

O problema da condensação de humidade nas superfícies ópticas: o ponto de orvalho

Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt

Quem é que, ao ar livre, não ficou aborrecido alguma vez ao ver que as imagens observadas através o seu telescópio perderam contraste e as estrelas passaram a ser "adornadas" com uma auréola difusa ? É a condensação da humidade atmosférica nas superfícies ópticas frias: um fenómeno natural, mas aborrecido.

Vista com uma lupa de amplificação razoável (10x) esta camada que embacia o vidro, ou um espelho, revela-se constituída por inúmeras e minúsculas gotículas. Um dos maiores problemas das observações astronómicas feitas no exterior (ar livre) é de facto a condensação de humidade atmosférica sobre as superfícies ópticas. Esta condensação verifica-se desde que a temperatura dessas superfícies (ou de quaisquer outras) seja igual ou inferior ao *ponto de orvalho* (temperatura para a qual o ar fica saturado de vapor de água). Este problema também se verifica nos observatórios de tecto de abrir e nos de tecto de correr. E não é só o vidro, mas também todas as superfícies, sobretudo as metálicas. É o mesmo que sucede, durante a noite, com os automóveis estacionados na rua.

Causas da condensação

Em geral, o ar contém sempre algum vapor de água, definindo-se *humidade relativa* (ou estado higrométrico do ar) como a razão entre a massa de vapor de água existente num dado volume de ar e a massa de vapor de água que, a essa mesma temperatura, originaria a saturação de igual volume de ar. Por exemplo, a humidade relativa será de 60% se, a uma dada temperatura, a massa de vapor de água for 60% da que seria necessária para provocar a saturação do mesmo volume de ar, à mesma temperatura.

A humidade relativa (H.R.), num dado local e num dado momento, indica-nos se o ar está próximo ou afastado da saturação: à medida que a humidade relativa cresce, a saturação estará cada vez mais próxima; o ar saturado tem, por definição, uma humidade relativa de 100%. Quando a temperatura do ar se eleva, a mesma massa de ar pode conter mais vapor de água antes de saturar e a humidade relativa será menor; quando a temperatura baixa, o limite de saturação do ar baixa também e a mesma massa de vapor de água determinará maior humidade relativa. Se a temperatura do ar baixar o suficiente, a *mesma* massa de vapor de água (por quilograma de ar) pode determinar a saturação do ar: a condensação acontece.

Dado que as superfícies expostas radiam na banda do infravermelho, cedem calor e podem atingir temperaturas inferiores à temperatura ambiente. Isto é especialmente importante quando o tubo óptico aponta para astros a grande altura. Do ponto de vista do observador astronómico interessa que a temperatura das superfícies ópticas esteja sempre 1,5 °C a 2,5 °C *acima* do ponto de orvalho, para evitar a condensação de vapor de água (embaciamento das superfícies). Um *ligeiro* aquecimento obtido por meio de resistências eléctricas⁽¹⁾ será suficiente para impedir a condensação (Fig. 2). É também possível impedir temporariamente a condensação utilizando um

dispositivo que reduza a rapidez do arrefecimento da objectiva de um telescópio refractor ou da lente correctora de um telescópio catadióptrico: para isso existe o pára-luz⁽²⁾, se houver pouca humidade, o pára-luz (Fig.1) pode impedir completamente o aparecimento da condensação. Para ser eficaz, um pára luz deve ser feito de um material isolante do calor e o seu comprimento, medido para além da superfície óptica respectiva, não seja inferior a 2 vezes a abertura instrumental.

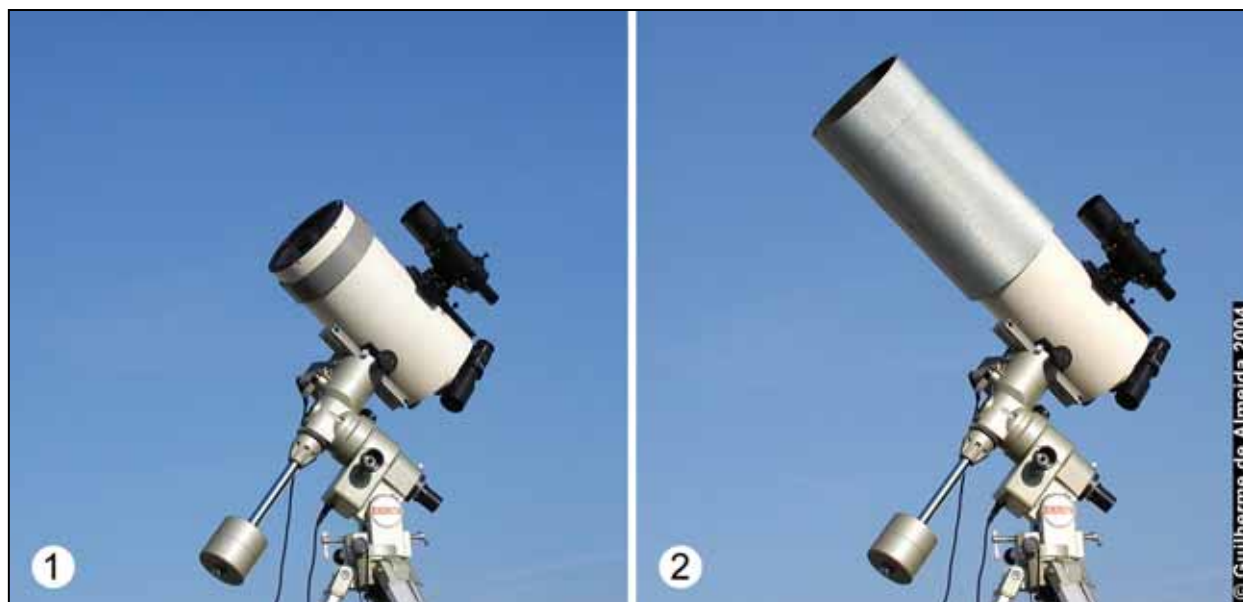


Fig. 1. O mesmo telescópio, sem pára-luz (1) e com pára-luz montado (2). O pára-luz é neste caso de construção caseira, feito pelo autor com folha de espuma de 6 mm de espessura, negra (por dentro) e colada topo a topo, mas também se pode adquirir já feito. O telescópio aqui exemplificado é um Maksutov-Cassegrain de 150 mm f/10.

Como é que podemos prever se a condensação vai ser muito ou pouco provável numa dada noite de observação ?

Neste artigo veremos um procedimento simples, baseado na utilização de tabelas, para determinar o ponto de orvalho. Só será preciso utilizar um vulgar termómetro e um higrómetro, cuja aquisição global é relativamente acessível (cerca de 15 euros). A partir da temperatura ambiente t_{amb} (dada pelo termómetro) e da humidade relativa H.R. (dada pelo higrómetro), consulta-se o quadro 1 (página seguinte) e aplica-se a fórmula

$$t_{orv} = t_{amb} - \text{diferença higrométrica.}$$

A diferença higrométrica (em graus Celsius) pode obter-se do quadro 1., a partir da humidade relativa ambiente. Esta diferença higrométrica, Δt , mede precisamente quanto é que o ponto de orvalho está *abaixo* da temperatura ambiente. Para cada valor da H.R., será então $\Delta t = t_{amb} - t_{orv}$.

Como é de prever, quanto menor for a humidade relativa do ar mais este terá de arrefecer para atingir a saturação e menos provável será que a condensação ocorra. O observador pode assim saber antecipadamente com o que pode contar numa dada noite de observação, evitando surpresas desagradáveis e desanimadoras. Darei seguidamente alguns exemplos de utilização deste quadro 1.

Quadro 1. Humidade relativa e diferença higrométrica

Humidade relativa H.R. (%)	Diferença higrométrica (°C)	Humidade relativa H.R. (%)	Diferença higrométrica (°C)
15	26,0	60	7,8
20	22,5	65	6,8
25	21,0	70	5,7
30	17,8	75	4,7
35	15,7	80	3,6
40	13,7	85	2,7
45	11,9	90	1,7
50	10,2	95	0,8
55	9,0	100	0,0

Exemplos de utilização do quadro 1.:

1. Consideremos que numa determinada noite $t_{amb}=12,3$ °C e H.R.=50%. O quadro anterior diz-nos que, para H.R.=50%, a diferença higrométrica é 10,2 °C. Neste caso verifica-se que $t_{orv}=12,3-10,2=2,1$ °C. Conclusão: o ponto de orvalho fica muito abaixo (10,2 °C) da temperatura ambiente e será pouco provável que ocorra condensação nesta noite (convém referir que as condições higrométricas podem alterar-se durante a noite). Com sorte, um pára-luz será suficiente para uma noite de observação, nestas condições.
2. Consideremos uma noite em que $t_{amb}=5,0$ °C e H.R.=80%. Para esta humidade relativa, a diferença higrométrica é 3,6 °C. Neste caso $t_{orv}=5,0-3,6=1,4$ °C. Conclusão: o ponto de orvalho fica apenas 3,6 °C abaixo da temperatura ambiente e será muito provável que apareça condensação nas superfícies ópticas (praticamente garantido) se não houver o ligeiro aquecimento anteriormente referido, utilizando uma fita aquecedora, com resistências eléctricas. Neste caso pode não ser suficiente, para *algumas horas* de observação, que o observador se limite a reduzir a rapidez do arrefecimento da superfícies ópticas por meio de um pára-luz. A condensação que aparecerá nas restantes superfícies do telescópio (não ópticas) pode limpar-se com um pano. Quase de certeza que vai ser preciso usar uma fita de aquecimento (Fig. 2).

Susceptibilidade dos diferentes telescópios à condensação

A condensação é notória nas objectivas dos refractores e especialmente nas lentes correctoras de Schmidt (telescópios Schmidt-Cassegrain e Schmidt-Newton) e nas de Maksutov (telescópios Maksutov-Cassegrain e Maksutov-Newton). Nos telescópios reflectores de Newton o problema é menos frequente e incide sobretudo no espelho secundário. O primário raramente embacia, por se encontrar no fundo do tubo óptico. Mesmo assim pode embaciar, nas noites frias e húmidas, sobretudo quando o telescópio está apontado quase para o zénite.

Na Fig.2, a fita 7 tem um sistema de *velcro* para aplicação em volta do tubo do telescópio, ao nível da objectiva (telescópios refractores) ou ao nível da lente correctora (telescópios Maksutov-Cassegrain, Maksutov-Newton, Schmidt-Cassegrain e Schmidt-Newton).

As oculares também estão sujeitas a condensação. Nos casos em que a condensação seja mais provável, devem utilizar-se as fitas de aquecimento dimensionadas para as oculares de 1,25 polegada e de 2 polegadas.

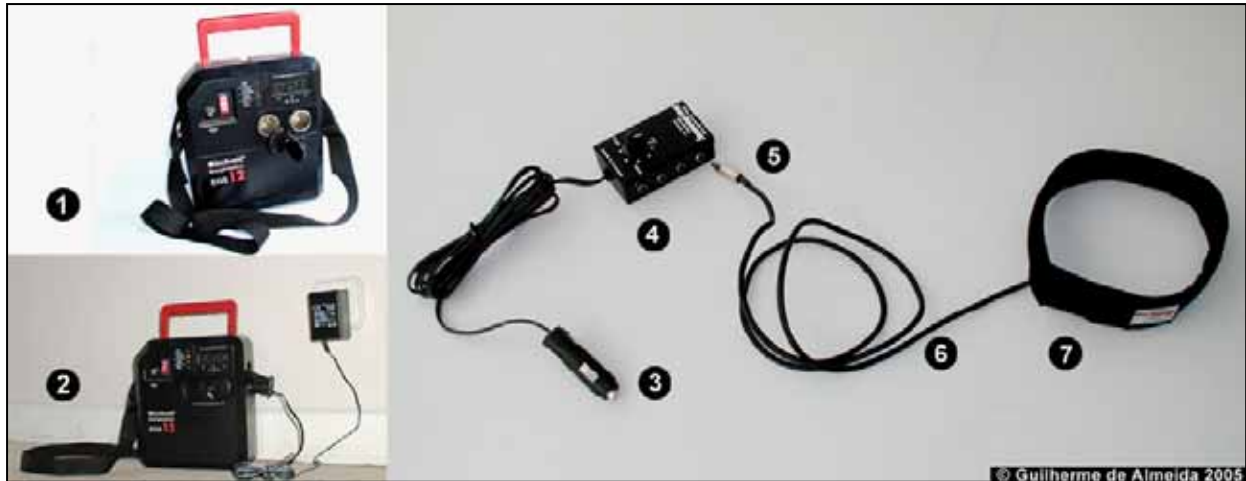


Fig. 2. Exemplo de um sistema de desembaciamento activo. 1- bateria; 2- bateria a carregar, ligada à corrente doméstica por meio de um pequeno transformador-rectificador fornecido; 3- ficha do tipo "isqueiro de automóvel" para ligação da unidade de controlo 4 à bateria; 5- ficha de ligação da fita de aquecimento 7, por meio do fio 6.

Conclusão e procedimentos

Um higrómetro e um termómetro, usados em conjunto, permitem antever as expectativas de uma noite de observação, quanto à condensação de humidade nas superfícies ópticas.

Quando a condensação ocorre, *não* se deve esfregar a óptica para a limpar. No entanto pode-se usar um pano para limpar a água condensada nas partes metálicas. Nas superfícies ópticas isso nunca se deve fazer. É preferível levar o telescópio para casa e deixá-lo secar, mas a noite de observação estará terminada.

Mesmo que não se tenha formado condensação, um telescópio trazido da noite fria para dentro de casa, condensará imediatamente água sobre todas as suas superfícies, ópticas e mecânicas, tal como uma garrafa de cerveja está limpa quando abrimos o frigorífico e cobre-se de condensação logo que a trazemos para o exterior. Para evitar isto, se a óptica estiver limpa, tapa-se *antes* do regresso a casa. Assim não haverá condensação sobre as superfícies ópticas, e as partes restantes podem secar-se com um pano.

Em vez de perder oportunidades de observação, ou remediar a condensação depositada, o melhor é *impedir* a condensação de se instalar nas superfícies ópticas. Para isso convém, em cada sessão de observação, medir a temperatura ambiente e a humidade relativa. Depois consulta-se a tabela anteriormente referida, para saber com o que é que se pode contar nessa noite. Convém saber que as noites muito húmidas são frequentemente as de menor turbulência atmosférica (melhor visão astronómica).

Podem utilizar-se os dois tipos de dispositivos já referidos: os *sistemas passivos*, que retardam o arrefecimento das superfícies ópticas; os *sistemas activos*, que repõem o calor perdido, mantendo a temperatura das superfícies ópticas sempre acima do ponto de orvalho. Estes sistemas podem ser utilizados separadamente ou em simultâneo, para uma eficácia ainda maior.

(1) Veja-se a secção 9.9.2. do livro "Telescópios", Plátano Editora, Lisboa, 2004.

(2) Veja-se a secção 9.9.1 do livro "Telescópios", já referido;

Referências: Almeida, Guilherme de—*Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa, 2004.