



Luneta Equatorial Gautier: Observatório Central - UFRGS



TIPOS E MONTAGENS DE TELESCÓPIOS

J.R. Kaschny

**Vitória da Conquista
Maio.2011**

Introdução

Telescópios são instrumentos que permitem estender a capacidade dos olhos humanos em observar e mensurar objetos longínquos. Tal como seu nome já indica,

do Grego: “**Tele**” = **Longe** + “**Skopein**” = **Para Ver**,

ele permite ampliar a capacidade de enxergar longe através da coleta da luz dos objetos distantes, celestes ou não, e da focalização dos raios de luz coletados em uma imagem óptica que apresenta uma ampliação geométrica significativa.

Existe inúmeros tipos e categorias de telescópios, cada qual dedicado a observação e medida em diferentes regiões do espectro eletromagnético. Aqui, iremos nos concentrar naqueles telescópios ópticos, de “pequeno porte”, dedicados a observações na região da luz visível.



Classificação

A classificação usual dos telescópios pode se dar basicamente de duas maneiras:

- Quanto a seu princípio óptico de funcionamento:
 - Refratores: Compostos somente de lentes, sendo muitas vezes denominados Lunetas, sendo este termo mais comum para instrumentos de usos terrestre. Aqui podemos incluir também os instrumentos binoculares (binóculos), que são mais comuns para uso terrestre.
 - Refletores: Instrumentos onde seus principais elementos ópticos são espelhos. Contudo, empregam pelo menos uma lente, a lente ocular.
- Quanto ao tipo de montagem e sistema de orientação correspondente:
 - Equatoriais: Usa sistema de posicionamento segundo coordenadas equatoriais.
 - Azimutais: Usa sistema de posicionamento azimutal.

Salienta-se que há diversos tipos de construções. Aqui iremos falar só sobre as mais comuns!

Principais Características

Aumento ou Magnificação

O aumento é a relação entre o tamanho de um objeto observado a olho nu e o seu tamanho quando visto pelo telescópio. Os telescópios, na realidade, aumentam o diâmetro angular dos objetos observados dando a impressão que eles estão mais próximos de nós, permitindo assim uma melhor visualização.

Muitos imaginam que o aumento é a característica mais importante dos telescópios e quanto maior esse aumento melhor será o instrumento. Contudo, isso não é verdade, pois cada telescópio possui um limite máximo de aumento e o que determina este limite é o diâmetro de sua objetiva ou espelho.

Para calcular o aumento de um telescópio usamos uma fórmula muito simples :

$$A = \frac{F_{\text{obj}}}{f_{\text{ocu}}}$$

A = aumento

F_{obj} = distância focal da objetiva do telescópio

f_{ocu} = distância focal da ocular



Ex: Qual o aumento de um telescópio Toya Polaris, cuja objetiva tem 700 mm de distância focal, usando uma ocular de 12.5 mm de distância focal ? **Resp.:** $A = 700/12.5 = 56\times$

Principais Características

Aumento Máximo ou Útil

O aumento máximo útil determina a maior ampliação que um telescópio pode oferecer sem prejudicar a qualidade das imagens. Essa limitação resulta da interferência de diversos elementos na formação de tal imagem, como por exemplo, as condições da atmosfera. Quando aumentamos o objeto que desejamos ver, aumentamos também tais interferências, o que leva a imagens pouco claras, escurecidas e sem detalhes visíveis. Isso pode ser compensado ao aumentarmos a área de coleta de luz vinda do objeto.

De fato, quanto maior o diâmetro da objetiva maior será o aumento máximo que pode ser obtido. Considerando boas condições de observação, estimamos o aumento máximo por meio da seguinte expressão:

$$A_{\max} \cong 2.25 \times D$$

A_{\max} = aumento máximo útil

D = diâmetro da objetiva do telescópio



Ex: Qual o aumento máximo de um telescópio Toya Polaris, com objetiva de 76 mm de diâmetro? **Resp.:** $A_{\max} = 2.25 \times 76 = 171 \times$

Principais Características

Campo de Visão Real

O tamanho da imagem que vemos através de um telescópio é usualmente chamado campo de visão real ou campo visual, sendo determinado pelo tipo de ocular que estamos usando. Seu valor pode ser estimado pela expressão:

$$C_{\text{vis}} = \frac{F_{\text{ov}}}{A}$$

A = aumento em uso

C_{vis} = campo de visão real (da imagem)

F_{ov} = campo de visão aparente da ocular

Ex: Para o nosso Toya Polaris, qual será o campo de visão real para uma ocular do tipo Huygens, cujo campo de visão gira em torno de 30° , sendo o aumento em uso igual a $56\times$?

Resp.: $C_{\text{vis}} = 30^\circ/56 = 0.54^\circ$ (32.4 min.)

Considerando que existem diferentes tipos e construções de oculares, obtemos tipicamente:

Oculares tipo Huygens $F_{\text{ov}} = 30^\circ$

Kellner $F_{\text{ov}} = 45^\circ$

Plossl $F_{\text{ov}} = 52^\circ$

Principais Características

Fator de Aproveitamento ou Saída de Pupila

A saída de pupila corresponde ao diâmetro do cone de luz que deixa o telescópio (conjunto objetiva + ocular) e diz se seu olho está recebendo toda a luz que ele provê. Seu valor pode ser estimado pela expressão:

$$E_p = \frac{D}{A}$$

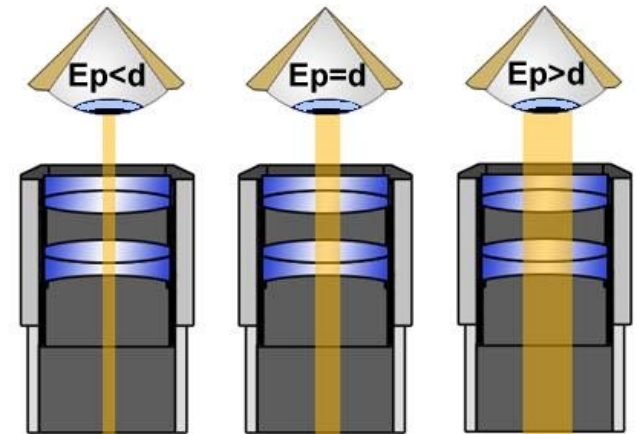
A = aumento em uso

D = diâmetro da objetiva do telescópio

E_p = fator de saída de pupila (exit pupil)

Ex: Para o nosso Toya Polaris, qual será fator de saída de pupila para um aumento de 56×, sendo o diâmetro da objetiva igual a 76mm? **Resp.:** $E_p = 76/56 = 1.36$ mm

Para isso fazer algum sentido devemos considerar qual o diâmetro que a pupila do observador atinge ao se dilatar durante a sessão de observação. Isso varia muito com a idade e características de cada pessoa. Tipicamente, um valor de E_p em torno de 4 até 5 mm é dito aceitável. Tal parâmetro é bem importante ao escolhermos uma luneta ou binóculo. O sentido de tal fator é ilustrado ao lado



Principais Características

Poder de Resolução

O poder de resolução ou poder separador é a propriedade que um telescópio possui de tornar visíveis detalhes pequenos, ou seja, de possibilitar distinguirmos detalhes na imagem, ou ainda resolvermos pontos distintos desta. Tal característica não depende do aumento e sim do diâmetro da objetiva do instrumento. Quanto maior o diâmetro da objetiva maior será o poder separador. Esta é uma característica muito importante, pois é ela que garante a observação de detalhes e a distinção de objetos aparentemente próximos. O poder separador pode ser obtido pela fórmula:

$$P = \frac{120}{D}$$

P = poder separador ou de resolução

D = diâmetro da objetiva do telescópio

Ex: Qual o poder separador para o nosso Toya Polaris (D = 76 mm)? **Resp.:** P = 1.6°, ou seja, dois objetos que estejam separados por um ângulo de visada inferior a 1.6° não serão resolvidos. Em outras palavras, serão vistos como sendo o mesmo objeto (um único objeto).

Principais Características

Magnitude Limite

A magnitude limite indica o menor brilho, ou seja, o valor de magnitude aparente de um objeto que um telescópio pode captar. A pupila do olho humano possui, em ambientes muito escuros, um diâmetro máximo de 6 mm, onde a dilatação da pupila é maior. Assim a olho nu podemos observar estrelas de até **sexta magnitude**, que são aquelas que estão no limite de nossa visão. Com um telescópio podemos ultrapassar tal valor, ampliando a nossa capacidade de observar astros de brilho mais reduzido. A magnitude limite é outra propriedade ligada diretamente ao diâmetro do instrumento. Quanto maior a objetiva, maior será esta característica. Porém a magnitude limite não varia de forma linear, isto é, se dobramos o diâmetro da objetiva não obtemos um valor dobrado da magnitude limite. Podemos calcular a magnitude limite usando a seguinte fórmula :

$$M = 7.1 + 5 \times \log(D/10)$$

M = magnitude limite
D = diâmetro da objetiva do telescópio

Ex: Qual a magnitude limite do nosso Toya Polaris 76 mm? **Resp.:** M = 11.5

Principais Características

Luminosidade e Razão Focal

Mais uma importante característica ligada diretamente ao diâmetro da objetiva. A luminosidade é a quantidade de luz que um telescópio pode captar, e quanto maior o diâmetro da objetiva, mais luminoso será o instrumento. Um telescópio para ser luminoso deve ter também uma distância focal pequena para trabalhar com pouco aumento. Isso torna as imagens nítidas e brilhantes. A razão focal (F/D) é a relação existente entre a distância focal e o diâmetro da objetiva. Quanto menor a razão focal mais luminoso será o telescópio. Podemos calcular a razão focal com a seguinte fórmula :

$$R = \frac{F}{D}$$

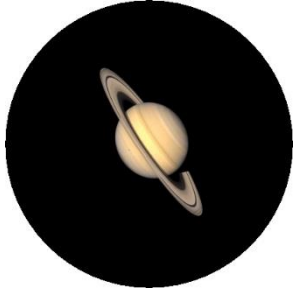
R = razão focal

F = distancia focal da objetiva

D = diâmetro da objetiva do telescópio

Ex: Qual a razão focal do Toya Polaris, cuja objetiva tem 76 mm de diâmetro e 700 mm de distância focal? **Resp.:** $R = 9.2$ Isso é bem útil para compararmos dois telescópios

Um Exemplo



Usando uma ocular com distancia focal grande

Aumento pequeno. Objeto visualizado com um brilho forte. Imagem nítida com ótimo contraste, mas pequena. Grande campo de visão. Fácil de focalizar e localizar os objetos.



Usando uma ocular com distancia focal media

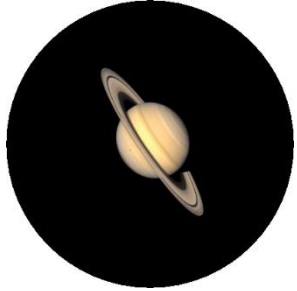
Aumento razoável. Objeto visualizado com um bom brilho. Imagem nítida com bom contraste e relativamente grande. Campo de visão médio. A focalização e localização dos objetos torna-se mais difícil.



Usando uma ocular com distancia focal pequena

Aumento grande. Objeto visualizado com um pouco brilho. Imagem com nitidez e contraste já comprometidos. Campo de visão pequeno. A localização dos objetos torna-se crítica. Para melhorar isso, somente usando um telescópio com uma objetiva de maior diâmetro.

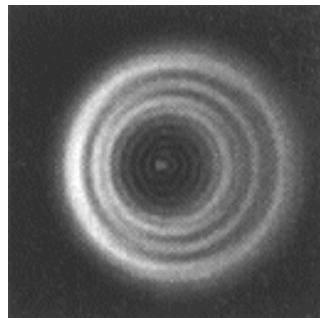
Outro Exemplo



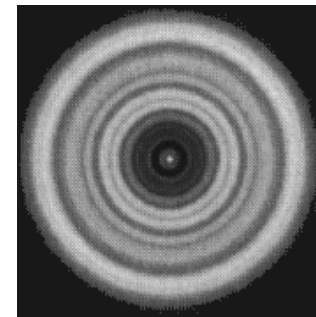
Em vários modelos de telescópios, principalmente os refletores, pode ocorrer um problema onde se obtém um ótimo foco ao usarmos oculares com grande distancia focal. Contudo, com oculares de distancia focal menores o foco se torna demasiadamente critico ou mesmo impossível de ser obtido, tal como ilustrado ao lado.



A maioria das vezes isso esta associado com um problema de alinhamento do sistema óptico do telescópio. Para verificar se este é o problema, consulte o manual/fabricante para proceder o alinhamento. Usualmente, para verificarmos se o alinhamento esta correto, localizamos uma estrela com o telescópio e repetidamente focalizamos e desfocalizamos o objeto. A figura formada deve ter franjas simétricas como visto abaixo à direita.



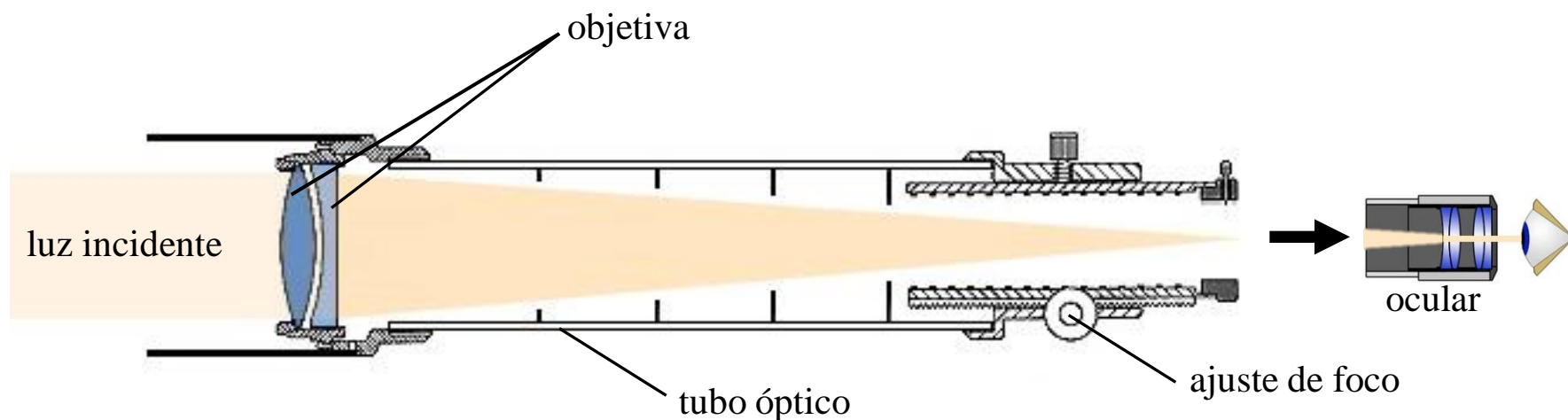
óptica não alinhada



óptica alinhada

Telescópios Refratores

São muitas vezes chamados “lunetas” ou mesmo “lunetas astronômicas”, para se distinguir daqueles instrumentos para observações terrestres. Eles utilizam o princípio da refração da luz para a obtenção de imagens ampliadas de um objeto distante. A lente objetiva forma a imagem sobre seu foco e esta imagem serve como objeto para a ocular que fornece a imagem final do sistema ao observador, que muitas vezes é invertida.

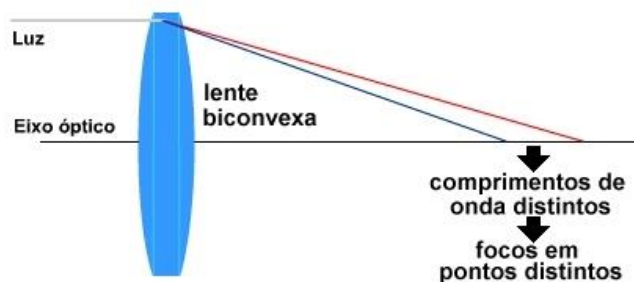


Algumas lunetas de uso terrestre podem eventualmente incorporar outras lentes para se obter uma imagem não invertida, mais adequada a este tipo de aplicação.

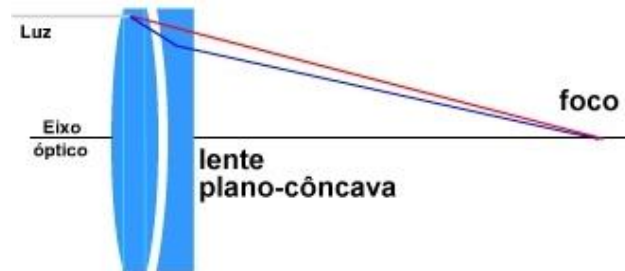
(*) Figuras retiradas de <http://telescopiosastronomicos.com.br>

Telescópios Refratores

O uso de lentes apresentam uma serie de problemas. Um dos principais é a chamada aberração cromática, que resulta do fato do índice de refração depender do comprimento de onda (cor) da luz que atravessa a lente. Isso reduz o poder de resolução do instrumento e as imagens podem até mesmo parecer fora de foco. Tal aberração pode é bastante reduzida ao introduzirmos objetivas acromáticas.



Objetiva comum (cromática)



Objetiva acromática

Com a evolução dos materiais ópticos e técnicas de revestimento, tais telescópios podem apresentar uma qualidade bastante elevada. Contudo, ainda temos o problema da absorção da luz pelo material das lentes e o fato do comprimento do tubo ter que ser muito longo para telescópios com grande poder de aumento. Portanto, o mais usual comercialmente é que tais tipos de instrumentos sejam mais limitados. Podemos, aqui, incluir também os binóculos.

Telescópios Refratores

A invenção desse tipo de instrumento é atribuída ao Holandês Hans Lippershey (1608) sendo aperfeiçoado por Galileo Galilei (1609). Atualmente temos no mercado uma ótima variedade de tais telescópios com um custo^(*) variando entre R\$ 120,00 até R\$ 3.490,00



modelo manual de
baixo custo
(transmissão < 80%)



modelo com posicionamento
automatizado



modelo manual de
alta qualidade
(transmissão \cong 95%)



Galileo

(*) Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

Telescópios Refratores

Podemos, adicionalmente, falar aqui dos “binóculos”, cujo preço* varia de R\$ 80,00 (ou menos) até 3.000,00.



Apesar dos preconceitos são indiscutivelmente mais confortáveis, com imagem não invertida!

(* Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

Telescópios Refletores

É a categoria de telescópios de uso mais freqüente entre os diversos astrônomos. Eles utilizam o princípio da reflexão da luz por espelhos para a obtenção de imagens ampliadas. A objetiva de um telescópio refletor é um espelho côncavo, denominado espelho primário ou principal. Este espelho é feito a partir de blocos de vidro, onde sobre sua superfície côncava é depositada uma camada de alumínio, responsável pela reflexão da luz, via um processo de metalização. Além do espelho primário existe ao menos um espelho menor denominado secundário que direciona a luz refletida pelo espelho primário para a lente ocular. As vantagens dos telescópios refletores são: **(a)** a ausência de aberração cromática, **(b)** objetivas de maior diâmetro e **(c)** tubos com comprimento menor que os tubos dos refratores. Por outro lado nos refletores ocorre uma perda significativa, já que a metalização não reflete toda a luz, sendo cerca de 5-10 % absorvida pelo espelho primário. Além disso o espelho secundário, juntamente com seu suporte, provocam mais perdas por obstrução, que varia de acordo com a dimensão do conjunto.

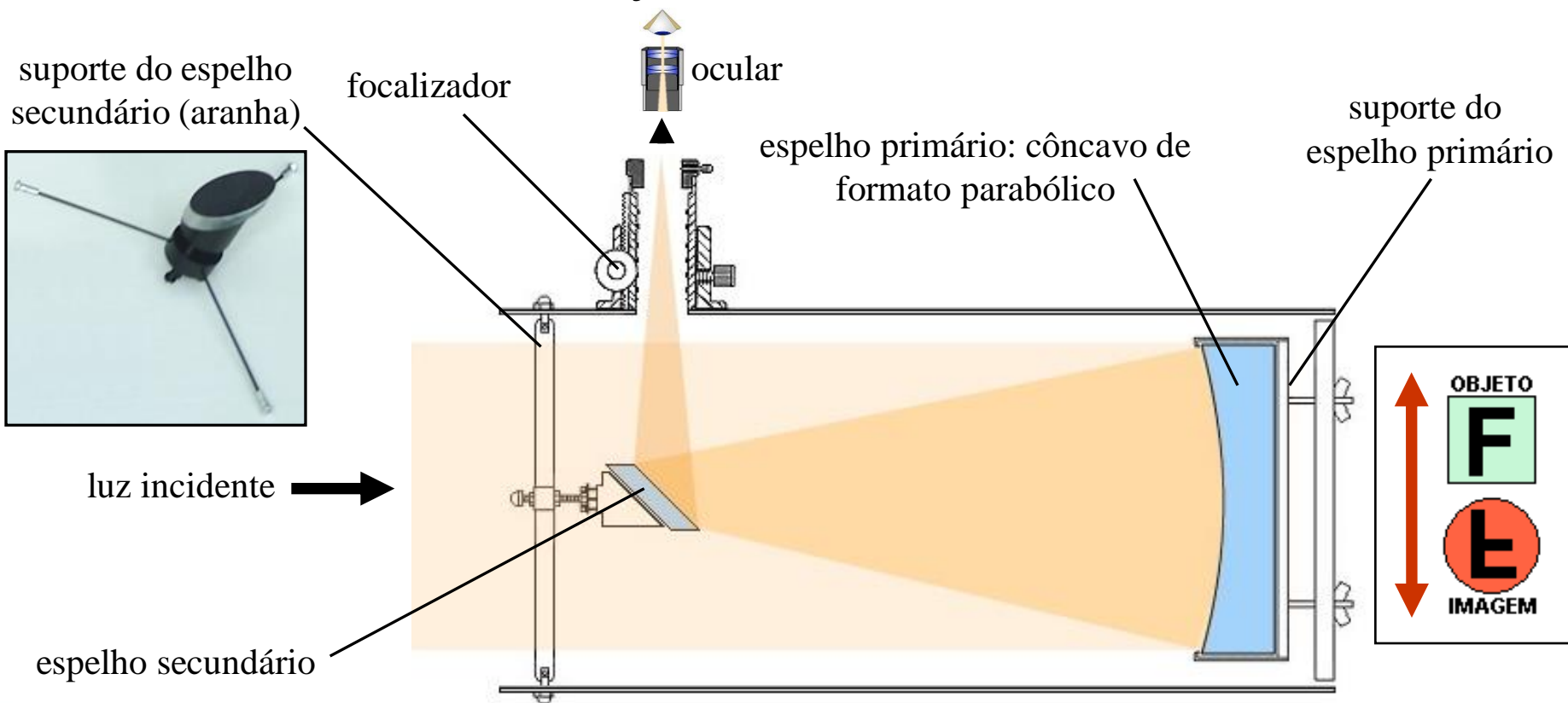
Os tipos comumente encontrados no mercado são:

- **Newtonianos**
- **Schmidt-Cassegrain**
- **Dobsonianos**
- **Maksutov-Cassegrain**
- **Maksutov-Newtonianos e Schimidt-Newtonianos**

Telescópios Refletores

Newtonianos

É o tipo mais comumente usados entre os vários entusiastas da astronomia. Seu custo (*) varia de acordo com o grau de sofisticação dos modelos disponíveis indo de R\$ 5.300,00 até mesmo R\$ 300,00. Sua constituição básica é ilustrada abaixo.



(*) Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

Telescópios Refletores



modelo com posicionamento automatizado e GPS opcional
203mm (8")



modelo manual
de baixo custo
76mm

• Fornecem imagens invertidas verticalmente



• Podemos ‘montar em casa’

• O espelho deve ser muito bem feito para evitar **aberrações esféricas**

- Boa capacidade para observações astronômicas
- Operação não muito confortável (como usual)
- Pouca imunidade a vibrações durante a operação
- Com o tubo aberto pode-se ter problemas com ventos

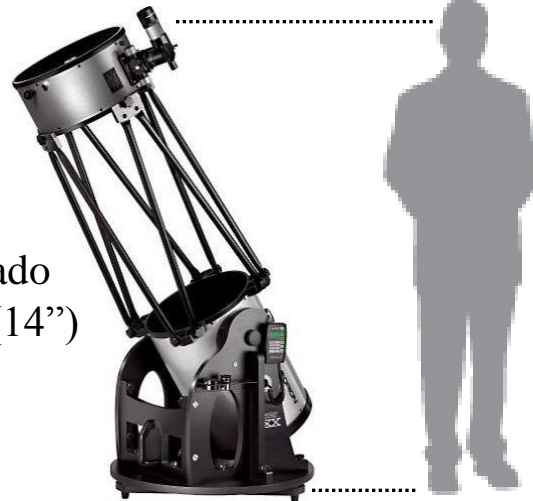
Telescópios Refletores

Dobsonianos

São menos comuns e constituem basicamente uma variação da construção Newtoniana. Seu custo (*) é moderado, quando comparado com telescópios com objetivas de mesmo diâmetro, O preço varia entre R\$ 300,00 e R\$ 9.500,00

- Boa capacidade para observações astronômicas
- Operação desconfortável (segundo comentários)
- Tubo aberto expondo todo o sistema óptico

Dobsoniano automatizado
GPS opcional - 356mm (14'')



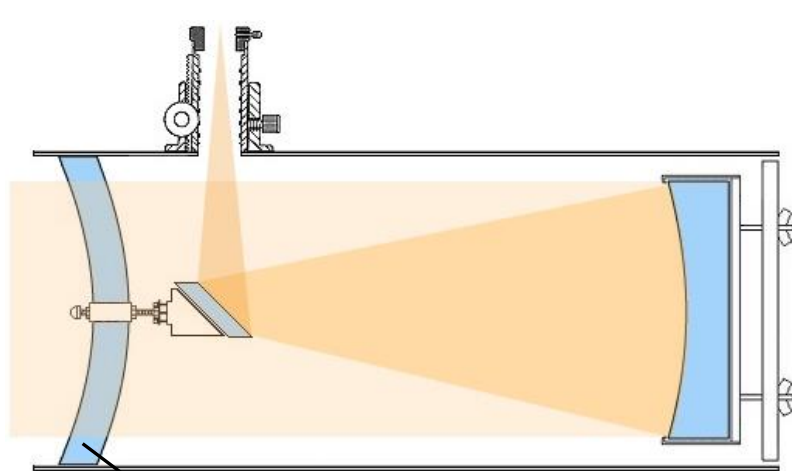
Dobsoniano manual
406mm (16'')

(*) Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

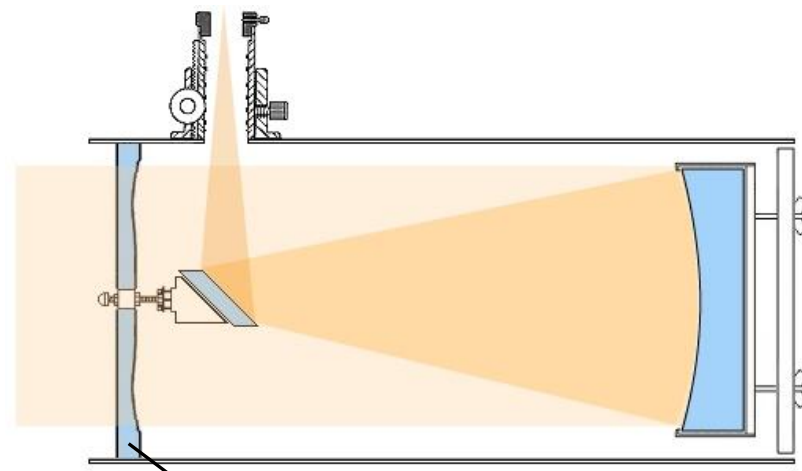
Telescópios Refletores

Maksutov-Newtonianos e Schmidt-Newtonianos

São variantes da construção do tipo Newtoniano onde usa-se espelhos côncavos de formato esférico. Isso evita o surgimento de aberrações que são comumente encontradas nos Newtonianos e devidas a imperfeições nos espelhos côncavos parabólicos. Para compensar isso, usa-se um menisco coletor de Maksutov ou uma placa coletora de Schmidt para corrigir a óptica, tal como mostrado abaixo.



menisco de Maksutov



placa de Schmidt

(* Figuras retiradas de <http://telescopiosastronomicos.com.br>

Telescópios Refletores

Já houve uma maior variedade desses tipos no mercado. Atualmente não são muito comuns, pois perderam muito espaço para as construções do tipo Cassegrain. Seu custo^(*) é bem elevado, algo entre R\$ 6.400,00 e R\$ 8.890,00 dependendo do tamanho.



Maksutov-Newtoniano

- Ótima capacidade para observações astronômicas
- Operação similar ao Newtoniano usual
- Maior imunidade a vibrações durante a operação
- Com o tubo fechado a construção fica mais robusta



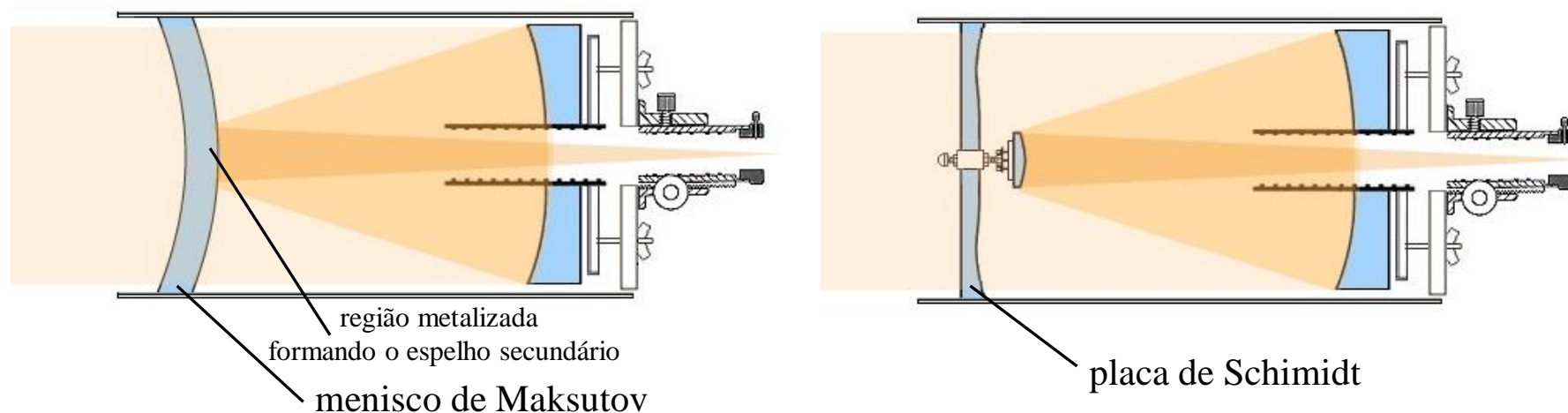
Schmidt-Newtoniano

(*) Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

Telescópios Refletores

Maksutov-Cassegrain e Schmidt-Cassegrain

São variantes da construção óptica proposta por Laurent Cassegrain, que infelizmente apresentou tal construção na mesma época que Isaac Newton propôs a sua. Isso retardou bastante a popularização dela pois se alegava que não apresentava vantagens. Contudo, isso não é verdade pois um Cassegrain tem um tubo bem mais compacto, com cerca de metade do comprimento do tubo de um Newtoniano, sendo sua operação similar a de uma luneta, ou seja, a ocular fica na parte posterior do instrumento. Nessas variantes usa-se novamente espelhos côncavos de formato esférico, para evitar aberrações, em conjunto com um menisco de Maksutov ou uma placa de Schmidt, tal como ilustrado abaixo.



(*) Figuras retiradas de <http://telescopiosastronomicos.com.br>

Telescópios Refletores

Atualmente são bastante populares no mercado com modelos bem variados.
Seu custo (*) varia entre R\$ 1.850,00 e R\$ 24.500,00

• Fornecem imagens invertidas horizontalmente



- Compactos
- Robustos



Maksutov-Cassegrain manual



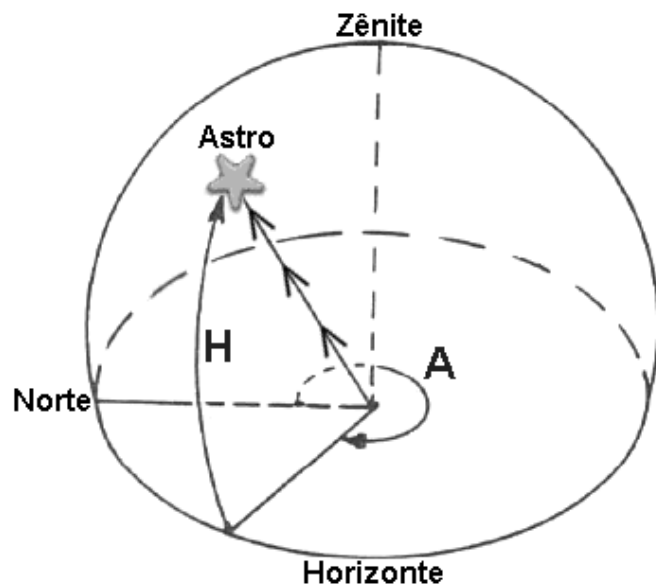
Schmidt-Cassegrain automatizado com GPS

(*) Preços obtidos por consulta em lojas on-line em Maio.2011

Montagem Azimutal

O sistema de posicionamento de um telescópio é adequado a um dos sistemas de coordenadas astronômicas.

No sistema de coordenadas azimutal localizamos um ponto na esfera celeste via seu azimute (A) e sua altura ou elevação (H). Essa montagem é muito prática e fácil de usar. Sem ajustes. Contudo, todo o esforço mecânico para equilibrar o sistema óptico recai sobre o sistema de posicionamento, caso presente.

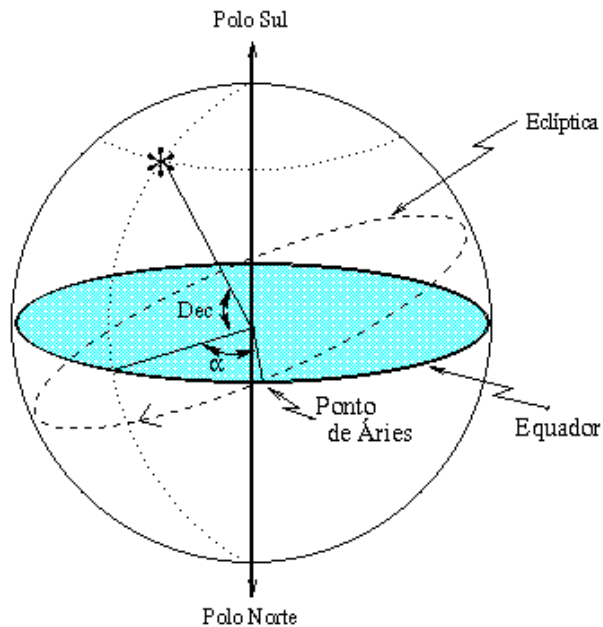


Telescópio com montagem azimutal em garfo



Montagem Equatorial

No sistema de coordenadas equatorial localizamos um ponto na esfera celeste via sua ascensão reta (α) e sua declinação (δ). Essa montagem é bem mais “equilibrada”, ou seja, mecanicamente ótima, adequada para astro-fotografia ou adição de outros acessórios sem carregar o sistema de posicionamento. Contudo, exige ajustes precisos na instalação do telescópio e pode haver limitações de latitude.



Telescópio com montagem equatorial (-germânica) típica

(*) Figura retirada do livro *Astronomia e Astrofísica*, K.S.Oliveira e M.F.O.Saraiva (2004)

Comentários Finais

Visto tudo isso, qual seria o melhor telescópio para um entusiasta em astronomia?

Resp.: Bom Em resumo Aquele que cabe no bolso!

O fato é que equipamentos melhores e mais sofisticados são mais caros! Um bom início seria um telescópio Newtoniano de baixo custo. Apesar das limitações é possível fazer observações da Lua, Júpiter com suas luas galileanas, as fases de Vênus e até os anéis de Saturno.

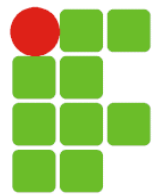
Para observações mais ambiciosas seria recomendado um telescópio maior, com no mínimo 6 ou 8 polegadas de diâmetro de objetiva.

É recomendável o telescópio ter motorização para o acompanhamento. Contudo isso implica em um custo maior.

Referencias

- [1] Astronomia e Astrofísica, K.S.Oliveira e M.F.O.Saraiva, Ed. Liv. da Física (2004)
- [2] Pagina: <http://www.telescopiosastronomicos.com.br>
- [3] Pagina: <http://www.cosmobrain.com.br/cosmoforum>
- [4] Pagina: <http://astro.if.ufrgs.br>
- [5] Loja: <http://www.astroshop.com.br>
- [6] Loja: <http://www.paraquedas.net>

Tipos e Montagens de Telescópios



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

