



Universidade da Madeira

*Grupo de Astronomia*

# Telescópios, detetores e outros acessórios

*Laurindo Sobrinho*

*01 de março de 2014*



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





## Telescópios

**Sistema óptico** : formado pela objectiva (sistema óptico principal) e pela ocular.

**Objectiva** – responsável por captar luz e formar uma imagem do objeto a observar

**Ocular** – lente que amplifica a imagem produzida pela objectiva.



Espelho principal do HST

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Telescopes/Hubble.html>

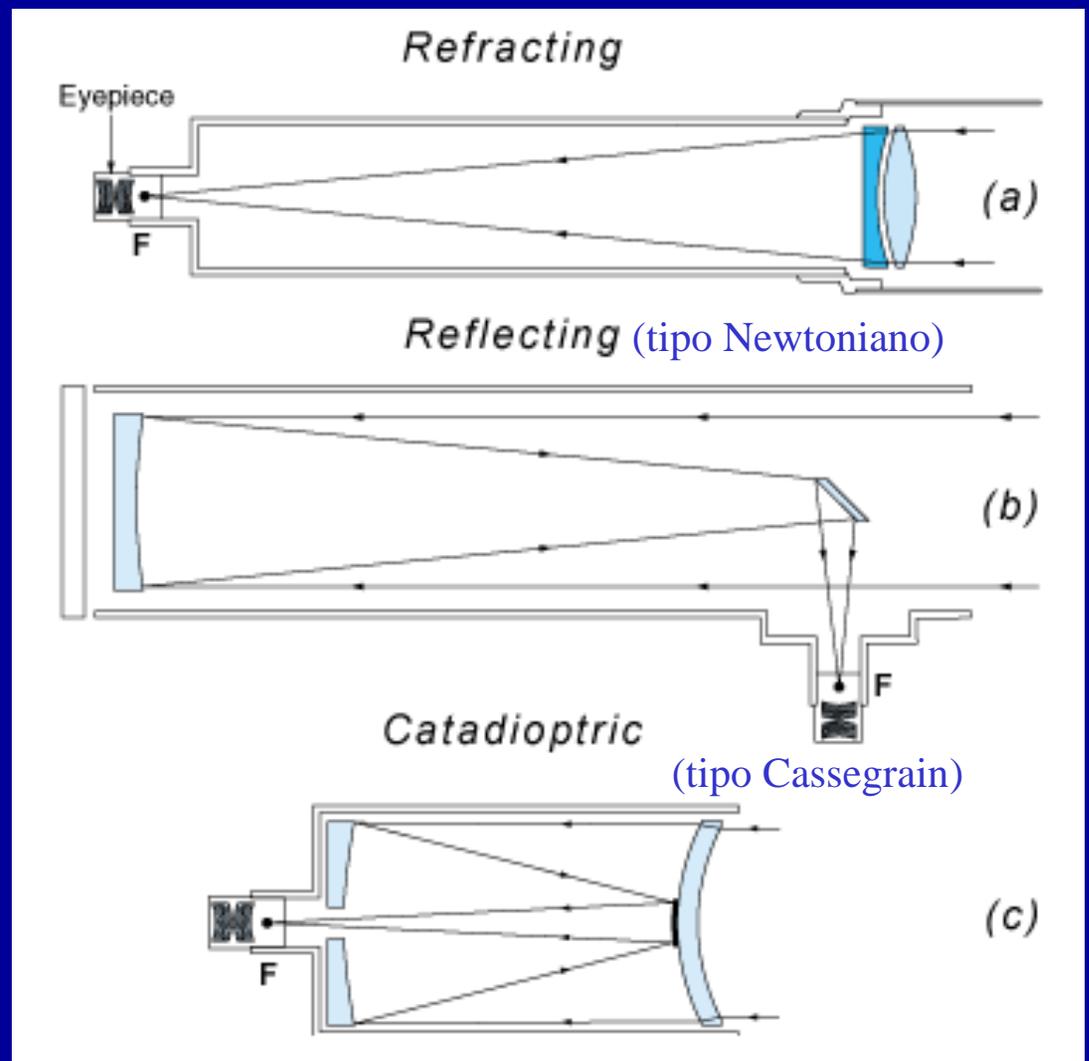
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Diferentes classes de telescópios:

- a) **Refrator**: objectiva formada por uma lente
- b) **Refletor**: objectiva formada por um espelho
- c) **Catadióptrico**: objectiva formada por lentes e espelhos



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



<http://www.meade.com/support/telewrk.html>



# Universidade da Madeira

**Abertura - D** - diâmetro da objectiva do telescópio.

Quanto maior a abertura maior a quantidade de luz que o telescópio consegue captar e maior o seu poder de resolução. Se a abertura aumentar de um factor  $n$  então a quantidade de luz captada aumenta  $n$  ao quadrado.

Nos telescópios de pequena e média dimensão a abertura é usualmente indicada em milímetros ou centímetros. Nos grandes telescópios a abertura é indicada em metros. Quando se fala num telescópio de 200 mm estamos a referir a abertura do mesmo.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





**Magnitude limite de um telescópio – m** - magnitude aparente das estrelas mais fracas que ainda se conseguem observar com esse telescópio.

No caso do olho humano é  $m = 6$ .

No caso de um telescópio temos a magnitude limite visual, quando olhamos pela ocular, e a magnitude limite fotográfica, quando colocamos uma máquina fotográfica na ocular (aqui temos de ter em conta também o tempo de exposição e a sensibilidade da máquina).

A magnitude limite pode também ser afetada pelas condições atmosféricas, poluição luminosa etc...

$$m = 7.5 + 5 \log D \quad (\text{com a abertura } D \text{ em cm})$$

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





## Telescópios do GAUMa:

Telescópio	D (cm)	m (limite)	Nº estrelas	Nº galáxias
Olho nu	0.7	6	6000	3
Mizar	11	12.7	2 milhões	1600
ASDoT	20.3	14	5.7 milhões	4000
LX200	30.5	15	15 milhões	6300
Celestron	10.2	12.5	2 milhões	1600

O número de estrelas e galáxias indicado é, em cada caso, um valor aproximado.

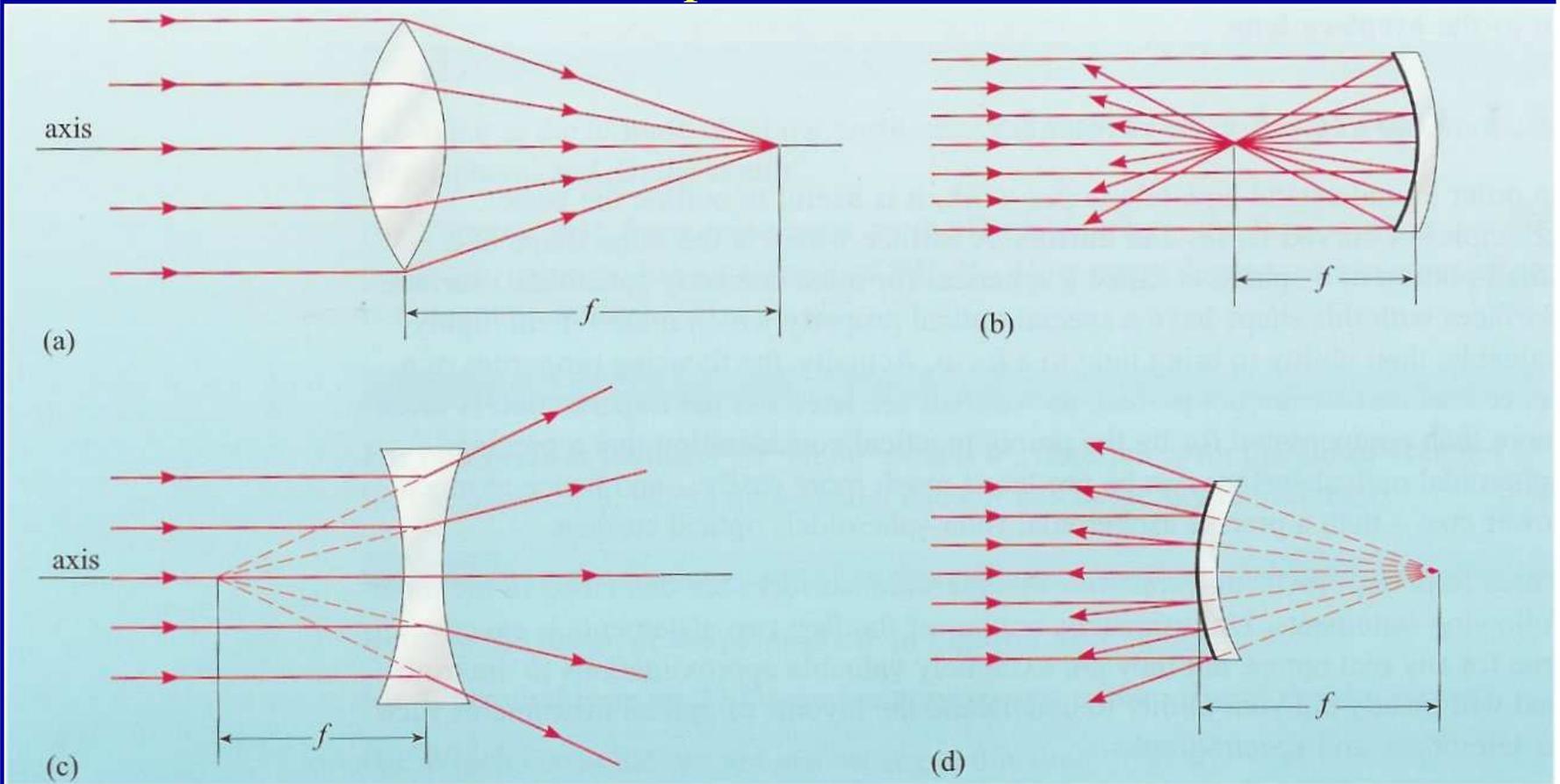
Ref: Telescópios, 2004, Almeida G., Plátano Editora, Lisboa.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





## Distância focal em lentes e espelhos:



a) lente biconvexa, b) espelho côncavo, c) lente bicôncava e d) espelho convexo.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

**Razão focal** - Para uma lente/espelho objectiva de diâmetro (abertura)  $D$  e distância focal  $f$  temos o  $f$ /número (razão focal) dado por:

$$f_l / \text{número} = \frac{f_l}{D}$$

Para uma mesma abertura a imagem será maior no telescópio de distância focal maior.

Para uma mesma distância focal a imagem será mais brilhante no telescópio de maior abertura (capta mais luz).

O foco é mais fácil de atingir quando o  $f$ /número é elevado.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

**Ampliação (angular) – A** – razão entre a distância focal da objectiva ( $f_l$ ) e a distância focal da ocular ( $f_o$ ):

$$A = \frac{f_l}{f_o}$$

Em geral o valor de  $f_l$  é fixo. Mudando a ocular obtemos diferentes ampliações. Quanto menor o valor da distância focal da ocular ( $f_o$ ) maior será a ampliação.

A ampliação não depende da abertura D.

Nota: ampliação não é o mesmo que resolução.



Exemplos de oculares

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





## Campo de visão (angular):

Se estivermos a utilizar uma ocular de diâmetro  $d_0$  o campo de visão será:

$$\theta = \frac{d_0}{f_l} \quad \text{ou} \quad \theta = \frac{\theta'}{A}$$

onde  $A$  é a ampliação e  $\theta'$  é o campo de visão da ocular (dado pelo fabricante).

Se estivermos a utilizar uma CCD de dimensão  $a \times b$  o campo de visão será:

$$\theta_a \times \theta_b = \frac{a \times b}{f_l^2}$$

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

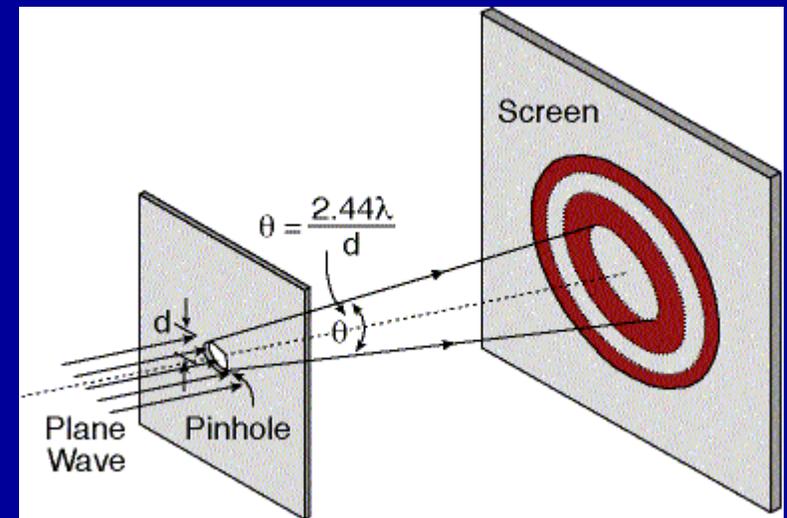




A **difração** da luz ocorre quando esta encontra um ou mais obstáculos no seu caminho.

No caso dos telescópios temos um tubo com uma abertura finita e redonda, a interação da luz com as paredes do tubo e com as *aranhas* ou *cruzes* que seguram os espelhos secundários.

As estrelas deveriam ser vistas nos telescópios como pontos (dada a sua grande distância). No entanto, por melhor que sejam as condições atmosféricas (*seeing*) nunca as vemos mais pequenas do que um disco (designado por **disco de Airy**) devido à difração da luz.



Difração da luz através de um orifício

<http://perg.phys.ksu.edu/vqm/laserweb/ch-7/f7s2t4p1.htm>

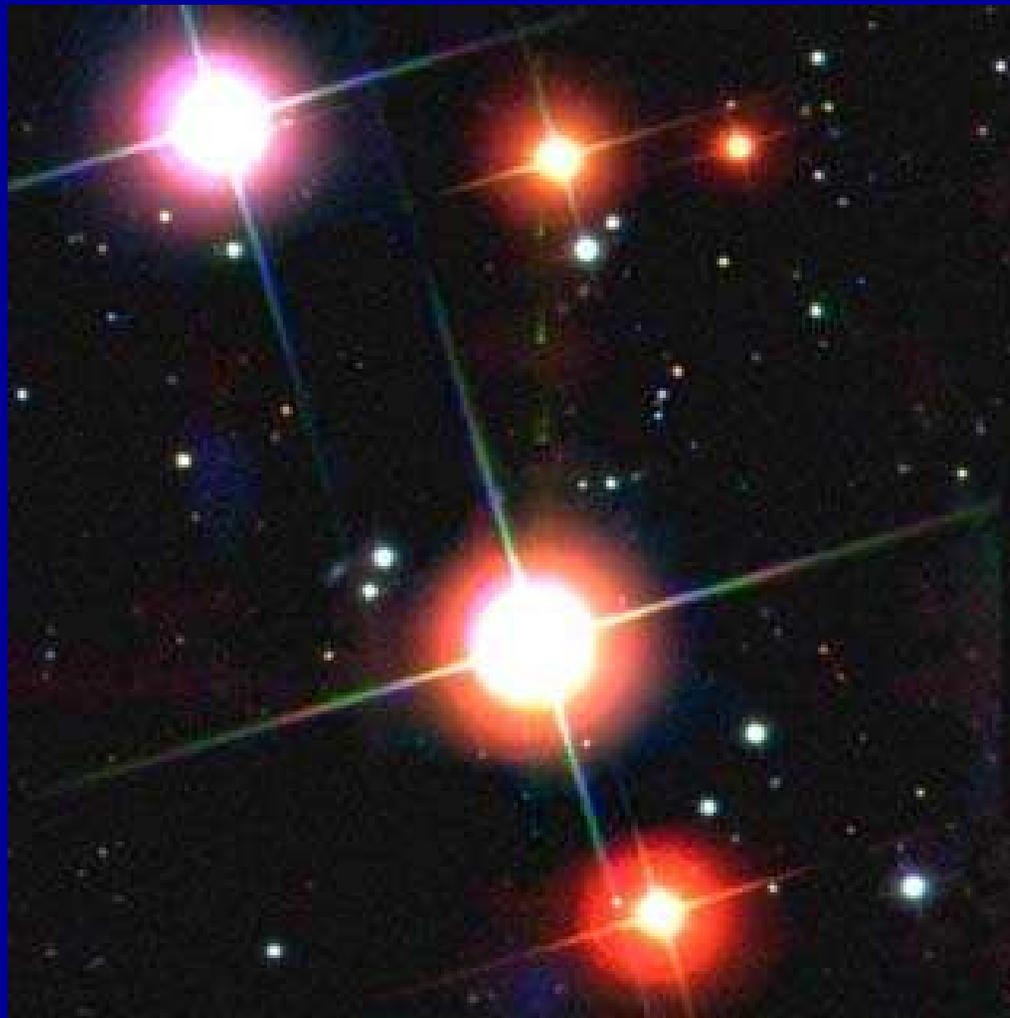
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

*Grupo de Astronomia*



Cada estrela aparece nesta imagem como uma cruz. Isto resulta da difração causada pela luz espalhada nas quatro hastes que sustentam o espelho secundário do telescópio.

<http://cas.sdss.org/dr5/pt/tools/places/page6.asp>

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

**Resolução:** capacidade de separar dois objectos pontuais. Quando tal não é possível, fala-se na capacidade de separar dois discos.

A convenção usual é considerar para definição de resolução a distância angular entre o centro do **disco de Airy** e o primeiro mínimo (entre o disco de Airy e o primeiro anel – primeiro máximo). A resolução é então dada por (**critério de Rayleigh**):

$$r_{\theta} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

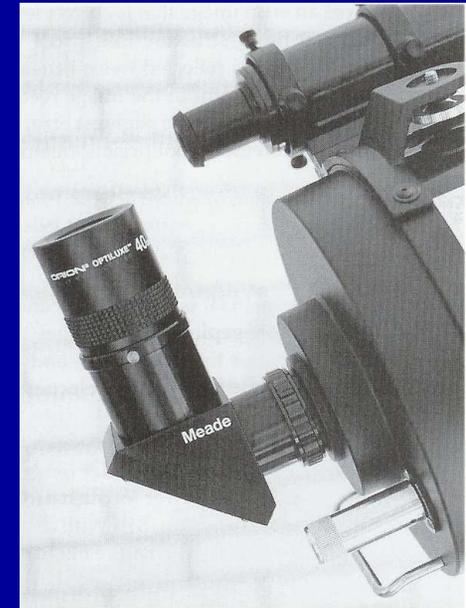




## Acessórios



Uma *lente Barlow* ou Teleconversor permite aumentar  $f_l$  (e o  $f$ /número) de um determinado factor (usualmente  $2\times$ ,  $3\times$ ).



**Star Diagonal** - Espelho plano que reflete a imagem para um mais fácil posicionamento do observador. Não amplia nem diminui a imagem mas é muito útil para alguns tipos de telescópios (e.g. Cassegrain).

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia



Filtros



Redutor de abertura



Filtros solares



Buscador Mizar:  $D = 4\text{cm}$  e  $A = 6$

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

**AutoGuider:** dispõe de um sensor (CCD) que faz pequenas exposições de uma zona do céu próxima do objecto que estamos a observar.

A imagem é analisada por um computador que corrige se necessário o movimento do telescópio.

O AutoGuider é particularmente útil quando se pretende fazer exposições longas de objectos pouco brilhantes.

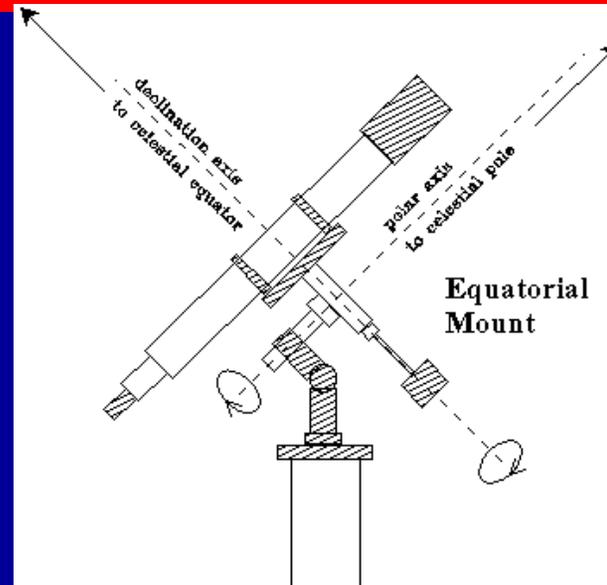
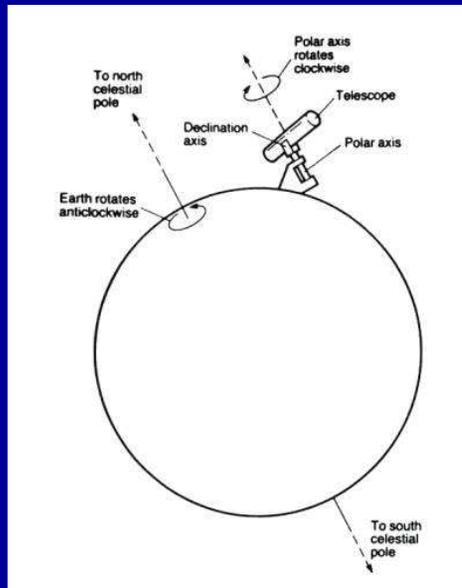


Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





## Montagem



<http://tleaves.com/2011/04/22/tinkering-with-the-stars-3-the-mount/index.html>

<http://www-spf.gsf.nasa.gov/stargaze/Scelsph.htm>

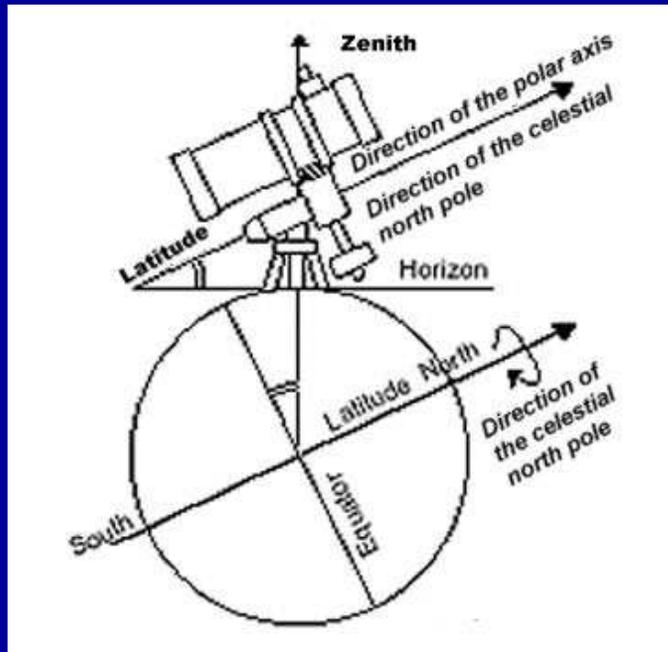
**Montagem equatorial:** um dos eixos, designado por **eixo polar**, fica paralelo ao eixo de rotação da Terra. O outro eixo, **eixo de declinação**, fica fixo. Para acompanhar o movimento de um objecto celeste basta ir rodando em torno do eixo polar de forma a compensar o movimento de rotação da Terra.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

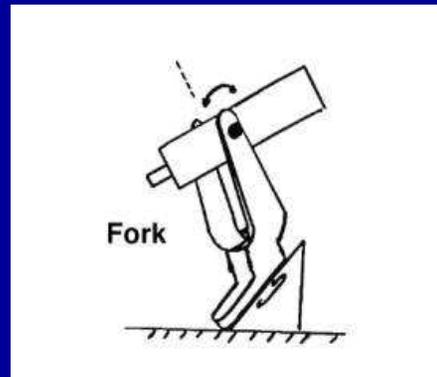




# Universidade da Madeira



<http://www.optcorp.com/product.aspx?pid=3050>



<http://www.optcorp.com/product.aspx?pid=3050>

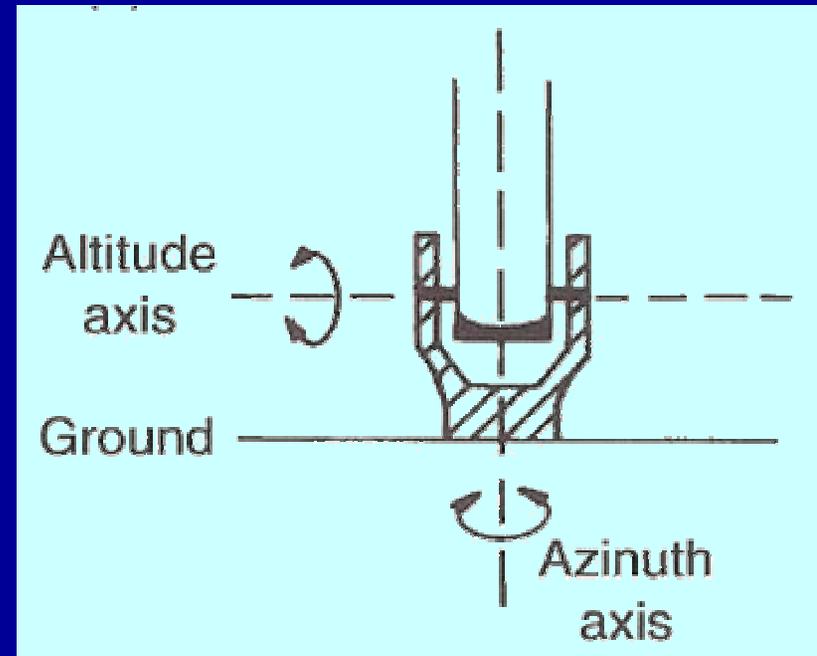
Na montagem equatorial o dispositivo deve fazer um ângulo em relação à horizontal igual à latitude do lugar (de forma a garantir que o eixo polar fica paralelo ao eixo de rotação da Terra. O eixo polar deve apontar para a estrela polar).

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





A **montagem altazimutal** tem por base o sistema de coordenadas horizontal local. Neste caso temos o eixo de altura (paralelo ao horizonte) e o eixo de azimute (perpendicular ao horizonte). Para seguir um objeto celeste deve rodar ambos os eixos. A sua grande vantagem é a enorme estabilidade gravítica.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

Meade LX200



Uma das formas de montar altazimutalmente um telescópio é utilizando um *garfo* que segura o tubo em cada lado. É especialmente adequada para garantir um bom acesso à ocular em telescópios Cassegrain. Evita a necessidade de contrapesos.

ASDoT



A **montagem dobsoniana** é uma montagem altazimutal especialmente adequada a tubos muito grandes e pesados (grandes aberturas).

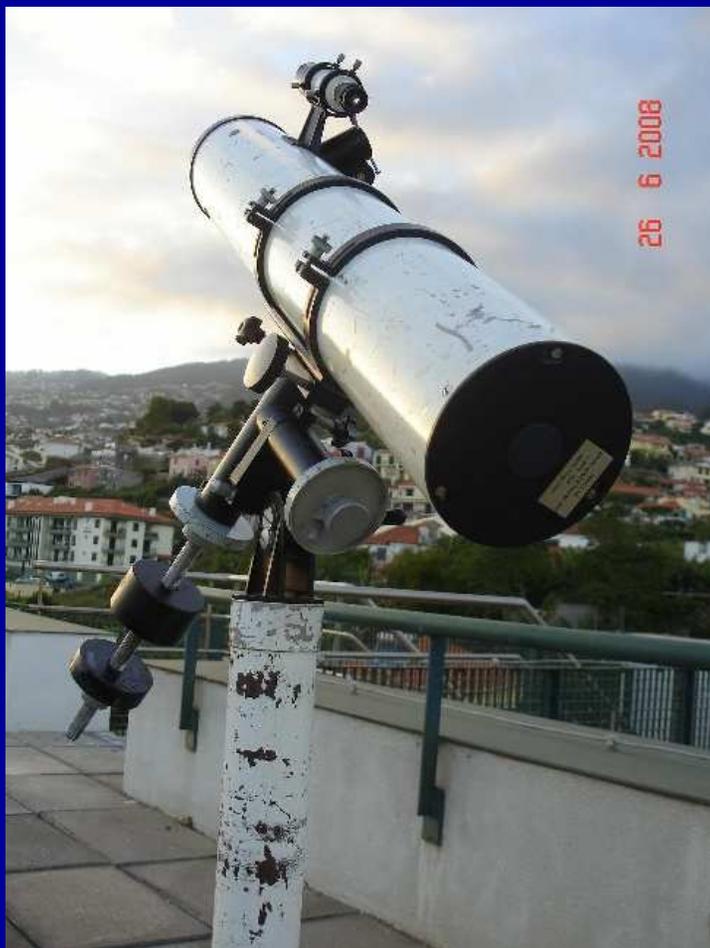
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

*Grupo de Astronomia*



Mizar – montagem equatorial



Celestron Next Star 4SE (altazimutal)

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



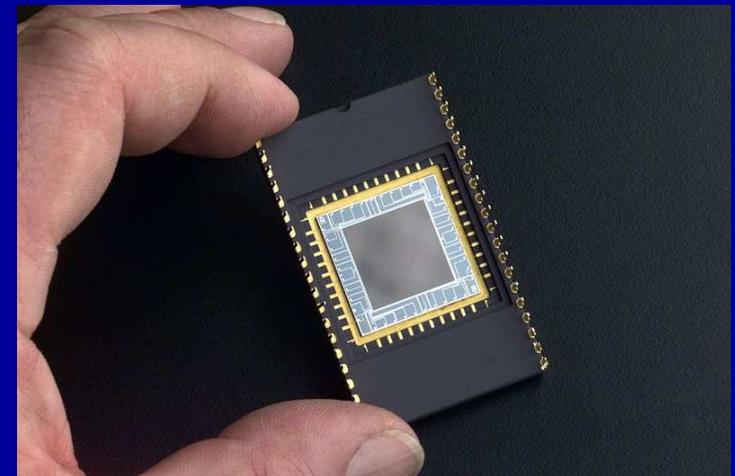


## Detetores

**CCD (Charge Coupling Device)** - sensor para captação de imagens formado por um circuito integrado que contém uma matriz de células fotoelétricas. Para além de serem muito mais **sensíveis** que a película fotográfica têm a vantagem adicional de a imagem sair diretamente na forma digital (não se perdendo informação em processos de conversão de imagem).



CCD SBIG 7XE com Autoguider automático



Dimensão característica do *chip* de uma CCD.

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região

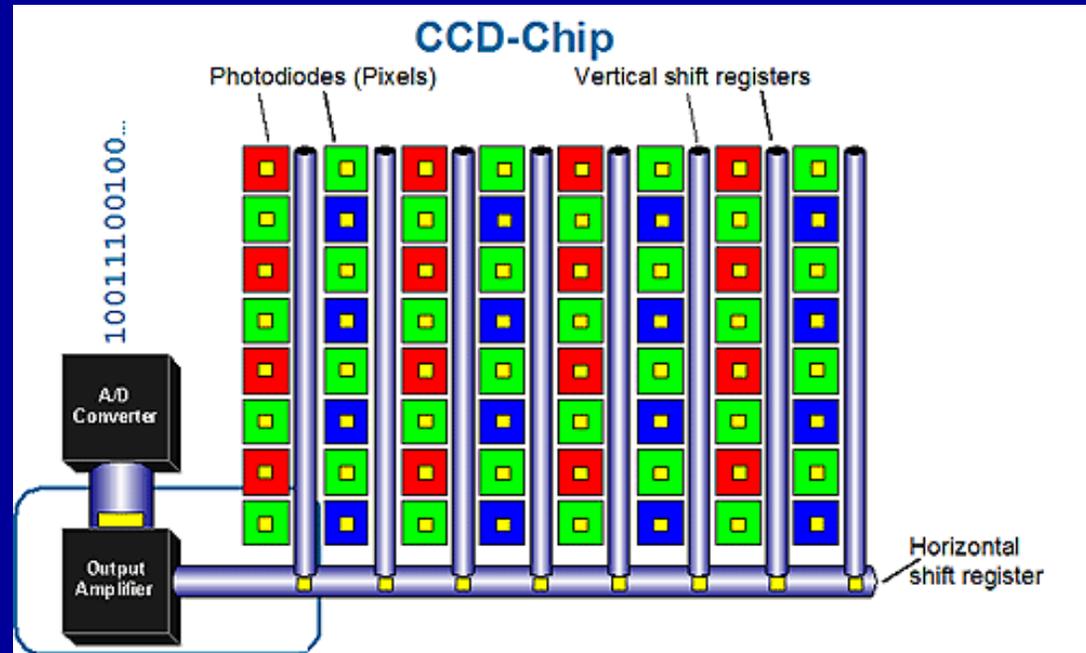
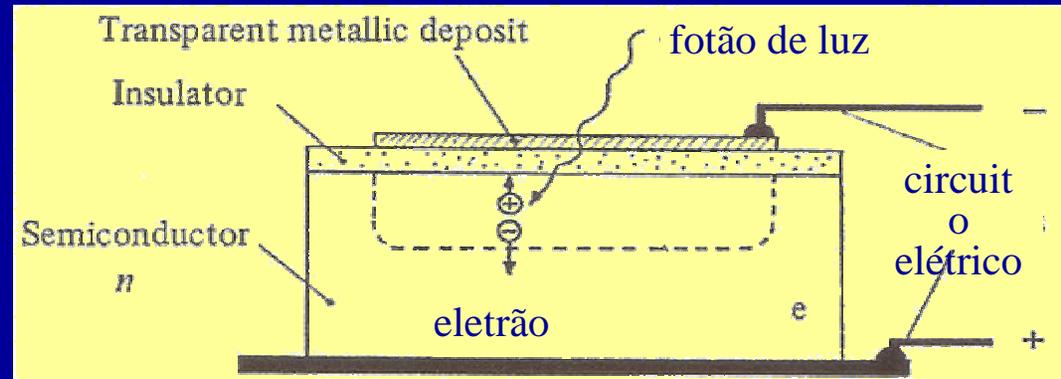




# Universidade da Madeira

Uma CCD é uma matriz de milhões de pixéis: cada um é uma célula fotoelétrica que transforma os fótons de luz incidentes em eletrões num circuito elétrico.

No chip, a informação vai de pixel em pixel até ser lida por um circuito especial.



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



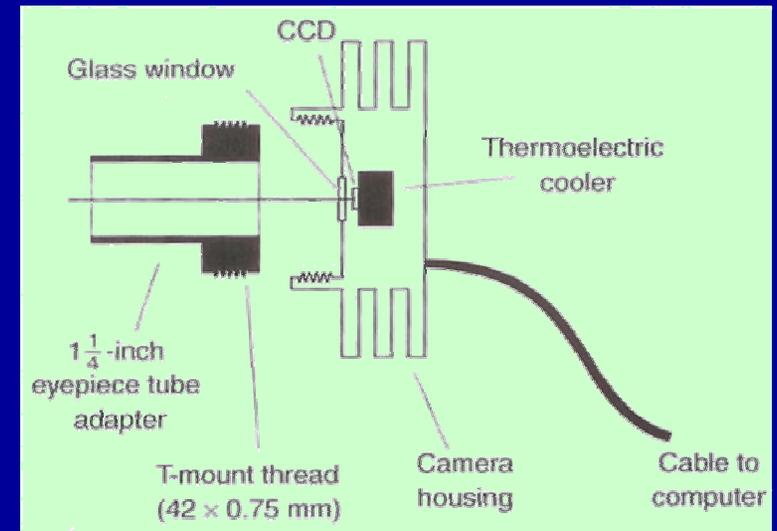
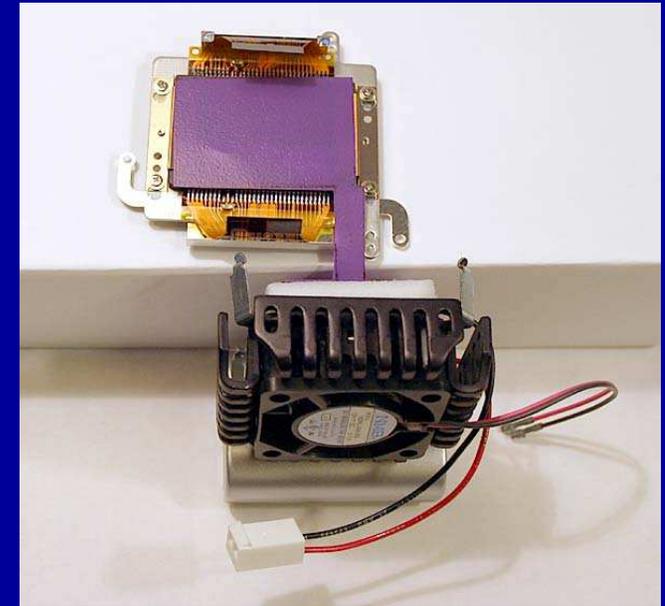


# Universidade da Madeira

Um elemento fundamental de uma CCD astronómica é o **sistema de arrefecimento** (que permite baixar o nível de ruído e aumentar a sensibilidade).

Nas mais simples, este sistema consiste num arrefecedor termoelétrico de Peltier, semelhante ao utilizado nos “chips” dos computadores.

Nas mais avançadas é utilizado um sistema criogénico (por azoto ou hélio líquido, conforme a necessidade).



Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

*Grupo de Astronomia*



Câmara vídeo astronómica  
AstroVid 2000



Espectrómetro Sivo-  $\nu$  II

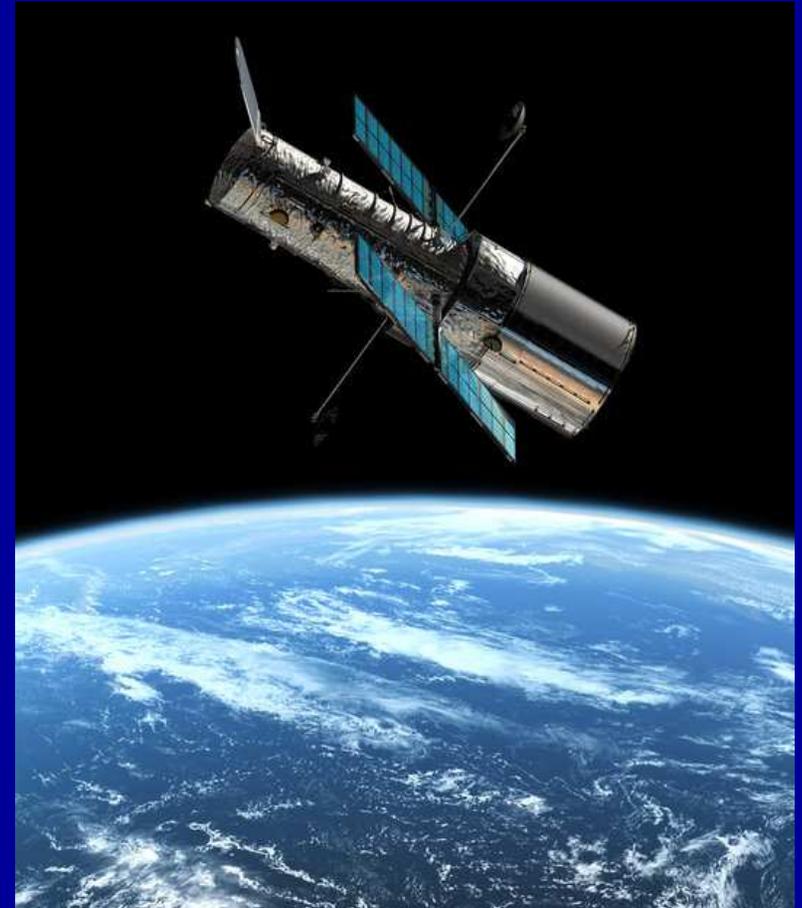
Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





Outros tipos de telescópios/detetores:

- Ótico
- Infravermelho
- Rádio
- Ultravioleta
- Raios X
- Raios Gama
  
- Raios Cósmicos
- Neutrinos
- Ondas gravitacionais
- ....



[http://spaceimages.esa.int/Images/2010/04/The\\_joint\\_ESA\\_NASA\\_Hubble\\_Space\\_Telescope](http://spaceimages.esa.int/Images/2010/04/The_joint_ESA_NASA_Hubble_Space_Telescope)

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região





# Universidade da Madeira

Grupo de Astronomia

Os melhores RUMOS para os Cidadãos da Região



Rádio telescópio D = 32m (Torun, Polónia)

<http://www3.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/index.htm>  
astro@uma.pt

*(c) Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira 2013/2014*