

REA

REDE DE ASTRONOMIA OBSERVACIONAL

REPORTE Nº 4

DEZEMBRO / 1991

*Esta edição é dedicada à memória de JEAN
NICOLINI (1921 - 1991), nosso amigo, colaborador, e
incansável observador e divulgador da ciência
astronômica no Brasil.*

EDITORIAL

Ao se aproximar de seu quarto aniversário de existência e do marco de dez mil observações realizadas, a REA não somente cristaliza o desejo de seus associados - astrônomos amadores voltados a um trabalho sério e sistemático no campo observacional - como lança as bases para vôos mais altos: a partir de fins de 1991, a REA estará coordenando os esforços de diversas entidades e associações regionais, cujos membros desejem se integrar a aquele trabalho. Em última análise, isto equivalerá à formação - pela primeira vez no país - de uma Rede Brasileira de Astronomia Observacional, nos mesmos moldes das existentes em países desenvolvidos.

Não se trata, em absoluto, de um sonho. Basta agregar ao reconhecido talento e dedicação de nossos astrônomos amadores (isolados ou agrupados em associações regionais) uma infraestrutura organizada e de caráter "profissional" - algo de que a REA já dispõe. Dessa forma, e independentemente da colaboração que diversos associados prestam a entidades congêneres internacionais, teremos finalmente no país uma central que permita a publicação e divulgação dos resultados obtidos por astrônomos amadores brasileiros.

Diversos dos artigos publicados no presente "Reporte nº 4" tiveram sua origem nos trabalhos apresentados durante a 1ª convenção Nacional da REA, em maio/junho passados, em Mairinque, SP. Este evento - que durante quatro dias reuniu algumas dezenas dos observadores mais qualificados do Brasil, com a apresentação de trinta e quatro trabalhos de caráter observacional, teve em seu sucesso a garantia de sua repetição, com frequência bi-anual, nos próximos anos. Isto, no entanto, é apenas o início do que pode e vai ser realizado.

Nesse interim, entretanto, desejamos a todos uma proveitosa leitura do "Reporte nº 4 e... boas observações!"

Coordenação da REA/SP.

Expediente

O "Reporte nº 4" é uma publicação da REA - Rede de Astronomia Observacional, entidade amadora de âmbito nacional, com sede em São Paulo, à Rua Almirante Marques Leão, 684 - CEP 01330-010 - São Paulo - SP. Os Reportes são distribuídos aos associados da REA e a diversas entidades astronômicas amadoras e profissionais, no Brasil e países latino-americanos.

A REA é estruturada setorialmente, sendo os seguintes os coordenadores de cada área observacional.

-Variáveis (longo período e semi-regulares)

Tasso A. Napoleão (SP)

-Variáveis (eruptivas, irregulares, eclipsantes)

Antonio Padilla Filho (RJ)

-Planetas inferiores

Claudio B. Leitão Jr. (SP)

-Marte

Nelson Falsarella (S.J. Rio Preto)

-Planetas Jovianos

Frederico Funari (SP)

-Lunar

Marcos F. Lara (RJ)

-Cometas e Meteoros

J. Guilherme Aguiar (Campinas)

-Ocultações

Romualdo Lourençon (SP)

-Eclipses

Helio C. Vital (RJ)

-Objetos difusos

Tasso A. Napoleão (SP)

-Solar

Claudio B. Leitão Jr. (SP)

-Astrofotografia

Carlos A. Colesanti (SP)

O núcleo de São Paulo conta com as seguintes coordenações editoriais/administrativas:

Banco de dados - Edvaldo José Trevisan e Ivan de Sá Leal

Circulares e Projetos - Tasso A. Napoleão

Administrativa/Financeira - Carlos A. Colesanti

Comunicações - Claudio Carboni

Editorial/Reportes - Edvaldo José Trevisan

CAPA: Por incrível que possa parecer, a fotografia de M16, em Serpens, que aparece na capa desta edição, não foi realizada em um observatório profissional. O autor - Marco A. De Bellis, da REA/Rio de Janeiro - obteve a foto utilizando-se simplesmente de um Schmidt-Cassegrain Celestron (D=200mm, f/D=10) e de um filtro "Deep Sky", marca Lumicon. A exposição foi de 120 minutos, no dia 08/07/91, iniciando-se às 21h53m TU.

O principal fator para a impressionante qualidade da imagem obtida foi o uso do filme Kodak 2415 hipersensibilizado pelo próprio autor. A técnica desenvolvida por De Bellis para a hipersensibilização é descrita, de forma detalhada, na presente edição.

Hipersensibilização do Filme Kodak Technical Pan 2415

Marco Antonio De Bellis

1. INTRODUÇÃO

Embora a utilização do filme fotográfico venha diminuindo dia a dia a nível profissional¹ como substrato para a fotografia astronômica, ele continua sendo o meio ideal para o amador. Isto se deve, entre outros fatores, a sua disponibilidade, baixo preço e alta resolução, quando comparado aos modernos sensores eletrônicos (CCDs). Estes últimos, embora com muito maior sensibilidade à luz que os filmes fotográficos, mesmo hipersensibilizados, tem a desvantagem do elevado preço, estando portanto além do poder aquisitivo da maioria dos amadores.

No final da década de 70, foi lançado pela Eastman Kodak Co. o filme Technical Pan 2415 (inicialmente com a sigla SO-115) para substituir o antigo High Contrast Copy Film¹³. Trata-se de um filme extremamente versátil podendo ser utilizado tanto para fotografia pictórica como para alto contraste. De acordo com o revelador utilizado e com o tempo de revelação sua sensibilidade pode variar de ISSO 25 a 320. O contraste será tanto maior quanto maior for a sensibilidade adotada.

Submetido a hipersensibilização, ele se transforma na mais poderosa arma de que o astrofotógrafo pode dispor, uma vez que a resolução (400 linhas por mm), contraste e baixa granulação são inigualadas por qualquer outro filme. Sendo pancromático possui sensibilidade espectral suficiente para abranger toda a gama visível, em especial a região do H alfa, de grande importância na fotografia das nebulosas de emissão.

Sabe-se de longa data que certos agentes presentes na atmosfera, como o oxigênio e a umidade, exercem efeito negativo no que diz respeito à sensibilidade do filme frente a níveis muito baixos de iluminação e conseqüentemente em exposições prolongadas. A comprovação disto é o aumento da sensibilidade do filme para tais exposições, quando previamente submetido a um vácuo². Da mesma forma, a remoção de tais agentes mais a exposição ao nitrogênio, ao hidrogênio ou a uma mistura de ambos (Forming Gas) acarreta um aumento considerável da sensibilidade^{3,4,5}. Convém lembrar aqui que o tratamento mais adiante exposto não altera a sensibilidade do filme para exposições de curta duração, como os instantâneos usados correntemente em fotografia pictórica, mas apenas para as longas exposições usadas na fotografia astronômica.

O filme 2415 pode ainda ser hipersensibilizado por aquecimento em atmosfera isenta de umidade⁶ ou por

imersão em solução de nitrato de prata imediatamente antes de ser exposto⁷.

De todos os métodos descritos, a hipersensibilização pelo Forming Gas parece ser a mais prática e eficiente, pelo menos para o amador e é apenas dela que trataremos a seguir.

O filme 2415 é encontrado no comércio em vários formatos (35 mm, 120, filme plano e placas de vidro). Trataremos apenas da hipersensibilização do formato 35 mm. O filme não se encontra no comércio brasileiro requerendo sua aquisição no país de origem, o que constitui talvez sua única desvantagem para nós. Por sua vez, o formato 35 mm tem duas apresentações: rolos de 36 exposições e carretéis de 150 pés. Recomendamos a utilização destes últimos por razões de economia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os equipamentos necessários ao tratamento que a seguir será descrito foram adquiridos no nosso mercado, ficando portanto ao alcance de qualquer pessoa interessada em realizá-lo. São eles:

- Tanque de hipersensibilização
- Bomba de vácuo
- Cilindro de gás com manômetro
- Termostato (50 a 60°C)
- Termômetro

O tanque utilizado por nós é semelhante ao modelo comercializado por uma firma americana (LUMICON)²¹ especializada em equipamentos para astrofotografia e astronomia em geral. Foi usinado a partir de um cilindro de alumínio com diâmetro de 5 polegadas do qual foi feita também a tampa, na qual há três orifícios: dois providos de torneira para evacuação e admissão de gás, respectivamente, e o outro para o manovacuumetro, necessário para a medição do vácuo e da pressão do gás durante o tratamento. A tampa é presa firmemente ao tanque através de quatro parafusos providos de borboletas. Entre ambos interpõe-se uma junta de vedação em borracha preta cuja espessura não é tão crítica. Tanto as paredes do tanque quanto sua tampa devem ter uma espessura de aproximadamente 1/2 polegada (12 mm) para que haja uniformidade térmica no seu interior. Dentro dele é deixado um carretel espiralado, do tipo usado em revelação, para manter o filme fora de sua bobina durante o tratamento. A propósito, alguns autores tratam seus filmes sem os removerem de suas bobinas⁸. Recomendamos, entretanto, que esta técnica seja evitada pois, embora

mais prática, requer tempo maior de tratamento e produz um resultado final não uniforme em toda a superfície do filme.

O aquecimento do tanque é obtido através de resistores presos à sua base e tampa, respectivamente, a fim de assegurar uniformidade térmica em todos os pontos do filme; de outra forma o tratamento seria desigual. No nosso caso, tais resistores tem os seguintes valores: Base - dois resistores de 150 ohms 20 watts ligados em série dando portanto um valor resultante de 300 ohms 40 watts; Tampa - um resistor de 330 ohms 20 watts. Este conjunto é ligado ao termostato. Todas as conexões de gás feitas à tampa devem ser herméticas, não só aos gases como também à luz. Outros autores obtêm o aquecimento dos tanques através de câmaras térmicas ao invés da utilização dos resistores citados⁷. Da mesma forma recomendamos a consulta a outros trabalhos que propõem excelentes modelos de tanques^{9,10}. O aspecto final do tanque não é crítico, valendo apenas a imaginação de cada um.

A bomba de vácuo pode ser de dois tipos: manual e elétrica. O vácuo obtido pelas bombas elétricas (0.01 torr) é de melhor qualidade que aquele obtido pelas manuais (50 torr). Ainda mais, as bombas elétricas representam uma economia de gás pois basta apenas evacuar o tanque uma só vez e enchê-lo com o gás ao invés da repetição deste ciclo por três a quatro vezes como é o caso das bombas manuais. Devemos levar em conta, no entanto, que as bombas elétricas são muito dispendiosas e sua aquisição se justifica apenas para quem prevê um grande volume de trabalho.

Os filmes em geral podem ser hipersensibilizados por exposição ao hidrogênio ou ao forming gas como já dissemos. A grande desvantagem do hidrogênio puro é a sua inflamabilidade. Em determinadas concentrações é explosivo. Por este motivo utilizamos uma mistura de Nitrogênio (92%) e Hidrogênio (8%) conhecida pelo nome de Forming Gas; no nosso comércio é chamada de Mistura Verde, sendo fornecida em cilindros de vários tamanhos a uma pressão de 150 bar aproximadamente. O cilindro deve ser provido de monometro e regulador para reduzir a pressão no interior daquele até a pressão de trabalho do tanque. Tanto a mistura citada como o cilindro de gás podem ser obtidos nas firmas que comercializam gases medicinais e industriais. Um cilindro contendo um metro cúbico de gás é suficiente para centenas de tratamentos.

Os termostatos podem ser do tipo convencional ou eletrônico. Ambos tem bom desempenho sendo indiferente seu uso. O sensor deve ser posicionado no interior da parede lateral do tanque através de um orifício de aproximadamente 4 a 5 mm de diâmetro, usinado desde a tampa do tanque, inclusive, e estendendo-se até aproximadamente 2 cm da base. Outra furação semelhante deve ser incluída para o sensor do termômetro. A saída do termostato é intercalada entre os resistores aquecedores e a rede, atuando portanto como interruptor. Os termostatos eletrônicos tem a vantagem de não possuírem partes móveis e não serem muito dispendiosos, requerendo apenas alguma prática

construtiva em eletrônica para a sua realização¹¹. Temos experiência como um modelo por nós projetado que mantém a temperatura dentro de uma faixa de 0.2 graus centígrados, desempenhando perfeitamente sua função há três anos. Utiliza como sensor um diodo de silício, além de componentes de fácil obtenção.

Embora o termômetro não seja absolutamente necessário, recomendamos o seu uso no sentido de permitir um controle mais rigoroso da temperatura e conseqüentemente maior consistência no que diz respeito aos resultados. Da mesma forma que com os termostatos, o termômetro pode ser do tipo convencional de mercúrio ou álcool bem como eletrônico. O sensor deve ser colocado no interior da parede do tanque, como já foi explicado no parágrafo anterior.

Todos os componentes descritos acima, podem ser obtidos sob a forma de Kit par Hipersensibilização através da firma americana já citada (LUMICON). Enfatizamos, no entanto, a recomendação de que cada qual construa seu próprio conjunto, uma vez que a técnica envolvida é tão simples quanto aquela própria a preparação dos filmes hipersensibilizados.

Para que haja consistência na obtenção da chamada Velatura Química, da qual nos ocuparemos mais adiante, é necessário repetir com rigor sempre a mesma técnica. Com efeito, as receitas para hipersensibilização do filme 2415 são tão numerosas quanto seus autores¹², o que significa dizer que cada qual obtém o grau ideal de Velatura Química através de um tratamento diferente.

Enquanto aguarda o tratamento, o filme deve ser estocado a baixa temperatura, de preferência em congelador; isto prolonga em muito a vida útil do mesmo. temos utilizado filme estocado nestas condições, vencido há dois anos, obtendo exatamente o mesmo resultado que o do filme novo. Além da baixa temperatura, assegura-se a eliminação da umidade através da utilização de pequena quantidade de sílica gel colocada no interior do recipiente que contém o filme.

Aproximadamente seis horas antes do início do tratamento, o filme é retirado do refrigerador, dentro de seu recipiente, para equilibrar a temperatura com a ambiente. Passado este período, o filme é levado para a câmara escura e disposto, no comprimento devido, no carretel espiralado, que é então colocado no interior do tanque; este é fechado através dos parafusos e o tanque evacuado com a bomba apropriada. A seguir admite-se o gás até a pressão atmosférica. Novamente evacua-se o tanque e admite-se o gás. Este processo é repetido de três a quatro vezes e tem por finalidade eliminar completamente qualquer traço de oxigênio ou umidade ainda presentes no interior do tanque, e é necessário apenas no caso das bombas manuais. Com as bombas elétricas basta uma só vez. O gás é então deixado a uma pressão de 0,5 Kgf/cm², as torneiras são hermeticamente fechadas e inicia-se o aquecimento do tanque.

A duração do tratamento vai depender da temperatura adotada. Como ponto de partida, utilizar 72

horas a 50°C ou 24 horas a 60°C. Neste ponto, devemos considerar, como já dissemos, que são inúmeras as receitas; os tempos e temperaturas citados são aproximados. Cada qual determinará por experiência qual o tempo e a temperatura ideais em suas mãos^{14,15,16,17}. Terminado o tratamento, o tanque é levado à câmara escura e, após equilibrar sua temperatura com a ambiente, o filme é removido e colocado na bobina para ser utilizado. Convém lembrar que deste ponto em diante o filme se torna extremamente sensível mesmo a níveis muito baixos de iluminação; isto significa que as bobinas contendo filme hipersensibilizado devem ser manipuladas em ambientes pouco iluminados e, mesmo assim colocados rapidamente na câmara fotográfica. O filme 2415 hipersensibilizado conserva-se muito bem sob refrigeração no congelador ou “freezer” a temperatura de -18°C; nestas condições pode ser armazenado por vários meses. É importante que seja estocado em recipientes hermeticamente fechados, no interior dos quais se acrescentou pequena quantidade de sílica gel, para absorção da umidade. Além disso, costumamos utilizar recipientes estanques a luz.

Uma vez deixado à temperatura e umidade ambientes, ou dentro da câmara fotográfica, o filme deve ser utilizado em no máximo uma semana. Mesmo assim, tanto melhor quanto mais breve seja exposto e revelado, uma vez que sua sensibilidade principia a declinar, bem como aumenta o grau de velatura.

Depois de exposto, o filme deve ser revelado o quanto antes pois, segundo alguns autores, parece haver um certo decaimento na imagem latente a medida que passa o tempo¹⁵. Temos por hábito processar nossos filmes após, no máximo, 48 horas do momento em que foram expostos.

O revelador ideal para o filme 2415 hipersensibilizado é o Kodak D-19¹⁸; o tempo de revelação é de 4 a 5 minutos a 20 graus centígrados. Chamamos a atenção para um controle rigoroso da temperatura pois pequenas variações acarretam grandes diferenças no resultado final. Terminada a revelação, o filme passa por um banho interruptor ácido durante 1 minuto, com a finalidade de abaixar o pH, e em seguida ao fixador que pode ser o Kodak F-5 ou qualquer outro fixador endurecedor, aí permanecendo por aproximadamente 5 minutos. É então lavado e secado da maneira habitual.

3. RESULTADOS

O ganho de sensibilidade obtido é indiscutível e impressionante. Embora alguns autores refiram ganhos de 5,5 vezes, outros obtiveram até 40 a 50 vezes. Esta discrepância se deve não só aos métodos de tratamento empregados, que eram diferentes, bem como aos critérios de avaliação dos resultados^{4,8}. O fato é que o ganho é tanto maior quanto maior for o tempo de exposição utilizado para comparação.

O ponto ideal de tratamento é avaliado através da observação ou medição da assim chamada Velatura Química, que pode ser definida como o aumento na

densidade do filme não exposto que é então revelado. Ela se deve ao efeito redutor do hidrogênio sobre os grãos de prata. O ganho máximo de sensibilidade se obtém quando a Velatura Química é de cerca de 0.30. Se a densidade é menor que este valor, a sensibilidade não é máxima e o tratamento deve ser mais prolongado. Pelo contrário, se for maior, ela vai interferir na obtenção de uma boa ampliação ou cópia, diminuindo o contraste; neste caso procura-se reduzir o tempo de tratamento ou a temperatura.

A avaliação do grau de velatura pode ser feita por meio de um densitometro ou por comparação com filtros de gelatina cuja densidade é conhecida. Tais filtros são encontrados no comércio de material fotográfico sob a sigla de ND (Neutral Density). Embora a medição por densitometria seja a mais precisa, o preço destes instrumentos os coloca completamente fora do alcance do amador. Uma boa alternativa é a utilização de um fotômetro para a avaliação deste parâmetro. Inicialmente coloca-se sobre o sensor do fotômetro um fragmento do filme 2415 não tratado mas revelado e fixado da maneira habitual e observa-se a leitura, anotando-a. Em seguida substitui-se este fragmento por um outro de filme hipersensibilizado e revelado sem ter sido exposto. O ponto ideal é aquele em que a diferença entre as leituras for de um “stop” fotográfico¹⁹. Uma vez atingido este ponto, a consistência dos resultados dependerá apenas do rigor com que sejam repetidas as etapas do processo. Depois de exposto e revelado pode-se obter ampliações em papel fotográfico grau 3 ou então diapositivos copiando os negativos no próprio filme 2415 não hipersensibilizado, em um duplicador de slides. Para obter bom contraste, revelar estes positivos por 7 minutos a 20 graus centígrados no mesmo revelador D-19.

Embora não tenhamos realizado nenhum teste quantitativo para avaliar numericamente qual o ganho de sensibilidade em nossa experiência, procuramos fotografar um mesmo objeto com filme não tratado e logo após com filme hipersensibilizado, para comparação. As duas fotografias foram feitas na mesma noite com objetiva de 135mm de distância focal, a f/2.8, tempo de exposição de 30 minutos e filtro vermelho #25A. Para a primeira fotografia, utilizamos o filme não tratado; imediatamente após terminada esta, carregamos a câmara com o filme hipersensibilizado e repetimos a exposição exatamente nas mesmas condições. Os dois filmes foram revelados no mesmo tanque para que a igualdade dos tratamentos fosse mantida. O resultado pode ser avaliado pela observação das figuras 1 e 2.

A figura 3 mostra a nebulosa NGC 6514 (M20), fotografada no foco primário de um refletor Schmidt-Cassegrain com 2000mm de distância focal, a f/10 e 90 minutos de exposição. Note-se a sensibilidade do filme para o azul e o vermelho ao registrar as regiões de emissão e reflexão do referido objeto. Cabe lembrar que estas fotografias foram feitas em meio a intensa poluição luminosa do Rio de Janeiro, o que só serve para exaltar as qualidades do filme, em especial do contraste.

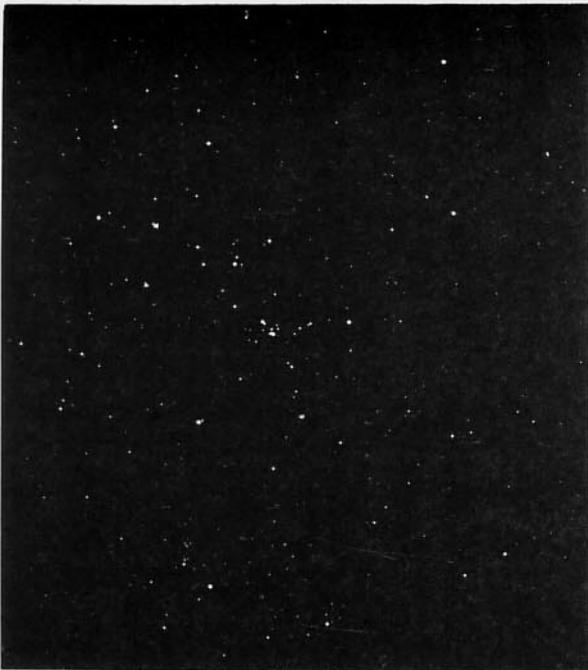


Fig 1. NGC 3372. 135mm, f/2.8, 30 minutos de exposição, filtro #25A, filme não hipersensibilizado. Comparar com fig 2.



Fig 2. NGC 3372. Mesmas condições da fig 1. Filme hipersensibilizado. Note-se o ganho de sensibilidade.



Fig 3. NGC 6514 (M20). 2000mm, f/10, 90 minutos de exposição. Hipersensibilizado por 24 horas a 60°C.

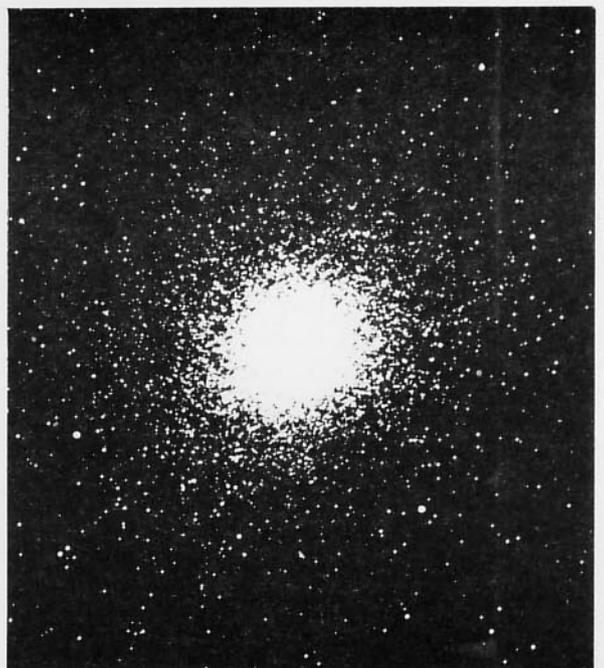


Fig 4. NGC 5236 (M83). 2000mm, f/10, 60 minutos de exposição. Hipersensibilizado por 72 horas a 50°C.

Na figura 4 vemos a galáxia NGC 5236 (M83), sendo a óptica idêntica a da figura 3 com tempo de exposição de 60 minutos. Tendo em vista a qualidade do céu sob o qual foram tomadas estas fotografias, pode-se dizer que o filme opera verdadeiros milagres; a habilidade (“Detective Quantum Efficiency”) em separar de um fundo de céu muito claro, um objeto extremamente tênue é extraordinária.

Da mesma forma, fomos capazes de, com o telescópio descrito nas figuras 3 e 4, atingir magnitude estelar de 18, mesmo sob o céu de má qualidade já mencionado.

Enfim, se analisarmos os filmes fotográficos de uso corrente pelo amador, veremos que sob o ponto de vista de registro, resolução e contraste, o filme Kodak Technical Pan 2415 é inigualável.

4. CONCLUSÃO

Como vimos, através de técnica não muito complexa é perfeitamente acessível ao aficionado de astrofotografia, tem-se a mão um filme capaz de proporcionar resultados altamente gratificantes. O contraste, resolução e sensibilidade a todo o espectro visível fazem dele o filme ideal para fotografia de qualquer tipo de objeto astronômico.

Cabe lembrar que o equipamento descrito pode ser também utilizado para a hipersensibilização de filmes coloridos, tanto diapositivos como negativos. A técnica utilizada é essencialmente a mesma, variando apenas as condições. A título de sugestão, recomendamos o filme Kodak Ektachrome 400 para a obtenção de diapositivos e o Fuji Super KG 400 para ampliações, embora qualquer outro filme possa ser hipersensibilizado; uns mais outros menos, todos eles tem seu desempenho melhorado no que diz respeito a sensibilidade a níveis baixos de iluminação²⁰. A resolução e o contraste dos filmes coloridos, no entanto, não são comparáveis ao filme 2415, sendo necessário, quando estes últimos são utilizados após hipersensibilização, céu de boa qualidade para se chegar a um resultado satisfatório.

Como ponto de partida para o tratamento dos filmes coloridos citados acima temos: Ektachrome 400 - 0,25 Kg/cm² de pressão, 50°C, 12 horas. Fujicolor Super HG 400 - 0,25 Kg/cm², 50°C, 24 horas.

Uma vez hipersensibilizados, os filmes coloridos podem ser armazenados em congelador mas não se conservam tão bem como o 2415; devem ser utilizados, no máximo, após um mês de estocagem, durante a qual vão perdendo gradativamente a sensibilidade. Da mesma forma, uma vez expostos, são revelados o mais rapidamente possível, de preferência no dia seguinte a noite em que foram utilizados.

O uso do “Forming Gas” parece ser o processo mais prático, ao menos par o amador, de hipersensibilização tanto do filme 2415 como dos filmes coloridos. Embora os sensores eletrônicos venham, dia a dia, ganhando terreno e substituindo a emulsão fotográfica, podemos prever que, pelo menos a nível amador, a hipersensibilização ainda será utilizada por muitos anos.

5. REFERÊNCIAS

1. The Last 200-inch Plate. Sky & Telescope, February 1990, p.134.
2. Lewis, W.C, Babcock, T.A. and James T.H.: The Effects of Vacuum on the Sensitivity and Reciprocity Characteristics of Some Kodak Spectroscopic Emulsions, AAS Photo Bulletin (3), 1971 n° 1, p. 7.
3. Smith, A.G.: Reciprocity Failure of Hypersensitized and Unhypersensitized Kodak Technical Pan Film 2415, AAS Photo Bulletin (31), p.9.
4. Everhart, E.: Hypersensitization and Astronomical Use of Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (24), p.3.
5. Scott, R.L.: Additional Hypersensitization Tests on Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Bulletin (42), p. 6.
6. Miller, W.C.: Reduction of Low-Intensity Reciprocity Failure in Photographic Plates by Controlled Baking. AAS Photo Bulletin (2), p. 15.
7. Scott, R.L.: Hypersensitization of Kodak Technical Pan Film with Forming Gas, Dry Nitrogen and Silver Nitrate. AAS Photo Bulletin (33), p.14.
8. Marling, J.: Gas Hypersensitization of Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (24), p.9-12.
9. Sliva, R.: Hypersensitization, Part 1. Astronomy, April 1981, 39-42.
10. Sliva, R.: Hypersensitization, Part 2. Astronomy, May 1981, 48-50.
11. Cole, D.: Temperature Control of a Hypering Tank. Sky & Telescope, December 1989, 658.
12. di Cicco, D.: Notes from the Outback. Sky & Telescope, April 1988, 444-445.
13. Healy, D.: Using SO-115 Film. Astronomy, April 1980, 54-57.
14. Dragesco, J.: Introduction a l’etude experimentale du defaut de reciprocite des emulsions sensibles avant et apres hypersensibilization par l’hydrazote (“Forming Gas”). Pulsar n° 662, Septembre-Octobre 1987,193-195.
15. Dragesco, J.: Defaut de reciprocite des emulsions sensibles avant er apres hypersensibilization par l’hydrazote (“Forming Gas”). Pulsar n° 663, November-December 1987, 231-235.
16. Marling, J.: The 2415 Revolution. Astronomy, March 1982, 59-63.
17. Hooley, M.: Astrophotography with Tech Pan 2415 Film. Astronomy, July 1986, 76-79.
18. Conrad, C.M., Smith, A.G., McCuiston, W.B.: Evaluation of Nine Developers for Hypersensitized Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (38), p.3.
19. Maury, A.: A Hypersensitizing Primer. Sky & Telescope, June 1988, 586-589.
20. Smith, A.G. & Schrader, H.W.: Balanced Hypersensitization of a Fast Reversal Color Film. AAS Photo Bulletin, (21), p. 9-14.
21. LUMICON. 2111 Research Drive #5. Livermore, CA 94550.

Observações Visuais do Efeito Schröter em Mercúrio

Luiz Augusto L. da Silva e Onofre D. Dalávia

1. INTRODUÇÃO

De maneira análoga com o que ocorre com Vênus, verifica-se que em Mercúrio a meia fase (dicotomia) verdadeira não coincide com a calculada, denominando-se a esta defasagem, efeito Schröter. A dicotomia ocorrerá antes da data predita nas elongações vespertinas (ou leste), e depois, nas matutinas (ou oeste).

A diferença típica é de alguns dias, e pode ser bem notada com um pequeno telescópio, em se tratando de Vênus. Medidas deste efeito neste planeta são reportadas frequentemente. Sem embargo, Mercúrio requer uma abertura maior, em virtude da pequena dimensão de seu disco.

A partir de um artigo sobre a observação do efeito Schröter em Vênus (Corrêa, 1984a), empreendemos um estudo similar com Mercúrio, aproveitando sua máxima elongação E (28°), em fins de julho de 1984, a mais favorável daquele ano, para o hemisfério sul. Westfall (1984) é de opinião de que as observações da dicotomia em Mercúrio são úteis para determinar os efeitos sobre um planeta sem atmosfera, os quais poderia, ser aplicados às observações do mesmo efeito em Vênus, reconhecidamente um astro possuidor de uma densa capa gasosa.

2. METODOLOGIA OBSERVACIONAL

O instrumento empregado para as observações foi o refrator de 190 mm de diâmetro de 2850mm de distância focal, pertencente ao antigo observatório central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, Brasil. Foi utilizada uma ocular proporcionando 190 vezes de aumento. Assim, esta configuração instrumental era bastante similar àquela usada por Mourão (1959), para suas observações visuais dos aspectos do disco mercuriano. Segundo aquele autor, aumentos de 150 a 300 vezes são recomendáveis, em um instrumento de abertura semelhante ao empregado na presente série de observações. As estimativas de fase foram feitas sempre durante o crepúsculo, enquanto o céu permanecia bastante claro, e Mercúrio era visível acima dos edifícios.

Foi notada a presença de um pouco de aberração cromática, que somada ao pequeno diâmetro aparente do planeta, dificultou, mas não comprometeu, o trabalho realizado.

A presença de uma frente fria semi-estacionária espoliou várias noites pretendidas de observação, mas

posteriormente o tempo melhorou, permitindo algumas noites de excelente transparência atmosférica. A tabela I fornece as características físicas de Mercúrio, e as circunstâncias observacionais em Porto Alegre, durante o período abrangido pelas nossas estimativas de fase. Na tabela, **DJ** é o dia juliano médio. Em a elevação de Mercúrio acima do horizonte, E_0 , a altura do Sol abaixo do horizonte, K_{teor} , a fase predita, e i , o ângulo de fase.

TABELA I

Elementos físicos de Mercúrio, e circunstâncias observacionais em julho 1984, em Porto Alegre.

ELEMENTOS FÍSICOS DE MERCÚRIO

DJ2445+	DIAM.	MAG	E_m	E_0	K_{teor}	i
906.395	6.80"	+0.4	15.0°	-10.2°	0.575	81°
908.395	6.84"	+0.5	17.0°	-8.5°	0.546	84°
910.400	7.24"	+0.5	16.6°	-10.0°	0.517	87°
911.390	7.36"	+0.6	18.9°	-7.6°	0.502	89°
912.385	7.48"	+0.6	21.0°	-5.6°	0.487	91°
913.400	7.60"	+0.6	17.6°	-9.2°	0.472	93°
915.390	7.86"	+0.7	20.9°	-5.9°	0.441	95°
916.390	8.00"	+0.8	19.4°	-7.4°	0.424	99°

A máxima elongação leste de Mercúrio ocorreu em julho 31, 1984, com o planeta em sua maior distância angular possível do Sol, ou seja, 28°. Esta elongação foi a mais favorável daquele ano para o hemisfério sul, devido não somente à digressão, mas também por causa do ângulo íngreme entre a eclíptica e o horizonte. Ainda que o brilho de Mercúrio seja muito inferior ao de Vênus, o primeiro mostra um diâmetro aparente muito menor, o que torna muito difícil a observação de seu disco e, conseqüentemente, a determinação da fração do diâmetro do planeta que está iluminada pelo Sol (k).

Corrêa (1984b) sugeriu, levando em conta a pequena dimensão do raio mercuriano, que se aplicasse o “método das probabilidades”, de Binder. Um exemplo da aplicação deste procedimento, para Vênus, pode ser visto em um artigo de Cruikshank (1965). Basicamente, o método consiste em estimar as probabilidades (entre zero e um) de o terminador estar côncavo, reto ou convexo, em cada observação, de maneira tal que a soma destas probabilidades seja sempre igual a um. Graficando-se as curvas destas três probabilidades como função das

datas, o instante correspondente à intersecção das curvas côncava e convexa é tomado como o correspondente ao da dicotomia.

Existe, ainda, um outro método visual, que consiste em desenhar, em discos de diâmetro uniforme, a forma observada do terminador ao telescópio. Com a sobreposição posterior de um disco de diâmetro graduado, mede-se diretamente a fração iluminada. Reunindo as medidas de fase em um gráfico, e empregando o método dos mínimos quadrados, pode-se achar a data da dicotomia verdadeira. Obviamente, este é um processo mais fácil de aplicar quando o planeta assume um grande diâmetro aparente.

Nossa idéia inicial era aplicar ambos os métodos acima, e comparar os resultados. Sem embargo, os desacordos entre os observadores foram tão grandes, que resultaram na impossibilidade prática de empregar-se o método de Binder. Parece-nos que este método vale-se de aspectos muito subjetivos, que podem causar erros maiores que o processo simples de desenhar a fase. No presente caso, apesar das dificuldades na observação de Mercúrio, o método do desenho revelou-se, aparentemente, de surpreendente precisão, como se pode ver na tabela II. Cada observador realizava suas estimativas independentemente um do outro. Apesar disto, a concordância é muito boa. Para as observações, foi utilizado um gabarito circular com diâmetro de 40 mm.

TABELA II

Medições visuais da fração iluminada do diâmetro de Mercúrio.

OBSERVAÇÕES DA FASE DE MERCÚRIO

L.A.L. da Silva		O.D. Dalávia		
DJ2445+	k	DJ2445+	k	k
906.39	0.43	906.40	0.44	0.435
908.39	0.42	908.40	0.45	0.435
910.40	0.41	910.40	0.40	0.405
911.39	0.38	911.39	0.37	0.375
912.38	0.33	912.39	0.34	0.335
913.40	0.31	913.40	0.30	0.305
915.39	0.27	915.39	0.27	0.270
916.39	0.22	916.39	0.25	0.235

3. DISCUSSÃO

Com os dados da tabela II se elaboraram as figuras 1 e 2, que mostram a mudança da fase do planeta com o tempo, segundo os dados de cada observador.

Ainda que a evolução temporal da fase não seja linear, se pode considerá-la como tal, para fins de simplificação, obtendo uma precisão razoável, quando se tomam curtos períodos (alguns dias).

Verifica-se que ambos os grupos de pontos conduzem a retas muito semelhantes. Seus coeficientes estão dados na tabela III.

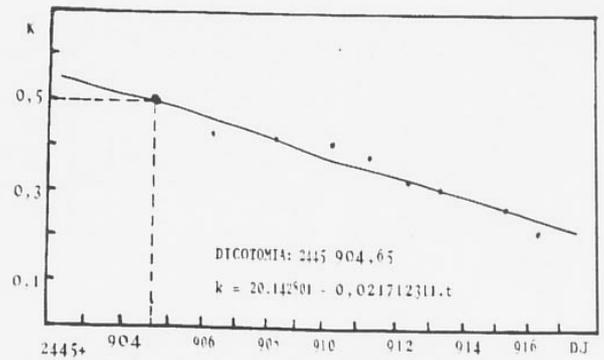


Figura 1 - Medidas da fase minguante de Mercúrio próximo à dicotomia, segundo as observações do primeiro autor (L. A. L. da Silva).

TABELA III

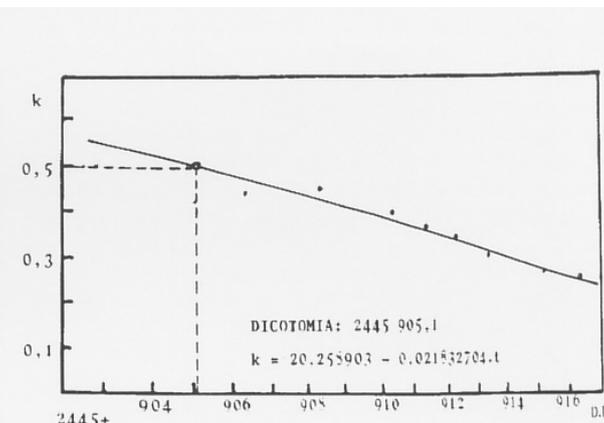


Figura 2 - Medidas da fase minguante de Mercúrio próximo à dicotomia, segundo as observações do segundo autor (O. D. Dalávia).

Os coeficientes das retas de ajuste.

O termo constante é a_0 . A declividade é negativa porque o planeta se encontrava minguante.

REGRESSÃO LINEAR PARA AS FASES DE MERCÚRIO

Observador	a_0	a_1
L.A.L.da Silva	20.142801	-0.021712311
O.D. Dalávia	20.258903	-0.021832704

Lamentavelmente, a dicotomia verdadeira ocorreu um pouco antes do início possível das observações, prejudicadas pelo mau tempo, tendo sido necessário fazer uma extrapolação, ao invés de interpolação. De cada gráfico, determinou-se as datas correspondentes a $k=0.50$, que estão fornecidas na tabela IV.

TABELA IV

Datas observadas da dicotomia mercuriana.
Delta Δ é definido como a data observada menos a data predita pelos anuários.

DICOTOMIA OBSERVADA DE MERCÚRIO

Observador	DJ _{dicotomia}	Δ
L.A.L.da Silva	2445904.65	-6.85 d
O.D. Dalávia	2445905.10	-6.40 d

As tabelas III e IV fornecem, quiçá, uma indicação da precisão obtível com o método utilizado. Combinando-se os dados dos dois observadores, deduz-se que a dicotomia ocorreu em DJ 2445904.875 \pm 0.318, fornecendo $\Delta = -6.625$ dias, cerca de uma semana antes da predição do anuário, que era DJ 2445911.5. O módulo da diferença entre as estimativas de cada autor é de somente 0.45 dias. A tabela V dá os valores O-C para k, e também os valores O-C para o ângulo de fase i (ângulo entre o Sol e a Terra, visto desde o planeta). Os valores de i podem ser calculados através da relação:

$$i = \arccos(2k-1) \quad (1)$$

TABELA V

Valores de (O-C) para k e i.

DJ 2445+	(O-C)k	i(calculado)	(O-C)i
906.395	-0.140	98°	17°
908.395	-0.111	98	14
910.400	-0.112	101	14
911.390	-0.127	105	16
912.385	-0.152	109	18
913.400	-0.167	113	20
915.390	-0.171	117	22
916.390	-0.189	122	23

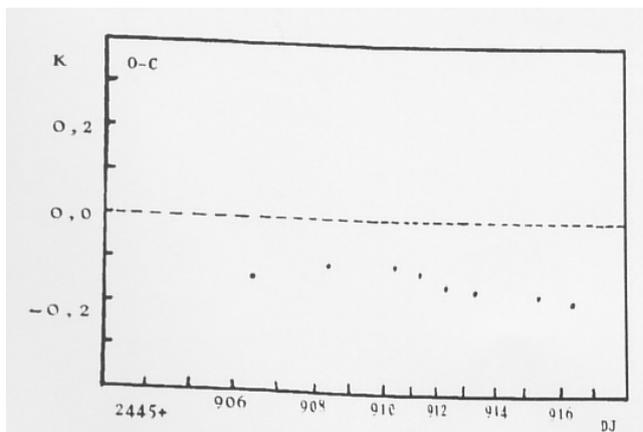


Figura 3 - Valores de (O-C) para a fase do planeta, conforme as observações efetuadas.

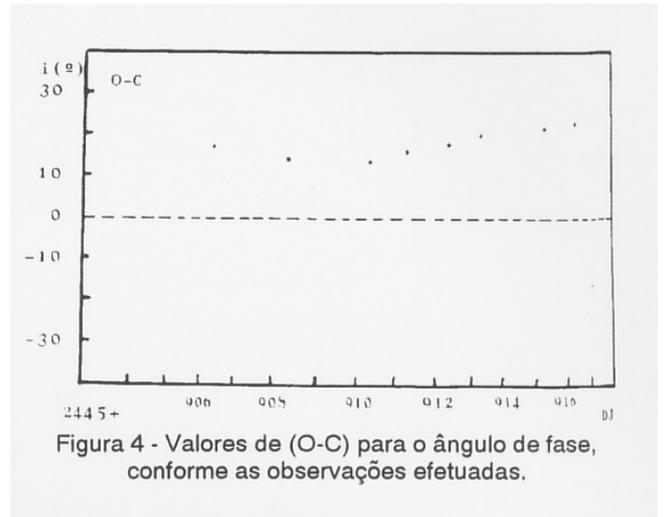
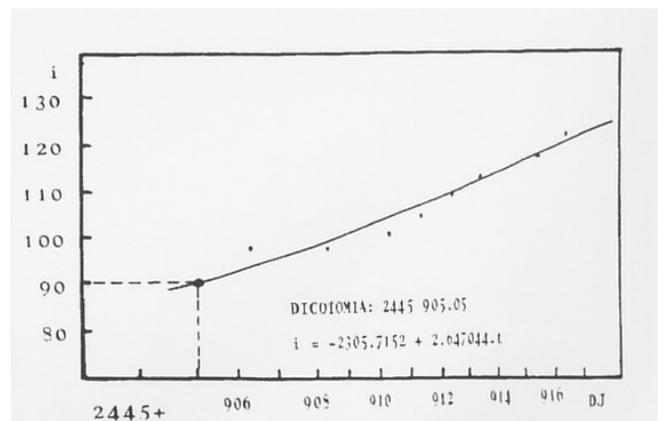


Figura 4 - Valores de (O-C) para o ângulo de fase, conforme as observações efetuadas.

É fácil ver que o efeito Schröter pode ser, alternativamente, medido através do ângulo de fase, o qual também não coincide com os valores teóricos. Quando $k = 0.50$, de (1) $i = 90^\circ$, assim um gráfico de i contra o tempo proporcionaria uma estimativa da fase da dicotomia, através do emprego de um procedimento essencialmente similar a aquele usado para k. Isto está demonstrado na figura 5. A data da dicotomia deduzida deste gráfico é DJ 2445905.05, muito próxima do valor encontrado através de k (DJ 2445904.875). A diferença entre elas é de apenas 0.175 dias.

Na figura 5, novamente uma reta é satisfatória. É interessante notar que, agora, o coeficiente do tempo é positivo, pois o ângulo de fase cresce na fase minguante, e decresce durante a fase crescente. Na verdade, i alcança seu valor máximo quando $k=0$, diminuindo depois com o incremento da fase. O ângulo de fase será nulo quando o planeta estiver 100% iluminado ($k=1$), o que acontece na conjunção superior. Sem embargo, contrariamente a k, i não pode ser medido diretamente nas observações pois, para fazê-lo, o observador deveria situar-se em Mercúrio!



4. CONCLUSÃO

O efeito Schröter em Mercúrio pode ser medido visualmente com alguma confiabilidade, por aficionados que disponham de instrumentos com 150 a 200mm de abertura. Sendo o planeta de mais curto período orbital, ocorrem várias elongações vespertinas e matutinas a cada ano, o que permitiria a observadores sistemáticos obter uma quantidade considerável de dados em pouco tempo. Ademais, mercúrio não pode ser bem observado desde as latitudes temperadas, o que coloca os observadores das latitudes tropicais em vantagem.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao Dr. Horácio Dottori, do Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS, pela sua permissão para empregar o telescópio mencionado no texto, e também a Odilon Simões Corrêa, e ao Dr. John Westfall, da Association of Lunar and Planetary Observers, pelos comentários úteis durante a elaboração deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS.

- Corrêa, O.S., (1984a). Inf. Astr. UBA, 4, 1976;
- Corrêa, O.S., (1984b). Comunicação particular;
- Cruikshank, D.P., (1965). Journ. ALPO, 18, 228;
- Westfall, J.E., (1984). Comunicação particular.

O Efeito Schröter em Vênus na Elongação Vespertina de 1989 e Matutina de 1990

Cláudio Brasil Leitão Jr.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados obtidos nas duas últimas elongações de Vênus ocorridas em outubro/novembro de 1989 e março/abril de 1990. O objetivo da campanha observacional, realizada desde 1988, é o estudo e quantificação do Efeito Schröter em Vênus.

1. INTRODUÇÃO.

O efeito Schröter é conhecido desde agosto de 1793, quando o astrônomo alemão Johann Schröter notou que a dicotomia de Vênus ocorrera com 8 dias de atraso com relação à data teórica (1). Desde então, esta discrepância entre a data teórica e a data observada da dicotomia tem sido detectada continuamente.

A REA mantém, desde a sua fundação em 1988, um programa observacional para estudo do Efeito Schröter em Vênus (2). Foram estudadas até o momento quatro elongações, sendo que uma análise das duas últimas está sendo apresentada neste trabalho.

O método de observação utilizado foi o do esboço de fases, que consiste na confecção de desenhos do planeta, mostrando a posição do terminador. Posteriormente, estes desenhos passam por medições e os valores resultantes são submetidos a um tratamento estatístico. Para tal utilizamos o método dos mínimos quadrados (2.3).

2. RESULTADOS OBSERVACIONAIS

2.1. A ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1989

Na elongação vespertina de 1989 conseguimos reunir um total de 56 registros visuais realizados por 6 observadores, além de uma fotografia do planeta obtida próxima à data da dicotomia.

A tabela I apresenta a relação dos observadores e instrumentos utilizados nesta elongação.

TABELA I - RELAÇÃO DOS OBSERVADORES ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1989

Observador	Nr.Obs.	Instrumento	Aumento
1-A.Padilla F ^o .	01	Refr. 60mm f/15	133x
2-José G.Aguiar	21	Refr. 60mm f/11	117x
3-Marcos F.Lara	06	Refl. 100mm f/10	50-200x
4-Renato Levai	06	Refl. 114mm f/8	190-225x
5-T.A.Napoleão	04	SC200mm f/10	90-286x
6-W.J.Maluf	18	Refr. 60mm f/15	45-72x
7-N.Falsarella	01	Refl. 200mm f/6.5 (foto)	185x

Os dados obtidos, um conjunto de datas julianas e as respectivas fases, foram ajustados por regressão linear (método dos mínimos quadrados). O coeficiente de correlação do ajuste é 0.8875, indicando tendência linear com alguma dispersão. A equação da reta ajustada é:

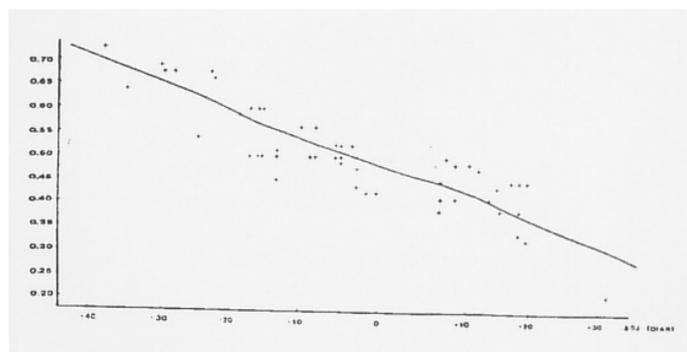
$$F = 5.15719 - 0.005582 DJ' \quad (\text{eq. 1})$$

onde F é a fase observada e

$$DJ' = DJ - 2447000 \quad (\text{eq. 2})$$

Fazendo $F = 0.5$ na equação 1, encontra-se para DJ' o valor 834.36. Pela equação 2 calcula-se que DJ vale 2447834.36 (20:44 TU do dia 03/11/89), que corresponde ao instante em que Vênus se apresentou dicotomizado, de acordo com as observações analisadas. Assim sendo, a dicotomia ocorreu 3.90 dias antes da data teórica (18:14 TU do dia 07/11/89).

Apresentamos na figura 1 o gráfico fase observada versus data juliana para a elongação vespertina de 1989. Nota-se, apesar da tendência retilínea, uma certa dispersão dos dados. No anexo I encontram-se listadas todas as observações obtidas nesta aparição de Vênus.



Além das observações visuais analisadas acima, recebemos de Nelson Falsarella, de São José do Rio Preto-SP, uma fotografia de Vênus obtida às 20h51 TU do dia 05/11/89 (figura 2a) com um refletor de 200 mm de abertura, f/6.5 e um desenho feito no mesmo instante (figura 2b) e com o mesmo instrumento. Uma análise rápida da fotografia poderia levar o leitor a conclusão errônea que o planeta está em perfeita dicotomia. Porém, através de um exame mais cuidadoso, nota-se, apesar do terminador citeriano estar retilíneo, a existência de uma cúspide, implicando que Vênus não está

perfeitamente dicotomizado e apresenta uma fase ligeiramente menor que 0.5. Aplicando-se a esta fotografia o mesmo procedimento geométrico utilizado na redução das fotografias citerianas da aparição vespertina de 1988 (4), calcula-se que a fase de Vênus é 0.46. A antecipação da fase observada em relação à fase teórica é registrada também pelo desenho do Falsarella, apresentado na figura 2b. Ainda a respeito desta observação, Falsarella relatou o seguinte: “Ao empregar filtros azuis e ultravioleta, notei um terminador mais sombreado, agora produzindo um leve abaulamento desse...”, Antonio Padilla filho, do Rio de Janeiro - RJ, também observou e desenhou Vênus no dia 04/11/89 (figura 2c) com um refletor de 60mm e 133 aumentos e escreveu a seguinte nota: “O terminador apresenta-se apenas levemente abaulado para dentro da face iluminada, indicando já ter passado a fase da dicotomia”. A figura 2d mostra um esboço feito por Renato Levai ao observar Vênus com um refletor de 114 mm e 225 aumentos.

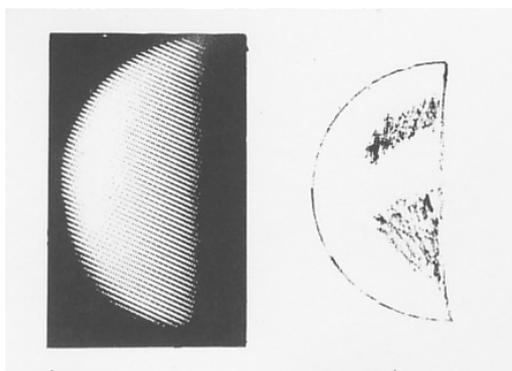


Figura 2a
Vênus
Data TU: 05/11/89
Hora TU: 20h51
Fase observada: 0.46
Imagem CCD sem filtros
Refl. 200mm f/6.5-185x
Foto de Nelson Falsarella

Figura 2b
Vênus
Data TU: 05/11/89
Hora TU: 20h51
Com filtro ultravioleta
Refl. 200mm f/6.5-185x
Esboço de Nelson Falsarella

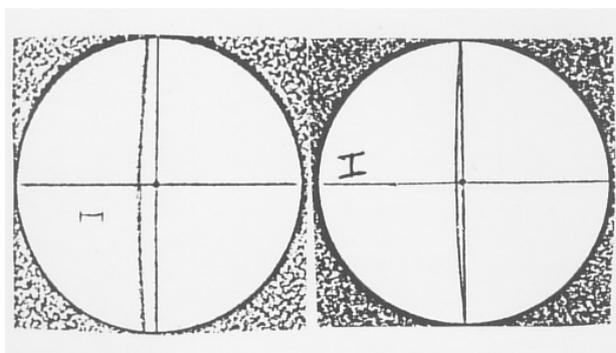


Figura 2c
Vênus
Data TU: 04/11/89
Hora TU: 22h00
Fase observada: 0.44
Refl. 60mm f/15-133x
Esboço de A.Padilla Fº

Figura 2d
Vênus
Data TU: 04/11/89
Hora TU: 21h25
Fase observada: 0.48
Refl. 114mm f/8-225x
Esboço de Renato Levai

Vale salientar que o observador deve sempre ter em mente que um terminador retilíneo não significa

necessariamente que o planeta esteja em dicotomia. Faz-se necessário examinar as extremidades do terminador, para constatar a existência ou não de cúspides. É bastante comum Vênus se apresentar, nas datas próximas à dicotomia, com o terminador reto e com pequenas cúspides, como o do esboço mostrado na figura 3 (5), criando assim uma falsa impressão de dicotomia ao observador menos atento. A figura 4 (6) mostra o aspecto do terminador nos dias próximos à dicotomia apesar de o terminador se apresentar reto. A meia fase ocorre, realmente, apenas no diagrama c.

2.2 A ELONGAÇÃO MATUTINA DE 1990

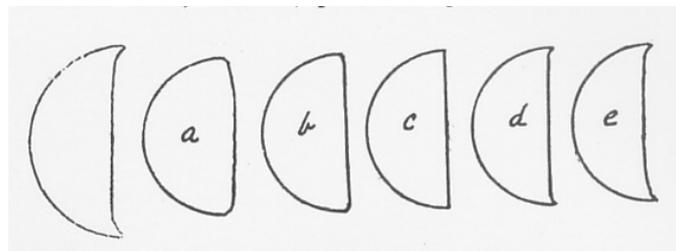


Figura 3
Vênus
Data TU: 26/01/85
Hora TU: 13h40-14h25
Refl. 10,2cm-108x
Desenho de D.L. Graham (5)

Figura 4
Aparências do terminador
de Vênus em datas próximas
da dicotomia (6).

Na aparição matutina de Vênus, em 1990, ocorrida em março e abril, houve uma grande queda no número de observações e observadores, fato corriqueiro em qualquer pesquisa que exija observações antes do amanhecer. Foram obtidas apenas 6 observações, realizadas por 3 observadores, sendo a aparição mais fracamente monitorizada pelos observadores da REA. A tabela II apresenta a relação dos observadores e dos instrumentos utilizados nas observações.

TABELA II - RELAÇÃO DOS OBSERVADORES ELONGAÇÃO MATUTINA DE 1990

Observador	Nr.Obs.	Instrumento	Aumento
1-C.B.Leitão Jr.	01	Refl.114mm f/8	180x
2-F.L.Funari	02	Refl.100mm	120x
	01	Refl.165mm	166x
3-R.Lourençon	02	Refr. 60mm f/11	57x

Processando os dados obtidos pelo método dos mínimos quadrados, obteve-se um coeficiente de correlação de 0.9590, indicando forte relação linear. A equação da reta ajustada é:

$$F = 0.004785 DJ' - 37.76420 \quad (\text{eq. 3})$$

onde F é a fase observada é

$$DJ' = DJ - 2440000 \quad (\text{eq. 4})$$

Substituindo-se o valor $F = 0.5$ na equação 3, temos para DJ' o valor 7995.84 e pela equação 4 calcula-se que DJ vale 2447995.84 (08:15 TU do dia 14/4/90) que corresponde ao instante em que Vênus se apresentou dicotomizado. Portanto, as observações indicam que a dicotomia ocorreu 14.19 dias depois da data teórica, a maior defasagem encontrada até agora, através das observações dos membros da REA.

Apresentamos na figura 5 o gráfico fase observada versus data juliana e no Anexo II a listagem das observações obtidas nesta aparição matutina.

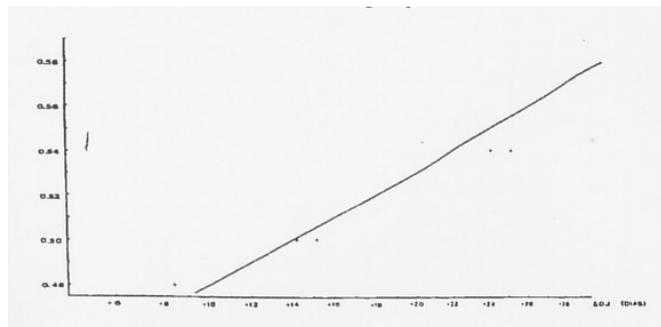


Figura 5

3. RESUMO GERAL DAS ELONGAÇÕES ESTUDADAS

A tabela III sintetiza os resultados obtidos em todas as elongações citerianas estudadas pela REA até a data de preparo deste artigo. A elongação é identificada pelo ano em que ela ocorreu, seguida pela letra "M" ou "V", indicando se a aparição foi matutina ou vespertina.

TABELA III
RESUMO DAS ELONGAÇÕES ESTUDADAS

Elong.	N.Obs.	dic.teórica(7)	dic.obs.	discrepância
1988V	38	5.22ABR88	1.19ABR88	-4.03 d
1988M	20	22.11NOV88	31.05AGO88	+8.94 d
1989V	56	7.76NOV89	3.86NOV88	-3.90 d
1990M	06	31.15MAR90	14.34ABR90	+14.19 d

Os resultados obtidos até agora ainda são insuficientes para se tirar alguma conclusão definitiva sobre o Efeito Schröter. O trabalho desenvolvido pela REA tem sido encorajador e será somente com um esforço continuado, observando todas as elongações possíveis, que nossa meta poderá ser atingida.

4. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Nelson Falsarella por suas valiosas fotografias de Vênus. Ao Renato Levai, pelas medidas da elongação citeriana. Ao Odilon Simões Corrêa, pelo apoio constante no desenvolvimento deste trabalho. A todos os participantes, pelas valiosas observações.

5. REFERÊNCIAS

- (1)- MOORE, Patrick - "The Planet Venus".
- (2)- LEITÃO Jr., Cláudio Brasil - "O Efeito Schröter em Vênus e a Elongação Vespertina de 1988", REA, n° 1, p.3-10 (1988).
- (3)- CORRÊA, Odilon S. - "O Efeito Schröter em Vênus - Observações e Análises"; Informativo Astronômico da União Brasileira de Astronomia; Vol IV, n° 6, p. 176-182 (1984).
- (4)- LEITÃO Jr., C.B.; CORRÊA, O.S.; FALSARELLA, N. - "Observações Fotográficas do Efeito Schröter em Vênus na Elongação Vespertina de 1988"; REA, n° 4.
- (5)- BENTON, Julius - "The 1984-85 Eastern (Evening) Apparition of the Planet Venus: Visual and Photographic Observations"; JALPO, Vol. 33 n° 1-3, p.1-9 (Jan/1989).
- (6)- HEATH, M.B.B. - "Theoretical and Visual Dichotomy of Venus"; JBAA 66, 33-35 (dez/1955).
- (7) MEEUS, J. - "Theoretical Dichotomy of Venus, 1960-2000"; JBAA, 90, p. 442-443 (1980).

ANEXO I

OBSERVAÇÕES DE VÊNUS

ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1989

DATA TU	HORA TU	FASE	OBSERVADOR
30/09/89	21:30	0.73	JGA
01/10/89	21:35	0.75	JGA
03/10/89	21:00	0.64	MFL
07/10/89	22:00	0.69	JGA
08/10/89	22:00	0.67	JGA
09/10/89	22:00	0.67	JGA
12/10/89	22:20	0.54	TAN
14/10/89	21:35	0.68	RL
15/10/89	21:50	0.66	JGA
19/10/89	22:00	0.59	MFL
21/10/89	21:30	0.60	JGA
21/10/89	21:44	0.50	WJM
22/10/89	21:00	0.60	JGA
22/10/89	21:46	0.50	WJM
23/10/89	21:00	0.60	JGA
23/10/89	21:35	0.50	WJM
25/10/89	21:00	0.45	MFL
25/10/89	21:25	0.51	TAN
25/10/89	21:58	0.50	WJM
28/10/89	22:00	0.56	JGA
29/10/89	21:22	0.50	WJM
30/10/89	21:20	0.50	MFL
30/10/89	21:45	0.56	RL
30/10/89	21:59	0.50	WJM
01/11/89	18:37	0.50	WJM
01/11/89	21:50	0.52	JGA

02/11/89	21:09	0.50	WJM
02/11/89	21:30	0.50	MFL
02/11/89	22:00	0.49	RL
02/11/89	22:00	0.52	JGA
03/11/89	22:10	0.52	JGA
04/11/89	21:10	0.50	WJM
04/11/89	21:25	0.48	RL
04/11/89	22:00	0.44	APF
04/11/89	22:05	0.50	JGA
05/11/89	21:48	0.43	WJM
06/11/89	18:15	0.42	WJM
13/11/89	21:33	0.41	WJM
13/11/89	21:40	0.39	MFL
13/11/89	22:05	0.45	RL
14/11/89	22:00	0.50	JGA
15/11/89	21:56	0.41	WJM
15/11/89	22:30	0.49	JGA
17/11/89	22:00	0.49	JGA
18/11/89	22:00	0.48	JGA
20/11/89	21:40	0.41	RL
20/11/89	21:44	0.41	WJM
21/11/89	22:20	0.44	TAN
22/11/89	21:02	0.39	WJM
24/11/89	22:00	0.45	JGA
25/11/89	21:06	0.34	WJM
04/12/89	22:10	0.39	TAN
25/11/89	22:15	0.45	JGA
26/11/89	21:30	0.33	WJM
26/11/89	23:00	0.45	JGA
08/12/89	22:00	0.21	WJM

ANEXO II
OBSERVAÇÕES DE VÊNUS
ELONGAÇÃO MATUTINA 1990

DATA TU	HORA TU	FASE	OBSERVADOR
08/04/90	12:49	0.48	CBL
14/04/90	09:00	0.50	RLO
15/04/90	09:00	0.50	RLO
24/04/90	09:00	0.54	FLF
25/04/90	08:57	0.54	FLF
29/04/90	09:00	0.59	FLF

Observações Fotográficas do Efeito Schröter em Vênus na Elongação Vespertina de 1988

Cláudio Brasil Leitão Jr., Odilon Simões Corrêa e Nelson Falsarella

1. RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da análise de fotografias de Vênus, obtidas na elongação vespertina de 1988, em confronto com as observações visuais feitas por associados da REA do mesmo período. Foram encontrados valores similares para a discrepância entre a data observada e a data teórica da dicotomia, quando determinada por meio de observações visuais e fotográfica. Assim, estes resultados, além de comprovarem fotograficamente o Efeito Schröter em Vênus, evidenciam a importância da fotografia neste tipo de pesquisa e atestam a validade do método do esboço das fases, utilizado nas observações visuais.

O Efeito Schröter é conhecido desde agosto de 1793, quando o astrônomo alemão Johann Schröter notou que a dicotomia de Vênus ocorrera com 8 dias de atraso em relação à data prevista, tendo esta defasagem se repetido em elongações posteriores. Através de uma constante monitorização de Vênus, constatou-se que, nas elongações matutinas, a dicotomia é sempre observada depois da data teórica, ocorrendo justamente o contrário nas elongações vespertinas, ocasiões em que a dicotomia observada precedia a data prevista (1).

Desde o início das atividades da REA, em 198 (2), a entidade mantém um projeto de pesquisa do Efeito Schröter em Vênus. Até agora, foram estudadas quatro elongações, obtendo-se um total de 120 observações realizadas por 14 observadores. Com relação à elongação vespertina de março/abril de 1988, além das 38 observações visuais, contamos com diversas fotografias obtidas por Nelson Falsarella, observador da REA em São José do Rio Preto (SP).

Nas observações visuais, utilizou-se o método do esboço de fases, onde o observador desenha o disco planetário em uma ficha apropriada, procurando reproduzir, com fidelidade, a posição do terminador citeriano. Posteriormente, estes desenhos foram medidos, proporcionando, assim, a obtenção de valores para as fases (porcentagem iluminada do disco) do planeta. Os dados obtidos foram então submetidos a um tratamento estatístico, empregando-se a regressão linear, um processo matemático que calcula equação da reta que melhor representa um conjunto de dados experimentais. Através da reta de regressão, foi calculada a data em que ocorreu a dicotomia e conseqüentemente a discrepância entre a data observada e a teórica.

Foram obtidas no total, 38 observações, realizadas por 8 observadores. As tabelas II e IV, apresentadas em forma de apêndice, relacionam os observadores que atuaram na elongação vespertina de 1988, bem com os dados referentes a cada observação e as características principais dos instrumentos utilizados.

Apesar da ocorrência de uma certa dispersão (ver figura 1), o coeficiente de correlação do ajuste foi de 0.9158, o que indica uma boa tendência linear. Calcula-se através da reta de regressão que a dicotomia ocorreu no dia 1 de abril de 1988 às 04:32 TU, 4.03 dias antes da data prevista (5 de abril às 05:17 TU).

A confirmação desses resultados veio através de fotografias obtidas por Nelson Falsarella, utilizando um telescópio refletor de 200mm f/6.5 e 185 vezes de aumento, em São José do Rio Preto (SP). Para registrar as imagens, foi utilizada uma câmera de vídeo Panasonic NV-M5PX com sensor CCD (Charge Coupled Device). A imagem do planeta Vênus foi gravada em fita magnética durante vários minutos, por alguns dias. Posteriormente, esta mesma fita foi reproduzida num videocassete comum para permitir a seleção dos instantes em que a imagem do planeta era mais estável (menos afetada por distúrbios atmosféricos), quando, então, era congelada e fotografada.

A medição das fotografias foi realizada de maneira similar à dos gabaritos das observações visuais. Entretanto, devido à queda de brilho na região das cúspides (3) e em razão do contorno um tanto impreciso da imagem planetária, desenvolvemos um procedimento geométrico, com o qual reproduzimos o disco do planeta, no papel, com um diâmetro mais preciso do que aquele medido direto nas fotografias. Cada fotografia do planeta foi analisada, independentemente, por dois analistas. Os resultados obtidos estão na Tabela I.

As 6 medidas das fases de Vênus, realizadas através das fotografias, foram igualmente submetidas ao método dos mínimos quadrados. Obteve-se que a dicotomia citeriana ocorreu no dia 1/4/88 às 14:44 TU, um resultado em perfeita concordância com os obtidos através das observações visuais. A tabela II mostra uma síntese dos resultados alcançados na elongação vespertina de 1988. O gráfico Fase x Dia Juliano é mostrado na figura 2.

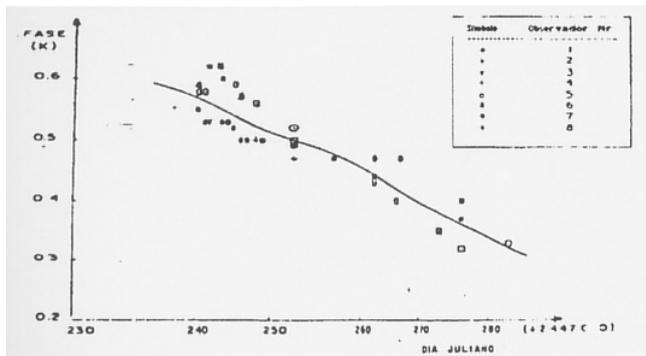


FIGURA 1
GRÁFICO FASE OBSERVADA X DIA JULIANO
OBSERVAÇÕES VISUAIS

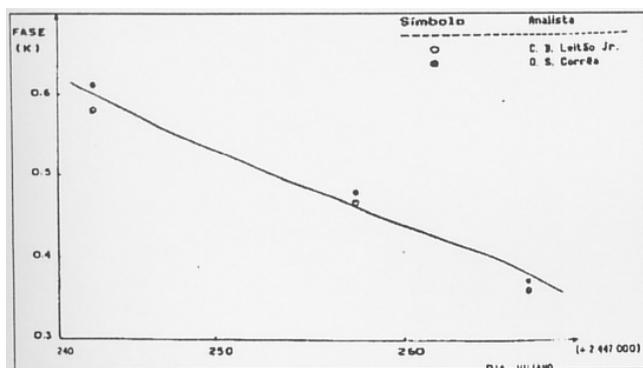


FIGURA 2
GRÁFICO FASE OBSERVADA X DIA JULIANO
OBSERVAÇÕES FOTOGRAFICAS

TABELA I
MEDIÇÕES DAS FASES DE VÊNUS A PARTIR
DE FOTOGRAFIAS OBTIDAS POR NELSON
FALSARELLA

Data da foto	21/3	05/4	14/4
Analista			
Cláudio B.L.Jr.	0.58	0.47	0.36
Odilon S. Corrêa	0.61	0.48	0.37
Diferença (%)	+4.9	+2.1	+2.7

TABELA II
SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS
ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1989

	Dic.Teór.(4)	Dic.Visual	Dic.Fotog.
DATA TU	05/4/88	01/4/88	01/4/88
HORA TU	05:17	04:32	14:44
DISCREP.(dias)	—	-4.03	-3.61

2. CONCLUSÃO

Além de comprovar fotograficamente o Efeito Schröter em Vênus, este trabalho evidencia alguns aspectos.

A fotografia mostrou ser, mais uma vez, uma ferramenta poderosa na Astronomia. Note que com apenas 3 registros fotográficos, chegou-se aos mesmos resultados obtidos através de 38 observações visuais. Este fato, é claro, não reduz a importância das observações visuais, uma vez que num todos os observadores possuem equipamentos necessários para a prática da astrofotografia, e as observações visuais podem ser realizadas mesmo com instrumentos de pequeno porte. É importante salientarmos que o fator subjetivo está presente também no processo da análise fotográfica. Diferentes analistas, utilizando os mesmos procedimentos na redução, chegaram a resultados próximos, porém diferentes (Tabela I).

Por fim, desejamos expressar nossos sinceros agradecimentos a todos os observadores que, com suas valiosas observações, tornaram possível a realização deste trabalho. Pretendemos dar continuidade a estes estudos, por isso, esperamos que estes mesmos observadores continuem nos prestigiando com suas inestimáveis contribuições. Outrossim, muito nos obsequiaria podermos contar com o auxílio de novos colaboradores, nas futuras elongações do planeta Vênus.

3. REFERÊNCIAS

- (1) CORRÊA, Odilon S. - "O Efeito Schröter em Vênus - Observações e Análises", Informativo Astronômico da União Brasileira de Astronomia, Vol. IV, nº 6; p.176-182 (1984).
- (2) LEITÃO JR., Cláudio Brasil - "O Efeito Schröter em Vênus e a Elongação Vespertina de 1988"; REA nº 1; p. 3-10.
- (3) BINDER, Alan - "The Venus Phase Anomaly"; JALPO, 18, nº 9-10, p. 189-192 (1965).
- (4) MEEUS, Jean - "Theoretical Dichotomy of Venus, 1960-2000"; JBAA, 90, nº 5, p.442-443 (1980).

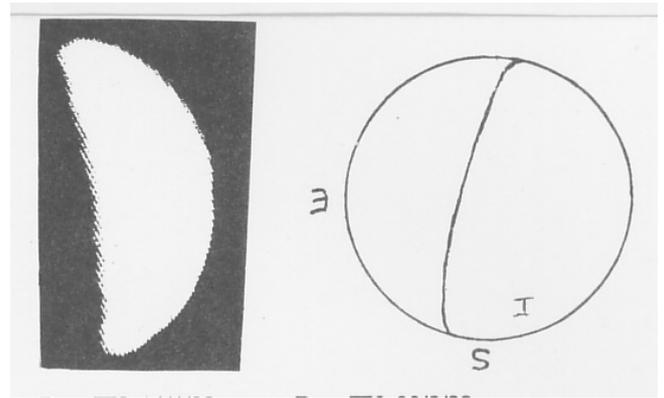
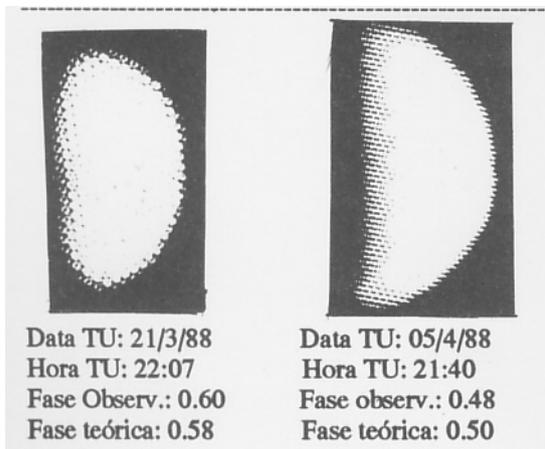
APÊNDICE

TABELA III
OBSERVAÇÕES VISUAIS DAS FASES DE
VÊNUS ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1988

OBSERVADOR	NºOBS.	INSTR.	AUMENTO
1-André L.da Silva	07	Refl.114mm f/8	150x
2-Antonio P. Filho	01	Refr.60mm f/15	89x
3-Carlos A. Colesanti	01	SC 200mm f/10	286x
4-Cláudio B.Leitão Jr.	02	Refl. 114mm f/8	180x
5-Edvaldo J. Trevisan	09	Refr. 60mm f/15	100x
6-Reinaldo D. Dotore	02	Refl. 96mm f/7	120x
7-Renato Levai	05	Refl. 114mm f/8	200-225x
8-Tasso A. Napoleão	11	SC 200mm f/10	286x

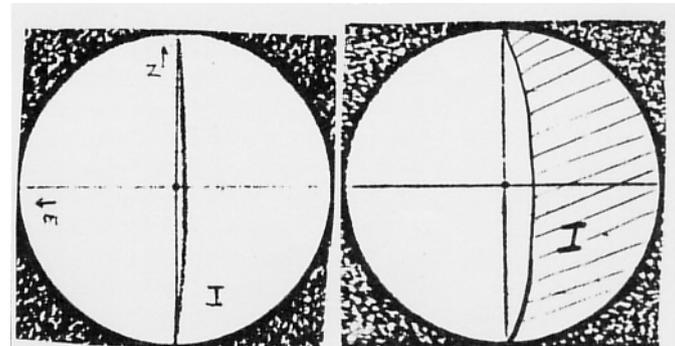
TABELA IV
OBSERVAÇÕES VISUAIS DAS FASES DE
VÊNUS ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1988

DATA TU OBS.	HORA TU	DIA JULIANO	FASE	
19/3	21:21	2447240.39	0.59	6
	21:30	240.40	0.58	1
	22:25	240.43	0.55	8
20/3	21:00	241.38	0.58	1
	21:00	241.38	0.53	2
	22:25	241.43	0.62	7
	22:35	241.44	0.53	3
22/3	22:38	241.44	0.53	8
	21:30	243.40	0.62	5
	21:58	243.42	0.60	7
22/3	22:20	243.43	0.53	8
	23/3	244.40	0.53	8
24/3	22:00	244.42	0.53	1
	21:35	245.40	0.52	8
24/3	22:05	245.42	0.59	5
	25/3	246.39	0.57	6
26/3	21:28	246.39	0.57	5
	21:40	246.40	0.50	8
	21:20	247.39	0.50	8
27/3	18:07	248.25	0.50	4
	21:25	248.39	0.50	8
	21:48	248.41	0.56	5
28/3	21:40	249.40	0.50	8
	31/3	252.25	0.47	4
04/4	21:12	252.38	0.52	1
	21:25	252.39	0.50	5
	21:55	252.41	0.49	7
10/4	23:05	256.46	0.47	8
	20:57	262.37	0.47	1
	21:40	262.40	0.43	5
14/4	22:08	262.42	0.44	7
	21:25	266.39	0.40	5
	15/4	21:32	267.40	0.47
21/4	21:40	273.40	0.35	5
	24/4	276.39	0.40	7
01/5	21:25	276.39	0.37	8
	21:45	276.40	0.32	5
	20:50	283.37	0.33	1



Data TU: 14/4/88
Hora TU: 21:52 horas
Fase observ.: 0.37
Fase teórica: 0.45

Data TU: 22/3/88
Hora TU: 21:58 horas
Fase observ.: 0.60
Fase teórica: 0.57
Desenho dd R. Levai
Refl. 114mm f/8 200x
Cond. céu: -



Data TU: 04/4/88
Hora TU: 23:05
Fase observ.: 0.47
Fase teórica: 0.50
Des. de T. Napoleão
SC 200mm f/10 286x
Cond. céu: 2

Data TU: 14/4/88
Hora TU: 21:25
Fase observ.: 0.40
Fase teórica: 0.45
Des. de E. Trévisan
Refr. 60mm f/15 100x
Cond. céu: 3

Esboços de Vênus - Condições do céu na escala 0-5 (0 = péssimo 5 = perfeito)

Fotos de Nelson Falsarella obtidas com um refletor 200mm f/6.5 - 185x

Cálculo de Circunstâncias Locais Para os Próximos Eclipses Solares no Brasil

Hélio de Carvalho Vital

1. INTRODUÇÃO.

A computação astronômica é hoje uma ferramenta indispensável a todo amador interessado em minimizar o seu grau de dependência em relação às previsões oficiais, ganhando assim tempo adicional para planejamento e aprimoramento de seus projetos observacionais.

Neste trabalho, um programa computacional, desenvolvido pelo autor, é descrito, testado e usado como uma ferramenta para prever-se, com alta precisão, circunstâncias locais para os próximos eclipses solares observáveis no Brasil.

Na elaboração do programa, três diretrizes foram seguidas. A primeira delas foi usar-se a metodologia de cálculo mais simples e direta possível, mesmo que isso implicasse num aumento do tempo de execução. As outras duas diretrizes levaram à maximização da versatilidade e da precisão dos cálculos.

2. DESCRIÇÃO DOS CÁLCULOS.

Essencialmente, os cálculos consistem na obtenção das posições topocêntricas do Sol e da Lua para instantes próximos ao da Lua Nova. Alguns algoritmos foram obtidos das referências 1, 2 e 3, enquanto outros foram desenvolvidos pelo autor, compondo um só programa em linguagem BASIC.

Uma vez obtido o instante da Lua Nova, são calculadas as posições geocêntricas do Sol e da Lua, as quais, por sua vez, são convertidas em topocêntricas, aplicando-se a correlação de paralaxe. Os cálculos são repetidos em iterações sucessivas buscando-se, por interpolação, o instante em que a distância aparente entre o Sol e a Lua, observados do local de interesse, atinja o seu valor mínimo. O intervalo inicial para a busca do instante de maior aproximação topocêntrica Sol-Lua é fixado em 6 horas, sendo sucessivamente reduzido durante as iterações, para acelerar a convergência.

Os instantes de início e fim dos eclipses são obtidos de forma semelhante, usando-se o instante de máximo no cálculo da primeira estimativa grosseira a ser usada nas iterações. São então interpolados os dois instantes em que a soma dos raios aparentes do Sol e da Lua é igual a distância instantânea separando os dois astros. Nesses instantes os limbos lunar e solar apenas se tocam, sem superposição.

O programa também calcula os parâmetros de interesse para um número qualquer de instantes intermediários entre o início e o fim do eclipse, incluindo o instante em que o Sol cruza o horizonte (se isso ocorrer

durante o eclipse). Os parâmetros, calculados para os instantes de interesse, os quais podem ser exibidos na forma de tabelas ou gráficos, são os seguintes: data e hora (TU); magnitude do eclipse (fração obscurecida do diâmetro solar); grau de obscurecimento (fração obscurecida do disco solar); ângulo de posição da Lua em relação ao Sol; razão entre os raios topocêntricos aparentes do Sol e da Lua; altura e azimute do Sol. Nos cálculos são levados em conta os efeitos de aberração, nutação, a forma geóide da Terra, a diferença entre TDT e TU, a posição geográfica do observador (lat., long. e altitude), a distinção entre posições e diâmetros geocêntricos e topocêntricos e o efeito de refração atmosférica.

O programa oferece ainda as seguintes opções adicionais: realizar busca de todos os eclipses solares dentro de um intervalo de tempo arbitrário, identificando se serão ou não visíveis do lugar escolhido, e em caso positivo, calculando todos os parâmetros de interesse; efetuar os cálculos mesmo que o Sol não esteja acima do horizonte; calcular parâmetros de interesse em intervalos de tempo arbitrários; calcular o instante do Pôr-do-Sol; ao limbo inferior, ou ao superior.

3. TESTE DO PROGRAMA

O programa computacional desenvolvido foi exaustivamente testado e aperfeiçoado. Comparações com várias previsões de circunstâncias locais obtidas das referências 3 e 4 foram efetuadas. A tabela 1 mostra tais comparações. Os cálculos foram realizados para o local de "maior eclipse" (onde, no instante de máximo do eclipse, a sombra da Lua mais se aproxima do centro da Terra).

**TABELA 1 - TESTES DO PROGRAMA
CÁLCULO DO INSTANTE DE MAIOR
ECLIPSE EM TEMPO UNIVERSAL (TU)**

DATA	REF03 (h m s)	REF04 (h m s)	PROGRAMA (h m s)	ΔT (s) (ref 4)
26/01/90	19:31:22	19:30:27	19:30:30	+03
22/07/90	03:03:05	03:02:10	03:02:01	-09
15/01/91	23:53:49	23:52:54	23:53:37	+43
11/07/91	19:07:00	19:06:03	19:05:53	-10

CÁLCULO DO INSTANTE DE INÍCIO DO ECLIPSE EM 26/01/90

(COORD.: $\lambda = 43^{\circ}15'32.2''$; $\phi = -22^{\circ}55'2.4''$; ALT, = 30 m)

OBSERVAÇÃO PROGRAMA ΔT(s)
 26/01/90 20:06:03 20:05:44 -19

$$\bar{\sigma}_T = \pm 0.4 \text{ min} \quad \bar{\sigma}_{\text{mag}} = \pm 0.002$$

Observa-se que as discrepâncias entre a Ref. 04 e os resultados do programa (0.1 - 0.7 min) são bem inferiores àqueles entre as Refs. 3 e 4, embora tenham sido obtidos pelo mesmo autor, sendo a última apenas uma atualização da primeira. Outras comparações com a Ref. 04, mostram discrepâncias, em geral, inferiores a 0.003, em magnitude.

Verificou-se que o erro de 19s, relativo à comparação com a observação, não pode ser atribuído a erros nas posições geocêntricas do Sol e da Lua (caso corrigidas, o instante previsto seria 20h05m42s). Deve-se concluir então que resulta da composição de outras fontes de erro tais como: a correção de paralaxe (mais provável, devido ao valor de cerca de 1° para a Lua), ou o cálculo dos diâmetros topocêntricos (incertezas muito pequenas para explicar a discrepância). Contudo, análises meticolosas do algoritmo não revelaram nenhuma inconsistência, ou erro grosseiro.

4. PREVISÕES PARA OS PRÓXIMOS ECLIPSES SOLARES NO BRASIL.

Nas tabelas 2-6 são fornecidas as circunstâncias locais calculadas pelo programa, para algumas cidades selecionadas, de todos os eclipses solares visíveis no Brasil até o ano de 2006.

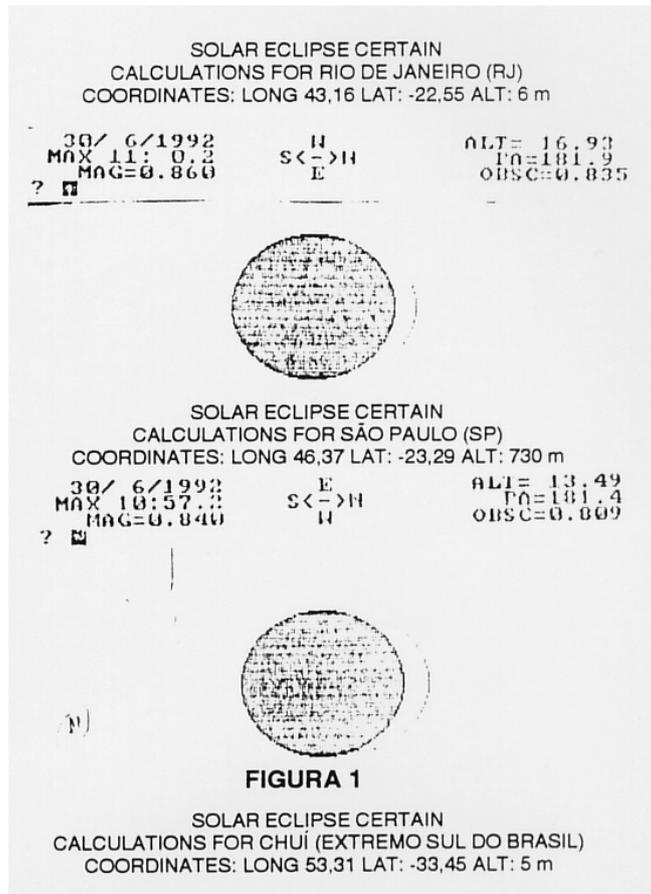
4.1. ECLIPSE SOLAR DE 30/06/1992 (TOTAL NO EXTREMO SUL DO BRASIL)

PARCIAL em quase todo o país com o Sol nascente ainda baixo. Melhor visibilidade na Região Sul, seguida da Sudeste. A figura 1 ilustra o aspecto do eclipse no instante de máximo para as capitais do Rio e São Paulo.

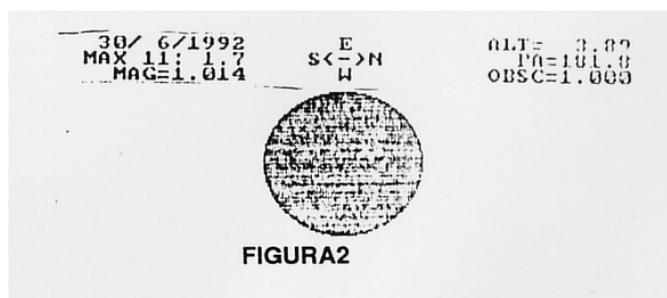
TOTAL no extremo sul do Brasil: Chuí. A figura 2 exibe as circunstâncias locais para Chuí, na forma de tabela; como intervalo expandido centrado no instante de máximo (para obtenção do tempo de totalidade); e na forma gráfica.

**TABELA 2
 INSTANTE DE MÁXIMA MAGNITUDE**

Local	Hora(TU)	mag	obsc.	alt.	obs.
R.Janeiro	11:00	0.86	0.84	17°	I: 9:53 F: 12:15
S.Paulo	10:57	0.84	0.81	14	I: 9:53 F: 12:09
P.Alegre	10:59	0.95	0.95	7	I: 10:19 F: 12:09
Brasília	10:51	0.62	0.54	15	I: 9:51 F: 11:58
Recife	11:03	0.54	0.44	33	I: 9:58 F: 12:14
Chuí(RS)	10:37	1.047	1.00	4	I: 10:37 F: 12:10
				TOTAL	2m44s



PHEN	DATE/TIME (UT)	MOO	OBSC	PA	LM/BS	ALT	AZIM
30/ 6/1992							
RIS	10:37:4	0.630	0.540	270.1	1.0451	-0.22	52.3
	10:47:3	0.791	0.746	269.3	1.0457	1.43	60.9
	10:58:57	0.997	0.992	259.8	1.0465	3.41	59.3
MAX	11: 1:45	1.014	1.000	181.8	1.0466	7.09	58.9
	11:10:15	0.883	0.863	95.0	1.0472	5.45	57.6
	11:22:45	0.703	0.656	93.2	1.0477	7.59	56.9
	11:34:39	0.526	0.426	92.9	1.0485	9.49	54.1
	11:46:23	0.355	0.242	92.8	1.0492	11.45	52.2
	11:58:08	0.184	0.093	92.8	1.0499	13.37	50.2
END	12:10:22	0.000	0.000	92.3	1.0503	14.62	49.0



4.2 ECLIPSE SOLAR DE 03/11/1994 (TOTAL NO SUL DO BRASIL).

PARCIAL em quase todo país, exceto na região de totalidade. Sol bem alto sobre o horizonte. Melhor visibilidade na Região Sul, seguida do sudeste. A figura 3 ilustra os instantes de máximo para o Rio e São Paulo.

TOTAL no norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina (ex.: Criciúma- SC). A magnitude máxima em Florianópolis deverá chegar a 0.986.

TABELA 3
INSTANTE DE MÁXIMA MAGNITUDE

Local	Hora(TU)	mag	obsc.	alt.	obs.
R.Janeiro	13:03	0.78	0.74	66°	I: 11:47 F: 14:29
S.Paulo	12:57	0.85	0.82	62	I: 11:42 F: 14:22
P.Alegre	12:59	0.97	0.97	57	I: 11:46 F: 14:21
Brasília	12:43	0.65	0.58	58	I: 11:33 F: 14:03
Recife	13:00	0.23	0.13	73	I: 12:05 F: 14:00
Florianópolis	13:00	0.99	0.99	60	I: 11:45 F: 14:24
Criciúma	13:00	1.051*	1.00	59	TOTAL 4m

*Obs.: Razão topocêntrica: raio da Lua/Raio do Sol.

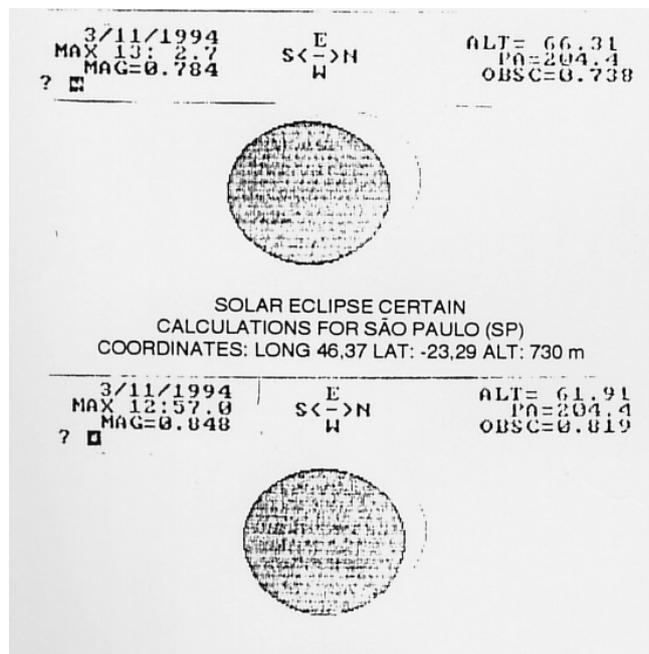


FIGURA 3

4.3 ECLIPSE SOLAR DE 29/04/1995 (ANULAR NO N/NE DO BRASIL).

PARCIAL em quase todo o país. Melhor visibilidade nas regiões Norte e Nordeste.

ANULAR no litoral do Piauí, Maranhão e Pará (Es.: Belém, cujo máximo está ilustrado na figura 4).

TABELA 4
INSTANTE DE MÁXIMA MAGNITUDE

Local	Hora(TU)	mag	obsc.	alt.	obs.
R.Janeiro	18:54	0.42	0.30	20	I: 17:33 F: 20:02
S.Paulo	18:48	0.40	0.28	23	I: 17:25 F: 19:57
P.Alegre	18:29	0.25	0.14	27	I: 17:17 F: 19:31
Brasília	18:55	0.58	0.47	26	I: 17:19 F: 20:13
Recife	19:17	0.85	0.79	12	I: 17:51 F: 20:12
Belém	19:06	0.965*	0.89	30	ANULAR

*Obs.: Razão topocêntrica: raio da Lua/Raio do Sol

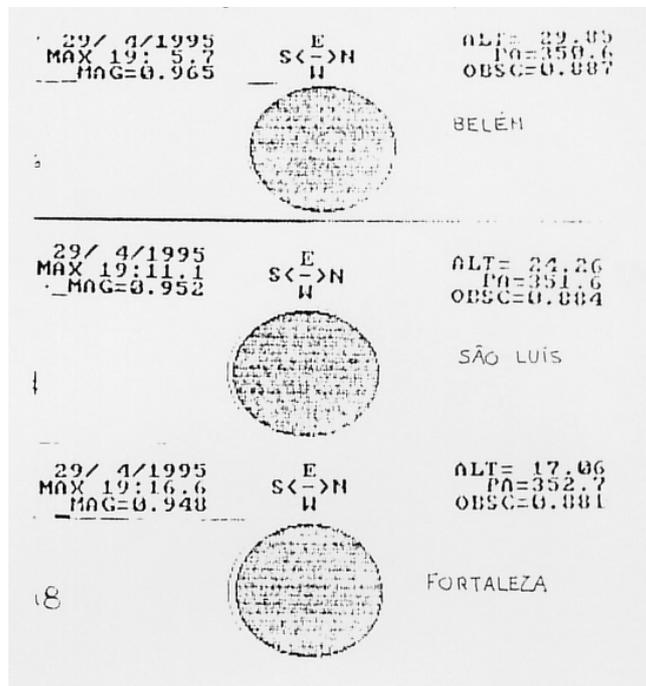


FIGURA 4

4.4. ECLIPSE SOLAR DE 21/06/2001 (PARCIAL NO BRASIL).

PARCIAL na maior parte do país. Melhor visibilidade na Região Sudeste. A faixa de totalidade situa-se no Oceano Atlântico, a sudeste do Brasil e não cruza o nosso território.

TABELA 5
INSTANTE DE MÁXIMA MAGNITUDE

Local	Hora(TU)	mag	obsc.	alt.	obs.
R.Janeiro	10:35	0.75	0.69	12	
S.Paulo	10:33	0.72	0.65	9	
P.Alegre	10:33	0.84	0.80	2	
Brasília	10:31	0.48	0.37	11	
Recife	10:44	0.46	0.35	29	

4.5. ECLIPSE SOLAR DE 29/03/2006 (TOTAL NO NORDESTE DO BRASIL)

PARCIAL em quase todo o Leste Brasileiro ao nascer do Sol.

TOTAL numa pequena faixa que compreende Natal (RN), com o Sol nascente, totalmente eclipsado, cerca de 3° acima do horizonte. O fim da faixa de totalidade corresponde ao lugar onde o Sol nasce totalmente eclipsado.

TABELA 6
INSTANTE DE MÁXIMA MAGNITUDE

Local	Hora(TU)	mag	obsc.	alt obs.
R.Janeiro	8:58	0.27	0.16	0°
S.Paulo	9:14	0.16	0.08	0
P.Alegre	8:21	0.96	0.95	3
Brasília	8:20	0.98	0.99	3
Recife	8:36	1.035	1.00	3 TOTAL

5. CONCLUSÃO.

Desenvolveu-se e testou-se um programa versátil e original que calcula com uma boa precisão (erro médio

em tempo = 0.4 min e em magnitude = 0.002), circunstâncias locais de eclipses solares.

Utilizou-se o programa para prever as condições de visibilidade dos próximos eclipses solares. Verificou-se que 5 novos eclipses poderão ser vistos de algum ponto do Brasil até o ano 2006. A fase de totalidade atravessará o sul do Brasil em 1992 e, novamente, em 1994. Em 1995 um eclipse anular será visto das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, enquanto que, em 2001 um eclipse parcial será visível. Finalmente, em 2006, em algum ponto do Nordeste, o Sol deverá nascer totalmente eclipsado.

6. REFERÊNCIAS.

1. Jean Meeus, "Astronomical Formulae for Calculators".
2. Peter Duffett-Smith, "Astronomy with Your Personal computer".
3. Fred Espenak, "Fifty Year Canon of Solar Eclipses 1985-2035", NASA.
4. Fred Espenak, "Eclipses in 1991", "Observer's Handbook 1991", Roy Bishop, Royal Astronomical Society of Canada.

Estudo da “Onda de Escurecimento” Partindo da Região Polar Sul de Marte na Oposição Periélica de 1971

Frederico Luiz Funari

1. INTRODUÇÃO.

A existência de variações sazonais nas regiões escuras de Marte, indicam que estas variações podem ser subordinadas ao “degelo” das calotas polares do planeta. Na oposição de 1971, o autor, empregando o método de fotometria visual, descrito adiante, obteve cotas fotométricas de diversas regiões do planeta, que posteriormente serviram para demonstrar a existência de uma “onda de escurecimento”, partindo do pólo sul em direção ao equador marciano.

2. MATERIALE MÉTODOS.

As observações utilizadas para o presente trabalho foram obtidas no período de 04-7-71 até 22-8-71, ou seja longitudes heliocentricas de Marte de 293° a 324°. O instrumento foi um refletor Newtoniano de 120mm de abertura, e 960mm de distância focal ($f/D=8$), com ocular de 12mm de dist. focal e lente Barlow (2x), o que possibilitava um aumento de 160x.

Além das observações fotométricas, foram efetuadas medidas das dimensões da calota polar sul.

O método de fotometria usado foi o de Gerard de Vaucouleurs (1951), usado em 1939 para Marte pelo pesquisador citado, e que consiste em submeter-se o planeta a uma fotometria pessoal de acordo com uma escala de 0(zero) a 10, sendo que o valor 0 é o brilho da calota polar na oposição e 10 o brilho do fundo céu nas vizinhanças do planeta, o brilho das regiões claras de Marte é tomado como 2.0.

Na oposição de 1971, foram obtidas 56 cotas fotométricas das seguintes regiões de Marte: “Franja escura” polar sul; Depressio Hellespontica; Hellespontus; Sabaeus Sinus e Syrtis Major.

foram realizadas 53 medidas das dimensões da a calota polar sul (04-7-71 até 22-8-71).

3. RESULTADOS.

Estão apresentados na tabela I, os valores das cotas fotométricas; e na tabela II, os dados referentes as medidas da calota polar sul.

TABELA I

Cotas fotométricas em função da longitude heliocentrica de Marte.

Longitudes heliocent.	Franjas Polar	Depres. Hellesp.	Hellespontus	Sabaeus Sinus	Syrtis Major
293	4.5			3.5	
295	4.0			3.5	
296	4.0			2.8	
297	5.2			3.2	4.2
298	5.0	3.2	3.1	3.0	3.8
299	5.2	5.5	3.5	3.6	4.1
300	4.6	4.8	3.8	4.6	4.8
305	4.8	4.5	3.5	6.0	6.0
306	4.5				6.0
307	4.0				
308	3.8				5.7
315	5.0	4.5			
323	5.0			3.5	6.0
324	4.5	4.0	3.8	4.3	6.0
n0	297	299	300	305	305

Datas de maior escurecimento
Regiões e Latitudes

Dia	Região	Latitude
10-7-71	Franja escura	(-59°S)
13-7-71	Depr. Hellespontica	(-55°S)
14-7-71	Hellespontus	(-40°S)
21-7-71	Sabaeus Sinus	(-10°S)
21-7-71	Syrtis Major	(+10°N)

TABELA II - Calota Polar Sul

Data	n(°)	D(“)	a(“)	α (°)	φ^* (°)	L(°)	φ^{**} (°)	L(km)
10-7-71	297	20.9	7.6	43.0	68.5	9.4	59.1	566
21-7-71	305	22.8	5.7	27.0	76.5	1.5	75.0	90

n = Longitude heliocentrica de Marte (°)

D = Diâmetro de Marte (seg. arco)

a = Eixo maior da calota (seg. arco)

α = Ângulo planetocentrico da calota (°)

φ^* = Latitude da borda sul da calota (=90° -(?/2))

φ^{**} = Latitude da Franja escura (°) (borda)

L = Largura da Franja escura (°)

L = Largura da Franja escura em km

Regressão da calota polar sul de Marte em 1971 (10-7-71 a 21-7-71)

Lat 76.5-68.5 = 8° em 11 dias, 8° x 60km = 480 km / 11 dias ou 43.6 km/dia ou 1.8 km/h

Regressão da “Franja escura” (10-7-71 a 21-7-71)

Lat 75.0-59.1 = 16° em 11 dias, 16° x 60km = 960 km/11 dias ou 87 km/dia ou 3.6 km/h

Nota: o valor de 60 km, corresponde ao comprimento de 1° em Marte.

As figuras 1 e 2, mostram a evolução da “onda de escurecimento”.

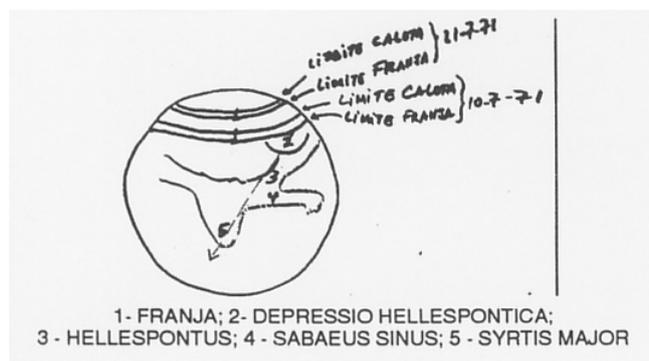


FIGURA 1

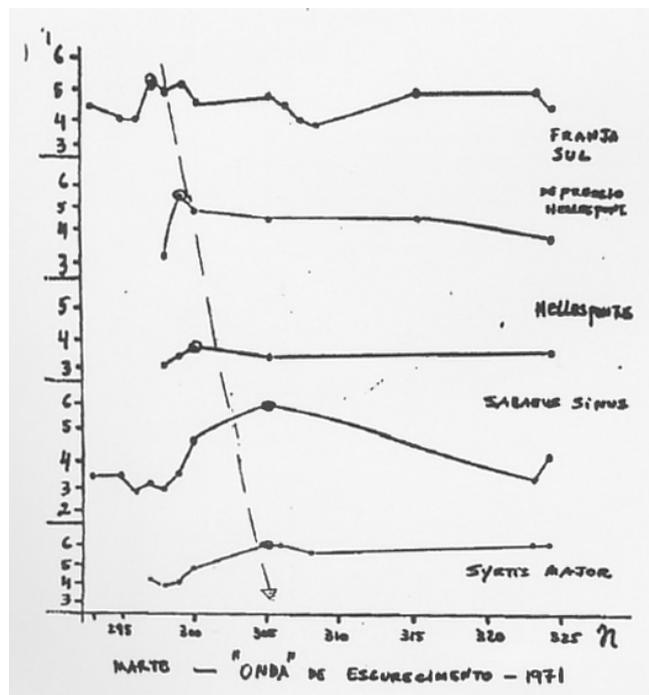


FIGURA 2

MARTE - “ONDA DE ESCURECIMENTO - 1971

A “onda de escurecimento” percorreu da latitude - 59° até a latitude +10°, portanto 69° e, 11 dias (10-7-71 a 21-7-71), ou seja, 4.140 km/11 dias, ou 376.27 km/dia ou 15.7 km/h.

4. DISCUSSÃO.

As diferentes velocidades de regressão da calota, “franja” e “onda de escurecimento” sugerem um mecanismo combinado de “transferência” de “umidade” via solo e via atmosfera.

5. CONCLUSÕES

O autor, apesar dos resultados encontrados, sugere que sejam efetuados estudos, usando dados obtidos em várias oposições (das mesmas regiões do planeta), para podermos obter novos resultados e aperfeiçoar os já obtidos.

6. REFERÊNCIAS

- Vaucouleurs, G. - Physique de la Planète Mars - Albin Michel - 1951.
- La Planète Mars en 1939. Publ. Observ. du Hougá no. 9-1946.
- Nicolini, J. - Marte o planeta do mistério - Edart - 1962.
- Funari, F.L. - Registro de Observações do “Observatório Kepler” - 1971 (Observadores: F.L.Funari, W.M. Nazareth e N.Palm)

Asteróides Pallas e Ceres em 1989

Renato Levai

I - PALLAS

Este asteróide constou do Projeto REA nº 77/89; sua oposição ocorreu na data 1989/set/30. Sendo o periélio mais próximo na época 1990/nov e o afélio 1988/jul, vemos que a oposição foi intermediária. Na anterior (88/ago), desfavorável, a mag. mínima atingida foi 9.0; na próxima (91/mar) espera-se uma aparição mais favorável. Na presente oposição, o asteróide pôde ser facilmente encontrado no campo estelar entre as estrelas γ , δ e β Ceti, até mesmo com um bom binóculo. Um dos problemas foi a falta de condições climáticas no mês de setembro; outro foi a escassez de observações: apenas os reportes do autor deste artigo foram recebidos pela REA.

As observações foram telescópicas (refl. 4.5") e na medida do brilho aparente foi utilizado o método de Beyer (desfocalização total), que não só é eficiente em si, como permite suprir a falta de estrelas de comparação. No gráfico (fig. 1) acham-se as magnitudes observadas de Pallas junto da previsão conforme os padrões da IAU. Notamos o ótimo acordo (diferença não superior a 0.1 mag.), lembrando que as medias foram executadas sem o prévio conhecimento do brilho real, conforme a proposta do projeto (pelo menos quanto ao décimo de mag., pois o valor inteiro geralmente é uma noção possuída pelo observador e passível de uma avaliação sem cálculo).

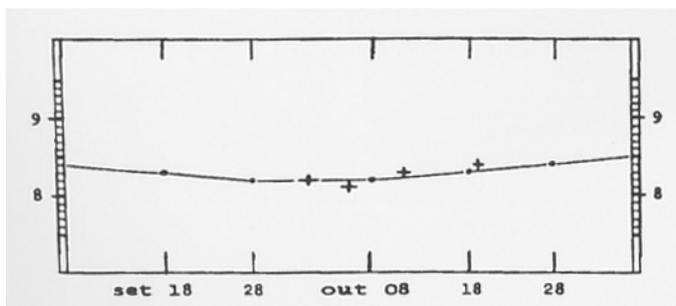


Figura 1 - Magnitude Visual prevista ($^{\circ}$) e observada (+) de Pallas em 89.

Sobre os desvios de 0,1 mag., que no caso pertencem à margem de erro, convém indagarmos acerca da rotação de Pallas. Um valor citado é o período de 7.81 horas e flutuação de 0.25 mag. (N. Richter, "Die Sterne", 36, 1960). Vemos que algumas variações de brilho podem

ser devidas à rotação; no entanto, dadas as imprecisões observacionais e sua escassez, não há certeza no caso.

Completando o projeto, foi registrada a cor do planetóide (o que nem sempre é acessível). Evitando uma avaliação demais subjetiva, encontraram-se estimativas através das expressões "alaranjado" e "amarelo/alaranjado". Isto confere a Pallas um índice de cor em torno de 0.7, o que discrepa ligeiramente do valor 0.5 citado na literatura.

II - CERES

1. CAMPANHA OBSERVACIONAL E RESULTADOS:

A oposição em tela ocorreu em 1989/dez/20 (REA, P.O. nº 88/89). Participaram desta campanha 4 observadores, que reportaram um total de 28 observações fotométricas. O período das observações abrangeu de nov/26 à mar/03, seguindo perfeitamente o projeto. Consideramos boa a densidade de observações (frequência de 1 obs. a cada 4.5 dias). Sendo Ceres um asteróide brilhante, os observadores empregaram o binóculo e, conseqüentemente, o método de comparação ou Argelander, até o limite de mag. 7.5; acima disto, o planetóide tornou-se telescópio e então foi dada preferência ao método Beyer (desfocalização).

Seguem tabela das observações de Ceres e gráfico onde são plotadas as magnitudes observadas contra a prevista (fig. 2).

TABELA DE OBSERVAÇÕES DE CERES (1989/90)

Data TU	Hora TU	Observ.	Magnitude	Cor
1989 nov 26	07h00	MFL	7.3 ± 0.2	amarelado
nov 27	01h30	MFL	7.2 ± 0.2	amarelado
dez 03	02h00	MFL	7.2 ± 0.3	-----
dez 04	02h00	MFL	7.0 ± 0.2	-----
dez 07	01h00	MFL	7.0 ± 0.2	amarelo
dez 07	02h50	APF	7.1	-----
dez 17	02h40	APF	6.8	-----
dez 17	02h45	MFL	6.8	-----
dez 17	03h00	RLE	6.8 ± 0.1	amarelado
dez 18	02h30	APF	6.6	-----
dez 18	03h15	RLE	6.8 ± 0.1	amarelo
dez 21	02h10	RLE	6.7 ± 0.1	amarelo

dez 22 02h05	APF	6.6	-----
dez 23 00h05	MFL	6.7 ± 0.3	-----
dez 23 01h25	MFL	6.7 ± 0.2	-----
dez 25 01h35	RLE	6.9 ± 0.1	amarelo
dez 26 02h30	APF	6.4	-----
1990 jan 06 00h05	MFL	6.9 ± 0.3	-----
jan 07 00h45	MFL	7.0 ± 0.2	-----
jan 16 23h55	RLE	7.2 ± 0.2	-----
jan 29 22h30	RLO	7.8	amarelo
jan 30 21h30	RLO	7.8	amarelo
fev 19 22h55	RLE	7.7 ± 0.2	amar/alarj
fev 20 23h00	RLO	8.1	verm/amar
fev 20 23h15	RLO	8.3	laranja
fev 21 23h55	RLE	7.8 ± 0.2	amarelo
fev 26 23h45	RLE	7.8 ± 0.1	amarelo
mar03 22h30	RLO	8.5	laranja

Observadores:

MFL - M.F. Lara, Nilópolis, RJ, Refr. 40mm, 10x

RLE - R. Levai, São Paulo, SP, B10x50 e Refl. 114mm, 40x

APF - A. Padilla Fo., R. Janeiro, RJ, B12x40

RLO - R. Lourençon, Jundiaí, SP, B07x50 e Refr. 60mm, 57x

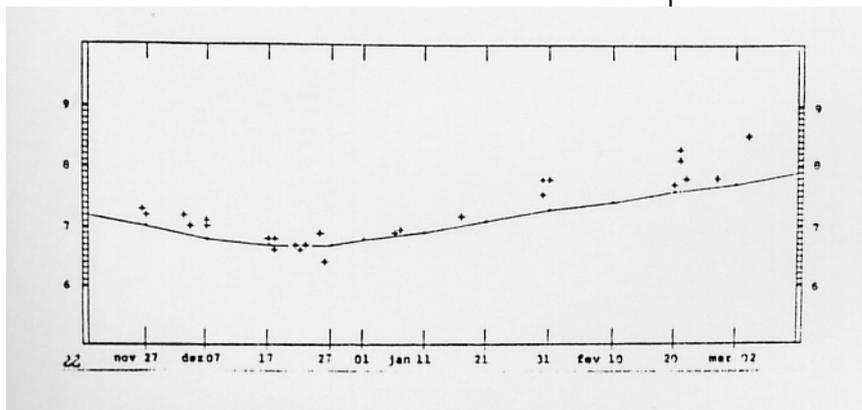


Figura 2 - Magnitude visual observada (+) e prevista (linha contínua) de CERES em 89/90.

Na tabela notamos algumas coincidências de observações: p. ex. na data dez/17 excelente acordo entre três observadores independentes; em dez/18 houve discrepância, porém dentro da margem de erro e atribuível à “equação pessoal” dos observadores. Lembramos que a flutuação de brilho desse asteróide é das mais baixas (0.08 mag), o que sem dúvida refletiu em tais coincidências, a menos de instrumentais e métodos diversos.

No gráfico da magnitude visual de Ceres nota-se bom acordo na época da oposição, mas certa discrepância mais par a quadratura oriental: haveria aí uma indicação para a revisão da curva de luz do asteróide; por outro lado, há equações pessoais maiores nesta região. Um ponto a notar: a “depressão” da curva de luz está relacionada com a distância do asteróide à Terra; quanto mais próxima essa distância, mais rapidamente o astro

se acerca e s afasta de nós, resultando um pico depressivo mais acentuado. No projeto de Vesta (REA, Reporte n° 3) nota-se esta situação, enquanto que o caso de Ceres mostra uma curva mais suave.

Quanto à tonalidade apresentada por Ceres, a avaliação predominante foi “amarelo”, com variações para o mais pálido ou o mais intenso (ou mesmo “laranja” em alguns caos, principalmente quando o brilho cai). Estes dados confirmaram as informações da literatura que situam a cor de Ceres na região do amarelo (índice de cor 0.5).

Por último, ainda na data 1990/fev/25 tivemos a conjunção entre os asteróide e a estrela Beta Tauri (0.1 grau). Algumas medidas a binóculo (pelo autor):

fev 22 (0h TU): Ceres 0.4° a SO de B. Tauri

fev 27 (0h TU): Ceres 22° ESE/SE de B. Tauri

Daí extraímos (calculando um triângulo com vértice na estrela) a velocidade angular do astro: 7.3°/dia. Para comparar, das efemérides no mesmo período calcula-se o deslocamento diário: 7.4°/dia. Este dado às vezes mostra-se útil quando precisamos extrapolar as efemérides ou, sem carta estelar, para localizar o astro na noite subsequente.

2. CALIBRAÇÃO FOTOMÉTRICA E CONCLUSÕES:

No gráfico a seguir (fig. 3) apresentamos a magnitude absoluta de Ceres versus o ângulo de fase (ara a oposição analisada). Por magnitude absoluta (g) entende-se a seguinte expressão: $g = m - 5 \log r \Delta$ onde m é a magnitude observada e r, Δ são as distâncias heliocentricas e geocêntricas. Tanto r, Δ como o ângulo de fase (β) provêm das efemérides. Portanto, o gráfico

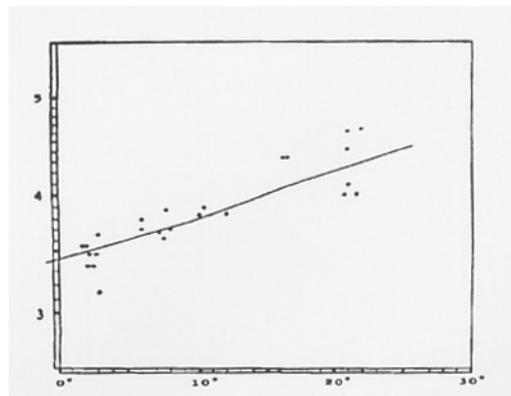


Figura 3 - Magnitude absoluta x ângulo de fase CERES 89/90

$g(\beta) \times \beta$ funciona como uma redução da curva de luz, destacando o papel da fase: se esta não existisse, ou fosse constante, o gráfico seria representado por uma reta horizontal.

A inclinação da reta é dada pelo coeficiente de fase e o ponto de intersecção da mesma com o eixo vertical (isto é, $\beta = 0^\circ$) é a magnitude absoluta do planetóide. Nota-se que esta mag. absoluta de asteróide é um tanto hipotética, pois é calculada para a distância do astro ao Sol e à Terra ambas iguais a 1 UA (uma unidade astronômica).

No caso de Ceres, o gráfico apresenta um coeficiente de 0.040 (magnitudes por grau) e magnitude absoluta igual a 3.40. A título de comparação, temos o valor $H = 3.32$ da magnitude absoluta de Ceres (M.P.C.). O mínimo ângulo de fase (1.5°) ocorreu em dez/20 (oposição) e o máximo ângulo (22.5°) em mar/20 (quadratura). Portanto o domínio deste tipo de gráfico é sempre limitado (em geral de 0° a $30^\circ \pm$).

Analisando genericamente o comportamento da curva de luz dos asteróides normais (isto é, os que pertencem ao “cinturão”), concluímos que ainda pode ser bastante útil a descrição fotométrica de um asteróide a partir dos valores g e $f(\beta)$ definidos acima, especialmente em trabalhos não-profissionais, não obstante a IAU haver adotado uma nova definição (parâmetros H e G) e uma equação muito mais complexa para a previsão das magnitudes.

Por fim, notamos que os valores de g e o coeficiente de fase (f) de Ceres estão bem próximos aos anteriormente encontrados para Vesta ($g = 3.35$). Considerando que o diâmetro de Ceres é cerca de o dobro de Vesta, a semelhança das magnitudes absolutas pode ser atribuída à diferença dos albedos. Concluímos assim que o albedo de Ceres é aproximadamente $\frac{1}{4}$ do de Vesta.

Nota: Tratando-se de asteróides muito conhecidos, como é o caso dos quatro primeiros, omitimos neste artigo os algarismos que fazem parte de sua designação oficial, a saber 2 Pallas e 1 Ceres.

REFERÊNCIAS

- 1- Inst. Astron. Teórica, URSS - “EPHEMERIDES OF MINOR PLANETS, 1989”
- 2- Bureau des Longs., Paris - “Ephemerides Astronomiques 1989, 1990”.
- 3- Minor Planet Center - SÃO, USA - “Minor Planets Circulars”, nº 19.
- 4- J.W. Rock, A.J. Hollis - “Photometric Properties of the Minor Planets: Vesta between 1972 and 1988” - Journal of BAA, nº 100, 1, 1990.
- 5- G. Roth - “The System of Minor Planets” - D. Van Nostrand Co., 1962.
- 6- R. Mourão - “Da Terra às Galáxias” - Ed. Vozes, 1982.

Variação do Brilho dos Satélites de Júpiter em Função da Distância à Terra

Frederico Luiz Funari e Newton Ferreira Funari

Baseando-se no fato de Júpiter apresentar diâmetro aparente de 30.8" a 50.0", maior e menor distância à Terra respectivamente, os autores levantaram o brilho dos satélites Galileanos, para cada diâmetro aparente de Júpiter, cujos valores aparecem na Tabela abaixo:

Diâmetro de Júpiter	Satélites - Brilhos			
	I	II	III	IV
48"	5.3	5.8	4.9	6.1
46"	5.4	5.9	5.0	6.1
44"	5.4	6.0	5.0	6.2
42"	5.5	6.1	5.1	6.2
40"	5.5	6.1	5.1	6.2
38"	5.6	6.2	5.2	6.3
36"	5.7	6.3	5.2	6.3
34"	5.8	6.4	5.3	6.4
32"	5.8	6.4	5.3	6.4

Diâmetro médio de Júpiter: 40.4"

Brilho médio dos satélites e diâmetros em km

I (Io): 5.5 - 3642.6 km; II (Europa): 6.1 - 3130 km; III (Ganimedes): 6.1 - 5268km; IV (Callisto): 6.2 - 4806 km.

Baseando-se na tabela acima apresentada, e aplicando o método dos mínimos quadrados (Calculadora Eletrônica Texas 51-III), obtivemos as seguintes equações de regressão linear:

Equação geral: Brilho do Satélite = (b x diâmetro de Júpiter) + a

Satélite	a	b	r = coeficiente correlação)
I	6.8310	-0.0317	-0.99
II	7.7589	-0.0407	-0.99
III	6.1250	-0.0250	-0.99
IV	7.0185	-0.0192	-0.98

a e b são os coeficientes da reta de regressão.

REFERÊNCIAS

- Peek, B.M. - The Planet Jupiter - Faber & Faber - 1958.
- Cospar - 1988 - Voyagers I e II - 1988.
- Observatório Kepler - Registros de Observações: 1958-1990.

Determinação da Espessura dos Anéis de Saturno Pelo Método Fotométrico Visual

Frederico Luiz Funari

1. INTRODUÇÃO.

Em fins do ano de 1966, (vide fig. 1), a Terra passou no plano dos anéis de Saturno. O anel visto de perfil desapareceu praticamente. Neste trabalho empregou-se um método fotométrico, para avaliar o brilho do anel, e com a utilização da equação proposta por Focas % Dollfus determinou-se a espessura do sistema de anéis.

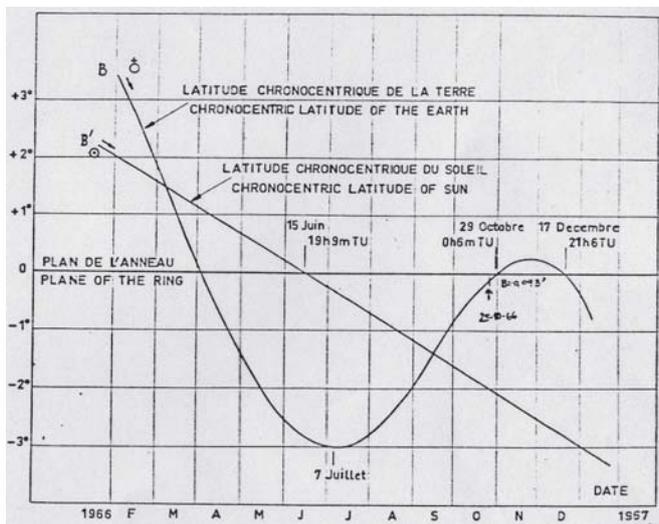
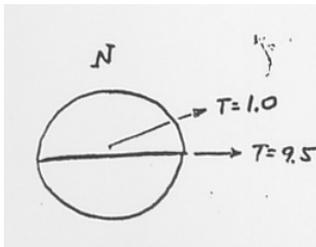


Figura 1 - Altura da Terra e do Sol em relação ao Plano de Anéis de Saturno.

2. DADOS OBSERVACIONAIS.

Data: 25-10-1966; Hora: 23:00/23:30 TU; Imagem: muito boa;

Instrumento: Refletor Newtoniano de 160mm de abertura e 1200mm de distância focal, recém construído e com o espelho aluminizado, com um dia após a aluminização. Aumento empregado: 66x, ocular ortoscópica de distância focal de 18 mm. Poder separador: 0.74" - Construtor do telescópio José Scarel Filho.



Dados sobre o planeta no dia da observação:

B: latitude saturnocentrica da Terra: -0.093°

A: grande eixo dos anéis: $39.45''$

ξ : valor da medida, na observação, da espessura do anel mais a sombra do mesmo sobre o disco do planeta: $0.8''$.

T: cota fotométrica (método de G. Vaucouleurs, 1951), para o valor de ξ , $T=9,5$ (brilho relativo de $\beta=0.12$. Cota fotométrica da zona equatorial de Saturno, $T=1.0$, o que corresponde a um brilho relativo de $\beta=1.33$.

3. CÁLCULO DA ESPESSURA.

Empregando a metodologia usada por Focas & Dollfus (1969), que usa as seguintes equações:

$$E = \frac{\xi \cdot X}{\delta \cdot e} \quad (\text{equação 1})$$

onde:

E: espessura dos anéis

ξ : largura dos anéis (em seg/arco) no caso: $= 0.8''$.

δ : brilho do planeta (centro do disco) $= 1.33$.

X: brilho do anel ($= 0.12$)

e: $A \cdot \sin B$ onde: B= lat. saturnocentrica da Terra e A = grande eixo dos anéis.

O valor de E, entra na Eq. II, que dá o valor em segundos de arco:

$$E'' = \frac{E \cdot 10^{-3}}{0.85}$$

0.85 é a relação entre o albedo do anel e albedo do planeta. (Seg. Harris, 1961 - o albedo geométrico médio de Saturno é 0.461; albedo do anel = 0.39).

Aplicando os dados numéricos:

$$E = \frac{\xi \cdot X}{\delta \cdot e}$$

$$E = \frac{0.8 \cdot 0.12}{1.33 \cdot 15,6472}$$

$$E = 1,13$$

Dados:

ξ : $0.8''$

X: 0.12 ($T=9.5$)

δ : 1.33 (T=1.0)

e: 39.45" sinB onde B= -0.093°

1/e: 15.6472

Diâmetro polar do planeta = 17.03" = 106.900 km

$E'' = 1.13 \times 10^{-3} = 0.00133''$

0.85

106900 x 0.00133 = Z

17.03

Z = 8.3 km = 8.0 km, considerando um erro provável de 50%, aconselhado por Dollfus (1969), temos:

Z = 8.0 ± 4.0 km

MEDIDAS DA ESPESSURA DOS ANÉIS DE SATURNO

Ano	Autor	Local	Instrumento	Espessura(Z)
1789	Herschel (1)	Inglaterria	Refl. 38cm	450 km
1848	Bond (1)	Harvard-USA	Refr.30cm	67 km
1891	Barnard (1)	Lick-USA	Refr.91cm	80 km
1956	Bobrov. (2)	URSS	Refl.61 e 102cm	10 km
1966	Kiladze (3)	URSS	Refl.70cm	0.92 km
1966	Focas & Dollfus (4)	França	Refr.60 e 107cm	2.8 km
1980	Siscardy et al (5)	França	Refl.193 e 107cm	4.0 ± 0.6 km
1966	Funari (6)	Brasil	Refl.16cm	8.0 ± 4.0 km

(1) - The Planet Saturn - Alexander - 1962.

(2) - Astr. Zh. Col. 33 - 1956.

(3) - Simp. Moon & Planets - Kiev - 1968.

(4) - Astron. Astrophys, V.2 - 1969.

(5) - Astron. Astrophys, V.108 - 1982.

(6) - este trabalho - 1991.

4. REFERÊNCIAS.

- Focas, J.H. & Dollfus, A. - Propriétés optiques et épaisseur des anneaux de Saturne observés par la tranche en 1966. Astronomy & Astrophysics, V.2 - 251-265 - 1969.

- Harris, D. - In: Planets and Satellites - Ed. G.P. Kuiper - 1961.

- Vaucouleurs, G. - Physique de la planète Mars - Albin Michel - 1961.

- Funari, F.L. - Registro de observações - Obs. Kepler - S.Paulo - Brasil - 1966 (inédito).

- Alexander, A. - The Planet Saturn - Faber & Faber - 1962.

- Bobrov, M.S. - Astr. Zhournal (URSS) v. 33 - 161 - 1956.

- Kiladze, I. - Simposium of Moon and Planets - Kiev - URSS - 15/22 - out.1968.

- Bobrov, M.S. - Trans. IAU - Vol. XIV - A Comm. 16 - 1970.

- Siscardy, B. & alli, - Astronomy & Astrophysics, V.108 - 296-305 - 1982.

Observações Visuais do Cometa Tsuchiya-Kiuchi (1990i)

José Guilherme de S. Aguiar

1. DESCOBERTA.

Um novo cometa foi descoberto de forma independente por Kiyoshi Tsuchiya e Tsuruhiko Kiuchi, em julho/90 13.52 (Tsuchiya) e 26.50 (Kiuchi), na constelação de Coma Berenices. Nesta ocasião o cometa se apresentava de forma difusa, com diâmetro estimado não superior a 8' de arco, não foram registrados também a existência de condensação central e cauda (Morris-IAU 5053).

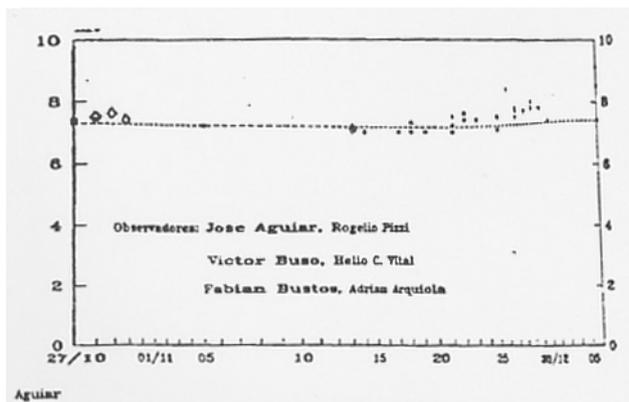
Na ocasião desta descoberta, o novo objeto se encontrava com a magnitude próxima a 9.0.

2. ÓRBITA.

Com base em 11 observações realizadas entre os dias 13 e 19 de julho de 1990, determinou-se uma órbita parabólica que apresentou os seguintes elementos:

Time of Perihelion	1990, Set 28.648 ET
Distance at Perihelion	1.09430 UA
Argument of Perihelion	180°830
Ascending Node	220.059
Inclination	143.758

A seguir temos a curva de luz do Cometa Tsuchiya-Kiuchi obtida através das observações de diversos observadores.



CURVADELUZ
COMETATSUCHIYA-KIUCHI (1990i)

3. ESTRUTURAS.

3.1. COMA (CABELEIRA):

3.1.1. Estimativas de diâmetro:

Durante o período em que foi registrado, efetuou-se diversas estimativas objetivando apurar seus valores, e chegou-se ao seguinte:

Os valores encontrados variaram muito de um observador para outro, foi necessário o descarte de algumas estimativas que se encontraram fora da média apurada no período.

3.1.2. Resultados:

Os diâmetros calculados ficaram compreendidos num patamar entre 4' a 12' de arco, ou seja, valores de 260.000 a 550.000 km. Salientamos que nos primeiros 20 dias de novembro, os valores apresentaram uma média superior a 10' de arco, no dias subsequentes os valores sofreram um pequeno e contínuo decréscimo.

3.1.3. Graduação (GC):

Registrou-se flutuações consideráveis em fins de novembro, demonstrando um aspecto extremamente difuso que alcançou níveis muito profundos, e que foram responsáveis por tornar a condensação central inobservável durante diversos dias.

Comentários:

- Subjetivismo da escala IAU-ICQ/LIADA
- Decréscimo da distância delta
- Atividade cometária

3.2. CAUDAS.

Apresentaram valores médios situados entre 15' e 20' de arco, isto após a metade do mês de novembro. No mesmo período começou a ser notada a existência de uma diminuta e tênue cauda de pó (síncrona completa), que apresentou valores com aproximadamente 10' de arco de extensão.

Durante o período observacional foram efetuados muitos desenhos, para este trabalho selecionamos dois

deles, um realizado pelo autor e outro obtido por Vitor Buso, este integrante da Red Ocrey, Argentina, que são vistos a seguir.

3.2.1. Particularidades:

Uma interessante característica observada nesta aparição do 1990i, foi quanto a sua coloração azulada, esta registrada em fins de novembro, período no qual se intensificaram as observações, isto já na fase pós-periélica.

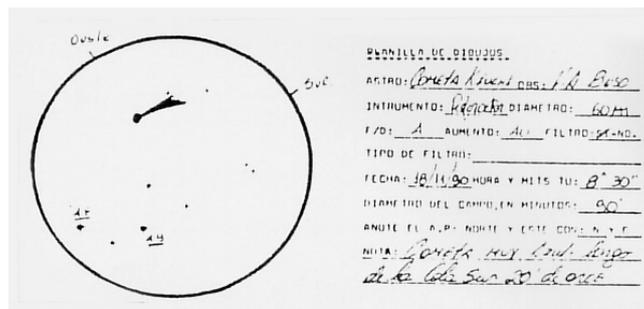
Esta particularidade assemelha-se muito a também registrada em outro cometa já estudado pela REA, o 1989 XIX ou 1989r, Okazaki-Levy-Rudenko. A coloração se vincula a emissão de cianogênio, CN, que pode se manifestar nas cores azul e verde marinho.

Comentários:

- Tipos de caudas observadas (síndicas e síncronas)
- Comparação com resultados ICQ/IAU



Cometa Tsuchia-Kiuchi (1990i) - 1990 Nov 23-24
Instrumento: Binóculo 20x50
Observador: José Guilherme de S. Aguiar



Cometa Tsuchiya-Kiuchi (1990i) - 1990 - 18/11 - 08:30 TU
Instrumento: Refractor 60mm f/4 - 40x de aumento
Observador: Vitor Buso

Radiante Alfa Escórpidas

José Guilherme de Souza Aguiar

1. HISTÓRIA.

Os estudos históricos são muitas vezes considerados como desnecessária perfumaria, talvez pela incorreta interpretação do conceito de história.

Este radiante foi primeiramente noticiado por Denning em 1899, sendo que muitos observadores comunicaram sua existência com o passar dos anos.

Em 1925, McIntosh plotou diversos riantes na área de Escorpião. Hoffmeister (1918-1930), também localizou diversos enxames na mesma região, ficando denominado este complexo de riantes como Escorpidas-Sagitáridas, que segundo relatos, apresentavam meteoros lentos e de cor amarelo-laranja.

Encontramos referências em antigos escritos, que em 345 a.c. foram vistos grandes e brilhantes meteoros que aparentemente provinham de uma região muito próxima a estrela Antares. Entre os séculos X e XIII, existem muitas referências que mencionam uma forte atividade meteórica na mesma região do céu, e que entre os anos de 1846 a 1910, há uma estatística que demonstra a ocorrência de 18 “fireballs”, todas na mesma área em Escorpião.

Nos últimos anos, observadores australianos tem frequentemente registrado este radiante, e em 1973 obtiveram uma THZ (taxa horária zenital), de 15 met/hora. Um dos mais interessantes problemas relacionados a este radiante, que muitas vezes confunde os observadores, se vinculam a THZ, pois um atento perfil desta, demonstra a existência de submáximos.

Contudo, este problema segundo especialistas, se relaciona a fusão de pequenos riantes ativos na mesma época, e de meteoros esporádicos vindos da constelação em questão. Finalizando, até o momento não se encontrou para este radiante, ou extensivo a todo complexo, um asteróide ou cometa que gerasse tal atividade meteórica, ficando esta mais uma questão a ser investigada no futuro.

2. DOS TRABALHOS

Este radiante foi proposto através do PO-059/89 aos membros da REA, por alguns motivos básicos, dos quais destacamos:

2.1. VISIBILIDADE: Por ser um radiante próximo a eclíptica, o que torna difícil para observadores situados no hemisfério norte, ao contrário, é de fácil visualização para aqueles situados em nossas latitudes.

Um outro aspecto que muito influenciou sua propositura, se vincula ao fato de ser este exame visível por cerca de 01 (um) mês, podendo ser registrado nas primeiras horas da noite, evitando o já conhecido descaso, para riantes observáveis durante e final da madrugada.

2.2. ATIVIDADE: Apesar de ser um radiante com atividade moderada, 15 met/hora, este apresenta uma boa quantidade de meteoros pelo fato de se observar este enxame já próximo ao zenite, isto é, atenuando assim a taxa de conversão, portanto o número de objetos registrados é alto, não se valendo de fatores de conversão para alcançar este número.

2.3. APRENDIZADO: Aqui entendemos com um dos mais importantes pontos. Por ser como já citado, um radiante de boa atividade, surge a oportunidade de se observar logo após o anoitecer, isto facilitando seu acompanhamento, valendo-nos de outras, a localização do céu e as inúmeras estrelas para comparação e composição da trajetória deixada em sua queda.

Com base nestes tópicos, acredito ser um radiante que mereça um estudo contínuo por parte dos observadores regulares e uma escola para aqueles que começam a galgar nesta área da astronomia.

3. DAS OBSERVAÇÕES.

Empregou-se para esta redução dados obtidos pelo autor nos anos de 1985, 1989 e 1990, conjuntamente com os resultados obtidos por Walter Maluf e Walter Clemente, na primeira campanha organizada pela REA.

3.1. RELAÇÃO DE OBSERVADORES:

JGA - José Guilherme de Souza Aguiar

WJM - Walter José Maluf

WEC - Walter W. Clemente

RESUMO DAS OBSERVAÇÕES

Dia TU	Hora TU	Met/Obs	Rad	THZ	OBS
21/04/85	23:15 - 01:30	05	05	5.5	JGA
28/04/89	23:40 - 00:40	02	02	3.5	JGA
29/04/89	23:53 - 00:39	11	08	9.5	JGA
30/04/89	23:30 - 01:18	15	02	2.5	WJM/WEC
06/05/89	22:58 - 00:08	18	12	13.2	JGA
28/04/90	23:50 - 01:40	13	07	8.5	JGA
TOTAIS	07H21	64	36		

Para o cálculo da THZ, só se empregou o fator de conversão por altura do radiante.

3.2. DISTRIBUIÇÃO DE MAGNITUDES.

A distribuição de magnitudes está representada na tabela II, foram observados meteoros entre as

magnitudes +1 e +4, sendo a magnitude média para as Alfa Escorpidas de 2.62.

Como observamos a magnitude de um meteoro é proporcional ao tamanho ou a massa das partículas, sendo a esta possível de ser calculada em função do brilho apresentado e seguindo modelo teórico.

**TABELA II
DISTRIBUIÇÃO DE MAGNITUDES E MASSA**

Magnitude	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0
A.Esc(%)	2.7	22.0	30.5	36.1	5.5	2.7	0.0
Massa (G)	0.32	0.13	—	0.05	—	0.02	0.008

3.3. DISTRIBUIÇÃO DE CORES.

As cores observadas com maior incidência foram o branco e o azul, isto em meteoros de brilho relativamente médio, enquanto os mais brilhantes predominaram na cor amarelo.

TABELA III - CORES

COR	BRANCO	AZUL	AM.	AZUL/BRA.	VERM.
(%)	55	25	11	5.5	2.7

3.4. DURAÇÃO DOS METEOROS.

Em média a duração dos meteoros, foi de aproximadamente 0,5 segundo, considerados portanto com lentos como denomina a escala IMO.

TABELA IV - DURAÇÃO DOS METEOROS

Duração (seg)	<1/4	1/2	1	1
Alfa Escorpidas	0	66	30.5	2.7

3.5. TRAJETÓRIA E DISTÂNCIAS.

As trajetórias descritas pelos meteoros em sua queda, podem ser classificadas em graus, além da devida estimativa, e a escala adotada nesse trabalho se expressa da seguinte maneira:

- 0.0 - ESTACIONÁRIO
- 0.1 - 0.5 - CURTO
- 6.0 - 10 - MÉDIO
- >10 - LONGO

Os meteoros observados nas Alfa Escorpidas, descrevem trajetórias classificadas como médias, 58% dos casos, e também curtas, 33%, havendo ainda a existência de um meteoro estacionário observado em 1989.

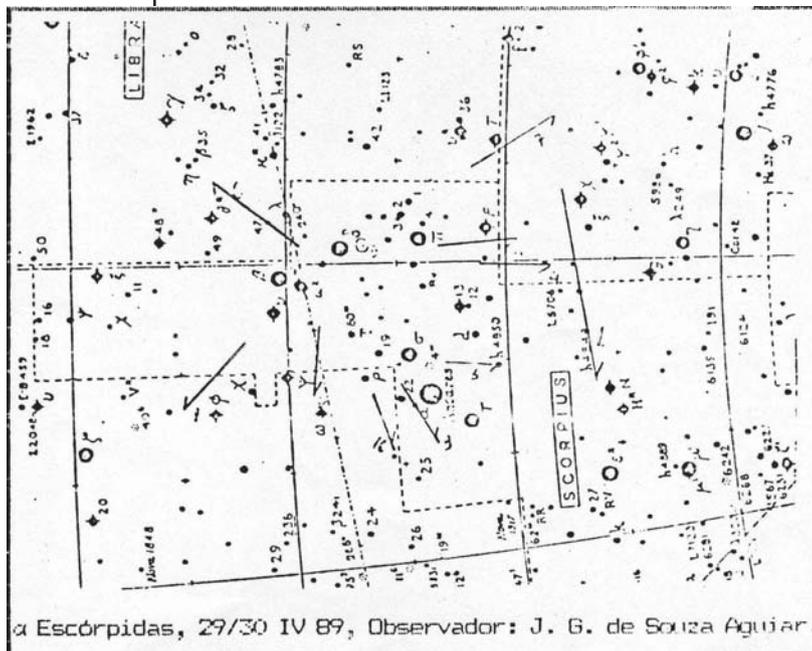
TABELA V - TRAJETÓRIAS

Trajетória	curta	média	longa	estac.	
Alfa Escorpidas	33	58.3	5.5	2.7	%

Quanto a distância do radiante, se notou que a maioria dos meteoros surgiram entre 05 e 10 graus de separação angular do radiante, para este particular não foi elaborado um perfil estatístico para apresentação, mas sim uma nota para apreciação.

4. CONCLUSÃO.

No presente trabalho obtivemos algumas características sobre as Alfa Escórpidas, mas entendo que seria interessante e necessária uma futura observação objetivando a confirmação dos parâmetros já conhecidos.



A Observação de Variáveis Eruptivas com Pequeno Instrumental

Antonio Padilla Filho

1. INTRODUÇÃO.

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

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

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

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

2. VARIÁVEIS ERUPTIVAS.

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

supernovas.
REA - REPORTE Nº 4

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

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

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

3. NOVAS.

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

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

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

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

4. NOVAS RECORRENTES.

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

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

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

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

Novas Recorrentes Galacticas

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

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

5. SUPERNOVAS.

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

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

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

Eis as supernovas mais brilhantes nesse milênio:

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

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

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

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

6. NOVAS-REVERSAS.

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

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

7. NOVAS-ANÃS.

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

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

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

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

8. SIMBIÓTICAS.

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

9. CONTRATIVAS.

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

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

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

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

10. ESTRELAS VARIÁVEIS ERUPTIVAS ACESSÍVEIS AO PEQUENO INSTRUMENTO.

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

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

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

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

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

Dois Máximos de S Sculptoris

Marcos F. Lara

S Sculptoris é uma variável de longo período - classe mira - de declinação considerável austral, que aliado aos fatores de apresentar uma magnitude moderada nos máximos - ao redor de 6.5 - e estar em um campo sem estrelas brilhantes, tem feito com que esteja sendo pouco observada.

Na REA constitui-se no projeto n° 79/89, tendo sido, pelo seu quadro de observadores, registrados dois máximos desta variável, o que nos permite algumas considerações iniciais:

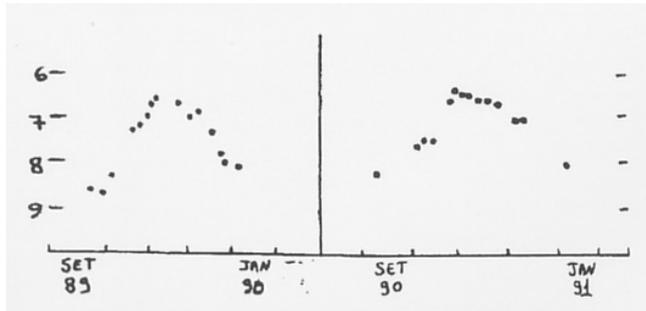
Sobre a estatística observacional: no período de 02/09/89 a 02/01/91 foram obtidas 48 estimativas de 3 observadores, como segue:

A. Padilla F° - 07 - binóculos 12x40, luneta 60mm

M. F. Lara - 36 - binóculos 6x30, luneta 40mm

A. A. Alves - 05 - binóculos 10x40, refl. 114/200mm

ANÁLISE DA CURVA DE LUZ

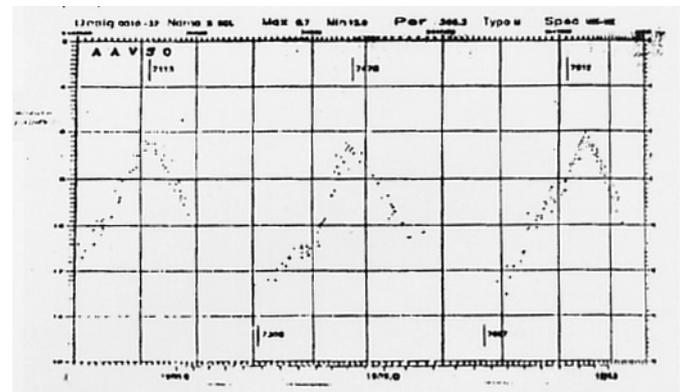


No 1º ciclo suspeitou-se de um semi-estacionamento na magnitude 8.3. Em ambas as etapas nota-se uma ascensão ligeiramente mais rápida que o declínio - típico da LPV - embora não tenha sido uma diferença mais marcante, como tem sido detectada em várias outras LPV. O máximo de 1989 estava previsto pela AAVSO para 09/11 e foi observado exatamente em 08/11 com magnitude ao redor de 6.4 - uma semana de chuvas impediu o seguimento da mesma em parte da etapa deste máximo, que mesmo assim pôde ser estimado com segurança. Em 1990, o máximo estava previsto pela AAVSO para 12/10, e desta vez o observamos mais tarde em 01/11 com magnitude 6.4 (idêntico ao anterior,

portanto não tendo sido verificado a clássica alternância de máximos fracos e fortes, detectado em muitas LPV). Através destes dois máximos podemos deduzir o período desta variável em 359 dias - o tabelado é de 366 dias - e, o 2º máximo tendo uma antecipação de 7 dias em relação ao período tabelado, nos permite aguardar o máximo de 1991 para fins de outubro, estando a AAVSO o prevendo para 10/11.

Em relação aos mínimos, justamente em decorrência do período idêntico ao ano terrestre, e por coincidência os máximos estarem ocorrendo em ocasião de boa altitude do horizonte, os mínimos tem ocorrido praticamente na conjunção. Outro fator é a profundidade dos mínimos desta estrela em torno da 13ª magnitude, exigindo aberturas superiores a 150 mm para ser acompanhado.

Abaixo reproduzimos a curvas de luz de S SCL, recebidas pelo autor, do AAVSO em relação aos anos de 1987/88/89.



Nota-se algumas das características já descritas - máximos regulares de 6.5 e a constância do período anual, além de ascensão e declínios (e mínimos profundos). O máximo de 1989 pode ser confrontado com os nossos resultados, confirmando o pequeno estacionamento na magnitude 8.3 e demais características.

A sequência do monitoramento, com mais observadores, certamente nos possibilitará novas e melhores conclusões.

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

Tasso Augusto Napoleão

1. GENERALIDADES.

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

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

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

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

2. CURVAS DE LUZ.

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

Neste trecho, pode-se notar:

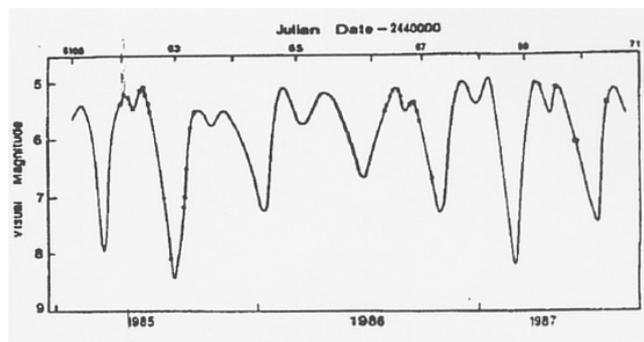


Figura 1

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

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

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

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

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

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

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

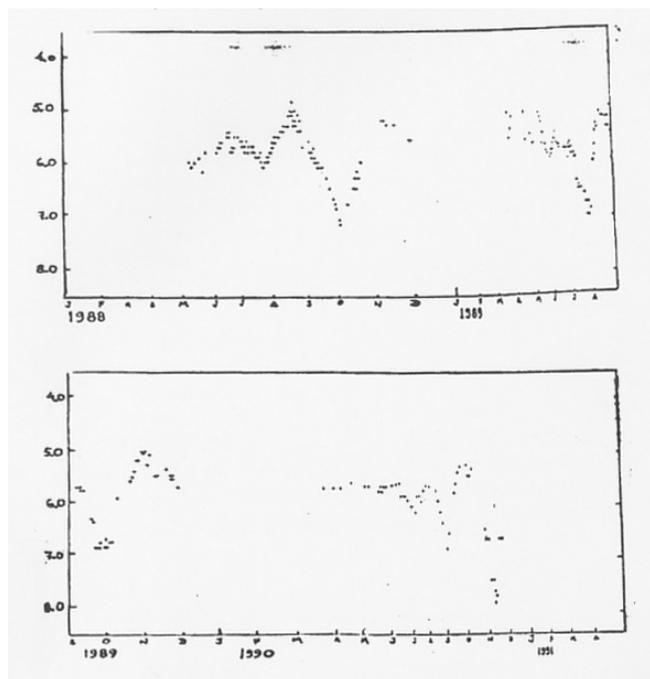


Figura 2

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

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

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

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

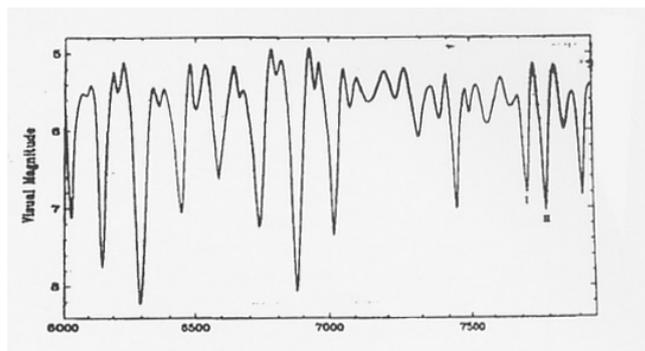


Figura 3

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. REFERÊNCIAS.

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

Um Estudo Sobre as Miras: O Exemplo de R Carinae

Tasso Augusto Napoleão

1. INTRODUÇÃO.

R Carinae é um exemplo característico das variáveis de longo período (LPV), também denominadas “miras” por muitos, em função da estrela - protótipo desta classe, Mira Ceti. Alguns autores, entretanto - como Strohmeier (ref. 8) - preferem distinguir as LPV's das miras, reservando este último termo apenas para as estrelas cuja amplitude de variação supera 2.5 magnitudes, e utilizando a expressão LPV para amplitudes menores. Neste texto, omitiremos tal diferenciação, usando a terminologia mais adotada, que considera ambas as expressões como equivalentes.

As miras geralmente apresentam períodos entre 150 e 700 dias, sendo a faixa de 200 e 400 dias a mais comum. O máximo da distribuição gaussiana em nossa galáxia é atingido no período de 278 dias (cf Hoffmeister, ref. 3). Uma amplitude de variação de no mínimo duas magnitudes, e em média entre 5 e 6 magnitudes, é típica desta classe; há, no entanto, estrelas como Chi Cygni, que chegam a apresentar amplitude de 10 mag em seu ciclo.

Espectroscopicamente, dividem-se as miras em três classes, sendo as do tipo M as mais frequentes (particularmente as da sub-classe Me). Mais raramente, encontram-se miras dos tipos espectrais S ou C, sendo estas últimas “estrelas de carbono”. É comum a presença de linhas de emissão brilhantes de hidrogênio no espectro das miras, notadamente quando de seus máximos.

Fisicamente, as miras são todas gigantes ou supergigantes vermelhas, com massas da ordem da solar, magnitudes absolutas em geral entre +1 e -2, temperaturas efetivas baixas (normalmente entre 2500 e 3000°K). Sua emissão máxima não ocorre no espectro visível, mas sim no infravermelho, e suas altas luminosidades provêm principalmente de suas imensas dimensões, que atingem algumas unidades astronômicas (ou, dito de outra forma, algumas centenas de diâmetros solares). Naturalmente, com essas dimensões, as miras são estrelas muito pouco densas. Quase toda a sua massa, na realidade, está concentrada no núcleo, que tem dimensão não muito distantes das terrestres. A atmosfera - ao contrário do Sol, por exemplo - não apresenta limites definidos, sendo extremamente tênue em sua estrutura exterior e favorecendo assim fenômenos de perda de massa.

As curvas de luz das miras não são exatamente iguais, de ciclo para ciclo. Ao contrário: tanto os máximos, como os mínimos, como ainda o período e diversos outros parâmetros variam - nem sempre de forma aleatória. A

procura de correlações estatísticas entre o formato das curvas de luz e o período (ou outros parâmetros associados) é uma importante atividade observacional, hoje a cargo dos astrônomos amadores.

A classificação de Ludendorff, lançada no seu *Handbuch der Astrophysik*, em 1928, é ainda útil para essa finalidade. Ludendorff agrupou as miras em três categorias básicas, segundo a forma da curva de luz: a classe alfa possui a ascensão ao máximo marcadamente mais rápida que o declínio, e o mínimo é geralmente mais agudo que o máximo. A classe gama apresenta máximos duplos ou patamares (também denominados “standstill”) na fase de ascensão. Cada um dos tipos básicos, por sua vez, se subdivide em várias subclasses. Escolhemos a variável R Carinae, acompanhada pela REA desde 1988, para exemplificar as diversas características observacionais das miras. Parte dos resultados que ora apresentamos foi descrita preliminarmente no artigo “As variáveis de longo período em Carina”, no Reporte nº 2 da REA (1989); o presente texto o atualiza e complementa.

2. R CARINAE COMO VARIÁVEL MIRA.

O terceiro suplemento do General Catalog of Variable Stars (GCVS), ou Catálogo de Moscou, indica para R Carinae um período de 308.71 dias e amplitude de variação entre 3.9 mag e 10.1 mag, ambas no visual. Estes valores, segundo a metodologia do GCVS, correspondem ao máximo mais brilhante e ao mínimo mais fraco já observados. Em contrapartida, a AAVSO indica uma faixa entre 4.6 mag e 9.6 mag, o que evidentemente corresponde aos valores médios dos máximos e dos mínimos observados. Em virtude da declinação bastante austral de R Car, é provável que os dados da AAVSO sejam provenientes da RASNZ (Royal Astronomical Society of New Zealand). De qualquer forma, a amplitude de variação se situa entre 5 a 6 magnitudes, o que é típico das miras.

Ainda o GCVS indica, para ascensão do mínimo ao máximo, uma fração de 48% do período total. Isto pareceria sugerir certa simetria na curva de luz da estrela, e em consequência uma provável classificação no grupo “beta” de classificação de Ludendorff.

Outros dados fornecidos pelo GCVS incluem a classe espectral, que varia de M4e a M8e durante o ciclo, configurando novamente uma situação típica das LPV's de sua classe. Finalmente, a época considerada pelo

GCVS para o máximo de R Car corresponde à data Juliana 2440920.

3. ESTATÍSTICAS OBSERVACIONAIS.

Para a construção da curva de luz que é vista mais adiante, foram utilizadas as estimativas de magnitude realizadas pelos associados da REA, entre fevereiro de 1988 e janeiro de 1991, perfazendo um total de 266 observações. O projeto da REA correspondente foi o de número 04/88, padronizando-se as estimativas pelo método de Pickering e utilizando-se cartas de magnitude da AAVSO. O projeto é permanente, e portanto novas observações continuam a ser acumuladas no Banco de Dados da REA. Todas as estimativas são visuais, sendo realizadas geralmente com instrumentos de pequeno e médio porte, compatíveis com a fase da magnitude da variável.

Os seguintes observadores participaram da campanha:

Observador	Local	Nº estimativas
Avelino A. Alves	Florianópolis, SC	95
André L. Silva	S. Vicente, SP	30
Antonio Padilla Fo.	R. Janeiro, RJ	32
Carlos A. Colesanti	S. Paulo, SP	07
Claudio B. Leitão Jr.	S. Paulo, SP	02
Edvaldo J. Trevisan	S. Paulo, SP	02
Marcos F. Lara	R. Janeiro, RJ	37
Raul Salvo	Montevideo, UR	06
Reinaldo del Dotore	S. Paulo, SP	10
Tasso A. Napoleão	S. Paulo, SP	45
TOTAL =		266

4. CURVA DE LUZ.

Na figura 1 é apresentada a curva de luz obtida para R Carinae no período de observação mencionado.

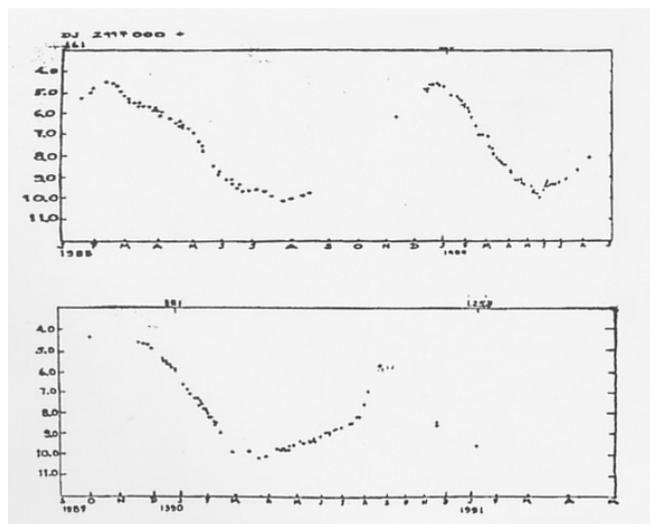


Figura 1 - Curva de luz de R Carinae

Devido à extensão do período de observação, optamos - por uma questão de escala - por subdividir a curva em dois trechos. Nota-se o bom acompanhamento da estrela, de forma geral, com exceção dos meses de setembro a dezembro, época em que a variável está em sua conjunção solar, reaparecendo em seguida às últimas horas da madrugada (esta é uma fase em que as observações são extremamente valiosas, por sua escassez). Mesmo com esta deficiência, a utilização do método das cordas bi-seccionadas de Pogson para a determinação gráfica dos máximos e mínimos da estrela forneceu uma precisão razoável.

5. REDUÇÃO DOS DADOS.

5.1. ASPECTO DA CURVA DE LUZ.

A observação dos três ciclos cobertos máximos são claramente mais agudos que os mínimos. Principalmente no ciclo de 1990, cujo mínimo foi melhor acompanhado, nota-se que a estrela tem recuperação inicialmente lenta, acelerando-se a cerca de três meses após o mínimo.

O aspecto geral parece se enquadrar na classe "beta-1" da classificação de Ludendorff. Não são perceptíveis "standstills" nos três ciclos - embora a estrela permaneça bastante tempo próximo do mínimo.

5.2. MÁXIMOS.

A partir da curva de luz e utilizando-se o processo gráfico de Pogson, os máximos e mínimos foram determinados, deduzindo-se a partir daí os períodos.

Os máximos (bem como os períodos através deles obtidos) são listados a seguir em datas julianas e datas-calendário:

Ciclo	Datas(máximos)	Data Juliana	Período	Mag.
1	12 fev 1988	2447203.5		4.5
2	18 dez 1988	2447513.5	310 dias	4.6
3	27 out 1989	2447825.5	312 dias	4.3
4	03 set 1990	2448136.5	311 dias	4.7

O período médio, entre os quatro ciclos, atinge 311.3 dias, que pode ser confrontado com os 308.7 dias do GCVS (desvio observacional de 2.3 dias). A incerteza do último máximo é maior, por ter ocorrido em época de conjunção solar, seus valores só puderam ser obtidos graficamente.

5.3. MÍNIMOS.

De forma semelhante, deduzimos as datas e magnitudes dos mínimos, listados abaixo:

Ciclo	Datas(mínimos)	Data Juliana	Período	Mag.
1	26 jul 1988	2447368.5		10.1
2	27 mai 1989	2447673.5	305 dias	10.0
3	18 mar 1990	2447968.5	295 dias	10.2

O período médio calculado através dos mínimos, portanto, atinge 300 dias, abaixo dos 308.7 dias informados pelo GCVS.

5.4. TEMPOS DE ASCENSÃO E DECLÍNIO.

A partir dos dados dos itens anteriores, podemos estimar os tempos de ascensão ao máximo e declínio ao mínimo em cada ciclo, bem como o fator (M-n)/P:

Ciclo	DJ.máx.(M)	DJ.min.(m)	Ascensão(M-m)	Declínio(m-M)
1-0	2447203.5	2447368.5	—	165
2-1	2447513.5	2447368.5	145	—
2-2	2447513.5	2447673.5	—	160
3-2	2447825.5	2447673.5	152	—
3-3	2447825.5	2447968.5	—	143
4-3	2448136.5	2447968.5	168	—

O tempo médio de ascensão nos três ciclos foi de 155 dias, levemente inferior ao tempo de declínio até o mínimo, que em média atingiu 156 dias.

5.5. PARÂMETRO (M-m)/P.

Para cada um dos três ciclos, este parâmetro, que representa a relação entre o tempo de ascensão ao máximo e o período correspondente, pode ser visto abaixo:

$$\text{Ciclo 1: } 145/310 = 46.7\%$$

$$\text{Ciclo 2: } 152/312 = 48.7\%$$

$$\text{Ciclo 3: } 168/311 = 53.1\%$$

O valor médio dos três ciclos atingiu 49.5%, contra 48% do GCVS. Observe-se novamente que a incerteza na determinação do máximo do ciclo de 1990 (ocorrido durante a conjunção solar da estrela) provavelmente influenciou no terceiro resultado individual.

6. UMA POSSÍVEL RELAÇÃO PERÍODO/LUMINOSIDADE PARA AS MIRAS.

Desde o início do século - e graças ao extenso trabalho período-luminosidade para as Cefeidas clássicas - sabemos que aquela classe de variáveis é um dos melhores indicadores de distância que conhecemos. A relação de Leavitt foi, inclusive, a base para o cálculo da distância de Andrômeda e diversas outras galáxias, por Edwin Hubble, que a partir delas desenvolveu a teoria da expansão do universo.

Porém, e quanto às miras? Infelizmente, elas são bem menos luminosas que as Cefeidas - e, portanto, sua identificação em galáxias distantes é praticamente impossível, ao contrário daquelas. O próprio Hubble, em 1932 (em Andrômeda) e Cecilia Payne - Gaposchkin (usando a Pequena Nuvem de Magalhães) tentaram inutilmente estabelecer uma relação semelhante à de Leavitt para as miras.

Mais recentemente, entretanto, e utilizando a técnica de paralaxes estatísticos, alguns pesquisadores como Wilson e Merrill (1942), Blanco (1958) e Oswalds e Risley (1961) têm obtido resultados aparentemente consistentes entre si. Atualmente, um grupo de astrônomos do SAAO (South African Astronomical Observatory), liderado por I.S. Glass e T.L. Evans, realiza um extenso estudo com centenas de miras da Grande Nuvem de Magalhães. Embora nada possa garantir que as miras da GNM tenham características exatamente iguais às de nossa galáxia, a comparação com estrelas da mesma classe da GNM e na PNM poderá lançar alguma luz sobre o assunto.

Enquanto os dados do SAAO não estão disponíveis, vamos utilizar as relações período-luminosidade de Wilson-Merrill, Blanco e Oswalds-Riesley para determinar a distância aproximada de R Carinae.

7. CÁLCULO DA DISTÂNCIA APROXIMADA DE R CARINAE.

Podemos exprimir as três relações P-L de forma conveniente, utilizando a tabela abaixo. Observe-se nela que (ao contrário do que ocorre com as Cefeidas) a luminosidade não aumenta diretamente com o período. Na maior parte das faixas, por sinal, o que ocorre é exatamente o inverso.

Magnitudes absolutas nos máximos

Grupo	Período Médio(dias)	Oswalds/Riesley	Blanco	Wilson/Merrill
1	131	-1.67	-0.8	-2.02
2	176	-2.74	-1.0	-2.7
3	223	-2.10	-1.0	-1.9
4	273	-2.03	-1.0	-1.0
5	324	-0.93	-0.9	-0.5
6	376	-1.05	-0.9	0.0
7	419	-0.31	-0.9	+0.2
8	508	-1.17	-0.9	+0.5

Utilizemos a relação P-L de Oswalds-Riesley e o período médio que obtivemos (311 dias) através dos máximos. Pela tabela acima, usemos a magnitude do grupo 5 - mais próximo do obtido - e a equação do módulo de distância. Nesta última, consideraremos a média dos máximos obtidos (4.5 mag.):

$$m - M = 5 \log D - 5$$

$$4.5 + 0.93 = 5 \log D - 5$$

$$\log D = 2.086$$

$$D = 122 \text{ parsecs (ou 398 anos-luz)}$$

O uso da relação P-L de Blanco forneceria praticamente o mesmo valor (120 parsecs), enquanto que a de Wilson-Merrill nos daria exatamente 100 parsecs.

8. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS DE R CAR

Uma vez determinada a distância da estrela e conhecidos os resultados observacionais, é possível - embora de forma grosseira - estimar alguns parâmetros físicos de R Carinae. Para tanto, vamos considerar a distância como 120 parsecs.

*A luminosidade da estrela (nos máximos) pode ser calculada pela equação Pogson modificada:

$$M_0 - M = 2.5 \log(L/L_0)$$

Considerando a magnitude absoluta do Sol como 4.8,

$$4.8 + 0.93 = 2.5 \log(L/L_0)$$

$L = 195.9 L_0$, ou seja, a variável apresenta luminosidades da ordem de duzentas vezes a solar durante os máximos.

*O raio da estrela nestas condições poderia ser calculado de forma grosseira a partir da teoria do corpo negro, usando a equação:

$$L = 4\pi\sigma R^2 T^4$$

Nesta equação, o σ é a constante de Stefan-Boltzmann; admitiremos T (temperatura efetiva, obtida a partir do índice de cor) como cerca de 2500°K. Resulta:

$$195.9 \times 4 \times 1033 = 4 \times \pi \times 5.67 \times 10^{-5} \times R^2 \times (2.5 \times 10^3)^4$$

$$R = 5.3 \times 10^{12} \text{ cm ou}$$

$$R = 76 \text{ raios solares, ou ainda}$$

$R = 0.36$ unidades astronômicas - pouco mais de um terço da distância entre a Terra e o Sol. Este valor, no entanto, não corresponde necessariamente ao máximo raio da estrela durante seus ciclos - poderá ser ainda maior.

*Se admitirmos a massa da variável como entre uma e dez massas solares (o que certamente se aplica), sua densidade é facilmente calculável por:

$\rho = M/V = 3M/4\pi R^3$, resultando para uma massa solar:

$\rho = 3.2 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^3$, ou seja, pouco mais de três milionésimos da densidade da água. Mesmo imaginando que esse valor seja dez vezes maior, a conclusão final não muda: R Carinae é tão tênue que se aproxima do que chamamos vácuo por nossos padrões terrestres...

*Imaginamos agora a situação em um mínimo típico (magnitude aparente 10.1) e utilizemos novamente a equação do módulo de distância, agora para determinar a magnitude absoluta nos mínimos:

$$m - M = 5 \log D - 5$$

$$10.1 - M = 5 \log 120 - 5$$

$M = 4.7$ magnitudes, o que é praticamente equivalente à magnitude absoluta do Sol (4.8 magnitudes). Assim, a estrela - no decorrer de seu ciclo - varia sua luminosidade intrínseca por um fator de quase duzentas vezes! (Caso voce deseje comprovar isto, basta aplicar novamente a equação de Pogson modificada).

Todos estes valores foram calculados de forma simples e aproximada, desprezando-se os efeitos da extinção interestelar, correções ópticas e outras que deveriam ser levadas em conta caso se desejasse um trabalho mais preciso. Entretanto, os resultados são suficientes para caracterizar R Carinae como uma variável Mira típica e mesmo fornecer uma idéia simplificada de como são, fisicamente, as estrelas desta classe.

9. REFERÊNCIAS.

- 1) American Association of Variable Stars Observers - Bulletins 52 (1989); 53 (1990)
- 2) Glass, I.S. - The Mira Variables, Monthly News of the Astronomical Society of South Africa, Nos. 9/10, October 1990.
- 3) Hoffmeister, Richter, Wenzel - Variable Stars, Springer - Verlag, 1985.
- 4) Isles, J.E.; Saw, D.R.B. - Mira Stars. Journal of the British Astronomical Association; Part I (1987, 97,2); Part II (1989, 99,3); Part III (1989, 99,4); Part IV (1989, 99,6).
- 5) Kukarkin, B.V. et al - General Catalog of Variable Stars, 3rd Supplement, Moscow, 1973.
- 6) Napoleão, T.A. - As variáveis de longo período em Carina, Reporte REA n° 2 (1989).
- 7) REA (Rede de Astronomia Observacional) - Projeto de observação n° 04/88.
- 8) Strohmeier, W. - Variable Stars, Pergamon, 1972.

ÍNDICE

EDITORIAL/EXPEDIENTE.....	02
HIPERSENSIBILIZAÇÃO DO FILME KODAK TECHNICAL PAN 2415.....	03
OBSERVAÇÕES VISUAIS DO EFEITO SCHRÖTER EM MERCÚRIO.....	08
O EFEITO SCHRÖTER EM VÊNUS NA ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1989 E MATUTINA DE 1990.....	12
OBSERVAÇÕES FOTOGRÁFICAS DO EFEITO SCHRÖTER EM VÊNUS NA ELONGAÇÃO VESPERTINA DE 1988.....	16
CÁLCULO DE CIRCUNSTÂNCIAS LOCAIS PARA OS PRÓXIMOS ECLIPSES SOLARES NO BRASIL.....	19
ESTUDO DA “ONDA DE ESCURECIMENTO” PARTINDO DA REGIÃO POLAR SUL DE MARTE NA OPOSIÇÃO PERIÉLICA DE 1971.....	23
ASTERÓIDES PALLAS E CERES EM 1989.....	25
VARIAÇÃO DO BRILHO DOS SATÉLITES DE JÚPITER EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À TERRA.....	28
DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DOS ANÉIS DE SATURNO PELO MÉTODO FOTOMÉTRICO VISUAL.....	29
OBSERVAÇÕES VISUAIS DO COMETA TSUCHIYA-KIUCHI (1990i).....	31
RADIANTE ALFA ESCORPIDAS.....	33
A OBSERVAÇÃO DE VARIÁVEIS ERUPTIVAS COM PEQUENO INSTRUMENTAL.....	35
DOIS MÁXIMOS DE S SCULPTORIS.....	29
IRREGULARIDADES NA CURVA DE LUZ DE R SCUTI, 1988-90.....	40
UM ESTUDO SOBRE AS MIRAS: OS EXEMPLO DE R CARINAE.....	43