



TOPOGRAFIA LUNAR

Os Domos de Hortensius

Resumo

Nosso estudo está baseado em pesquisas onde examinamos o importante campo de edifícios de cúpulas lunares relativo aos sete (7) domos mais proeminentes na região da cratera Hortensius (14,6km), à Lat. 6°N, Long. 28°W, localizada no Oceanus Procellarum e à SW da cratera Copernicus. Até recentemente foram comprovadas vinte e quatro (24) cúpulas relativamente próximas umas das outras na região de Hortensius, e novas descobertas de cúpulas continuam. Pesquisamos a localização, altura, diâmetro, inclinação das cúpulas e sua classificação.

Introdução

Os domos ou cúpulas lunares são formações de origem vulcânica cuja idade é posterior (cerca de mais ou menos 1 bilhão de anos) ao período da intensa atividade vulcânica lunar (3.7 bilhões de anos).

Na Lua, as cúpulas que apresentam uma cratera, cova (ou depressão) em seu cimo, é uma boa indicação da origem vulcânica destas estruturas, mas nem sempre ela está presente. Cúpulas sem uma cratera de ápice ainda são de origem vulcânicas, mas parece que tiveram sua cova central coberta com lava, ou mesmo sofreram algum tipo de desmoronamento que apagaram essa característica.

Em uma primeira fase as lavas eram muito fluídas, devido ao seu elevado calor, volume massivo, e composição mineralógica. A composição mineral foi particularmente importante, porque as lavas lunares que são compostas de mafic (lava máfica: baixo teor de sílica, alto conteúdo de óxido metálico) tendem a ser muito fluida e, portanto, de baixa viscosidade, que escorreram à grandes distâncias. Ao contrário, as lavas compostas de felsic (lava felsica: alto conteúdo de sílica), como na terra, produziu cúpulas de rególito com rampas íngremes com pequena corrida de lava.

Com o tempo, as lavas eruptivas esfriaram, diminuíram a taxa de fluxo, e começaram a cristalizar. Isto mudou as características da lava e diminui sua fluência de forma que ela começou a empilhar-se ao redor de sua abertura, formando vulcões baixos do tipo Proteção (ou Escudo), semelhante aos encontrados na Terra. A vasta maioria destas fissuras eruptivas foi coberta de lava, e assim não podem ser vistas.

Com base em estudos morfológicos e morfométricos a primeira classe de cúpulas parece ser análogo aos vulcões do tipo Proteção (Escudo) terrestre, e representam a construção primária do vulcão; enquanto a segunda classe de cúpulas parece ser o resultado de efeitos vulcânicos

secundários (inundação de material de planalto) que produziu kipukas e drapejando de lavas com cúpula de topografia irregular.

Um estudo, realizado por geólogos planetários, em mais de 200 cúpulas localizadas nas regiões de maria, revelou que os domos ocorrem em dois formatos principais: (1) São baixos, achatados, com estruturas geralmente circulares com formas convexas, apresentam inclinação de rampa menor que aproximadamente 5°, e exibem crateras de ápice. (2) Domos de estruturas irregulares, freqüentemente adjacente às regiões de planalto, raramente contém crateras de ápice.

A Observação Visual

A observação de cúpulas lunares é uma atividade desafiadora que requer dedicação, persistência e ocasião propícia de observação, juntamente com a necessidade de um bom seeing nos dá uma boa condição observacional. Contudo, isso demanda uma boa quantidade de paciência, perseverança, e claro, um bom instrumento e grandes ampliações.

Até mesmo um pequeno telescópio refrator de 3 " mostrará as cúpulas maiores na Lua, mas para trabalho mais sério um refrator de 4 " ou um refletor 6 " são necessários, aberturas ainda maiores são altamente recomendadas e óticas bem colimadas (isso é um requisito crítico). Outro requisito que é quase indispensável é uma montagem equatorial motorizada bem alinhada que possa manter nosso alvo sempre no foco da ocular.

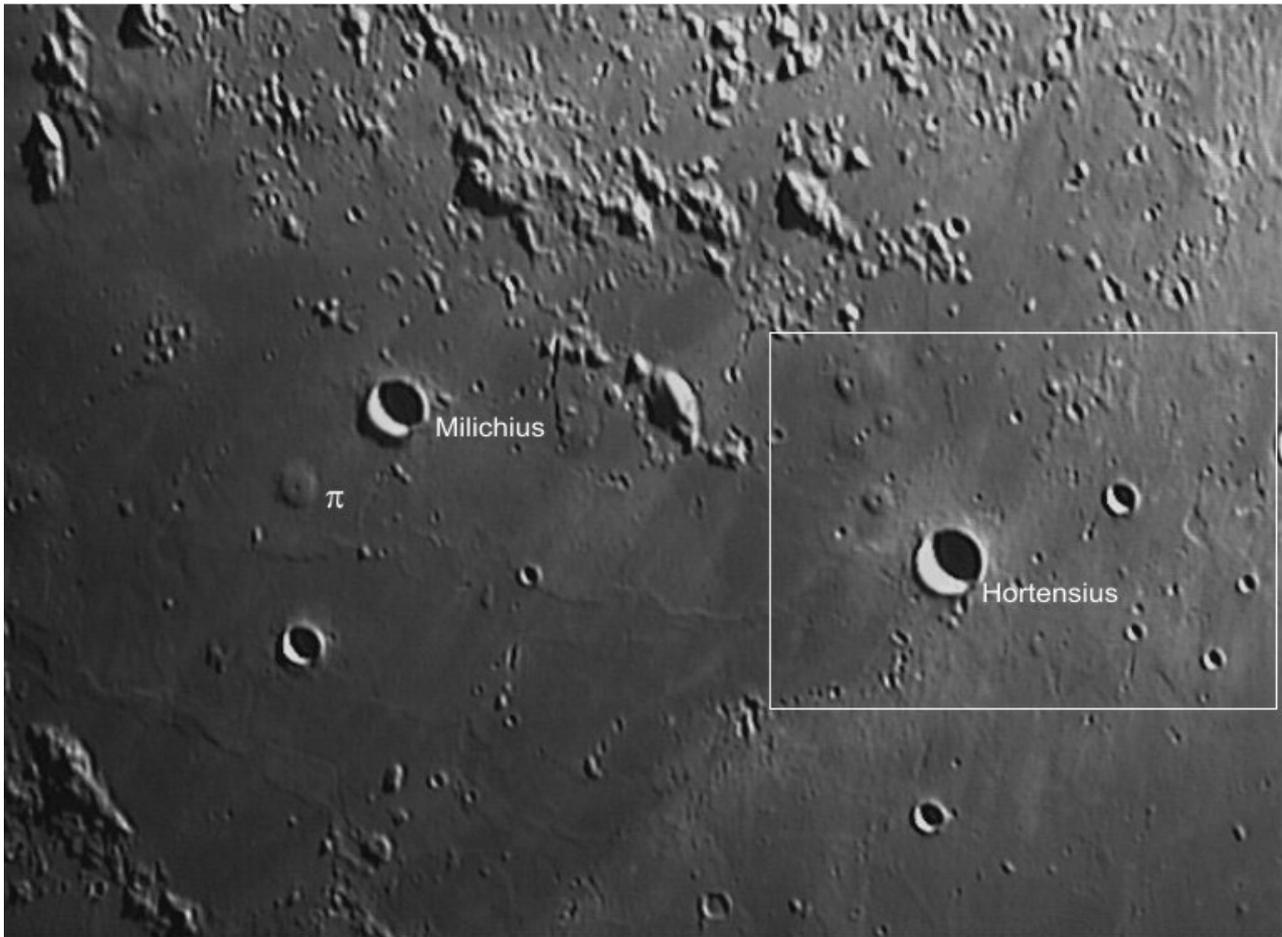
Devido ao fato que cúpulas são objetos difíceis para observar, é normalmente necessário usar altas ampliações. Isto impede o uso de uma mão dirigido telescópio para observações prolongadas pois o campo visual fica menor com o uso de grande ampliação. Apenas o ajuste da Ascensão Reta é necessário para manter a imagem sob a mira.

Filtros também pode ser utilizado mas não é um requisito. Também é importante mencionar que a efetiva observação de cúpula não possam ser realizadas com a Lua muito baixo perto do horizonte. Uma altitude de 45 graus do horizonte é geralmente necessária para reduzir os efeitos atmosféricos. Uma atmosfera estável também é um requisito embora algumas das cúpulas maiores podem ser observados com alguma turbulência.

A maioria das cúpulas não pode ser observado quando longe do terminador, isto é, com o Sol alto no céu lunar. Conforme aumenta a distância delas do terminador aumenta o perfil da cúpula que começa a misturar com o terreno local, a projeção da sombra fica cada vez menos, e para propósitos práticos a cúpula desaparece da visão. Por essas razões, a vasta maioria dos observadores mais experientes recomendam que a observações de cúpulas precisa ser quando elas estão próximas da região do terminador lunar onde a altitude solar não excede 4 a 5 graus. A maioria das cúpulas de maria têm baixa altura e não é freqüente serem prontamente visível em imagens com moderado ângulos de elevação solar.

Outros observadores usam até 8 graus de altitude solar, mas acima de 4-5 graus de altitude solar as cúpulas menores desaparecem, isso porque as cúpulas de perfil baixos e os detalhes de superfície de cúpulas maiores ficam menos distintos. Há só alguns domos que podem resistir a altas altitudes solares sem desaparecer nas suas áreas locais. Um grupo específico são os domos conhecidos como " Cúpulas de Schlumberger", assim nomeadas por Jim Phillips, compostas de seis cones muito proeminentes localizados a norte da cratera Hortensius; mais recentemente foi descoberto mais um localizado à norte da cratera satélite Hortensius E.

Figura 1



Região SW de Copernicus - Mare Insularum - 04/08/2006 - 23:35UT
Philips TouCam Pro II e Telescópio 254mm f/6 Crédito: Fabio H. Carvalho - Assis / SP - Brasil.
<http://cyberplocos.multiply.com/photos/>

As cúpulas por nós enfocadas se refere aos sete (7) domos com diâmetros variáveis entre 6 a 10 km e baixa altura (ressaltada na área interior do retângulo branco na Fig. 1 acima) . Em 1908, William Pickering corretamente já propunha a origem vulcânica desses domos.

As seis (6) cúpulas localizadas à pequena distancia ao norte da cratera Hortensius também são conhecidas como ‘Cúpulas de Schlumberger’, assim nomeadas por Jim Phillips. Elas são mais bem vistas á baixa iluminação solar aproximadamente 2.5 dias depois da Lua Crescente e/ou da Lua Minguante.

Figura 2

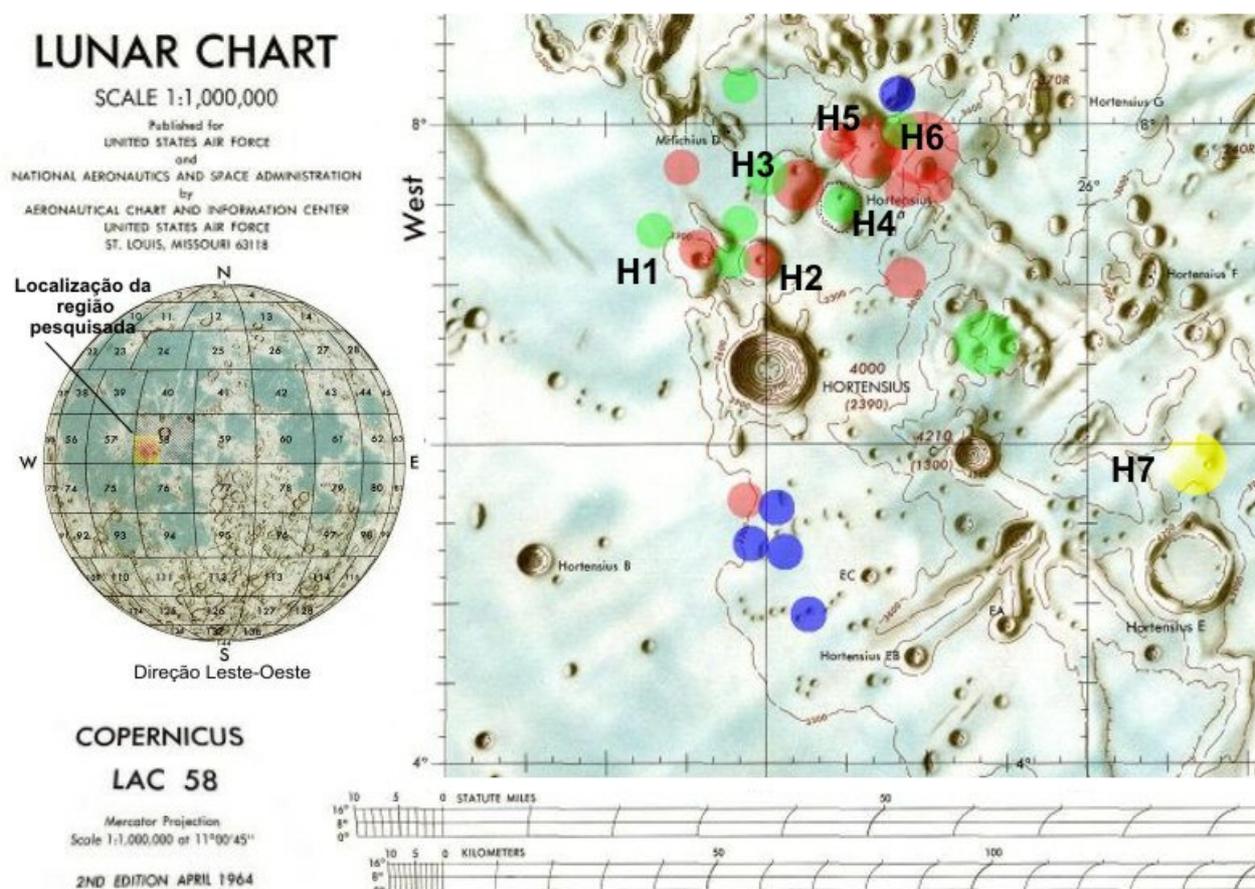


Figura: Localização dos Domos na região de Hortensius. Crédito: U.S. National Air Force, National Aeronautics and Space Administration.

No mapa acima, os domos assinalados por pontos em azul foram catalogados por Garfinkle, os domos marcados em verde foram catalogados por Kapral; e as marcas em vermelho foram domos catalogados por Garfinkle e Kapral. O ponto assinalado em amarelo representa a descoberta mais recente que ainda não constava desses catálogos quando este mapa foi montado. Como nós não tivemos acesso a nenhum mapa lunar e/ou catálogo que desse uma nomeação oficial à estas cúpulas, então usamos uma “nomeação” extra-oficial afim de facilitar suas identificações. O campo de cúpulas próximo à cratera de Hortensius apresenta diferentes classes de domos e sugerem fases diferentes no desenvolvimento de suas estruturas.

O Esquema de Classificação

O esquema de classificação utilizado nas observações visuais é o de Westfall, que foi criado principalmente com essa finalidade. É essencialmente morfológico e não se refere a uma verdadeira classificação porque nenhuma categoria de cúpula é definida. As informações morfológicas levadas em conta nesse esquema é o diâmetro e inclinação, onde a rampa é descrita em duas categorias: suave (inclinação abaixo de 2 graus) e moderada (inclinação entre 2 e 5 graus). De acordo com o esquema de Westfall várias características morfológicas importantes como a forma global da cúpula e a presença e posição de uma cratera de ápice é resumida em uma seqüência alfanumérica. Normalmente esta classificação é utilizada pelos observadores de associações e consta no catálogo conjunto elaborado pela A.L.P.O. / BAA / GLR.

CLASSIFICAÇÃO DE DOMOS POR WESTFALL

PLANO (Base da Borda)

a: Circular		d: Irregular	
b: Elíptico		e: Indefinido ou Variável	
c: Poligonal			

PERFIL (Seção Transversal)

	Simétrico	Assimétrico ou Complexo
Hemisférico - f:		f': 
Ápice Plano - g:		g': 
Ápice Afiado - h:		h': 
Ápice Múltiplo - i:		i': 

Westfall J.E., A generic classification of lunar domes, JALPO, vol. 18, no. 1-2, pp. 15-20

Tabela 1 – Classificação das cúpulas lunares por Westfall

CATEGORIA GERAL	D = Cúpula DC = Complexo de cúpula
AMBIENTES (circundante)	U = Planaltos (terras elevadas) W = Maria (planície) U W = incerto ou intermedeia entre maria e planalto
POSIÇÃO	Coordenada Ortogonal absoluta Xi e Eta do centro do objeto em km do raio lunar
PLANO dimensão da base do eixo principal	1 = menos de 5 km 2 = 5 km para 20 km 3 = de 20 km a 35 km 4 = mais de 35 km
PLANO base da borda	a = circular (relação do eixo principal com o eixo secundária = 1.00 a 1.25) b = elíptico (relação do eixo principal com o eixo secundária = 1.26 a 2.00) c = poligonal d = irregular e = muito indefinida para classificar
PERFIL rampa máxima (inclinação)	5 = leve (abaixo de 2°) 6 = moderada (de 2° a 5°)
PERFIL seção transversal	f = hemisférico g = ápice plano h = ápice afiado (pontiagudo) i = ápice múltiplo (mais de um ápice mas de um único tipo) f' = hemisférico assimétrico g' = ápice plano assimétrico h' = ápice afiado assimétrico i' = ápice complexo (mais de um ápice de mais de um tipo)
DETALHE DE SUPERFÍCIE tipo	7 = depressão (cova, craterleta ou pires) 8 = elevação (colina, cume ou pico) 9 = rachadura ou vale 0 = nenhum detalhe de superfície observável
DETALHE DE SUPERFÍCIE posição	j = central k = fora de centro (excêntrica) m = na margem (borda) n = transversal (característica linear que cruza cúpula inteira) p = mais de uma característica

Exemplo do uso desta classificação: DW/2a/6f/7j.

Uma cúpula (D) em área de maria (W) / com um diâmetro de 5 a 20 quilômetros (2), de forma circular (a) / ângulo de rampa moderada de 2 a 5 graus (6), e seção transversal hemisférica (f) / e que a superfície contém uma depressão (7) central (j). Este “código” descreve o Domo Hortensius H2 conforme a Tabela 2 (abaixo).

Com prática o uso deste esquema de classificação fica mais fácil e é imperativo que seja utilizado na observação séria de cúpula pois estabelece um padrão pelo qual todas as cúpulas são comparadas e estudadas.

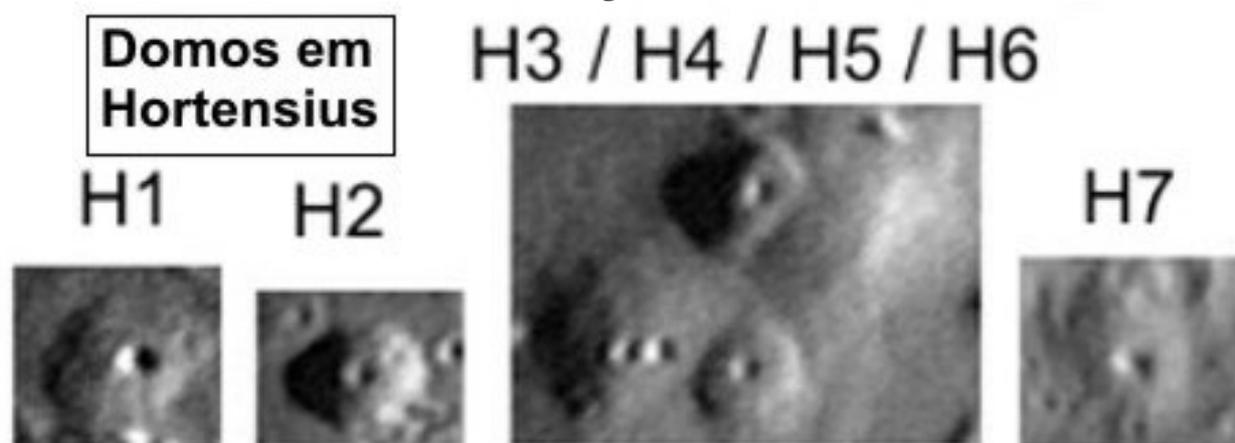
A **tabela 2** (abaixo) apresenta as observações registradas por membros da ALPO, BAA e GLR (Catálogo: ALPO / BAA / GRL) ao longo de alguns anos e sua classificação segundo o esquema elaborado por John E. Westfall -1964, (assinalado em **negrito**) utilizado por essas instituições. Nota: Os outros códigos se referem à descrições utilizadas em outros esquemas de classificação.

Tabela 2

Domo	Long. W	Lat. N	Diâmetro (Km)	Altura (mt)	Inclinação de rampa (graus)	Classificação (Catálogo: ALPO / BAA / GRL)
Hortensius 1 (H1)	-28.41	7.18	8.48	140	1.89	DW/2a/5g/7j. I-515, E4-c, M/C-3. GWL-464(II-E4).
Hortensius 2 (H2)	-28.01	7.12	7.63	230	3.45	DW/2a/6f/7j. M/C-3. GWL-461(II-E4).
Hortensius 3 (H3)	-27.78	7.59	12.3	220	2.05	DW/2b/6f/7j7k. I-515, M/C-3. GWL-460(II-E4).
Hortensius 4 (H4)	-27.51	7.47	6.78	190	3.21	DW/2a/6f/7j. I-515, E4-c, M/C-3. GWL-458(II-E4).
Hortensius 5 (H5)	-27.54	7.87	8.48	400	5.39	DW/2a/6f/7j. I-515, E4-c, M/C-3. GWL-459(II-E4).
Hortensius 6 (H6)	-27.34	7.82	12.5	390	3.57	DW/2b/5f/0. I-515, E4-b, M/C-3. GWL-457(II-E4).
Hortensius 7 (H7)	-25.17	6.07	7.82	100	1.47	GWL-840(II-E4). Nota: Domo de difícil observação.

Análise das Características das Cúpulas de Hortensius

Figura 3



Crédito da imagem: ICARUS – A combined spectrophotometric and morphometric study of the lunar mare dome fields near Cauchy, Arago, Hortensius, and Milichius- Geologic Lunar Research (GLR) group

<http://www.elsevier.com/locate/icarus>

No catálogo mostrada acima (*Tab. 1*), segundo o esquema Westfall, as cúpulas apresentam as seguintes características:

H1 = DW/2a/5g/7j - Cúpula localizada em região de Maria / com diâmetro de 5 a 20 km, de formato circular / perfil com rampa leve abaixo de 2 graus de inclinação e ápice plano / apresenta uma depressão ou cova central.

O domo Hortensius 1 (H1) sugere um topo largo e uma cova de ápice bastante profunda. Também apresenta dobras de lava em seu flanco voltado para a cúpula H2, o que pode significar que as lavas que ali foram depositadas teriam sido mais espessas e mais viscosas. Aparentemente, parece que a rampa oposta (para o oeste) sofreu algum tipo de desmoronamento.

H2 = DW/2a/6f/7j - Cúpula em área de maria / com um diâmetro de 5 a 20 quilômetros de forma circular / ângulo de rampa moderada de 2 a 5 graus, e seção transversal hemisférica / a superfície contém uma depressão ou cova central.

O domo Hortensius 2 (H2) parece o protótipo perfeito de exemplo de uma cúpula hemisférica com uma cova centrada no ápice, com extremidade bem definida localizada na circunvizinha de maria. Nota: Observando a imagem acima (Fig. 3), a cúpula H2 também sugere uma outra depressão excêntrica à nordeste da cova central localizada no topo do domo.

H3 = DW/2b/6f/7j7k - Cúpula localizada em região de maria / com diâmetro de 5 a 20 km e formato elíptico / apresenta rampa com inclinação moderada entre 2 e 5 graus e seção transversal hemisférica / O domo apresenta duas covas de topo, sendo: uma cova central e outra cova fora do centro (excêntrica).

O domo Hortensius 3 (H3) é semelhante a cúpula H1 mas é mais baixa e achatada e menos hemisférica. Ela se parece mais com a forma de uma panqueca.

H4 = DW/2a/6f/7j - Cúpula localizada em região de Maria / com diâmetro de 5 a 20 km, de formato circular / apresenta rampa com inclinação moderada entre 2 e 5 graus e seção transversal hemisférica / e uma cova central.

O domo Hortensius 4 (H4) é diferente dos três primeiros. É muito plano e pode ter rampa com suave inclinação ao norte. Sua cova é excêntrica e parece mais funda e maior que as covas das cúpulas anteriores.

H5 = DW/2a/6f/7j - Cúpula localizada em região de maria / com diâmetro de 5 a 20 km, de formato circular / apresenta rampa com inclinação moderada entre 2 e 5 graus e seção transversal hemisférica / e uma cova central.

O domo Hortensius 5 (H5) assemelhar-se à uma forma de pastilha e também se inclina para baixo ao norte. A cova esquerda parece ter um beira elevada (lança uma sombra lânguida).

H6 = DW/2b/5f/0 - Cúpula localizada em região de maria / com diâmetro de 5 km a 20 km e formato elíptico / apresenta rampa com leve inclinação (abaixo de 2 graus) e seção transversal com perfil hemisférico / e, aparentemente, nenhum detalhe de superfície observável.

O domo Hortensius 6 (H6) é o oposto extremo da cúpula H1. A cúpula H6 é baixa, com perfil ligeiramente irregular, tem rampas mais baixas, sua base se confunde com o terreno do chão da maria, e falta uma cova central, mais parece uma "inchação" que uma cúpula. Contudo se extrapolarmos um pouco e observamos a imagem acima (Fig. 3), me parece que a cúpula H6 sugere

sinais de talvez uma antiga cova, fissura ou depressão excêntrica e alongada em seu flanco Oeste, que foi enchida de lava e/ou teve suas bordas desmoronadas. Contudo essa pseudo característica é apenas uma suposição minha e que carece de comprovação.

Conclusão

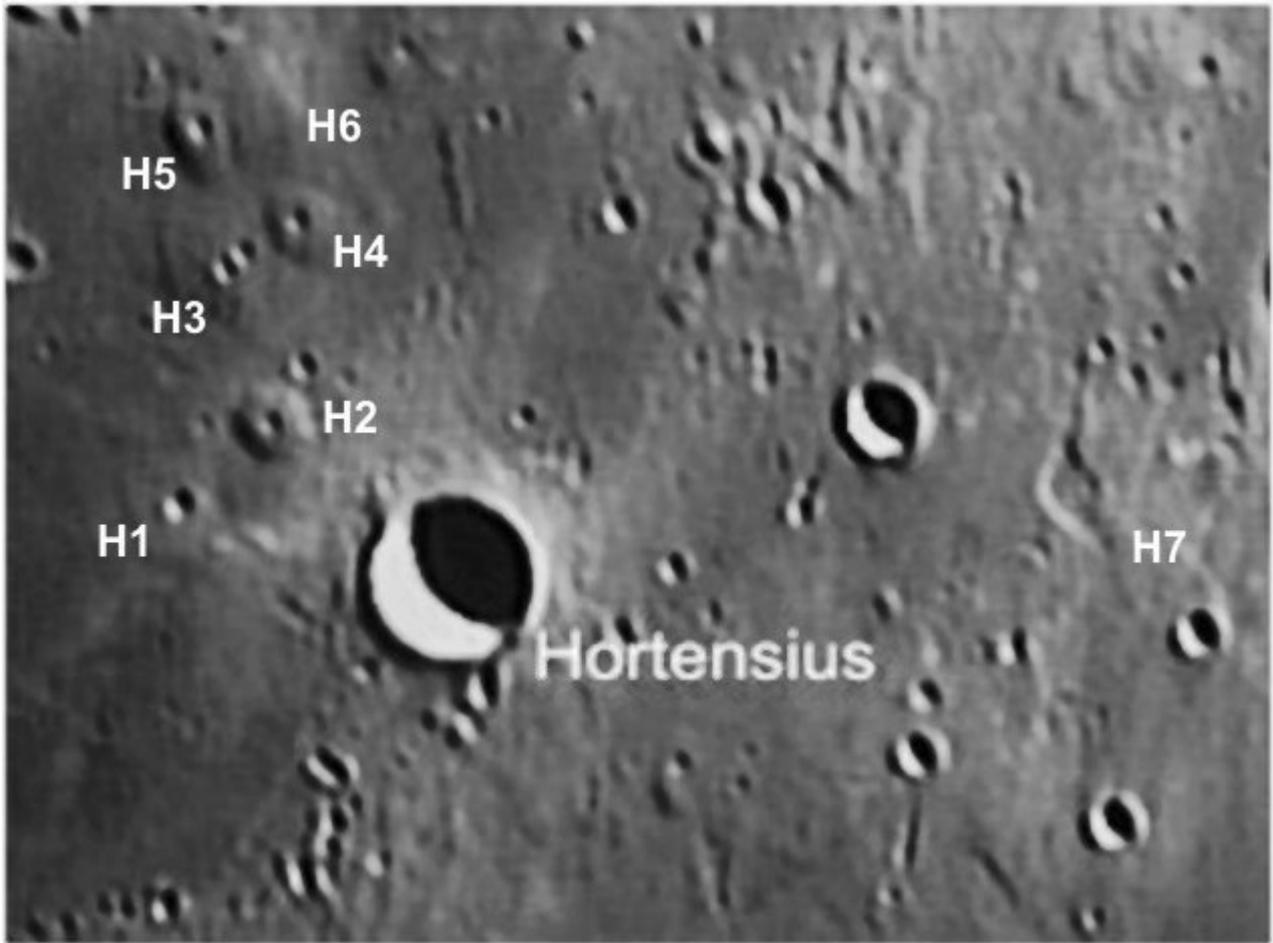
A presença de cúpulas ou domos na Lua atestam que houve sim eventos e atividades vulcânicas em um passado remoto na superfície lunar, posterior aos eventos que preencheram as regiões de maria. Baseado em comparações com o vulcanismo terrestre, provavelmente estas cúpulas foram formadas quando basaltos de maria afloraram de uma ou mais abertura à uma taxa mais baixa de escorrimento por lava mais viscoso e mais fria. As lavas que formaram esses domos diferem em composição, viscosidade, taxa de efusão e escorrimento, assim como uma temperaturas mais baixas que as lavas que inundaram o Oceanus Procellarum.

De forma geral, as cúpulas perto de Hortensius têm topos largos e cova de cratera funda em seus ápices. Comparavelmente, isto é até mesmo verdade para a cúpula rasa do domo Hortensius 7 (H7) localizado à norte da cratera Hortensius E, que exibem cratera de ápice com uma profundidade corresponder a pelo menos meia altura da cúpula.

Pelo menos 6 dos domos situados ao Norte da cratera Hortensius podem ser bem observado. Dos sete (7) domos que pesquisamos, quatro (4) deles apresentam cratera de ápice, um (1) dos domos não apresenta cratera em seu ápice, e outros dois (2) possuem uma cratera duplicada em seu topo. Ao Sul de Hortensius situa-se um grupo de quatro cúpulas (não ‘nomeadas’); contudo elas não são tão fáceis de serem fotografadas como as cúpulas do norte. A observação destas quatro cúpulas exige uma altitude solar muito baixa para mostrar algum detalhe.

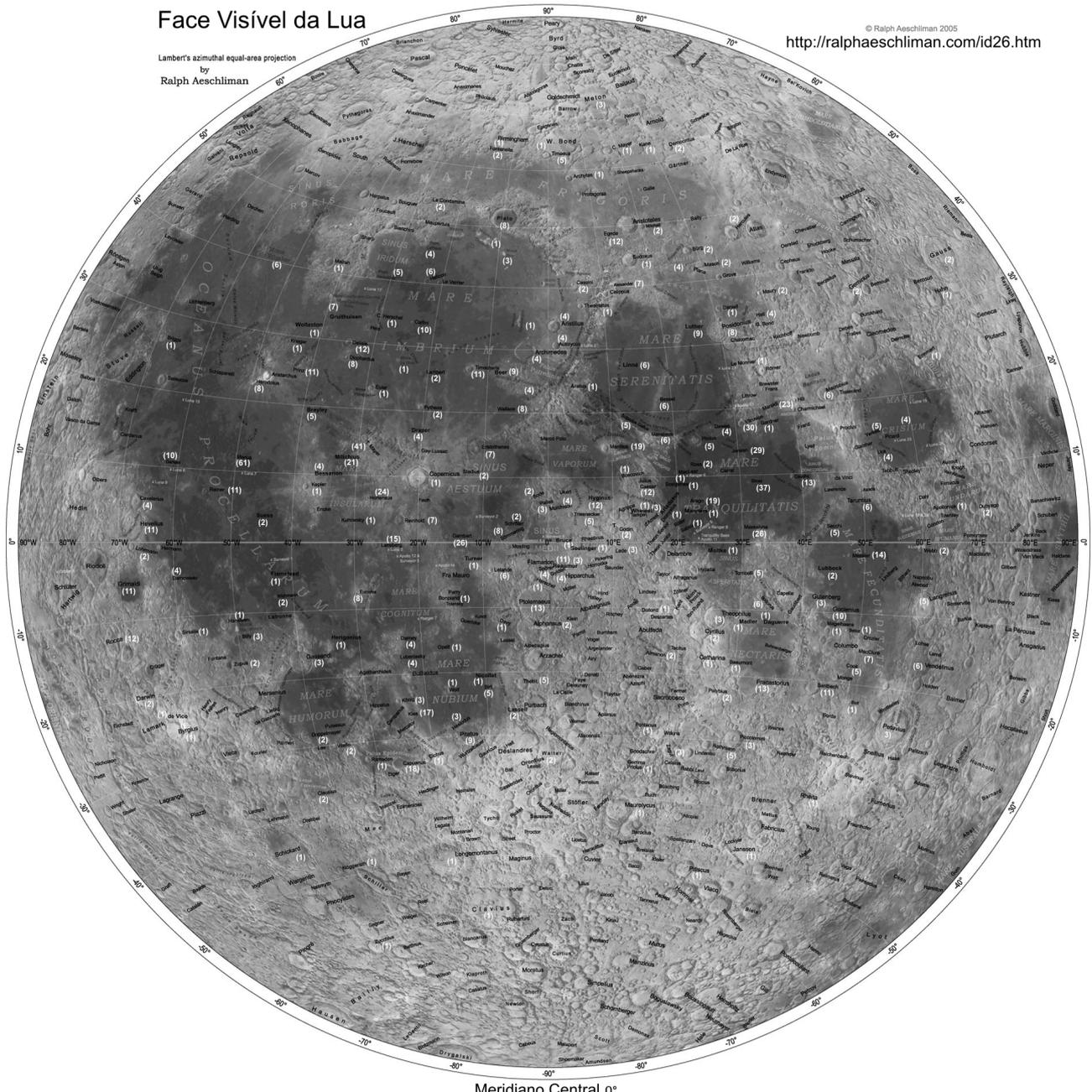
Na imagem abaixo (**Fig. 4** – recorte da Fig. 1), altamente ampliada e equalizada (quase ao exagero) para dar maior contraste e ressaltar os pequenos detalhes, podemos perceber muitas outras cúpulas bem menos definidas, inchações e formações com características bastante peculiares. Note uma pequena cadeia de crateras de impacto secundário no canto inferior esquerdo da imagem, algumas das quais foram, aparentemente, cobertas por uma magra folha de lava. É também digno de nota leves manchas mais escuras, próximas à alguns dos domos, que se destacam em relação ao ambiente que as circundam; como também algumas pequenas formações semelhantes à canais de lavas.

Figura 4



Apêndice 1

A título de curiosidade, utilizando o catálogo de cúpulas - GLR Catalog of Lunar Domes, Draft Copy Compiled by: Charles A. Kapral and Robert A. Garfinkle F.R.A.S. Release: May 2005 <http://www.glrgroup.org/download/kapral.doc>, nós plotamos as quantidades de cúpulas existentes próximo as formações que lhes denominam em um mapa (abaixo), editado por Ralph Aeschliman <http://ralphaeschliman.com/id26.htm> e, em uma análise superficial, obtemos alguns dados interessantes.



Os Estudos mostram que a grande maioria dos domos estão localizadas no Hemisfério Oeste da Lua, e também que uma grande concentração deles está na região das crateras Milichius-Hortensius_Marius_Tobias Mayer.

A concentração de domos no lado Oeste da Lua pode ser explicada pelo fato que nessa região estão localizadas a terras onde predominam as planícies inundadas de lava, e também onde os processos vulcânicos aparentemente teve maior incidência.

Os estudos também demonstraram que a vasta maioria dos domos se concentram na faixa equatorial da Lua ou próximo à ela, e muito mais na região ao Norte do Equador lunar, onde predominam as terras de planícies.

Observando o mapa notamos que há muito mais cones vulcânicos em regiões de maria (planícies de lava) do que nas regiões das terras elevadas, os planaltos lunares.

Se prestamos atenção, aparentemente podemos verificar a “não existência” de cúpulas catalogadas nas bordas da Lua. Contudo, essa “inexistência” possa ser somente devido a dificuldade de se observar o limbo lunar, e as raras ocasiões em que as Librações nos favorece para permitir tais observações.

Esta curiosidade nos despertou para uma outra atividade referente à tabulação de dados que porventura possamos obter utilizando estes dois instrumentos: o catálogo e o mapeamento das cúpulas.

Apêndice 2

Na Terra, os **vulcões de proteção ou escudo** são construídos quase exclusivamente por fluxos de lavas fluidas que desce em todas as direções de um cume central ou grupos de aberturas, construído um largo cone suavemente inclinado em forma de sino. Este perfil muito comum em vulcões de proteção. Eles são lentamente construídos pela acúmulo de milhares de fluxos de lavas altamente fluídas chamada lava de basalto que se espalha amplamente atingindo grandes distâncias, e então esfria formando finas camadas que vão se sobrepondo. Frequentemente também há surgimento de lavas de aberturas ao longo das fraturas (zona de fenda) que se desenvolvem nos flancos de cone. O Havaí e a Islândia são exemplos de locais onde podemos encontrar vulcões que expõem enormes quantidades de lava que gradualmente constroem uma montanha larga com o perfil de um escudo. As escoadas lávicas destes vulcões são geralmente muito quentes e fluidas, o que contribui para ocorrerem escoadas longas.

Uma das formas de classificação dos vulcões é através do tipo de material que é erupcionado, o que afeta a forma do vulcão. Se o magma aflorado contém uma elevada percentagem em sílica (maior que 65%) a lava é chamada de félsica ou "ácida" e tem a tendência de ser muito viscosa (pouco fluida) e por isso solidifica rapidamente. Os vulcões com este tipo de lava têm tendência a explodir devido ao fato da lava facilmente obstruir a chaminé vulcânica. Se, por outro lado, o magma é relativamente pobre em sílica (quantia menor que 52%) é chamado de máfico ou "básico" e causa erupções de lavas muito fluidas capazes de escorrer por longas distâncias.

Cones de escórias: São os tipos mais simples e mais comuns de vulcões. Esses vulcões são relativamente pequenos, com alturas geralmente menores que 300 metros de altura. Formam-se pela erupção de magmas de baixa viscosidade, com composições basálticas ou intermediárias.

Máfico é a designação dada em geologia a qualquer mineral, magma ou rocha ígnea (vulcânica ou intrusiva) que seja comparativamente rico em elementos químicos pesados, nomeadamente em compostos ferromagnesianos, e relativamente pobre em sílica. O vocábulo *máfico* deriva da aglutinação de *magnésio* e *ferro* (**m**agnésio + **f**erro + sufixo **ico**), indicando a riqueza em ferro e

magnésio desses minerais e rochas. Quando a riqueza em compostos ferromagnesianos é muito grande, os materiais são referidos como ultramáficos.

Félsico é um termo utilizado em geologia aplicado a minerais silicatados, magmas e rochas, ricos em elementos leves como o silício, oxigênio, alumínio, sódio e potássio. Este termo é uma combinação das palavras "feldspato" e "sílica". Os minerais félsicos são geralmente de cor clara e com peso específico inferior a 3. O termo *rocha ácida*, por vezes usado como sinônimo, refere-se a rochas vulcânicas com elevado teor de sílica (mais de 63% SiO₂ em massa), como o riolito. Este termo era utilizado de forma mais abrangente na literatura geológica mais antiga. É, hoje em dia, considerado arcaico uma vez que os termos *rocha ácida* e *rocha básica* baseavam-se na idéia incorreta do século XIX segundo a qual o ácido silícico era a principal forma de ocorrência do silício nas rochas.

SiO₂ é o composto químico dióxido de silício, também conhecido como sílica, é o óxido de silício cuja fórmula química é SiO₂. Em seu estado natural pode ser encontrado em diversas formas diferentes.

Kipukas: Termo havaiano para uma ilha de terra completamente cercada por um ou mais fluxos de lava mais jovens. Um kipuka se forma quando a lava flui em qualquer lado de uma colina ou cume e escorre rampa abaixo ou esparrama de sua fonte. Normalmente os kipukas são mais velho e mais desbotado que os ambientes que os circundam.

Referências:

Westfall, John E. A Generic Classification of Lunar Domes. JALPO 18, Nos. 1-2, (1964) 15-20

GLR Catalog of Lunar Domes, Draft Copy. Compiled by: Charles A. Kapral and Robert A. Garfinkle F.R.A.S. Release: May 2005)
<http://www.glrgroup.org/download/kapral.doc>

Delano, K.J. The Distribution of Lunar Domes. JALPO 22, Nos. 1-2 (1970) 8-13

Phillips, J. The New Lunar Dome Survey: The Hortensius- Millichius-Tobias Mayer Region JALPO 33, Nos. 4-6 (1989) 61-72.

Head J.W., Gifford A., Lunar Mare Domes: Classification and modes of origin, The Moon and the Planets 22 (1980) 235 Department of Geological Sciences, Brown University, Providence, Rhode Island, USA.

Wilhelms, D.E. The Geologic History of the Moon. USGS Professional Paper 1384. 1987.

Heiken, G.H. et al. Lunar Sourcebook. Cambridge University Press. 1991.

Frankel, Charles. Volcanoes of the Solar System. Cambridge University Press. 1996.

ICARUS – A combined spectrophotometric and morphometric study of the lunar mare dome fields near Cauchy, Arago, Hortensius, and Milichius- Geologic Lunar Research (GLR) group
<http://www.elsevier.com/locate/icarus>

Selenology Today N.1 digilander.libero.it/glrgroup – Edição de Junho/2006

Lena, P. Salimbeni, E. Douglass, G. Santacana, M. Higashida, Domes in Hortensius Region, JALPO, 45 (1), pp. 26-28, 2003.

Paper presented at the European Workshop on Planetary Sciences, organised by the Laboratorio di Astrofisica Spaziale di Frascati, and held between April 23–27, 1979, at the Accademia Nazionale del Lincei in Rome, Italy.

Nichols, D. J., Young, R. A., & Brennan, W. J. Lunar Kipukas as Evidence for an Extended Tectonic and Volcanic History of the Maria - Abstracts of the Lunar and Planetary Science Conference, volume 5, page 550, (1974)
<http://articles.adsabs.harvard.edu//full/seri/LPI./0005//0000550.000.html>"

R.Gregio
Coord. Secção Lunar – REA-Br.
slunar@uol.com.br
www.reabrasil.org/lunar

Janeiro/2007