

## INTRODUÇÃO.

Este trabalho visa a demonstração objetiva da presença de nuvens marcianas e retração da Calota Polar Sul, notificadas pelo autor, durante a oposição de Marte em 1988.

Primeiramente são feitas algumas considerações dos fatores que compõem e dinamizam a meteorologia marciana. A presença do gás carbônico e da água ocasionam a formação de nuvens marcianas, facilmente notadas em telescópios de pequeno porte. A água, embora tenha baixa concentração na atmosfera, mostra facilmente sinais de sua presença.

Depois são demonstrados os três tipos de nuvens marcianas notadas ao telescópio, seguido pela demonstração dessas nuvens em imagens CCD de Marte, feitas pelo autor. No final é avaliada a retração da Calota Polar Sul, cujo derretimento foi provocado pelo verão ocorrido nesse hemisfério.

### 1. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES DA METEOROLOGIA MARCIANA.

Apesar de Marte não possuir oceanos de água líquida como na Terra, ele possui uma dinâmica meteorológica relativamente intensa. Normalmente nota-se a presença de nuvens em sua atmosfera, que sendo visíveis a partir de telescópios pequenos, pode-se estudá-las com detalhes.

A atmosfera marciana é principalmente composta por gás carbônico (95,32%), seguido por nitrogênio (2,7%), argônio (1,6%) e oxigênio (0,13%), sendo considerada muito baixa. Assim Marte é mais seco que o mais seco deserto da Terra.

Além de seco, a atmosfera marciana é também empoeirada. Da sua superfície seu céu não é azul, mas rosa creme. Isso decorre devido a presença de partículas em suspensão da ordem de 0.001mm de diâmetro. Esse mesmo efeito pode acontecer na Terra, na ocorrência de erupções vulcânicas, tempestades de areia ou longo períodos de seca.

Durante o período de oposição do planeta Marte em 1988, passávamos aqui na região sudeste brasileiro, por um fenômeno de estiagem que já durava meses. Muitas vezes o nosso céu tornava-se amarelado, devido à poeira em suspensão.

Apesar da baixa concentração do vapor d'água na atmosfera marciana, ele também pode formar nuvens de coloração azuis e brancas.

Devido à baixa pressão atmosférica marciana, em torno de 6 milibares (na Terra, ao nível do mar, é de 1000 milibares), a água não consegue manter-se no estado líquido, mas sim no estado sólido ou gasoso.

O gelo encontra-se no subsolo na forma de “permafrost” (barro congelado) e também na Calota Polar Norte.

Também foram vistas supostas geadas de água na região boreal de Utopia, sendo fotografada pela sonda norte-americana Viking 2, durante o inverno daquele hemisfério. Acredita-se que o vapor d'água vindo do verão austral, condensou-se no solo, devido ao frio da região.

A concentração do vapor d'água varia conforme a latitude, nas 24 horas e também de acordo com a época do ano. A água congelada no subsolo deve estar presente a partir de latitudes maiores de 30 graus de cada hemisfério. Nas regiões equatoriais, por serem mais quentes, a água deve apresentar-se principalmente na forma de vapor.

Essa teoria foi confirmada pelas sondas Viking 1 e 2 em 1976. Elas notificaram claramente uma grande concentração de vapor d'água na zona equatorial, reduzindo gradativamente na direção dos pólos.

Esse processo ocorre durante o dia. À noite a temperatura marciana cai em média 60 graus, tornando-se muito fria, provocando assim a condensação do vapor no solo. Com o raiar do dia, o calor do sol sublima o gelo provocando a neblina matinal, que desaparece com o passar das horas.

A concentração do vapor d'água também varia de acordo com as estações do ano. No verão, a concentração do vapor d'água aumenta de 2 a 3%. No inverno, devido ao processo de congelamento que ocorre na superfície, faz a porcentagem do vapor ser desprezível.

Uma outra ocorrência de alteração da concentração do vapor, de acordo com as estações do ano, é controlado pela Calota Polar Norte. Essa calota polar é composta de água congelada e coberta por uma capa formada de gás carbônico congelado. Na entrada do verão, essa capa polar é derretida liberando primeiro o gás carbônico e depois a água, produzindo muitas nuvens na região.

A Calota Polar Sul, diferentemente, é formada apenas por gás carbônico congelado e seu derretimento no verão coopera com o aumento do vapor d'água atmosférico.

## **2. OS TRÊS FUNDAMENTAIS DE NUVENS MARCIANAS VISÍVEIS AO TELESCÓPIO.**

As nuvens marcianas normalmente são visíveis ao telescópio. São tres tipos fundamentais e classificam-se de acordo com a sua coloração: azuis, brancas e amarelas.

As nuvens azuis e brancas são compostas de cristais de gás carbônico ou água. São mais frequentes quando o planeta está longe do sol, no seu afélio, pois possuem uma temperatura baixa. Atingem grandes altitudes: 10 a 20 quilômetros.

### **2.1. NUVENS AMARELAS:**

São nuvens compostas de poeira levantada pelos ventos. Estão a uma altura média de 5 a 10 quilômetros, sendo consideradas baixas. Embora não sejam tão frequentes, podem cobrir grandes extensões. Normalmente surgem no periélio, pois nessa situação, a radiação solar aumenta em 40% e o calor provoca ventos que levantam poeira.

Às vezes são confundidas com áreas brancas ou mesmo cerrações de gelo.

Ao telescópio, elas são evidenciadas usando-se filtros amarelos.

São vistas assim:

#### **2.1.1. Isoladas em qualquer região.**

#### **2.1.2. Cobrindo temporariamente algumas regiões:**

Podemos notá-las sobre regiões escuras, “manchando-as” de amarelo-claro e seu deslocamento, orienta-nos sobre a direção e velocidade dos ventos.

#### **2.1.3. Dust-storms:**

São as Tempestades de Areia. Elas podem atingir grandes proporções, desde pequenas regiões, até globalmente por todo o planeta. Chegam a atingir 50 quilômetros de altura. Foram observadas tempestades globais nas oposições de 1956, 1971, 1973 e 1977. Em novembro de 1988, houve uma tempestade de moderada proporção.

## **2.2. NUVENS AZUIS:**

Estão localizadas na estratosfera marciana. São como brumas compostas de cristais de gelo, semelhante aos cirros, ou cristais de gás carbônico congelado. A temperatura nelas é muito baixa. São especialmente notadas, usando-se filtro azul.

São vistas assim:

### **2.2.1. Nevoeiros:**

(em inglês: Hazes): vistos ao longo do limbo nascente e poente do planeta. Também poderão estar sobre as calotas polares. São melhores visíveis no limbo, porque a visão tangente favorece a observação da atmosfera em grande altitude. Eles desaparecem ao redor das 8 ou 9 horas da hora local marciana. São compostos de cristais de gás carbônico suspenso na atmosfera, mas podem ser constituídos de água (como cirros) ou a mistura dos dois.

### **2.2.2. Nuvens Isoladas.**

### **2.2.3. Faixas de nuvens** ou em forma de “W” visíveis principalmente em regiões equatoriais.

## **2.3. NUVENS BRANCAS:**

Essas nuvens são semelhantes aos cirros terrestres. Aparecem como manchas brancas e brilhantes, que por sua grande altitude (da ordem de 10 a 20 quilômetros), podem ultrapassar a borda do disco do planeta, como uma protuberância. Essas nuvens estão sobre os vulcões, nos vales, em bacias como a de Hellas ou regiões polares. No degelo da Calota Polar Sul elas aparecem sobre essa região polar. Normalmente surgem ao nascer do dia.

Elas são visíveis em luz integral, não necessitando de nenhum filtro para serem notadas.

Elas são visíveis em luz integral, não necessitando de nenhum filtro para serem notadas.

São vistas assim:

### **2.3.1. Como geadas na superfície:** nessa situação não são consideradas como nuvens.

### **2.3.2. Orográficas:**

são localizadas em regiões de montanhas, como nos vulcões da região de Tharsis e Elysium. São pequenas e muitas vezes cobrem apenas uma montanha. Na oposição de 1988, foi notado uma mancha branca e redonda, sobre o local onde se situa o vulcão Arsia Mons.

2.3.3. Aparecem no terminador quando Marte está em fase.

### **2.3.4. Nevoeiro que dá lugar à calota polar em formação.**

### **2.3.5. Nuvens do Limbo:**

próximas à zona equatorial e dissipam-se com o avançar do dia.

## **3. ANÁLISE DAS NUVENS DURANTE A OBSERVAÇÃO TELESCÓPICA DA OPOSIÇÃO MARCIANA DE 1988.**

No dia 22 de setembro de 1988, Marte esteve à distância mínima de 58 milhões de quilômetros da Terra, apresentando um diâmetro angular de 23,8 segundos de arco, equivalendo a 1/75 do diâmetro da Lua Cheia. Devido à excentricidade acentuada da órbita marciana, a oposição de 1988 foi a mais próxima desde 1971.

Localizado em São José do Rio Preto, cidade paulista localizada a 450 quilômetros a noroeste de São Paulo, o autor utilizou um telescópio refletor de 200mm de diâmetro a  $f/D=6,5$ . Foram feitas observações diretas ao telescópio, usando-se os devidos filtros coloridos, para o realce das estruturas marcianas. Para a captação

e documentação das imagens, foi usada uma video-câmera CCD (Charged Coupled Device) Panasonic. A imagem foi gravada em fita magnética, sendo posteriormente processada em fotografia comum. Modificando a técnica do processamento fotográfico, foi possível realçar as nuvens marcianas, motivando-se a realização deste trabalho.

Podemos notar a presença de nuvens nas imagens CCD, sendo salientadas eletronicamente.

São elas:

23-08-1988, 5h38m TU. Meridiano Central (MC) = 280 graus.

Vide foto nº 1.

Nota-se uma mancha clara na região nascente de Aeria, melhor visível em filtro azul. Por estar Marte em fase, essa mancha poderia ser também apenas um brilho do sol sobre essa região normalmente clara.

19-09-1988, 5h20m TU. Meridiano Central (MC) = 30 graus.

Vide foto nº 2.

Havia nevoeiros (hazes) na borda nascente do planeta. Em meio a esse nevoeiro, havia uma mancha branca e brilhante sobre Thaumasia, bem notada em luz integral. Também havia na borda nascente de Marte. Essa nuvem desapareceu após umas duas horas. Era uma nuvem branca, ou melhor, uma nuvem do limbo. A CPN era visível. Observadores japoneses também relataram sobre a presença de nuvens matinais em Solis Lacus, Candor e Thaumasia.

20-09-1988, 4h00m TU. Meridiano Central (MC) = 10 graus.

Vide foto nº 3.

Na borda nascente, podemos observar um notável nevoeiro (haze) que prolonga-se para dentro do disco marciano, atingindo a região de Chryse. Na foto nº 4, vê-se a foto nº 3 sem realce eletrônico.

23-09-1988, 1h45m TU. Meridiano Central (MC) = 290 graus.

Vide foto nº 5.

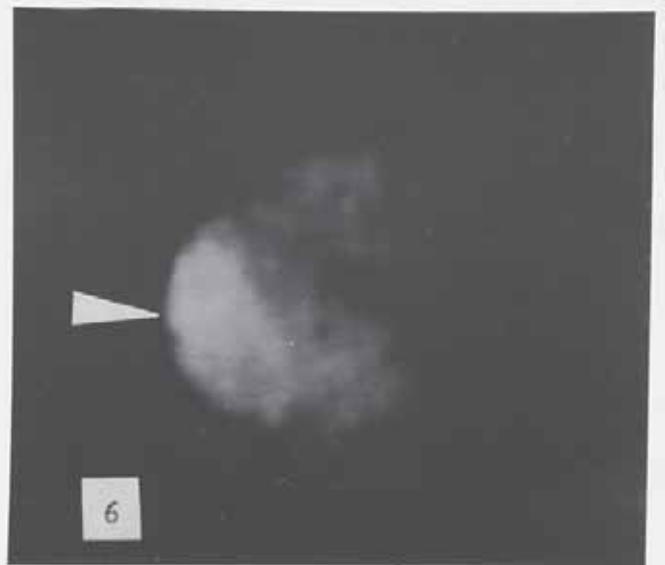
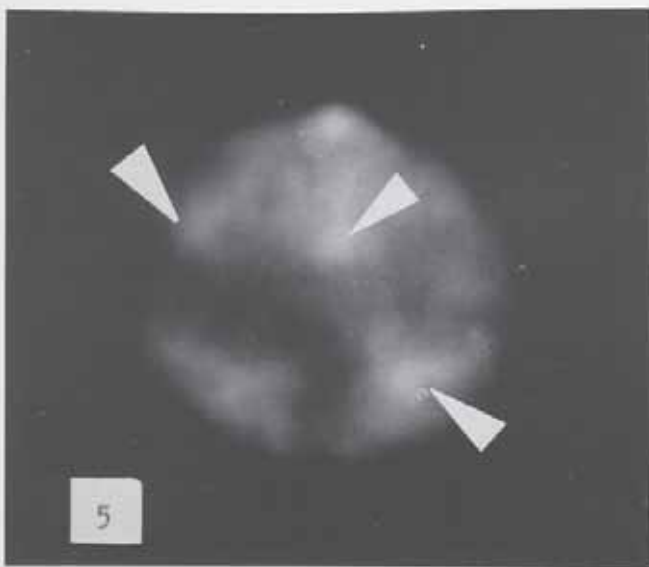
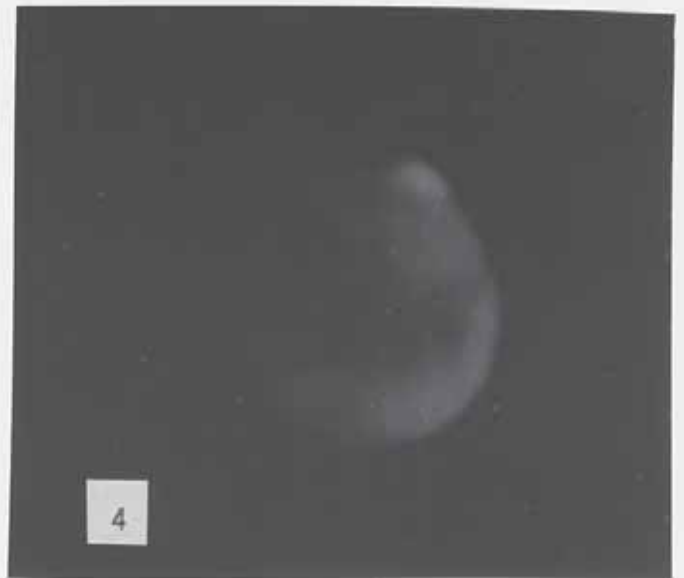
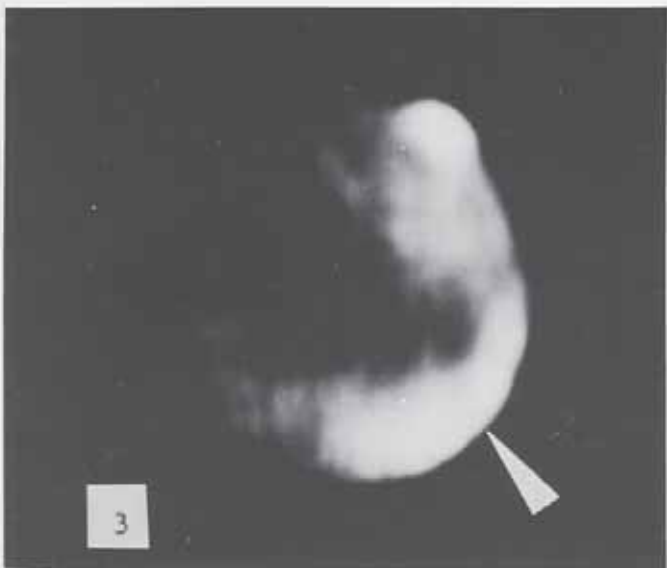
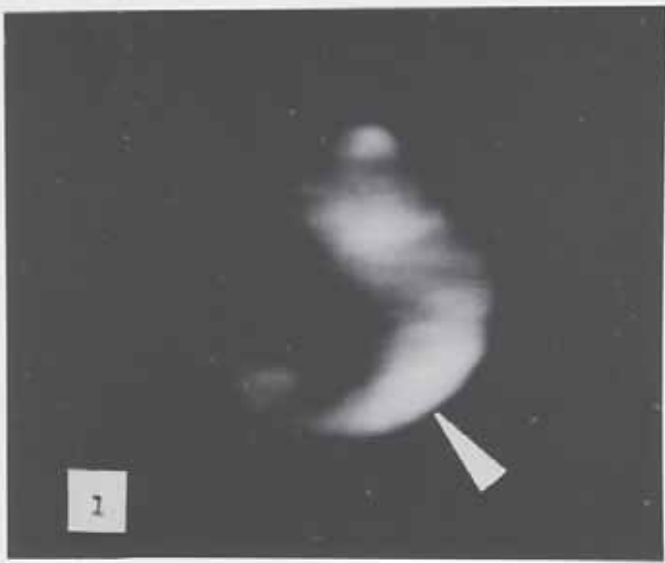
Foram notadas, individualmente, na porção norte de Hellas e Ausonia e também em Aeria, manchas amareladas. As manchas visíveis em Hellas e Ausonia, também foram observadas em 27 de setembro pelos observadores paulistas Claudio Brasil Leitão Jr. e Tasso Augusto Napoleão.

Segundo Donald C. Parker, Jeff D. Beish e Carlos E. Hernandez da Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO/USA), foram vistas nuvens vespertinas em novembro sobre Ausonia e na porção noroeste de Hellas até janeiro. Eles consideraram que, pelo fato dessas nuvens não terem se movido e obstruído áreas escuras, não poderiam ser nuvens amarelas, mas explicam como sendo nevoeiros (hazes) próximos a superfície.

04-10-1988, 0h45m TU. Meridiano Central (MC) = 190 graus.

Vide foto nº 6.

No lado poente, na região de Memnonia, foi notada uma grande mancha clara, melhor visível ao filtro azul. Essa mancha era também visível no dia 3 de outubro a 1h00 TU, sendo considerada como nuvem azul. Uma fotografia feita no Observatório Christus, em Fortaleza-CE, por Dermeval Carneiro, também mostra essa nuvem. Pela localização, relativamente equatorial, presume-se que a nuvem seja composta de água. Em 1976-77, as sondas Viking registraram a deposição de gelo todas as noites sobre essa região, mesmo no verão, desaparecendo depois do nascer do sol.



#### 4. O ESTUDO OBJETIVO DA RETRAÇÃO DA CALOTA POLAR SUL (CPS).

A oposição marciana de 1988 foi do tipo periélica. O pólo sul marciano esteve voltado para a Terra, mostrando com destaque o hemisfério sul, dificultando assim as observações do hemisfério norte. Com a entrada do verão marciano, que ocorreu na primeira quinzena de setembro, a CPS começou a sublimar, diminuindo rapidamente de tamanho.

Nas observações feitas em São José do Rio Preto/SP, notou-se uma redução de tamanho considerável durante os meses de julho a agosto. O gráfico de retração da calota em relação a latitude, foi relativamente semelhante à medida considerada pelos observadores da entidade norte-americana ALPO.

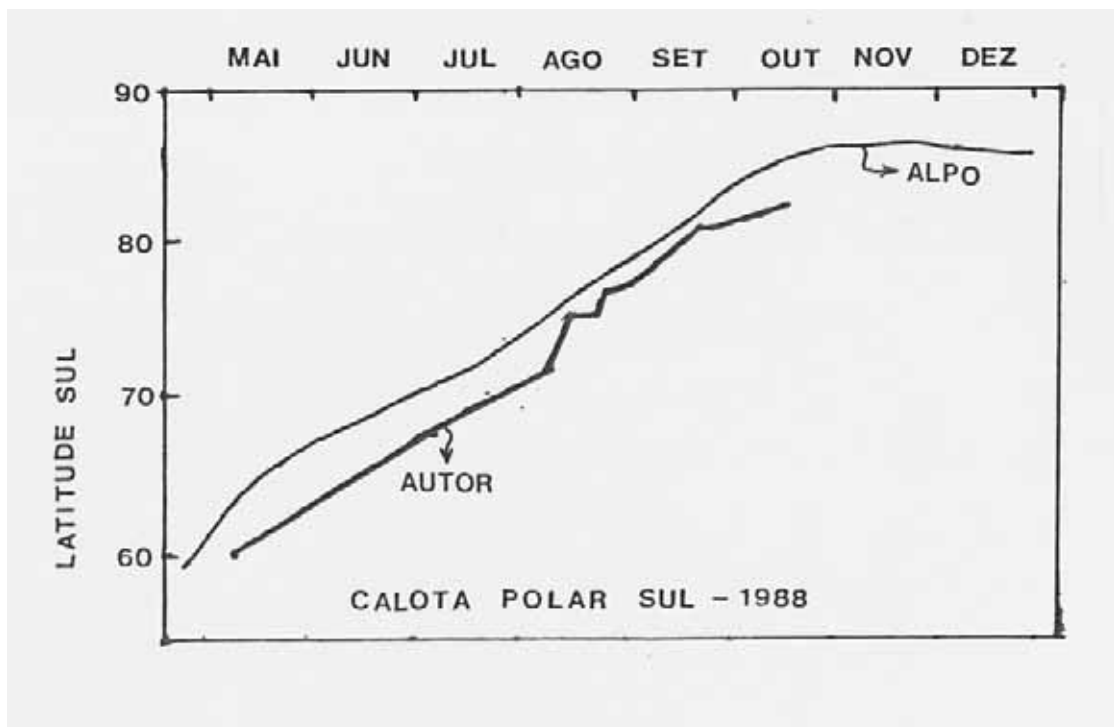
A dimensão angular da CPS, foi feita analisando-se as imagens CCD de Marte, feitas pelo autor.

Na longitude cartográfica de 200 graus, a CPS foi muito mal notada. Isso explica-se pela descentralização da CPS residual em relação ao pólo de rotação. Essa descentralização atinge cerca de 400 quilômetros. Na Terra, a mesma situação ocorre, pois o pólo frio não coincide com o pólo de rotação.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Uma vez que não houve nenhuma grande tempestade de poeira que apagasse as marcas superficiais durante os momentos de maior aproximação, onde a definição de estruturas do relêvo é melhor, tivemos as melhores condições de imagens das últimas décadas.

A utilização pela primeira vez no Brasil de câmera CCD na captação das imagens marcianas, também foi coberta de sucesso uma vez que as fotografias trouxeram ótimos resultados gráficos dos detalhes do relêvo e da presença de nuvens, apesar de ter sido usado um telescópio de pequeno porte.



## 6. REFERÊNCIAS.

- 1- Donald C. Parker, Jeff D. Beish e Carlos E. Hernandez: Mars Grand Finale - Sky and Telescope - Apr 1989 - pag. 369.
- 2- Gerard de Vaucouleurs: The best Telescopic Pictures of Mars - Sky and Telescope - jan 1989 - pag. 15.
- 3- Beish, Parker e Hernandez: The red planet shows off - Sky and Telescope - jan. 1989 - pag. 30.
- 4- David J. Eicher e Daniel M. Troiani: Memories of Mars - Astronomy - Apr. 1989 - pag. 74.
- 5- Michael Carrol: The changing face of Mars - Astronomy - march 1987 - pag. 6.
- 6- William K. Hartmann: What's new on Mars? - Sky and Telescope - may 1989 - pag. 471.
- 7- J. Beish e D. C. Parker: 1988: A great year for Mars - Astronomy - march 1988 - pag. 58.
- 8- J. Beish e D. C. Parker: Exploring Mars in 1988 - Sky & Telescope - Apr. 1988 - pag. 370.
- 9- J. Beish: A Mars Observer's Guide - Sky & Telescope - may 1988 - pag. 516.
- 10- Steven W. Squyres: Searching for the waters of Mars - Astronomy - aug. 1989 - pag. 20.
- 11- Ten Pointers for Mars Observers - Astronomy - july 1988 - pag. 76.
- 12- Ronaldo R. Freitas Mourão: Marte, da Imaginação a Realidade - ©1988.
- 13- Richard M. Godoy e J.C.G. Walker: Atmosferas Planetárias - ©1982.
- 14- Jean Nicolini: Manual do Astrônomo Amador - ©1985.
- 15- Nelson Falsarella: A oposição de Marte de 1988 - Reporte nº 2 - Rede de Astronomia Observacional (REA/SP) - Dez/1989.
- 16- Tasso Augusto Napoleão: Observação de Marte em 1988, cotas fotométricas e nuvens - Reporte nº 2 - Rede de Astronomia Observacional (REA/SP) - Dez. 1989.
- 17- Frederico Luiz Funari e Newton F. Funari: Observações de Marte em 1988 - Boletim nº 1/89 - União de Amadores de Astronomia - UAA/SP.
- 18- James B. Pollack: Mars - Scientific American - sept. 1975 - pag. 106.
- 19- Viking 1, Early Results - NASA/EUA - ©1976.
- 20- Mars: The Viking Discoveries - NASA/EUA - ©1977.
- 21- Viking: The Exploration of Mars - NASA e Jet Propulsion Laboratory - EUA - ©1984.
- 22- Jean Nicolini, F.L. Funari, Julio C. Lobo e A.C. Negreiros - Promarte 88: Circular Informativa nº 1, 2 e 3 do Observatório do Capricórnio - Campinas/SP - ©1988.
- 23- Universo nº 26 - pag. 15 - Liga Ibero-Americana de Astronomia (LIADA) - Venezuela.
- 24- Universo nº 24 - pag. 77 - LIADA - Venezuela.