



Luneta Equatorial Gautier: Observatório Central - UFRGS



ASTRONOMIA AMADORA TELESCÓPIOS E ACESSÓRIOS

J.R. Kaschny

Vitória da Conquista

Março.2012

(Rev. Abril.2015)

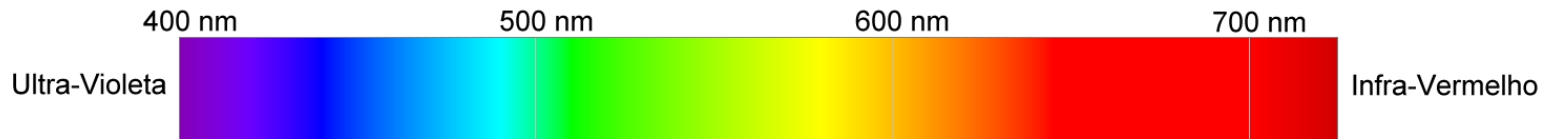
Telescópios

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, mas vamos nos concentrar naqueles telescópios ópticos, de “pequeno porte”, dedicados a observações na região da luz visível.



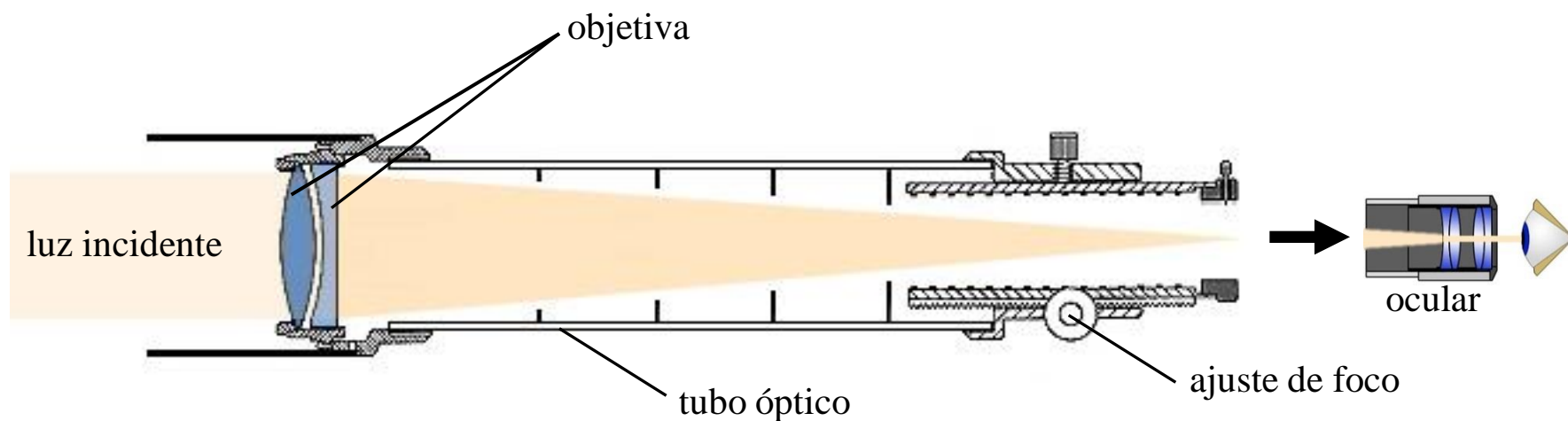
Classificação Básica

Em termos elementares, a classificação dos telescópios pode ser feita de duas maneiras:

- Quanto a seu princípio óptico de funcionamento:
 - Refratores: Compostos somente de lentes, sendo muitas vezes denominados Lunetas, onde tal termo é mais comum para instrumentos de usos terrestre. Aqui podemos incluir também os instrumentos binoculares (binóculos), que também são comumente empregados em usos terrestres.
 - 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: Utiliza sistema de posicionamento segundo coordenadas equatoriais.
 - Azimutais: Utiliza sistema de posicionamento azimutal.

Telescópios Refratores

São muitas vezes chamados “lunetas” ou mesmo “lunetas astronômicas”, para se distinguir daqueles instrumentos usados 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 tal imagem serve como objeto para a ocular que fornece a imagem final ao observador, a qual muitas vezes é invertida.

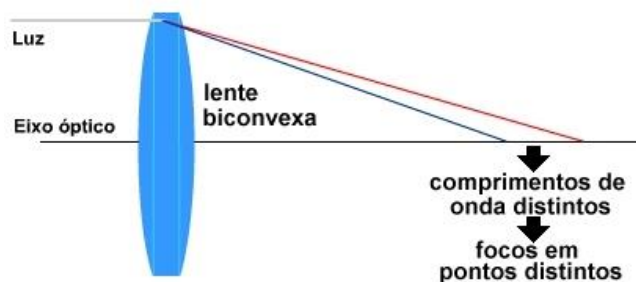


Algumas lunetas de uso terrestre podem eventualmente incorporar outras lentes para se obter uma imagem não invertida, algo que é mais adequado a este tipo de aplicação.

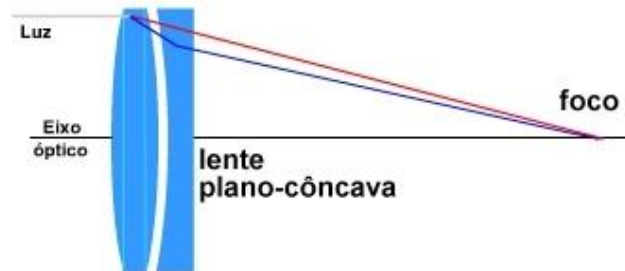
(*) Figuras retiradas de <http://telescopiosastronomicos.com.br>

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 é significativamente 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, além do fato do comprimento do tubo 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 e R\$ 3.490,00



modelo manual de
baixo custo
(transmissão < 80%)



modelo com posicionamento
automatizado



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



Galileo

Telescópios Refratores

Podemos, adicionalmente, mencionar os “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!

Telescópios Refletores

É a categoria de telescópios de uso mais frequente entre os astrônomos.

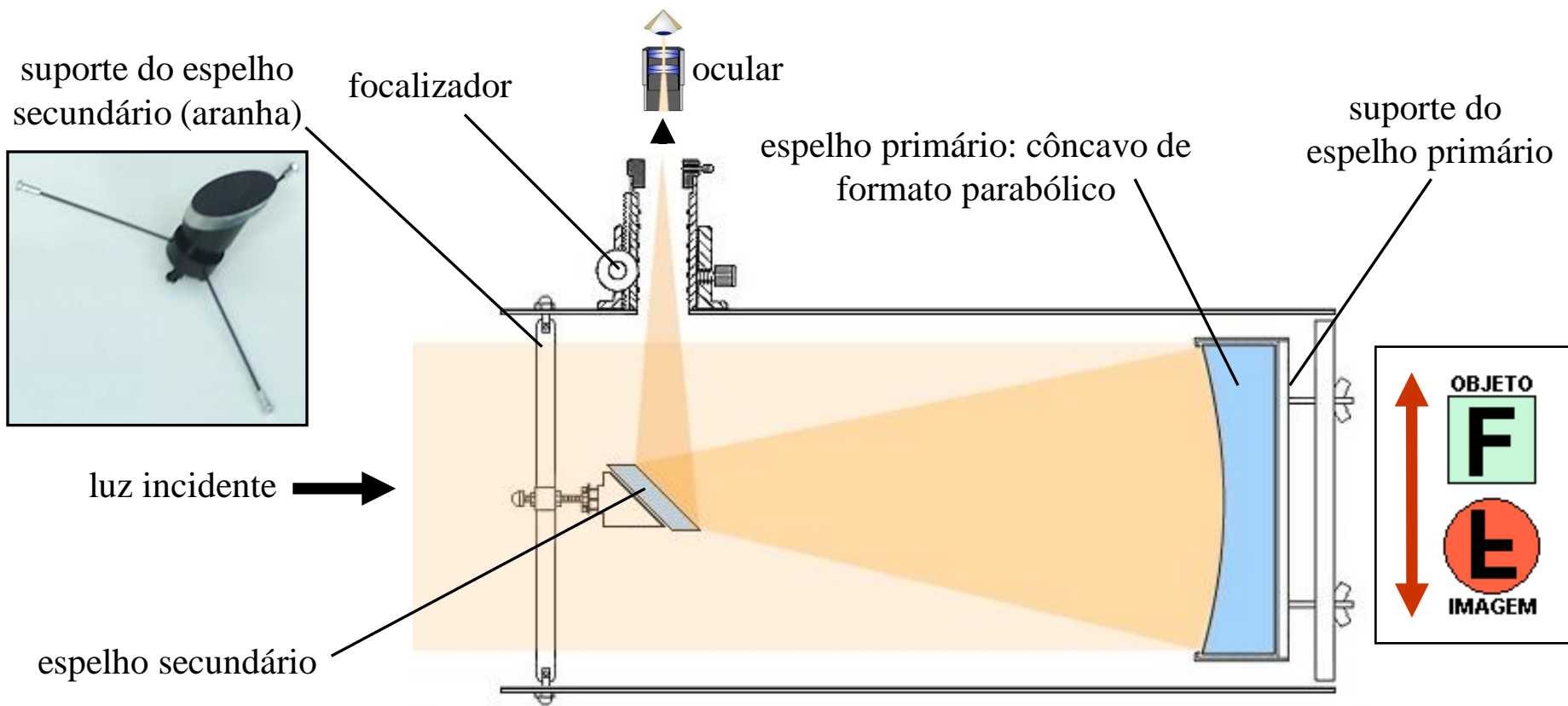
Eles utilizam o princípio da reflexão da luz por espelhos para a obtenção de imagens ampliadas. A objetiva de um telescópio refletor é um espelho côncavo, denominado espelho primário ou principal. Este espelho é feito a partir de blocos de vidro, onde sobre sua superfície côncava é depositada uma camada 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, algo que varia de acordo com a dimensão e o projeto do conjunto.

Os tipos comumente encontrados no mercado são:

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

Telescópios Newtonianos

É o tipo mais comumente usado entre os entusiastas da astronomia. Seu custo varia de acordo com o grau de sofisticação do modelo, indo de R\$ 300,00 a R\$ 5.300,00. Sua constituição básica é ilustrada abaixo.



Telescópios Newtonianos



• Fornecem imagens invertidas verticalmente



• Podemos ‘montar em casa’

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

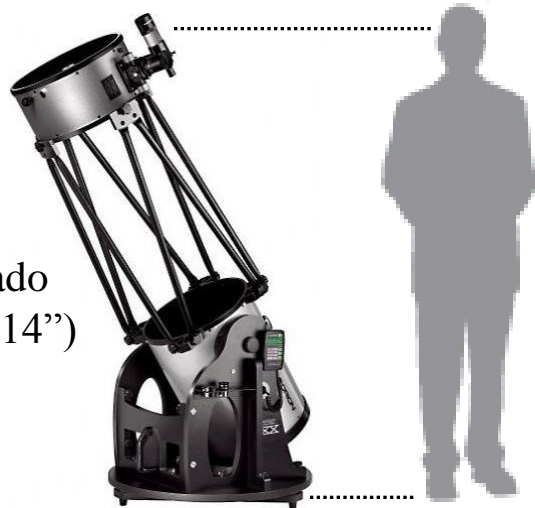
- Boa capacidade para observações astronômicas
- Operação não muito confortável (como usual)
- Pouca imunidade a vibrações durante a operação
- Com o tubo aberto pode-se ter problemas com vento

Telescópios 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

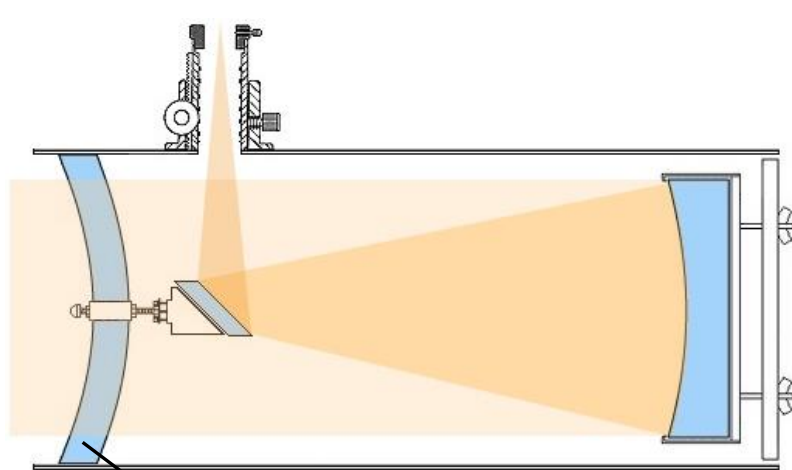
Dobsoniano automatizado
GPS opcional - 356mm (14'')



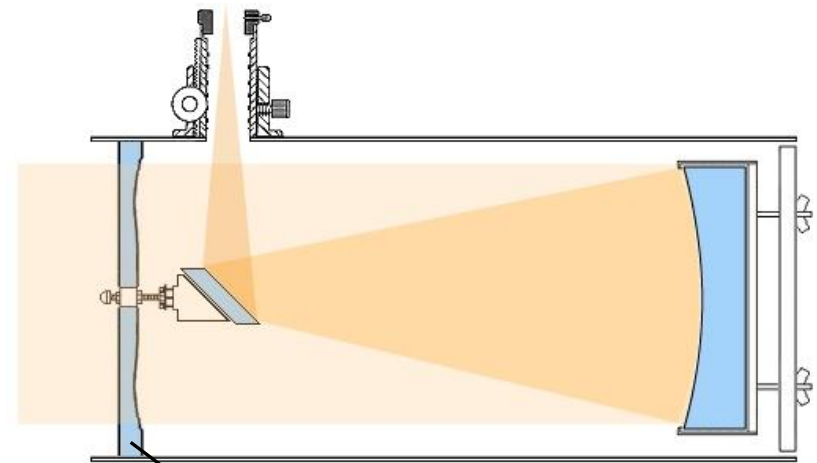
Dobsoniano manual
406mm (16'')

Maksutov e Schimidt - Newtonianos

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



menisco de Maksutov



placa de Schimidt

Maksutov e Schimidt - Newtonianos

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

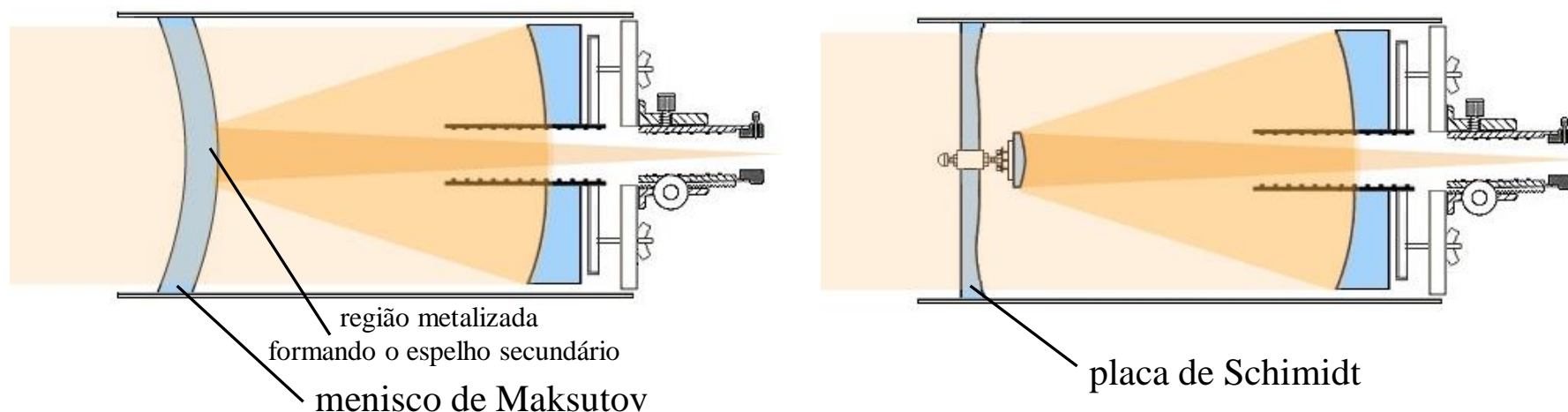
- Ótima capacidade para observações astronômicas
- Operação similar ao Newtoniano usual
- Maior imunidade a vibrações durante a operação
- Com o tubo fechado a construção fica mais robusta



Schimidt-Newtoniano

Maksutov e Schimidt - 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 Schimidt, tal como ilustrado abaixo.

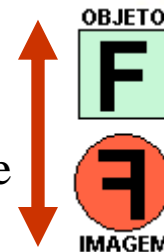


(*) Figuras retiradas de <http://telescopiosastronomicos.com.br>

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

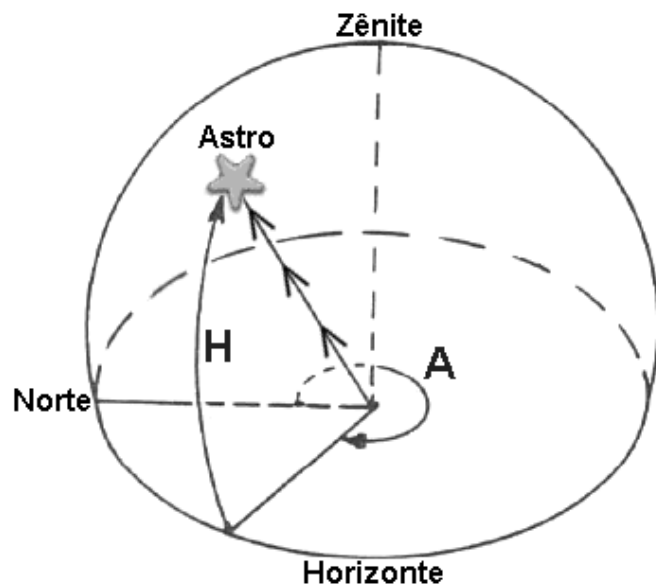


Schmidt-Cassegrain automatizado com GPS

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.

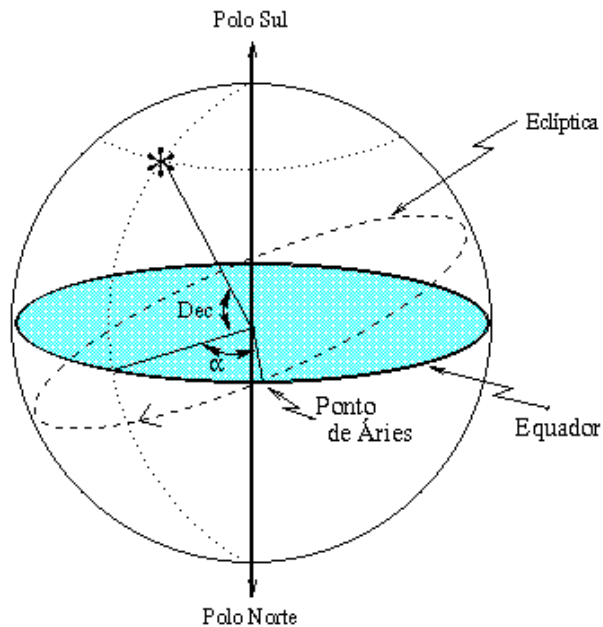


Telescópio com montagem azimutal em garfo



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.



Apontar para o Norte ou Sul

α

δ

Direção paralela ao eixo de rotação da terra

Telescópio com montagem equatorial (-germânica) típica



Aumento e Magnificação Máxima

O **aumento** ou magnificação 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.

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

A = aumento

F_{obj} = distância focal da objetiva do telescópio

f_{ocu} = distância focal da ocular

O aumento ou **magnificação máxima** determina a maior ampliação que um telescópio pode oferecer sem prejudicar a qualidade das imagens. De fato, quanto maior o diâmetro da objetiva maior será o aumento máximo que pode ser obtido.

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

A_{max} = aumento máximo útil

D = diâmetro da objetiva do telescópio

Campo de Visão e Magnitude Limite

A região do céu 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

Tipo de Oculares

Huygens Fov = 30°

Kellner Fov = 45°

Plossl Fov = 52°

A magnitude limite indica é o valor de magnitude aparente de um objeto que um telescópio pode captar. A olho nu podemos observar estrelas de até **sexta magnitude**, que são aquelas que estão no limite de nossa visão. Com um telescópio ultrapassamos tal valor, ampliando a nossa capacidade de observar astros de brilho mais reduzido.

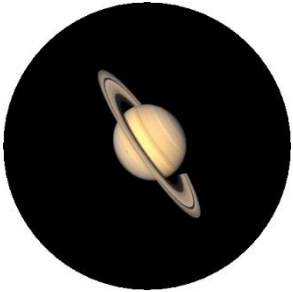
$$M = 7.1 + 5 \times \log(D/10)$$

M = magnitude limite

D = diâmetro da objetiva do telescópio

Um Exemplo Prático

Lembrando que o aumento é dado por $A = F_{\text{obj}}/f_{\text{ocu}}$ sendo o campo de visão $C_{\text{vis}} = F_{\text{ov}}/A$



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.

Como Escolher um Telescópio

Sei lá !!!!! Mas podemos listar alguns pontos dignos de consideração:

- Tipo de construção óptica: **Refratores × Refletores** → Refletores são os mais usados
- Tipo de montagem: **Azimutal × Equatorial** → A equatorial leva certas vantagens, mas \$\$\$
- Para telescópios refletores os do tipo Schmidt-Cassegrain são bem mais robustos. Contudo, são bem mais caros. Os Newtonianos, apesar de serem mais susceptíveis a vibrações são os mais populares devido ao preço.
- Diâmetro: Telescópios quanto maior \$\$\$ melhora \$\$\$.
- Motorização: Em geral possui um custo significativo mas é algo a ser considerado. Mas tome cuidado: algumas vezes motorização não significa **acompanhamento automático!**
- Automatização e GPS: O acompanhamento automático é sem duvidas algo muito interessante. Contudo, a automatização e a inclusão de GPS são passos que vão mais adiante. Um GPS portátil é muitas vezes melhor e mais barato.
- Tenha cautela com o efeito “**Bicicleta Ergométrica**”



Acessórios Ópticos

Oculares Variadas
diferentes f_{ocu}

Barlow 2×
diminui f_{ocu} por um fator 2×

Filtro Verde Escuro (Moon)
diminui a intensidade luminosa sendo muito útil para observações lunares

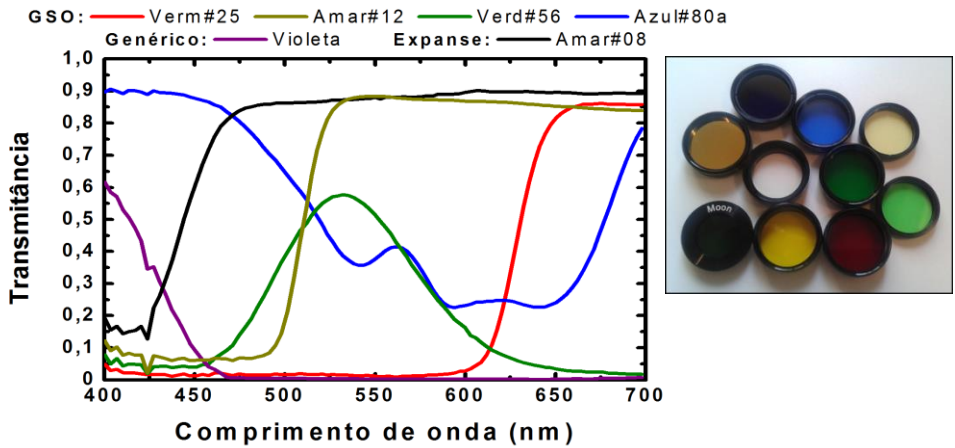
Eretor 1.5×
inverte a imagem e diminui f_{ocu} por um fator 1.5× (útil p/ Newtonianos)

Redutor Focal 2×
aumente f_{ocu} por um fator 2×

Filtros Coloridos
realça o contraste e portanto detalhes específicos do astro observado (mas não faz milagres)

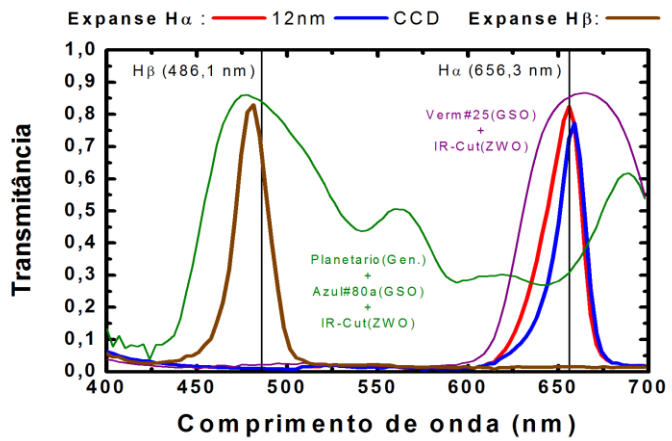
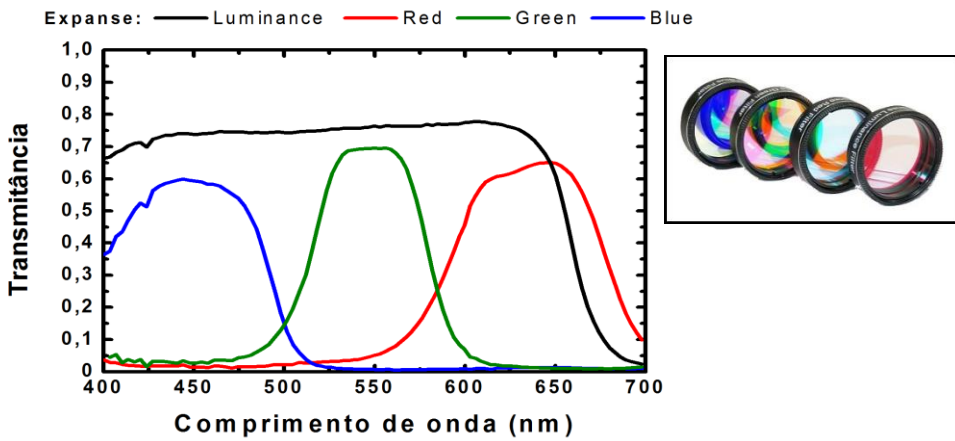


Filtros Ópticos



Há basicamente duas categorias:

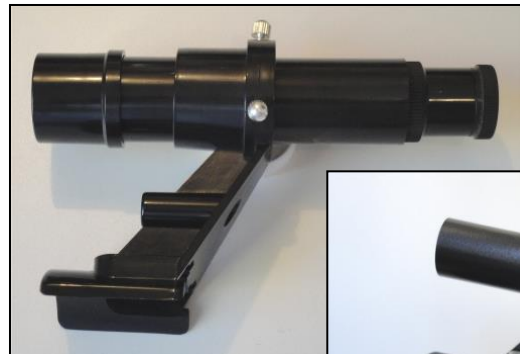
- **Coloridos Comuns:** em geral apresentam uma faixa passante larga, por vezes irregular, com um destaque para o filtro verde que é um passa-banda.
- **Interferométricos:** São filtros especiais, via de regra passa-banda, tal como os LRGB muito usados com câmeras monocromáticas, e os H-alfa/H-beta muito empregados em observações solares.



Acessórios Ópticos Diversos



Diagonal prismática de 90 graus



Lunetas Buscadoras



Focalizadores



Adaptador Binocular

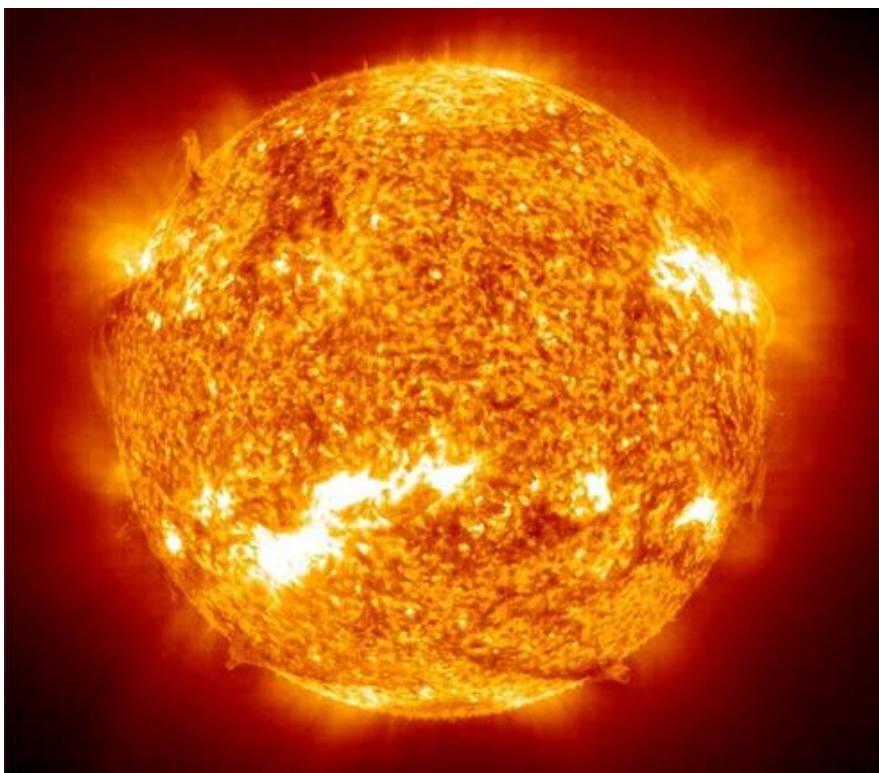


Adaptadores Diversos

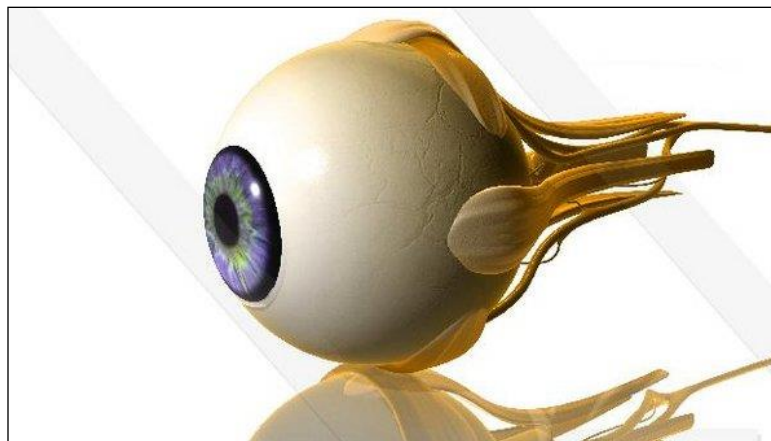


Porta Filtros

Observações Solares

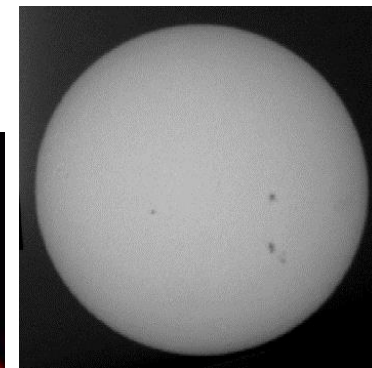


Mas antes cabe lembrar que queimaduras nos olhos (retina) são **irreversíveis!**



Portanto, muita cautela com observações solares, com a qualidade e conservação dos acessórios a ela dedicados.

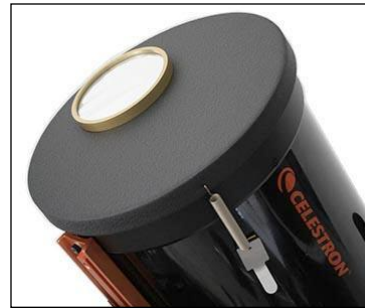
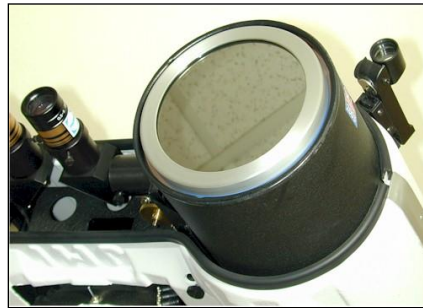
Desmistificando um pouquinho



Observações Solares



Filtros solares se apresentam com uma grande variedade de formas, princípios e preços. Cuidado com os de baixo custo, não somente pela saúde dos olhos como pela integridade do telescópio.



O recado básico é “**nunca use seus olhos diretamente**”!

Algo bastante comum é empregarmos um telescópio refrator acoplado a uma tela de projeção (e óculos escuros).

Outra possibilidade é usar uma câmera eletrônica (CCD).



Observações Solares

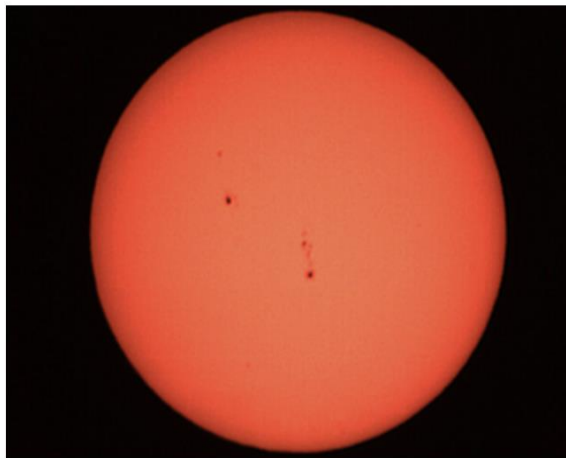
Uma tentativa de baixo custo:



+



Refrator Toya de 70 mm e distancia focal de 300 mm, substituindo o focalizador por um de 1.25 polegadas e usando uma Barlow como espaçador ao retirar a lente.



FOTOGRAFANDO O SOL COM REFRATOR E FILTRO POLIMÉRICO

Câmera: ZWO - AZI030MC
Resolução: 640x480 pixels (0.3 M)
Telescópio: Toya - Refrator 70 mm, dist.focal 300 mm
Filtros: Thousand Oaks solar (polimérico) + IR-Cut
Software de captura: SharpCap
Tempo de exposição: 8 ms Ganho: 10
Gamma: 48 White balance: 5k
Tripé: Genérico, usado para fotografia
Local: Vitória da Conquista - BA
Latitude: 14° 51' Sul
Longitude: 40° 48' Oeste
Altitude: 934 m UTC: -3
Data: 23 de Outubro de 2013
Horário local: 17:58
Autores: J.R.Kaschny e S.R.Vieira

Filtro polimérico “Thousand Oaks”
(black polymer)

Observações Solares

Algo mais elaborado: **CORONADO PST** fabricado pela Meade (≈ R\$ 4.000,00)

H-alfa



Etalon

(contraste)



Buscadora

Foco



O SOL EM UMA PRIMEIRA TENTATIVA

Câmera: ZWO - AZI030MC

Resolução: 640x480 pixels (0.3 M)

Telescópio: Meade - Coronado PST 40 mm

Software de captura: SharpCap

Tempo de exposição: 3 ms Ganho: 1

Gamma: 52 White balance: 5k

Tripé: Skywatcher - All View

Local: Vitória da Conquista - BA

Latitude: 14° 51' Sul

Longitude: 40° 48' Oeste

Altitude: 934 m UTC: -3

Data: 12 de Junho de 2014

Horário local: 15:16 - 15:21

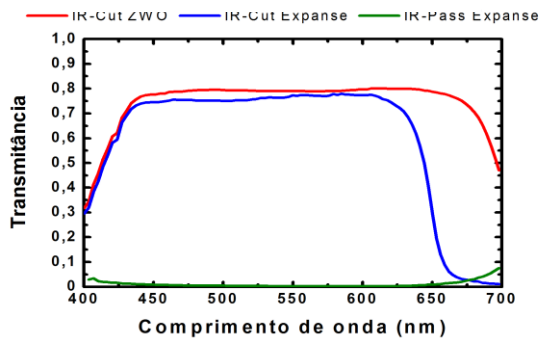
Autores: J.R.Kaschny e S.R.Vieira



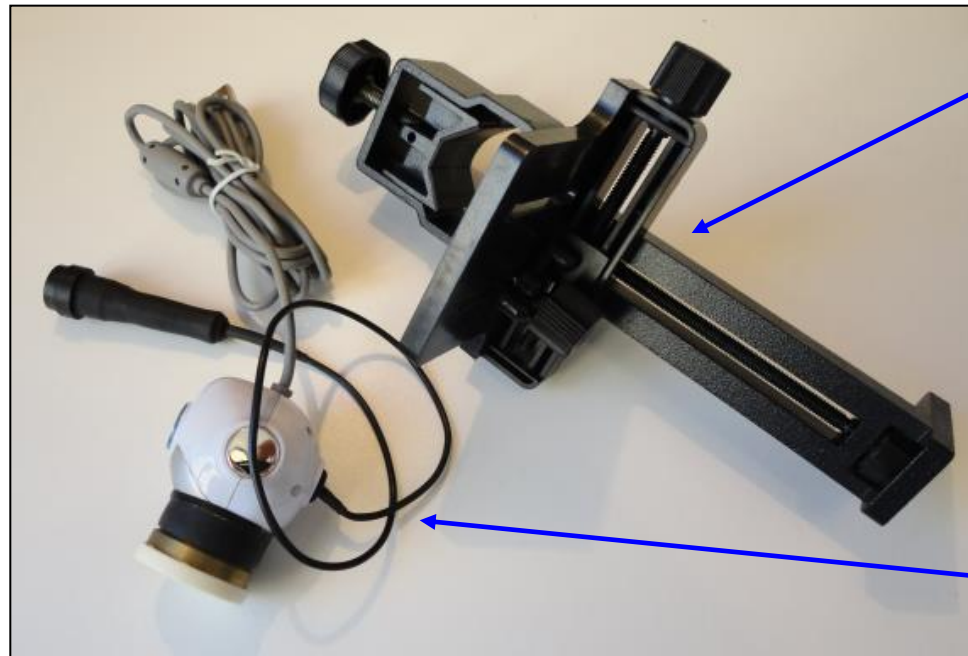
Astrofotografia

Atualmente a astrofotografia ficou bem mais prática com o advento de câmeras digitais CMOS e CCD (BW e COLOR) que são diretamente conectadas a um PC. Contudo, para se obter bons resultados continua sendo necessário muita dedicação. Para vários casos emprega-se acessórios dedicados para incrementar o acompanhamento automático do telescópio.

Alternativas



O uso de filtros IR é essencial!



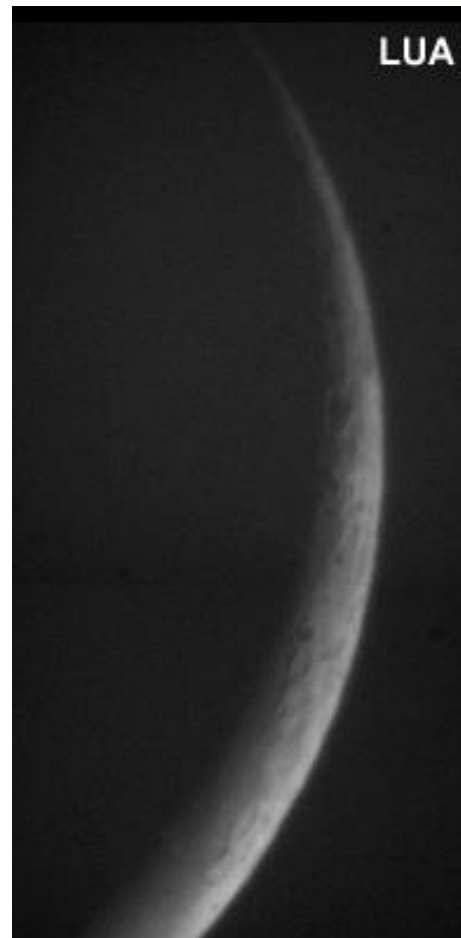
Adaptador p/ câmera fotográfica digital.

Webcam adaptada

- Para o processamento das imagens pode ser usado diversos softwares, alguns dedicados especialmente para a astronomia (Ex. REGISTAX).

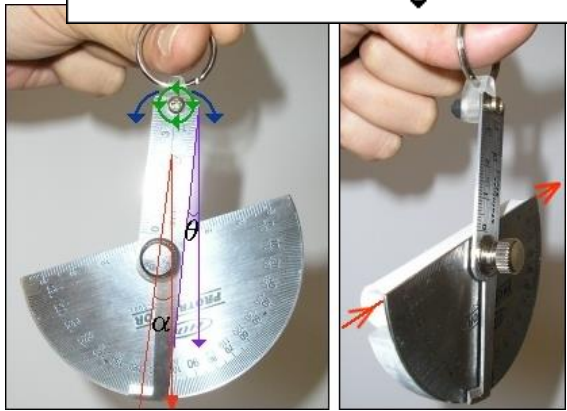
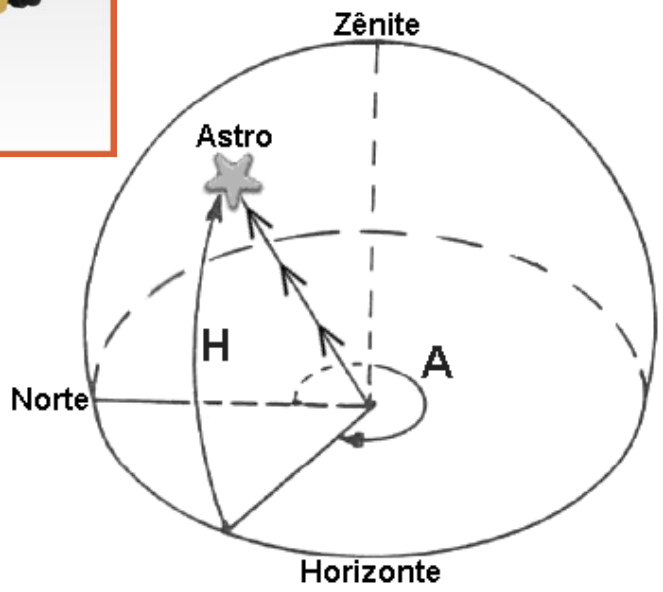
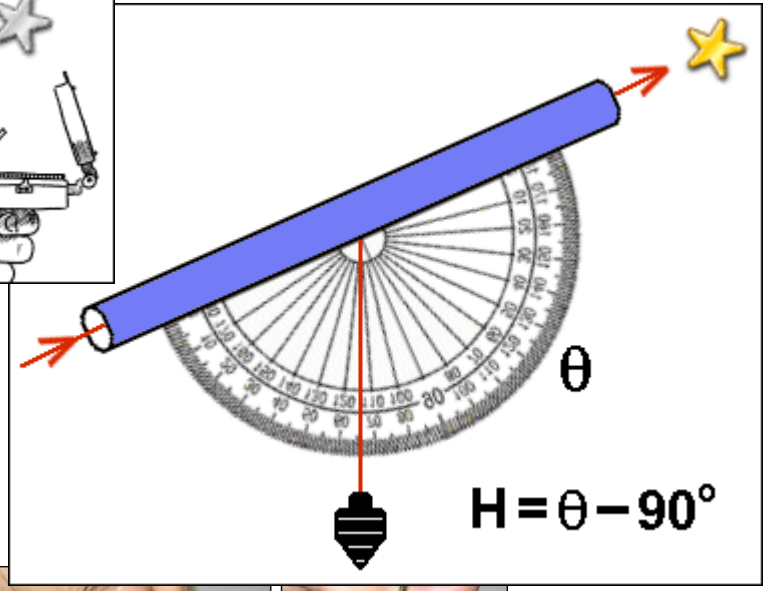
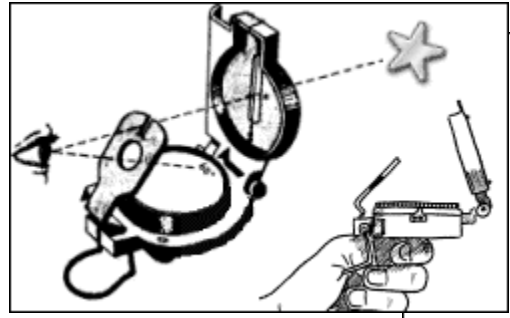
Astrofotografia

Improvizando



Astronomia de Posição

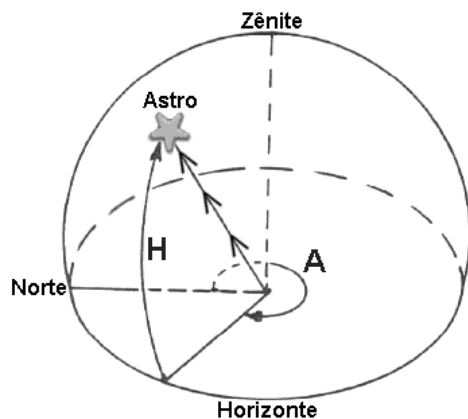
O ideal (ou correto) é empregar um teodolito em conjunto com um GPS, mas



Mas Cadê o Norte?

Bússolas indicam **aproximadamente** o **norte magnético** da terra, na verdade é o **norte da bússola**, que de qualquer forma não coincide com o **norte geográfico** do planeta. Para obtermos essa informação temos que saber a **declinação magnética**. Esta leva em conta as não-homogeneidades do campo magnético terrestre, a longitude e a latitude do ponto onde estamos. Para complicar mais ainda, tais não-homogeneidades variam com o decorrer do tempo. Então, para simplificar, temos varios modelos de calculo e tal informação pode ser obtida, em:

- Observatorio Nacional: <http://staff.on.br/~jlk/magdec/>
- NASA GeoMag: <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/geomag/jsp/Declination.jsp>
- GeoLag: http://www.geolab.nrcan.gc.ca/geomag/e_cgrf.html

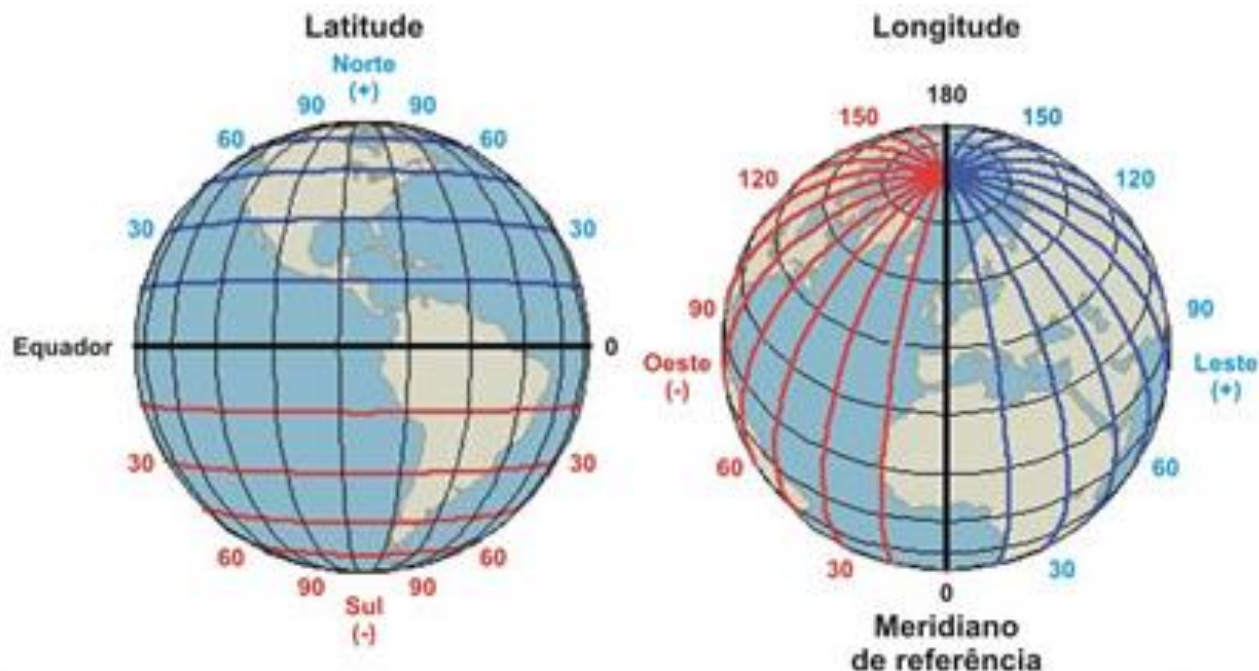


Exemplo: Vitória da Conquista em 20.Março.2012 tínhamos $22^{\circ}52'$ Oeste; Em 11.Outubro.2009 era $22^{\circ}58'$ Oeste.
Em 09.Maio.2013 é $23^{\circ}23'$ Oeste

Latitude e Longitude

A **latitude** é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância é dada em graus, podendo variar entre 0° e 90° para Norte (N) ou para Sul (S).

A **longitude** é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador. Esta distância é dada em graus, podendo variar entre 0° e 180° para Leste (E) ou para Oeste (W).



Altitude

Estima-se grosseiramente a altitude via a medida da temperatura na qual a água ferve. Ao nível do mar é 100°C e em principio diminui 0.00361°C a cada metro de elevação. Portanto, a água em V.Conquista ferve a 96.6°C .

Os dois modos mais fáceis de serem obtidos é via internet (Google) ou por um GPS que é em geral a opção mais precisa. Medidas de altitude com GPS são um pouquinho menos acuradas.

Exemplo: para Vitória da Conquista temos $14^\circ51'58''$ Sul, $40^\circ50'22''$ Oeste, Altitude 923m, UTC -3.

Tempo GMT e UTC

UTC é o sucessor do Tempo Médio de Greenwich (GMT). A nova denominação foi cunhada para eliminar a inclusão de uma localização específica num padrão internacional, assim como para basear a medida do tempo nos padrões atômicos, mais do que nos celestes.

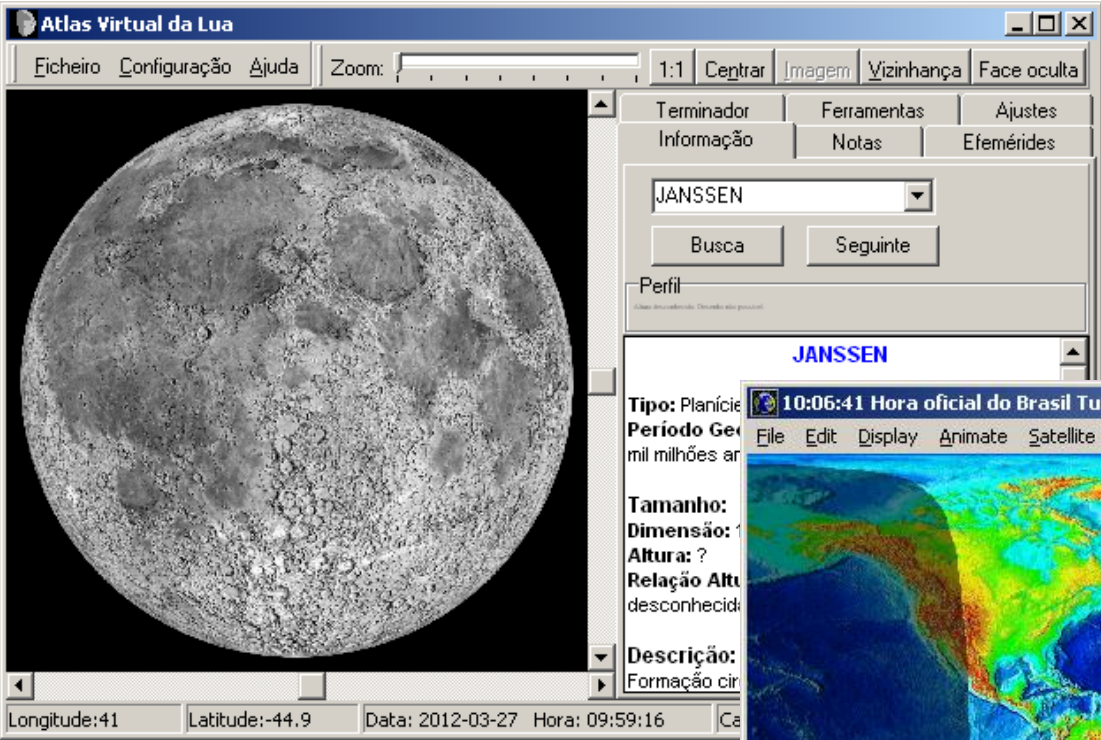
Ao contrário do GMT, o UTC não se define pelo sol ou as estrelas, mas é sim uma medida derivada do Tempo Atômico Internacional (TAI). Devido ao fato do tempo de rotação da Terra oscilar em relação ao tempo atômico, o UTC sincroniza-se com o dia e a noite de UT1, ao que se soma ou subtrai segundos de salto quanto necessário. A entrada em circulação dos segundos de salto é determinada pelo Serviço Internacional de Sistemas de Referência e Rotação da Terra (IERS).

Brasil → UTC -3



Exemplo: para Vitória da Conquista temos 14°51'58" Sul, 40°50'22" Oeste, Altitude 923m, UTC -3.

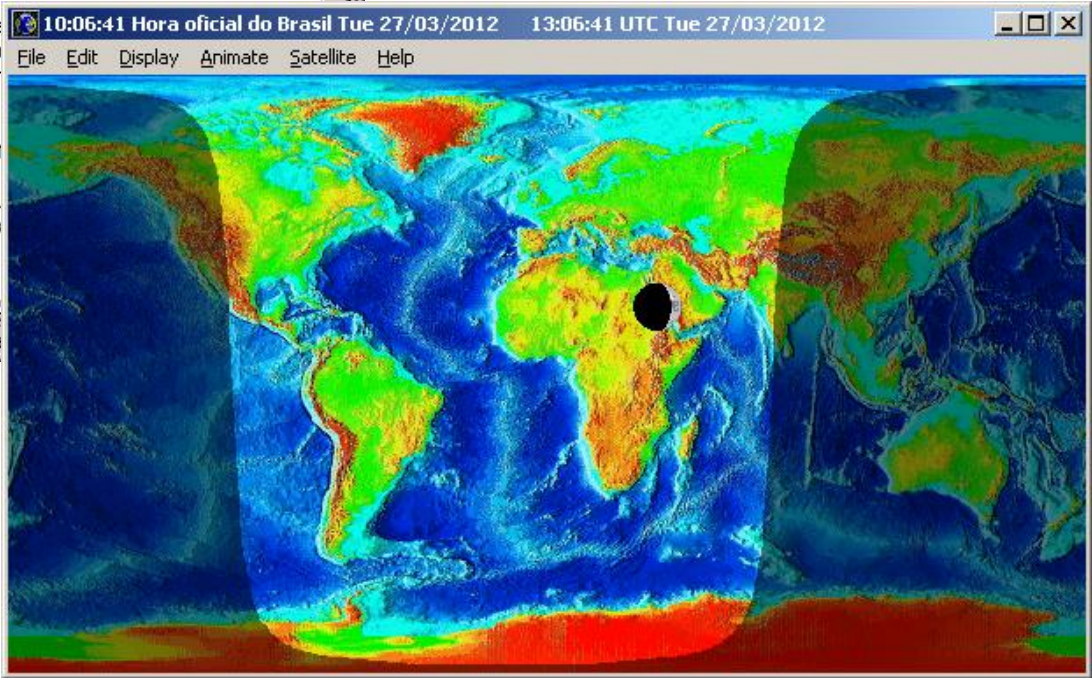
Software Livre



Virtual Moon Atlas: atlas lunar.
avl.astrotips.com

- Existe ainda o Google

Home Planet: calculo de posições de satélites, planetas, etc
www.fourmilab.ch

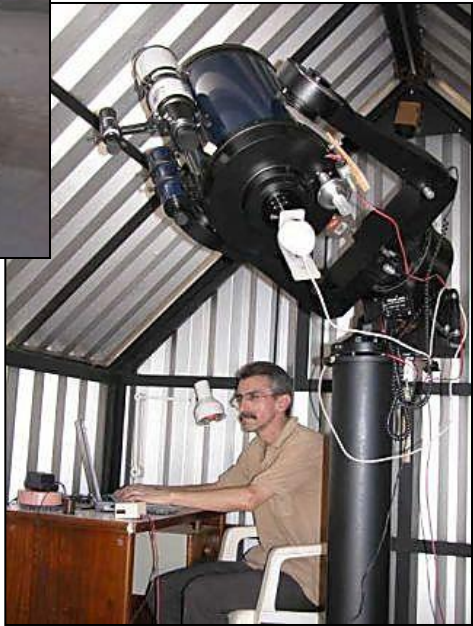


Observatórios Amadores

Observatório Órion
Rool-Off-Roof



Observatório Alfa
Rool-Down-Roof



Observatório Aquarius
Cúpula Alternativa

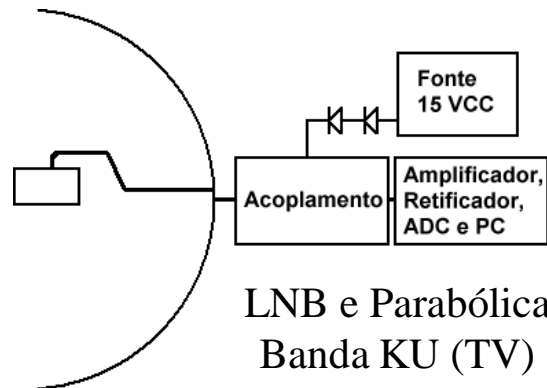


Observatório Diniz
Cúpula Tradicional

Radioastronomia Amadora

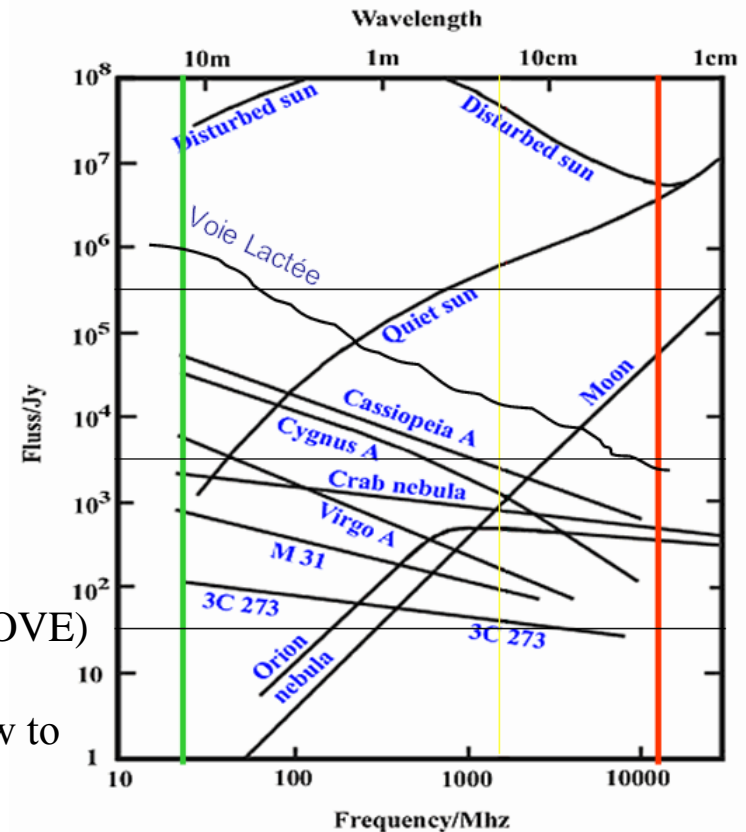
Então, para finalizar, vamos **viajar na maionese** !!!!

A idéia é “escutar” os astros com um receptor de radio, preferencialmente com uma antena direcional apontada para o astro. Em principio isso pode ser feito em varias frequências. Os principais astro observáveis são o sol, lua e júpiter.



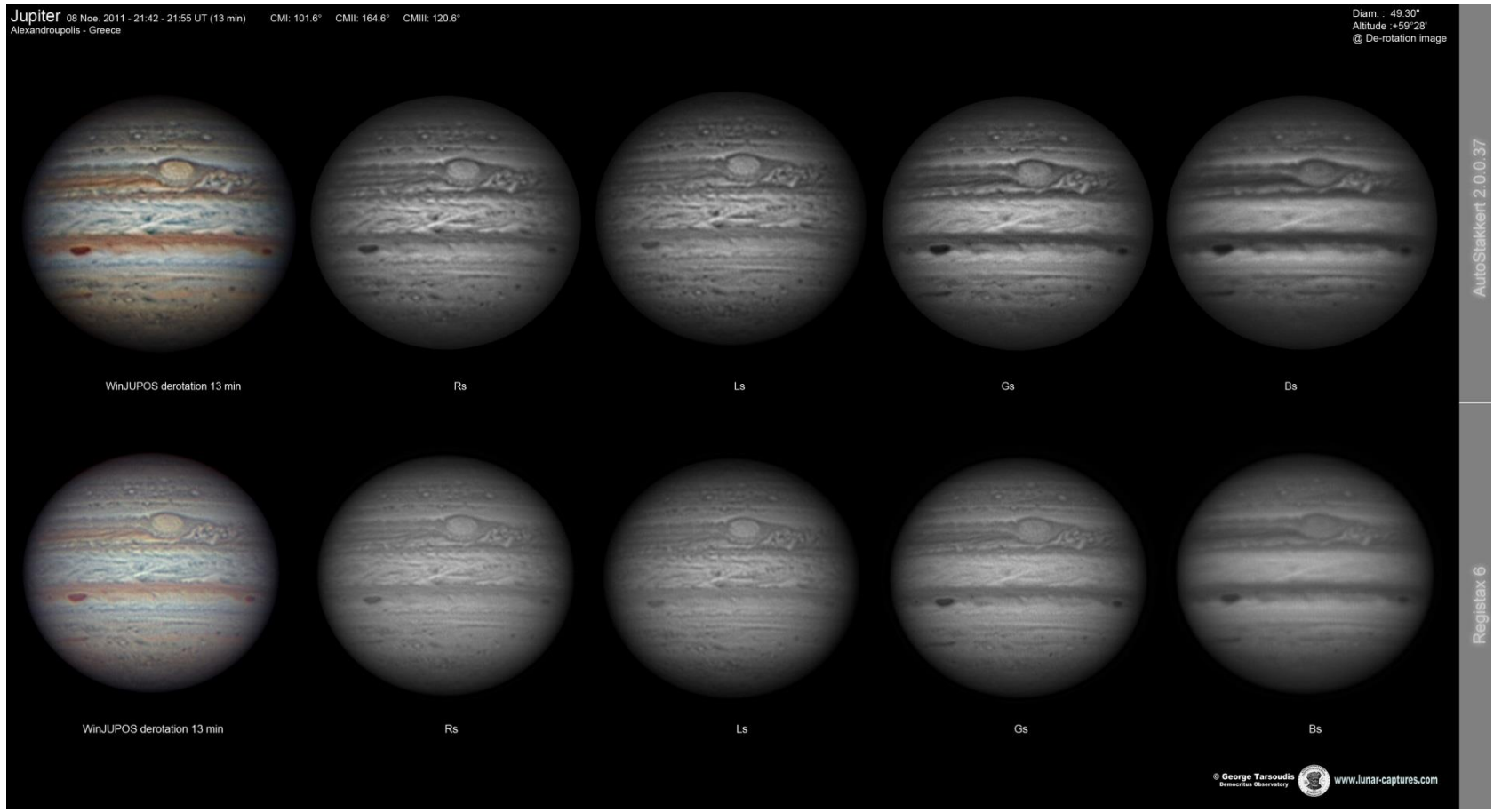
Para maiores informações veja:

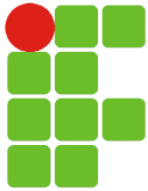
- Projeto NASA JOVE (Radio JOVE) observações em $f = 20$ MHz
- Livro “The Radio Sky and How to Observe It”, Jeff Lashley



Finalizando

Obrigado pela atenção!
Até a próxima





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

