



EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL

EFFICIENCY OF LENSES WITH BLUE LIGHT BLOCKER

EFICIENCIA DE LAS LENTES BLOQUEADORAS DE LUZ AZUL

Alvaro Yoshiyuki Toda¹, Rodrigo Trentin Sonoda²

e3101997

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.1997>

PUBLICADO: 10/2022

RESUMO

As atividades humanas estão cada dia mais expostas às radiações de luz azul, tanto em ambiente interno como externo. O uso de aparelhos digitais é imprescindível e indispensável, porém a tela dos aparelhos em LED (diodo emissor de luz) emite uma onda eletromagnética da luz azul que provoca danos à saúde ocular e sistêmica. O uso exacerbado pode causar sintomas acomodativos e vergenciais como: visão turva de longe e perto, diplopia, olho seco, ardência e cefaléia. Pode provocar patologias oculares na córnea, cristalino e na retina. Também podem provocar distúrbios endócrinos como dificuldade de sono. Existem vários tipos de lentes com filtros bloqueadores dessa onda de luz nociva que podem prevenir diversas doenças oculares, sendo necessário conhecer suas diferenças e como prescrevê-las.

PALAVRAS-CHAVE: Lentes. Fototoxicidade. Patologia. Prevenção. Eficiência.

ABSTRACT

Human activities are increasingly exposed to blue light radiation, both indoors and outdoors. The use of digital devices is essential and indispensable, but the screen of the devices in LED (light emitting diode) emit an electromagnetic wave of blue light that cause damage to eye and systemic health. Excessive use can cause accommodative and vergential symptoms such as: blurred vision at a distance and near, diplopia, dry eye, burning and headache. It causes ocular pathologies in the cornea, lens and retina. They can also cause endocrine disorders such as difficulty sleeping. There are several types of lenses with filters that block this harmful light wave that can prevent various eye diseases. It is necessary to know their differences and how to prescribe them.

KEYWORDS: Lenses. Phototoxicity. Pathology. Prevention. Efficiency.

RESUMEN

Los humanos están expuestos a la radiación de la luz azul a cada día más, tanto em interiores y exteriores. Es indispensable lo uso de los dispositivos digitales, la pantalla de los dispositivos en LED (diodo emisor de luz) emite una onda que provoca daños en la salud ocular y disturbios em la sistémica. El exceso puede provocar sintomas acomodativos y vergenciales como: visión borrosa de lejos y de cerca, diplopía, ojo seco, quemazón y dolor de cabeza. Y también patologías oculares en la córnea, el cristalino y daños em la retina. Se puede notar transtornos endócrinos y dificultad em lo sueño. Varios tipos de bloqueadores de luz azul están disponibles, para la prescripción e indicacion se debe conecer los tipos e daños posibles.

PALAVRAS CLAVE: Lentes. Fototoxidad. Patologia. Prevencion. Eficiencia.

¹ Graduado em Optometria (UNC). Especializando em Saúde da Visão: uma abordagem clínica, contemporânea e multidisciplinar (FAELO)

² Especialista em Docência Superior (UNIBF), Terapia Oftálmica (FACUMINAS), Estudos de Oftalmologia (UNIBF), Perícia Judicial (FBMG), Medicina Tradicional Chinesa (FSG) Graduado Óptica e Optometria (UBC). Prof. Coordenador OWP Educação - WEducar Santos e São Paulo. Docente Pós Graduação FAELO/PE. 7º Membro da Academia Brasileira da Visão.



INTRODUÇÃO

A rotina moderna fez com que muitas pessoas vivessem conectadas por várias horas em frente ao computador e ou telas de *smartphones* no trabalho e em casa, principalmente com o isolamento social pós pandemia da COVID-19.

Os aparelhos eletrônicos com telas de LED (diodo emissores de luz) possuem uma onda de luz azul que pode ser prejudicial à saúde humana, e principalmente aos olhos. A influência dessa poluição luminosa está cada dia maior, e aumenta a preocupação com a proteção de possíveis consequências.

A indústria óptica com essa preocupação produz diferentes tipos de lentes com bloqueadores de luz azul, em especial as que bloqueiam a luz azul por reflexão e por absorção de luz.

A literatura demonstra que o uso exacerbado das telas causa a Síndrome do computador, atualmente renomeada por Tensão Ocular Digital, e correlaciona com patologias oculares e disfunções hormonais.

A importância da prescrição de lentes com bloqueador de luz azul para usuários de telas de LED visa minimizar os sintomas da Tensão Ocular Digital e os potenciais riscos à saúde sistêmica e ocular.

A LUZ AZUL

O espectro eletromagnético é dividido e organizado por comprimento de onda e frequência, sendo a luz visível encontrada dentro da faixa de 380 a 740 nm estando entre o Infravermelho e o Ultravioleta, e subdivide-se em sete cores como: vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta. O olho humano capta somente o vermelho, verde e azul; e a percepção de cores diferentes se dá a partir da mistura entre eles (SANTOS, 2021).

A luz azul também conhecida com luz visível de alta energia, varia de 400 a 500 nm. Está contida tanto na luz solar quanto ao ambiente interno iluminado com luz artificial, principalmente com as lâmpadas de diodo emissor de luz. As lâmpadas de LED branco frio são as que emitem maior proporção de luz azul, cerca de 35% (YU, 2022).

O tamanho do diâmetro pupilar, da imagem retiniana, a intensidade, o tempo de exposição a irradiação e a ametropia, se existente, influenciam na concentração luminosa na retina. A luz vermelha pode estimular acomodação e a luz azul pode ser um fator de inibição de convergência ocular. O espectro de luz radiante produz efeitos benéficos ao olho humano, como o próprio estímulo à visão, mas também pode provocar prejuízos por efeito fotópico ou fotoquímico. O espectro ultravioleta e as ondas de curto comprimento da luz visível produzem efeitos fotoquímicos no olho humano (ALVES, 2014).

Essa hipótese sugere que o principal fluoróforo retinóide A2E dentro do epitélio pigmentar da retina (EPR) torna a retina mais vulnerável à radiação da luz azul de alta energia, podendo levá-la à apoptose celular. A luz azul excessiva demonstra-se prejudicial, entretanto a sua incidência de forma



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

adequada é necessária para função visual normal, principalmente no papel da discriminação de cores e na visão noturna. Os fotorreceptores cones e bastonetes atingem sua sensibilidade máxima em ambientes azul e verde azulado (LEUNG *et al.*, 2017).

O uso excessivo de dispositivos eletrônicos com tela de LED pode desencadear diversos problemas em diversas estruturas do corpo humano como na visão e até distúrbios do sono (SANTOS, 2021).

LENTE FILTRANTES

Existem basicamente dois tipos de lentes para óculos que bloqueiam a luz azul, as que filtram refletindo a luz azul pela camada de antirreflexo e as lentes que filtram pelo seu material.

O desempenho óptico e clínico de várias lentes com filtragem de luz azul foram estudadas por Leung *et al.*, em 2017. A avaliação foi realizada com cinco lentes filtrantes de luz azul (índice de refração 1,60). "Blue Control", Hoya, Japão; "Blue Protect", Zeiss, Alemanha; "Crizal Prevencia", Essilor, França; "Stress Free" e "Noflex", Swiss Lens, Hong Kong. Suas transmitâncias espectrais foram medidas para calcular as mudanças relativas na fototoxicidade, sensibilidade escotópica e supressão de melatonina. Também foi medido a refletância da superfície frontal de cada lente de óculos com filtro de luz azul para identificar se eles reduzem a transmitância de luz azul por meio de seu revestimento antirreflexo de filtro azul (refletem a luz azul) ou materiais filtrantes de tonalidade amarela/marrom (absorvem luz azul). Somente a lente 'Noflex' filtrou a luz azul pelo material, as outras quatro lentes filtraram basicamente pela camada antirreflexo (LEUNG *et al.*, 2017)

As lentes de óculos com filtro de luz azul reduziram a transmissão de luz e a sensibilidade ao contraste em ambiente escuro, porém, essas diferenças não foram relatadas com incômodo pelos indivíduos. Também reduziram a fototoxicidade e a supressão de melatonina.

Esse tipo de filtro de luz azul nas lentes pode servir como uma opção complementar para proteger os olhos da luz azul nociva (LEUNG *et al.*, 2017).

É necessário entender a patogenia das enfermidades oculares graves, analisar a fundo as interações luz/olho e estabelecer um perfil de risco individual afim de oferecer soluções de fotoproteção ocular adaptadas e personalizadas, utilizando óculos, para uma prevenção eficaz a longo prazo (ARMENGOL *et al.*, 2016).

TENSÃO OCULAR DIGITAL

A Tensão Ocular Digital (DES) é o termo usado para descrever os sintomas visuais e oculares experimentados pelos usuários de monitores digitais que substituiu o termo anterior, a Síndrome da Visão Computacional (CVS). Essa mudança de terminologia reflete o uso mais amplo de dispositivos digitais como os *smartphones*, *tablets*, leitores de *e-books* além dos computadores *desktop* e *laptop* convencionais.

Os sintomas da DES incluem fadiga ocular, desconforto ocular, olhos cansados, dores de cabeça, visão turva para longe e perto, diplopia e olhos secos. Os sintomas relacionados ao olho



seco (ardência, lacrimejamento, secura, irritação) são classificados como fatores externos e aqueles com anomalias de refração, acomodação, visão binocular são classificados como fatores internos.

102 adultos jovens com DES, dentre os quais 80% expressaram preferência pela leitura com lentes de baixa adição. Destes, 51% leram mais rápido com lentes de adição de +0,75 dioptria esférica. Uma das explicações potenciais para o benefício de adições baixas é que a instabilidade do filme lacrimal interagiu com a acomodação em tempo real de uma forma que fez com que as lentes de baixa dioptria melhorassem a leitura (YAMMOUNI, 2020).

Anteriormente, em uma população com 20 a 40 anos de idade que trabalhavam principalmente em computadores *desktop*, estes associaram que o uso de lentes de baixas adições melhorou o desempenho de leitura; e a adição de +1,25 dioptrias foi a mais vantajosa para pessoas mais velhas ou que trabalhavam com visualização de distâncias mais próximas (YAMMOUNI, 2019).

Óculos de alto bloqueio de luz azul reduzem a fadiga ocular associada ao uso de computador por 2 horas. Os indivíduos foram divididos em três grupos: usaram óculos sem bloqueador, com baixo e alto bloqueador de luz azul. Os indivíduos que usaram óculos de alto bloqueio de luz azul relataram menos sintomas associados à fadiga ocular. Também relataram menos dor ao redor/dentro dos olhos, menos sensação de coceira e olhos menos pesados ao executarem uma tarefa usando computador por 2 horas (LIN, 2017).

EFEITOS PREJUDICIAIS DA LUZ AZUL NO SONO

O ciclo circadiano é uma alternância cíclica de atividade e repouso que o ser humano apresenta em 24h, sendo determinado por fatores biológicos em resposta à variação de luz, e fatores sociais como horas de trabalho e lazer.

O reconhecimento de luz pelas células retinianas é mais sensível às faixas do espectro que corresponde à luz azul, devido a sua abundância durante o dia.

Células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGCs) localizadas na retina são responsáveis pela captação de estímulos luminosos não visuais, e contém melanopsina (SANTOS, 2021).

A descoberta da melanopsina permitiu o entendimento de como os cegos incapazes de ver a luz conseguiam ajustar seu relógio biológico (SONODA, 2022).

As ipRGCs enviam sinais para o núcleo supraquiasmático (NSQ), localizado no hipotálamo anterior, sendo este responsável pelo relógio biológico interno. Essas células sinalizam a luz ambiente, com seus axônios projetados no mesencéfalo que controlam o tamanho pupilar e os ritmos circadianos (CHAKRABORTY, 2022).

O NSQ controla a secreção de melatonina, hormônio do ciclo circadiano bem conhecida como hormônio do sono. A melatonina (N-acetil-5-metoxi-triptamina) é sintetizada na glândula pineal, e secretada no período noturno, em período de ausência de luz (SANTOS, 2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

Atualmente, é considerado que é sintetizada pela retina, trato gastrointestinal, pele, plaquetas, medula óssea, fígado e outras células. Em humanos, a secreção começa após o pôr do sol e atinge um pico máximo entre 2:00-4:00h (20-22 hora circadiana) (ROJAS, 2019).

Usuários de dispositivos com tela de LED correm risco de saúde, principalmente com a utilização dos aparelhos em período noturno. Pois, ocorre a desregulação circadiana. A luz azul é prejudicial no período noturno, pois desencadeia a sinalização luminosa ao NSQ e este conseqüentemente a supressão da secreção de melatonina.

Estes usuários sofrem com atrasos nas fases de sono e vigília do ciclo circadiano, agindo como se estivessem em um ambiente diurno, mantendo a vigília nos momentos em que deveriam estar na fase de sono (SANTOS, 2021).

O ciclo circadiano também regula outras funções no organismo como a temperatura corporal, a pressão arterial, a liberação de hormônios endócrinos e o metabolismo atividade.

Há evidências associando alterações no ciclo circadiano com fatores de risco metabólicos em trabalhadores noturnos e rotativos, e que isso pode levar os trabalhadores a desenvolver síndrome metabólica, diabetes mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, entre outras patologias (RIOS, 2021)

O relógio biológico não pode ser ignorado, a ponto de alterar o sistema ativando o eixo de stress; a reação de situação contínua de luta e fuga pode levar a doenças cardiovasculares ou distúrbios metabólicos. Provavelmente suprimindo o sistema imunológico; é a origem de maior incidência de casos de câncer de mama (SONODA, 2022).

Em pacientes com transtorno de depressão maior, os níveis plasmáticos de melatonina estão diminuídos. Isso está relacionado em parte a uma resposta inflamatória cerebral persistente mediada pela infiltração de células imunes através da barreira hematoencefálica e aumento dos níveis de proteínas pró-inflamatórias solúveis.

Os transtornos de humor, transtornos de afetivo sazonal e os transtornos bipolar apresentam desalinhamento no ciclo sono/vigília. É importante ressaltar que tanto baixas doses de melatonina quanto exposição à luz brilhante alteram o ciclo circadiano e aumentam a amplitude do pico de secreção de melatonina à noite e muitas estratégias diferentes destinadas a combater o desalinhamento circadiano tem sido benéfica para o manejo clínico dos transtornos de humor (VALDÉS-TOVAR, 2018).

A prescrição de óculos com lentes de filtro de luz azul e o uso restrito no período noturno pode melhorar a qualidade de vida fazendo com que o corpo reaja corretamente às mudanças de luz (SANTOS, 2021).

PRINCIPAIS CEGUEIRAS EVITÁVEIS

Com o envelhecimento da população global, os serviços de saúde ocular estão aumentando continuamente. Muitas causas de deficiência visual podem ser prevenidas ou tratadas.

A catarata, o erro refrativo não corrigido, o glaucoma, a retinopatia e a degeneração macular relacionada à idade (DMRI), são consideradas umas das causas de cegueira evitáveis: Em 2020, a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

catarata permaneceu como a primeira ou segunda principal causa de cegueira e deficiência visual moderada e grave em todas as regiões do mundo (STEINMETZ *et al.*, 2021).

A prevenção primária assenta no combate aos fatores de risco, num mundo digital dotado de muitas ferramentas técnicas. A personalização dos fatores de risco é cada vez mais importante, por outro lado, os contínuos avanços tecnológicos no setor da ótica oftálmica fornecem novas soluções no design de lentes foto seletivas.

Crianças e bebês são mais vulneráveis ainda, pois seus meios oculares são mais permeáveis aos raios ultravioleta e à luz azul (ARMENGOL *et al.*, 2016).

A optometria é a ciência da visão reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a barreira primária contra a cegueira visual (SONODA, 2021).

IMPACTO DA LUZ AZUL NA CÓRNEA

A primeira estrutura que a luz atinge é a córnea; até chegar à retina ela ainda atravessa pelo humor aquoso, cristalino e pelo humor vítreo (ZHAO *et al.*, 2018).

A córnea é transparente e avascular, protege as estruturas oculares interiores e contribui com 70% do poder de refração do olho. É altamente permeável ao CO₂, cerca de sete vezes mais que ao O₂; isso é necessário para resistência a alterações metabólicas. A energia em forma de ATP é gerada por meio da degradação da glicose, isso é necessário para manter sua transparência e desidratação (GASSON, 2010).

Após a irradiação dos raios de luz azul pela córnea, suas células epiteliais têm uma taxa de sobrevivência diminuída e tem um aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS). As células epiteliais da córnea ativam o domínio de ligação ROS-nucleotídeo, rico em leucina, via de sinalização contendo domínio de pirina-3 (NLRP3) -interleucina (IL)-1β e desencadeia a inflamação das células epiteliais corneanas (HCECs) induzida por pressão hiperosmótica de NLRP3 e regulação ascendente da secreção de IL-1 beta. Assim, o dano oxidativo mediado e a apoptose levam a mais inflamação ocular adicional e provocam formação de xerofthalmia. As microvilosidades do epitélio da córnea perdem a sustentação e estabilidade do filme lacrimal, levando a formação de olhos secos.

A irradiação de luz azul também tem um efeito inibitório nas células do estroma corneano dependendo do tempo de exposição.

Nesses casos, podem ser aplicados antioxidantes em olhos secos induzidos por luz azul (ZHAO *et al.*, 2018).

O EFEITO DA LUZ AZUL NO CRISTALINO

O cristalino é uma estrutura biconvexa, avascular, transparente envolvida por uma cápsula. Qualquer alteração na sua transparência ocorrendo uma opacidade congênita ou adquirida independente de seu efeito para a visão, é uma catarata (KANSKI, 2004).

O cristalino do olho contém proteínas estruturais, enzimas e metabólitos de proteínas que absorvem onda de luz. Os únicos carotenoides antioxidantes encontrados no cristalino são a Luteína



(L) e a Zeaxantina (Z), estes têm a capacidade de proteger as proteínas, os lipídios e o DNA do cristalino contra danos oxidativos. Essas substâncias e derivados são adicionados à proteína da lente para produzir pigmentos amarelos tornando-o mais escurecido e amarelado gradualmente.

Zhao (2018) demonstrou o efeito e a prevenção da luz azul sobre os olhos, e observou que a luz azul pode induzir a produção de ROS nas mitocôndrias das células epiteliais do cristalino (hLECs), que podem levar ao desenvolvimento de cataratas. E um aumento de enzimas antioxidantes em hLECs eliminam diretamente os radicais livres para reduzir os efeitos do peróxido de hidrogênio.

O cristalino amarelado aumenta significativamente a absorção da luz azul, bloqueando possíveis danos à retina. Essa modificação torna o cristalino opaco levando-o a formação da catarata (ZHAO, 2018).

EFEITOS DA LUZ AZUL NA RETINA

A luz azul pode atravessar o cristalino e atingir a retina causando danos fotoquímicos (ZHAO, 2018).

Na retina central contém uma área circular chamada mácula lútea medindo aproximadamente 5,5mm de diâmetro; histologicamente contendo xantofila e uma camada de células ganglionares. Doenças da área macular são denominadas de Degeneração macular relacionada a idade (DMRI) (KANSKI, 2004).

A mácula humana concentra exclusivamente três carotenoides: luteína, zeaxantina e *meso*-zeaxantina. A luteína e a zeaxantina devem ser obtidas de fontes alimentares, como vegetais de folhas verdes (couve, espinafre e brócolis) e frutas e vegetais laranja e amarelo, enquanto a *meso*-zeaxantina raramente é encontrada na dieta e acredita-se que seja formada na mácula por transformações metabólicas dos carotenoides ingeridos. Semelhante aos seus papéis nas plantas, luteína, zeaxantina e *meso*-zeaxantina atuam como antioxidantes protetores no olho. A química, biofísica e fisiologia desses pigmentos amarelos estão especificamente concentrados na *mácula lútea* onde desempenham papéis importantes como absorvedores de luz de comprimento de onda curto (azul) e antioxidantes localizados e eficientes em uma região de alto risco de estresse oxidativo induzido por luz (BERNSTEIN *et al.*, 2016).

Shang *et al* estudaram camundongos em 2017 e observaram que a LED azul induziu mais danos funcionais do que as LEDs vermelho ou verde. E demonstra a apoptose e necrose de fotorreceptores, promovida pelo LED azul a lesão fotoquímica.

A luz azul pode induzir a formação de ROS nas mitocôndrias do epitélio pigmentar da retina (EPR) humana, que levam à apoptose da retina. Moléculas de sinalização são liberadas das células retinianas externas, biomoléculas danificadas oxidativamente, disfunção e morte das células retinianas externas e remoção de detritos apoptóticos por micróglia retiniana ativada e macrófagos sistêmicos. A produção de radicais livres e as expressões de marcadores moleculares relacionados ao ferro demonstraram que o estresse oxidativos e a sobrecarga de ferro foram associados à lesão



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

da retina. Acredita-se que a formação de ROS, peroxidação lipídica e o enfraquecimento da fagocitose pelas células EPR sejam o mecanismo de toxicidade retiniana induzida pelo ferro (SHANG, 2017).

A gravidade da resposta inflamatória e o controle da gravidade da degeneração das células fotorreceptoras sugerem que a luz azul pode indiretamente causar reações inflamatórias e danos às células fotorreceptoras após a destruição da barreira hematorretiniana (ZHAO *et al.*, 2018).

O uso de lentes com bloqueadores de luz azul pode representar uma estratégia para reduzir esses efeitos nas células da EPR e retardar o aparecimento da DMRI (ABDOUH, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A luz azul está cada dia mais presente na vida do homem, seja natural ou artificialmente. Artificialmente através das lâmpadas e as telas de LED; seu uso inadequado pode ser fator de risco para várias condições patológicas sistêmicas e oculares.

As lentes que bloqueiam a luz azul mostraram eficientes quanto à proteção da incidência de radiação nociva aos olhos, podendo melhorar a regulação do metabolismo e secreção de melatonina, retardar a DMRI, evitar olho seco e a opacidade do cristalino.

É importante entender os distúrbios do sistema acomodativo e vergencial que provocam a tensão ocular digital para prescrever as lentes com bloqueador de luz azul de acordo com a sintomatologia de cada paciente.

Sabendo que a luz azul pode levar a formação da catarata, desencadear o surgimento da DMRI e provocar danos estromais na córnea, dependendo do tempo exposição; mais estudos poderão elucidar a compreensão do nível seguro de atenuação e do tempo de exposição à luz de comprimento de onda curto para minimizar os riscos à saúde associados à luz azul, permitindo o uso adequado de transmissão de luz suficiente para que os indivíduos desempenhem suas funções normais.

A eficiência das lentes com bloqueador de luz azul correlacionando com o tempo de uso das telas de LED poderia melhorar a prescrição de acordo com a idade e a atividade dos indivíduos. Principalmente com indivíduos que fazem uso noturno exacerbado das telas de LED e fazem uso contínuo de medicamentos psicotrópicos.

REFERÊNCIAS

ABDOUH, Mohamed; LU, Melissa; CHEN, Yunxi; GOYENECHÉ, Alicia. BURNIER, Julia; BURNIER JR, Miguel. Filtrar a luz azul atenua os efeitos deletérios induzidos pelo estresse oxidativos em células epiteliais pigmentares da retina humana. **Exp Eye Res.**, v. 217, p. 108978, 2022. DOI: 10.1016/j.exer.2022.108978. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35134392/> Acesso em: 13 ago 2022.

ALVES, Aderbal. **Refração**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica; Guanabara Koogan, 2014.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

ARMENGOL, Armando et al. Fatores de risco para doenças oculares. Importância e prevenção. **Medisur, Cienfuegos**, v. 14, n. 4, p. 421-429, ago. 2016. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727897X2016000400010&lng=en&nrm=iso
Acesso em: 17 jan. 2022.

BERNSTEIN, Paul; LI, Bixing; VACHALI, Preejith et al. Luteína, zeaxantina e meso-zeaxantina: A ciência básica e clínica subjacente às intervenções nutricionais baseadas em carotenoides contra doenças oculares. **Prog. Retn. Eye, Res.**, v. 50, p. 34-66, 2016. DOI:10.1016/j.preteyeres,2015.10.003.

CHAKRABORTY, Ranjay; COLLINS, Michael; KRIVANCIC, Henry et al. A resposta pupilar mediada por células ganglionares da retina intrinsecamente fotossensíveis (ipRGC) em humanos adultos jovens com erros de refração. **Journal of Optometry**, v.15, p. 112-121, abr./jun. 2022. DOI: 10.1016/j.optom.2020.12.001. Disponível em: <https://www.journalofoptometry.org/en-the-intrinsically-photosensitive-retinal-ganglion-articulo-S1888429620301230?referer=buscador>. Acesso em: 17 ago. 2022.

GASSON, Andrew; MORRIS, Judith. **The contact lens manual**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2010.

KANSKI, Jack J. **Oftalmologia Clínica- Uma abordagem sistemática**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2004.

LEUNG, Tsz; LI, Roger; KEE, Chea. Lentes de óculos com filtragem de luz azul: desempenho óptico e clínico. **JOURNAL PLOS ONE**, 03 jan. 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0169114>. Acesso em: 10 ago. 2022.

LIN, Jonathan; Gerratt, Blair; BASSI, Carl. APTE, Rajendra. Óculos de bloqueio de luz de comprimento de onda curto atenuam os sintomas de fadiga ocular. **Investigative ophthalmology & visual Science**, v. 58,p. 442-447, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.16-20663>. Disponível em: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2599717>. Acesso em: 15 ago. 2022.

RIOS, Paola. ZAVALA, Maria. Dissincria circadiana e seu efeito nos parâmetros da síndrome metabólica em trabalhadores: uma revisão integrativa da literatura. **Enfermagem Global**, v. 20, n. 62, abr. 2021 ISSN 1695-6141. DOI: <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.426881>. Disponível em: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412021000200018&lang=pt. Acesso em: 22 ago. 2022.

ROJAS, Pamela León Paez Fernando et al. Algo mais do que o ciclo circadiano? Aspectos Fisiológicos, Fisiopatológicos e Terapêuticos. **Revista Médica da Universidade da Costa Rica**, v. 13, n. 1, 2019. DOI: 10.15517/RMUCR.V13I.37625. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/medica/article/view/37625>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SANTOS, Arthur; FREITAS, Edineusa. Ritmos biológicos: como o mau uso de smartphones pode influenciar negativamente o sono. **Revista Neurociências**, v. 29, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/11394/8594>. Acesso em: 10 ago 2022.

SHANG, Yu; WANG, Gen; SLINNEY, David; YANG, Chang; LEE, LI. Dano retiniano induzido por diodo emissor de luz e sua dependência de comprimento de onda *in vivo*. **Internacional Journal of Ophthalmology**, v. 10, n. 2, 2017. DOI: 10.18240/ijo.2017.02.03. Disponível em: http://www.ijo.cn/qjyken/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=20170203&flag=1. Acesso em: 12 ago. 2022.

SONODA, Rodrigo. **Optologia V: Visão atual**. Bauru: Gradus, 2022.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EFICIÊNCIA DAS LENTES COM BLOQUEADOR DE LUZ AZUL
Alvaro Yoshiyuki Toda, Rodrigo Trentin Sonoda

SONODA, Rodrigo; SILVA, Francisca. PEREIRA, Rita. Optometria no Brasil: contextualizando sua atuação e função social. **RECISATEC - Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. e1337, 2021. ISSN 2763-8405. DOI: 10.53612/recisatec.v1i3.37. Disponível em: <https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/37/30>. Acesso em: 16 ago. 2022.

STEINMETZ, Jamie et al. Causas de cegueira e deficiência visual em 2020 e tendência ao longo de 30 anos, e prevalência de cegueira evitável em relação à VISÃO 2020: o direito à visão: uma análise para o estudo Global Burden of Disease. **The Lancet Global Health**, v. 9, ed 2, p. 144-160 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30489-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7).

VALDÉS-TOVAR, Marcela; ESTRADA-REYES, Rosa; SOLÍS-CHAGOYAN, Héctor et al. Modulação circadiana da neuroplasticidade pela melatonina: um alvo no tratamento da depressão. **British Journal of Pharmacology**, v. 175, p. 3200-3208, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/bph.14197>.

YAMMOUNI, Robert; EVANS, Bruce. A taxa de leitura na fadiga ocular digital é influenciada por anomalias binoculares e acomodativas? **Journal of Optometry**, v. 14, Q3, p. 229-239. DOI: 10.1016/j.optom.2020.08.006. Disponível em: <https://www.journalofoptometry.org/en-is-reading-rate-in-digital-articulo-S1888429620300960?referer=buscador>. Acesso em: 15 ago. 2022.

YAMMOUNI, Robert; EVANS, Bruce. Uma investigação de lentes convexas de baixa potência (adição) para fadiga ocular na era digital. **Journal Of Optometry**, v. 13, Q3, p. 198-209. DOI: 10.1016/j.optom.2019.12.006. Disponível em: <https://www.journalofoptometry.org/en-an-investigation-low-power-convex-articulo-S1888429620300017>. Acesso em: 15 ago. 2022.

YU, Asa; SHAN, Samantha; LAKSHMANAM, Yamunadevi; WONG, Francisca; CHOI, Kai; CHAN, Henry. Lentes de óculos com filtro azul seletivo protegem as células primárias de EPR porcina contra danos celulares induzidos por diodos emissores de luz. **JOURNAL PLOS ONE**, 24 may 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0268796. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0268796>. Acesso em 09 ago. 2022.

ZHAO, Zhi; ZHOU, Ying; TAN, Gang; LI, Juan. Progresso da pesquisa sobre o efeito e prevenção da luz azul nos olhos. **Internacional Journal of Ophthalmology**, v. 11, n. 12, 2018. DOI:10.18240/ijo.2018.12.20. Disponível em: http://www.ijo.cn/qjyken/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=20181220&flag=1. Acesso em 11 ago. 2022.