

**Projeto Céu Profundo**

**PRIMEIRA LUZ**  
Uma Introdução à Observação do Céu

Wandeclayt Melo

Esta publicação pode ser baixada gratuitamente de:  
[www.ceuprofundo.com/primeira-luz](http://www.ceuprofundo.com/primeira-luz)



**Projeto Céu Profundo**

**PRIMEIRA LUZ**  
Uma Introdução à Observação do Céu

Wandeclayt Melo

Esta publicação pode ser baixada gratuitamente de:  
[www.ceuprofundo.com/primeira-luz](http://www.ceuprofundo.com/primeira-luz)

Inverno 2024

Certas marcas comerciais e fabricantes de equipamentos podem aparecer identificados no texto para descrever instrumentos ou procedimentos. Esta publicação não recebeu qualquer apoio financeiro ou material destas marcas e estas identificações não constituem recomendações implícitas ou explícitas de quaisquer marcas e fabricantes citados.

**Projeto Céu Profundo  
34 páginas (Inverno 2024)**

**Esta publicação pode ser baixada gratuitamente de:  
[www.ceuprofundo.com/primeira-luz](http://www.ceuprofundo.com/primeira-luz)**

”Uma experiência de aprendizado é algo que te diz:  
- Sabe isso que você acabou de fazer? Não faça de novo!

---

Douglas Adams

## Prefácio

”Primeira Luz” é a expressão que usamos para nos referir à primeira observação feita com um telescópio ou outro instrumento astronômico. É a primeira exposição desse instrumento ao céu. Um batismo de luz. ”Primeira Luz” é também o nome deste livro e do curso de introdução à observação do céu e à Astronomia Cidadã ministrado pelo Projeto Céu Profundo no Museu Interativo de Ciências em São José dos Campos - SP, com apoio do Observatório de Astronomia e Física Espacial da UNIVAP. O curso e o livro pretendem apresentar os fundamentos da observação do céu em um programa acessível mas abrangente, englobando desde o reconhecimento do céu até o uso de ferramentas avançadas de análise e visualização de dados astronômicos. Esperamos que este texto seja uma porta de entrada à observação do céu mas que também sirva como um guia de referência para observadores mais experientes.

**Palavras chave**

astronomia, observação, telescópios, ciência cidadã, divulgação.

# Conteúdo

<b>1 Sistema Solar</b>	<b>2</b>
1.1 A Lua	3
1.2 Movimentos da Lua	9
1.3 Propriedades da Lua	15
1.4 Regras da IAU para nomenclatura lunar	15
1.5 Planetas	17
1.6 Configurações planetárias.	18
<b>Referências</b>	<b>23</b>
<b>Apêndice A: Alfabeto Grego</b>	<b>24</b>
<b>Apêndice B: Lista de Constelações (IAU)</b>	<b>26</b>
<b>Apêndice C: Equações e Scripts.</b>	<b>30</b>
<b>Apêndice D: Histórico de Versões</b>	<b>34</b>

# Lista de Figuras

Fig. 1	Face visível da Lua. Mosaico de imagens do satelite Lunar Reconnaissance Orbiter (LROC). créditos: NASA/Arizona State University(ASU).	3
Fig. 2	Cratera Tycho. créditos: LROC/NASA/Arizona State University	4
Fig. 3	Perfil de altitude da cratera Tycho. dados: LRO/LOLA/NASA.	4
Fig. 4	Cratera da Serra da Cangalha - TO. dados: LANDSAT 8. processamento: Wandeclayt M./Projeto Ceu Profundo	5
Fig. 5	Mapa da Lua na obra <i>Almagestum Novum</i> de Riccioli(1651). crédito: ETH-Bibliothek Zürich.	6
Fig. 6	<i>Montes Apenninus</i> , uma cadeia de montanhas na margem sudeste do <i>Mare Imbrium</i> . créditos: NASA/Arizona State University(ASU).	7
Fig. 7	Página de acesso à plataforma Quickmap.	8
Fig. 8	Scientific Visualization Studio - Fase da Lua e Libração 2024	8
Fig. 9	Fases da lua. [créditos: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo].	9
Fig. 10	Conjunção entre a Lua, Mercúrio e o Aglomerado do Presépio (M44) na constelação de Câncer (2024-07-07). crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo.	10
Fig. 11	Órbita da Lua cortando o plano da Eclíptica (em amarelo). [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	11
Fig. 12	Posição dos planetas e da Lua durante o mês de setembro de 2024. Gráfico gerado a partir de código em linguagem Python usando o pacote astroquery para consultar as coordenadas de objetos do Sistema Solar na base de dados JPL/Horizons. [código: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	11
Fig. 13	Eclipse solar total de 2 de julho de 2019, em Vicuña, no Chile. [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	12
Fig. 14	Eclipse lunar total de 15 de maio de 2022. [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	13
Fig. 15	Ocultação de Marte pela Lua em 2020-09-05. Observado de São José dos Campos (SP).[créditos: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	13
Fig. 16	Comparação de distâncias entre a Lua e a Terra no apogeu e no perigeu. As distâncias e diâmetros estão em escala. [dados: SVS/NASA. diagrama: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	14
Fig. 17	Variação da distância Terra-Lua durante o ano de 2025. [dados: JPL/Horizons, gráfico: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]	14
Fig. 18	Configurações orbitais. crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo	18
Fig. 19	Órbita de Mercúrio, conforme a primeira Lei de Kepler. crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo	19
Fig. 20	<a href="https://pds-rings.seti.org/tools/tracker3_jup.shtml">https://pds-rings.seti.org/tools/tracker3_jup.shtml</a>	20
Fig. 21	Posição heliocêntrica dos planetas no mês de setembro/2024.dados: JPL/Horizons. diagrama: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo.	21

## **Introdução**

A Astronomia é uma ciência ímpar. Enquanto ocupa os cientistas profissionais com os mais profundos enigmas da existência, expandindo o limite do conhecimento teórico e do desenvolvimento tecnológico como nenhuma outra ciência, beneficia-se largamente da ciência-cidadã, com dados de alta qualidade produzidos por mão de obra amadora, mas altamente qualificada.

A Astronomia é também uma ciência acessível, democrática e até romântica, dialogando com as artes, com a filosofia e com virtualmente todas as áreas do conhecimento humano. O céu se estende sobre todos nós. Basta olhar, ou apontar seus instrumentos para o alto. A mesma luz que banha o pequeno telescópio refletor de um astrônomo amador é capturada pelos grandes observatórios nas montanhas do Chile ou do Havaí.

É pouco provável que alguém consiga se aventurar de maneira amadora na Física de Partículas ou no mapeamento do Genoma. É pouco desejável que alguém se aventure de maneira amadora na Neurocirurgia. Mas a Astronomia está de portas abertas aos que não a praticam de maneira profissional. O céu é para todos. Para os que apenas contemplam sua beleza e para os que meticulosamente observam e registram seus fenômenos.

Mas antes de conhecer o céu, seus movimentos e regularidades e como localizar e identificar os objetos celestes, há pouco o que se possa fazer com um telescópio. Planetas, estrelas, aglomerados estelares, nebulosas e até galáxias podem ser observadas com pequenos telescópios e mesmo a olho nu. Mas para isso um passo inicial é indispensável: conhecer o céu.

A proposta deste texto é servir como um primeiro passo em direção ao conhecimento do céu, como uma porta de entrada à observação. Descortinando um universo vasto, mas acessível aos olhos que sabem reconhecê-lo, esperamos despertar em você o mesmo amor que nutrimos pelas estrelas, pois como escreveu Olavo Bilac: "*Amai para entendê-las, pois só quem ama pode ter ouvido, capaz de ouvir e entender estrelas*".

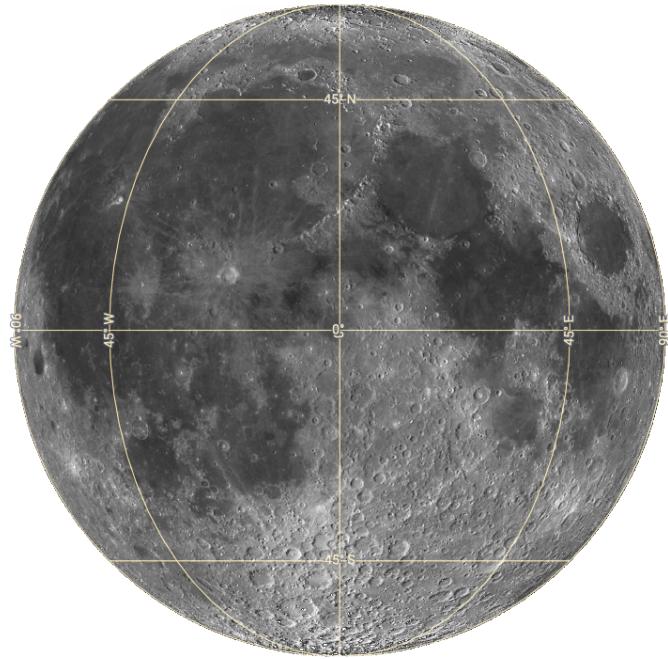
## **1. Sistema Solar**

## 1.1 A Lua

O alvo mais óbvio para um pequeno telescópio certamente é a Lua. Fácil de identificar e de localizar e brilhante o suficiente para ser observada mesmo sob as mais severas condições de poluição luminosa, o nosso satélite natural tem muito a nos mostrar através da ocular ou de imagens capturadas através do telescópio.

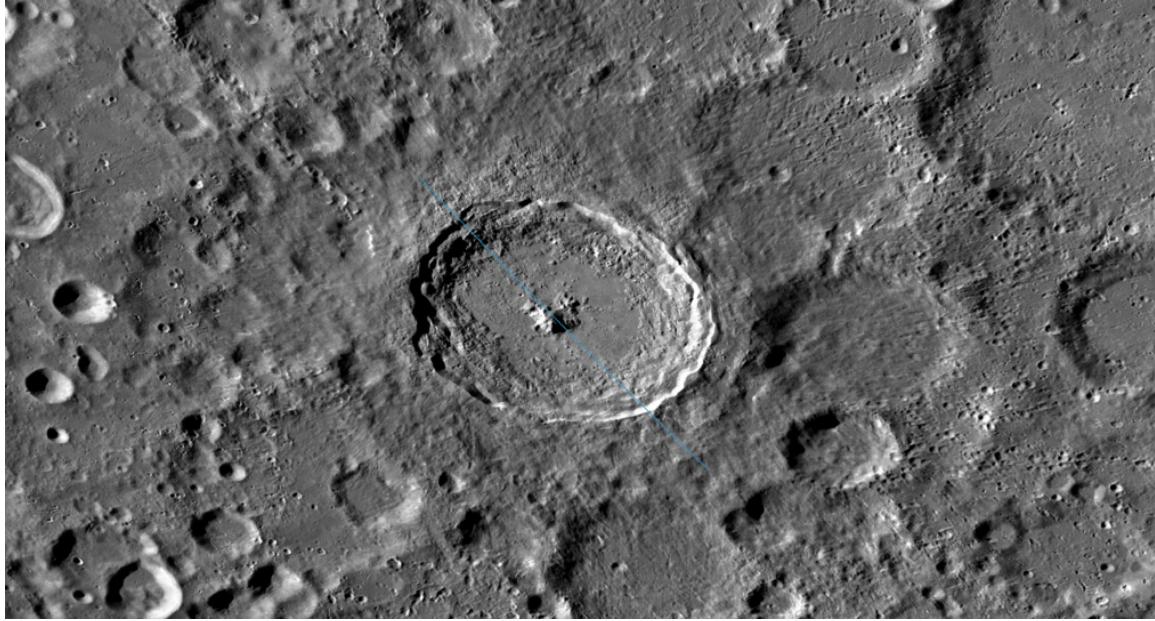
Sua superfície cravejada de crateras de impacto e com vastas planícies alagadas por material vulcânico proporciona visões com variações dramáticas de contraste ao longo de uma lunação. A variação no ângulo de incidência dos raios solares pode revelar ou ocultar formações no terreno, exigindo algum planejamento quando pretendemos observar alguma região em particular na face da Lua.

Na Fig. 1 temos um mosaico de alta resolução da face visível da Lua, composto por imagens do satélite [Lunar Reconnaissance Orbiter\(LRO\)](#). Chama a atenção a vasta presença de crateras de impacto. Na imagem, percebemos também grandes regiões de terreno mais escuro, pouco craterizado, contrastando com regiões de terreno mais claro, densamente craterizadas e mais elevadas.



**Fig. 1.** Face visível da Lua. Mosaico de imagens do satélite Lunar Reconnaissance Orbiter (LROC). créditos: NASA/Arizona State University(ASU).

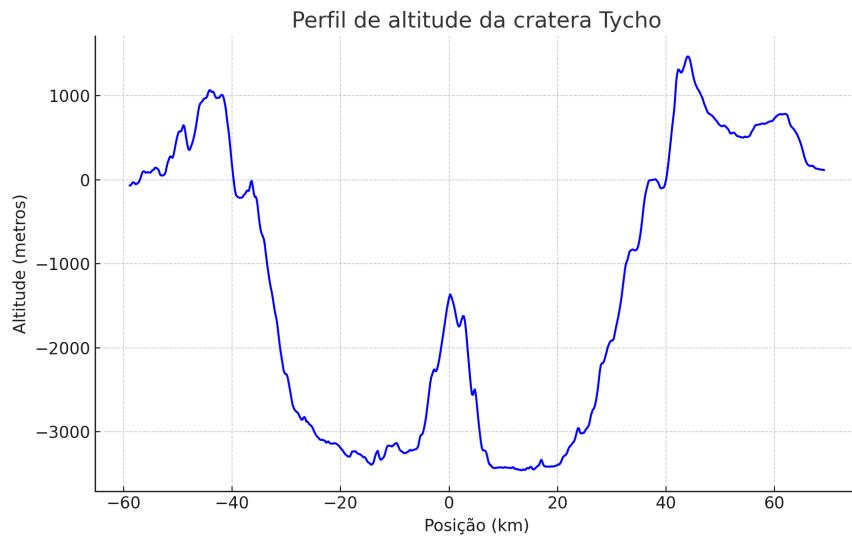
As crateras, formadas por violentos impactos com objetos do sistema solar, podem chegar a medir mais de uma centena de quilômetros de diâmetro e podem exceder 3 quilômetros de profundidade. A Fig. 2 mostra a cratera Tycho, medindo 85 km de diâmetro



**Fig. 2.** Cratera Tycho. créditos: LROC/NASA/Arizona State University

e nomeada em homenagem ao astrônomo Tycho Brahe.

Tycho apresenta um proeminente pico central e borda em degraus. Um perfil de altitude ao longo da linha azul na Fig 2, construído com dados de altimetria da Lunar Reconnaissance Orbiter é mostrado na Fig. 3.



**Fig. 3.** Perfil de altitude da cratera Tycho. dados: LRO/LOLA/NASA.

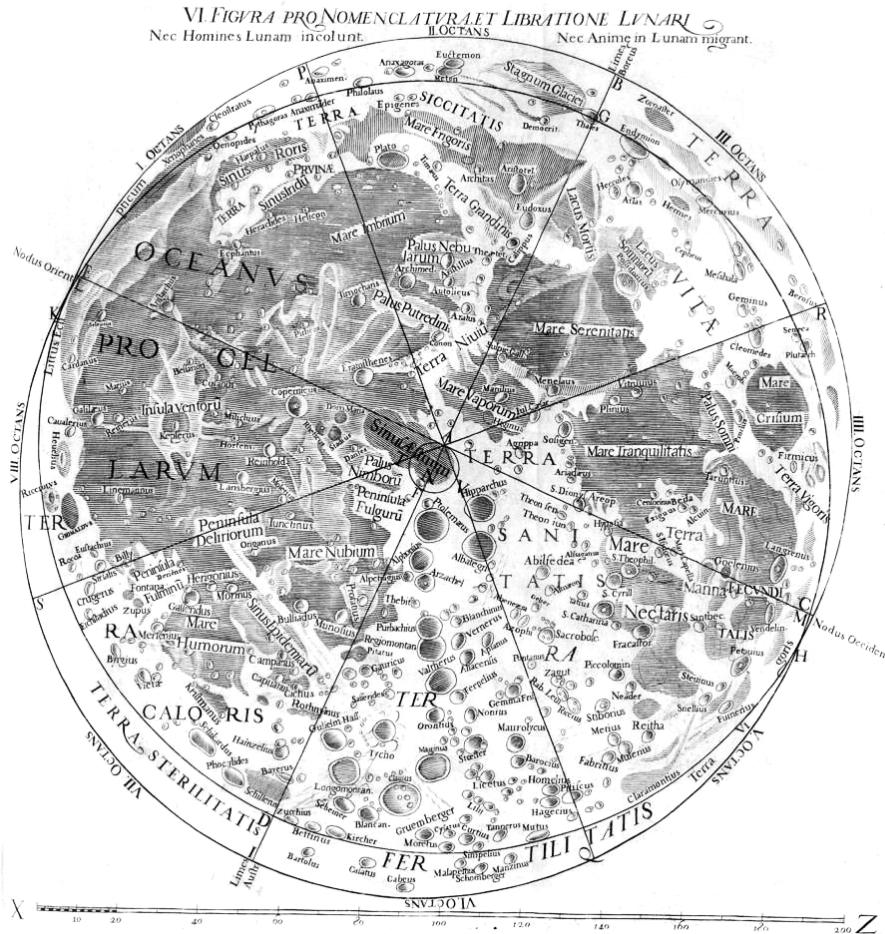
Crateras de impacto não são formações exclusivas da superfície da Lua. Essas estruturas são comuns em corpos do Sistema Solar, especialmente nos que não contam com

a proteção de uma atmosfera densa o suficiente para fornecer proteção contra a entrada de meteoroides. A presença de uma atmosfera densa na Terra não apenas impede que a maioria dos corpos cheguem intactos na superfície, como também promove, através do vento e das chuvas, a erosão das crateras formadas em eventuais colisões. Ainda assim, há vestígios de crateras formadas por grandes colisões em diversos pontos de nosso planeta. No Brasil, a cratera da Serra da Cangalha, em Tocantins, é a mais preservada e pode ser vista em imagens de satélite. A Fig. 4 é uma imagem processada a partir de dados do satélite LANDSAT 8.



**Fig. 4.** Cratera da Serra da Cangalha - TO. dados: LANDSAT 8. processamento: Wandeclayt M./Projeto Ceu Profundo

Apesar de não haver na superfície lunar massas de água em estado líquido, as planícies escuras são chamadas de “mares”, “lagos”, “oceãos” e “baías”, mantendo a tradição dos primeiros cartógrafos da Lua do séc. 17. Grande parte dessa nomenclatura é herdada do mapa (Fig. 5) publicado em 1651 por Giovanni Riccioli em seu compêndio *Almagestum Novum*[1]. Johann Hevelius, contemporâneo de Riccioli, publicou o atlas lunar *Selenographia*[2] em 1647, incluindo mapas que também nomeavam as regiões escuras como mares. No entanto, foi o esquema de Riccioli, que batizava seus mares com nomes de fenômenos da natureza (Mar das Chuvas, Oceano das Tempestades...) e estados de espírito (Mar da Tranquilidade, Mar da Serenidade...) que prevaleceu na nomenclatura moderna.



**Fig. 5.** Mapa da Lua na obra *Almagestum Novum* de Riccioli(1651). crédito: ETH-Bibliothek Zürich.

O sistema adotado por Riccioli para a nomenclatura de crateras, homenageando cientistas, filósofos, matemáticos, navegadores e engenheiros já falecidos também foi incorporado às regras modernas de nomenclatura lunar.

Além das crateras e mares, outras formações como vales, fissuras e grandes cadeias de montanhas são também nomeadas e podem ser observadas através de pequenos telescópios. Na Fig. 6 vemos a cadeia de montanhas *Montes Apenninus* margeando o *Mare Imbrium* (Mar das Chuvas).

A nomenclatura oficial das formações na superfície lunar é estabelecida pela União Astronômica Internacional (IAU) através de um grupo de trabalho dedicado à nomenclatura de objetos do Sistema Solar e das formações associadas a esses objetos. Os nomes adotados pela IAU seguem uma série de regras e convenções visando garantir clareza e evitar ambiguidades. As regras, atualizadas em 1973 na XV Assembleia Geral da IAU[3], vetam



**Fig. 6.** *Montes Apenninus*, uma cadeia de montanhas na margem sudeste do *Mare Imbrium*.  
créditos: NASA/Arizona State University(ASU).

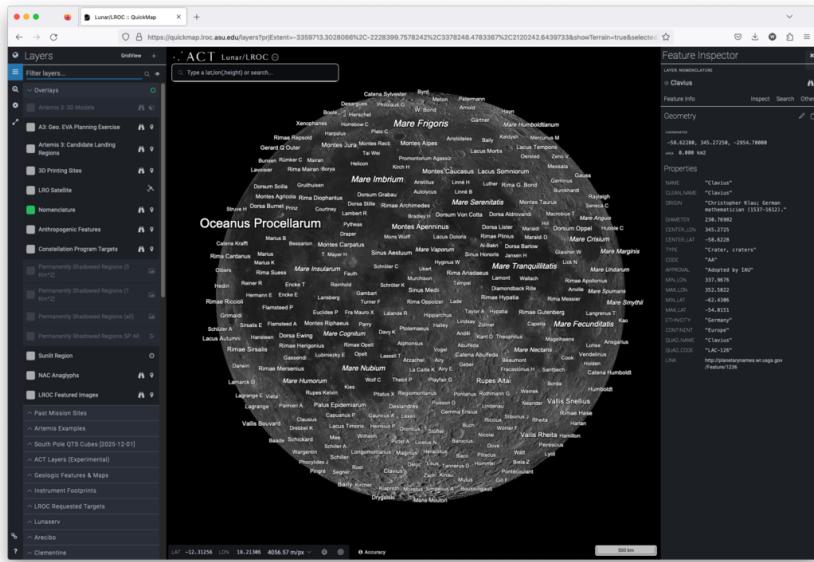
o uso de nomes de importância política, militar ou religiosa, exceto o de figuras políticas anteriores ao século XIX.

Ao longo da história, nomes foram atribuídos e aprovados pela IAU em desacordo com as regras atuais. Essas exceções incluem os nomes de crateras homenageando astronautas e cosmonautas ainda em vida.

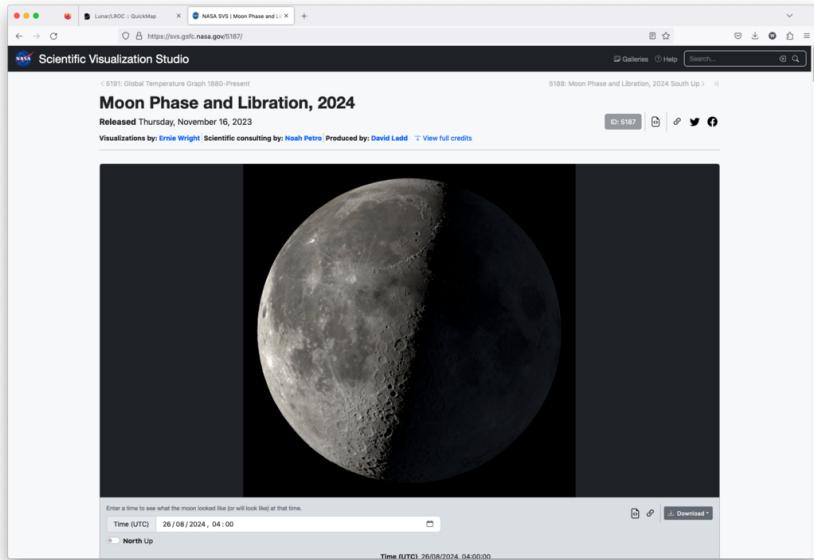
As regras para nomenclatura podem ser consultadas através da página [\*Gazeteer Of Planetary Nomenclature\*](#) mantida pelo *United States Geological Survey (USGS)* e os nomes aprovados para formações na lua podem ser consultados na seção de [\*\*Nomenclatura Lunar\*\*](#). Vale chamar atenção para o fato de que dos 1608 nomes de crateras aprovados até 2024 pela IAU, apenas 9 nomes tem origem nas Américas Central e do Sul.

Assim como a nomenclatura, dados de imagem da Lua são acessíveis através de bases de dados abertas. Especialmente útil é a plataforma [\*\*Quickmap\*\*](#) (Fig 7), para visualização de dados da *Lunar Reconnaissance Orbiter Camera (LROC)*.

Outra ferramenta de grande utilidade no planejamento de observações lunares está disponível em [\*\*Scientific Visualization Studio - Fase da Lua 2024\*\*](#) (Fig. 8).



**Fig. 7.** Página de acesso à plataforma Quickmap.



**Fig. 8.** Scientific Visualization Studio - Fase da Lua e Libração 2024

A plataforma Scientific Visualization Studio (SVS) da NASA disponibiliza anualmente esta interface de visualização do aspecto da Lua para a data e horário selecionados.

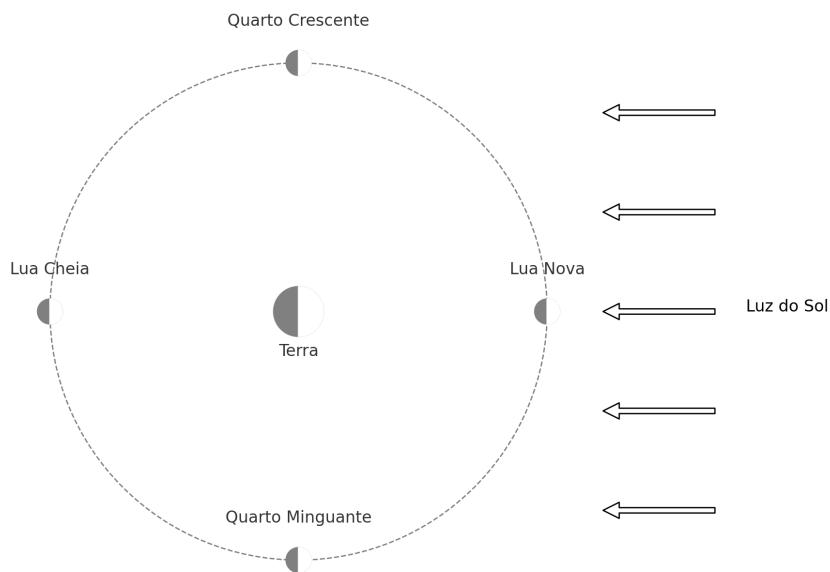
O uso combinado das plataformas Quickmap e SVS é um grande auxílio no planejamento de observações e na identificação de formações capturadas através de imagens. Entre os recursos oferecidos no quickmap estão a identificação de locais de pouso de missões

lunares e de outras formações e objetos antropogênicos, como crateras criadas por impactos com estágios de veículos espaciais e instrumentos científicos deixados pelas missões Apollo.

## 1.2 Movimentos da Lua

Orbitando a Terra a uma distância média de 384 mil km, a Lua é o corpo celeste mais próximo de nós, e o único no qual o ser humano já pisou, com o primeiro pouso de uma missão tripulada em 20 de julho de 1969.

A mudança mais evidente no aspecto da Lua é o seu ciclo de fases, ou lunação, resultante da variação da porção iluminada pelo Sol da face visível da Lua. Ao longo de um período de 29,53 dias, a Lua varia de um disco 100% iluminado, nascendo no pôr do Sol, e reduzindo a cada dia sua fração iluminada até aparecer como um arco delgado nascendo ao amanhecer, para em seguida aparecer também como um arco delgado no horizonte oeste se pondo logo após o Sol e aumentando sua face iluminada a cada dia até retornar aos 100% de iluminação. Estas fases são causadas por seu movimento orbital em torno da Terra e estão ilustradas na Fig. 9. Chamamos este ciclo completo de fases de lunação e chamamos de **período sinódico** a duração média de uma lunação[4].



**Fig. 9.** Fases da lua. [créditos: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo].

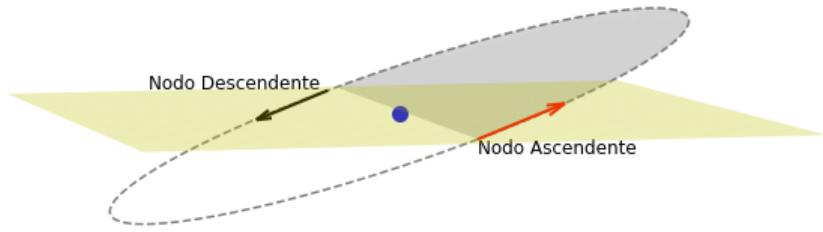
No diagrama anterior (Fig. 9) o Sol está posicionado à direita e ilumina a Lua e a Terra simultaneamente. Como durante a Lua Nova a face lunar voltada para a Terra não está iluminada, não é possível visualizar a Lua. No entanto, nos dias que imediatamente antecedem e sucedem a Lua Nova, um interessante fenômeno pode ser observado: a luz cinérea. Enquanto apenas um fino arco da Lua aparece iluminado diretamente pelo Sol, a luz solar refletida na Terra ilumina a face escura da Lua, tornando-a também visível. A Fig. 10 é o registro de uma conjunção entre a Lua, o planeta Mercúrio e o aglomerado estelar Messier 44 na constelação de Câncer no dia 7 de julho de 2024, dois dias após a Lua Nova.



**Fig. 10.** Conjunção entre a Lua, Mercúrio e o Aglomerado do Presépio (M44) na constelação de Câncer (2024-07-07). crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo.

A Fig. 9 também nos permite concluir que um eclipse solar (quando a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol, projetando sua sombra na superfície terrestre) só pode acontecer durante a Lua Nova. Analogamente, um eclipse lunar (quando a Lua passa pela sombra da Terra) só pode ocorrer durante a Lua cheia. No entanto, o plano da órbita lunar é inclinado  $5,145^\circ$  em relação ao plano da órbita terrestre, a eclíptica, evitando a ocorrência de eclipses a cada Lua Cheia ou Nova. Os pontos de intersecção entre a órbita lunar e o plano da eclíptica são chamados de nodos. Para que um eclipse aconteça, é necessário que a Lua Cheia ou Nova ocorra durante a passagem da Lua por um dos nodos.

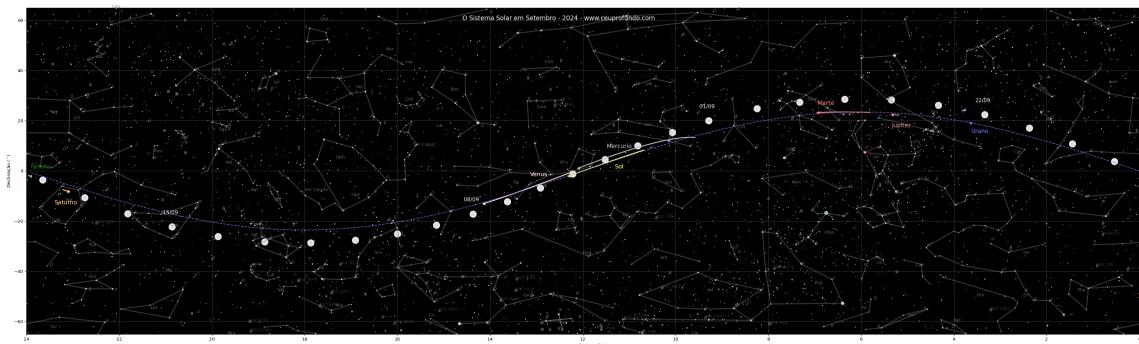
A Fig. 11 mostra a órbita da Lua (representada pela linha tracejada) cortando o plano da eclíptica (representado pelo plano amarelo). A inclinação foi exagerada para melhor visualização. O nodo ascendente é o ponto de da órbita lunar ocupado pela Lua ao cruzar o plano da eclíptica no sul para o norte. Ao contrário, o nodo descendente é ocupado pela



**Fig. 11.** Órbita da Lua cortando o plano da Eclíptica (em amarelo). [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]

Lua ao cruzar a eclíptica do norte para o sul.

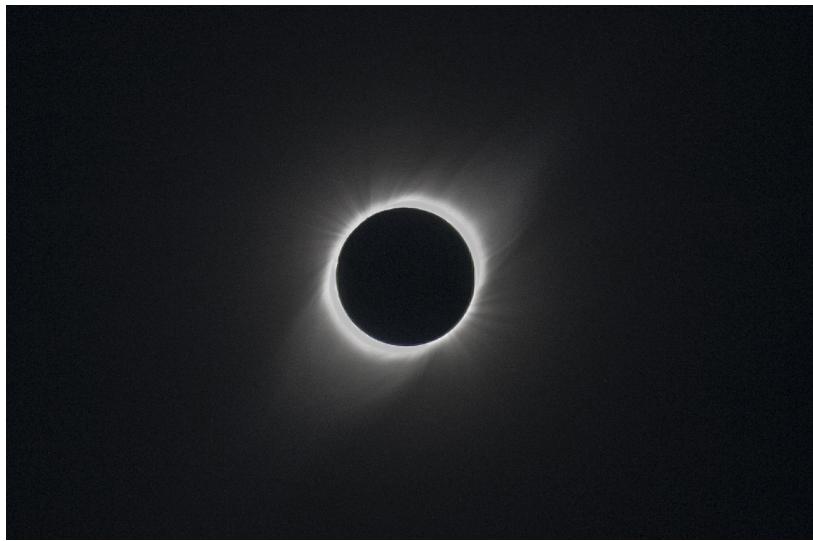
A Fig. 12 mostra a posição da Lua e dos planetas do Sistema Solar no mês de setembro/2024. A posição da Lua é representada em intervalos de 24h e as posições para os dias 1, 8, 15 e 22/09 estão identificadas. O movimento da Lua na carta é da direita para a esquerda e o movimento de cada um dos planetas está indicado pelo sentido das setas. A eclíptica está representada como uma linha tracejada.



**Fig. 12.** Posição dos planetas e da Lua durante o mês de setembro de 2024. Gráfico gerado a partir de código em linguagem Python usando o pacote astroquery para consultar as coordenadas de objetos do Sistema Solar na base de dados JPL/Horizons. [código: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]

Considerando o movimento de translação da Lua em torno da Terra tomando as estrelas como referência, mediremos um período orbital de 27,32 dias. Chamamos esse intervalo de **período sideral**. Ao longo de um período sideral a Lua percorre toda a sua órbita, eventualmente se alinhando com o Sol (na Lua Nova) e em algum instante com cada um dos planetas do Sistema Solar. Chamamos esses alinhamentos de **conjunções**.

Quando a Lua Nova acontece durante a passagem da Lua por um dos nodos, temos um Eclipse Solar. Durante um eclipse Solar, a Lua se coloca entre a Terra e Sol, projetando sua sombra na superfície terrestre. Uma feliz coincidência é o fato de que apesar de o diâmetro da Lua corresponder a apenas 0,25% do diâmetro solar, seus diâmetros aparentes, vistos da Terra, são praticamente idênticos, correspondendo a aproximadamente 0,5°. Esta coincidência faz com que num eclipse solar total a Lua oculte exatamente o disco solar. A Fig. 13 é uma imagem do eclipse solar total de 2 de julho de 2019, registrada em Vicuña (Chile). Na imagem, capturada durante a totalidade do eclipse, o disco da Lua se ajusta exatamente sobre o Sol. Com o intenso brilho solar bloqueado, as ténues estruturas da coroa solar tornam-se visíveis.



**Fig. 13.** Eclipse solar total de 2 de julho de 2019, em Vicuña, no Chile. [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]

Quando a Lua Cheia ocorre durante a passagem da Lua pelas proximidades de um nodo, temos a ocorrência de um eclipse lunar. O formato da sombra projetada pela Terra fica evidente durante um eclipse lunar. A Fig. 14 é uma composição de imagens capturadas durante o eclipse lunar total de 15 de maio de 2022, no Observatório Astronômico da UNIVAP, em São José dos Campos.

Mas não é apenas o disco Solar que pode ser occultado pela Lua. Em seu movimento orbital vemos a Lua se alinhar, e por vezes occultar, estrelas e planetas. A Fig. 15 é um registro da occultação de Marte pela Lua em 5 de setembro de 2020, através do telescópio Schmidt-Cassegrain de 0,30 m do Observatório Astronômico da UNIVAP em São José dos Campos (SP).



**Fig. 14.** Eclipse lunar total de 15 de maio de 2022. [crédito: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]



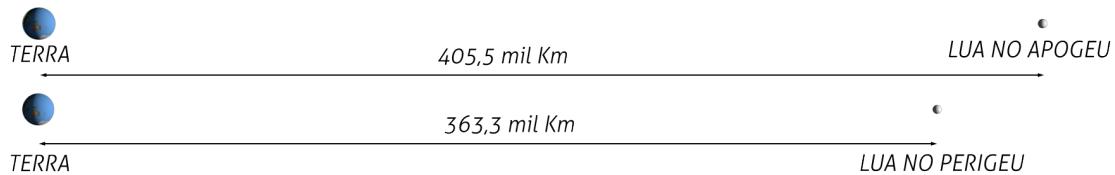
**Fig. 15.** Ocultação de Marte pela Lua em 2020-09-05. Observado de São José dos Campos (SP). [créditos: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]

O site <https://www.timeanddate.com/eclipse/> fornece previsões da ocorrência e visibilidade de eclipses.

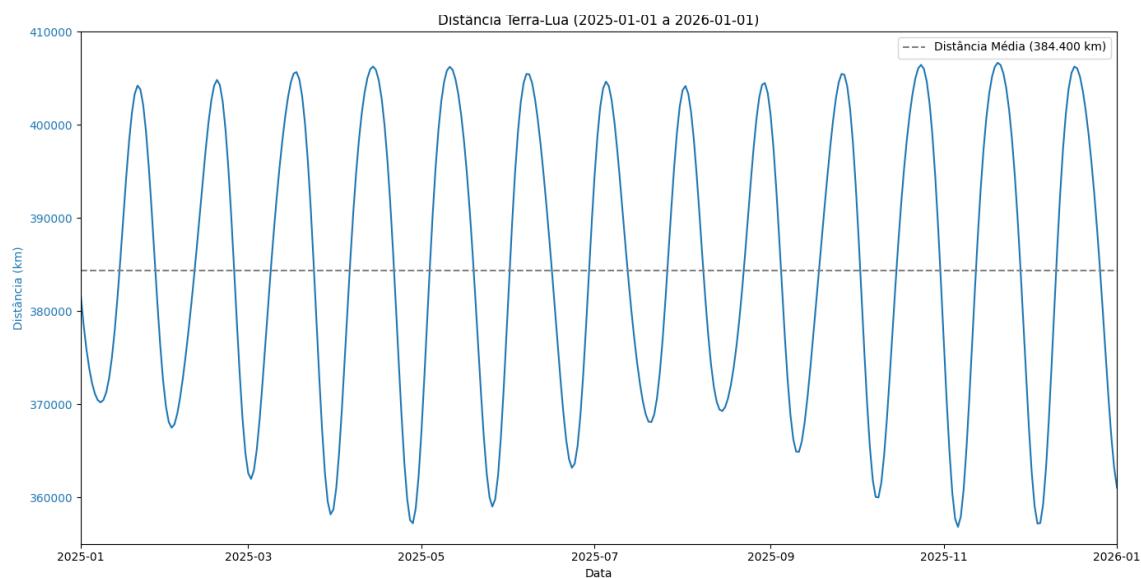
A órbita lunar traça uma elipse em torno da Terra. Com distância média (semi-eixo maior) de 384400 km e com excentricidade 0,05490. A partir destes valores computamos uma distância mínima (perigeu) de 363,3 mil km e uma distância máxima (apogeu) de 405,5 mil km (Fig. 16). No entanto, esses parâmetros são perturbados por outros corpos do Sistema Solar, especialmente pelo Sol, e a Lua pode se aproximar e se afastar além desses valores médios computados. O gráfico na Fig. 17 mostra a variação da distância Terra-Lua ao longo do ano de 2025.

Uma consequência imediata dessa variação de distância é a variação no diâmetro aparente da Lua. Considerando os valores extremos da distância Terra-Lua, o diâmetro lunar aparente no perigeu pode ser 14% maior do que no apogeu. Essa é uma diferença discreta e embora as ocasiões em que a Lua Cheia ocorre durante o perigeu sejam apelidadas de “superlua”, não é realmente uma diferença superlativa que seja facilmente identificada a olho nu.

Vale também lembrar que ao telescópio podemos utilizar grandes ampliações ao observar a Lua, fazendo que qualquer oportunidade de observação transforme a Lua em uma verdadeiramente “superlua”<sup>1</sup>.



**Fig. 16.** Comparação de distâncias entre a Lua e a Terra no apogeu e no perigeu. As distâncias e diâmetros estão em escala. [dados: SVS/NASA. diagrama: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]



**Fig. 17.** Variação da distância Terra-Lua durante o ano de 2025. [dados: JPL/Horizons, gráfico: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo]

---

<sup>1</sup>No apêndice calculamos a variação de brilho e de diâmetro aparente da Lua entre o perigeu e o apogeu.

### 1.3 Propriedades da Lua

DADOS GEOFÍSICOS (atualização 2018-Ago-15):

Raio médio volumétrico	= 1737.53+-0.03 km
Raio (gravitacional)	= 1738.0 km
Raio (IAU)	= 1737.4 km
Densidade	= 3.3437 g/cm^3
Massa	= 7.349 x10^22 kg
Aceleração superf.	= 1.62 m/s^2
Razão massa Terra/Lua	= 81.3005690769
Densidade méd. da crosta	= 2.97+-0.07 g/cm^3
Esp. crosta (face visível)	= 58+-8 km
Esp. crosta (face oposta)	= ~80 - 90 km
Diâmetro angular médio	= 31'05.2"
Albedo geométrico	= 0.12
Obliquidade da órbita	= 6.67 grau
Semi-eixo maior, a	= 384400 km
Excentricidade	= 0.05490
Movimento médio	= 2.6616995x10^-6 rad/s
Período Apsidal	= 3231.50 dias
Período nodal	= 6798.38 dias
Inclinação	= 5.145 graus
Dia solar médio	= 29.5306 dias
Período Orbital	= 27.321582 dias

fonte: <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/app.htm>

### 1.4 Regras da IAU para nomenclatura lunar

**Crateras** Cientistas, engenheiros e exploradores, assim como outras pessoas relacionadas à astronomia, pesquisa planetária ou espacial, que tenham feito contribuições excepcionais ou fundamentais em suas áreas. Cosmonautas russos são homenageados com crateras em e ao redor do Mare Moscoviene. Astronautas americanos são homenageados com crateras em e ao redor da cratera Apollo. Locais apropriados serão disponibilizados no futuro para outras nações que exploram o espaço. Primeiros nomes são usados para pequenas crateras de interesse especial

**Mares** Termos em latim descrevendo fenômenos meteorológicos e conceitos abstratos.

**Montes** Cadeias de montanhas terrestres, crateras próximas, cientistas com contribuições excepcionais ou fundamentais em suas áreas.

## Exercícios

1. Utilizando a plataforma [Quickmap](#) para acessar os dados de imagem da LRO e suas respectivas nomenclaturas, identifique as crateras Tycho, Copernicus, Clavius e Teophilus. Use a janela de buscas da plataforma e pesquise nominalmente pelas crateras. Qual o diâmetro de cada cratera encontrada? Quais são visíveis durante a fase crescente? Quais são visíveis durante a fase minguante?
2. No menu *Layers* (Camadas) da plataforma Quickmap, habilite na opção *Overlays* (Sobreposições) a exibição da camada *Antropogenic Features*. Identifique os locais de pouso das missões Apollo. No zoom máximo da plataforma, cada pixel corresponde a 50 cm na superfície da Lua. Com este zoom você consegue identificar artefatos deixados pelas missões nos locais de pouso, como a base do módulo lunar, rastros dos astronautas e dos jipes lunares?

## 1.5 Planetas

Dos oito planetas do Sistema Solar, cinco são visíveis a olho nu (ou seis, se contabilizarmos a Terra, que, afinal de contas, também é perfeitamente visível sem instrumentos).

O desafio passa a ser apenas identificar quais daqueles pontos luminosos no céu não estrelas e sim astros muito mais próximos, orbitando também em torno do Sol.

Ao observar sistematicamente o céu, podemos perceber que certos astros parecem se deslocar com relação aos padrões formados pelas estrelas. Foi esse movimento de Mercúrio, Vênus, Marte, Saturno e Júpiter na esfera celeste, deslocando-se entre as “estrelas fixas”, que deu a estes corpos a alcunha de “*astros errantes*”, ou “*πλανητης*” (planétes) em grego.

Além dos planetas visíveis a olho nu, o Sistema Solar tem ainda mais dois planetas, que embora gigantes, não são visíveis a olho nu: Urano e Netuno. Completando a família de objetos de nosso Sistema Solar somam-se os planetas anões, os satélites e os “*Pequenos Corpos do Sistema Solar*”.

A resolução B5 da União Astronômica Internacional (IAU)[5], adotada em agosto de 2006 na XXV Assembleia Geral em Praga, estabelece a definição moderna de planeta e cria a categoria planeta anão:

1. Um planeta é um corpo celeste que
  - (a) está em órbita em torno do Sol,
  - (b) tem massa suficiente para assumir uma forma em equilíbrio hidrostático (aproximadamente redonda), e
  - (c) limpou as vizinhanças de sua órbita.
2. Um ”planeta anão” é um corpo celeste que
  - (a) está em órbita em torno do Sol,
  - (b) tem massa suficiente para assumir uma forma em equilíbrio hidrostático (aproximadamente redonda),
  - (c) não limpou as vizinhanças de sua órbita, e
  - (d) não é um satélite.
3. Todos os outros objetos, exceto satélites, orbitando o Sol devem ser chamados coletivamente de “*Pequenos Corpos do Sistema Solar*”.

A resolução B6, adotada na mesma data, estabelece que por estas regras Plutão é um planeta anão e o reconhece como o protótipo de uma nova categoria de Objetos Transnetunianos (TNOs).

Conhecendo a definição oficial da IAU para os planetas, podemos partir em busca desses objetos no céu.

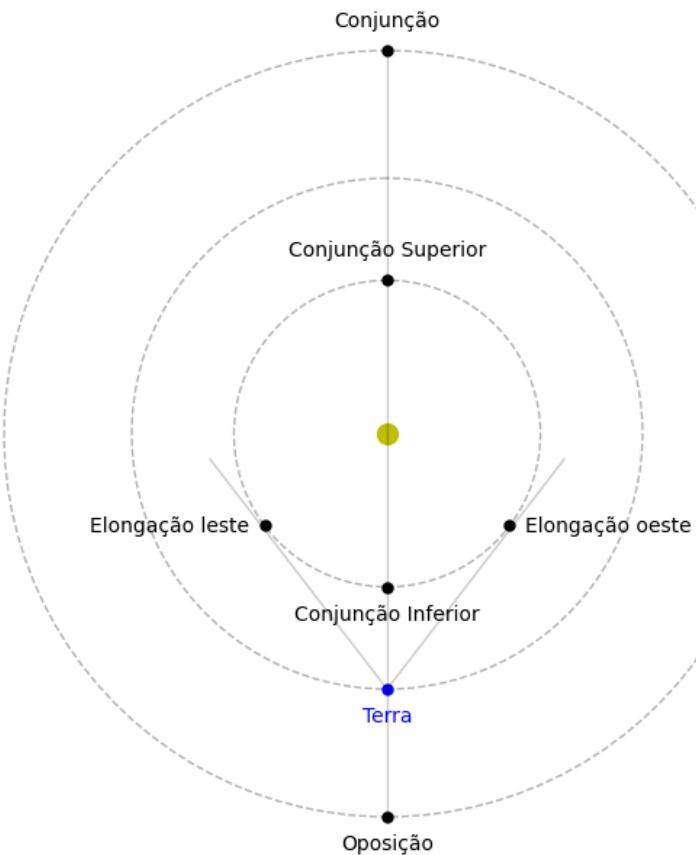
## 1.6 Configurações planetárias.

A observação dos planetas está condicionada à configuração relativa entre cada planeta e a Terra. Em certas condições um planeta permanece visível durante toda a noite no céu. Em outras, é possível vê-lo apenas no ocaso ou no amanhecer. Ou ainda, em outras condições, um planeta pode não ser visível no céu noturno.

Certas configurações são de interesse especial e estão representadas na Fig. 18.

A melhor condição para a observação de Mercúrio e Vênus, planetas com órbitas internas à da Terra, corresponde às máximas elongações a leste e a oeste. Nestas configurações os planetas atingem a maior separação em relação ao Sol.

As configurações em que os planetas se encontram alinhados na mesma direção que o Sol são as conjunções. No caso dos planetas interiores, Mercúrio e Vênus, há duas possibilidades de conjunção: com o planeta entre a Terra e o Sol (conjunção inferior) ou com o Sol entre a Terra e o planeta (conjunção superior).



**Fig. 18.** Configurações orbitais. crédito: Wandecley M./Projeto Céu Profundo

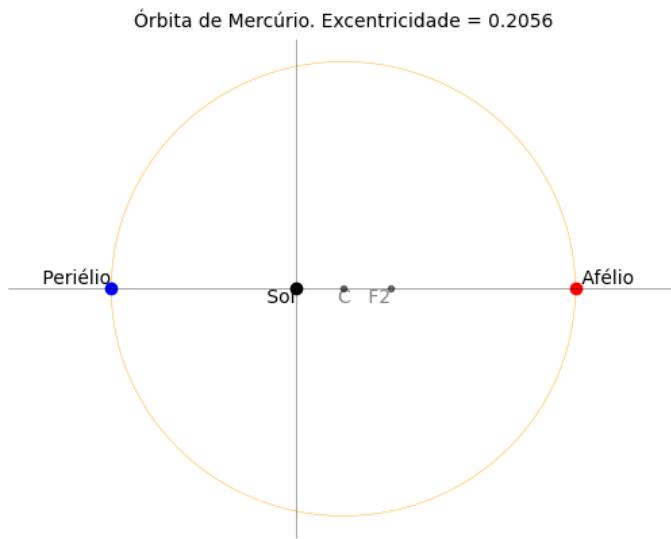
A condição ideal para a observação de planetas com órbitas de raio maior que o da Terra é a oposição. Nesta configuração, além do planeta estar na menor distância à Terra, atin-

gindo seu maior brilho e tamanho aparente, ele será visível durante toda a noite, nascendo ao pôr do Sol e se pondo ao amanhecer, cruzando o meridiano local no meio da noite.

Todas essas configurações são consequência do movimento orbital, que obedece às leis enunciadas pelo astrônomo e matemático Johannes Kepler no início do séc. XVII. Kepler baseou-se nos dados precisos das coordenadas de Marte, obtidas pelo astrônomo Tycho Brahe, para elaborar suas três leis do movimento planetário:

1. A órbita dos planetas é uma elipse, com o Sol em um dos focos.
2. O raio vetor que une o planeta o Sol varre áreas iguais em tempos iguais.
3. O quadrado do período orbital é proporcional ao cubo do semi-eixo maior das órbitas.

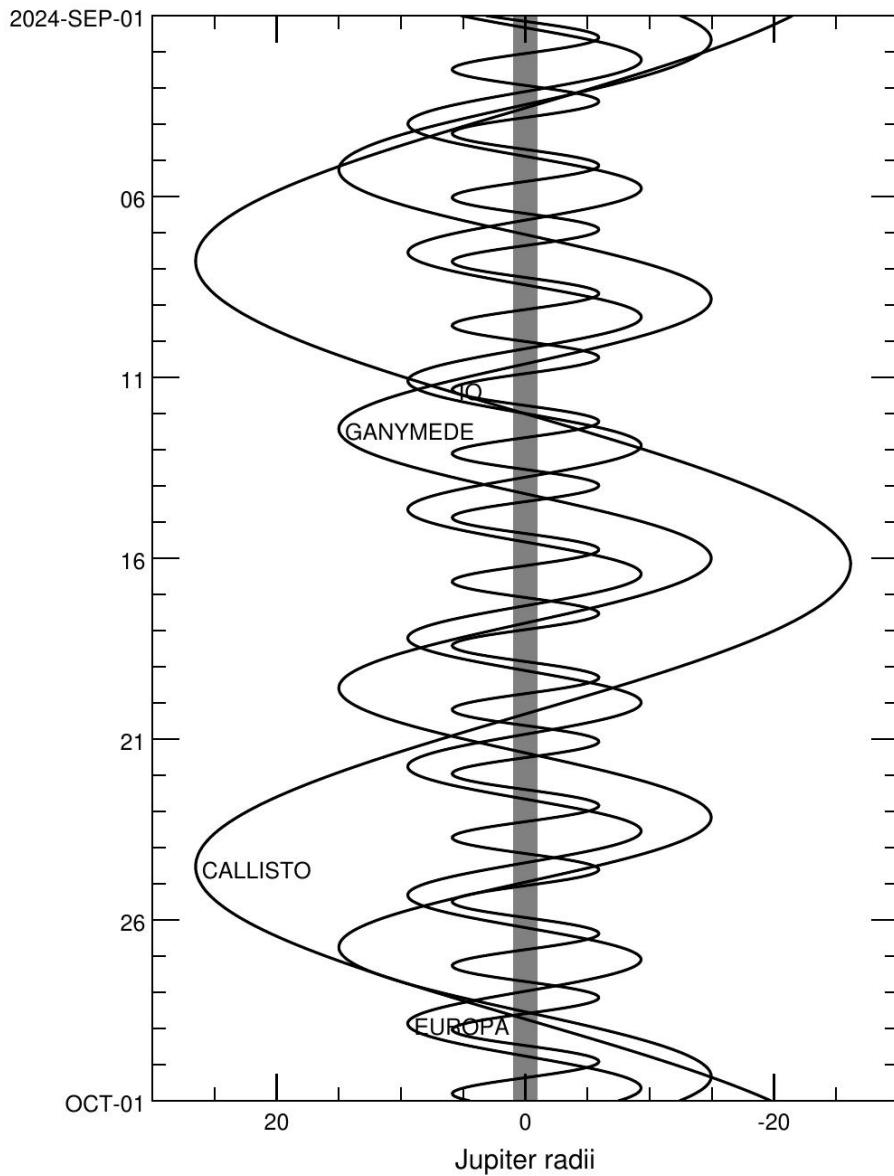
A Fig. 19 mostra a geometria da órbita de Mercúrio, conforme a primeira lei de Kepler. O Sol está posicionado em um dos focos. O ponto  $C$  é o centro da elipse. O ponto  $F_2$  é o segundo foco. O periélio é o ponto da órbita mais próximo do Sol e o afélio, o mais distante.



**Fig. 19.** Órbita de Mercúrio, conforme a primeira Lei de Kepler. crédito: Wandeclayty M./Projeto Céu Profundo

A Fig. 21 exibe a configuração dos planetas do Sistema Solar durante o mês de setembro de 2024.

### Satélites de Júpiter - 01 a 30 de setembro de 2024

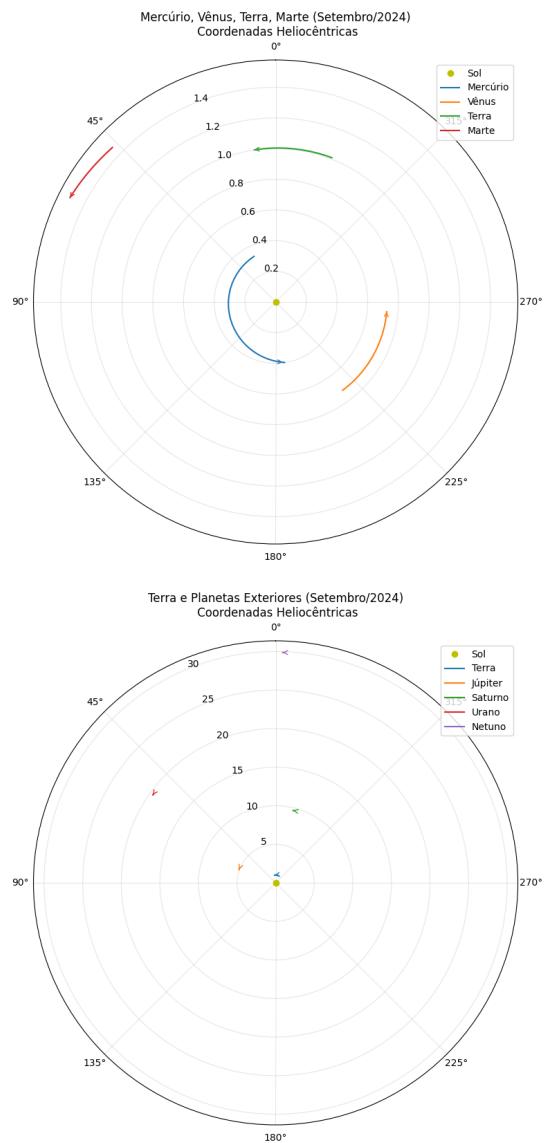


Ephemeris: JUP365 + DE440

Viewpoint: Earth's center

Generated by the Jupiter Tracker Tool, PDS Ring-Moon Systems Node, Mon Sep 2 17:41:55 2024

**Fig. 20.** [https://pds-rings.seti.org/tools/tracker3<sub>jup</sub>.shtml](https://pds-rings.seti.org/tools/tracker3_jup.shtml)



**Fig. 21.** Posição heliocêntrica dos planetas no mês de setembro/2024.dados: JPL/Horizons.  
diagrama: Wandeclayt M./Projeto Céu Profundo.



## Referências

- [1] Riccioli GB (1651) *Almagestum novum* (ETH-Bibliothek Zürich), . <https://doi.org/10.3931/e-rara-520>
- [2] Hevelius J (1647) *Selenographia* (ETH-Bibliothek Zürich), . <https://doi.org/10.3931/e-rara-238>
- [3] IAU (1973) *Commission 17: The Moon (La Lune). Transactions of the International Astronomical Union.* (Cambridge University Press), . <https://doi.org/10.1017/S0251107X00031412>
- [4] Bozcko R (2022) *Conceitos de Astronomia* (Universidade de São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo, SP), 2nd Ed. <https://doi.org/10.11606/9786588233061>
- [5] IAU (2006) *Resolution B5. Definition of a Planet in the Solar System*, . Available at [https://iau.org/static/resolutions/Resolution\\_GA26-5-6.pdf](https://iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf).

## **Apêndice A: Alfabeto Grego**

**Tabela 1.** Alfabeto Grego.

$\alpha$	alfa
$\beta$	beta
$\gamma$	gamma
$\delta$	delta
$\varepsilon$	epsilon
$\zeta$	zeta
$\eta$	eta
$\theta$	theta
$\iota$	iota
$\kappa$	kappa
$\lambda$	lambda
$\mu$	mi
$\nu$	ni
$\xi$	xi
$\omicron$	omicron
$\pi$	pi
$\rho$	rô
$\sigma$	sigma
$\tau$	tau
$\upsilon$	upsilon
$\phi$	fi
$\chi$	qui
$\psi$	psi
$\omega$	ômega

**Apêndice B: Constelações Oficiais (IAU), Abreviaturas, Genitivos, Tradução.**

<b>Código</b>	<b>Nome Latino</b>	<b>Genitivo</b>	<b>Tradução Português</b>
And	Andromeda	Andromedae	Andrômeda
Ant	Antlia	Antliae	Máquina Pneumática
Aps	Apus	Apodis	Ave-do-paraíso
Aql	Aquila	Aquilae	Águia
Aqr	Aquarius	Aquarii	Aquário
Ara	Ara	Arae	Altar
Ari	Aries	Arietis	Carneiro
Aur	Auriga	Aurigae	Cocheiro
Boo	Boötes	Bootis	Boieiro
Cae	Caelum	Caeli	Cinzel
Cam	Camelopardalis	Camelopardalis	Girafa
Cnc	Cancer	Cancri	Caranguejo
CVn	Canes Venatici	Canum Venaticorum	Cães de Caça
CMa	Canis Major	Canis Majoris	Cão Maior
CMi	Canis Minor	Canis Minoris	Cão Menor
Cap	Capricornus	Capricorni	Capricórnio
Car	Carina	Carinae	Quilha
Cas	Cassiopeia	Cassiopeiae	Cassiopeia
Cen	Centaurus	Centauri	Centauro
Cep	Cepheus	Cephei	Cefeú
Cet	Cetus	Ceti	Baleia
Cha	Chamaeleon	Chamaeleontis	Camaleão
Cir	Circinus	Circini	Compasso
Col	Columba	Columbae	Pomba
Com	Coma Berenices	Comae Berenices	Cabeleira de Berenice
CrA	Corona Australis	Coronae Australis	Coroa Austral
CrB	Corona Borealis	Coronae Borealis	Coroa Boreal
Crv	Corvus	Corvi	Corvo
Crt	Crater	Crateris	Taça
Cru	Crux	Crucis	Cruzeiro do Sul
Cyg	Cygnus	Cygni	Cisne
Del	Delphinus	Delphini	Golfinho
Dor	Dorado	Doradus	Dourado
Dra	Draco	Draconis	Dragão
Equ	Equuleus	Equulei	Potro
Eri	Eridanus	Eridani	Eridano
For	Fornax	Fornacis	Fornalha
Gem	Gemini	Geminorum	Gêmeos
Gru	Grus	Gruis	Grou
Her	Hercules	Herculis	Hércules
Hor	Horologium	Horologii	Relógio

Código	Nome Latino	Genitivo	Tradução Português
Hya	Hydra	Hydrae	Hidra
Hyi	Hydrus	Hydri	Hidra Macho
Ind	Indus	Indi	Índio
Lac	Lacerta	Lacertae	Lagarto
Leo	Leo	Leonis	Leão
LMi	Leo Minor	Leonis Minoris	Leão Menor
Lep	Lepus	Leporis	Lebre
Lib	Libra	Librae	Balança
Lup	Lupus	Lupi	Lobo
Lyn	Lynx	Lyncis	Lince
Lyr	Lyra	Lyrae	Lira
Men	Mensa	Mensae	Mesa
Mic	Microscopium	Microscopii	Microscópio
Mon	Monoceros	Monocerotis	Unicórnio
Mus	Musca	Muscae	Mosca
Nor	Norma	Normae	Esquadro
Oct	Octans	Octantis	Octante
Oph	Ophiuchus	Ophiuchi	Serpentário
Ori	Orion	Orionis	Orion
Pav	Pavo	Pavonis	Pavão
Peg	Pegasus	Pegasi	Pégaso
Per	Perseus	Persei	Perseu
Phe	Phoenix	Phoenicis	Fênix
Pic	Pictor	Pictoris	Pintor
Psc	Pisces	Piscium	Peixes
PsA	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	Peixe Austral
Pup	Puppis	Puppis	Popa
Pyx	Pyxis	Pyxidis	Bússola
Ret	Reticulum	Reticuli	Retículo
Sge	Sagitta	Sagittae	Flecha
Sgr	Sagittarius	Sagittarii	Sagitário
Sco	Scorpius	Scorpii	Escorpião
Scl	Sculptor	Sculptoris	Escultor
Sct	Scutum	Scuti	Escudo
Ser	Serpens	Serpentis	Serpente
Sex	Sextans	Sextantis	Sextante
Tau	Taurus	Tauri	Touro
Tel	Telescopium	Telescopii	Telescópio
Tri	Triangulum	Trianguli	Triângulo
TrA	Triangulum Australe	Trianguli Australis	Triângulo Austral
Tuc	Tucana	Tucanae	Tucano

<b>Código</b>	<b>Nome Latino</b>	<b>Genitivo</b>	<b>Tradução Português</b>
Uma	Ursa Major	Ursae Majoris	Ursa Maior
UMi	Ursa Minor	Ursae Minoris	Ursa Menor
Vel	Vela	Velorum	Vela
Vir	Virgo	Virginis	Virgem
Vol	Volans	Volantis	Peixe Voador
Vul	Vulpecula	Vulpeculae	Raposa

## **Apêndice C: Equações e Scripts.**

## A Superlua é mesmo Super?

A formula geral para calcular a magnitude aparente de um objeto celeste é

$$m = m_0 - 2,5 \log \left( \frac{F}{F_0} \right), \quad (1)$$

Onde  $m$  é a magnitude aparente,  $m_0$  é a magnitude de referência, e  $F/F_0$  é a razão entre o fluxo de radiação observado e o fluxo de referência.

Como o fluxo observado da Lua corresponde à fração da radiação solar refletida pela superfície lunar, podemos escrever

$$F = \frac{L \cdot A \cdot S}{d^2}. \quad (2)$$

Onde  $L$  é a constante solar, ou seja, o fluxo de radiação solar recebido na superfície da Lua.  $A$  é o albedo lunar, a fração da radiação solar refletida pela Lua.  $S$  é a área da superfície lunar visível da Terra. E  $d$  é a distância entre a Terra e a Lua.

Como  $L, A$  e  $S$  permanecem constantes no perigeu e no apogeu, a razão  $F/F_0$  se torna

$$\frac{F}{F_0} = \frac{d^2}{d_0^2}. \quad (3)$$

A variação na magnitude aparente da Lua entre o perigeu e o apogeu fica então

$$\Delta m = m_{\text{apogeu}} - m_{\text{perigeu}} = -2,5 \log \left( \frac{d_{\text{perigeu}}^2}{d_{\text{apogeu}}^2} \right). \quad (4)$$

Utilizando os valores médios de distância entre a Terra e a Lua no perigeu e no apogeu,  $d_{\text{perigeu}} = 363300$  km e  $d_{\text{apogeu}} = 405500$  km, encontramos

$$\Delta m = -5 \log \left( \frac{363300}{405500} \right) \approx -5 \log(0,896) \approx 0,24. \quad (5)$$

No perigeu a Lua é 0,24 magnitudes mais brilhante que no apogeu. Esta é uma diferença sutil, dificilmente perceptível a olho nu.

O diâmetro aparente da Lua também é um parâmetro que varia com a distância e é dado por

$$\theta = 2 \arctan \frac{D}{2d}, \quad (6)$$

onde  $\theta$  é o diâmetro aparente (angular) da Lua,  $D$  é o diâmetro real da Lua ( $D = 3478,8$  km) e  $d$  é a distância geocêntrica entre a Terra e a Lua.

A razão entre o diâmetro aparente no perigeu e no apogeu fica

$$\frac{\theta_{\text{perigeu}}}{\theta_{\text{apogeu}}} = \frac{2 \arctan(D/2d_{\text{perigeu}})}{2 \arctan(D/2d_{\text{apogeu}})}. \quad (7)$$

Para pequenos ângulos,  $\arctan(x) \approx x$ , e a razão  $\theta_{\text{perigeu}}/\theta_{\text{apogeu}}$  pode ser simplificada como

$$\frac{\theta_{\text{perigeu}}}{\theta_{\text{apogeu}}} \approx \frac{D/2d_{\text{perigeu}}}{D/2d_{\text{apogeu}}} = \frac{d_{\text{apogeu}}}{d_{\text{perigeu}}}. \quad (8)$$

Utilizando os valores médios de distância no apogeu e no perigeu, resulta

$$\frac{\theta_{\text{perigeu}}}{\theta_{\text{apogeu}}} = \frac{405,5}{363,3} \approx 1,116, \quad (9)$$

indicando um diâmetro aparente 11,6% maior no perigeu. Assim como a diferença de brilho entre os pontos extremos da órbita lunar, de apenas 0,24 magnitudes, a diferença no diâmetro aparente também é sutil e dificilmente perceptível.

### **Propriedades dos logaritmos.**

$$\log_b A = x \implies b^x = A.$$

$$\log_b(AB) = \log_b A + \log_b B$$

$$\log_b\left(\frac{A}{B}\right) = \log_b A - \log_b B$$

$$\log_b(A^n) = n \log_b A$$

$$\log_b(A) = \frac{\log_c A}{\log_c b}$$

$$\log_b(1) = 0$$

$$\log_b(b) = 1$$

## **Apêndice D: Histórico de Versões**

**V 0.0.1** Incluído capítulo “A Lua”.

**V 0.0.2** Atualização do capítulo “Lua”. Inclusão de diagrama de posições do Sistema Solar.

**V 0.0.3** Atualização do capítulo “Lua”. Inclusão de gráfico de distância Terra-Lua. Inclusão de tabela de dados geofísicos. Correções no texto.

**V 0.1.0** Inclusão do cálculo da variação de brilho e diâmetro aparente da Lua nos apêndices. Inclusão da subseção “Planetas”. Revisão geral.