

Telescópios e a prática observacional

Astronomia 11

Prof. Rodolfo Langhi
Depto. de Física – Unesp/Bauru

- Tipos de telescópios e seu funcionamento básico
- Parâmetros dos telescópios: aumento, magnitude limite, poder separador, luminosidade, f/D
- Acessórios
- Condições atmosféricas
- Técnicas e metodologias de observação do céu
- Telescópios para a radiação não visível



Figure 3-4
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

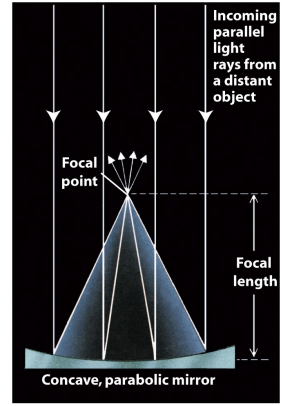


Figure 3-4b
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

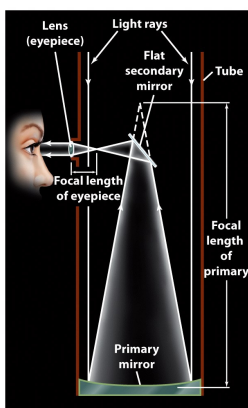


Figure 3-9c
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

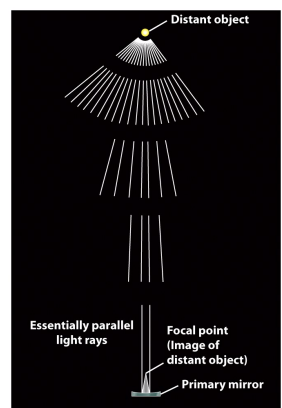
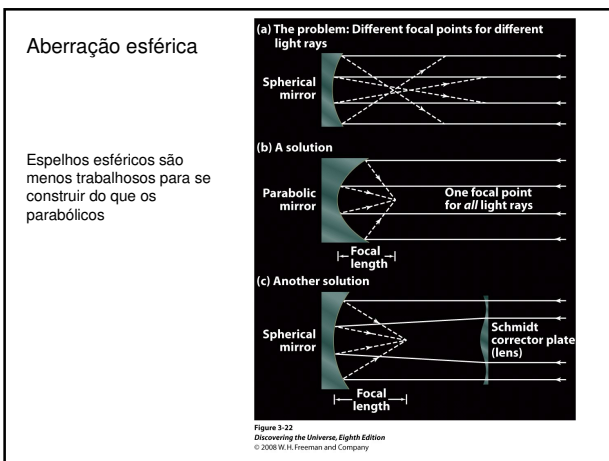
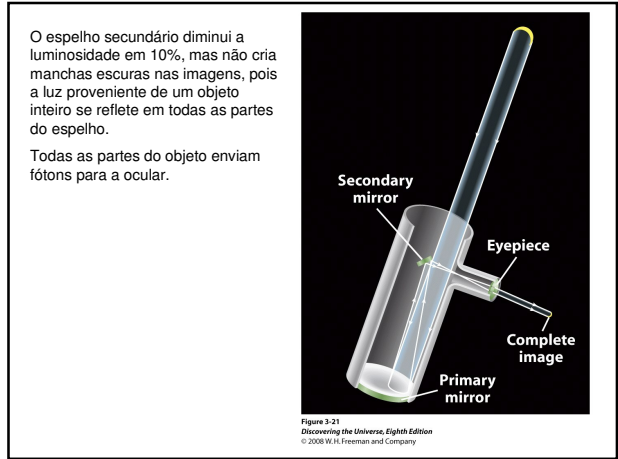
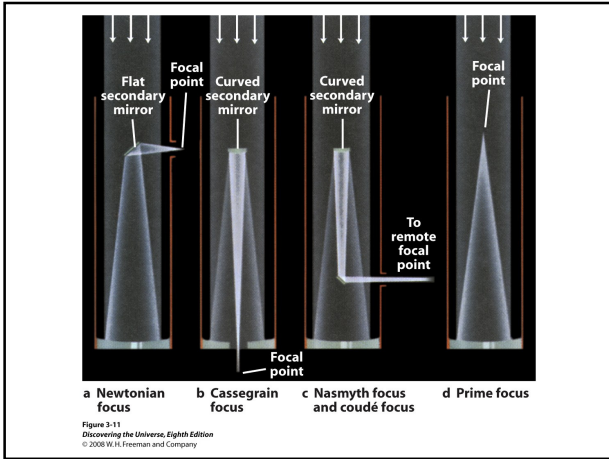


Figure 3-10
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company



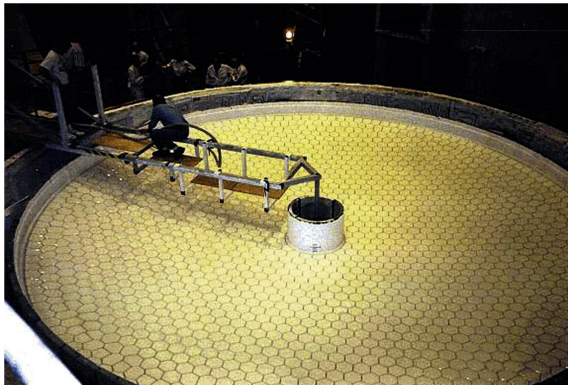


Figure 3-23b
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

A maior irregularidade é menor que 0,002 x a espessura de um fio de cabelo.

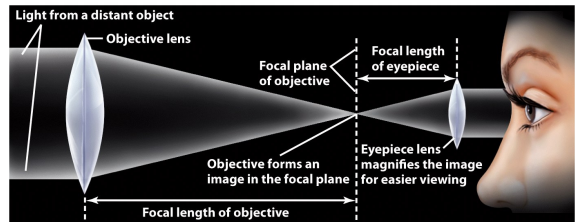


Figure 3-19
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

O maior telescópio refrator do mundo (1897): Observatório Yerkes (próx. a Chicago), possui objetiva de 102 cm e $f=19,3$ m

Limitações:

Aberração cromática; lentes grandes deformam com o próprio peso; microbolhas de ar internas

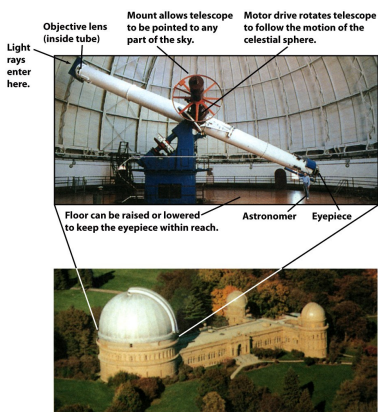


Figure 3-20
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Aumento

Magnitude limite

Poder separador (resolução angular)

Luminosidade

Relação focal (f/D)

Aumento

$$A = F/f$$

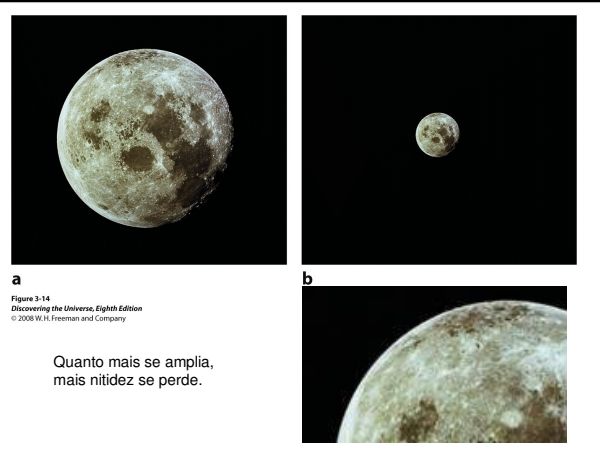
A = aumento (em vezes)

F = distância focal do equipamento (fixo)

f = distância focal da ocular

Na prática:

Ampliação entre 0,2D (mínimo) e 2D (máximo)
(D em mm)



Magnitude limite

$$M = 2,7 + 5 \log D$$

M = magnitude limite do instrumento

D = diâmetro do equipamento (em mm)

Na prática:

Depende das condições da atmosfera que podem limitar a magnitude

Poder separador (resolução angular)

$$Ps = 120/D$$

Ps = valor angular mínimo existente entre 2 objetos que podem ser observados separadamente (em segundos de arco: ")

D = diâmetro do equipamento (em mm)

Na prática:

$$Ps = 240/D$$

Atmosfera não permite valores menores que 0,5"

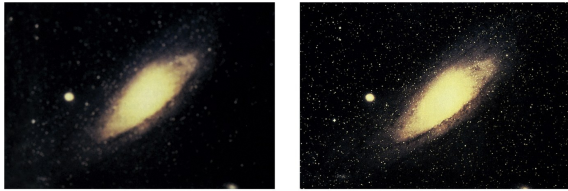


Figure 3-13
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Luminosidade

Relação entre os quadrados dos diâmetros da objetiva e da pupila

$$L = D^2/P^2$$

P = diâmetro da pupila (6 mm à noite)

D = diâmetro do equipamento (mm)

Na prática:

$$L = D^2/36$$

Relação Focal (f/D)

Relaciona-se com a nitidez

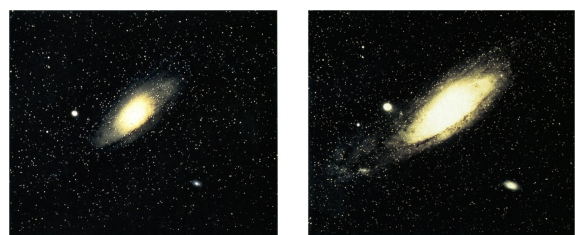
$$Rf = f/D$$

f = distância focal do equipamento

D = diâmetro do equipamento

Na prática:

Os mais indicados são os de $f/D < 10$
(para astrofotografia, é melhor que tenham f/D menores ainda!)



Primary mirror

Dois telescópios com a mesma ampliação, mas de diâmetros diferentes

(f/D)

Primary mirror

Figure 3-12
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

OPTICS AND OBSERVING
TELESCOPE PARAMETERS

Equations
Objective: f_o = focal length *Eyepiece:* f_e = focal length
 D = diameter d = diameter of field stop
 F = focal ratio θ_a = apparent angular field

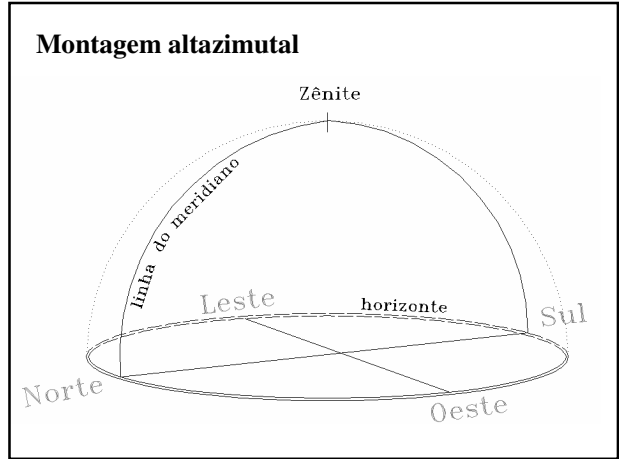
Whole Instrument: M = angular magnification
 d_o = diameter of exit pupil
 θ_s = actual angular field

$M = \tan(\theta_s/2)/\tan(\theta_a/2) = f_o/f_e = D/d_o = \theta_s/\theta_a$ $F = f_o/D$ $d_s = f_e \theta_s = f_o \theta_a$
 * θ_s and θ_a must be expressed in radians.)

Performance
 D is assumed to be expressed in millimetres.
Light Gouge (LG) is the ratio of the light flux intercepted by a telescope's objective lens or mirror to that intercepted by a human eye having a 7-mm-diameter entrance pupil.
Limiting Visual Magnitude $m = 2.7 + 5 \log D$, assuming transparent, dark-sky conditions and magnification M a 1:1. (See *Sky & Telescope*, 45, 401, 1973; 77, 332, 1985; 78, 522, 1989).
Smallest Resolvable Angle $\alpha = 116/D$ seconds of arc (Dawes's limit). However, atmospheric conditions seldom permit values less than 0.5".
Useful Magnification Range = 0.219 to 2D. The lower limit (0.2D) guarantees that, for most observers, all the light entering a telescope can reach the retina. (The reciprocal of the coefficient to D is the diameter (in mm) of the telescope's exit pupil. Also, see the next section concerning exit pupils and magnification.) The upper limit (2D) is determined by the wave nature of light and the optical limitations of the eye, although atmospheric turbulence usually limits the maximum magnification to 400x or less. For examinations of double stars, detection of faint stars, and studying structure in bright nebulas, magnifications of up to 3D are sometimes useful.

Values for some common apertures are:

D (mm)	60	100	125	150	200	250	330	444
f_o	75	200	320	480	820	1300	2200	4600
m	11.6	13.7	15.2	16.0	16.2	14.7	15.3	15.0
α	1.93"	1.16"	0.93"	0.77"	0.58"	0.46"	0.35"	0.26"
0.2D	12x	20x	25x	30x	40x	50x	66x	89x
2D	120x	200x	250x	300x	400x	500x	660x	890x



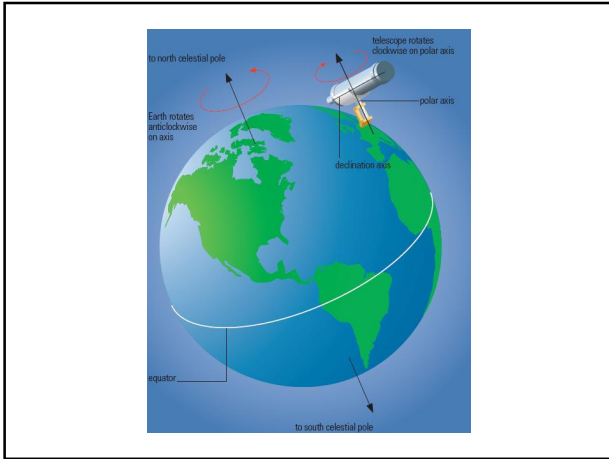
Uma boa estabilidade do telescópio depende da montagem – qualquer vibração não pode durar mais do que 4 segundos

Montagem Dobsoniana (altazimutal)

Unnumbered 3 p86d
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Montagem em forquilha (altazimutal)

Unnumbered 3 p86c
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company



Montagem equatorial

Montagem em forquilha (equatorial)

Unnumbered 3 p86a
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

A montagem deve:

- ser estável
- estar alinhada
- ter acompanhamento

Montagem germânica (contrapesos) (equatorial)

Unnumbered 3 p86b
Discovering the Universe, Eighth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Montagem germânica (contrapesos) (equatorial computadorizada)

Condições atmosféricas

Transparência (particulado em suspensão, vapor d'água)

Turbulência (convecção, cintilação) - seeing

Umidade (orvalho, ar seco)

Poluição luminosa (PL)

Local (alto, seco, livre de iluminação)

Metodologia:

- Planejamento: lista de alvos pré-definida, iniciando pelo oeste e pelos mais altos
- Registro: fichas, gabaritos, dados
- Materiais: livros, mapas, cartas, consulta, lanterna vermelha, pilhas sobressalentes
- Conforto: cadeira, blusa, alimento, bebida, paciência.....

Escala de Brilho

(Magnitude Aparente ou Visual)

Não raro nós precisamos anotar em nossos reportes a magnitude das estrelas mais tênues que podemos ver ao olho desarmado, para estimar as condições de visibilidade do nosso céu no momento da observação. Para isso foi preparada uma escala de magnitude com alguns objetos celestes que servem de referência para esta estimativa. Além disso, colocamos a magnitude limite para alguns instrumentos.

Magnitude Visual (aproximada)	Objetos e Comentários
-4	Vênus quando mais luminoso
-3	Júpiter quando mais luminoso
-1	Sírius em Canis Major, a estrela mais luminosa do céu
0	Vega em Lyra
0.5	Betelgeuse em Orion
+1	Spica em Virgo; Deneb em Cygnus; Pollux em Gemini; Rigel em Orion.
+2	Polaris, a Estrela do Norte; Deneb Kaïos em Cetus; Saiph em Orion.
+2.5	Arneb em Lep.
+3	Megrez, a estrela mais lângida da Ursa Maior; Nu Puppis em Popa; Pi 3 Or em Orion.
+3.5	Epistola Crucis ("Entomoida" do Cruzeiro do sul)
+4 +5	Lambda Leporis em Lep. Limite provável do olho desnudo nos subúrbios
+6	Limite provável ao olho desnudo em céus escuros e limpos
+7 +8	Netuno
+9	Limite aproximado de binóculos típicos
+10	Limite aproximado de um telescópio de 60-mm em escuro um céu quanto possível.
+11	Limite aproximado de um telescópio de 3 polegadas.
+12	Limite aproximado de um telescópio de 4 polegadas.
+13	Limite aproximado de um telescópio de 6 polegadas.
+14	Limite aproximado de um telescópio de 8 polegadas.

Escala Antoniadi de Seeing

Um fator que pode comprometer qualquer observação e astrofotografia da Lua ou de qualquer objeto celeste é o seeing, isto é, como vemos a imagem do astro através das lentes dos instrumentos em decorrência das condições de turbulência atmosférica dentro e fora do tubo do telescópio. Veja a tabela abaixo para estimativas de seeing segundo a Escala de Seeing idealizada pelo astrônomo Antoniadi:

Intensidade	Condição	Descrição
I	Seeing perfeito	Imagem completamente estável sem nenhum tremor.
II	Ondulações leves	Imagens com momentos de calma que dura vários segundos.
III	Seeing moderado	Imagem com grande tremor.
IV	Seeing pobre	Imagem com ondulações problemáticas de constantes.
V	Seeing muito ruim	Permite a visão de um parco e tosco esboço do objeto observado.

A Escala de Seeing

Uma escala bastante interessante e fácil de utilizar é a Escala de Seeing Astronômico. Nessa escala a mais baixa ampliação prática para qualquer telescópio é aproximadamente 7 vezes por cada polegada de abertura. Exemplo: 28x para um telescópio de 4 polegadas (100mm) de diâmetro; e a ampliação prática mais alta para qualquer telescópio é aproximadamente 50 vezes por cada polegada de abertura. Exemplo: 200xx para um telescópio de 4 polegadas de diâmetro.

Escala de Seeing Astronômico

De 1 à 5, sendo 1 para seeing muito ruim e 5 para soberbo.

Nível 1 - Céus Severamente transformados, muito ruim: Até mesmo para instrumentos pequenos de baixa resolução. A visão é extremamente trêmula.

Nível 2 - Seeing Pobre: Imagens razoavelmente boa em instrumentos pequenos, mas não para instrumentos de porte médio e maiores.

Nível 3 - Seeing Bom: Você pode usar aproximadamente meia ampliação útil de seu instrumento. Altas ampliações produzem planetas irrequietos.

Nível 4 - Seeing Excelente: As imagens em telescópios médio são estáveis. Para instrumentos maiores as imagens aparecem boas, um pouco calmas.

Nível 5 - Seeing Soberbo: Qualquer ocular poder produz uma imagem extremamente limpa e boa. Podem ser usados maiores aumentos tranqüilamente.

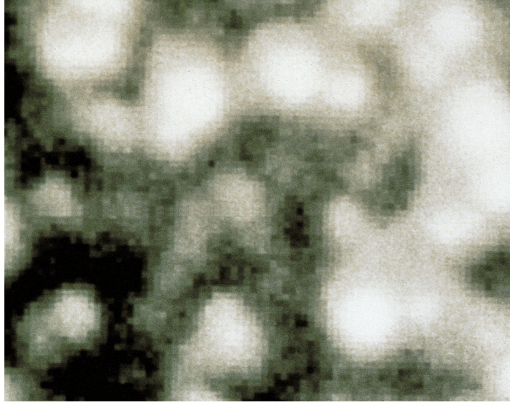


Figure 3-24a
 Discovering the Universe, Eighth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

Estrelas fotografadas com telescópio terrestre e seeing pobre.

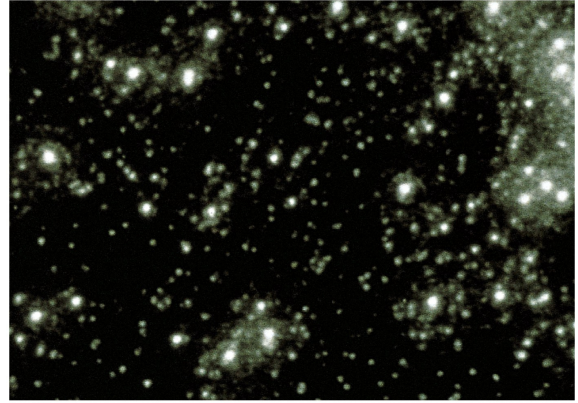


Figure 3-24b
 Discovering the Universe, Eighth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

As mesmas estrelas fotografadas com o Hubble (HST) – seeing excelente (livre de cintilação).

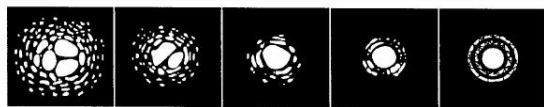


Figure 6-1

Seeing conditions directly affect image quality. These drawings represent a point source (i.e., star) under bad seeing conditions (left) to excellent conditions (right). Most often, seeing conditions produce images that lie somewhere between these two extremes.

Escala de Transparência do Céu

A Escala de Transparência do Céu se refere as condições atmosféricas de visibilidade a olho desarmado que vai de 0 (chovendo ou completamente nublado) a 7 (céu extremamente limpo):

0	Impossível observar	Completamente nublado ou chovendo
1	Muito Pobre	Principalmente Nublado
2	Pobre	Névoa parcial ou pesadamente nublado
3	Um pouco Limpo	Cirro ou névoa moderada
4	Parcialmente Limpo	Névoa Leve. M42 visível
5	Limpo	Nenhuma nuvem. Via-láctea, Grande Nuvem de Magalhães visível.
6	Muito Limpo	Via-Láctea e M31 visível
7	Extremamente Limpo	M33 e/ou M81 visível. (Popularmente conhecido com "céu de Brigadeiro")



Figure 3-25 Tucson (Arizona) – fotos feitas do Observatório Kitt Peak a 61 km
Discovering the Universe, Eighth Edition
 © 2008 W.H. Freeman and Company
 Em 1959 e 1989.

Oculares

Kit contendo pelo menos 3 oculares: fraco, médio e forte aumentos

Multiplicar pela abertura (em cm):

Fraco – 3 a 4 x

Médio – 10 a 12x

Forte – 18 a 20x

Ex.: $D=20\text{cm}$ - fraco: $20 \times 4 = 80x$

- médio: $20 \times 10 = 200x$

- forte: $20 \times 18 = 360x$



Começar a observação com uma ocular de menor aumento e trocar progressivamente pelas de maior aumento

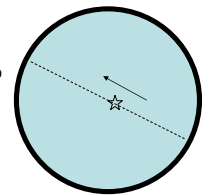
Alguns tipos: negativa (Huyghens), positiva (Ramsden), Plössl

Diâmetro do telescópio em mm (d)	Ampliação fraca (0,4 d) Para observar nebulosas e aglomerados	Ampliação normal (1,2 d) Para observar planetas	Ampliação forte (2,0 d) Para observar estrelas duplas	Ampliação máxima (2,4 d) Difícilmente aplicável
50	20 x	60 x	100 x	120 x
60	24 x	72 x	120 x	144 x
75	30 x	91 x	152 x	182 x
80	32 x	96 x	160 x	192 x
100	40 x	120 x	200 x	240 x
150	60 x	180 x	300 x	360 x
200	80 x	240 x	400 x	480 x
250	100 x	300 x	500 x	600 x
300	120 x	360 x	600 x	720 x

Oculares

Campo da ocular:

Quanto maior a ampliação, menor o campo



Medindo o campo da ocular:

Usar uma estrela alta percorrendo o diâmetro do campo, contando o tempo (em segundos); multiplica-se por 15 e o resultado é igual ao diâmetro do campo da ocular em segundos de arco (").

Ex.: 50 segundos de tempo $\rightarrow 50 \times 15 = 750''$ (ou $12'30''$ – menor que a Lua)

Acessórios

Barlow (2x ou 3x)

Cotovelo

Ocular reticulada iluminada (acompanhamento, alinhamento)

Buscadora (alinhamento com alvo fixo terrestre)

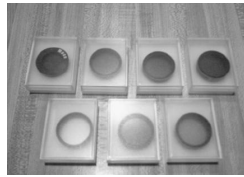
Filtros (lunares, solares, etc)

Motor de acompanhamento

Sistema gota

CCD

Adaptadores para câmeras



ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: f'~

STACK: