



COLIMAR UM COLIMADOR

Guilherme de Almeida

Não há nada mais frustrante do que utilizar um instrumento de medição, ou de verificação, ver que as coisas não estão bem, modificar, tentar corrigir e depois acabar por desalinhar tudo ... para, no fim, descobrir que era o instrumento de afinação que estava mal.

Um colimador laser pode ser muito interessante para colimar telescópios, *desde que* o próprio colimador esteja colimado. O transporte desde o fabricante até ao utilizador, ou uma queda inesperada, são situações passíveis de contribuir para esse desalinhamento. Normalmente considera-se que o erro máximo de colimação admissível num telescópio de relação focal curta ($f/D < 6$) não deve exceder 3' (3 minutos de arco). Em telescópios de focal longa pode-se ser um pouco mais tolerante, mas convém não exceder os 5'. Por isso, os fabricantes dos colimadores laser fornecem-nos pré-colimados com um rigor de 2', o que é bastante bom. A maior parte dos modelos possui parafusos de colimação, para levar o eixo óptico (o eixo definido pelo feixe luminoso fino que emerge do laser) a coincidir com o eixo mecânico (o eixo do cilindro metálico que contém o laser).

O utilizador só deverá utilizar o colimador se este estiver colimado. Como é que se verifica e corrige a colimação do colimador? É esse o objectivo do presente artigo.

Princípio do método

Com um colimador perfeitamente colimado, rolado no bloco com apoios em "V" (Figura 1), o laser aponta permanentemente para o mesmo ponto de uma parede colocada em frente, a poucos metros de distância (tipicamente 2,5 m a 5 m). Qualquer descolimação do laser fará com que o ponto luminoso projectado na parede oscile, descrevendo uma pequena circunferência na parede, enquanto o laser é rolado nos apoios (Figura 2). Se o corpo do laser for perfeitamente cilíndrico, os dois "V" deverão ser iguais.

A sensibilidade deste método deve-se ao facto de, a alguns metros de distância, um pequeno desvio *angular* de colimação do colimador determinar um *desvio linear* bem sensível na parede onde o feixe incide. Dentro do tubo do telescópio as distâncias são muito mais curtas.

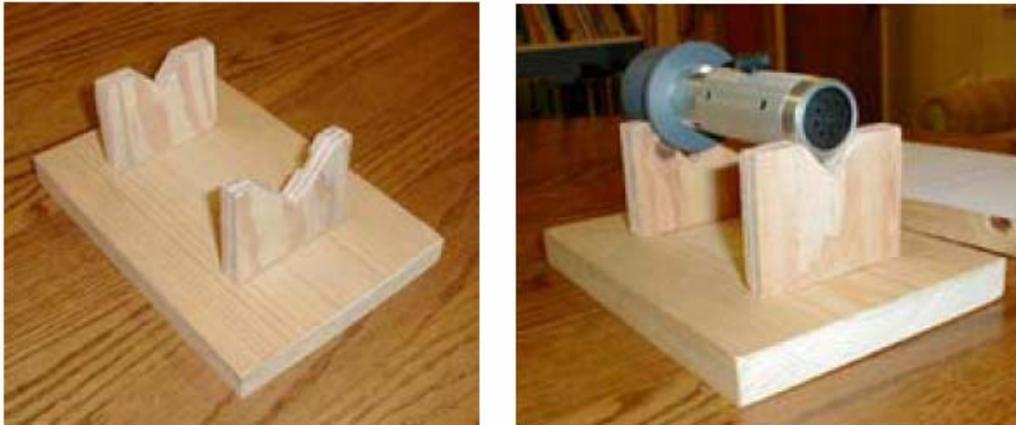


Figura 1- Bloco com apoios em V, sem o colimador laser montado (à esquerda) e com o colimador montado, pronto para o teste (à direita).

Cálculos justificativos

Utilizar este procedimento de colimação não requer, em si, a realização de cálculos. No entanto, convém ter uma ideia do que se espera e também é muito vantajoso saber se um dado desvio observado é compatível ou não com uma boa colimação. Os cálculos e as explicações que se seguem foram desenvolvidos expressamente para este artigo. Para uma distância d (do laser à parede), uma descolimação angular α produz um desvio na parede (medida do RAIO da circunferência descrita quando se roda o laser) com o valor r , dado por $r = \alpha d$, onde o ângulo α está expresso em radianos, podendo para o mesmo efeito escrever-se o seno ou a tangente do ângulo. Para os ângulos minúsculos de que estamos a falar, utilizar α em radianos ou o seu seno, ou a sua tangente faz diferenças apenas de ordem inferior à da 7.^a casa decimal. Por exemplo, 1 minuto de arco (1') corresponde a 0,000291 rad ou, se se preferir, o seno (sin) ou a tangente (tan) de um ângulo de 1' vale 0,000291. Para estes *ângulos pequenos* é válida a proporcionalidade directa e, por isso, por exemplo, $\sin 4' = 4 \times \sin 1' = 4 \times 0,000291 = 0,00116$. Como é previsível, r e d deverão estar na mesma unidade (neste caso é muito conveniente utilizar o milímetro).

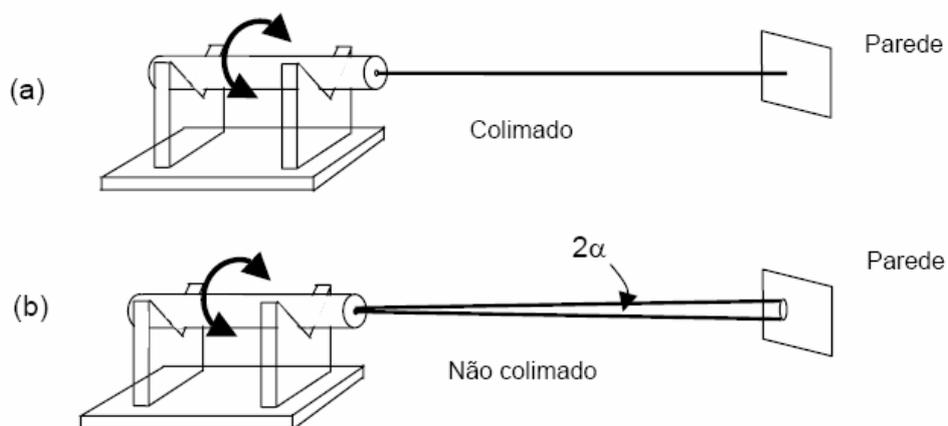


Figura 2. Comportamento do colimador colimado (a) e não colimado (b). Para maior clareza e visibilidade, as distâncias e os ângulos não foram representados à escala. Guilherme de Almeida (2003)

Exemplo:

Para $\alpha=2'$ (limite de colimação com que os bons colimadores laser vêm de fábrica), e com $d=3$ m, teremos:

$$\alpha=2'=0,0333^\circ ; \tan 0,0333^\circ=0,000582 ; d=3 \text{ m}=3000 \text{ mm}$$

Aplicando a expressão anterior $r=\alpha d$, obtemos $r=0,000582 \times 3000=1,75$ mm.

Portanto a "bolinha" de luz vermelha descreverá na parede uma circunferência com $2 \times 1,75=3,5$ mm de diâmetro.

Se for $d=4$ m, será um círculo de 4,66 mm de diâmetro. Mas nestes caso estamos a falar do limite abaixo do qual a descolimação residual é desprezável. Para um erro de 3', e a 3 metros, o diâmetro da circunferência descrita na parede é superior a 5 mm; para 3' e a 4 metros será praticamente de 7 mm. Uma descolimação séria determinará erros muito maiores, podendo observar-se circunferências com vários centímetros de diâmetro.

Procedimento

São precisas duas pessoas para realizar esta tarefa. Uma rola o laser nos blocos em "V" e vai corrigindo nos parafusos de colimação do laser. A outra *não* olha para o laser e está junto à parede a marcar a lápis, numa folha de papel A4 presa à parede com *blue tack*, os sucessivos pontos por onde passa o centro do "ponto luminoso" do laser; esses pontos marcam uma circunferência da qual se pode prever a posição aproximada do centro. Em cada uma das tentativas desenha-se a circunferência e mede-se o seu diâmetro. O laser ajusta-se, em geral, actuando nos parafusos laterais existentes no seu corpo cilíndrico, de modo a reduzir *gradualmente* o erro: em cada tentativa deve corrigir-se *apenas* cerca de 50% do erro, e não mais do que isso, tentando levar o ponto luminoso a aproximar-se do centro da circunferência descrita por ele. O laser considera-se colimado quando o diâmetro da circunferência descrita pelo ponto luminoso no papel for o menor possível, compatível com um erro (traduzido pelo raio da circunferência descrita) de 3' ou inferior.

O bloco com apoios em "V" tem de estar solidamente fixado à mesa com um grampo de aperto (que não estraga a mesa e prende bem o material). Nada de encontros na mesa. Como as mesas têm 4 pernas (já o dizia Monsieur Lapalisse !!), deve colocar-se uma cunha de madeira, ou papel dobrado, por baixo da perna que assenta menos bem, de modo que não oscile durante estes trabalhos.

Convém não esquecer, que mesmo um colimador laser muito bem colimado pode ficar ligeiramente torto no porta-oculares do telescópio, ao ser apertado pelo parafuso de fixação de oculares, sobretudo se houver folga significativa entre o tubo de laser e o porta-oculares. Seguindo os procedimentos anteriormente referidos (e sem exagerar no requinte) tudo ficará bem com o laser. As outras causas, como o laser torto (no porta-oculares), serão factores eventuais de erro muito maiores do que os erros residuais deste método de colimar colimadores. É fácil detectar se o laser se inclina (entorta) ao apertar o parafuso do porta-oculares: nesse caso, o ponto vermelho desvia-se ao apertar o parafuso de fixação (ou anel de retenção) do porta-oculares. Nesse caso convém colar longitudinalmente três troços de fita-cola, espaçados a cerca de 120° entre si, em volta da área lateral do colimador laser; neste caso, o parafuso do porta-oculares deve apertar *entre* dois troços sucessivos de fita-cola. Pode ser necessário utilizar duas camadas de fita-cola, pois os porta-oculares, embora tenham o diâmetro nominalmente estabelecido, diferem ligeiramente uns dos outros no seu diâmetro interno.