

# O CÉU QUE NOS ENVOLVE

# 1

Enos Picazzio

- 1.1** Introdução: O céu aparente
- 1.2** A Esfera Celeste
  - 1.2.1** O movimento aparente das estrelas
  - 1.2.2** Estrelas Circumpolares
  - 1.2.3** Calota circumpolar
- 1.3** As constelações
- 1.4** Medidas Angulares

## 1.1 O céu aparente

O crescimento contínuo das cidades nos afasta cada vez mais das regiões livres da poluição luminosa. O desenvolvimento, até por questão de segurança, fez com que a iluminação artificial noturna se estendesse por grandes regiões. Juntamente com o desenvolvimento vieram as variações do microclima local e a poluição. Nuvens finas ou espessas de vapor de água, contaminadas por partículas sólidas em suspensão, se estendem sobre vastas regiões, espalhando ainda mais a luz artificial noturna. Perdemos gradativamente a visão do céu noturno.

A beleza da noite e o mistério do cosmo têm inspirado gerações, desde as primeiras civilizações. Padrões de beleza e de figuras aterrorizadoras foram associados aos objetos do céu noturno. Através deles o homem aprendeu a prever a época das estações, assim como a se orientar. Os povos antigos viam nas estrelas figuras mitológicas que mantinham a memória de seus heróis e a glória de seus povos.

Quando temos a oportunidade de desfrutar de um céu límpido, mesmo sem auxílio de instrumentos, podemos constatar a beleza do céu noturno. São inúmeros astros de tamanhos e cores diferentes pontilhando o fundo negro tal como pequeninas lâmpadas. Os objetos mais numerosos são estrelas, de tamanhos aparentes, brilhos e cores diferentes. Suas cores vão desde o branco azulado até o avermelhado. O Sol é uma estrela, a “nossa” estrela. Quando ele surge acima do horizonte<sup>1</sup>, todas as demais são ofuscadas. Graças a ele, a Terra pode abrigar vida.

Os planetas formam outro grupo de astros, alguns aparentemente grandes e brilhantes (Vênus, Marte, Júpiter, Saturno) quando vistos a olho desarmado, outros imperceptíveis (Urano, Netuno). Assim como as estrelas, os planetas também têm cores distintas, porém parecem bem mais ligeiros.

<sup>1</sup> Horizonte é a linha em que o solo ou o mar parecem unir-se ao céu, e que limita o campo visual de uma pessoa situada em um lugar onde não haja obstáculos à vista.

Circundando os planetas como se fossem membros de uma família, os satélites são corpos ainda menores. Apenas três deles são maiores que Mercúrio, o menor planeta do sistema solar. O mais conhecido deles é a Lua, em parte porque os demais só podem ser vistos com auxílio de instrumentos. Um binóculo já é suficiente para avistarmos os quatro maiores satélites de Júpiter.

Há, ainda, objetos mais exóticos, como os cometas e os meteoróides, que produzem rastros luminosos quando penetram a atmosfera terrestre.

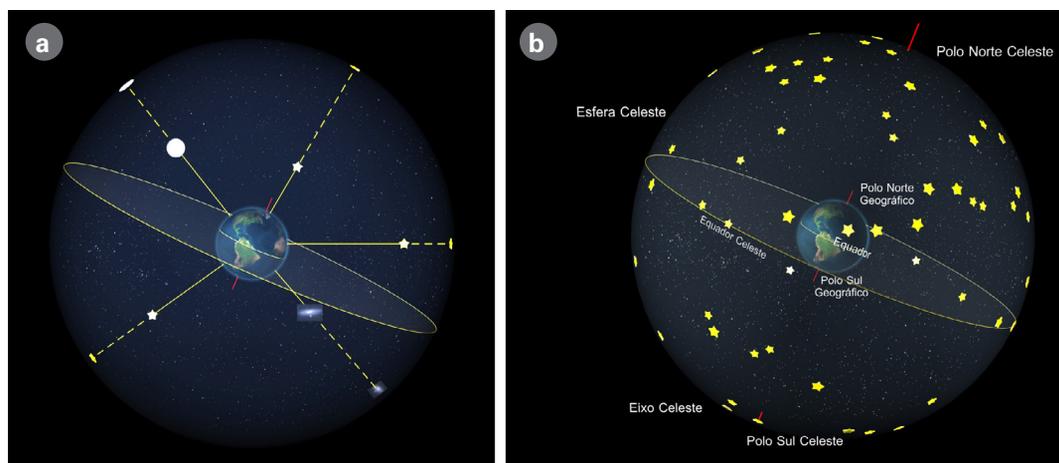
A beleza do céu torna-se ainda mais exuberante quando dispomos de instrumentação que nos auxilie a enxergá-lo com mais profundidade, isto é, ver objetos com brilhos mais débeis.

Grandes telescópios revelam-nos imagens fantásticas de objetos exóticos, como supernovas, nebulosas, galáxias etc.

## 1.2 A Esfera Celeste

Esfera celeste é uma abstração que facilita a compreensão dos movimentos aparentes dos astros. Trata-se de uma esfera imaginária centrada na Terra e de raio indefinido. A abóbada celeste que vemos de um lugar qualquer é parte da esfera celeste. Todos os objetos visíveis no céu podem ser, então, representados como projeções na abóbada celeste (**Figura 1.1**). Sobre esta superfície podemos, então, traçar linhas imaginárias que permitem determinar as posições dos astros, assim como as distâncias aparentes entre eles, isto é, quão distante um astro parece estar do outro no plano do céu. Portanto, é uma visão bidimensional. Se conhecermos as distâncias geocêntricas (em relação a Terra) dos astros, teremos uma percepção tridimensional. Podemos projetar na esfera celeste o polo norte, o polo sul e o equador terrestres, formando, respectivamente, os polos celestes e o equador celeste.

Para o observador, a esfera celeste gira sobre o mesmo eixo imaginário de rotação da Terra, porém em sentido contrário ao do movimento da Terra. Vista de cima do polo norte geográfico, a Terra gira no sentido “de oeste para leste”. Nós, que estamos na superfície terrestre, vemos a esfera celeste girar em sentido oposto, isto é, “de leste para oeste”.



**Figura 1.1:** A esfera celeste. / Fonte: Adaptado de D. L. Moché, 1989. (Clique nas imagens **a** e **b** para visualizar a animação).

## 1.2.1 O movimento aparente das estrelas

O movimento aparente das estrelas é o **movimento aparente da esfera celeste**, que se dá sempre no sentido de leste para oeste, isto é, elas nascem no lado leste e se põem no lado oeste. Sabemos que isto é consequência da rotação da Terra que gira em seu eixo no sentido oposto, de oeste para leste. Para um observador situado exatamente sobre o equador terrestre (**Figura 1.2a**), o movimento diurno se dá segundo trajetórias perpendiculares ao horizonte local. Um corpo nascendo exatamente no ponto cardinal leste se porá exatamente no ponto cardinal oeste e passará pelo **zênite**<sup>2</sup> do observador. Nos demais casos, os arcos continuarão a ser perpendiculares ao horizonte local, porém serão menores à medida que se aproximam dos polos. O observador sobre o equador vê simultaneamente os dois polos celestes.

<sup>2</sup> Zênite é o ponto onde a vertical local encontra a esfera celeste. É o ponto mais alto no céu local por onde um objeto celeste pode passar em sua trajetória aparente. Nadir é o ponto oposto ao Zênite.

Se o observador estiver exatamente sobre um dos polos terrestres, norte ou sul, ele verá o movimento diurno se processando segundo trajetórias circulares paralelas ao horizonte local. Seu zênite coincide com o polo celeste. As trajetórias maiores serão apresentadas pelos objetos mais próximos do horizonte, e as menores, pelos objetos mais próximos do zênite (ou do polo celeste) (**Figura 1.2c**). Neste caso, não haverá nascente ou poente, porque todos os astros estarão sempre acima do horizonte, o que pode ser constatado durante os dias escuros do inverno local, já que o Sol estará sempre abaixo do horizonte. Outra particularidade dos polos é que, para um observador situado exatamente sobre um dos polos, não haverá pontos cardiais. Qualquer que seja a direção de deslocamento desse polo, ela será sempre na direção ao polo oposto.

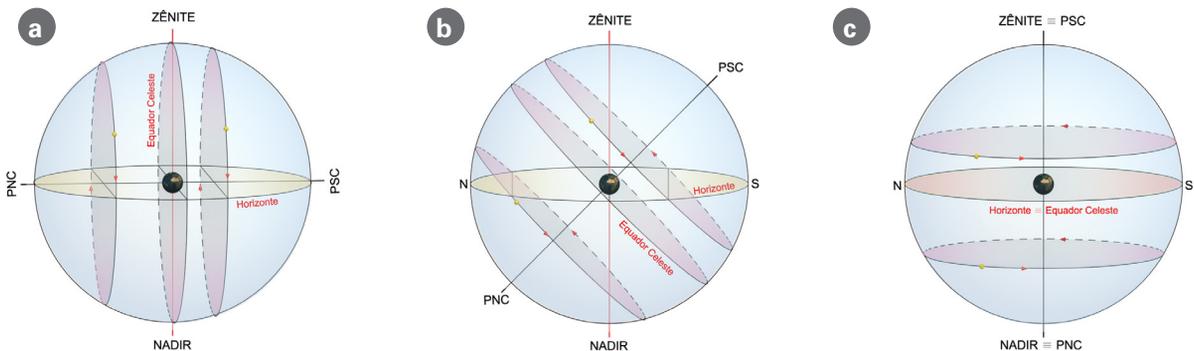


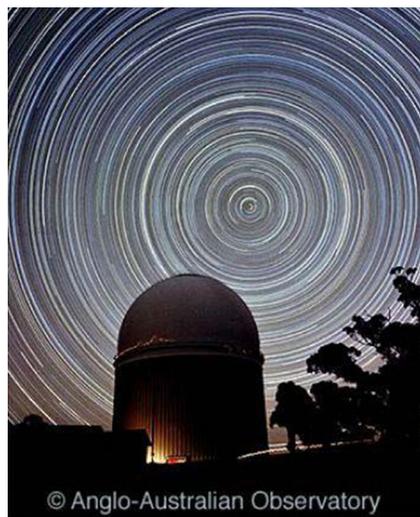
Figura 1.2: Movimento aparente visto no equador (a), na latitude 45° sul (b) e nos polos (c) / Fonte: Adaptado de J. B. KALER, 1994.

Fora dessas posições particulares, equador ou polos, o movimento diurno se fará segundo arcos inclinados para o sul, se o observador estiver no hemisfério norte, ou para o norte, se o observador estiver no hemisfério sul (nosso caso). Um astro que nascer exatamente no ponto cardeal leste, por-se-á exatamente no ponto cardeal oeste, porém não passará pelo zênite do observador (**Figura 1.2b**). É fácil constatar que os arcos do movimento diurno estão inclinados relativamente ao zênite de um ângulo idêntico ao da latitude local.

## 1.2.2 Estrelas Circumpolares

Quando se olha o céu noturno na direção dos polos celestes, nota-se o movimento circular de estrelas em torno deles. Em uma imagem de longa exposição, esse movimento aparece como traços luminosos, cada qual representado por uma estrela. O centro desses círculos é o polo celeste. A imagem da **Figura 1.3** mostra a posição do polo sul celeste. A altura do polo (em graus) em relação ao horizonte local é a mesma da latitude local. Ou seja, a altura do polo sul celeste vista da cidade de São Paulo é igual à sua latitude,  $23,5^\circ$ . As estrelas que estão dentro do círculo definido pela altura do polo estão sempre acima do horizonte. Elas são chamadas estrelas circumpolares (circulam os polos). Quanto mais alto o polo estiver no horizonte, maior será a quantidade de estrelas circumpolares. Embora as estrelas circumpolares estejam sempre acima do horizonte, elas são vistas apenas durante a noite.

No hemisfério norte, a estrela  $\alpha$ Ursa Menor está muito próxima do polo, por isso é chamada também de Polaris. No hemisfério sul não há uma estrela com essa característica.

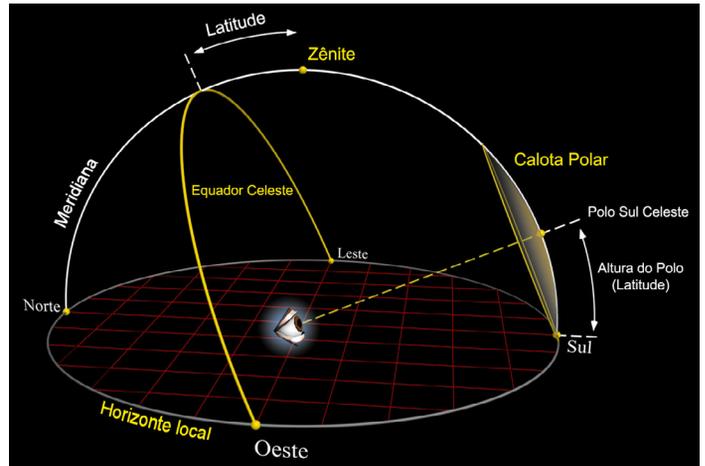


**Figura 1.3:** Trajetória das estrelas circumpolares em torno do polo celeste sul, vista de diferentes latitudes: Austrália ( $-31^\circ$ , à esquerda) e Bolívia ( $-16^\circ$ ). Quanto maior for a latitude, mais alto estará o polo. / Fonte: Anglo Australian Observatory.

### 1.2.3 Calota circumpolar

A altura do polo define uma calota, cujo diâmetro é o dobro da latitude local. É a calota circumpolar (**Figura 1.4**).

Um observador que esteja no equador verá simultaneamente os polos norte e sul no horizonte. À medida que se desloca na direção de um dos polos, esse observador verá um dos polos cada vez mais alto em relação ao horizonte e, conseqüentemente, não verá mais o polo oposto que ficou abaixo do horizonte. Quanto maior for a latitude, maior será a calota. A calota circumpolar não existe para um observador no equador, mas é máxima para um observador no polo.



**Figura 1.4:** O diâmetro angular da calota circumpolar de um local qualquer é igual ao dobro da latitude local. Nela estão as estrelas circumpolares.

## 1.3 As constelações

A maioria dos objetos celestes que vemos a olho nu, isto é, sem auxílio de instrumentos, é estrela. Aparentemente, as estrelas parecem fixas na esfera celeste. Isso é apenas uma ilusão, pois elas estão tão distantes que seus movimentos são imperceptíveis. Bem menos abundantes, porém com movimentos perceptíveis, vemos também alguns planetas. Lua e Vênus, nesta ordem, são os astros noturnos mais brilhantes. Embora todos os astros se movam aparentemente no sentido “de leste para oeste”, as posições dos planetas e da Lua, relativamente ao fundo estrelado, mudam com o tempo. O movimento aparente mais rápido é o da Lua. Mesmo durante uma noite, é possível vê-la deslocar-se ligeiramente para leste. Na realidade ela move-se para leste cerca de  $12^\circ$ /dia, ou seja, a cada intervalo de 24 horas, a Lua desloca-se  $12^\circ$  para leste e nasce um pouco mais tarde.

Por razões que não vamos abordar no momento, as estrelas foram agrupadas em pequenos conjuntos denominados constelações. As constelações estão associadas a figuras geométricas (Triângulo, Cruz etc.), animais (Lobo, Corvo etc.) ou divindades mitológicas (Centauru, Cassiopeia etc.).

A associação entre os astros contidos em uma constelação é apenas aparente e não leva em consideração a natureza dos objetos, nem as distâncias que os separam. Portanto, os astros encontrados na região celeste delimitada por uma constelação qualquer pertencem a essa constelação, sejam eles estrelas da nossa galáxia ou galáxias longínquas. Objetos com movimentos aparentes mais rápidos, como planetas, asteróides e cometas, não se fixam às constelações, mas passam por elas durante seus trajetos.

No total, existem 88 constelações (ver tabela anexa), o que equivale dizer que o céu foi arbitrariamente dividido em 88 setores. Oficialmente, os nomes das constelações são designados em latim e as estrelas componentes são designadas por letras do alfabeto grego, em ordem decrescente de brilho. Assim,  $\alpha$ Cruz é a estrela mais brilhante da constelação Cruz (Cruzeiro do Sul): ela está no pé da cruz;  $\beta$ Cruz, situada no braço esquerdo da cruz, é a segunda estrela mais brilhante; e assim por diante. As estrelas mais brilhantes normalmente têm ainda nomes próprios. Por exemplo: Sirius ( $\alpha$ CMa, do Cão Maior), Betelgeuse ( $\alpha$ Ori, de Órion) etc.

Zodíaco é uma palavra originada do grego antigo e significa “círculo dos animais”. Zodíaco é a faixa do céu onde estão localizadas as 13 constelações mais populares: Carneiro (*Aries*), Touro (*Taurus*), Gêmeos (*Gemini*), Caranguejo (*Cancer*), Leão (*Leo*), Virgem (*Virgo*), Balança (*Libra*), Escorpião (*Scorpius*), Sagitário (*Sagittarius*), Serpente (*Ophiucus*), Capricórnio (*Capricornus*), Aquário (*Aquarius*) e Peixes (*Pisces*) (**Figura 1.5**). É por essa faixa que se deslocam os planetas e o Sol aparente. Adotando-se rigorosamente os limites estabelecidos pela União Astronômica Internacional, os planetas ainda passam pelos limites de outras oito constelações: Baleia (*Cetus*), Corvo (*Corvus*), Taça (*Crater*), Monstro Marinho (*Hidra*), Órion (Caçador), Pégaso (*Pegasus*), Escudo (*Scutum*) e Sextante (*Sextans*).

A quantidade de astros visíveis aumenta na proporção da potência dos instrumentos que utilizamos. Quanto maior o telescópio utilizado, mais luz é captada; logo, podemos enxergar objetos mais tênues.

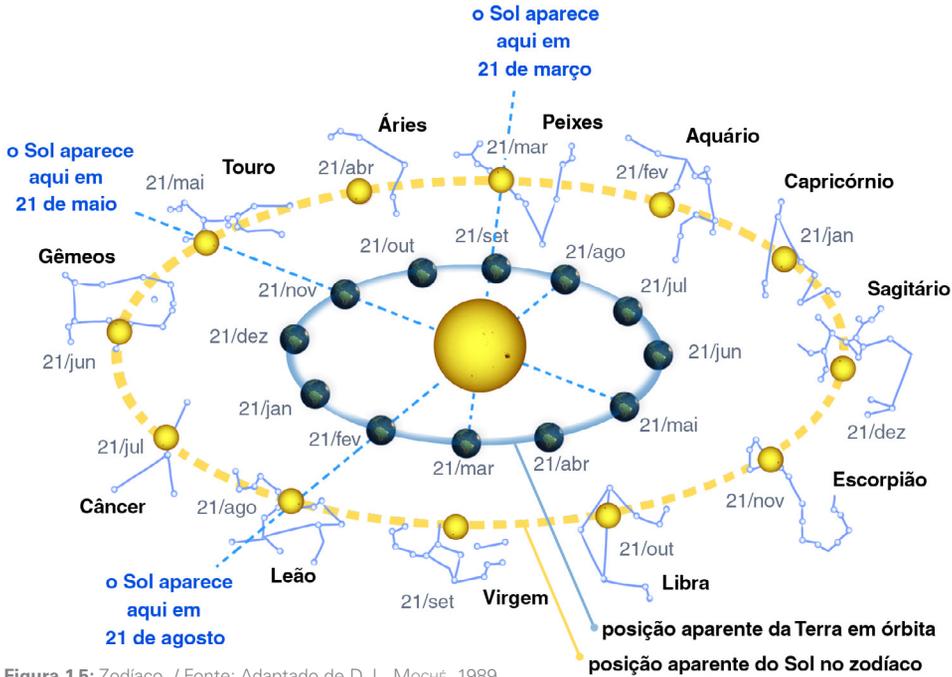


Figura 1.5: Zodíaco. / Fonte: Adaptado de D. L. Moché, 1989.

## 1.4 Medidas Angulares

A separação aparente entre os astros na esfera celeste é medida através de ângulos, como mostra a **Figura 1.6**. Imagine que E1 e E2 sejam duas estrelas no espaço. Nós as vemos projetadas na esfera celeste nas posições E3 e E4, respectivamente. A distância angular ou aparente entre elas é a separação angular entre E3 e E4. Essa separação é fácil de medir. Já a distância real entre as estrelas, isto é, o valor linear entre E1 e E2, só pode ser avaliada se conhecermos as distâncias dessas duas estrelas a Terra. Por essa razão, as constelações são definidas por agrupamentos aparentes de estrelas. A **Figura 1.7** mostra as distâncias verdadeiras em anos-luz (distância percorrida pela luz durante um ano equivalente a 9,5 trilhões de quilômetros) das estrelas que formam a constelação de Órion.

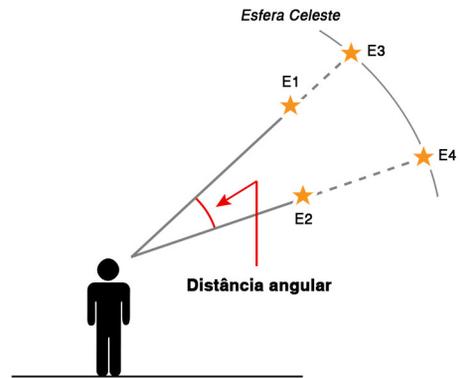


Figura 1.6: Distância angular.

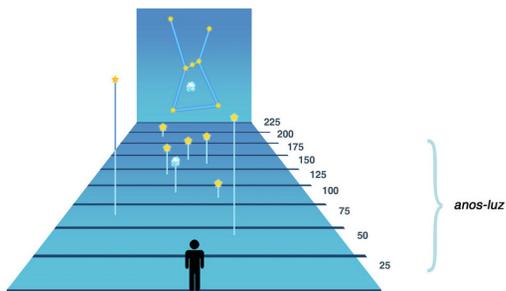


Figura 1.7: Distâncias reais das estrelas da constelação de Órion.

De forma semelhante podemos avaliar o tamanho aparente de um objeto (Figura 1.8). A Lua, por exemplo, tem tamanho angular médio de  $0,5^\circ$ . O diâmetro da Lua é bem menor que o do Sol, mas a Lua está bem mais próxima da Terra. O tamanho aparente médio dos dois é o mesmo,  $0,5^\circ$  (Figura 1.9).

Uma forma prática de se medir ângulos relativamente pequenos é utilizando as mãos. A Figura 1.10 mostra valores típicos quando utilizamos as mãos com o braço estendido.

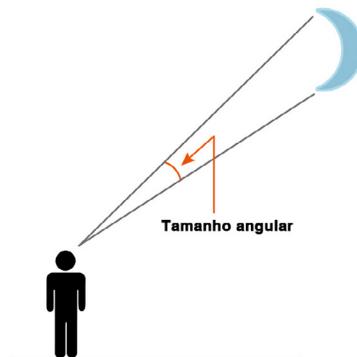


Figura 1.8: Tamanho angular.

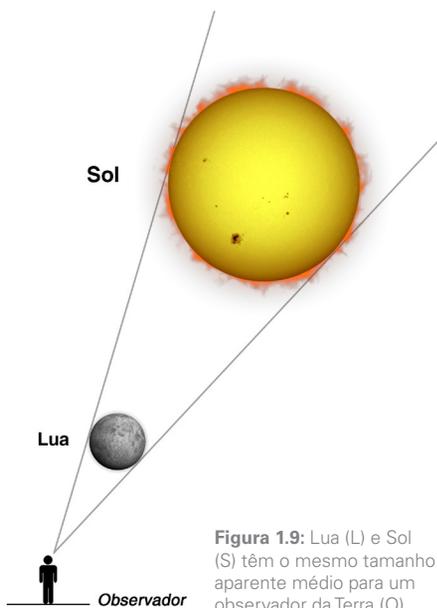


Figura 1.9: Lua (L) e Sol (S) têm o mesmo tamanho aparente médio para um observador da Terra (O).

Figura 1.10: Valores típicos de medidas angulares usando as mãos, com os braços estendidos.

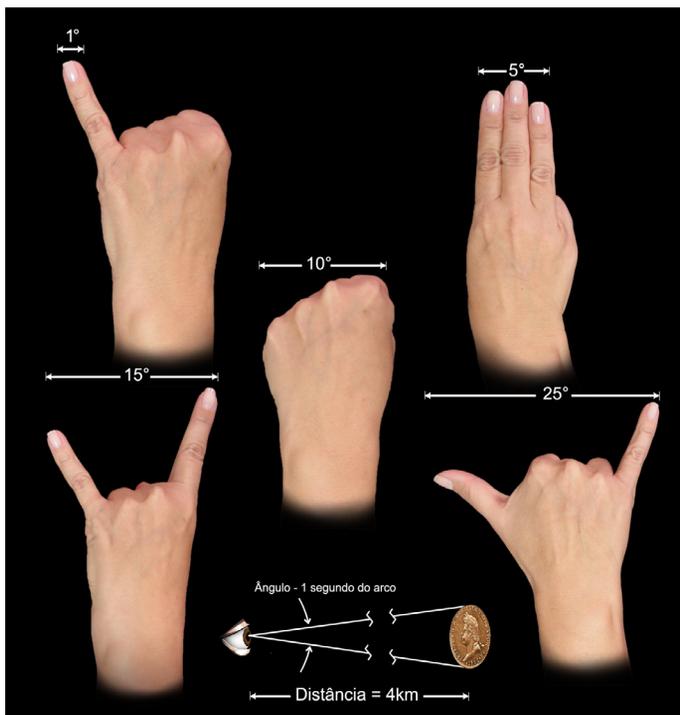


Tabela 1.1: As Constelações.

Nome latino	Genitivo	Nome português
Andromeda	Andromedae	Andrômeda
Antlia	Antliae	Máquina Pneumática
Apus	Apodis	Ave do Paraíso
Aquarius	Aquarii	Aquário
Aquila	Aquilae	Águia
Ara	Arae	Altar
Aries	Arietis	Carneiro
Auriga	Aurigae	Cocheiro
Böötēs	Böötis	Boeiro
Caelum	Caeli	Buril
Camelopardalis	Camelopardalis	Girafa
Cancer	Cancri	Câncer, Caranguejo
Canes Venatici	Canum Venaticorum	Cães de Caça
Canis Major	Canis Majoris	Cão Maior
Canis Minor	Canis Minoris	Cão Menor
Capricornus	Capricorni	Capricórnio
Carina	Carinae	Carena
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cassiopeia
Centaurus	Centauri	Centouro
Cepheus	Cephei	Cefeu
Cetus	Ceti	Baleia
Chamaeleon	Chamaeleontis	Camaleão
Circinus	Circini	Compasso
Columba	Columbae	Pomba
Coma Berenices	Comae Berenices	Cabeleira de Berenice
Corona Australis	Coronae Australis	Coroa Austral
Corona Borealis	Coronae Borealis	Coroa Boreal
Corvus	Corvi	Corvo
Crater	Crateris	Taça
Crux	Crucis	Cruzeiro do Sul
Cygnus	Cygni	Cisne
Delphinus	Delphini	Delfim
Dorado	Doradus	Dourado
Draco	Draconis	Dragão
Equuleus	Equulei	Cavalinho

Nome latino	Genitivo	Nome português
Eridanus	Eridani	Eridano
Fornax	Fornaeis	Forno
Gemini	Geminorum	Gêmeos
Grus	Gruis	Grou
Hercules	Herculis	Hércules
Horologium	Horologii	Relógio
Hydra	Hydrae	Hidra
Hydrus	Hydri	Hidra Austral
Indus	Indi	Índio
Lacerta	Lacertae	Lagarto
Leo	Leonis	Leão
Leo Minor	Leonis Minoris	Leão Menor
Lepus	Leporis	Lebre
Libra	Librae	Balança
Lupus	Lupi	Lobo
Lynx	Lyncis	Lince
Lyra	Lyrae	Lira
Mensa	Mensae	Mesa
Microscopium	Microscopii	Microscópio
Monoceros	Monocerotis	Unicórnio
Musca	Muscae	Mosca
Norma	Normae	Esquadro
Ocians	Octantis	Oitante
Ophiuchus	Ophiuchi	Serpentário
Orion	Orionis	Orion
Pavo	Pavonis	Pavão
Pegasus	Pegasi	Pégaso
Perseus	Persei	Perseu
Phoenix	Phoenicis	Fênix
Pictor	Pictoris	Cavelete do Pintor
Pisces	Piscium	Peixes
Piscis	Piscis Austrini	Peixes Austrais
Puppis	Puppis	Popa
Pyxis	Pyxidis	Bússola
Reticulum	Reticuli	Retículo
Sagitta	Sagittae	Seta

Nome latino	Genitivo	Nome português
Sagittarius	Sagittarii	Sagitário
Scorpius	Scorpii	Escorpião
Sculptor	Sculptoris	Escultor
Scutum	Scuti	Escudo
Serpens	Serpentis	Serpente
Sextans	Sextantis	Sextante
Taurus	Tauri	Touro
Telescopium	Telescopii	Telescópio
Triangulum	Trianguli	Triângulo
Triangulum	Trianguli	Triângulo
A australe	Australis	Austral
Tucana	Tucanae	Tucano
Ursa Major	Ursae Majoris	Ursa Maior
Ursa Minor	Ursae Minoris	Ursa Menor
Vela	Velorum	Vela
Virgo	Virginis	Virgem
Volans	Volantis	Peixe Voador
Vulpecula	Vulpeculae	Raposa

## Referências Bibliográficas

MOCHÉ, D. L. **Astronomy**. John Wiley & Sons, p.5 – p.16, 1989.

KALER J.B. **Astronomy**. Harper Collins College Publishers, p.24, 1994.