

# O problema dos equipamentos de óptica guardados: o desenvolvimento de fungos

Guilherme de Almeida  
g.almeida@vizzavi.pt

Parece sensato guardar equipamentos de óptica bem fechados, hermeticamente fechados se possível. No entanto, quem o fez, por vezes arrependeu-se amargamente. Veio a encontrar mais tarde o equipamento com um cheiro a mofo bem evidente. Uma observação atenta mostra que as lentes, vistas contra a luz, aparentam um padrão reticulado e característico, parecido com teias de aranha ou com traços aleatórios. Pensa-se que é sujidade, limpa-se, e as coisas em geral não melhoram. Na maior parte dos casos o problema é detectado demasiado tarde, já num estado irreversível. Isto soa a assunto familiar (com más recordações) para alguns leitores, mas parecerá novidade a outros. Prevenir é a melhor das soluções.

Neste artigo analisaremos as causas do problema, as condições para o evitar e os procedimentos possíveis, caso os fungos já se tenham manifestado.

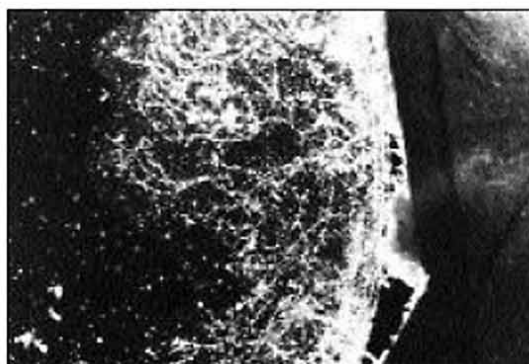
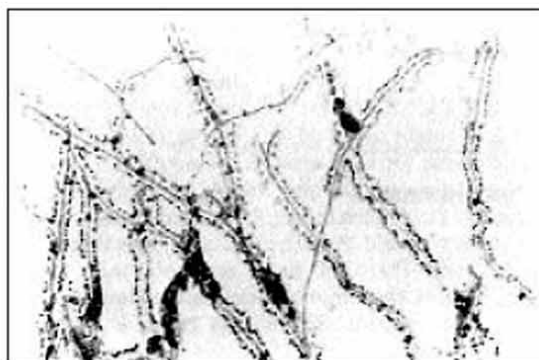


Fig.1. Um dos padrões característicos do desenvolvimento de fungos, estendendo-se da margem até ao centro de uma superfície de vidro (imagem da esquerda). Na imagem da direita mostram-se sulcos de corrosão por fungos numa superfície de vidro, produzidos por ácidos orgânicos segregados pelo micélio. Adaptado de N. Kaneko (ver nota final).

## Origem e propagação dos fungos

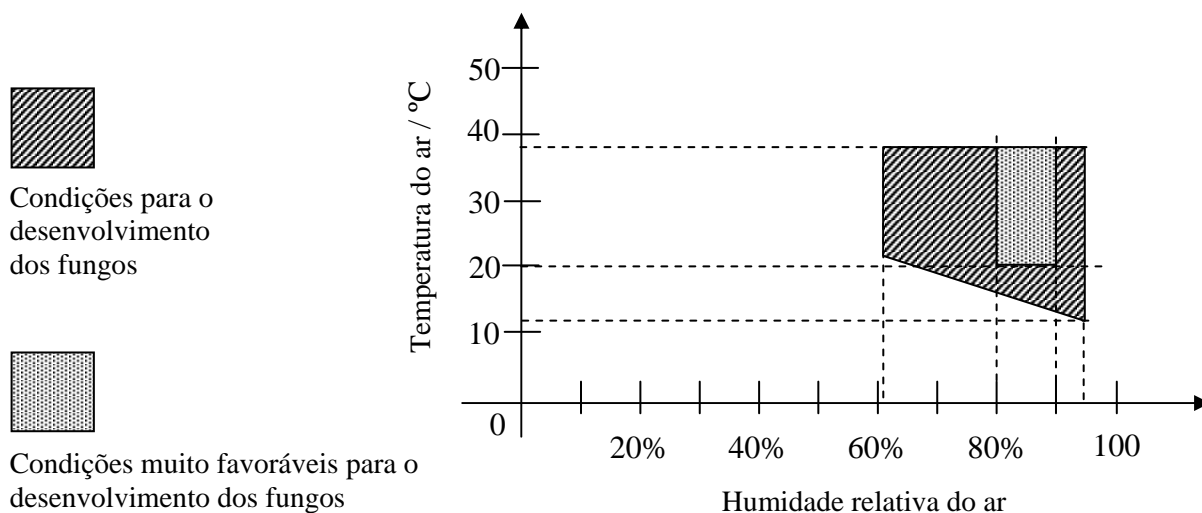
Os fungos propagam-se por esporos minúsculos, em geral microscópicos, que se encontram no ar (não existe geração espontânea, como Pasteur demonstrou) e estão presentes em praticamente todo o lado. Se os esporos encontrarem condições propícias, desenvolvem-se, dando-se o nome de *micélio* à parte correspondente aos fungos em desenvolvimento. Se não encontrarem ambiente favorável podem manter-se em estado latente, pacientemente, no qual permanecerão a não ser que as condições se tornem *propícias*. Nós, utilizadores de equipamentos de óptica, não podemos impedir que os esporos passem à nossa volta e se depositem nas superfícies ópticas. Só temos dois procedimentos ao nosso alcance: 1- proteger o equipamento (colocando as tampas de protecção nos instrumentos de observação quando não os estamos a utilizar); 2- garantir que as condições de armazenamento do material não sejam propícias ao desenvolvimento dos fungos, dos quais existem milhares de espécies. No caso dos

instrumentos de óptica foram isoladas pelo menos 7 espécies. Algumas delas só existem em climas tropicais (onde o problema é ainda mais grave), mas outras espécies prosperam nas nossas latitudes. Encontrando condições *propícias*, o desenvolvimento de fungos pode ser bastante rápido: os esporos conseguem germinar em poucos dias e os fungos resultantes podem expandir-se consideravelmente em algumas semanas. Começam por aparecer nas partes periféricas dos componentes ópticos, mas pouco a pouco podem ocupar toda a superfície útil destes.

Os esporos (agente de propagação dos fungos) infectam facilmente os equipamentos ópticos "saudáveis" que se encontrem perto de outros já contaminados por fungos. Por esta razão, os serviços de assistência técnica da prestigiada marca *Leica* (que produz algumas das melhores câmaras fotográficas do mundo) já não aceitam para reparação aparelhos com fungos. Qualquer aparelho entregue para reparação é inicialmente inspeccionado quanto a fungos; se os tiver já não entra na sala de reparação e é de imediato devolvido ao cliente. Este procedimento da *Leica* é um sério aviso para todos os astrónomos amadores. Se tiverem entre o vosso material algum componente com fungos, nunca o coloquem perto de peças "saudáveis", e muito menos na mesma caixa! O melhor é afastá-lo definitivamente.

### Condições para o crescimento dos fungos

Segundo a *Japan Camera Industry Association*, as condições para o desenvolvimento destes fungos correspondem a valores da humidade relativa entre 61% e 95%, conjugados com temperaturas entre os 12 °C e os 38 °C. A figura 2 mostra, a tracejado paralelo, a área de perigo correspondente. As condições tornam-se especialmente favoráveis se a temperatura se encontrar entre os 20 °C e os 38 °C com humidade relativa entre 80 e 90% (região marcada com rede cinzenta na mesma figura 1). Com valores da humidade relativa abaixo de 60% a maioria dos esporos não se desenvolve, o mesmo acontecendo se a temperatura for inferior a 10 °C. Controlar a temperatura será praticamente impossível do ponto de vista prático, pelo que nos resta evitar que a humidade relativa exceda 60%. O ideal é que a humidade relativa se situe entre os 30% e os 60%.



**Fig. 2.** Diagrama temperatura *versus* humidade relativa, evidenciando as áreas de perigo quanto ao desenvolvimento de fungos. Adaptado de *Japan Camera Industry Association*.

Podem surgir-nos a pergunta inevitável: não seria melhor se a humidade relativa fosse *ainda menor*? A resposta é "não", por diversas razões:

1. porque, abaixo dos 30% de humidade relativa, a lubrificação dos componentes mecânicos dos instrumentos de óptica tende a secar;
2. porque as peças flexíveis tendem a tornar-se quebradiças com esses valores muito baixos da humidade relativa;
3. porque há um tipo especial de fungo que se desenvolve só abaixo dos 20% de humidade relativa.

### Controlo das condições de armazenamento

Os astrónomos amadores guardam geralmente o seu material em casa, ou possuem um observatório de cúpula, de tecto de correr, ou outro. Em qualquer dos casos devem adoptar-se procedimentos adequados para impedir o desenvolvimento de fungos. De acordo com as condições de humidade e temperatura anteriormente referidas, a solução está em impedir a humidade relativa de ultrapassar os 60%.

Uma das soluções passa por utilizar uma sala com ar condicionado para guardar o material, o que em muitos casos não é uma

solução prática para um astrónomo amador. Pode também utilizar-se um desumidificador, *removendo regularmente* a água nele acumulada (os desumidificadores páram de funcionar, permitindo a subida da humidade relativa, quando o depósito está cheio).

Outro modo de proceder, bem adequado aos astrónomos amadores, consiste em utilizar pequenas saquetas com um agente dessecante (como a sílica-gel), que absorve a humidade dentro da caixa onde se guarda o material, ou até dentro do tubo óptico do telescópio (Fig. 3).

A sílica-gel é quimicamente dióxido de silício amorfo, em pequenas esferas porosas, que tem uma grande capacidade de retenção de água (até mais de 50% do seu peso). Uma regra prática recomenda que se utilize pelo menos 0,17 g de sílica-gel por cada litro de volume de ar a secar. Para isso deve medir-se primeiro o volume interno aproximado da caixa ou estojo, para ter uma ideia da massa de sílica-gel a utilizar (por exemplo uma saqueta de 10 g).



**Fig. 3.** Uma pequena saqueta de sílica-gel. Neste caso contém 10g, mas também as há menores e maiores.

A actuação destes dessecantes é muito lenta e só ao fim de várias horas é que a humidade relativa dentro da caixa ou estojo do equipamento óptico descerá apreciavelmente. Convém referir que abaixo dos 40% de humidade relativa a eficácia da sílica-gel diminui muito, o que constitui um limitador natural vantajoso.

Estas saquetas não são eternas: é preciso substituí-las regularmente, ou regenerá-las por aquecimento, seguindo as indicações do fabricante. A regeneração faz-se mantendo as saquetas a uma temperatura de cerca de 110 °C durante cerca de quinze minutos (utilizando por exemplo um forno eléctrico). Nunca deixe a sílica-gel sair da saqueta: os grânulos são muito duros e podem riscar facilmente o vidro óptico: pequenos fragmentos de sílica-gel quase invisíveis podem ser um desastre se estiverem sobre uma superfície óptica no momento de uma limpeza apressada. Não se deve deixar a sílica gel exposta a ambientes abertos (mais de 5 minutos), pois saturará rapidamente. Nas saídas de campo, convém colocar logo a saqueta de sílica-gel

dentro de uma pequena caixa de plástico hermética, para a proteger da humidade exterior (e fechar a caixa do telescópio, depois de o retirar).

Convém escolher um dessecante com indicador que mude de cor, de modo a "avisar" se está seco ou já saturado de humidade. Isso permitirá mudá-lo ou regenerá-lo na ocasião certa. Se o agente dessecante saturar, o processo funcionará no sentido inverso e a sílica-gel acabará por libertar vapor de água, tornando o ar mais húmido dentro do estojo ou caixa de arrumação. Em geral, as cores de aviso para os estados seco/saturado são respectivamente azul/rosa, ou cor de laranja/incolor, sendo estas últimas preferíveis. A sílica-gel sem indicador é sempre incolor. Em condições normais, e para um observador cuidadoso, bastará uma regeneração de 6 em 6 meses. Convém ter várias saquetas para ter uma sempre pronta a substituir, logo, outra que saturou.

Um pequeno higrómetro dá informações valiosas sobre a humidade relativa do ar, dentro ou fora de um estojo, constituindo um investimento útil (e relativamente acessível) para qualquer astrónomo amador. Os mais tradicionalistas podem utilizar o clássico higrómetro, que dá indicações baseado no alongamento de uma fibra fina (antigamente era um cabelo), e um vulgar termómetro de coluna líquida. Existem actualmente aparelhos electrónicos que integram as funções de termómetro e higrómetro na mesma unidade (pequenas estações meteorológicas); incluem uma unidade remota que comunica por rádio com a unidade principal, o que permite saber, em tempo real, qual é a temperatura e a humidade relativa do ar *dentro* da mala de arrumação do telescópio, mesmo que esta se encontre temporariamente fechada. Estas estações meteorológicas podem adquirir-se, por exemplo no estabelecimento *El Corte Inglés* (secção de fotografia) ou na *Decathlon*. Algumas destas estações podem controlar até 3 unidades remotas, o que permite monitorar a temperatura e a humidade relativa em vários locais, a partir da mesma unidade central

### **Locais e condições de armazenamento inadequados**

As caves são bem conhecidas como locais de desenvolvimento preferencial dos fungos. Pior ainda se forem escuras e mal arejadas. Os fungos são crescimentos vegetativos causados por esporos em suspensão no ar. Eles prosperam bem em ambientes mornos, húmidos, escuros e *pouco ventilados*. É muito mais fácil aparecerem fungos num telescópio guardado do que num telescópio em uso frequente. O mesmo se aplica às oculares, espelhos diagonais, prismas, lentes de Barlow, redutores de focal, buscadores, binóculos, etc. O cheiro característico a mofo é um indicador seguro.

O interior dos binóculos constitui um espaço privilegiado onde os fungos se desenvolvem bem, ao abrigo dos olhares do utilizador, que em geral só se apercebe do problema quando já é tarde. Os esporos penetram pelas frestas estreitas dos sistemas de focagem (a não ser que o binóculo seja hermético, o que é raro). É fácil um binóculo ficar húmido na utilização nocturna, e por vezes o utilizador guarda-o no estojo mesmo nesse estado. Também pode acontecer que os binóculos tragam os esporos de fábrica (no seu interior), a não ser que o fabricante tenha tomado cuidados especiais para a sua erradicação, e preenchido o interior do binóculo com azoto seco. Tal solução é, por razões económicas, inviável nos aparelhos de preço baixo e médio. Um teste simples: de dia, segure o binóculo, voltado para o céu diurno, com as oculares viradas para si (a uns 20 cm dos olhos). Olhe para as pupilas de saída e tente ver, através delas, para o interior do binóculo. Vê algo parecido com teias de aranha desorganizadas, traços finos, ou um "emaranhado" irregular? Isso são fungos.

Os equipamentos de óptica onde se formou condensação durante a noite de observação *devem ser objecto de especiais cuidados*, e por isso nunca se devem guardar enquanto não estiverem comprovadamente secos tanto nas partes ópticas como nas mecânicas. 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.

Guardar um telescópio com vestígios de água, nas superfícies ópticas ou no tubo, conduzirá a uma humidade relativa elevada dentro da caixa de armazenamento. Se a caixa for hermética, pior. Se o ambiente dentro da caixa for *morno, escuro e húmido*, ainda pior. Cobrindo temporariamente o instrumento de óptica com um pano, já dentro de casa, (durante *algumas horas* antes de o guardar na sua caixa) a humidade pode evaporar-se, minimizando ao mesmo tempo a quantidade de poeiras que assentem sobre ele.

### **Solução do problema e danos irreversíveis**

A melhor solução é a prevenção. É sempre preferível evitar que os fungos apareçam. Se aparecerem, isso indicará que não se tomaram os cuidados necessários. Os fungos, em si, podem ser removidos por meio de limpeza com soluções fungicidas adequadas. O problema é que quando a situação é descoberta já os fungos *corroeram a superfície óptica*, deixando múltiplos sulcos finos sobre ela. Isso acontece porque, no seu metabolismo, os fungos segregam enzimas e ácidos que atacam quimicamente o ambiente de modo a absorverem os nutrientes que encontrem. E esses produtos segregados é que são o grande problema. Em geral há minúsculas partículas de poeira, de pele, etc., nas superfícies ópticas (por mais limpas que estas estejam). Estas partículas vão ser atraentes para os fungos, que delas podem colher nutrientes; os fungos também "gostam" de cortiça, algumas ceras de protecção, vernizes, gorduras e outros resíduos orgânicos, assim como os estojos de cabedal húmido. As camadas anti-reflexo parecem ter pouca influência na *susceptibilidade* do vidro ao ataque de fungos. No entanto, estas camadas são em geral mais frágeis do que o vidro e por isso são facilmente atacadas pelos produtos segregados no metabolismo dos fungos.

A remoção de fungos pode fazer-se de vários modos: com álcool isopropílico; com uma solução de 94% de água destilada, 4% de amónia e 2% de peróxido de hidrogénio (fungicida); outra solução de limpeza de fungos faz-se com uma mistura de álcool etílico e éter (em ambiente ventilado), a 50/50 (alguns solventes podem danificar componentes de plástico, ou pinturas). Também é possível eliminar os fungos por meio de exposição à radiação ultravioleta, mas é muito difícil conseguir a dose suficiente para os destruir. Os esporos sobreviventes podem voltar a desenvolver-se perante futuras condições propícias. Mesmo que a remoção seja um sucesso, se as superfícies ópticas já estiverem corroídas não há nada a fazer. Só polindo novamente essas superfícies e *refigurando-as* ("figurar uma superfície óptica" é retocar o seu polimento, por vezes manualmente, para a corrigir até atingir o nível de precisão necessário ao seu bom desempenho óptico). Esta operação não é economicamente viável num produto fabricado: fica mais cara do que um novo componente óptico.

As marcas da corrosão nas superfícies ópticas causam difusão da luz e conseqüentemente diminuem o contraste e a nitidez das imagens vistas através dos instrumentos de observação, reduzindo também, progressivamente, o factor de transmissão de luz destes instrumentos. Nas câmaras fotográficas os fungos também são preocupantes, tanto na óptica como nos circuitos electrónicos, onde podem originar curtos-circuitos e corrosão.

#### Sites com informação útil

[http://www.totechamerica.com/html/index\\_optics.php](http://www.totechamerica.com/html/index_optics.php)

<http://www.europa.com/~telscope/fungus.txt>

[http://www.jceh.co.uk/download/ceh\\_16\\_46\\_028.pdf](http://www.jceh.co.uk/download/ceh_16_46_028.pdf)

[www.chem.helsinki.fi/~toomas/photo/fungus/](http://www.chem.helsinki.fi/~toomas/photo/fungus/)

#### Referências

Kaneko, N.— *Optical Instruments and Mould.*, Nikon Kogaku K K Bulletin.