

Distância focal (2): Qual é a distância focal do seu telescópio ?

Guilherme de Almeida

O presente artigo é uma continuação de um outro (intitulado *Distância focal*), que saiu no número anterior de *Astronomia de Amadores*. Neste segundo artigo trataremos de uma questão que parece óbvia e destituída de interesse. Então não é verdade que todos os fabricantes indicam a distância focal dos telescópios que produzem, nos próprios instrumentos ou na documentação que os acompanha?. Nos telescópios de distância focal fixa, como os refractores e os newtonianos, a distância focal indicada pelo fabricante estará aproximadamente correcta, em geral dentro de uma margem de uns 2%, devido à dispersão inerente aos processos de fabrico. Podemos medi-la com mais rigor, se assim o entendermos, mas em geral é um valor suficientemente rigoroso, em que podemos confiar numa primeira aproximação.

Variação da distância focal de um telescópio catadióptico

Como vimos no artigo anterior, em quase todos os telescópios compostos (Schmidt-Cassegrain e Maksutov-Cassegrain), a focagem faz-se rodando um manípulo que faz mover o espelho primário, ligeiramente (poucos milímetros), para trás ou para a frente, aproximando-o ou afastando-o do espelho secundário. Ao fazer isso, a distância entre os dois espelhos varia.

Nestas condições, a distância p entre o foco do primário e o secundário modifica-se, alterando-se também a distância p' entre o secundário e o foco do sistema. Estas distâncias (p e p') foram esquematizadas na figura 7 do artigo anterior (intitulado *Distância focal*), cuja consulta se recomenda ao leitor.

Em particular, a distância p' é extremamente sensível às pequenas alterações da distância p (por outras palavras, uma variação pequena de p produz uma variação bastante maior de p'). Como o factor amplificador do secundário é dado pela razão p'/p , conclui-se facilmente que ao mover o secundário (para fazer a focagem ou para acomodar a focagem com um acessório) se modifica esta razão e consequentemente altera-se a distância focal f do sistema, que é dada pela expressão

$$f = f_p \frac{p'}{p}, \text{ onde } f_p \text{ é a distância focal do espelho primário (expressão a demonstrar num próximo artigo).}$$

Ao interpor acessórios entre a rosca de montagem (Fig. 1) e os dispositivos auxiliares de observação/detecção (oculares, câmaras fotográficas, prismas diagonais, espelhos, etc.) aumenta-se a distância T , também assinalada na Fig. 1. Para trazer o foco mais para trás (maior T), de modo a voltar a obter imagens nítidas, é necessário deslocar o primário para a frente, o que aumenta a distância p e aumenta, numa proporção maior, a distância p' . Resultado: a razão p'/p aumenta e a distância focal do sistema vai consequentemente aumentar. Quanto mais se puxar o foco para trás maior será a distância focal f do sistema. Nos telescópios catadióptricos, distância focal do sistema (e a relação focal) só são as indicadas pelo fabricante quando $T= 102$ mm (4 polegadas).

Como determinar a distância focal equivalente de um telescópio

Vamos exemplificar para um refractor, porque a figura é mais simples de interpretar, mas o resultado final será aplicável em qualquer tipo de telescópio, incluindo os catadióptricos.

A Fig. 2 mostra uma lente convergente (objectiva do telescópio simplificada para maior clareza) que forma as imagens P_1 e P_2 de dois pontos muito afastados dessa lente (por exemplo duas estrelas, ou dois pontos diametralmente opostos do limbo de um planeta). Designemos por s a distância entre P_1 (no eixo principal) e P_2 , como a figura sugere.

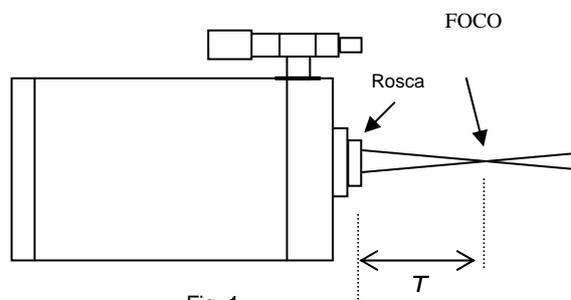


Fig. 1

Pode-se utilizar uma ocular qualquer (não representada na figura), com uma distância s bem conhecida, marcada no seu retículo iluminado, ou um pequeno segmento colocado de modo que se veja nitidamente olhando pela ocular (convém iluminar o segmento com um LED).

Em vez de duas estrelas, nada nos impede de utilizar apenas uma e esperar que a rotação da Terra (com o telescópio fixo) leve a imagem dessa estrela (P_1) para outro ponto do campo (P_2), ao fim de um determinado tempo t .

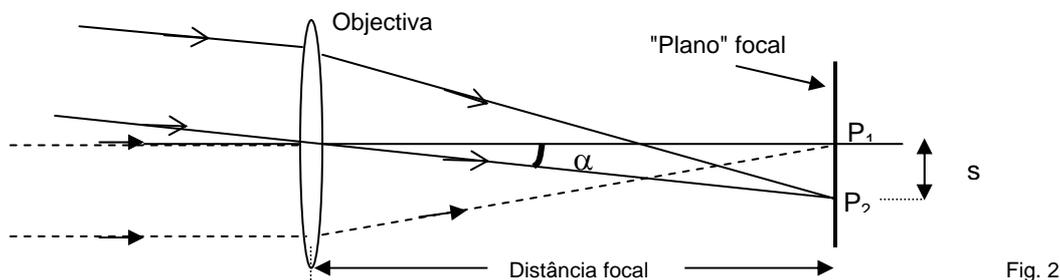


Fig. 2

A Terra roda à razão de $15^\circ/\text{hora sideral} = 0,25^\circ/\text{minuto sideral} = 0,0041667^\circ/\text{segundo sideral}$. Como os relógios vulgares medem segundos de tempo solar médio, temos de fazer uma conversão simples, sabendo que $1 \text{ s sideral} = 0,99727 \text{ s de tempo solar médio}$ (os segundos do relógio vulgar). Concluímos assim que a rotação da Terra se faz à razão de

$$\frac{0,0041667}{0,99727} = 0,0041781^\circ \text{ por cada segundo (de tempo solar médio)}. \text{ É esta a velocidade aparente a que uma}$$

estrela situada no equador celeste (declinação nula) se move para um observador terrestre. Chegámos a um valor maior porque o segundo de tempo solar médio é mais longo que o segundo de tempo sideral. Deste ponto em diante, para abreviar, chamaremos "segundo" ao segundo de tempo solar médio.

Para uma estrela de declinação (em valor absoluto) igual a δ , a velocidade aparente é menor, e é dada por $(0,0041781 \cos \delta)^\circ/\text{s}$ (porque o perímetro aparente do seu círculo diurno é "cos δ vezes" o de uma estrela de declinação nula).

Para a estrela de declinação δ , é válida a proporção

$$\frac{0,0041781 \cos \delta}{1 \text{ s}} = \frac{\alpha}{t}, \text{ ou seja, } \alpha = \frac{0,0041781 t \cos \delta}{1 \text{ s}} = 0,0041781 t \cos \delta \quad (t \text{ medido em segundos}).$$

Da figura 2 conclui-se que $s = f \tan \alpha$, ou seja, pela conclusão anterior, $s = f \tan (0,0041781 t \cos \delta)$, e

$$\text{portanto } f = \frac{s}{\tan (0,0041781 t \cos \delta)} \quad [\text{equação (1)}].$$

Esta última expressão é válida para estrelas de qualquer declinação (δ representa, neste caso, o valor absoluto da declinação: se ela for 35° , ou se for -35° , substitui-se na fórmula o valor 35° em qualquer dos casos. Portanto, tudo o que temos a fazer é medir rigorosamente (ao décimo de milímetro) a distância s da Fig. 2 (por exemplo projectando-a com amplificação conhecida, medindo a projecção no ecrã e dividindo a medida dessa projecção pela amplificação utilizada. Depois escolhe-se uma estrela de declinação conhecida, Por fim (com o telescópio fixo) cronometra-se o tempo t que a estrela demora a percorrer o segmento s , paralelamente a ele (Fig. 3).

Com uma máquina de calcular com funções científicas básicas pode-se então determinar f (distância focal equivalente do sistema. Com distâncias T (Fig. 1) da ordem dos 20 cm, a distância focal já será cerca de 20% superior à anunciada pelo fabricante, e um $f/10$ passará, então, a $f/12$.

Escolhendo uma estrela sobre o equador celeste ($\delta=0^\circ$), teremos $\cos \delta = 1$, e a equação anterior ficará

$$f = \frac{s}{\tan (0,0041781 t)} \quad [\text{equação (2)}].$$

Se a declinação for muito pequena ($< 6^\circ$) pode-se considerar, sem grande erro, que $\cos \delta \approx 1$ (veja-se que $\cos 6^\circ = 0,99452$ e $\cos 1^\circ = 0,9998$. Se a declinação for significativa ter-se-á de utilizar a equação (2), já corrigida de acordo com a declinação da estrela. ■

Guilherme de Almeida (CTC da APAA)

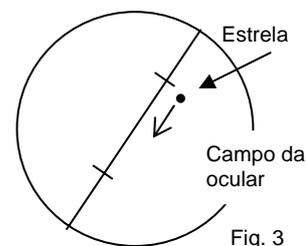


Fig. 3