

(Tradução livre de folheto da *Federal Aviation Administration - FAA*)

## ÓCULOS DE SOL PARA PILOTOS

---

### ALÉM DA APARÊNCIA

---

- PROTEGER O RECURSO SENSORIAL MAIS IMPORTANTE DE UM PILOTO
- ESCOLHER AS LENTES CORRETAS
- RADIAÇÃO
- OFUSCAMENTO
- NOVOS MATERIAIS
- ARMAÇÕES



*Óculos de sol ajudam a salvaguardar o recurso sensorial mais importante para um piloto – a sua visão. Óculos de qualidade são essenciais no ambiente da cabine de comando para otimizar a performance da visão. Eles atenuam os efeitos do excesso de brilho da luz solar, diminuem a fadiga ocular, e protegem os tecidos oculares contra a exposição a uma radiação solar nociva. Além disso, eles protegem os olhos do piloto do impacto com objetos (por exemplo, fragmentos resultantes de uma colisão com pássaros, descompressão súbita, ou manobras acrobáticas). Os óculos de sol podem*

também auxiliar no processo de adaptação ao escuro, uma vez que esse processo necessita de um tempo maior após exposição prolongada à luz solar intensa.



**RADIAÇÃO.** A radiação emitida pelo sol pode ser danosa à pele e aos olhos quando houver exposição excessiva ou quando a radiação for muito intensa. Felizmente, a atmosfera terrestre nos protege da radiação solar mais nociva (raios X e raios gama); entretanto, a radiação de raios infravermelhos e ultravioletas está presente em nosso ambiente em diversas quantidades. Isto depende de fatores tais como hora do dia e época do ano, latitude, altitude, condições meteorológicas, e a refletividade das superfícies que nos cercam. Como exemplo, a exposição à radiação UV aumenta cerca de cinco por cento a cada 1000 pés de altitude.

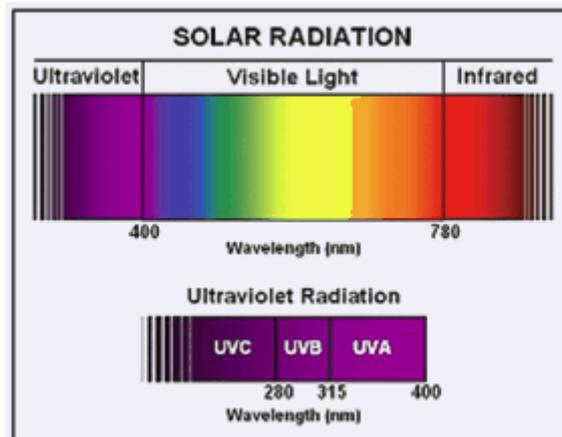


Figura 1. Espectro de radiação eletromagnética contendo comprimentos de onda de luz visível, raios infravermelhos, UVA, UVB e UVC.

A energia dos raios infravermelhos na atmosfera é formada por radiação com grande comprimento de onda [780 – 1400 nanômetros (nm)] (Fig. 1). O calor do sol que se sente é causado por radiação infravermelha, sendo considerada inofensiva para a pele e os olhos em níveis normais de exposição à atmosfera. A radiação ultravioleta (UV) de ondas curtas é considerada mais perigosa para tecidos humanos. Ela está dividida em três larguras de banda: UVA (400 – 315 nm), UVB (315 – 280nm) e UVC (<280nm). Exposição crônica ou excessiva à UVA, e, em maior grau, à UVB pode causar queimaduras, câncer de pele, estando ligada à formação de catarata, degeneração macular, e outras doenças oftálmicas.

A Associação Americana de Optometria recomenda o uso de óculos de sol que tenham um grau de proteção de 99% – 100% contra UVA e UVB. Felizmente, a UVC, a mais nociva forma de radiação UV, é absorvida pela camada de ozônio da atmosfera antes de atingir a superfície terrestre. Alguns cientistas acreditam, entretanto, que a diminuição da camada de ozônio pode permitir que uma quantidade maior de radiação UV passe através da atmosfera, e, assim, a escolha de óculos com 100% de proteção contra UV torna-se uma opção inteligente.

**Material da lente.** Os três materiais mais comuns utilizados atualmente são: vidro óptico, plástico monômero (CR-39®) e plástico policarbonato (Ver Tabela 1). Lentes feitas de vidro óptico possuem excelentes propriedades ópticas (conforme indicado pelo alto valor Abbe) o vidro óptico é mais resistente a arranhões, porém é mais pesado e menos resistente a impacto que a lente de plástico. O vidro absorve mais luz UV; entretanto, a absorção é melhorada pela adição de certos componentes químicos durante o processo de fabricação, ou por meio da aplicação de um revestimento especial. O vidro retém melhor a coloração ao longo do tempo, mas para uma correção refrativa maior, a cor pode ser menos uniforme, visto que partes diferentes da lente terão espessuras diferentes (ver Figura 2).

<b>Propriedades do material</b>	<b>Vidro óptico</b>	<b>Plástico CR-39®</b>	<b>Policarbonato</b>
ÍNDICE DE REFRAÇÃO Núm. maior = Lente + fina.	1,523	1,498	1,586
GRAVIDADE ESPECÍFICA Núm. maior = Lente + pesada.	2,5	1,32	1,2
DISPERSÃO (Valor Abbe) Núm. maior = menos aberrações	59	58	31
RESISTÊNCIA	Temperável	Resistente Necessário SRC	A mais resistente SRC aplicado à lente incolor
CARACTERÍSTICAS	Passível de revestimento Fácil fabricação, Prontamente disponível	Passível de coloração Passível de revestimento Fácil fabricação Prontamente disponível	Passível de revestimento Equip. especial p/ fabricação Recomend. crianças/ atletas

As lentes plásticas CR-39® possuem excelentes propriedades ópticas, são mais leves, e mais resistentes ao impacto que as lentes de vidro, mas são arranhadas com mais facilidade, mesmo com a aplicação de revestimentos anti-arranhão (SRC). Lentes CR-39® recebem a coloração de maneira fácil e uniforme, mesmo nos casos que exigem um alto grau de correção refrativa, mas não a conservam tão bem quanto o vidro. O plástico CR-39® pode ser descolorido e colorido novamente se o desbotamento se tornar excessivo com o tempo.

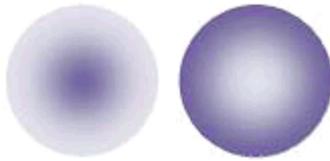


Figura 2. Ilustração de colorações não uniformes com lentes de vidro para correções de hipermetropia (esquerda) e miopia (direita).

As lentes de plástico policarbonato são mais leves que as de CR-39® e são as mais resistentes a impacto disponíveis atualmente. Os policarbonatos têm um valor Abbe baixo, indicando suas aberrações ópticas inerentes. A aplicação de um revestimento antirreflexo pode melhorar a qualidade óptica, principalmente quando uma alta correção refrativa é necessária. Essas lentes possuem uma proteção UV embutida, e são fabricadas com um revestimento resistente a arranhões muito mais forte do que o que é aplicado às lentes CR-39®. Uma vez que as lentes de policarbonato não aceitam tinta de coloração tão prontamente quanto as CR-39®, elas são menos adaptáveis para uso como óculos de sol. Não obstante, o revestimento interno anti-arranhão é capaz de absorver a coloração.

Materiais com um alto índice (isto é, índice de refração  $\geq 1.60$ ) são disponibilizados tanto em vidro quanto plástico para aqueles que necessitam de um alto grau de correção refrativa e/ou desejam lentes mais leves e mais finas. Materiais de alto índice são mais difíceis de encontrar, necessitando de revestimento AR para melhorar a nitidez óptica, e de SRC para maior durabilidade. Ademais, a maioria dos materiais de alto índice não aceita a coloração tão facilmente e é menos resistente ao estilhaçamento do que materiais de baixo índice.

**Revestimentos.** Revestimentos especiais podem ser aplicados ao material das lentes pelas razões já mencionadas anteriormente. O vidro óptico e a maioria das lentes plásticas necessitam de um revestimento específico para bloquear a radiação UV residual. Lentes de plástico e de policarbonato precisam de SRC para prolongar sua vida útil. O SRC aplicado às lentes de policarbonato absorve os vários tipos de coloração. Materiais de alto índice se beneficiam de revestimentos AR para melhorar a transmissividade devido a suas propriedades de alta reflexão. Embora os revestimentos AR consigam melhorar a nitidez óptica, eles são extremamente porosos, atraindo água e óleos, fazendo com que as lentes sejam difíceis de limpar. Lentes com revestimento de AR devem ser “seladas” contra água e sujeira para tornar maior a vida útil do revestimento AR e para tornar as lentes mais fáceis de se manterem limpas. Os revestimentos devem ser aplicados de maneira correta, e as lentes precisam ser meticulosamente limpas para que o processo seja bem sucedido. Lentes revestidas devem ser manuseadas com cuidado e não serem expostas a calor excessivo para evitar delaminação ou fissuras.

**Coloração.** As opções de coloração para óculos de sol são praticamente infinitas. As três mais comuns são cinza, verde acinzentado e marrom, sendo que qualquer uma delas é uma excelente opção para o aviador. O cinza (filtro de densidade neutro) é recomendado porque é o que menos distorce a cor. Alguns pilotos, entretanto, relatam que a coloração verde acinzentado e a marrom melhoram a nitidez, e minimizam a luz dispersa (azul e violeta), melhorando assim o contraste em condições de nebulosidade. Coloração amarela, âmbar, e laranja (ou seja, bloqueadoras do azul) evitam que luminosidade de ondas curtas atinja os olhos do piloto e acredita-se que aprimoram a visão, embora não haja estudos científicos para confirmar essa afirmação. Além disso, sabe-se que essas colorações nas lentes distorcem as cores, tornando difícil distinguir a cor das luzes de navegação, sinais, mapas e visores de instrumentos com código de cores. Para pilotos, as lentes dos óculos de sol devem bloquear no máximo 70-85% da luz visível, e não distorcer as cores de maneira significativa. As colorações que bloquearem mais de 85% da luz visível não são recomendadas para pilotos, devido a possibilidade de redução da acuidade visual, tornando difícil a visualização de instrumentos e de material escrito dentro do cockpit.



**POLARIZAÇÃO.** Lentes polarizadas não são recomendadas para uso no ambiente de aviação. Embora úteis para bloquear a luz refletida por superfícies horizontais como água ou neve, a polarização pode reduzir ou eliminar a visibilidade de instrumentos que incorporem filtros contra ofuscamento. As lentes polarizadas podem também interferir na visibilidade através do para-brisa acentuando os estriamentos em materiais laminados e mascarar o brilho da luz refletida por superfícies brilhantes tais

como a asa ou o para-brisa de outra aeronave, algo que pode reduzir o tempo de que o piloto dispõe para reagir rapidamente numa situação de tráfego.

**LENTE FOTOCROMÁTICAS.** Lentes de vidro fotocromáticas (PhotoGray® e PhotoBrown®), da mesma forma que suas análogas de plástico (Transitions®), automaticamente escurecem quando expostas a raios ultravioletas e clareiam quando a luz é fraca. Na maioria dos casos, o escurecimento se dá nos primeiros 60 segundos, ao passo que o clareamento pode levar vários minutos. Embora as lentes fotocromáticas possam ficar tão escuras quanto óculos de sol normais, isto é, com uma transmissividade de 20% de luz sob luz solar direta, em temperaturas mais altas (>21°C) sua capacidade de escurecer pode ficar seriamente limitada, além do que uma exposição reduzida a UV dentro do cockpit pode limitar ainda mais sua eficácia. Além disso, o nível de atenuação das lentes de vidro fotocromáticas pode não ser claro o suficiente para torná-las úteis quando se voa com tempo nublado ou à noite.

**ARMAÇÕES.** A escolha de armações pra óculos de sol é provavelmente mais uma questão de gosto pessoal do que o material das lentes ou a coloração. A armação dos óculos de um piloto deve não obstante ser funcional, sem interferir com os *headsets* de comunicações ou máscaras de oxigênio. Os estilos de armações que incorporam lentes pequenas podem não ter praticidade, já que permitem muita luz visível e radiação UV passarem pelas laterais da armação. A armação deve ser robusta o suficiente para não quebrar facilmente, todavia deve ser leve o bastante para ser confortável. Os óculos do piloto devem se encaixar bem, de sorte que movimentos abruptos da cabeça devido a turbulência e manobras acrobáticas não os tirem do lugar. Enfim, para evitar que óculos de sol possam ser acidentalmente deslocados, recomenda-se a utilização de uma fita para mantê-los presos, ou então uma corrente de pescoço pode ser utilizada a fim de permitir que os óculos possam ser tirados e recolocados alternadamente.

**RESUMO.** Ao mesmo tempo em que contribuem para o glamour da aviação, os óculos de sol protegem os olhos do piloto tanto do ofuscamento associado à luz do sol como dos efeitos nocivos decorrentes de exposição à radiação solar.

**Lentes** para óculos de sol com 100% de proteção UV estão disponíveis em materiais de vidro, plástico, e policarbonato. Lentes de vidro e de plástico CR-39® têm qualidades ópticas superiores, enquanto que as de policarbonato são mais leves e resistentes ao impacto.

A escolha das colorações para uso na aviação deve se limitar àquelas que aperfeiçoam o desempenho visual e minimizam a distorção de cores, como é o caso da coloração cinza neutro com 15% – 30% de transmissividade.

**Óculos de sol polarizados não são recomendados** devido à sua possível interação com as telas dos instrumentos ou outros materiais no ambiente do cockpit.

Visto que óculos de sol são um recurso importante, com ou sem correção refrativa, os pilotos deve-se considerar cuidadosamente a escolha de um bom par de óculos para utilizar durante do voo.

Finalmente, a tecnologia associada às lentes oftálmicas se desenvolve continuamente, com o advento de novos materiais, *designs* e técnicas de fabricação.

Os aviadores devem consultar o seu médico oftalmologista a respeito das alternativas mais eficazes disponíveis atualmente ao escolher um novo par de óculos de sol.

### **REFERÊNCIAS.**

1. *La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Figures correspond broadly to the effects of UVR on biological tissue.*
2. *World Meteorological Organization. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994, WMO Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 37, Geneva, Switzerland: 1995.*
3. *Rash CE, Manning SD. For Pilots, Sunglasses are Essential in Vision Protection. Flight Safety Foundation Human Factors & Aviation Medicine, July-August 2002; 49(4): 1-8.*

### **Medical Facts for Pilots**

Publication AM-400-05/1

#### **Written by**

Ronald W. Montgomery, B.S.  
Van B. Nakagawara, O.D.

#### **Prepared by**

FAA Civil Aerospace Medical Institute  
AAM-400, P.O. Box 25082  
Oklahoma City, OK 73125

To order copies of this brochure, write  
to the above address, or call  
(405) 954-4831

### **[www.faa.gov/](http://www.faa.gov/)**

For more pilot safety brochures, physiology training,  
and to locate an aviation medical examiner, visit the  
FAA Web site –

- [www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures](http://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures)
- [www.faa.gov/pilots/training/airman\\_education/aerospace\\_physiology/index.cfm](http://www.faa.gov/pilots/training/airman_education/aerospace_physiology/index.cfm)
- [www.faa.gov/safety/programs\\_initiatives/health/physiologyvideos/](http://www.faa.gov/safety/programs_initiatives/health/physiologyvideos/)