

OBSERVAÇÕES DAS MANCHAS SOLARES – UMA HISTÓRIA ANTIGA

SUNSPOTS OBSERVATIONS - AN ANCIENT HISTORY

Caren Lorensi¹
Alessandra Abe Pacini²

Resumo: O Sol sempre foi motivo de curiosidade humana. Observações do Sol e registros do número de manchas ocorrem há mais de 1000 anos, embora o entendimento sobre a potencialidade do monitoramento dessas manchas para estudos da Física Solar tenha ocorrido séculos mais tarde. Como todo ramo de pesquisa em fase inicial, o registro das primeiras manchas solares causou inúmeras especulações e definições inconsistentes. Esse cenário mudou lentamente a partir da melhoria dos instrumentos de observação e do amadurecimento de ideias e de concepções. Neste trabalho, fez-se uma breve revisão histórica sobre as observações do Sol, a evolução, no decorrer dos anos, de alguns instrumentos utilizados e as contribuições científicas na construção de conceitos sobre os ciclos de atividade solar.

Palavras-chave: Manchas solares; histórico de observações; ciclo solar.

Abstract: The Sun has always inciting the human curiosity. Solar observations and sunspot number records have been registered for more than 1000 years, even though the understanding of the importance of monitoring these spots to Solar Physics studies only occurred centuries later. As usual, the beginning of this new scientific area generated numerous speculations and inconsistent definitions. This scenario has changed slowly along with the improvement of the observational instruments and maturation of concepts and models. In this paper, we present a brief historical review about Solar observations, the instrument evolution along the years and discuss some relevant scientific contributions for the current solar activity knowledge.

Keywords: Sunspots; historical observations; solar cycle.

¹ Doutora em Física e Astronomia, Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - IP&D - Laboratório de Registros Naturais -, Brasil. E-mail: caren.lorensi@gmail.com.

² Doutora em Geofísica Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.; Doutora em Física pela Universidade de Oulu - Finlândia. Pesquisadora do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - IP&D - Laboratório de Física e Astronomia, Brsil. E-mail: pacini@univap.br.

1. INTRODUÇÃO

O Sol sempre foi objeto de estudos, observações e até adoração pelos povos antigos, que entendiam sua importância nos processos de vida na Terra e atribuíam-lhe a característica de um Deus. Os Incas, por exemplo, por possuírem considerável conhecimento em astronomia, construíram um relógio solar que descrevia o percurso do Sol ao longo do ano. Isso garantiu-lhes o desenvolvimento de calendários para melhoria nas práticas agrícolas e representação de datas comemorativas (COLOMBO JUNIOR, 2011). Na China antiga (Século XIII a. C.), o Sol também era adorado, e a ele eram oferecidos rituais de sacrifícios diários de boas vindas e de despedidas (XU, 1990). Essa adoração levou os chineses a observar e a registrar, com pioneirismo, manchas escuras no disco solar e, também, os eclipses (VAQUERO; VASQUEZ, 2009).

Sabe-se hoje que a ocorrência de manchas solares é uma manifestação da atividade magnética da estrela (FRIIS-CHRISTENSEN, 2000) e a quantidade dessas manchas varia de forma periódica de acordo com os ciclos magnéticos do Sol, com um maior número delas quando há emissão de energia mais intensa – o máximo solar (PRIEST, 1987).

O registro do número de manchas solares tem sido obtido por observações diretas desde a China antiga e seguiu por grupos independentes de observadores em diferentes regiões do planeta. Isso causou grande dificuldade de fazer um levantamento histórico preciso desses registros, além dos extravios que ocorreram durante guerras ou manipulações de caráter religioso. Na Europa Medieval, por exemplo, ideologias religiosas impediam que estudiosos investigassem, a fundo, as características do Sol. O astro era visto como um corpo perfeito, logo, era comum que muitos estudiosos se mostrassem relutantes em denunciar a aparição de algum ponto escuro no Sol (HOYT; SCHATTEN, 1997).

Apesar da Ásia e da Europa apresentarem um volumoso registro de observações do Sol e avistamentos de manchas solares, houve registros de manchas solares da era pré-telescópio também na América Central e na Índia (VAQUERO; VASQUEZ, 2009).

1.1 As primeiras observações – A olho nu

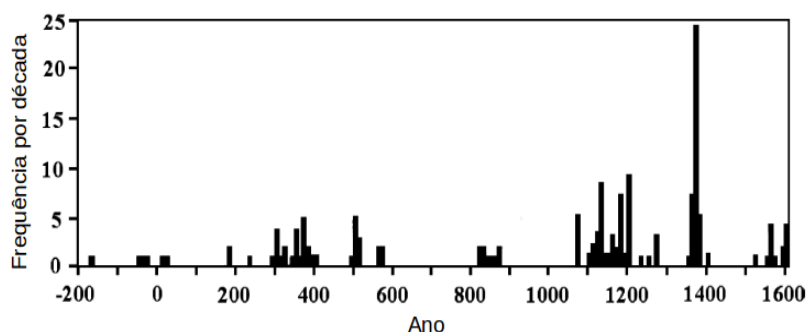
Segundo Eddy (1976), os chineses já observavam manchas escuras na fotosfera solar a olho nu, desde 1000 a.C. Em torno de 95% do histórico de observações são Orientais, em especial da China e da Coreia e, assim, manteve-se até 1150 d.C. cobrindo um intervalo de tempo muito maior que das observações feitas na era do telescópio (VAQUERO; VASQUEZ, 2009). Foi graças a esses documentos antigos que

evidenciaram-se variações de longo período da atividade solar (STEPHENSON, 1990).

Observações do Sol a olho nu são possíveis desde que a mancha seja grande e que a atmosfera apresente condições favoráveis, como poeira, nebulosidade que reduza a luminosidade do Sol (VAQUERO, 1997). Embora Needhan (1959) tenha sugerido que os orientais já usassem filtros artesanais para amenizar a luz solar, assim como para refletir a luz do Sol em piscina com líquido colorido.

Em números, o acervo oriental possui, em torno, de 150 registros de ocorrência de manchas solares que foram feitos, separados e independentemente, por chineses e coreanos antes de 165 a.C. (WITTMANN; XU, 1987). Yau e Stephenson (1988) catalogaram os registros históricos orientais de 165 a.C.-1918 d.C., descrevendo, claramente, as observações feitas. Em um trabalho posterior, Vaquero e Vasquez (2009) expuseram parte dessas observações (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição decadal dos registros a olho nu de manchas solares feitos no Leste da Ásia entre 165 a.C. e 1610 d.C. (Fonte: Modificada de Vaquero e Vasquez, 2009).

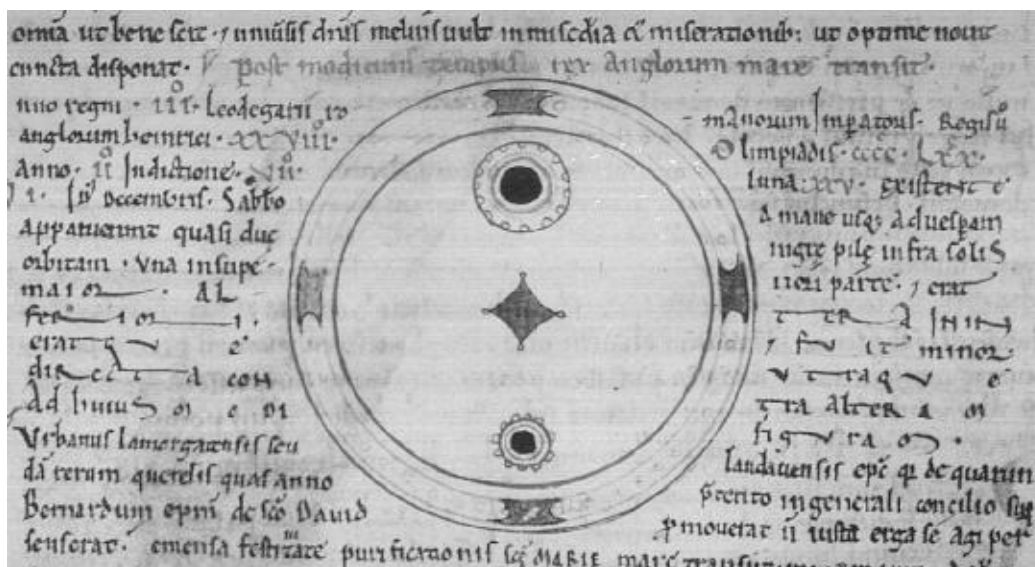


Fonte: Autor.

Entre 840-1130 d.C., astrônomos árabes também notaram manchas no Sol, porém, convictos de que o Sol era um corpo perfeito, atribuíram esses avistamentos ao trânsito de Vênus ou de Mercúrio sobre o disco solar. Na Europa, o registro mais antigo de manchas no Sol é de 807 d.C., conforme publicado na crônica alemã “*Annales Loiselanos*”. Nessa publicação também há referência ao trânsito de planetas (STEPHENSON; WILLIS, 1999). Há relatos de registros feitos por russos no verão de 1365 e de 1371 d.C. (VYSSOTSKY, 1949) e, também, na Boêmia, em 1139 d.C. (WITTMANN; XU, 1987). Conta-se, ainda, que astrônomos de Carlos Magno (O Grande) supostamente observaram manchas na fotosfera solar em 807 d.C. (HOYT; SCHATTEN, 1997).

A ilustração mais antiga e detalhada sobre a visualização de manchas solares foi exposta na crônica de John de Worcester (Figura 2). A ilustração sugere que duas manchas solares (ou dois densos grupos de manchas) foram vistas em 08 de dezembro de 1128, em Worcester, Inglaterra (WILLIS; STEPHENSON, 2001).

Figura 2 – Desenho de mancha solar observada em 1128 em Worcester, Inglaterra e publicada na crônica de John de Worcester



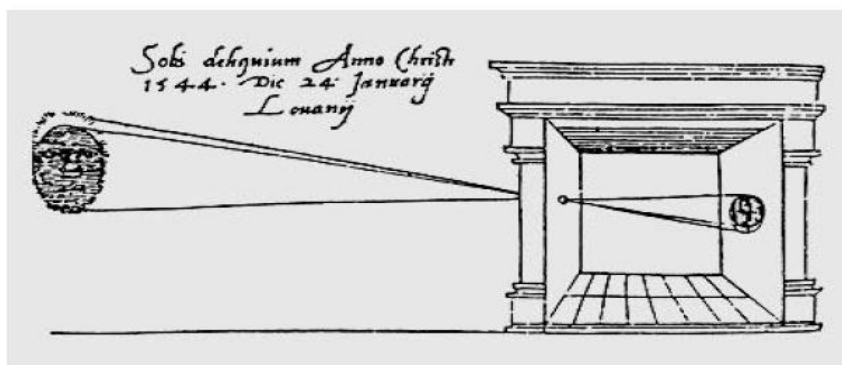
Fonte: Willis e Stephenson, 2001.

1.2 O Uso de câmeras escuras

Antes do advento do telescópio, muitos cientistas faziam observações astronômicas com o uso de câmaras escuras.

Em 1545, Reinerus Gemma Frisius (1508-1555) explicou o funcionamento da câmara escura baseada na teoria do duplo cone, mostrando a imagem invertida e as relações geométricas entre o tamanho e o formato da imagem durante os eclipses (CANATO, 2008). É de Frisius o primeiro desenho de uma observação solar feita com o uso da câmara escura (Figura 3). Curiosamente, em 1544, enquanto observava o eclipse, Frisius intrigou-se pelo fato de não avistar manchas solares. Posteriormente, soube-se que isso ocorreu porque sua observação foi feita durante o Mínimo de Spörer (1416-1584) (VAQUERO, 2007).

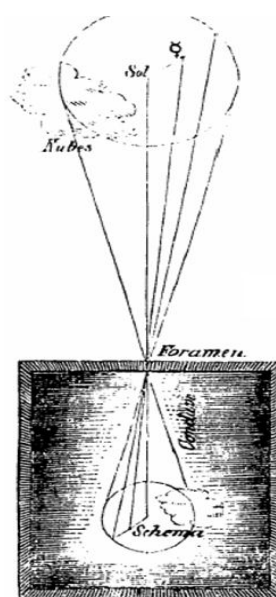
Figura 3 - Ilustração astronômica do uso da câmara escura. No caso, o registro do eclipse de 1544, por Gemma Frisius



Fonte: Vaquero, 2004.

A partir do feito de Frisius, o uso das câmeras escuras se tornou muito comum entre os séculos XVI e XVII na Europa. Dentre os cientistas que faziam uso desse artefato, estava Johannes Kepler (1571-1630), o primeiro a observar uma mancha solar com a câmera escura. A experiência de Kepler por pouco não teve o sentido contrário, quando em uma de suas observações, ao detectar uma pequena mancha no disco solar, Kepler convenceu-se de que se tratava do trânsito de Mercúrio e publicou sua descoberta em duas ocasiões em 1607 e 1609 (USOSKIN, 2013). Alguns anos mais tarde, Kepler percebeu que aquela observação não poderia ter sido Mercúrio, mas sim uma grande mancha solar (VAQUERO, 2007) (Figura 4).

Figura 4 - Registro de manchas solares feitas por Kepler, em 1607, e publicada no mesmo ano.



Fonte: Vaquero, 2007.

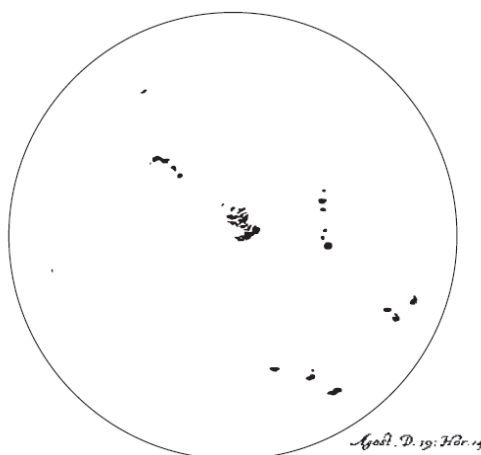
Embora tenham ocorrido equívocos como o de Kepler, houve uma quantidade expressiva de observações regulares por meio do uso de câmaras escuras. Durante 80 anos, entre os séculos XVII e XVIII, meridianos em catedrais de Bolonha, Roma, Florença, Paris serviram como observatórios solares de onde acumulou-se cerca de 300 páginas de observações que foram publicadas em 1736 (VAQUERO, 2007). Tempos depois, pesquisadores acessaram esses registros históricos e, a partir deles, obteve-se séries com o número dessas manchas. Tempos depois, tendo os estudiosos acesso a esses registros históricos de observações, puderam obter séries com o número dessas manchas.

1.3 O Telescópio

No século XVII na Europa houve uma diminuição no uso das câmaras escuras

devido ao surgimento do telescópio. Galileu Galilei (1564-1642) foi o primeiro a observar o Sol e o céu com o uso de telescópios em 1611 (ECHER et al., 2003), e, também, foi o primeiro a observar manchas solares a olho nu e com o telescópio ao mesmo tempo em 1612 (VAQUERO, 2004). Essa observação específica foi publicada em 1613 (Figura 5).

Figura 5 – Publicação de Galileu de 1613 mostra o disco solar com manchas solares.



Fonte: Vaquero e Vasquez, 2009.

Com o auxílio do telescópio, foi possível conhecer a estrutura das manchas solares, suas posições e saber que o Sol possuía rotação diferenciada entre os polos e a região equatorial (BRIGGS; CARLISLE, 1996).

1.4 Atividade solar monitorada por meio do número de Manchas Solares

A observação e contabilização das manchas solares ao longo dos anos levaram os cientistas a concluir que o surgimento e desaparecimento dessas manchas dependiam do comportamento do Sol, denominado “atividade solar”. Além disso, a posição, forma e tamanho das manchas dependem das etapas do ciclo da atividade solar. Para Hoyt e Schatten (1997), a série de manchas solares é um índice direto sobre a atividade solar, sendo essa o mais longo e importante registro observacional que se tem acesso.

Em 1843, estudando os mais de 100 anos de registros observacionais, Heinrich Schwabe percebeu que a ocorrência dessas manchas obedecia a um ciclo com o máximo de observações em torno de 10 – 12 anos, e que, entre esses períodos, os registros praticamente desapareciam (BRIGGS; CARLISLE, 1996). Nesse mesmo ano, Schwabe publicou um trabalho onde relatava suas observações acerca das manchas solares para o período de 1826 e 1843 (EDDY, 1976).

Em 1908, o astrônomo George Ellery Hale complementou os trabalhos de

Schwabe ao concluir que o ciclo de 11 anos seria, na verdade, uma das fases de um ciclo de 22 anos. Além disso, por meio do espectroscópio solar, Hale percebeu que as manchas possuem fortes campos magnéticos e que dentro dos grupos de manchas, essas aparecem aos pares e com polaridades invertidas (PRIEST, 1987).

1.5 O Número de Manchas Solares – A Série

O trabalho de Schwabe incentivou o pesquisador Rudolf Wolf, levando-o a investigar os registros históricos de manchas solares. Como resultado dos esforços de Wolf, tem-se a reconstrução de grande parte da série de manchas solares, em especial os registros feitos antes de 1848 (EDDY, 1976).

Por meio dos registros das observações do Sol, foi possível que grandes reconstruções de atividade solar fossem realizadas. O Número Internacional de manchas solares (Wolf ou número de manchas solares de Zurique) é tido como a principal série temporal que define a atividade solar desde 1700. Essa série foi obtida por Rudolf Wolf no século XIX e mantida por seus sucessores (ECHER et al., 2003).

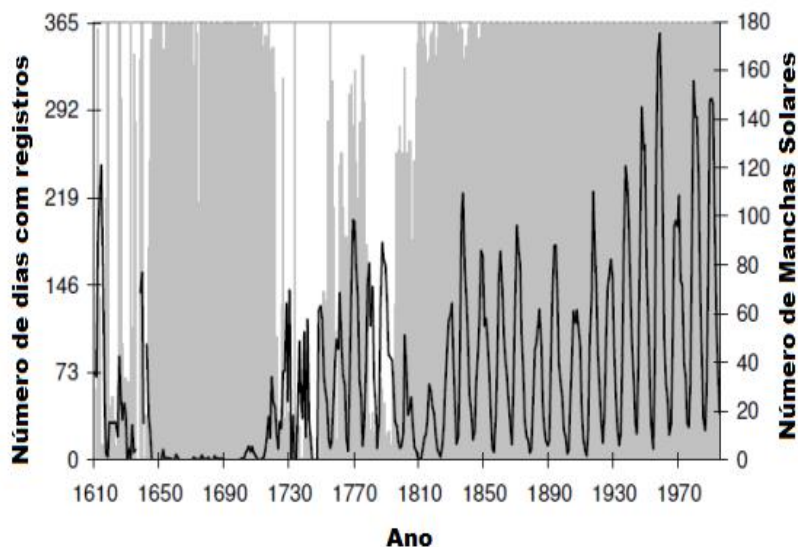
Como ocorre com muitas pesquisas que fazem uso de dados históricos, havia muitos dias perdidos de observações até o ano de 1817, e, por isso, Wolf contabilizou apenas médias mensais. Entre os anos de 1749-1818 muitos meses apresentavam dados faltantes o que fez Wolf preencher essas falhas por meio de interpolação e de observações por agulha magnética (VAQUERO, 2007).

Observações e relatos da ocorrência de manchas na superfície solar nunca cessaram. Porém, entre 1645 e 1715, o avistamento dessas manchas foi quase nulo, o que alavancou possíveis desconfianças a respeito da quantidade e da qualidade das observações feitas. No entanto, segundo Ribes e Nesme-Ribes (1993), mesmo sem manchas solares avistadas, esse período contou com 95% de observações. A Figura 6 faz um paralelo entre o número de observações realizadas e o número de manchas solares registradas. As barras verticais em cinza mostram o número de dias com registros, enquanto que a curva em preto representa a quantidade de manchas observadas.

Anos mais tarde, descobriu-se que esse período de pouca ou quase nenhuma mancha solar devia-se ao fato do Sol estar em seu mínimo de atividade. Esse período ficou conhecido como o Grande Mínimo Solar ou Mínimo de Maunder (em homenagem ao astrônomo britânico Edward Walter Maunder) (SHINDELL et al., 2001).

Foi por meio de consultas aos dados observacionais históricos das manchas solares que se tornou possível o entendimento e acompanhamento da evolução espacial e temporal das manchas (DUARTE, 2012). E que entendimento mais aprofundado sobre a atividade solar foi construído no decorrer dos séculos, atrelado a dedicação intensa das diversas mentes envolvidas.

Figura 6 – Número de dias com registros do Sol (barras verticais em cinza) e o número de manchas solares avistadas (curva em preto)



Fonte: Modificada de Vaquero, 2007.

1.5 O estudo da atividade solar nos dias de hoje

Com o passar dos anos e com a melhoria nos equipamentos de pesquisa, observações diretas do Sol passaram a ser feitas em observatórios com o uso de telescópios sofisticados. O Observatório Nacional de Kitt Peak, localizado no Arizona – EUA, por exemplo, concentra a maior diversidade de instrumentos astronômicos do mundo. Nesse observatório, são feitas imagens em alta resolução do Sol.

No Brasil, o estudo da Física Solar ainda é feito por radioastronomia. Pesquisas nessa área iniciaram-se na década de 1950, quando foi criado, na Universidade Mackenzie, um Departamento de Rádio Astronomia. Pelo empenho e iniciativa dos profissionais envolvidos, elaborou-se um projeto para a construção de um radiotelescópio. Nessa ocasião, foi criado, também, o GRAM (Grupo de Rádio Astronomia Mackenzie) e, posteriormente, o CRAAM (Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie), que foi um dos primeiros grupos a ter programas científicos de Física Solar e Física da Relação Sol-Terra no Brasil (MATSUURA, 2014).

O conhecimento de eventos solares continuam despertando o interesse de estudiosos no mundo todo. Apesar dos avanços nos equipamentos de monitoramento, aumento dos grupos de pesquisa e a inter-relação entre esses grupos, muito ainda se tem a descobrir quando se trata do Sol.

2. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma breve revisão sobre as primeiras observações do Sol. No início, com uso de instrumentos rudimentares de observações fez-se a

descoberta de manchas escuras na fotosfera solar, porém, ainda havia pouca ou quase nenhuma resposta sobre o que se observava. Foi a partir da melhoria dos instrumentos e da colaboração de diversos cientistas que construiu-se o conceito de atividade solar e observou-se que: 1) as manchas escuras na fotosfera do Sol surgem e desaparecem de maneira cíclica, e que 2) uma quantidade maior de manchas indica o máximo solar e um menor número assinala um mínimo solar. Com a reunião de tantas observações do Sol e com as centenas de registros da quantidade de manchas solares, foi possível compreender que a Terra passou por períodos de variabilidade na atividade solar, ao longo da história. Essas informações seguramente têm relevância científica, uma vez que se sabe que a vida na Terra depende da energia oriunda do Sol e que variações na emissão dessa energia pode nos fornecer explicações para diversos fenômenos climáticos. Fica claro também que os alicerces da ciência se constroem a partir de estudos continuados, sendo assim necessária a colaboração de diversos pesquisadores, mesmo que no decorrer de muitos séculos.

RERERÊNCIAS

BRIGGS, R. P.; CARLISLE, R. J. **Solar physics and terrestrial effects** – Chapter 3, Disponível em: <<http://www.swpc.noaa.gov/>>, 1996.

CANATO, V. **A solução para os problemas da câmara escura no Paralipomena de Johannes Kepler (1571-1630)**. São Paulo, 2008. 95f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

COLOMBO JUNIOR, P. D. O sol sob um olhar interdisciplinar – Relato de uma experiência didática com ênfase em física solar. **Experiências em Ensino de Ciências** – v. 6, n. 2, p. 133-150, 2011.

DUARTE, T. S. S. **Investigando o Campo Magnético das Estrelas análogas e gêmeas solares através da espectropolarimetria**. Natal, 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Física), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

ECHER, E. et al. O Número de Manchas Solares, índice da Atividade do Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 157-163, 2003.

EDDY, J. A., The Maunder minimum. **Science**, v. 192, p. 1189-1192, 1976.

FRIIS-CHRISTENSEN, E. Solar variability and climate. **Space Science Reviews**, v. 94, p. 411- 421, 2000.

HOYT, D. V.; SCHATTEN, K. H. **The Role fo Sun in Climate Change**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

MATSUURA, O. T. **História da Astronomia no Brasil**. Recife: Cepe, 2014, 666p.

NEEDHAM, J. H. **Science and Civilisation in China**, Vol. III: Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth. Cambridge: Cambridge University Press. 1959.

PRIEST, E. R. **Solar magneto-hydrodynamics**. [S.l.]: Dordrecht: D. Reidel,

Geophysics and Astrophysics Monographs, 1987.

RIBES, J. C.; NESME-RIBES, E. The solar sunspots cycle in the Maunder minimum AD 1645 to AD 1715. **Astron. Astrophys.** v. 276, p. 549-563, 1993.

SHINDELL, D.T. et al. Solar forcing of regional climate change during the Maunder Minimum. **Science**, v. 294, p. 2149-2152, 2001.

STEPHENSON, F. R. Historical Evidence concerning the Sun: Interpretation of sunspot records during the telescopic and pretelescopic eras. **Royal Society of London Philosophical Transactions, Series A**, v. 330, p. 499–512, 1990.

STEPHENSON, F. R.; WILLIS, D. M. The earliest drawing of sunspots. **Astronomy and Geophysics**, v. 40, p. 21–22, 1999.

USOSKIN, I. G., A History of Solar Activity over Millennia, Living. **Rev. Solar Phys.**, v. 10, p. 7 - 66, 2013.

VAQUERO, J. M. A 250-year cycle in naked-eye observations of sunspots **Geophysical Research Letters**, v. 29, n. 20, p. 1- 4, 1997.

VAQUERO, J. M. A forgotten naked-eye sunspot recorded by Galileo. **Solar Physics**, v. 223, p. 283–286, 2004.

VAQUERO, J. M. Historical Sunspot Observations: A Review , *Adv. Space Res.*, v. 40, p. 929 - 941, 2007.

VAQUERO, J. M.; VÁSQUEZ, M. **The Sun Recorded Through History: Scientific Data Extracted from Historical Documents**. Berlin; New York: Springer, 2009.

VYSSOTSKY, A. N. **Astronomical records in the Russian Chronicles from 1000–1600 A.D. (Historical notes and papers)**. Observatory, 1949.

WILLIS, D. M.; STEPHENSON, F. R. Solar and auroral evidence for an intense recurrent geomagnetic storm during December in AD 1128. **Annales Geophysicae**, v. 19, p. 289–302, 2001.

WITTMANN, A. D.; XU, Z. T. A catalogue of sunspot observations from 165 BC to AD 1684. **Astronomy and Astrophysics Supplement Series**, v. 70, p. 83–94, 1987.

XU, Z. Solar observations in ancient China and solar variability. **Philosophical Transactions Royal Society London A**, v. 330, p. 513-515, 1990.

YAU, K. K. C.; STEPHENSON, F. R. A revised catalogue of Far Eastern observations of sunspots (165 BC to AD 1918). **Quarterly Journal Royal Astronomical Society**, v. 29, p. 175-197, 1988.