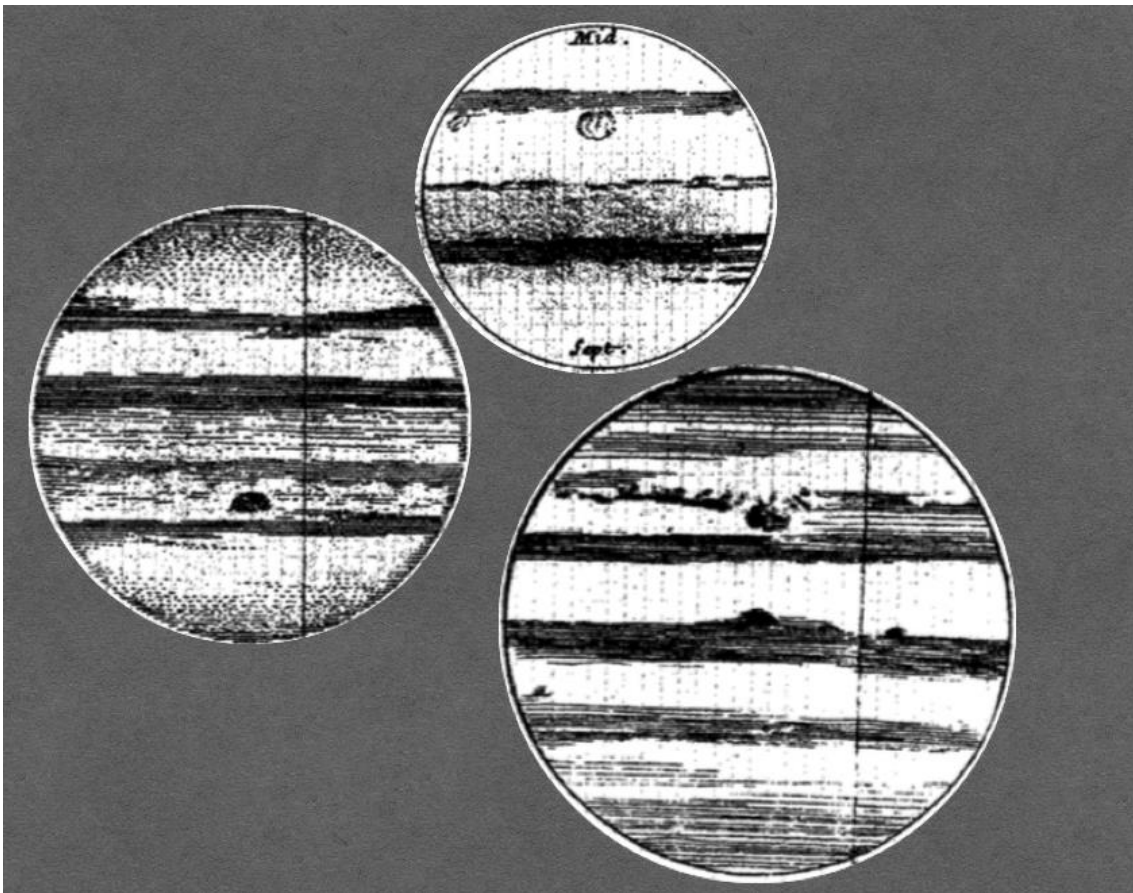


GRANDE MANCHA VERMELHA DE JÚPITER
Tem cerca de 140 anos, não 350 anos, como se pensava
Por Hindenburg Melão Jr.
www.saturnov.org

No excelente seriado Cosmos, assim como no livro homônimo, Carl Sagan comenta que a Grande Mancha Vermelha (GMV) de Júpiter é uma tempestade que talvez exista há cerca de 1 milhão de anos (episódio 6, cerca de 48:20 - https://youtu.be/tKd-CCPFV_4?list=PL96wQHzW_46q35ed3-U3SuqhBmhBKpj9P&t=2949). O seriado foi produzido em 1979 e apresentado em 1980, mesma época da publicação do livro. Embora já houvesse estudos que tentassem reconstituir a história da GMV, não eram muito conhecidos.

Atualmente aceita-se que a GMV foi observada pela primeira vez em 1665, por Giovanni Domenico Cassini. Há também algumas discussões sobre Robert Hooke tê-la observado em 1664, mas como a mancha de Hooke estava no hemisfério Norte de Júpiter, essa hipótese é menos aceita, pois é muito baixa a probabilidade de a GMV ter mudado de hemisfério num intervalo tão curto, mas a probabilidade de Hooke ter representado Júpiter “de cabeça para baixo” não é tão baixa. Contudo, ambas as hipóteses mostram inconsistências com diversos outros fatos que analisaremos a seguir. O mais provável é que a GMV tenha surgido em algum momento entre 1874 e 1878.

Alguns dos desenhos de Cassini que foram interpretados como representações da GMV são estes:



Embora Júpiter esteja representado sem seu achatamento polar, os demais detalhes estão razoavelmente acurados em termos de posição e tamanho. As faixas e zonas estão em posições

semelhantes às atuais, assim como suas larguras. Porém a mancha representada por Cassini difere não apenas da GMV atual como difere também de como ela deveria ser naquela época.

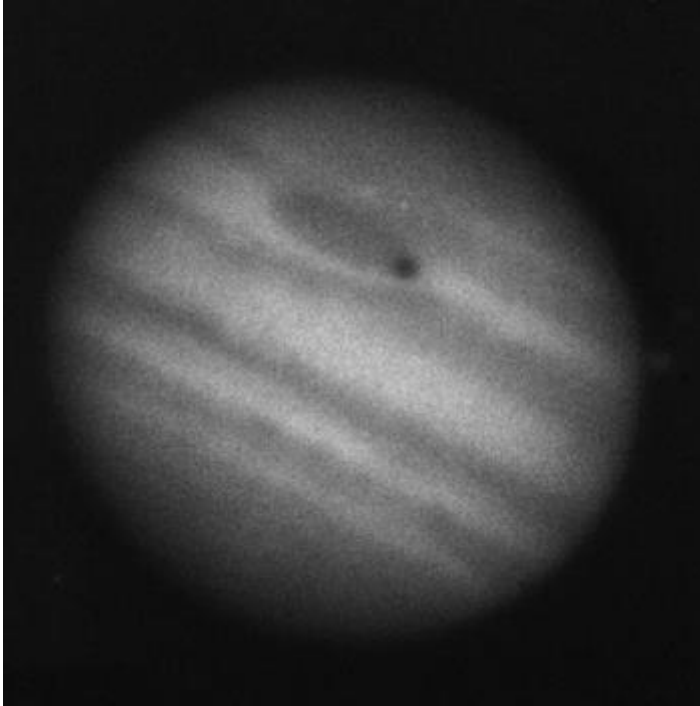
A foto mais antiga de que se tem registro da GMV é de 1879, apresentada abaixo, que é também a foto mais antiga que se tem de Júpiter:



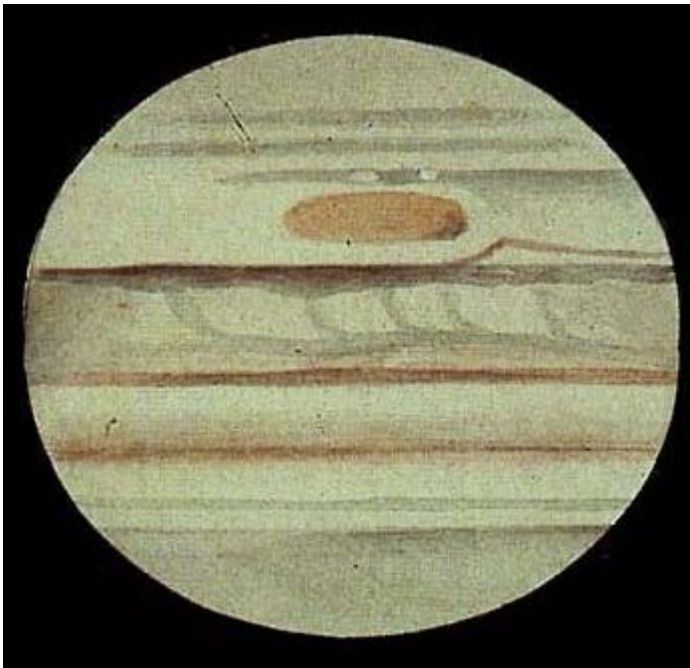
O planeta está “de cabeça para baixo”, isto é, com o hemisfério Sul no lado de cima. Isso é comum em muitas fotos de Júpiter, inclusive em enciclopédias, livros e artigos científicos.

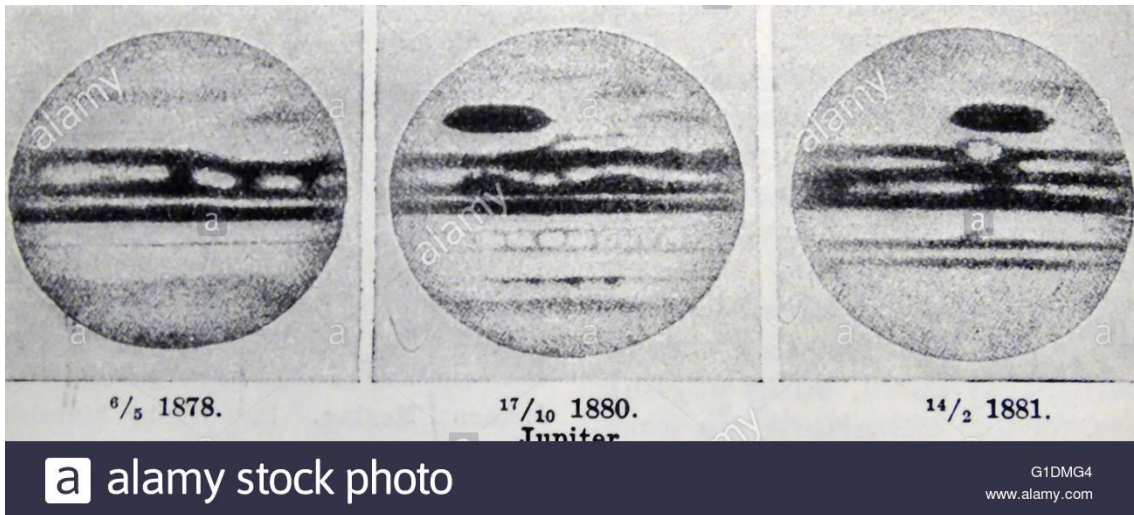
Conforme se pode observar, o tamanho é muito maior que o da mancha desenhada por Cassini, além de muito mais alongada. Mas não apenas isso. Quando se examina a evolução no tamanho e na forma da mancha ao longo dos 141 anos seguintes, constata-se que ela vai ficando menor e menos achatada. Além disso, também se observa variações em sua posição longitudinal e latitudinal, variações em sua cor, na temperatura e na velocidade que as diferentes partes do anticiclone giram em torno do olho. Além de outras variações associadas indiretamente a estas.

A foto a seguir é de 1891, na qual podemos ver também o trânsito de sombra de um de seus satélites, provavelmente Ganimedes, a julgar pelo tamanho:

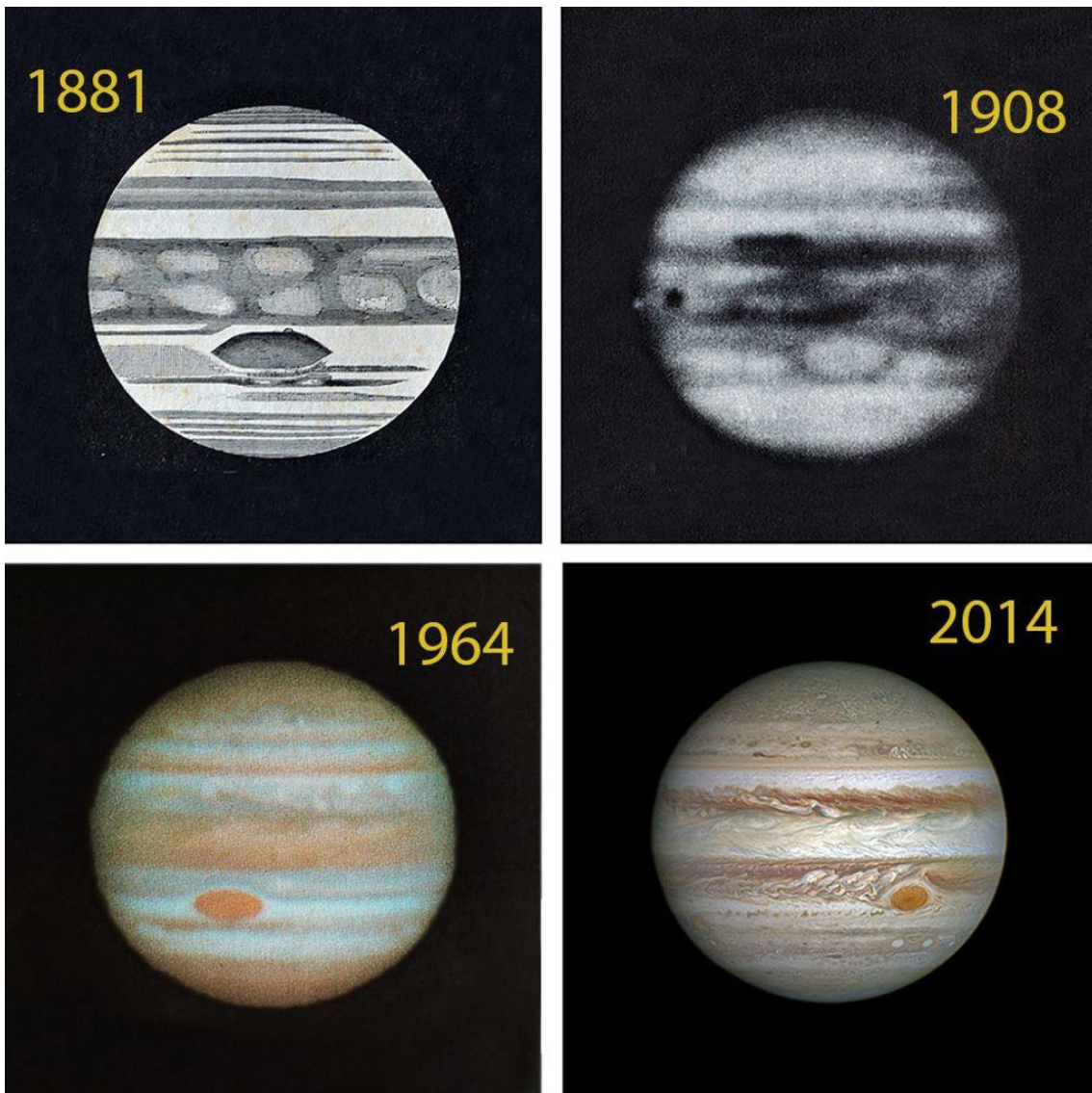


Os desenhos dessa época, de diferentes observadores, mostram tamanho e forma bastante semelhantes aos dessas fotos. Por exemplo:

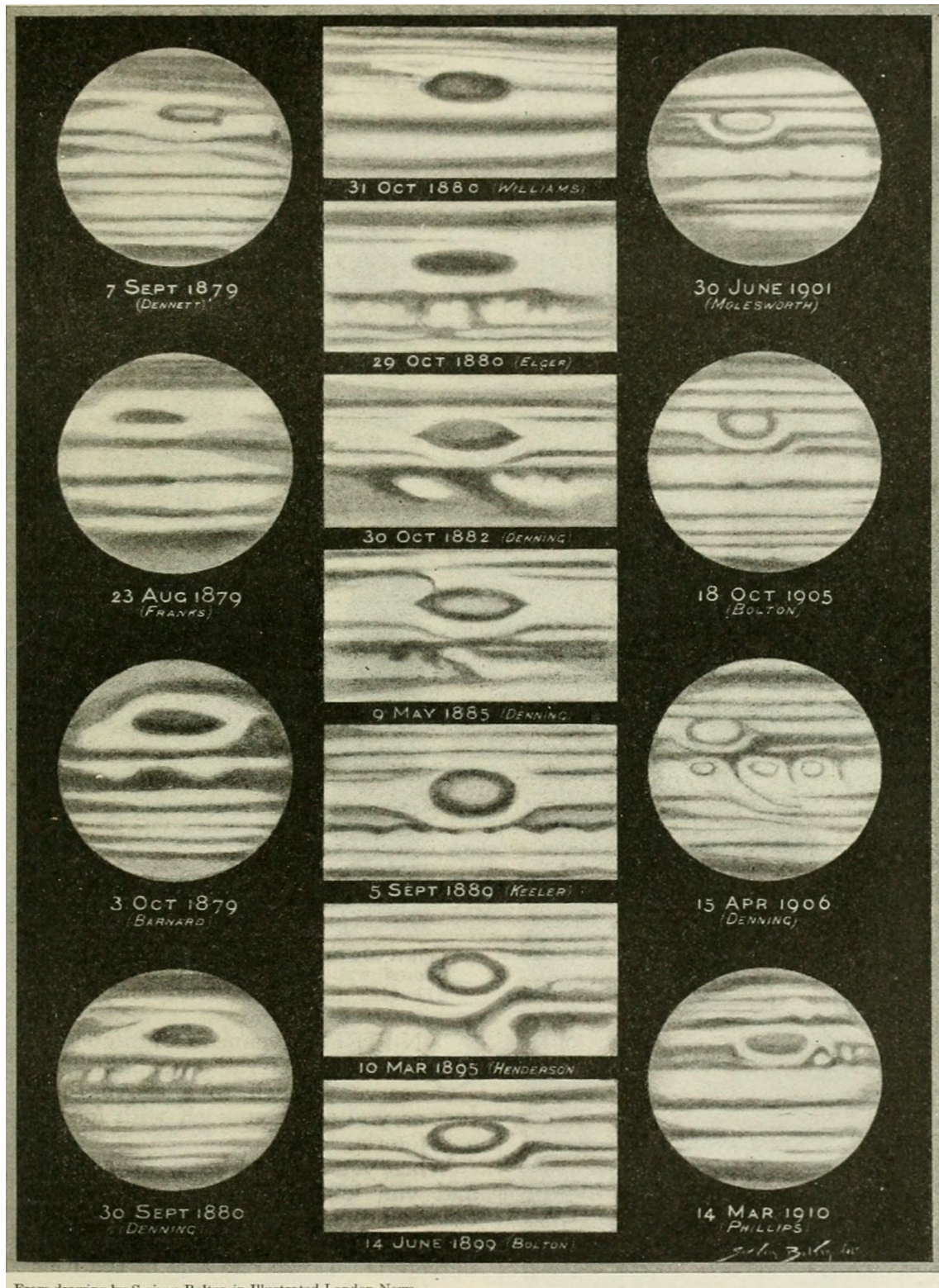




Em fotos posteriores, pode-se notar uma diminuição sensível em seu tamanho, bem como as mudanças em sua forma. O quadro abaixo mostra a evolução no tamanho e na forma da GMV entre 1881 até 2014:

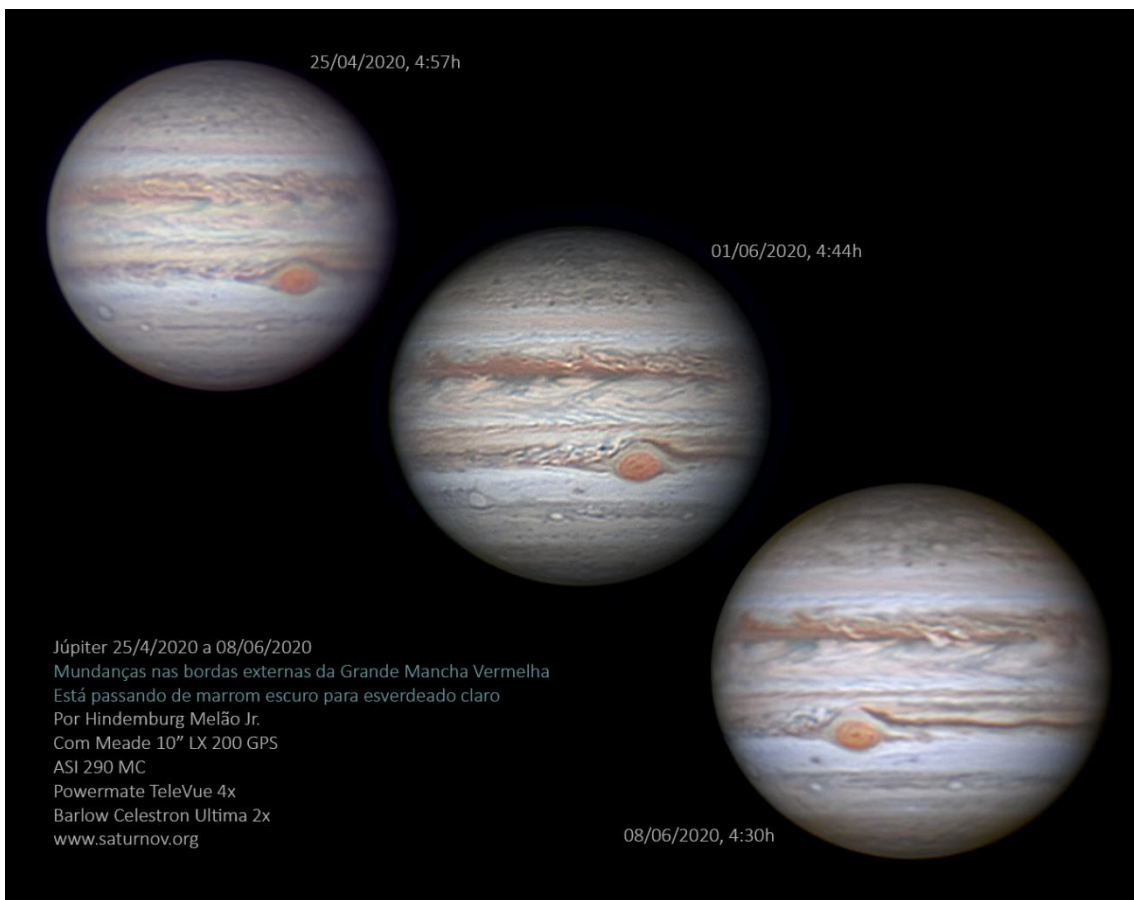
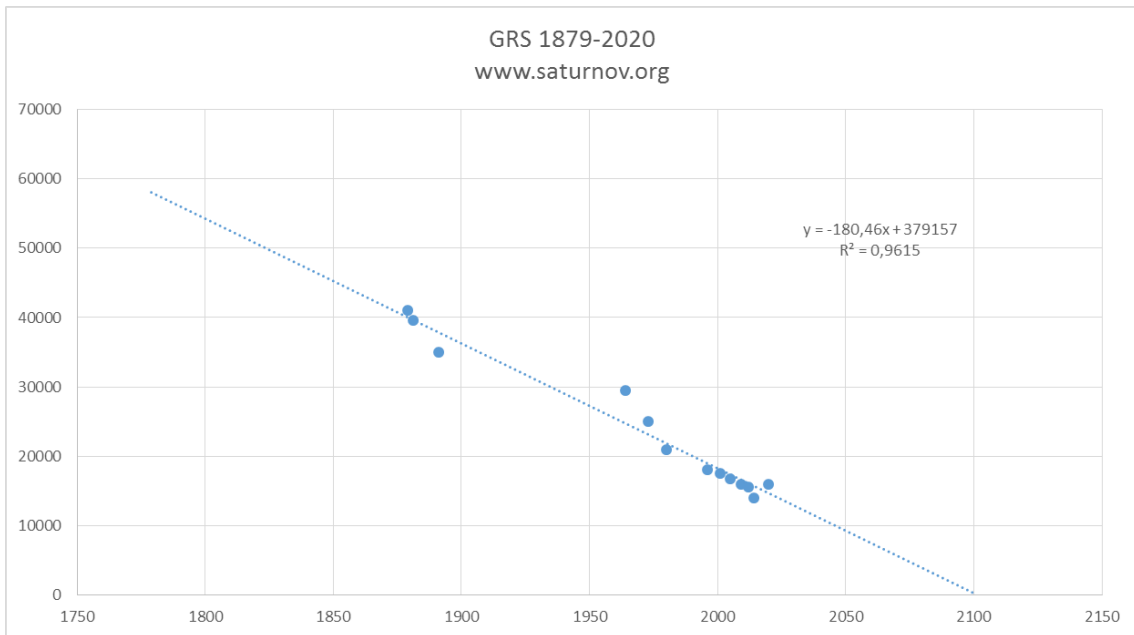


De setembro de 1879 a março de 1910, pode-se ver a evolução gradual no tamanho e na forma nestes desenhos publicados em "Popular Science":



Embora os desenhos de nebulosas feitos nessa época não fossem muito fidedignos, os desenhos de planetas sempre foram bastante acurados nos aspectos importantes.

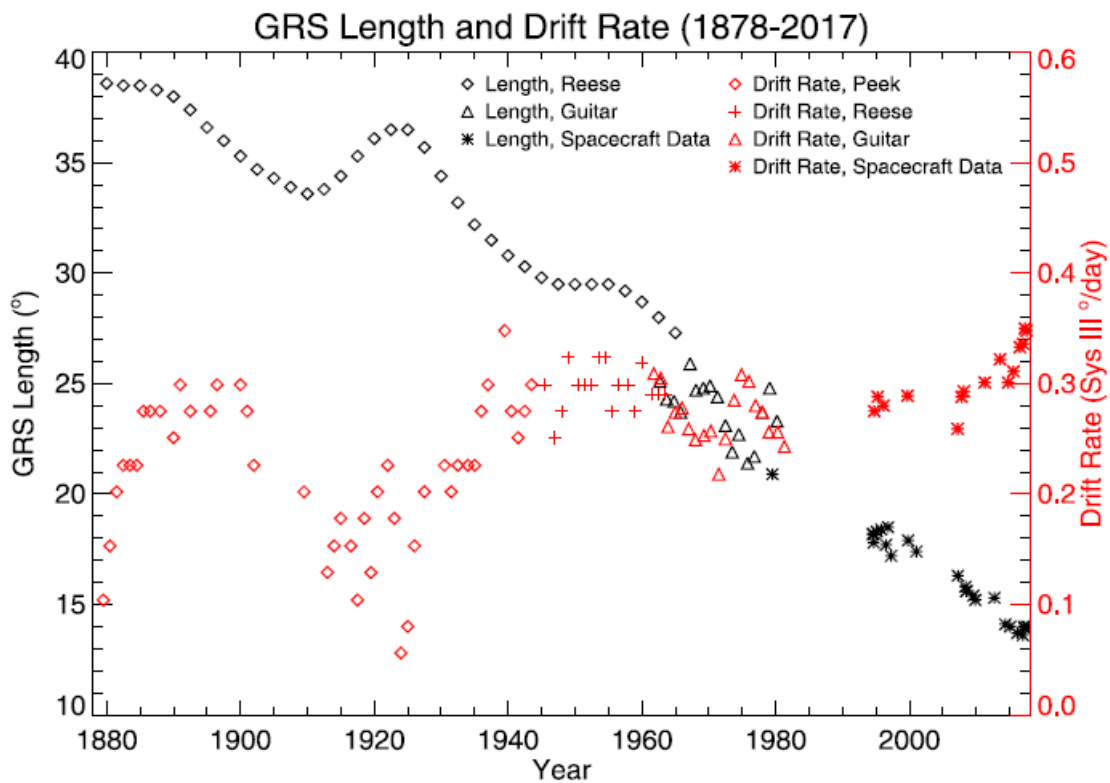
Um breve estudo que fiz em maio de 2019 sobre a variação no tamanho da GMV ao longo dos anos, mostrou que seu eixo mais longo diminui a um ritmo quase uniforme. O gráfico abaixo mostra os resultados que obtive, atualizado (junho de 2020) com minhas fotos recentes da GMV, que atualmente mede 15.900 km no eixo mais longo.



A correlação linear de Pearson (tamanho x tempo) é maior que 0,98, indicando que a variação no tamanho ao longo do tempo é quase linear. Se esse ritmo for mantido, essa mancha pode

deixar de existir daqui a cerca de 80 anos. Também considerei a possibilidade de realizar um estudo com outras manchas menores, que aparecem e desaparecem em intervalos mais curtos, para tentar relacionar o tamanho das manchas com seu tempo médio de existência, e assim estimar o tempo de vida da GMV por mais um método independente e verificar se os resultados são aproximadamente coincidentes pelos dois métodos. Talvez faça isso no futuro. Mas o fato é que todas as manchas de forma aproximadamente elíptica, que surgem em Júpiter, duram algum tempo e desaparecem, o que é natural. A maioria dura poucos meses ou anos, sendo que as menores duram menos.

Um estudo publicado em 2018, por Amy A. Simon e vários outros pesquisadores da NASA, mostra resultados semelhantes, com uma amostra mais numerosa de dados, cobrindo um período mais contínuo, desde 1878 até 2017. A partir de 1920, observa-se uma correlação acima de 0,99 entre o tamanho e o tempo, mostrando uma diminuição quase perfeitamente linear ao longo dos anos. E mesmo quando se considera de 1878 a 2017, verifica-se uma correlação acima de 0,98. O gráfico abaixo mostra a variação no tamanho ao longo do tempo (com marcadores pretos) e a deriva longitudinal (marcadores vermelhos), assinalando também os observadores que fizeram as medições:



Conforme se pode notar, embora haja algumas flutuações de curto prazo no tamanho, o efeito predominante é uma diminuição persistente. Isso significa que na época de Cassini, se ela já existisse, deveria ser muito maior que aquela registrada por ele, a menos que o tamanho oscile em ciclos, em vez de diminuir até sumir, mas essa é uma alternativa pouco provável, a julgar pelo comportamento observado em dezenas de outras manchas que apareceram e desapareceram nas últimas décadas.

Isso significa que é baixíssima a probabilidade de a GMV ter existido antes de 1878 e ter sido muito menor. Se ela existisse, o mais provável é que teria sido maior. E sendo maior, deveria haver registros sobre ela.

A grande maioria das fotos de Júpiter publicadas em livros, revistas e sites inclui a GMV, por ser uma característica particularmente notável, ela é praticamente uma marca registrada de Júpiter, que faz dele um dos mais belos planetas. Por isso, praticamente sempre que um artigo ou livro sobre Júpiter mostra só 1 foto dele, essa foto inclui a GMV. Então nos casos de livros anteriores a 1878 que apresentam Júpiter sem a mancha, isso é um indício muito forte de que naquela época a mancha não existia ou não era visível (poderia existir em camadas atmosféricas mais baixas e estar encoberta por camadas opacas de outra cor).

Na época de Galileu, 1609-1633, por exemplo, os astrônomos tinham muitos problemas com aberração cromática, já que os telescópios eram refratores com uma lente simples. Mas a partir de Cassini, cerca de 1665-1712, essa situação muda. Os telescópios de Cassini eram muito longos e isso reduzia bastante a aberração cromática, além de já existirem os refletores, inventados por Newton, por volta de 1666, nos quais não há aberração cromática por não envolver refração.

Então, desde meados do século XVII, já havia equipamentos suficientes para observar a GMV, caso ela existisse. Na verdade, o tamanho que ela teria em 1600 teria sido notado inclusive por Galileu. No entanto, não há registros de nenhuma grande mancha similar a esta até 1831.

A mancha observada por Cassini muito provavelmente foi outra, que depois se dissolveu, assim como diversas outras manchas observadas recentemente apareceram e se dissolveram depois de alguns anos. Muito tempo depois, surgiu a GMV que conhecemos hoje. A latitude na qual Cassini registrou sua mancha não corresponde à latitude atual da GMV, contudo, alguns desenhos de 1881 também registram a mancha numa latitude diferente, de modo que poderia ter sido descuido astrométrico de Cassini ou movimento da mancha ao longo das décadas. Portanto a posição não é o motivo principal que fundamenta a refutação de que a mancha de Cassini não é a GMV. Os motivos principais são o tamanho, a forma e a variação desses parâmetros ao longo do tempo.

No livro “Planetary Worlds”, de James Breen, publicado em 1854, podemos encontrar estas imagens de Júpiter em diferentes épocas:

JUPITER.



Cassini, 1665-1713.



Cassini, 1691.



Cassini, 1691.



Herschel, 1778.



Herschel, 1780.

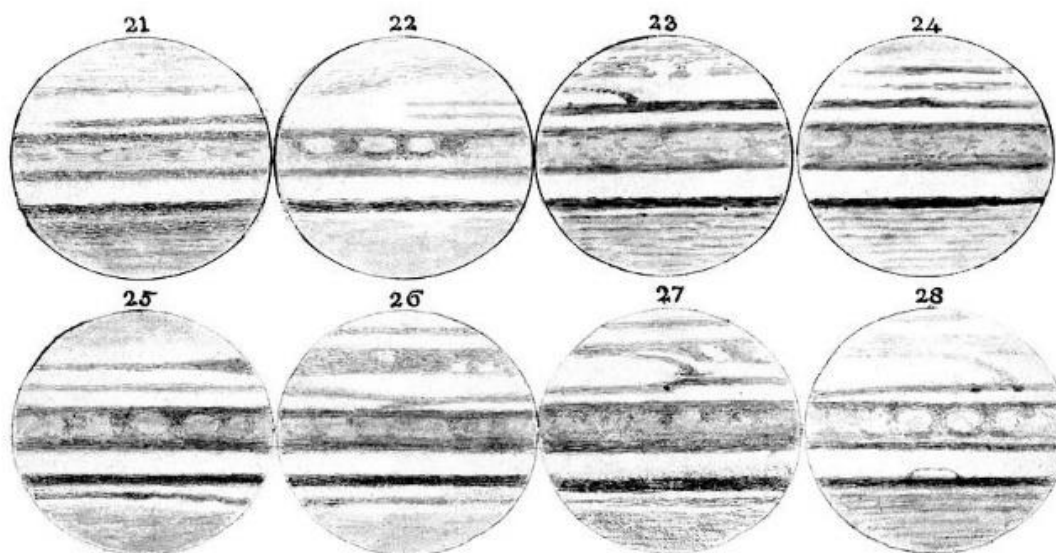


Lassell, 1850.

Na representação de William Herschel de 1778 não está claro se os 3 círculos escuros são trânsitos de sombra de satélites ou se são manchas, mas é muito mais provável que sejam sombras, pelos seguintes motivos: se fossem manchas desse tamanho e com esta intensidade, deveriam persistir por mais tempo e provavelmente as três se fundiriam, e teriam sido registradas mais vezes por outros observadores nos anos e décadas seguintes. Poderiam inclusive ter formado uma mancha do tamanho aproximado da GMV, mas nesse caso a latitude

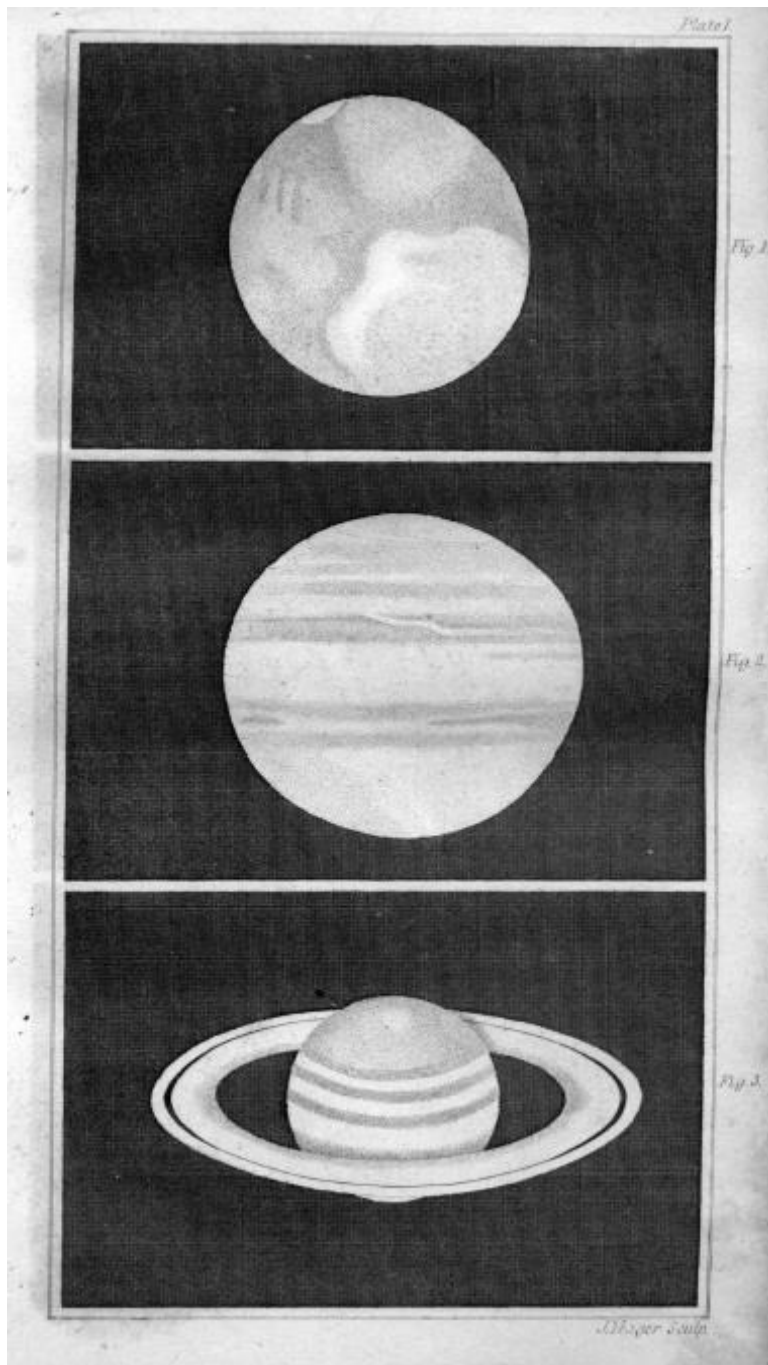
é totalmente inconsistente, e a ausência de registros nas observações posteriores também é inconsistente. Sem contar que se houvesse esse processo de fusão de manchas, provavelmente teria sido registrado e comentado como algo extraordinário. A ausência de registros sugere fortemente que isso não ocorreu. Além do mais, esses ciclones e anticiclones são formados pelo efeito Coriolis, que é quase nulo no equador. Estas manchas tendem a se formar num dos hemisférios, mas não no equador. Por isso o fato de os três círculos escuros estarem sobre o equador também reforça a tese sobre serem sombras de satélites, porque o equador é a latitude com máxima probabilidade de se observar um trânsito múltiplo, já que as órbitas dos satélites estão praticamente coplanares com o equador de Júpiter.

O que se pode notar nesses registros é que, com exceção da pequena mancha de 1665-1712, não houve nenhum registro posterior até 1831. Antes de examinar esses registros citados por Breen, eu estimava que a GMV poderia ter surgido entre 1820 e 1878, principalmente com base nos desenhos de 1821 a 1828 (abaixo), em que o último mostra uma estrutura que poderia ser a formação inicial da GMV (abaixo), mas como o livro de Breen foi publicado em 1854 e não há nenhum registro dela, é muito provável que ela ainda não existisse.



A ausência de padronização na representação dos planetas com o Norte no lado de cima ou de baixo também dificulta identificar quais manchas poderiam ser sérias candidatas à GMV. Esta de 1828, por exemplo, provavelmente está no hemisfério “errado” (Norte), pois na época era mais frequente colocar Júpiter com o Sul no lado de cima. Mas mesmo que a mancha estivesse no Sul, os registros posteriores de John Herschel e William Lassell, entre outros, não apresentam nenhum sinal de sua existência. Tudo leva a crer que seja mera coincidência que a figura de 1828 pareça mostrar a GMV se formando.

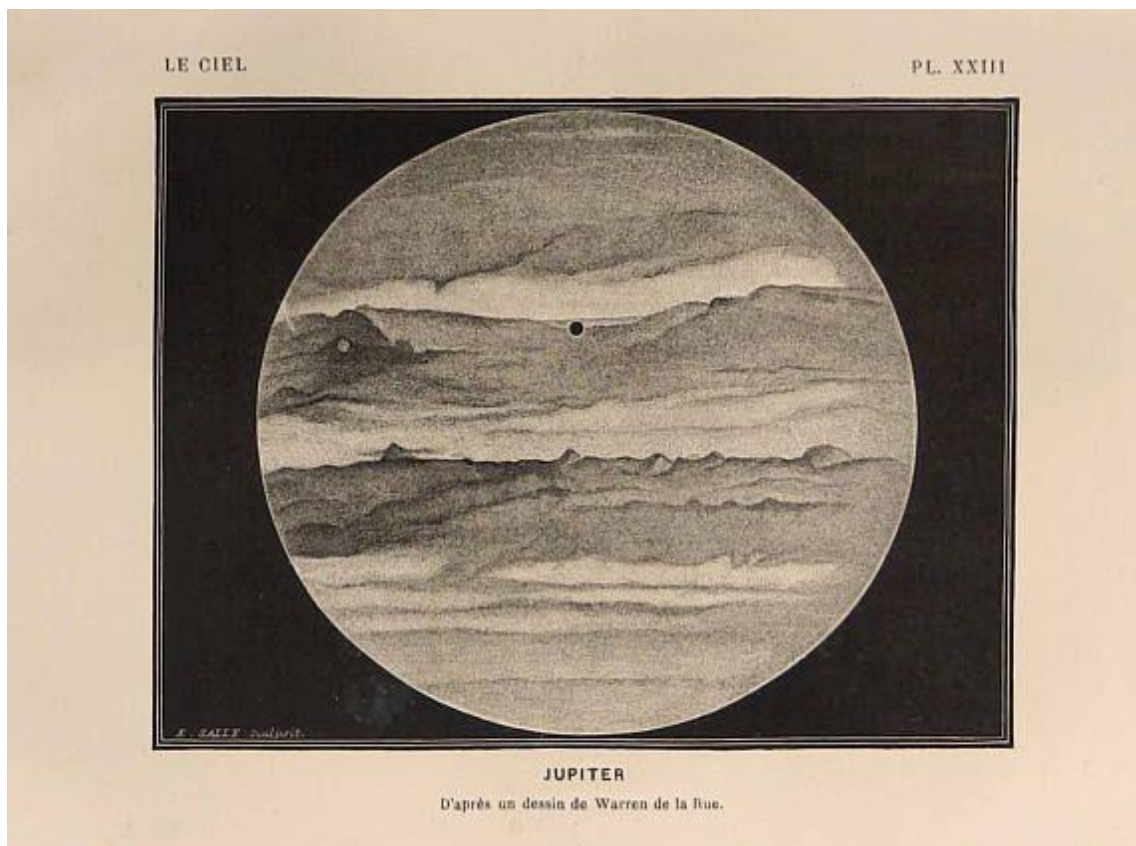
Abaixo podemos ver alguns dos desenhos de John Herschel, filho de William Herschel, em seu livro “A Treatise on Astronomy”, publicado em 1836, em que Júpiter é representado sem a GMV:



Uma litografia de Júpiter de janeiro de 1873, impressa em 1877, também não mostra a GMV. Em alguns casos, a GMV não está presente porque o desenho foi feito para registrar algum evento específico, como o trânsito de um satélite, ou trânsito de sombra, ou algo assim. Mas esses trânsitos são muito frequentes, e a GMV fica na face voltada para a Terra durante quase 50% do tempo, de modo que seria possível selecionar para registro uma data na qual o trânsito ocorresse juntamente com a GMV visível. E nesse caso específico, os desenhos poderiam ser selecionados de qualquer data desejada, para ilustrar o livro, e praticamente todas as vezes que se faz isso desde que a GMV existe, é escolhido um momento no qual ela aparece.



Essa imagem de 1877 também não tem qualquer vestígio da GMV:



O primeiro registro inequívoco que encontrei da GMV, que coincide razoavelmente com a latitude, tamanho e forma que ela deveria ter, foi publicado na "Popular Science", volume 16, reportando uma observação feita em 23 de dezembro de 1878:

at the time of any formation the geologists can reach would not noticeably approach the enormous difference that separates the condition of our earth from that of either Jupiter or Saturn. It is possible that they now represent stages which our earth passed through in remote times, and they may be undergoing changes that are approximating

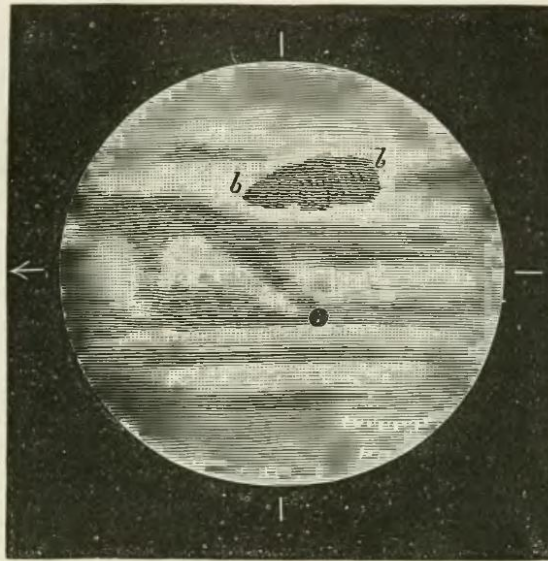


FIG. 2.—SPOTS ON JUPITER OBSERVED AND DRAWN BY MR. E. L. TROUVELOT.—Observation of December 23, 1878, with the shadow of the third satellite.

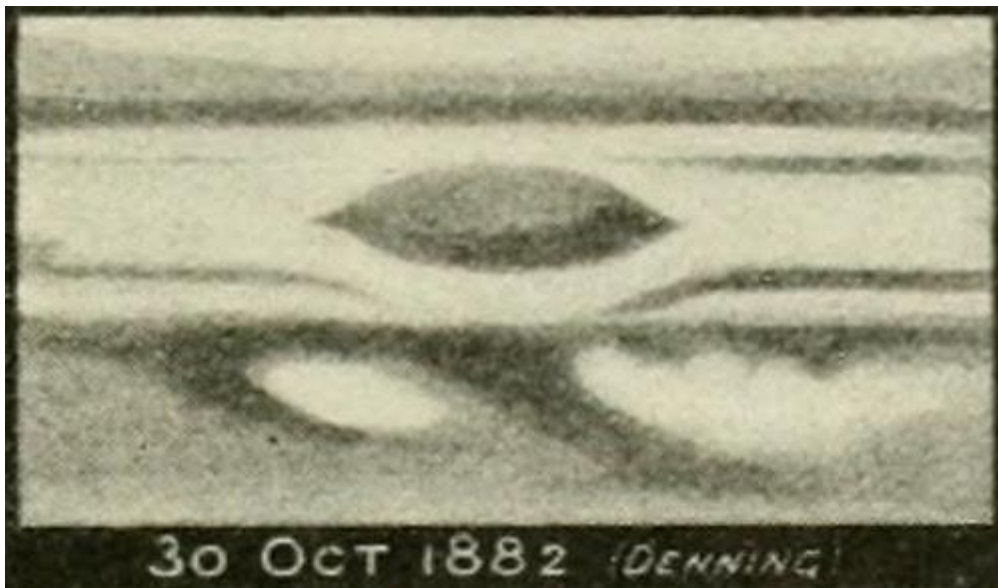
them to our present condition. It is, however, probable that, while there are analogies and resemblances in the life-histories of all the heavenly bodies, there are also individual peculiarities and diversities not less important or less striking.

Jupiter's diameter is about eleven times that of our earth, and his mean density is about a quarter that of the earth, or about a third more than water. Now, a bulky body may be composed of heavy materials, and still, as a whole, be light, like an iron ship or a lump of pumice-stone, that will float in water. The pumice-lump is light on account of its vesicular formation, so that the mass consists of heavy feldspathic material and the air it contains. Extract the air, and the pumice loses its floating power, though still far from heavy in proportion to its bulk. Most of the earth's crust is formed of solids much heavier than water. Granites are more than two and a half times heavier than water, slaty rocks much about the same, and so are ordinary limestones, the variations of all being from about 2.5 to 2.9. The ironstone group contains denser minerals; red hematite has a specific gravity of 4.5; magnetic ironstone, 4.5 to 5.2, etc.; and many other ores are heavy.

Por tanto, tudo leva a crer que a Grande Mancha Vermelha de Júpiter se formou em algum momento entre 1854 e 1878, mais provavelmente entre 1874 e 1878.

Embora a ausência de evidência não seja o mesmo que evidência de ausência, como se trata de uma característica notável, ela certamente teria sido mencionada se existisse, de modo que a ausência de registro é um indicativo fortíssimo de que não existia. Assim, o ano mais provável de seu surgimento é 1878.

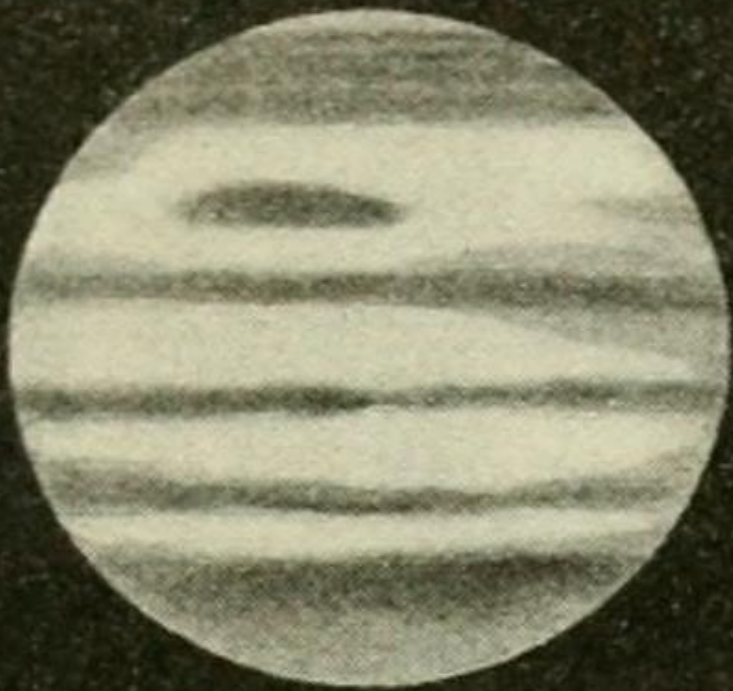
Um detalhe interessante é que nos desenhos de 30 de outubro de 1882, a forma da GMV parece ser de uma faixa que se rompeu nas extremidades longitudinais, e esse fragmento da faixa poderia ter se transformado na GMV:



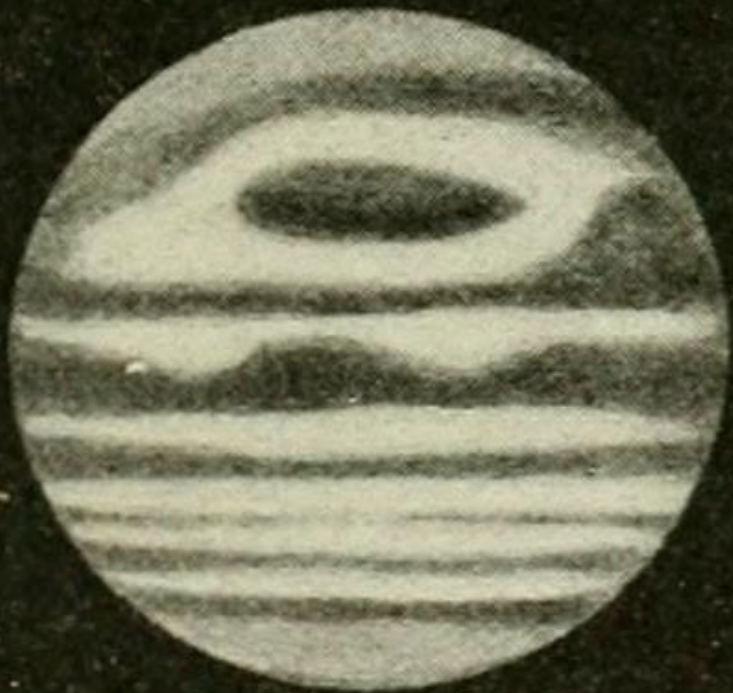
Contudo, os desenhos e fotos de 1878 a 1882 mostram uma forma elíptica, sem essas pontas que poderiam ser indícios de uma faixa rompida.

A evolução dos desenhos ao longo do período de 1879 a 1880 também apresentam algumas pistas sobre sua origem, com seu tamanho em 23/8/1879 bem menor do que em 3/10/1879, ou seja, antes de começar a diminuir, ela passou por um período de rápido crescimento, praticamente dobrando sua área em apenas 40 dias. Isso pode sinalizar que essas datas estejam próximas de seu surgimento, por isso cresceu antes de começar a diminuir, pois ainda estava se formando/oscilando.

Como são desenhos, em vez de daguerreótipos ou fotos, não há tanta confiabilidade em que os tamanhos tenham sido representados acuradamente, mesmo assim a diferença entre 23/8/1879 e 3/10/1879 é grande demais para que possa ser interpretada como um simples descuido de quem a desenhou. Essa variação no tamanho representado no desenho parece estar realmente ligada a uma mudança real.



23 AUG 1879
(FRANKS)

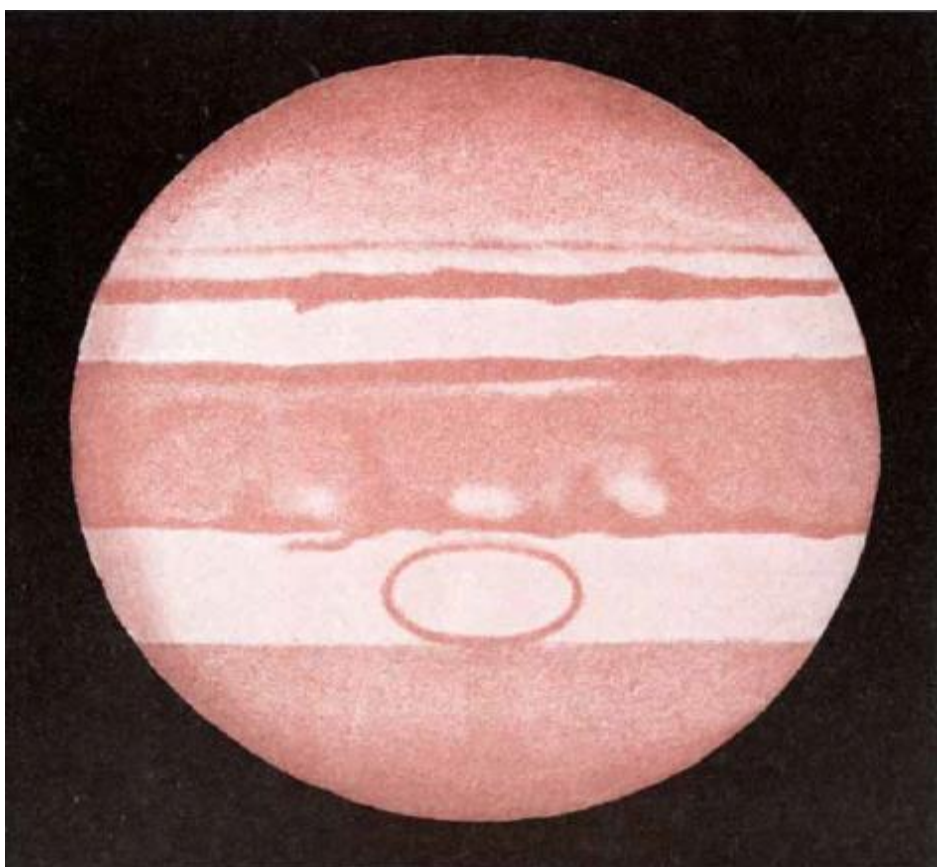


3 OCT 1879
(BARNARD)

Também há registros de manchas observadas em 1831, 1857 e 1870, mas elas desapareceram em seguida e foram menores que a GMV.

Na revista Scientific America de 1968, Haymond Hide cita um desenho de Alfred Mayer de 1870, em que Mayer teria feito a seguinte anotação:

“A feature now believed to be the red spot was first reported in 1664 by Robert Hooke. For more than 200 years the spot had attracted so little attention that Mayer wrote in his account that the “ruddy elliptical [feature] lying just below the South Equatorial belt ... has never before been noticed.”



Mas a mancha registrada por Mayer não parece ser a mesma observada por Cassini, inclusive porque a de Cassini era toda escura, enquanto a de Mayer só era escura nas bordas. Além disso, a de Mayer era muito maior que a de Cassini e muito menor que a GMV de 1878. Por isso, em vez de “ninguém ter notado”, como disse Mayer, é mais provável que não existisse, e tenha se formado naquela época.

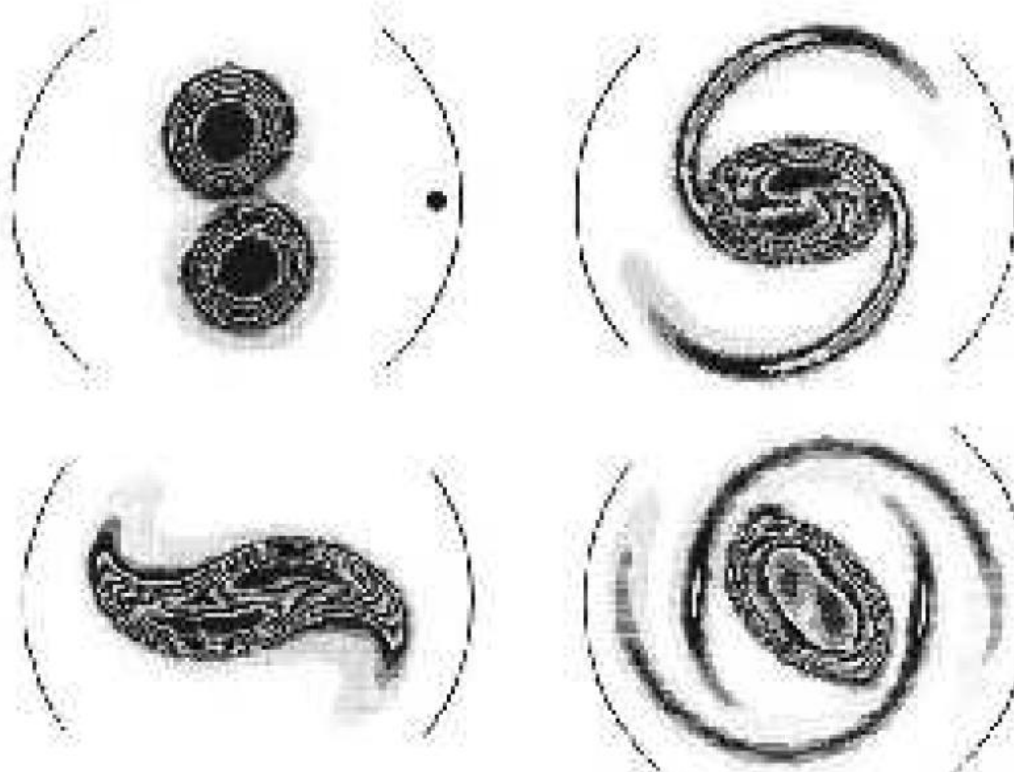
Por exemplo: a Mancha Vermelha Jr., surgida em 2006, mostra que estas estruturas podem surgir e desaparecer em intervalos de poucos anos. E o desaparecimento da faixa equatorial Sul inteira, em 2010, mostra que tais transformações, além de rápidas, podem atingir proporções gigantescas. Por isso é muito provável que além de a mancha observada por Mayer não ser a mesma de Cassini, nenhuma delas seja a atual GMV. Entretanto, é possível que os fenômenos atmosféricos que deram origem à grande mancha transitória de 1870 estejam relacionados ao surgimento posterior da GMV que existe atualmente.

Com isso, somos levados às seguintes conclusões:

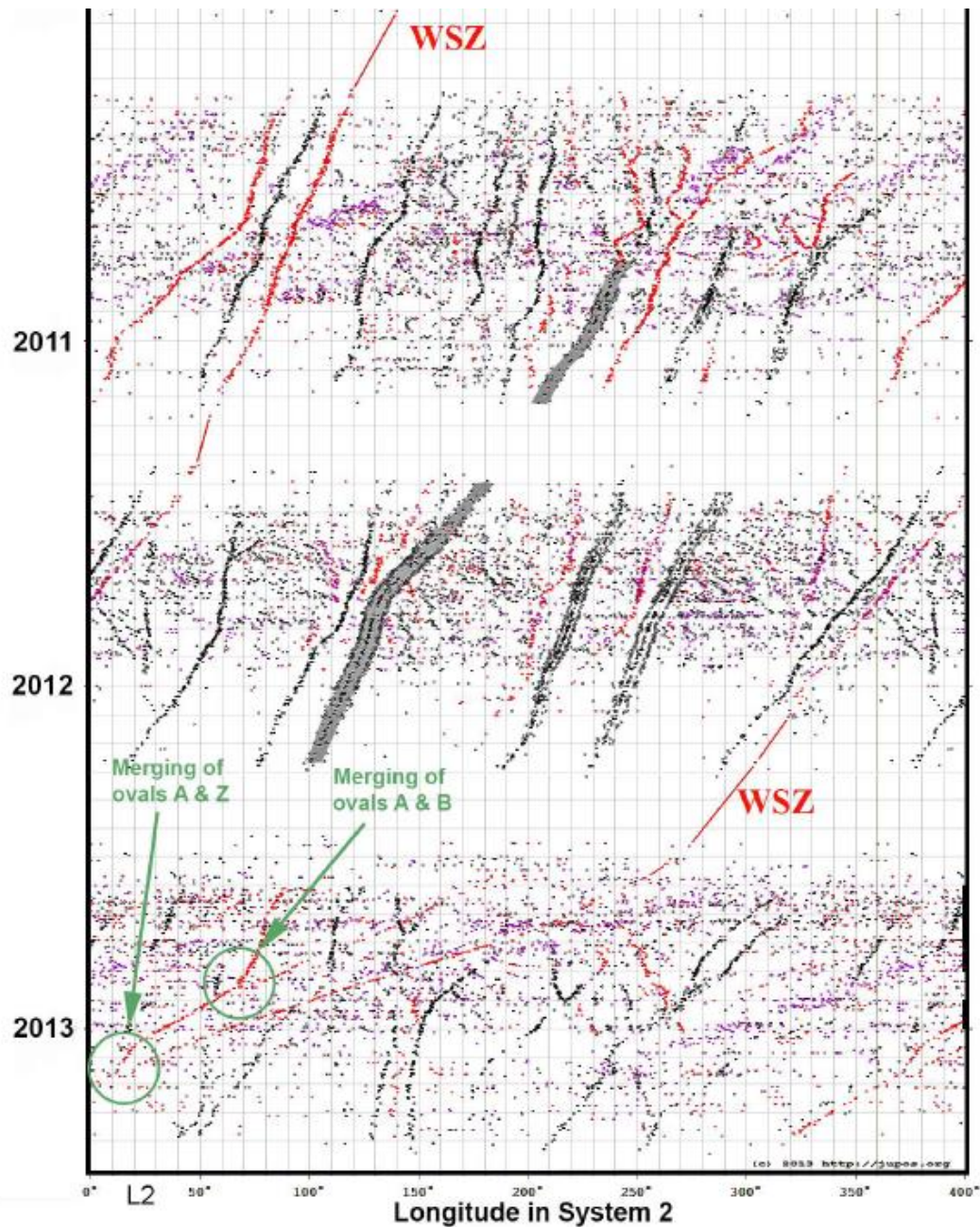
1. A mancha observada por Cassini, assim como a observada por Hooke, quase certamente não são a mesma GMV que conhecemos hoje. Embora a mancha de Hooke estivesse representada num hemisfério diferente, é possível que ele tenha desenhado o planeta “de cabeça para baixo” e sua mancha fosse a mesma observada por Cassini.

2. O ano provável de origem da GMV é 1878. O intervalo de máxima probabilidade é algo entre 1873 e 1878. Com uma margem de segurança altíssima, pode-se afirmar que ela surgiu entre 1854 e 1878.

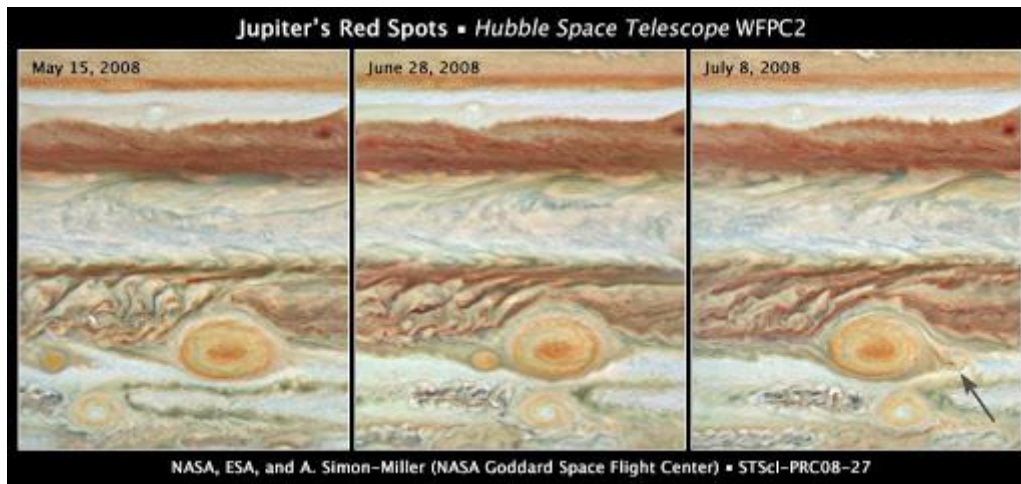
3. Como ela surgiu? Em 1994, observou-se a formação de grandes manchas escuras nas regiões em que colidiram os fragmentos do cometa Schumacher-Levy 9. Na época, pensava-se que talvez não fosse possível enxergar nenhum efeito relevante causado pela colisão, dado o pequeno tamanho dos fragmentos do cometa em comparação ao de Júpiter. Mas, para surpresa de todos, as manchas formadas foram gigantescas. Essas manchas formadas pela colisão tiveram pouca duração, porém as manchas podem surgir espontaneamente, devido ao mesmo processo que gera furacões na Terra: o efeito Coriolis. O surgimento de manchas em Júpiter, Saturno e Netuno é relativamente comum. O que torna a GMV peculiar é seu tamanho. Por isso especula-se sobre a possibilidade de ela ter se originado pela fusão de duas manchas menores, como o artigo de Freddy Boucheta e Antoine Venaille, da Universidade de Princeton, publicado em 2011:



Embora não haja corroboração histórica, devido à escassez de registros entre 1873 e 1878, pode-se comparar aos casos de fusões de outras manchas recentes, como ocorrido em 2013, publicado em artigo de Emmanuel Kardasis e vários colaboradores:



Um estudo publicado em 2009 por Xylar S. Asay-Davis et al., da Universidade de Berkeley, apresenta uma análise desde 1981 até 2007 dos movimentos de componentes da GMV, alguns dos quais chegam a aferir 200.000 vetores, considerando a velocidade e a direção das partículas em diferentes regiões da GMV. E a dinâmica observada parece consistente com a hipótese de que ela tenha se formado pela fusão de duas outras manchas. Além disso, a absorção da Mancha Vermelha Baby em 2008 sugere que ela pode não apenas ter se originado pela fusão de duas manchas, como também pode estar sendo “alimentada” por manchas menores. A série de imagens abaixo mostra a evolução da Mancha Vermelha Baby no processo de coalescência com a GMV.



Portanto a GMV não tem 1 milhão de anos, nem sequer 350 anos. Tudo indica que ela existe há pouco mais de 140 anos e deve desaparecer nos próximos 80 anos. Além disso, sua coloração vermelha está ficando cada vez mais pálida e sua forma está menos achatada. Uma pena que nunca teremos a oportunidade de fotografar a gigantesca e acentuadamente rubra mancha vermelha registrada pela Pioneer 11, em 1974, que media 25.000 km no eixo mais longo. Atualmente mede pouco mais de 15.000 km, e continua diminuindo e descolorindo. Em 1879, media 41.000 km, mas não havia câmeras adequadas para registrar...



b. Pioneer 11, December 1974