Cálculo da luminosidade no máximo.

Para o cálculo da luminosidade, foi usada a equação :

$$M_s - M_o = 2.5 \log (L_o / L_s) \quad (3)$$

onde M_s representa a magnitude visual absoluta do Sol ($M_s = 4.76$); L_s representa a luminosidade solar, medida em erg/s ($L_s = 3.83 \times 10^{33}$); M_o é a magnitude absoluta da nova, calculada acima (usaremos o valor médio); e L_o a luminosidade da nova no máximo. Levando esses valores à equação (3), resulta para a V382 Vel:

$$L_o = 1.34 \times 10^{39} \text{ erg/s, ou ainda :}$$

$$L_o = 350\,000 L_s, \text{ aproximadamente.}$$

A nova atingiu, portanto, uma luminosidade da ordem de trezentos a quatrocentos mil vezes a luminosidade solar, no instante de seu máximo.

4.3. Cálculo da distância de V382 Vel.

A estimativa da distancia de V382 Vel foi um pouco mais demorada : como ponto de partida, utilizamos a equação do módulo de distância:

$$m_o - M_o = 5 \log D - 5 + D.A_v \quad (4)$$

onde m_o representa a magnitude visual aparente no máximo (aqui admitida como 2.8) ; M_o é a magnitude absoluta, calculada em 4.1; D é a distância da nova, tomada em parsecs; e A_v é o avermelhamento ou extinção interestelar na direção da nova (região do visível).

A dificuldade, obviamente, residia na estimativa do avermelhamento. Procuramos inicialmente o uso de um processo iterativo, tomando como extremos os valores de $A_v = 1.0 \text{ mag / Kpc}$ (avermelhamento médio galáctico) até 0.2 mag / Kpc . Resultou dessa primeira fase uma distância entre 1.3 e 2.0 Kpc, que consideramos uma faixa inicial razoável.

A estimativa pôde ser refinada quando se tornaram disponíveis as medidas do excesso de cor $E(B-V)$ na direção da nova, feitas por Shore et al com o Hubble Space Telescope (IAUC 7192). Estes profissionais estimaram o valor de $E(B-V)$ como 0.2. Ora, sabemos que vale a relação aproximada entre o excesso em $(B-V)$ e o avermelhamento:

Nova Velorum 1999 (V382 Vel)

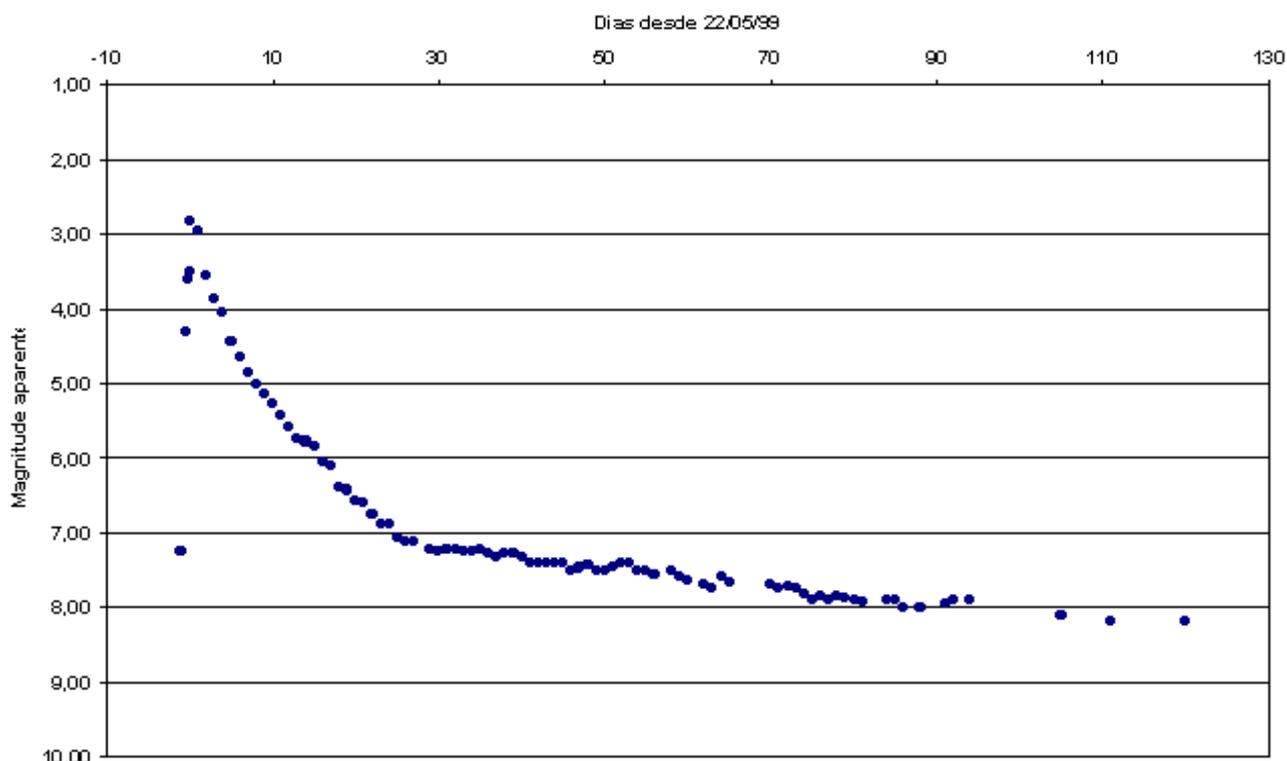


Fig. 4 – Curva de luz suavizada para a V382 Vel para as observações da REA entre 20/05/99 e 20/09/99. Cada ponto em média representa quatro estimativas.

(5)
$$A_v = 3 E (B-V)$$

Assim, ao excesso de cor de 0.2 corresponde obviamente uma extinção interestelar de 0.6 mag/Kpc, que levada à equação (4) resulta no valor aproximado de :

$$D = 1.8 (+/- 0.2) \text{ Kpc}$$

Ou, ainda, uma distância da ordem de 5900 anos-luz para a nova – com uma incerteza de cerca de 600 anos-luz)

4.4. Amplitude e magnitude absoluta da provável progenitora.

No dia seguinte ao da descoberta, P. Schmeer, de Bischmisheim, Alemanha, (IAUC 7177) havia identificado como progenitora mais provável uma estrela de magnitude aparente 16.4, listada no catálogo USNO-A2, e situada em A.R. 10h44m48.416s, Dec - 52o25'31.23" (equinócio 2000.0). Até hoje, esta permanece como a mais provável candidata.

Ora, neste caso, a amplitude (“range”) da nova estaria em torno de 13.6 magnitudes, considerando a magnitude aparente no máximo de 2.8

(obtida da curva de luz).

Por outro lado, a magnitude absoluta da progenitora pode ser deduzida diretamente a partir da magnitude absoluta no máximo (já calculada em 4.1), ou então estimada, como já visto, pelo módulo de distância (equação 4):

$$m_o - M_o = 5 \log D - 5 + D.A_v$$

De qualquer das formas, e considerando o valor da distância já estimado em 1.8 Kpc, resulta para a progenitora aproximadamente:

$$M_o = 4.5$$

Ou seja, uma magnitude absoluta não muito distante da solar. A estrela apresenta, portanto, luminosidade muito próxima à do Sol em seu estado de quiescência, e aumenta seu brilho em trezentos a quatrocentos mil vezes na erupção. Este resultado é bastante consistente com os citados na literatura (cf. Diaz and Bruch, 1997) : $M_v = 4.6$ (Bruch 1982) , ou $M_v = 4.3$ (Warner 1986) para o valor médio das magnitudes absolutas das novas galácticas no mínimo.

5. Conclusões.

5.1.

Essa suposição é corroborada pela comparação com as magnitudes absolutas e parâmetros

t3 obtidos para as outras novas brilhantes tipo Na e existentes na literatura, e vistas abaixo. Destas, apenas a Nova Herculis 1939 não se enquadraria na categoria Na:

<u>Nova</u>	<u>t3 (dias)</u>	<u>Mo</u>
Nova Persei 1901	22	-8.7
Nova Cygni 1920	22	-8.8
Nova Lacertae 1936	15	-8.6
Nova Aquilae 1939	12	-8.8
Nova Herculis 1939	100	-6.5
Nova Puppis 1942	7	-9.7
Nova Cygni 1975	3.9	-10.0
Nova Velorum 1999	12	-9.1

Observe-se aqui a semelhança com as novas Cygni 1975 e Puppis 1942 (já citada no comentário sobre a morfologia da curva de luz) e que, por sinal, foram as únicas mais luminosas que a V382 Vel neste século.

Podemos notar ainda que a amplitude da erupção da V382 Vel (“range”), que estimamos ter sido da ordem de 13.6 magnitudes, se encontra na faixa superior da curva de distribuição de amplitudes das novas clássicas (Payne-Gaposchkin, 1977), porém sem atingir os extremos representados novamente pela Nova Puppis 1942 (acima de 16 mag) ou da Nova Cygni 1975 (acima de 19 mag), segundo Andriolat, 1976.

5.2.

O valor obtido para a magnitude absoluta da V382 Velorum a partir dos dados da REA (9.1 +/- 0.2 mag) apresentou boa consistência com aquele estimado por profissionais (IAUC 7193, M. Della Valle e M. Pasquini, do ESO : - 8.7 +/- 0.2), valor este obtido por análises espectroscópicas e por fotometria diferencial).

Da mesma forma, a distância por nós calculada (1.8 + - 0.2 Kpc) é bastante compatível com a estimada por Della Valle e Shore, do ESO (cerca de 2000 pc) e citada na IAUC 7196 . Acreditamos que isto seja uma boa demonstração do que pode ser feito com a observação amadora sistemática e padronizada, ainda que com instrumentos de pequeno porte.

5.3.

Finalmente, e considerando o resultado obtido para a magnitude absoluta da progenitora, arriscaríamos esperar que a modelagem de V382 Velorum corresponda a um sistema com uma anã branca e uma estrela da sequencia principal. Neste caso, o fluxo

observado no estado de quiescência deveria vir principalmente do disco de acreção em torno da anã branca.

6. Bibliografia.

Andriolat, Yvette : Les Observations de Nova Cygni 1975, Observatoire de Haute Provence, in Novae and Related Stars, M. Friedjung (ed), 1977.

Della Valle, M., and Livio, M. : The calibration of novae as distance indicators; Astrophysical Journal, 452, 704-709 (1995)

Diaz, M.P. and Bruch, A. : The orbital period distribution of Novae; Astronomy and Astrophysics 322, 807-816 (1997)

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

IAU Circulars nos. 7176, 7177, 7179, 7193, 7196 (1999)

Ostlie and Carroll, Modern Stellar Astrophysics, Addison-Wesley, 1996

Payne-Gaposchkin, Cecilia : Past and future novae, in Novae and Related Stars, M. Friedjung (ed), 1977

Payne-Gaposchkin, Cecilia : The Galactic Novae, North-Holland, 1957

Strohmeier, W. : Variable Stars, Pergamon Press, 1972

Whitelock, Patricia : Nova Centauri 1986, MNASSA, Vol. 46, 72

7. Agradecimentos.

Meus agradecimentos a toda a dedicada e competente equipe de observadores da REA, sem a qual este trabalho evidentemente não poderia ser apresentado. Em particular, ao amigo Helio Vital, do Rio de Janeiro, pela determinação das coordenadas galácticas da V382 Velorum e pelas numerosas e agradáveis trocas de idéias sobre este trabalho. Ao Dr. Daniel Green, da IAU, pelo interesse e boa-vontade demonstrada na publicação nas IAUCs dos resultados observacionais da REA, da descoberta de Renato Levai e das fotos pré-descoberta de Márcio Mendes.

Observação de Estrelas Simbióticas do Hemisfério Sul para pequenos telescópios

Ednilson Oliveira - IAG/USP - São Paulo/SP

1. Introdução.

Estrelas Simbióticas são variáveis de longo período orbital, consistindo de dois regimes distintos de temperaturas.

O que proponho aqui é o estudo sistemático de um grupo de simbióticas brilhantes visíveis no Hemisfério Sul, para pequenos telescópios. Estes sistemas são muito pouco estudados no Hemisfério Sul e para a maioria não se sabem ainda nem o seu período orbital.

Um estudo qualitativo e quantitativo para se caracterizar melhor sua curva de luz se faz necessário e a determinação de alguns parâmetros importantes, como o período orbital, variações irregulares e estudo de cores UBVRI é igualmente importante.

Nos itens 2, 3, 4 e 5 veremos um pouco da Astrofísica envolvida nos sistemas simbióticos, nos itens 6 e 7 veremos a proposta, a metodologia e a análise dos dados.

2. O que são Estrelas Simbióticas?

As estrelas simbióticas são geralmente aceitas como sendo sistemas binários de longo período orbital ($P \sim 200$ dias - 10 anos). Elas compreendem uma pequena classe de variáveis eruptivas que mostram um espectro simultâneo de estrela fria (forte contínuo vermelho, banda em absorção TiO e VO, linhas em absorção de metais ionizados simples e neutros) e de uma componente quente (linhas em emissão da série de Balmer, He I e [O III] e linhas em emissão altamente ionizadas como He II e [Fe VII] e um fraco contínuo azul (Boyarchuk 1969, 1975).

O modelo binário consiste em uma gigante de tipo tardio (G-M), ocasionalmente uma supergigante, transferindo material via vento estelar, ou por extravasamento via preenchimento do lóbulo de Roche pelo ponto interno de Lagrange, para um objeto compacto e quente. O perfil tipo tardio é associado com uma gigante vermelha e a estrela quente tem uma intensa radiação ultravioleta que ioniza uma parte da nebulosa que a envolve, dando assim origem às linhas em emissão (Kenyon 1986).

3. Esquemas de classificação.

O número de combinações possíveis de possibilidades de tipos de estrelas gigantes e também da estrela compacta faz com que a diversidade natural esperada seja grande. Se não vejamos.

A estrela gigante pode estar no Ramo das Gigantes Vermelhas (RGB) ou no Ramo Assintótico das Gigantes (AGB). As estrelas do AGB podem estar na fase de pulsos térmicos, ou não. Já a estrela compacta pode ser da sequência principal ou ser uma anã branca. Neste caso pode sofrer queima nuclear hidrostática na superfície, ou não (Tutukov e Yungelson 1982).

Pode haver uma queima nuclear explosiva, (Novas Recorrentes - RN, caso de RS Oph) resultado de transferência de matéria por vento ou pelo ponto interno de Lagrange. As possibilidades de combinações são grandes o que explica a diversidade observada.

3.1. Tipos S e D.

Webster e Allen (1975) dividiram as estrelas simbióticas em dois tipos: S e D. Para o tipo S (stellar) a temperatura da gigante vermelha normal é de aproximadamente 2.500 K e para o tipo D (dusty) a estrela tem um excesso no infravermelho e acredita-se que a temperatura da poeira seja aproximadamente 1.000°K.

O sistema tipo D tem uma variável “Mira” com fortes bandas em absorção CO e H₂O. Em geral os períodos orbitais das estrelas tipo S são de 1 a 5 anos e as do tipo D são > 5 anos, o que mostra uma natural separação para as simbióticas com períodos orbitais distintos, de acordo com os tipos S e D (anos versus décadas). Os períodos longos são típicos de binárias do tipo D, porém temos poucos exemplos de estrelas tipo D, pois cerca de 80 % das estrelas simbióticas são do tipo S (Boyarchuk 1993 e Kenyon 1986).

3.2. Novas simbióticas e novas recorrentes.

Nova simbiótica, também conhecida como nova muito lenta. Muitas explosões são comuns a alguns sistemas simbióticos, mas poucos sistemas tem uma explosão simples e demorada, como as observadas nas novas simbióticas.

A escala de tempo para que uma nova simbiótica atinja o máximo de luminosidade pode ser de 50 a 200 anos com uma temperatura efetiva em torno de aproximadamente 100.000 K.

Sete novas simbióticas (AG Peg, RT Ser, AS 239, RR Tel, V1329 Cyg, V1016 Cyg e HM Sge) foram listadas por Allen (1980). A evolução destes objetos é explicado por uma detonação termonuclear na superfície da anã branca (Kenyon 1986).

Todas as novas simbióticas com exceção a RR Tel, tem sido descobertas durante as explosões. Alguns sistemas aumentaram o seu brilho em doze anos e a diminuição deste pode demorar uns 100 anos aproximadamente (Kenyon 1992).

Erupções em nova recorrente são extremamente rápidas (poucos meses). Cerca de oito novas recorrentes são conhecidas, mas somente T CrB e RS Oph parecem conter estrelas gigantes tipo tardio (Webbink 1978).

No estado quiescente estes sistemas aparecem normais, com perfis em absorção tipo tardio e linhas em emissão. T CrB tem um período orbital muito bem determinado, com 227 dias. T CrB apresentou-se com duas explosões, a primeira em 1866 e a segunda em 1946, enquanto RS Oph apresentou erupções em 1898, 1933, 1958, 1967 e 1985.

Os modelos aceitos dizem que podem haver uma rápida ejeção de matéria na superfície da anã branca, a detonação termonuclear aparece como um promissor mecanismo para as explosões de novas clássicas. Nestes objetos o material perdido pela estrela fria flue para o disco. Eventualmente o aumento de densidade na base do material acretado inicia a queima do hidrogênio, conduzindo um rápido aumento de energia em curta escala de tempo. O resultado é uma explosão espetacular, que aumenta a luminosidade em um fator de 1.000.000 em poucos dias (Tutukov e Yungelson 1982).

Depois deste abrupto aumento de brilho, a estrela retoma ao seu estado original e o ciclo pode recomeçar. A escala de tempo da recorrência é de 10.000 a 1.000.000 de anos, contudo para estrelas anãs brancas massivas (1,4 massas solares) o tempo de recorrência pode ser da ordem de 30 anos (MacDonald 1983).

3.3. Simbióticas amarelas e vermelhas.

Existem bem poucas estrelas simbióticas

com tipo espectral F-G (cerca de um pouco mais de uma dúzia entre um total de mais de 200 simbióticas conhecidas). Estas estrelas tem sido chamadas de estrelas simbióticas amarelas por Glass e Webster (1973). Alguns exemplos podem ser as estrelas M1-2 (tipo G2), HD 330036 (F5III-IV), HD 149427 (tipo F), V417 Cen (tipo G) e DT Ser (tipo G).

4. Os períodos orbitais e “Miras”.

Quando não se sabe o valor do período orbital de um sistema binário, sabe-se, de fato, muito pouco sobre ele. Conhecemos hoje cerca de 200 estrelas simbióticas na Galáxia. Destas, apenas sabemos o período orbital de 10 %, sendo que vários são incertos ou duvidosos. Deve-se salientar que a maior parte dos sistemas com período orbital conhecido pertence ao Hemisfério Norte apesar de a maior parte das estrelas estar no Hemisfério Sul, com grande concentração no bojo da Galáxia (Oliveira 1999 e referências), ou seja temos em nosso Hemisfério um grande filão, no qual o astrônomo amador pode ajudar e muito.

Se quisermos avançar de forma significativa no estudo desta classe, é fundamental que sejam determinados os períodos orbitais de um número significativo (30 - 50%) de estrelas.

Muitas das estrelas simbióticas cuja estrela gigante está em fase avançado do AGB são estrelas com pulsações do tipo “Mira”. “Miras” são gigantes vermelhas, pulsantes de longo período, com classes espectrais M, C e S, caracterizadas pela presença nos seus espectros de bandas moleculares em absorção e linhas em emissão. Este fenômeno se manifesta mais em comprimentos de onda longo (infravermelho) do que o azul.

É muito importante que estes períodos (“Miras”) sejam bem determinados e discriminados dos períodos orbitais. Isto pode gerar confusões. No caso de R Aqr, por exemplo, se julgou que os períodos eram idênticos (380 dias). Sabemos, hoje que o período orbital é muito mais longo, com cerca de aproximadamente 16060 dias e o período “Mira” com aproximadamente 387 dias. No caso de RR Tel assume-se, ainda, que os períodos sejam iguais, o que precisa ser verificado, apesar de ser uma das simbióticas mais bem observada.

5. Pulsações coerentes e incoerentes.

Algumas simbióticas tem mostrado variações incoerentes de curto período nas suas curvas de luz.

Outras foram sugeridas como tendo pulsações periódicas do tipo rotor assíncrono (polar intermediário) Hoard (1993), Dobrzycka et. al. (1996) e

Rodgers et. al. (1997).

Dobrzycka et. al (1996) sugerem que algumas estrelas simbióticas apresentam variações fotométricas periódicas com amplitudes de 0,1 mag e períodos de 500-4000s, similares às encontradas nas polares intermediários. Patterson (1994) mostrou uma relação entre a amplitude do pulso ótico e a rotação da anã branca. Curiosamente três estrelas simbióticas; CH Cyg, RS Oph e MWC 560 aparecem com a mesma relação das apresentadas pelas polares intermediários, o que sugere que os fenômenos possam estar relacionados.

6. A Proposta.

6.1. Objetivo.

O trabalho consiste na realização de um estudo sistemático de estrelas simbióticas do Hemisfério Sul.

Seus principais objetivos são:

- Determinar o período orbital dos sistemas estudados.
- Determinar o período “Mira” dos objetos simbióticos.
- Determinar quais objetos apresentam e quais não apresentam “flickering”.
- Realizar um estudo sistemático do “flickering” das simbióticas cujo período orbital seja determinado.

6.2. Metodologia.

Selecionei as Estrelas Simbióticas que é acessível para pequenos telescópios, ou seja as mais brilhantes, incluindo, é claro, as estrelas de comparações que sejam acessíveis para tais instrumentos, pois não adianta não ter estrelas de comparação relativamente brilhantes, e além disso selecionei campos relativamente pouco densos em estrelas, para uma melhor análise fotométrica.

Por serem relativamente brilhantes, precisamos no entanto, de um telescópio de pequeno porte, telescópios de 0,20 m são bastante viáveis para o projeto, principalmente aqueles com bons CCDs.

6.2.1. Fotometria Diferencial Mensal com CCD.

O ideal será fazer imagens CCD (camêra direta) nos filtros UBVR, ou somente BVRI

de Johnson-Morgan, das estrelas simbióticas. Onde as medidas fotométricas será tratada devidamente tirando-se o “flatfield” e “bias” das imagens, após o tratamento das imagens CCD realiza-se a fotometria diferencial, onde em geral são selecionados além da estrela variável mais três estrelas de comparação, isto é fundamental.

Aqueles que efetivamente quiserem se empenhar nesta interessante tarefa, estarei a disposição para trocar informação, será de muita importância que as estrelas de comparações, escolhidas, sejam as mesmas a qual tenho usado ao longo desses anos.

No caso pretendo (após obtidas estas imagens e feita sua cosmética) estar realizando a análise da fotometria diferencial (para as estrelas obtidas pelos astrônomos amadores que queiram participar do projeto), o que poderia ser feito, é você me disponibilizar os dados, imagens, e eu farei as devidas reduções.

A proposta é observar as Estrelas Simbióticas selecionadas, mês a mês. Como são de longo período orbital, uma medida a cada 15 ou 30 dias já é suficiente, o trabalho é de longo prazo e sua análise completa pode demorar alguns anos, por isso a pressa na redução dos dados não é tão crítica.

6.2.2. Fotometria Diferencial Mensal visual.

Se o método não for por CCD, mas sim por observação visual direta, algumas coisas terão que ser levadas em conta. Primeiro o CCD é muito mais sensível do que o olho e por isso escolhi campos onde temos estrelas de comparação relativamente brilhantes, para serem visíveis também.

O método de estimativa visual (exemplo método de Pogson), pode naturalmente ser usado, porém teremos que tomar cuidado, pois cada observador tem seu próprio critério, e as medidas terão que ser as mais homogêneas possíveis, para serem somadas ao longo dos anos.

É muito importante observar nos Filtros UBVR ou BVRI, assim poderemos fazer várias curvas de luz em cor e estimar vários parâmetros e determinar a física do sistema, porém em não tendo todos os filtros a observação poderá ser feita da mesma forma, só que daí analisaremos somente uma determinada curva de luz, exemplo filtro V.

No caso, se a observação visual não se utilizar filtros, observando no Clean, teremos que tomar cuidado com o efeito Purkinje (1).

6.2.3. Monitorias.

Um estudo que pode ser feito, somente

Lista (1): Estrelas simbióticas selecionadas para o trabalho.

ESTRELA	A.R.(2000)	Delta (2000)	Mv	Tipo Espectral e
				Tipo S/D
RX Pup	08:14:12	-41:42:28	11	M - D
AS 201	08:31:42	-27:45:32	11	G - D
RW Hyd	13:34:18	-25:22:49	10	M2 - S
BD-21° 3873	14:16:34	-21:46:51	0.5	G - S
RS Oph	17:50:13	-06:42:27	11.5	M2 - S
AS289	18:12:22	-11:40:07	10.5	M3 - S
AR Pav	18:20:28	-66:04:48	11	M3 - S
Hen1761	19:42:25	-68:07:41	10.5	M3 - S
RR Tel	20:04:18	-55:43:34	14	M - D
CD-43° 14304	21:00:06	-42:38:50	10	K3 - S
R Aqr	23:43:50	-15:17:02	5.8	M5 - M8 - S

com CCD ou fotômetro fotoelétrico, é a medida ao longo de uma noite de curta escala de tempo de integração, a fim de estimar pequenas variações intrínsecas que possam aparecer. Estas variações podem ser periódicas ou não e podem estar associada ao disco de acreção das simbióticas (quando houver). Assim faz se necessário realizar monitorias nos filtros BVRI, separadamente.

O objetivo é tentar carterizar melhor as estrelas que possuem ou não as pequenas flutuações, como “flickering”.

No caso será selecionada uma noite para cada objeto e para cada filtro, quanto maior a escala de tempo da monitoria, melhor será o banco de dados daquela noite. O ideal será ter um sítio contendo vários telescópios e fazer a monitoria do mesmo objeto, só que cada telescópio estará observando uma banda, ou seja um filtro, daí comporemos uma curva de Luz BVRI da noite toda, porém no caso de ser feita com apenas um telescópio o ideal será fazer no filtro V.

O tempo de exposição da monitoria será calculada dependendo do telescópio, do CCD e da Noite, terá que ser respeitada uma boa relação sinal ruído, para todas as estrelas, ou seja, variável mais comparações.

7. Análise de dados.

Para a determinação dos períodos pretende-se usar programas que usam a análise de Fourier e pelo procedimento “CLEAN” fornecido por Roberts et. al. (1987) e usaremos também o método de “Minimização de Dispersão em Fase” (PDM) desenvolvido por Stelligwerf (1978) a partir da técnica de Lafler e Kinman (1965).

Depois de várias medidas e obtidas os períodos orbitais, faremos um estudo de correlação dos períodos com o tipo espectral, tipo S/D, “flickering”, localização na galáxia etc, com as respectivas interpretações teóricas e compararemos com as minhas medidas que tenho realizado ao longo desses anos.

Este trabalho é de extrema importância e um estudo deste tipo não foi ainda realizado, e temos

aqui no Hemisfério Sul um grande Campo para o estudo das Estrelas Simbióticas, onde o Astrônomo Amador Variabilista, munido de um modesto instrumental poderá reinar e ajudar e muito nesta área do conhecimento.

Estarei a inteira disposição daqueles que queiram se empenhar nesta árdua mas, gratificante tarefa e poderemos juntos analisar cuidadosamente seus dados.

Eu estou estudando o assunto e observando as Simbióticas a algum tempo e pretendo fazê-lo ainda por vários anos, estou compilando os dados de todas as Estrelas Simbióticas do Hemisfério Sul e sua ajuda será muito bem vinda.

8. Referências.

- Allen, A. A., 1980, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. 190, 75
- Boyarchuk, A. A., 1969, in L. Detre (eds.), Non-Periodic Phenomena in Variable Stars, Academic Press, Budapest, p. 395
- Boyarchuk, A. A., 1975, in Variable Stars and Stellar Evolution, IAU Symp. n° 67, edited by V. E. Sherwood and L.
- Plaut (Reidel, Dordrecht), p. 377
- Boyarchuk, A. A., 1993, The Realm of Interacting Binary Stars, 189, ed. Sahade J., et. al.
- Dobrzycka, D., Kenyon S. J., Milone A. E., 1996, AJ 111, 414
- Glass, I. S. e Webster, B. L., 1973, Mon. Not. Roy. Astr. Soc, 165, 77
- Graham, J. A., 1982, Pub. Astr. Soc. Pac., 94, 244
- Hoard, D. W., 1993, Pub. Astr. Soc. Pac., 105, 1232
- Kenyon, S. J., 1986, The Symbiotic Stars, Cambridge Univ. Press.
- Kenyon, S. J., 1992, Evolutionary Processes in Interacting Binary Stars, Y. Kondo et. al. (eds.), IAU Symp., p.137
- Lafler, J., e Kinman, T. D., 1965, ApJ Supp., 11, 216

732 MacDonald, J., 1983, *Astrophys J.*, 267,
USP Oliveira, E., 1999, Master's Thesis, IAG-
Patterson, J., 1994, *Pub. Astr. Soc. Pac.*,
106, 209
Roberts, D. H., et. al., 1987, *AJ*, 93, 968
Rodgers, B., et. al., 1997, *Pub. Astr. Soc.*
Pac., 109, 1093
Stellingwerf, R. F., 1978, *ApJ*, 224, 953
Tutukov, A. V. e Yungelson, L. R., 1982,
in *IAU colloquium n° 70, The Nature of Symbiotic*, ed.
M. Friedjung e R.
Viotti (Dordrecht: Reidel), p. 283
Webbink, R. F., 1978, *Pub. Astr. Soc.*
Pac., 90, 57
Webster, B. L. e Allen, D. A., 1975, *Mon.*
Not. Roy. Astr. Soc., 184, 893

Nota (1): Efeito Purkinje: Comparar o brilho de duas estrelas de cores diferentes não é fácil, algumas variáveis são bem vermelhas. Há um fenômeno chamado efeito Purkinje que pode distorcer o brilho estimado da estrela vermelha. O olho humano reage de maneira diferente para o brilho de uma estrela vermelha, a estrela vermelha parece ser um pouco mais brilhante se comparada com a azul de mesma magnitude. O que pode se fazer é desfocar a imagem do telescópio e comparar os diferentes discos, pois o efeito Purkinje é reduzido quando a luz da estrela não está concentrada em um pequeno ponto.

O brilho do fundo do céu pode também afetar o brilho aparente da estrela vermelha. A névoa ou o brilho da Lua tende a fazer com que a estrela vermelha apareça mais brilhante do que ela realmente é, quando

comparada com outras estrelas não tão vermelhas, está é uma outra manifestação do efeito Purkinje.

Johannes Evangelista Purkinje, foi um fisiologista tcheco nascido em Libochovice, Boêmia, a 17 de dezembro de 1787, e falecido em Praga a 28 de julho de 1869.

INFORMAÇÕES

Ednilson Oliveira
Departamento de Astronomia
Instituto Astronômico e Geofísico
Universidade de São Paulo
Av. Miguel Stefano, 4.200
04301-904 São Paulo, Brasil
Fone: 055-11-5778599, ext. 267
Fax: 055-11-5770270
Cel: (0xx11)-9756-4433
www.iagusp.usp.br/~ednilson/
index1.htm
e-mail: ednilson@verdi.iagusp.usp.br

ÍNDICE

- EDITORIAL.....	02
- ABSTRACTS.....	03
- Observações de LTP - Lunar Transient Phenomena.....	05
- Eclipse Lunar Parcial de 24 de março de 1997 - Alguns dados preliminares e comentários.....	09
- Observações Astrométricas de Asteróides e Cometas em 1999.....	10
- Observação de Eventos Mútuos de Satélites Jovianos.....	20
- Meteoros Leonídeos – 1998 - Resultados Finais.....	21
- Estudo das Dificuldades do uso da Fotografia Para Registro de Meteoros Aplicado a Campanha dos Leonídeos 98 da Rede de Astronomia Observacional.....	24
- Observações Visuais do Cometa SOHO (C/1998J1).....	28
- L Carinae.....	31
- Análise da Curva de Luz de S CARINAE.....	35
- Análise preliminar da curva de luz de W Crucis em 1999.....	39
- Análise preliminar das observações da Nova Circini 1999 (DD Circini).....	43
- Análise preliminar das características da Nova Velorum 1999 (V382 Vel).....	48
- Observação de Estrelas Simbióticas do Hemisfério Sul para pequenos telescópios.....	54