

Lentes PhotoFusion™ by Carl Zeiss Vision: Combinando óptica de precisão com avançada tecnologia fotossensível

Por Darryl Meister, ABOM

Desde a apresentação dos plásticos fotocromáticos em 1983, essa tecnologia única nunca deixou de melhorar. As sucessivas gerações de lentes com material fotossensível sempre ofereceram um ótimo desempenho aos usuários. Agora, com o lançamento da lente PhotoFusion™, a Carl Zeiss Vision combinou óptica de precisão com a última geração em tecnologia fotossensível. As lentes PhotoFusion™ utilizam um processo químico patenteado que oferece uma velocidade de reação mais rápida, maior proteção contra os perigosos raios UV, e um desempenho de longa duração.

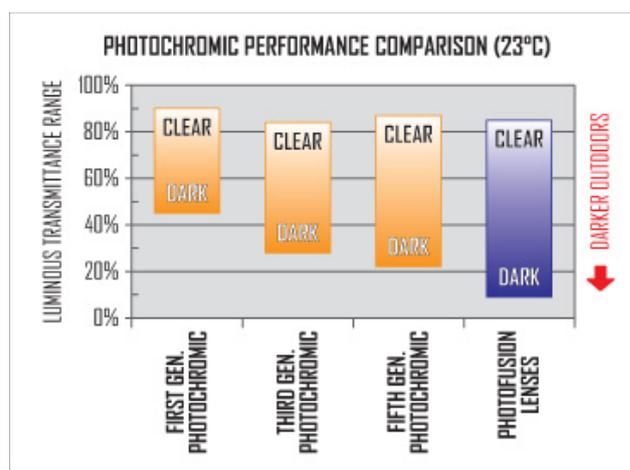
Evolução das lentes Fotossensíveis

Lentes fotocromáticas ou fotossensíveis possuem uma “tinta” que automaticamente aumenta ou diminui a transmitância em resposta ao nível de luz do ambiente. Lentes fotossensíveis mudam de incolor ou estado desativado, para totalmente escura ou estado ativado, quando expostas a radiação ultravioleta (UV) sob a luz do sol. Lentes fotossensíveis trabalham utilizando um corante leuco, que contém moléculas especiais que mudam entre 2 formas - ou isômeros - dependendo de um relativo equilíbrio entre temperatura e radiação ultravioleta. A radiação UV leva a molécula para seu estado ativado, enquanto que o calor devolve a molécula a seu estado fundamental. Lentes fotossensíveis oferecem a conveniência de uma visão clara em ambientes fechados e proteção efetiva contra os raios UV em ambientes externos. Contudo, as lentes fotossensíveis não necessariamente substituem óculos de sol com prescrição. Pelo fato do calor trazer a molécula de volta a seu estado normal, o desempenho da lente depende diretamente da temperatura. Lentes fotossensíveis precisam de uma boa quantidade de radiação UV para ativar totalmente. Consequentemente, um bom par de lentes solares polarizadas e com prescrição, podem oferecer a melhor forma de proteção sob luz solar intensa em áreas com altas temperaturas, por exemplo atrás do para-brisas de um automóvel que bloqueia a radiação UV, ou em ambientes com reflexos intensos – como água e neve.

Desde que as lentes fotossensíveis foram apresentadas em 1983 pela American Optical, uma divisão da Carl Zeiss Vision, inovações constantes neste incrível material melhoraram a performance das lentes através das gerações. As lentes fotossensíveis atuais

oferecem maior estabilidade térmica com menor dependência da temperatura. Essas novas lentes também proporcionam uma melhor transição entre os estados desativado (incolor) e ativado (escuro), alcançando grande transparência em ambientes internos e alta absorção em ambientes externos (figura 1). As lentes PhotoFusion™ by Carl Zeiss Vision, representam o último avanço na tecnologia fotossensível, oferecendo um excepcional desempenho e diversas melhorias que os usuários vão rapidamente perceber:

- Rápida reação em ambientes abertos e fechados
- Maior proteção contra a radiação UV
- Melhor performance de cor



re 1. The performance of photochromic plastics has improved considerably since the introduction of the first-generation lens materials in the early 1980s

Veja mais. Viva mais.
Lentes de alta precisão ZEISS.



Rápida reação em ambientes abertos e fechados

PhotoFusion™. Do escuro para o claro, até 2x mais rápido* que as lentes fotossensíveis da ZEISS.

As lentes PhotoFusion™ empregam uma tecnologia fotossensível patenteada, baseada na fusão química de indeno das moléculas de naphthopyran (figura 2)*. Estas moléculas são cromóforos fotorreativos que absorvem a luz quando expostos aos raios UV, resultando assim em uma lente com material fotossensível. As novas moléculas de naphthopyran usadas na lente PhotoFusion™ respondem mais rapidamente às mudanças na radiação ultravioleta comparada as outras moléculas fotossensíveis, mudando rapidamente do estado inativo (incolor) para o estado ativado (escuro).

A eficiência da fotossensibilidade com relação a quantidade de radiação ultravioleta absorvida pelo material, refere-se ao rendimento quântico. Por causa do alto rendimento quântico, as lentes PhotoFusion™ ativam com uma quantidade menor de radiação UV, permitindo que elas escureçam mais rapidamente (figura 3). Quando escuras, a média de transmitância de luminosidade das lentes PhotoFusion™ diminui para 20% na luz do sol em cerca de 41 seg. As lentes eventualmente diminuem para uma média de transmitância de 11%, tornando-as uma ótima alternativa para os óculos solares tradicionais. Lentes PhotoFusion™ satisfazem os requisitos do selo ISO 8980-3 para lentes escuras (categoria 3).

A maior desvantagem das lentes fotossensíveis tem sido o tempo necessários para que as lentes voltem ao estado inativo, quando os usuários transitam de um ambiente aberto para um ambiente fechado. As moléculas fotossensíveis estão suspensas em uma rede de polímeros tridimensionais. Para que cada molécula possa facilmente mudar de forma entre os estados (ativo e inativo), as moléculas precisam ter espaço suficiente para se movimentarem. Se o tamanho do volume livre ao redor das moléculas rodeando o polímero matriz não for suficiente, a mudança fotocromática é mais lenta, principalmente do escuro para o claro.

Os 3 volumes que rodeiam as moléculas naphthopyran nas lentes PhotoFusion™ foram otimizados com uma matriz maior, e mais aberta, possibilitando assim que as moléculas mudem de forma mais rapidamente do estado ativo para inativo (Figura 4). Um acúmulo menor de energia é necessário devido ao alto rendimento quântico que acelera o processo de clareamento. Quando claras, a média de transmitância de luminosidade das lentes PhotoFusion™ aumenta para 80% em ambientes fechados em 6 minutos. As lentes se tornam totalmente claras em apenas alguns minutos. Contudo, as atuais lentes fotossensíveis comercializadas pela Carl Zeiss Vision, demoram até 2x mais para voltarem a esse ponto.

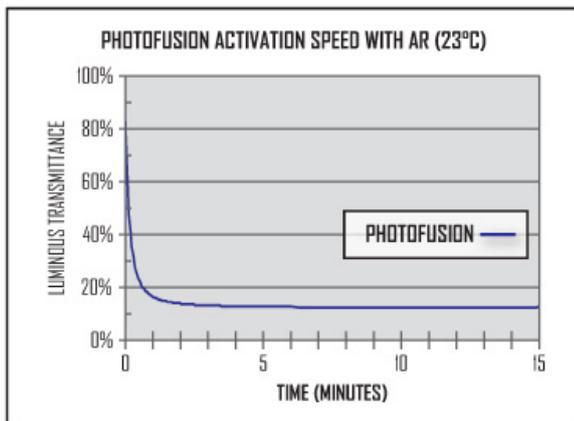


Figure 3. Because of their high quantum yield, PhotoFusion lenses darken up to 20% faster than existing lenses from Carl Zeiss Vision.

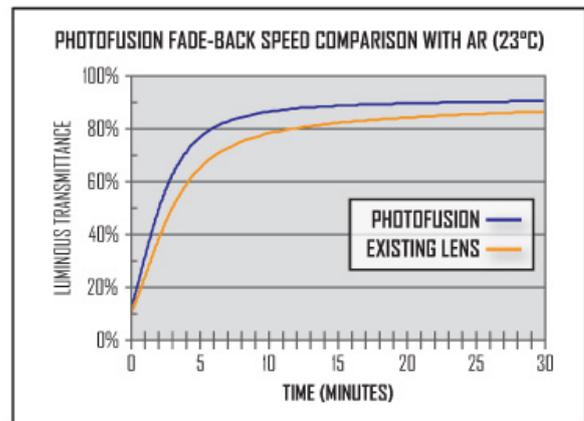
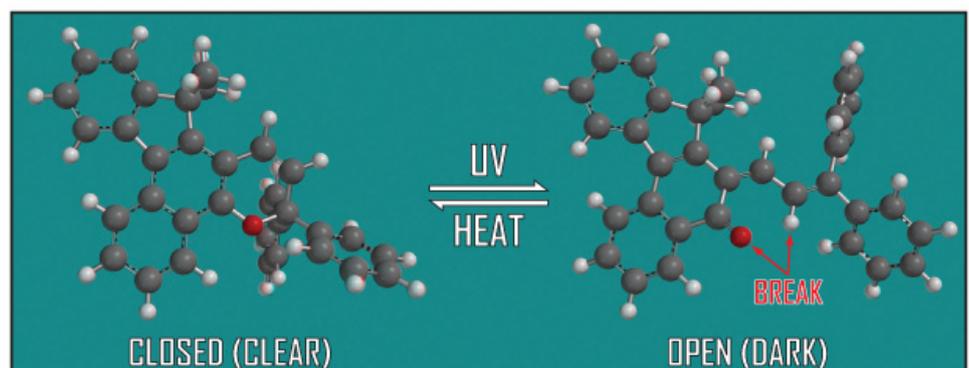


Figure 4. Because their molecules have a larger free volume, PhotoFusion lenses fade back to clear up to twice as fast as existing lenses from Carl Zeiss Vision.

Figure 2. When exposed to ultraviolet (UV) radiation, the novel naphthopyran molecules utilized in PhotoFusion lenses break apart at the carbon-oxygen bond, allowing the pyran ring to open. Once the ring opens, a functional group rotates into a different orientation, allowing the molecule to assume a new form as a different isomer that absorbs visible light. With the removal of UV radiation, or the application of excessive thermal radiation, the carbon-oxygen bond resumes, allowing the molecule to return back to its original form as a clear isomer.



Maior proteção contra a radiação UV

Uma exposição contínua à radiação UV pode causar danos irreversíveis ao tecido ocular. A energia da radiação eletromagnética aumenta à medida que o tamanho da onda diminui, os raios UV abaixo de 380 nm tem grande capacidade de interromper a função celular do que a radiação entre 380 a 760 nm. Radiação UVC abaixo de 290 nm é absorvida pela atmosfera, mas o tecido ocular é exposto à radiação UVB de 290 a 315 nm e a radiação UVA de 315 a 380 nm. Exposição aguda a radiação UV pode resultar em fotoqueratite, que é uma queimadura de sol da córnea. Uma exposição a longo prazo a essa radiação aumenta o risco de catarata, ou opacidade das lentes do cristalino. Estudos mostram ligações entre a crônica exposição a radiação UV com desenvolvimento de ambas as formas de catarata, cortical e nuclear.

Além da pequena quantidade de radiação UV que atinge a retina, evidências também identificaram alta energia e radiação visível de baixa amplitude na extremidade azul do espectro na etiologia das doenças retiniais. Estudos mostram que uma exposição longa aos raios UV e radiação de baixa amplitude podem alterar a função dos fotorreceptores e do pigmento retinal epithelium, causando danos fotoquímicos, que aceleram futuros problemas foto-oxidativos. Eventualmente, deterioração da retina e degeneração macular podem ocorrer. Diferente das demais lentes fotossensíveis da Carl Zeiss Vision, as lentes PhotoFusion™ conseguem absorver toda a radiação azul até 400 nm e também a radiação UVA e UVB (tabela 1).

Além disso, usuários de óculos são expostos a níveis de iluminação que podem variar durante o dia, do mais alto, 100.000 lux na luz solar direta, até menos que 10 lux em uma sala pouco

iluminada, representando uma variação dinâmico de 10.000 para 1. Excessivos níveis de iluminação, incluindo forte luz solar e fontes de brilho no campo visual, podem causar desconforto e fadiga ocular. A acuidade visual também é reduzida sob excessiva iluminação. O brilho intenso pode prejudicar a função visual completamente. Uma exposição prolongada a luz do sol pode futuramente retardar a adaptação ao escuro, dificultando a visão durante a noite. Apesar da pupila do olho adaptado a luz poder mediar a iluminação retinal até um certo ponto, uma lente fotossensível, com transmitância propícia, oferece uma proteção superior ao excesso de brilho.

Engenheiros de luz tipicamente recomendam não mais que 1000 lux de iluminação uniforme, para uma visão confortável dentro de um escritório. Este nível também possibilita máxima acuidade visual. A luz do dia, por outro lado, pode produzir 10.000 lux ou mais de iluminação, representando uma proporção de 10 para 1. Para reduzir essa iluminação excessiva para níveis mais desejáveis, uma lente precisaria de uma incidência de luz em uma proporção de 1 para 10, ou uma transmitância de luz de 10%. Pelo fato do usuário ficar exposto a um grande nível de luz ao longo do dia, as lentes PhotoFusion™, adaptam-se automaticamente para maximizar o desempenho e conforto visual. As lentes PhotoFusion™ são capazes de chegar muito próximas a um óculos de sol durante o dia.

Além do mais, as lentes PhotoFusion™ oferecem essa grande proteção contra o brilho intenso e raios UV, em duas opções de cores. A PhotoFusion™ está disponível na cor cinza neutro, para uma percepção de cor natural (figura 5) e no agradável tom marrom quente (Figure 6).

Spectral Transmittance	UVA	UVB	400 NM
PhotoFusion Lenses	0%	0%	3%
Existing lenses	0%	0%	8%

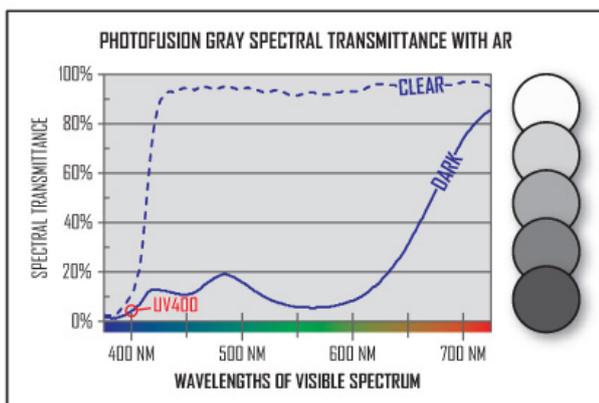


Figure 5. PhotoFusion lenses are available in a neutral gray hue that controls excess brightness while fully absorbing harmful UV and visible radiation up to 400 nm.

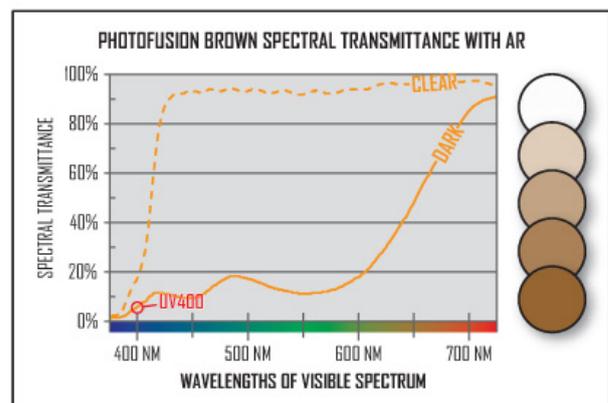


Figure 6. PhotoFusion lenses are also available in a warm brown hue that provides similar performance and protection up to 400 nm.

Melhor performance de cor

Os vários cromóforos utilizados no corante leuco, produzem um distinto espectro de absorção quando expostos a radiação UV, dependendo da estrutura molecular das partículas. Na prática, um único cromóforo pode não estar disponível com o desejado espectro de absorção. Para obter-se uma certa tonalidade de cor, o uso de dois ou mais cromóforos no corante leuco é normalmente necessário, com o objetivo de criar um espectro de absorção que atinja - ou quase atinja - a cor desejada. Cromóforos diferentes podem responder de maneira distinta à temperatura, por isso, podem ocorrer variações da cor desejada, em tempo quente ou frio.

Os cromóforos patenteados usados na lente PhotoFusion™ possuem um amplo espectro de absorção que possibilita o melhor controle da cor. As lentes PhotoFusion™ garantem uma excelente estabilidade de cor e com menor variação se comparado as atuais lentes fotossensíveis da Carl Zeiss Vision. A cor de cada cromóforo foi cuidadosamente configurada para a luz natural do sol. Como a lente muda de cor em ambientes externos, a PhotoFusion™ mantém tanto a tonalidade de cinza neutro - sem tons azulados - quanto o tom marrom quente - sem tons esverdeados (figura 7).

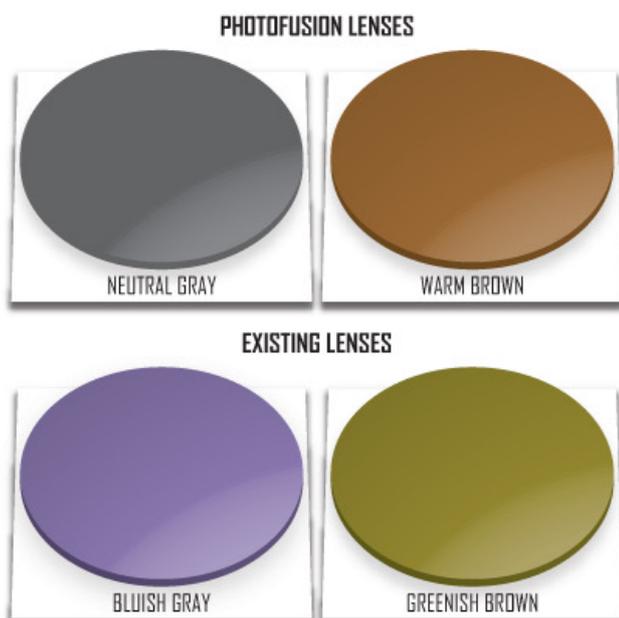


Figure 7. PhotoFusion lenses maintain excellent color stability in either a neutral gray hue or a warm brown hue (differences exaggerated for clarity).

Como todo corante orgânico, os corantes leuco fotocromáticos são susceptíveis a degradação pelo oxigênio e radicais livres, depois de uma contínua exposição a radiação UV e elementos do ambiente. Com o tempo, a lente sofrerá uma redução da capacidade fotossensível de mudar de inativo para ativo, devido a foto-oxidação criada pela radiação UV. Além disso, o plástico fotocromático pode sofrer descoloração com a deterioração individual dos cromóforos, perdendo transparência em ambientes internos e, em alguns casos, assumindo uma cor indesejável.

As lentes PhotoFusion™ mantêm uma excelente estabilidade de cor com mínima fadiga.

A descoloração e perda de reversibilidade do efeito fotossensível é ocasionado pela fadiga. A fadiga fotossensível pode ser reduzida pela adição de um estabilizador UV ou criando uma barreira para o oxigênio e outros elementos químicos. Isso prolonga o desempenho fotossensível. As lentes PhotoFusion™ empregam estabilizadores de luz de amina dentro do polímero matriz, que são aditivos químicos que agem para inibir a degradação do polímero. Estes estabilizadores diminuem o início da degradação fotocromática, trabalhando de maneira similar aos anti-oxidantes. As lentes PhotoFusion™ tem uma perda mínima de transmitância no estado desativado (incolor) depois de uma exposição prolongada à radiação UV, se comparadas as atuais lentes fotossensíveis da Carl Zeiss Vision, que sofrem maior fadiga depois de um longo período de uso (tabela 2).

As lentes PhotoFusion™ foram projetadas apresentando melhorias significativas sobre as atuais lentes fotossensíveis da Carl Zeiss Vision. A molécula fotossensível patenteada nas lentes PhotoFusion™ reagem mais rapidamente as mudanças de luz, em ambientes internos e externos; oferecem maior proteção contra os perigosos raios UV, até 400 nm; e mantêm uma excelente estabilidade de cor, com menor perda de performance.

Table 2. PhotoFusion lenses retain more of their transparency indoors after two years of simulated exposure to ultraviolet radiation than existing lenses.

PhotoFusion Lenses	Existing lenses
3% Loss in Transmittance	8% Loss in Transmittance

1. Taylor H., West S., Rosenthal F., Muñoz B., Newland H., Abbey H., and Emmett E. "Effects of ultraviolet radiation on cataract formation." *N Engl J Med*, 1989; Vol. 320, No. 19, pp 1285-1286.
2. Zigman, S., Dattiles, M., and Torczynski, E. "Sunlight and human cataracts." *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1979; Vol. 18, No. 5, pp 462-467.
3. Algere, P., Marshall, J., and Seregard, S. "Age-related maculopathy and the impact of blue light hazard." *Acta Ophthalmol Scand*, 2006; Vol. 84, No. 1, pp 4-15.
4. Hecht S., Hendley, C., and Ross, S. "The effect of exposure to sunlight on night vision." *Am J Ophthalmol*, 1948; Vol. 31, No. 12, pp 1573-1580.
5. Peckham, R. and Harley, R. "Reduction in visual acuity due to excessive sunlight." *Arch Ophthalmol*, 1950; Vol. 44, No. 4, pp 624-627.
6. Richards O. "Sunglasses for Eye Protection." *Am J Optom Arch Am Acad Optom*, 1971; Vol. 48, No. 3, pp 200-203.

Fique em linha com a ZEISS:

0800 026 7012

www.lenteszeiss.com.br