

ALINE CRISTINA FIORAVANTI LUI ALIONIS

**Lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta,
sem e com poder adicional de 0,4 D na zona de perto,
para astenopia digital**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de Oftalmologia

Orientador: Prof. Dr. Milton Ruiz Alves

(Versão Corrigida Conforme Resolução CoPGr6018/11, de 1 de novembro de 2011.

A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2021

ALINE CRISTINA FIORAVANTI LUI ALIONIS

**Lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta,
sem e com poder adicional de 0,4 D na zona de perto,
para astenopia digital**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de Oftalmologia

Orientador: Prof. Dr. Milton Ruiz Alves

(Versão Corrigida Conforme Resolução CoPGr6018/11, de 1 de novembro de 2011.

A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Lui Alionis, Aline Cristina Fioravanti
Lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz
azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 D na
zona de perto, para astenopia digital / Aline
Cristina Fioravanti Lui Alionis. -- São Paulo, 2021.
Tese (doutorado) -- Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Oftalmologia.
Orientador: Milton Ruiz Alves.

Descritores: 1.Astenopia 2.Saúde ocupacional
3.Síndrome da visão do computador 4.Doenças oculares
5.Medicina do trabalho

USP/FM/DBD-303/21

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

“O que faz andar o barco não é a vela enfunada,
mas o vento que não se vê...”.

Platão

DEDICATÓRIA

Ao meu estimado pai **Adamo Lui Netto** e à minha querida irmã **Tatiana**, por todo o apoio e tempo dedicados à esse projeto. Exemplos de vida, caracter e profissionalismo, meus principais incentivadores, vocês foram fundamentais nessa conquista. Sem vocês nada disso teria sido possível.

À minha querida mãe **Marli**, meu exemplo de força e amor, esteio da nossa família.

Ao meu querido marido **Francisco**, amigo e companheiro, pela paciência e compreensão ao longo da construção dessa tese.

Ao meu querido filho **Gabriel**, razão da minha existência, minha principal alegria, e que ensina todos os dias o sentido da vida.

À minha querida irmã **Giovana**, pelo carinho e cumplicidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu ilustre orientador **Prof. Dr. Milton Ruiz Alves**, exemplo de competência e ética, com quem tive a honra de aprender durante esse processo, pelos ensinamentos constantes, pela paciência, e principalmente, pela oportunidade de realizar essa tese.

Ao **Prof. Dr Mário Luiz Ribeiro Monteiro**, exemplo de dedicação à pesquisa e ao ensino.

Ao **Prof. Dr Remo Susanna Júnior**, exemplo de liderança na Oftalmologia brasileira e internacional.

À **Regina Ferreira de Almeida** pela atenção, apoio e amizade durante essa longa jornada.

À **Essilor** pelo fornecimento das armações, lentes oftálmicas e aviamento dos óculos, por meio de doação, o que permitiu que todos os participantes do estudo recebessem óculos e lentes de qualidade.

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver).

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e Siglas	ix
Lista de Símbolos.....	x
Lista de Quadros	xi
Lista de Tabelas	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Resumo	xiv
Abstract.....	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo principal.....	5
2.2 Objetivos secundários	5
3 REVISÃO DA LITERATURA	6
3.1 Astenopia digital	7
3.2 Fatores determinantes de astenopia digital	9
3.3 Frequência crítica de cintilação-fusão (FCF).....	13
3.4 Micro flutuações acomodativas.....	14
3.5 Diâmetro pupilar	17
3.6 Erros de refração	18
3.7 Luz azul.....	19
3.8 Lente com filtro seletivo de luz azul.....	20
3.9 Lentes adaptativas	21
4 MÉTODOS	23
4.1 Aspectos éticos.....	24
4.2 Tipo de estudo.....	24
4.3 População	24
4.3.1 Critérios de inclusão	24
4.3.2 Critérios de exclusão	25
4.4 Avaliação oftalmológica inicial	25
4.5 Lentes dispensadas	26

4.6	Formação de grupos	26
4.7	Aplicação dos Questionários.....	27
4.8	Avaliação oftalmológica complementar.....	29
4.9	Cálculo do tamanho amostral.....	29
4.1	Análise estatística.....	30
5	RESULTADOS	31
6	DISCUSSÃO	45
6.1	Limitações do estudo.....	52
7	CONCLUSÕES	54
8	ANEXO	56
A.	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq.....	57
B.	Questionários de astenopia e conforto visual	62
9	REFERÊNCIAS.....	65
10	APÊNDICES	76

LISTAS

ABREVIATURAS E SIGLAS

AA -	Amplitude de acomodação
AD -	Astenopia digital
AV -	Acuidade Visual
cm -	Centímetro
cpm -	Ciclos por minuto
D -	Dioptria
DC -	Dioptria Cilíndrica
DMRI -	Degeneração macular relacionada a idade
EE -	Equivalente Esférico
et al.	E colaboradores
EUA -	Estados Unidos da América
FCP –	Frequência crítica de cintilação-fusão
Fk-	Gráfico em que o eixo horizontal representa a distância do objeto visual e o eixo vertical representa o valor refrativo do olho e o grau de tensão do músculo ciliar é clasificado por cores que vão do verde (tensão baixa) ao vermelho (tensão alta).
h -	Hora
HFC-	Componentes de alta frequência
Hz -	Hertz (ciclos por segundo)
LED -	Diodo emissor de luz
mcd -	milicandela
n -	Índice de Refração
nm -	Nanômetro
OD -	Olho direito
OE -	Olho esquerdo
PPA -	Ponto próximo da acomodação
PPC -	Ponto próximo de convergência
seg -	Segundo

Sem -	Semana
SVC -	Síndrome da Visão do Computador
VFN -	Vergência Fusional Negativa
VFP -	Vergência Fusional Positiva

SÍMBOLOS

\geq -	Maior ou Igual
\leq -	Menor ou Igual
$>$ -	Maior
$<$ -	Menor
% -	Porcentagem
DP -	Desvio-Padrão
n -	Índice de refração
p -	Significância Estatística

QUADROS

- Quadro 1** - Dispensário óptico de lentes acomodativas 22
- Quadro 2** - Escala de 0 a 6 para avaliação dos sintomas relacionados à AD 28
- Quadro 3** - Escala de avaliação do conforto visual: poder estatístico 80%, nível de significância $\leq 0,05$ e tamanho da amostra para identificar diferença de 3,0 ou mais no escore total de AD 29

TABELAS

Tabela 1 -	Valores médios e desvios-padrão dos componentes esféricos e cilíndricos das lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>) e das lentes testadas (n=49).....	37
Tabela 2 -	Valores de AA e PPC (<i>baseline</i>) no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49).....	39
Tabela 3 -	Respostas ao questionário de astenopia no uso de lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>) e com filtro seletivo de luz azul-violeta (n=49).....	40
Tabela 4 -	Respostas ao questionário de astenopia com lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>) e com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49).....	42
Tabela 5 -	Respostas ao questionário de astenopia no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49).....	43
Tabela 6 -	Avaliação de conforto no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 D, na realização das atividades abaixo discriminadas (n=49).....	44

FIGURAS

Figura 1 -	Impacto do uso de computadores no piscar e superfície ocular.....	10
Figura 2 -	Impacto do uso de computadores na visão binocular.....	11
Figura 3 -	Aparelho para registrar a frequência crítica de cintilação-fusão (FCF)	14
Figura 4 -	A: Auto refrator dinâmico (AA-2 TM). B: Sistema de medição: micro flutuações acomodativas são medidas enquanto o examinado se concentra em uma imagem fora de foco, em cada distância pré-determinada.	15
Figura 5 -	Mapa Fk de pessoa normal, sem problema de tonicidade do músculo ciliar	16
Figura 6 -	Mapa Fk de pessoa com problema de tonicidade do músculo ciliar.....	17
Figura 7 -	Fluxograma da pesquisa.....	28
Figura 8 -	Escolaridade	32
Figura 9 -	Número de equipamentos com telas digitais usados simultaneamente no dia a dia	33
Figura 10 -	Média de horas diárias ocupadas em tarefas no computador	34
Figura 11 -	Posição confortável das mãos e braços no trabalho com o computador.....	35
Figura 12 -	Posição confortável do pescoço, ombros e costa, no trabalho com o computador.....	36
Figura 13 -	Distribuição dos erros de refração pelos componentes esféricos.....	38
Figura 14 -	Distribuição dos erros de refração pelos componentes cilíndricos	38
Figura 15 -	Fenômeno Rayleigh de dispersão. A luz vermelha passa pelo leite desnatado em um copo, sem dispersão. A luz azul passa pelo leite desnatado em um copo, com dispersão. A luz azul sofre dispersão ao atravessar em um olho com alteração na interface córnea-filme lacrimal. A colocação de uma lente com filtro azul bloqueia a passagem e a dispersão intraocular da luz azul e melhora a eficiência visual.....	50

RESUMO

Lui Alionis ACF. *Lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto para astenopia digital* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021.

Objetivo: Avaliar os efeitos (benefícios) do uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto para astenopia digital. **Métodos:** Realizou-se um ensaio clínico controlado, randomizado e mascarado, com 49 voluntários (idade, $29 \pm 5,5$ anos; masculino: feminino, 18: 31). A astenopia digital foi avaliada por meio de questionário. A amplitude de acomodação foi medida pelo método do ponto próximo de acomodação. O ponto próximo de convergência foi mensurado com a aproximação de um optotipo 0,50m até o examinado ver em diplopia. Estas avaliações foram realizadas com o uso de lentes oftálmicas sem filtro seletivo de luz azul (*baseline*) e após por 4 semanas com o uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto. O conforto visual no uso das lentes testadas foi avaliado nas atividades “ler um livro, usar o *smartphone*, assistir a TV, usar o computador e usar o *tablet*”. **Resultados:** Com base no questionário, o escore total de astenopia *baseline* ($17,61 \pm 5,51$) foi reduzido para $13,78 \pm 7,51$, no uso de lentes unifocais com filtro seletivo de luz azul-violeta ($p=0,003$) e para $12,53 \pm 10,28$ no uso das lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto ($p=0,000$). Entre as lentes testadas, não houve diferença no escore total de astenopia média ($p=0,002$) e na avaliação de conforto visual. A amplitude de acomodação média e o ponto de próximo de convergência médio não foram alterados. **Conclusões:** A astenopia digital *baseline* foi significativamente reduzida no uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 D na zona de perto. Os escores de astenopia digital e de conforto visual no uso das lentes testadas foram similares.

Descritores: Astenopia; Fadiga visual; Saúde Ocupacional; Síndrome da Visão do Computador; Doenças oculares; Medicina do Trabalho; Luz azul - violeta.

ABSTRACT

Lui Alionis ACF. *Ophthalmic lenses with selective blue-violet light filter, without and with additional 0.4 D power in the near zone for digital asthenopia* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2021.

Purpose: Evaluate the effects (benefits) of ophthalmic lenses with a selective blue-violet light filter, without and with additional power of 0.4 D in the near zone for digital asthenopia. **Methods:** A controlled, randomized and blinded clinical trial was conducted with 49 volunteers (age, 29 ± 5.5 years; male: female, 18:31). Digital asthenopia was evaluated by a questionnaire. Accommodation amplitude was measured by the near point of accommodation method. Near point of convergence was measured by approaching an optotype 0.50 m until the examined one sees in diplopia. Evaluations were carried out with the use of ophthalmic lenses without a selective blue-violet light filter (baseline), and after 4 weeks with the use of lenses with a selective blue-violet light filter, without and with an additional 0.4D power in the near zone. During the use of the tested lenses, visual comfort was evaluated in activities such as “read a book, use the smartphone, watch TV, use the computer and use the tablet”. **Results:** Based on the questionnaire, total baseline mean asthenopia score (17.61 ± 5.51) was reduced to 13.78 ± 7.51 , in the use of lenses with selective filter of blue-violet light ($p=0.003$) and for 12.53 ± 10.28 in the use of lenses with selective filter of blue-violet light with additional 0.4D power in the near zone ($p = 0.000$). Between the lenses tested, there was no difference in the total mean asthenopia score ($p=0.002$) and in the evaluation of visual comfort. Mean accommodation amplitude and mean near point of convergence were not changed. **Conclusions:** Baseline digital asthenopia was significantly reduced in the use of ophthalmic lenses with selective blue-violet light filter, without and with additional power of 0.4 D in the near zone. The scores of digital asthenopia and visual comfort in the use of the lenses tested were similar.

Descriptors: Asthenopia; Visual fatigue; Occupational health; Computer visual syndrome; Visual disorders; Occupational Medicine; Blue - violet light.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Astenopia é o termo que se aplica a ampla variedade de diferentes sintomas visuais. O *Dictionary of Visual Science*¹ define astenopia como um termo comumente utilizado para designar quaisquer sintomas visuais subjetivos ou desconforto com origem no uso dos olhos.

A utilização de novas tecnologias relacionadas às telas digitais incorporou novos hábitos visuais e desencadeou nos seus usuários um aumento significativo nas queixas de astenopia, incluindo fadiga visual, fotofobia, visão borrada, dificuldade de focalização, secura dos olhos e cefaleia².

Os sintomas astenopeicos podem ser intensos o suficiente para limitar atividades pessoais e profissionais^{2,3}. A identificação de fatores de risco da astenopia no uso de telas digitais é de grande importância para melhorar a função visual e diminuir o risco de fadiga visual^{4,5}.

Com a realidade das telas digitais ocorreram mudanças em relação à postura de leitura, desencadeando dor no pescoço, ombros e costas^{6,7}.

Uma pesquisa conduzida pelo instituto Ipsos⁸, com quatro mil indivíduos em quatro continentes, constatou que mais de 90% das pessoas com idades entre 20 e 65 anos usavam diariamente equipamentos com telas digitais. Verificou também, que mais de 60% dos pesquisados passavam quatro ou mais horas, todos os dias, em frente às telas digitais, e que em média, o uso por pessoa era de quatro equipamentos eletrônicos. Questionados se já haviam sentido algum desconforto relacionado com a exposição às telas digitais, 97% dos entrevistados brasileiros relataram sentir ao menos

um dos seguintes sintomas: cefaleia, olhos cansados, olhos secos, olhos lacrimejantes, desconforto visual, além de dor no pescoço, ombros ou costas. O estudo verificou que a exposição às multiteclas digitais levou a mudanças significantes da postura nas tarefas visuais de perto e na intensidade do esforço acomodativo, além de maior exposição à luz azul-violeta nociva ⁸.

O problema não é limitado aos adultos. As crianças estão cada vez mais expostas às telas digitais por propósitos educacionais e recreativos, tornando-se, também, susceptíveis de desenvolverem sintomas relacionados ao uso de equipamentos eletrônicos ⁹. O aumento do uso de dispositivos digitais por crianças e adolescentes trouxe um novo desafio ao combate à astenopia digital desde cedo. Um estudo indiano mostrou que 18% (103/576) dos estudantes com idades entre 11 e 17 anos referiram astenopia digital no final do dia, associada ao uso de dispositivos digitais ¹⁰.

O uso das telas digitais e o avanço da tecnologia da informação revolucionaram e beneficiaram a sociedade. Porém, ao longo do tempo, têm levado a alterações de função visual e sintomas relacionados ao seu uso, como a astenopia digital. O estudo se propõe a avaliar se o uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,40 D na zona de perto, é benéfico aos usuários de telas digitais que manifestam sintomas de astenopia digital.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

- Avaliar se o uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto, reduz os sintomas de astenopia digital.

2.2 Objetivos secundários

- Comparar os efeitos (benefícios) das lentes testadas para astenopia digital.
- Comparar as médias dos valores da amplitude de acomodação e do ponto próximo de convergência no uso das lentes testadas.
- Comparar o conforto visual no uso das lentes testadas em atividades como ler um livro, usar o *smartphone*, assistir a TV, usar o computador e usar o *tablet*.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Astenopia digital

Astenopia digital (AD) ou síndrome da visão do computador (SVC) é caracterizada por uma gama de sintomas relacionados à visão no uso de multitelas digitais ^{11, 12}. Embora os sintomas sejam comumente transitórios, a AD pode causar desconforto ocular significativo, podendo ter consequências econômicas substanciais aos usuários de telas digitais ^{11, 12}.

Collins *et al.* ¹³, em 1991, relataram que cerca de 15% das pessoas que procuraram avaliação ocular nos Estados Unidos da América (EUA), o fizeram por queixas visuais relacionadas ao uso do computador. Em 1988, cerca de 20% destas pessoas não receberam um diagnóstico definitivo e deixaram de ter acesso à um tratamento adequado ¹⁴. Em 2001, 70 milhões de famílias norte-americanas dispunham de um ou mais equipamentos com telas digitais ¹⁴.

Os sintomas mais comuns associados à AD incluem: tensão ocular, cefaleia, visão borrada, olhos secos, sonolência, dificuldade de concentração e movimento do texto na tela ^{15, 16}. Portello *et al.* ¹⁷ identificaram uma divisão clara dos sintomas relacionados à AD em duas categorias: (1) sintomas associados ao esforço acomodativo como tensão ocular, turvação da visão de perto e de longe após o uso prolongado do computador e dificuldades para mudar o foco da visão de longe para perto ou para meia distância e vice-versa; e (2) sintomas associados ao olho seco como

olhos irritados, cansados, desconfortáveis, com ardor, queimação e sensibilidade a luzes brilhantes.

O relatório *Digital Eye Strain* de 2016¹⁸ incluiu respostas de pesquisas de mais de 10 mil adultos norte-americanos e identificou prevalência de sintomas autorreferidos de olho seco de 65%, com mais mulheres afetadas do que homens, com prevalências de 69% e 60%, respectivamente. O olho seco foi relatado com maior frequência por pessoas que utilizavam dois ou mais dispositivos simultaneamente, em comparação com aqueles que utilizavam apenas um dispositivo por vez, com prevalências de 75% e 53%, respectivamente.

Considerando-se o olho seco, especificamente em usuários de telas digitais, uma meta-análise publicada em 2016¹⁹, incluiu dados de 11.365 indivíduos e estimou uma prevalência global de 49,5%, variando de 9,5% a 87,5%, valores superiores aos 5%-33% estimados para a população em geral. Vilela *et al.*²⁰ publicaram uma meta-análise que incluiu dados ligados à astenopia em populações pediátricas e encontraram uma prevalência de olho seco de 19,7%. Esses autores relataram dificuldades de comparação entre os estudos devido à ampla variação dos métodos diagnósticos empregados. Dado que a astenopia pode impactar na aprendizagem e no desempenho escolar, como as crianças estão cada vez mais expostas a dispositivos digitais, mais pesquisas são necessárias para medir a prevalência e as consequências dessa condição em crianças^{9,20}.

O uso de dispositivos digitais, em todo o mundo, e em todos os grupos etários, vem aumentando substancialmente nos últimos anos¹². Palaiologou²¹, em 2016, informou que nos países da comunidade europeia, 68% das crianças até os 3 anos de idade usavam regularmente dispositivos com telas digitais e 54% delas realizavam

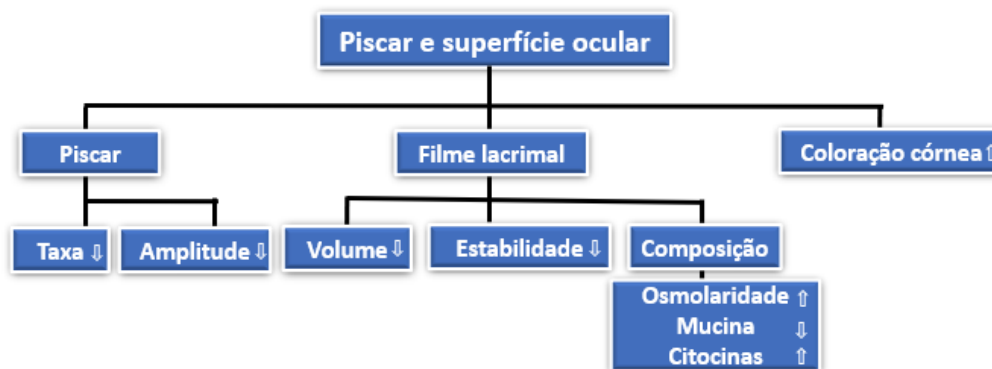
atividades *online*. No mesmo ano (2016), estimou-se que os adultos do Reino Unido, comumente, ocupavam 4h e 45min, por dia, com mídia digital ²². Os EUA exibiram padrão semelhante, aproximadamente dois terços dos adultos de 30 a 49 anos passavam 5h ou mais, por dia, em tarefas com dispositivos digitais ²³. O uso de mídias sociais e multitarefas foi particularmente proeminente entre os adultos mais jovens, com 87% dos indivíduos de 20 a 29 anos relatando o uso de dois ou mais dispositivos digitais, simultaneamente ²³.

Uma variedade ampla de questionários tem sido utilizada para identificar e classificar a intensidade dos sintomas de AD referidos pelos usuários de telas digitais ²⁴⁻³⁰. Questionários com validade e confiabilidade verificadas são ferramentas úteis para serem incorporadas tanto no atendimento regular ao paciente como em ensaios clínicos ligados à saúde ocular e visual dos trabalhadores envolvidos no uso de telas digitais ²⁷.

3.2 Fatores determinantes de astenopia digital

Vários estudos mostraram que o uso de dispositivos com telas digitais aumenta a tensão nos olhos e o desfoque em adultos jovens ³¹⁻³⁵, em até cinco vezes ³². Não está claro se esses sintomas ocorrem por efeitos no sistema acomodativo/vergência, na superfície ocular (incluindo o piscar) ou por uma combinação de ambos.

A Figura 1 sumariza o impacto do piscar na superfície ocular de usuários de computador.



FONTE: Modificado de Jaiswal *et al.*³⁶

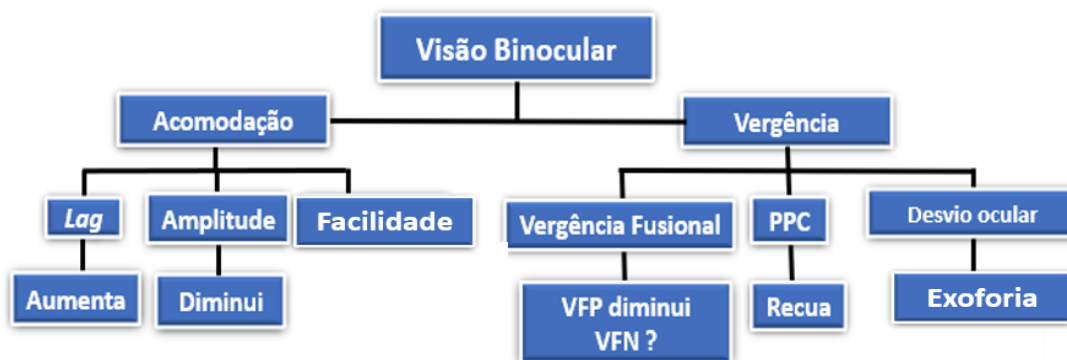
Figura 1 - Impacto do uso de computadores no piscar e superfície ocular

A redução da taxa e amplitude do piscar, no uso de computadores, aumenta a evaporação e diminui a secreção lacrimal, desencadeando diminuição do volume e da estabilidade lacrimal, redução de mucinas e aumento de osmolaridade e de citocinas inflamatórias³⁶. Essas alterações, no seu conjunto, levam à ceratopatia ponteadada superficial e aumento do tingimento da superfície ocular. Os sintomas “olhos irritados, secos, desconfortáveis, com ardor, queimação e sensibilidade à luzes brilhantes” são comumente associados com essas alterações³⁶.

A frequência do piscar é, portanto, relevante na avaliação de sintomas oculares de olho seco evaporativo relacionados especificamente ao uso do computador^{37, 38}. Patel *et al.*³⁷ relataram uma taxa média de 18,4 piscadas/min antes do uso do computador, diminuindo para 3,6 piscadas/min durante a operação; enquanto Tsubota e Nakamori³⁸ observaram uma taxa média de 22 piscadas/min entre os trabalhadores de escritório em condições relaxadas, reduzindo para 7 piscadas/min no uso de tela digital.

A inibição do piscar pode surgir de alta demanda cognitiva ou de condições de baixa legibilidade, exigindo um alongamento da duração de fixação visual, permitindo assim, um maior tempo para a aquisição das informações visuais ³⁹. O aumento da demanda cognitiva (por exemplo, ler material mais desafiador) exacerba o efeito de estressores visuais, como baixo contraste e erro refrativo ³⁹. A influência específica dos dispositivos digitais em piscadas incompletas não é clara, sendo necessárias mais pesquisas para a abordagem desse problema ⁴⁰.

A Figura 2 resume o impacto do uso de computadores na visão binocular.



FONTE: Modificado de Jaiswal *et al.* ³⁶

Figura 2 - Impacto do uso de computadores na visão binocular

No uso de dispositivos com telas digitais ocorre aumento da defasagem ou *lag* acomodativo. O *lag* acomodativo deve-se ao valor inferior de uma resposta acomodativa a um determinado estímulo visual. Se o *lag* exceder a profundidade de foco surgem sintomas como o borramento visual e fadiga ocular ³⁶. A defasagem de acomodação ao observar telas digitais foi estudada por Collier e Rosenfield ⁴¹. Esses autores relataram uma defasagem média estável de aproximadamente 0,93D, entre 20 adultos, durante uma tarefa baseada em uso de tela digital (*laptop*) por 30 min.

Notavelmente, não foram identificadas diferenças nas respostas de acomodação estática entre os mais sintomáticos e os menos sintomáticos.

Foi demonstrada uma redução na amplitude de acomodação (AA) após a realização de tarefas visuais no computador e em *iPad*, por 20 minutos, a uma distância da tela digital de 50 cm⁴². Uma redução significativa da AA monocular de 1,14 D foi observada após 30 min de observação de filme em *smartphone* e de 0,74 D após a leitura de livro, por 30 min⁴³. Em pessoas jovens uma redução de 1,00 D de AA pode não ser clinicamente relevante em curtos espaços de tempo, mas pode originar sintomas astenopeicos no uso de telas digitais por tempos mais prolongados⁴⁴.

Facilidade acomodativa ou *facility* refere-se à habilidade para mudar o foco em uma variedade de distâncias de um alvo visual e tem sido relacionada com dificuldades na visão dinâmica^{45, 46}. Contudo, a falta de reprodutibilidade do método de aferição da *facility* limita a sua aplicação³⁶.

Os indivíduos com problemas de visão binocular apresentam mais sintomas visuais com o uso prolongado dos olhos⁴⁷⁻⁴⁹. Watten *et al.*⁵⁰ relataram reduções significativas nas amplitudes vergenciais no final de um dia de trabalho com dispositivos digitais. A execução de tarefas visuais leva a diminuição da vergência fusional positiva (VFP), porém não há consenso em relação a vergência fusional negativa (VFN). A associação entre essas vergências e sintomas de desconforto ocular e visual permanece inconclusiva³⁶.

Em relação ao ponto próximo de convergência (PPC) comumente ocorre recuo³⁶. E mesmo em ortofóricos há tendência para manifestação de leve exoforia, ao final de um dia de uso de dispositivos com telas digitais⁴⁴.

3.3 Frequência crítica de cintilação-fusão (FCF)

A frequência crítica de cintilação-fusão (FCF) é um indicativo métrico reconhecido de fadiga acomodativa ⁵¹. A FCF corresponde à frequência na qual uma luz cintilante é indistinguível de uma luz constante e não cintilante. Um declínio nesse parâmetro tem sido atribuído à redução de atividade acomodativa (fadiga) ⁵²⁻⁵⁴.

Tiraboshi ⁵⁵ utilizou um microcontrolador (Arduino nano) com placa de ensaio conectada a tela de cristal líquido, um botão de resposta e um diodo emissor de luz (LED difuso) com 5 mm de diâmetro, cor da lente opaca, com intensidade luminosa de 3000 mcd e cor avermelhada (620 a 630nm). Por meio de ondas quadradas o microcontrolador aciona o LED em várias frequências diferentes, cujos valores são exibidos na tela de cristal líquido ligada ao sistema. A tela de cristal líquido registra a resposta dos participantes e só é visível para o experimentador. Inicialmente, o microprocessador começa acionando o LED em uma frequência baixa e aumenta a frequência constantemente (1 Hz/2 seg) até o momento no qual o participante passa a perceber a luz do LED que está piscando em uma frequência cada vez maior, como constante (limite ascendente). O participante é instruído, neste momento, a acionar o botão e o microprocessador registra a resposta e imediatamente inicia-se a apresentação decrescente do estímulo, no qual inicialmente a luz LED oscila em uma frequência muito alta, oscilação imperceptível. As apresentações ascendentes começam entre 8 e 12 Hz – terminando em 80 Hz e a descendente começa em um número aleatório e termina em 1 Hz. A Figura 3 mostra um equipamento sendo utilizado para registrar a frequência crítica de cintilação-fusão.



FONTE: Disponível:http://www.sitoho.com/eshop/product.php?id_product=620

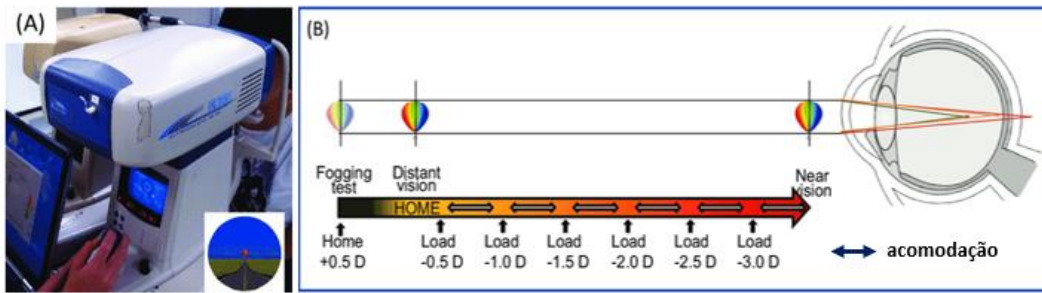
Figura 3 - Aparelho para registrar a frequência crítica de cintilação-fusão (FCF)

3.4 Micro flutuações acomodativas

A resposta acomodativa a um alvo próximo, estacionário, exhibe micro flutuações acomodativas do músculo ciliar representadas por pequenas variações temporais de potência de até 0,25D, compreendendo um componente de baixa frequência menor que 0,6Hz e outro de alta frequência maior que 1-2,3 Hz^{55,56}.

Acredita-se que o componente de baixa frequência seja importante na manutenção da acomodação de estado estável⁵⁶. Por isso, o exame das micro flutuações acomodativas poderia dar uma visão da precisão do sistema de controle de *feedback* negativo da resposta acomodativa a quaisquer estímulos, incluindo aqueles de telas digitais⁵⁶.

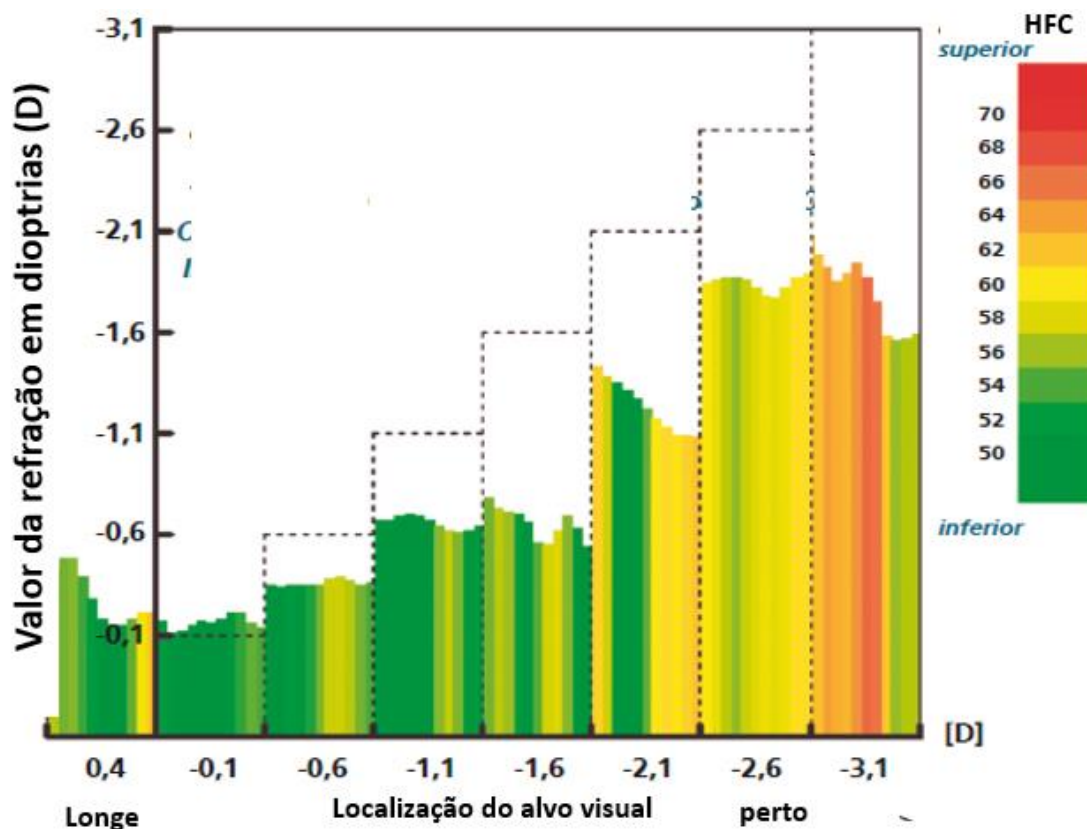
O exame é feito com um auto refrator com um sistema de medição mostrado na Figura 4.



FONTE: Modificado de Kaido *et al.*⁵⁶

Figura 4 – **A:** Auto refrator dinâmico (AA-2 TM). **B:** Sistema de medição: micro flutuações acomodativas são medidas enquanto o examinado se concentra em uma imagem fora de foco, em cada distância pré-determinada

O registro de um exame normal é mostrado na Figura 5. O eixo horizontal do gráfico Fk aponta a distância do alvo visual. O eixo vertical mostra o estado refrativo do olho. Cada barra vertical representa a resposta refrativa do olho para uma distância alvo. As barras são coloridas para representar a frequência de ocorrência de alta frequência das micro flutuações acomodativas. Em outras palavras, o grau de tensão do músculo ciliar é classificado de acordo com a cor. Uma tensão fraca no músculo ciliar é representada em verde. Uma forte tensão no músculo ciliar aparece em vermelho. O intervalo entre esses extremos é então indicado por uma graduação de cores proporcional padronizada.

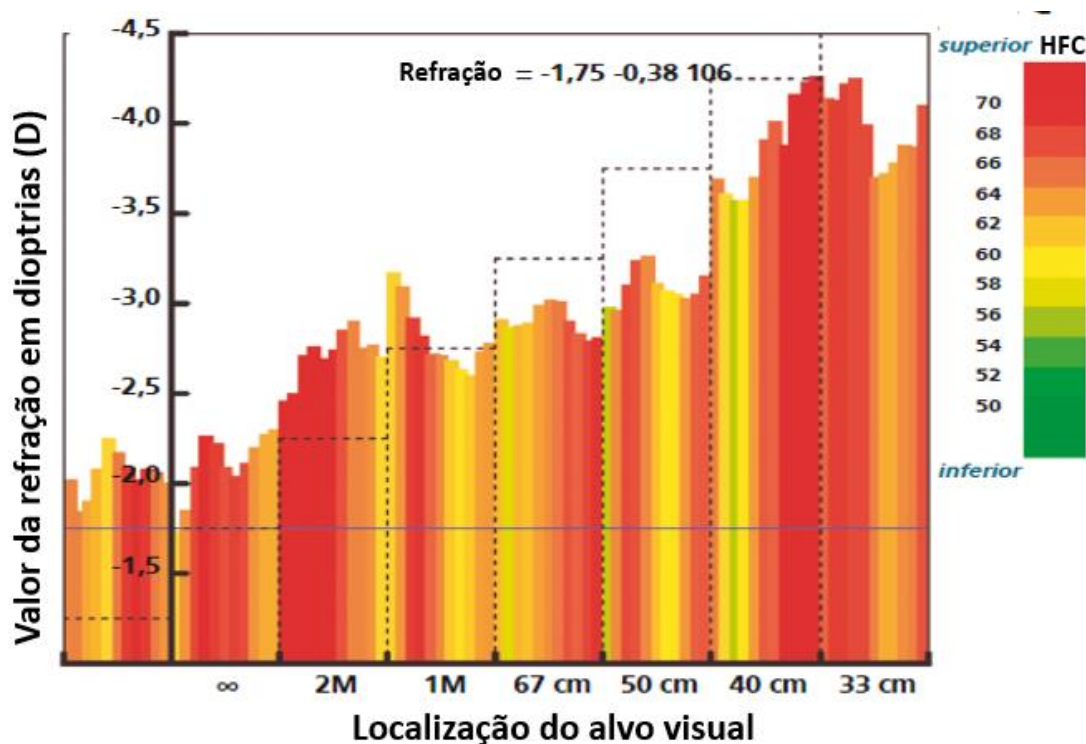


HFC – contrações de alta frequência

Figura 5 – Mapa Fk de pessoa normal, sem problema de tonicidade do músculo ciliar ⁵⁷

Observe que a resposta refrativa do olho normal aumenta à medida que o alvo visual se aproxima, o verde é a cor predominante para alvos distantes e o vermelho para alvos próximos.

A Figura 6 mostra o mapa FK de uma pessoa com problema de tonicidade de acomodação, nele pode-se notar que para qualquer distância de foco, há uma forte tensão trabalhando no músculo ciliar.



HFC – contrações de alta frequência

Figura 6 – Mapa Fk de pessoa com problema de tonicidade do músculo ciliar⁵⁷

3.5 Diâmetro pupilar

O reflexo de perto inclui a tríade: acomodação, convergência e miose⁴⁰. O monitoramento do diâmetro da pupila, na realização de tarefas visuais próximas, levou à hipótese de que um aumento no tamanho do diâmetro pupilar indicaria piora de função visual, devido aos efeitos prejudiciais na profundidade do foco³⁹. Gray *et al.*⁵⁸ relataram um aumento significativo no diâmetro da pupila, embora tenham obtido apenas uma fraca correlação do diâmetro pupilar com queixas subjetivas de AD. Por outro lado, Saito *et al.*⁵⁹ observaram em alguns casos redução do diâmetro da pupila e aumento da amplitude dos reflexos pupilares após a realização de tarefas prolongadas

em telas digitais e postularam que a miose poderia ter sido desencadeada por espasmos do músculo do esfíncter da pupila e do músculo ciliar.

3.6 Erros de refração

Astenopia e fadiga acomodativa são sintomas comuns de erros de refração hipermetrópicos e astigmáticos subcorrigidos¹⁶. A correção do erro refrativo (notadamente o astigmatismo) é uma intervenção importante em portadores de AD⁴⁰. Estudos randomizados duplamente mascarados estabeleceram que valores entre $\pm 0,50$ e $\pm 1,00$ DC de erro astigmático simulado não corrigidos impactaram negativamente no conforto visual subjetivo^{60,61}. Esses estudos mostraram que valores entre $\pm 1,00$ e $\pm 2,00$ DC de erro astigmático induzido ou natural aumentaram os erros de tarefa visual em até 370% e reduziram significativamente a produtividade do trabalho nas telas digitais⁶².

A variedade de distâncias de tarefas visuais envolvidas no uso de diferentes dispositivos digitais pode ser problemática para muitos indivíduos. Pequenas fontes são comuns em *smartphones* devido ao tamanho reduzido de sua tela, e a observação prolongada destas fontes, em distâncias pequenas (média de 32,2 cm estabelecida em adultos), pode desencadear AD⁶³. Um afastamento entre 50 cm e 63,5 cm foi recomendado para os monitores de computador⁶⁴. Óculos com lentes projetadas com mudança na distribuição de potência na parte inferior da lente para auxiliar o foco na visão de perto foram desenvolvidos para reduzir a AD em maior medida do que a intervenção ergonômica¹⁰.

3.7 Luz azul

O relatório de 2019 da Anses (*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail - France*)⁶⁵ reporta: (1) Efeitos fototóxicos de curto prazo associados à exposição aguda à luz azul e efeitos de longo prazo associados à exposição crônica por vários anos, pode aumentar o risco de degeneração macular relacionada à idade (DMRI); (2) Estudos experimentais em animais mostraram que a retina é mais vulnerável aos efeitos da fototoxicidade à noite; (3) Dispositivos de luz LED, como telas digitais e iluminação ambiente emitem luz particularmente rica em azul; (4) Relata três fenômenos visuais desencadeados pela exposição à dispositivos de luz LED: cintilação, efeito estroboscópico (imobilidade aparente ou desaceleração de um objeto em movimento) e efeito de rede fantasma (permanência da imagem durante um breve movimento ocular); (5) Relata que fadiga visual, dores de cabeça e enxaquecas podem ser desencadeados pela exposição aos dispositivos de luz LED sem a percepção consciente de qualquer modulação; (6) A exposição à luz azul à noite interrompe o relógio biológico, o sono e a produção de melatonina que é essencial para a adequada sincronização de todas as funções biológicas com o ritmo dia/noite; e (7) Chama a atenção para o fato de que crianças e adolescentes, expostos desde cedo, especialmente às telas digitais de computadores, *tablets*, celulares, TV, etc., constituem uma população particularmente sensível.

As lentes oftálmicas com filtro de luz azul, disponíveis comercialmente, reduzem a fototoxicidade de 10,6% a 23,6%, sem degradar o desempenho visual, e têm sido, portanto, sugeridas como um auxílio suplementar na proteção dos olhos contra o perigo da luz azul⁶⁶.

A exposição à luz azul é o principal fator envolvido na definição do ritmo circadiano ⁶⁷. A exposição à luz azul-violeta emitida por dispositivos digitais (*tablet*, computador e TV) antes de dormir pode interromper os padrões de sono, enquanto o uso de óculos com filtro seletivo da luz azul-violeta nociva à noite pode melhorar a duração e qualidade do sono e reduzir o alerta subjetivo ^{68, 69}.

A luz azul emitida por dispositivos digitais também foi implicada como uma causa de AD ⁵². O uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta parece atenuar os sintomas de AD ^{70, 71}. No entanto, uma revisão sistemática recente da literatura sugeriu a necessidade de pesquisas de alta qualidade, idealmente sob a forma de ensaios clínicos randomizados, para avaliar os efeitos na saúde ocular decorrentes do uso de lentes oftálmicas com filtro de luz azul ⁶⁹.

3.8 Lente com filtro seletivo de luz azul-violeta

Várias lentes disponíveis no mercado oferecem proteção contra a luz azul ⁷². No entanto, com o uso da tecnologia de filtro interferencial foi possível construir a primeira lente que bloqueia seletivamente a luz azul ⁷³. A lente oftálmica revestida com Crizal® Prevenia™ e a lente EyeZen™ bloqueiam 20% da luz azul-violeta nociva (400-450 nm) e transmitem 96% da luz azul-turquesa benéfica (465-495 nm), preservando as funções visuais e as não visuais como a estimulação do reflexo pupilar e a sincronização do relógio biológico (ciclo sono/vigília, ciclos hormonais, memória, performance cognitiva, etc.) ^{73, 74}.




3.9 Lentes acomodativas

São indicadas para pré-prébitas e para usuários de telas digitais, pois atendem a perda acomodativa (redução de AA) que ocorre na realização de tarefas visuais de perto ⁷⁴. Foi relatada redução significativa da AA monocular de 1,14 D após 30 min de observação de filme em *smartphone* e de 0,74 D após a leitura de livro, por 30 min ⁴³. Após os 30 anos de idade, o ajuste do foco feito pelo músculo ciliar começa a ficar débil, causando cansaço visual, irritação ocular e cefaleia ⁴³. Atualmente este “desgaste” visual está acontecendo bem antes do tempo normal, devido ao uso excessivo de celulares, *tablets* e computadores ⁶⁴.

As lentes EyeZen™ 0,4 são classificadas como lentes acomodativas. Foram concebidas para reduzir a fadiga visual de pessoas que passam muito tempo realizando tarefas visuais em telas digitais ⁶⁴.

O Quadro 1 mostra um dispensário óptico de lentes acomodativas.

Quadro 1 - Dispensário óptico de lentes acomodativas ⁷²

ESSILOR ACOMODATIVAS		ALTURA	IR	ABBE	ESFÉRICO	CILINDRO	LOGO PRINCIPAL	LOGO NASAL	ADIÇÃO	RS SEM ANTIRREFLEXO	CRIZAL EASY	CRIZAL FORTE	CRIZAL SAPPHIRE	CRIZAL PREVENIA
										INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR
EYEZEN	Orma		1.50	58	-10,00 a +6,00	-6,00			0,40	---	493	794	869	869
	Airwear		1.59	32				P		---	603	904	979	979
HOYA ACOMODATIVAS		ALTURA	IR	ABBE	ESFÉRICO	CILINDRO	LOGO PRINCIPAL	LOGO NASAL	ADIÇÃO	RS SEM ANTIRREFLEXO	CLEANTECH NO RESK LONG LIFE	BLUECONTROL		
										INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR	SENSITY	POLARIZADO
HOYA SYNC III	SYNC 5 (Ad 0,57)	1.5	1.5	58	-8,00 a +6,00	-6,00	DS	1	0,57	---	---	799	1214	1199
	Trivex		1.53	43				X		---	---	939	1354	---
	SYNC 9 (Ad 0,95)	1.67	1.67	32	-13,00 a +7,50			5	0,95	---	---	1574	1989	---
	SYNC 13 (Ad 1,32)	1.74	1.74	33	-13,00 a +9,00			7	1,32	---	---	1864		---
OPTVIEW ACOMODATIVAS		ALTURA	IR	ABBE	ESFÉRICO	CILINDRO	LOGO PRINCIPAL	LOGO NASAL	ADIÇÃO	RS SEM ANTIRREFLEXO	ANTIRREFLEXO		AR COM TRATAMENTO UV +	
										ANTIRRISCO	FASTKOT	FASTKOT SH	FASTKOT	FASTKOT SH
FREEVIEW ACOMODA	1.5	1.50	58	-8,00 a +6,00	-4,00		1.50	0,50	412	562	---	---		
	1.56	1.56	39	-8,00 a +6,00			1.56	0,75	---	---	687	837		
	1.59	1.59	30	-8,00 a +7,00			1.59		---	---	687	837		
	1.67	1.67	32	-9,50 a +7,50			1.67		---	---	1550	1700		
ZEISS ACOMODATIVAS		ALTURA	IR	ABBE	ESFÉRICO	CILINDRO	LOGO PRINCIPAL	LOGO NASAL	ADIÇÃO	RS SEM ANTIRREFLEXO	DURAVISION CHROME	DURAVISION SILVER	DURAVISION PLATINUM	DURAVISION BLUEPROTECT
										INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR	INCOLOR
ZEISS DIGITAL INDIVIDUAL LENSES	1.5	1.5	58	-6,00 a +5,00	-4,00		DI	0,50	---	---	---	---	549	
	Poli	1.59	30				DI	0,51	---	---	---	---	699	
	1.6	1.6	42	-10,00 a +6,00			DI	0,52	---	---	---	---	839	
	1.67	1.67	32				DI	0,53	---	---	---	---	1429	
	1.74	1.74	33	-20,00 a +16,00			DI	0,54	---	---	---	---	1789	

4 MÉTODOS

4 MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo - CAAE n.º 87584318.1.3001.0065 (Anexo A). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

4.2 Tipo de estudo

Realizou-se um estudo clínico controlado, randomizado e mascarado.

4.3 População

Com a população composta por 49 usuários de computador, o estudo foi conduzido de setembro de 2018 a junho de 2019.

4.3.1 Critérios de inclusão

Foram observados os seguintes critérios de elegibilidade: (1) idades entre 16 e 40 anos; (2) ambos os sexos; (3) usuários de computadores por no mínimo 4 horas diárias e 20 horas semanais; (5) portadores de erros de refração com componentes esféricos entre $\pm 4,00$ D e cilíndricos entre $\pm 2,00$ DC; e (6) usuários de óculos com

lentes oftálmicas sem filtro seletivo de luz azul-violeta, atualizadas há menos de 6 meses.

4.3.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos: (1) os portadores de afecção ativa de natureza alérgica, inflamatória ou infecciosa na superfície ocular ou de anexos; (2) usuários de medicações que influenciam a visão e/ou a função muscular; (3) usuários de lentes de contato; (4) portadores de estrabismo e/ou ambliopia; e (5) portadores de anisometropia maior que 1,50 D.

4.4 Avaliação oftalmológica inicial

Os participantes do estudo foram submetidos a exame oftalmológico completo com medida da acuidade visual (AV) de longe e perto, sem e com a melhor correção, medidas da amplitude de acomodação (AA) e do ponto próximo de convergência (PPC), avaliação de motilidade ocular extrínseca (teste de cobertura); refração ocular sob cicloplegia (ciclopentolato a 1%), biomicroscopia do segmento anterior ocular, medida da pressão intraocular (PIO) e fundoscopia.

A AA foi medida pelo método do ponto próximo de acomodação (PPA). Com a correção de longe, o PPA foi medido no OD, ocluindo o OE e aproximando um optotipo 0,50m progressivamente do OD até o participante ver desfocado. Depois, foi medido no OE, ocluindo-se o OD. A AA média foi obtida pelo inverso das médias das medidas do PPA, em dioptrias. A medida do PPC foi feita colocando-se um optotipo 0,50 m a 40 cm, na linha média dos olhos do examinado. Depois, o optotipo era

aproximado progressivamente até o participante referir ver duas imagens (quebra da fusão). O PPC representou a medida em cm da distância do optotipo aos olhos em que ocorreu a quebra da fusão.

Os participantes receberam as prescrições ópticas e foram encaminhados à Óptica destacada pela Essilor para o aviamento dos óculos e agendado retorno com o pesquisador, para a entrega dos óculos. Os participantes não receberam quaisquer orientações para alterar a ergonomia do seu trabalho com as telas digitais, nem para aumentar a frequência do piscar, fazer intervalos ou utilizar colírios lubrificantes.

4.5 Lentes dispensadas

Foram aviados dois pares de óculos, um com lentes de policarbonato (n=1,67) com Crizal® Previncia™ e o outro, com lentes de policarbonato (n=1,67) Eyezen™ 0,4 com Crizal® Sapphire™. As lentes foram montadas em armações similares de acetado e centradas na altura da pupila, levando-se em conta a medição da distância pupilar para visão de longe. Os óculos antes de serem entregues aos participantes tiveram conferidos a potencia dióptrica das lentes, distância entre os centros ópticos e centralização na pupila.

4.6 Formação de grupos

Os participantes foram randomicamente divididos em dois grupos, por meio do uso de números aleatórios sem repetição obtidos em planilha Excel. Os indivíduos do primeiro grupo (n=25) receberam óculos montados com lentes de policarbonato

(n=1,67) com Crizal® Previncia™ enquanto os integrantes do segundo grupo receberam lentes de policarbonato (n=1,67) Eyezen™ 0,4 com Crizal® Sapphire™. Após quatro semanas de uso, estes óculos foram trocados por novos óculos montados em armações similares. Ou seja, os participantes do primeiro grupo receberam agora óculos com lentes de policarbonato (n=1,67) Eyezen™ 0,4 com Crizal® Sapphire™ e os do segundo grupo receberam lentes de policarbonato (n=1,67) com Crizal® Previncia™ (Figura 7).

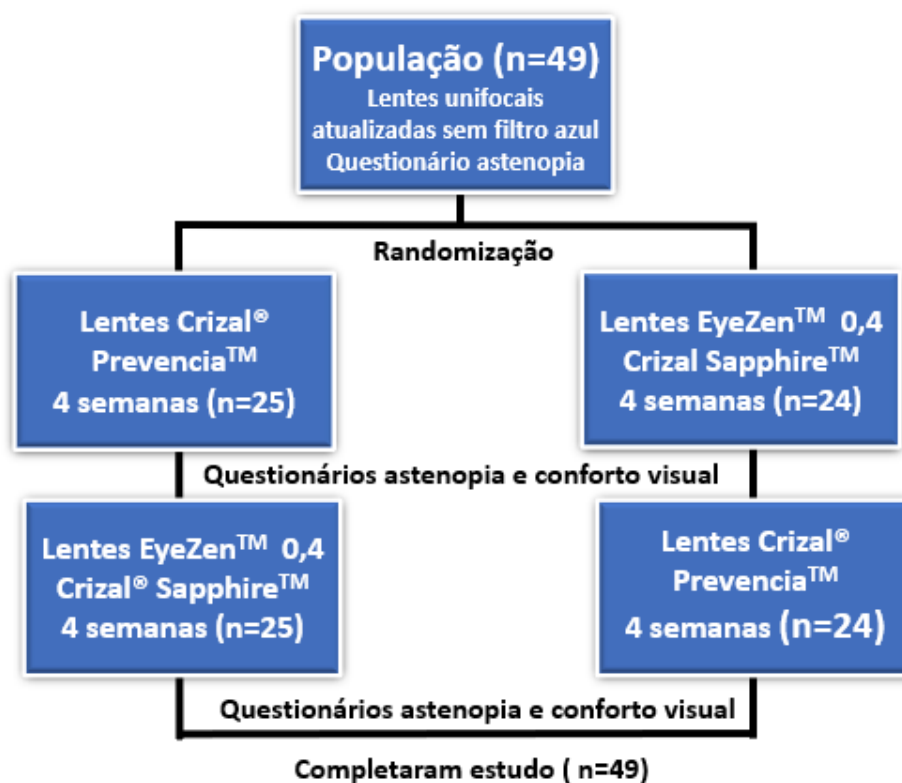
4.7 Aplicação dos Questionários

A avaliação quantitativa de AD no *baseline* e no uso das lentes testadas foi feita utilizando o questionário modificado por Kim et al.³¹, da versão original proposta por Ames *et al.*²⁵, em que 10 sintomas de astenopia são avaliados em uma escala quantitativa de 0 a 6, com 0 definido como nenhum e 6 como mais intenso; uma pontuação de 60 corresponderia à astenopia mais intensa (Quadro 2) (Anexo B). Na avaliação quantitativa de conforto visual, com os óculos dispensados pelo pesquisador, na realização das atividades “ler um livro, assistir TV, usar *smartphone*, usar computador e usar *tablet*” foi empregada uma escala quantitativa de 0 a 10 (Anexo B).

Quadro 2 - Escala de 0 a 6 para avaliação dos sintomas relacionados à AD

Sintomas	Nenhum	Leve	Moderado	Intenso
Olhos cansados	0	1, 2	3, 4	5, 6
Olhos doloridos	0	1, 2	3, 4	5, 6
Olhos irritados	0	1, 2	3, 4	5, 6
Olhos lacrimejantes	0	1, 2	3, 4	5, 6
Olhos secos	0	1, 2	3, 4	5, 6
Olhos com ardor e queimação	0	1, 2	3, 4	5, 6
Visão borrada de longe	0	1, 2	3, 4	5, 6
Visão borrada de perto	0	1, 2	3, 4	5, 6
Dificuldade de focalização (visão dinâmica)	0	1, 2	3, 4	5, 6
Desconforto visual	0	1, 2	3, 4	5, 6

FONTE: Modificado por Kim et al.³¹ da versão original proposta por Ames et al.²⁵

**Figura 7 -** Fluxograma da pesquisa

4.8 Avaliação oftalmológica complementar

Ao final das 4 semanas de uso de cada um dos óculos dispensados, os participantes foram submetidos novamente a medida da AV de longe e perto, sem e com a melhor correção, medidas da AA e do PPC, avaliação de motilidade ocular extrínseca (teste de cobertura), biomicroscopia do segmento anterior ocular e fundoscopia. As avaliações oftalmológicas e o preenchimento dos questionários ocorreram no início do período da tarde.

4.9 Cálculo do tamanho amostral

Os valores usados para o cálculo do tamanho amostral foram o poder estatístico de 80%, nível de significância $\leq 0,05$, e tamanho da amostra para identificar uma diferença de 3,0 ou maior no escore total de astenopia digital.

Quadro 3 - Escala de avaliação do conforto visual: poder estatístico (80%), nível de significância $\leq 0,05$ e tamanho da amostra para identificar uma diferença de 3,0 ou maior no escore total de astenopia digital

Grupos testados	Tamanho da amostra
Baseline x Lente com filtro seletivo de azul - violeta	n = 32
Baseline x Lente com filtro seletivo de azul - violeta e poder adicional de 0,4 D na zona de perto	n = 36

* single sided test $p < 0,05$

4.10 Análise estatística

Para a análise dos dados foi criado um Banco de Dados no programa Microsoft Excel 365. Os cálculos estatísticos foram feitos com emprego do Programa R Studio versão 1.2.5001 ⁷⁵.

A verificação de normalidade dos dados foi feita com o emprego do teste Shapiro-Wilk. Os dados das variáveis nominais e ordinais foram apresentados em porcentagem e os das variáveis quantitativas, em médias e desvios-padrão. O teste ANOVA para amostras repetidas foi utilizado para avaliar diferenças entre as médias dos valores da AA e do PPC, entre *baseline* e as lentes testadas. O teste de Wilcoxon foi aplicado para analisar diferenças entre as médias dos escores dos sintomas de AD entre *baseline* e as lentes testadas. O teste de Wilcoxon foi também empregado para analisar o conforto visual no uso das lentes testadas. Os resultados foram analisados mediante um nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

A média e o desvio-padrão das idades dos participantes do estudo foi de 29,05 \pm 5,50 anos, sendo 31(63%) do sexo feminino e 18 (37%) do sexo masculino. Quatro (8%) dos sujeitos completaram o ensino médio, 9 (18%) referiram ter ensino superior incompleto e 36 (74%) o ensino superior completo (Figura 8).

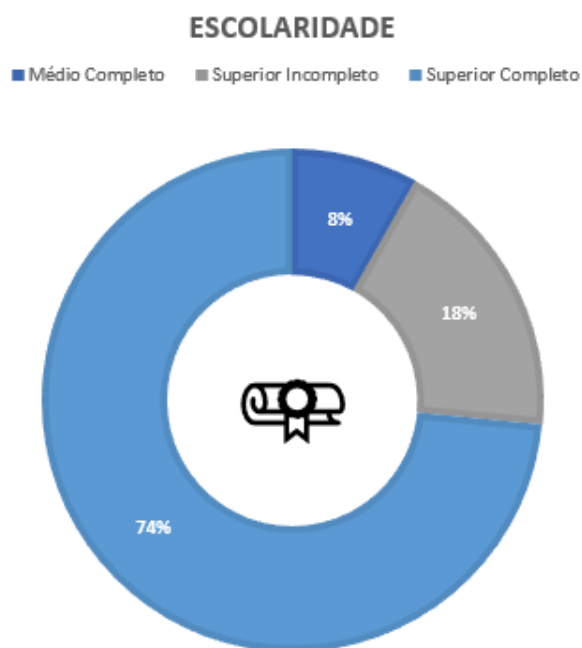


Figura 8 - Escolaridade

Em relação ao número de equipamentos com telas digitais usados, simultaneamente, no dia a dia, 36 (73%) reportaram até 3, enquanto outros 13 (27%) referiram de 4 a 5 dispositivos (Figura 9).

**NÚMERO DE EQUIPAMENTOS USADOS SIMULTANEAMENTE
NO DIA A DIA**

■ 1 a 3 ■ 4 a 5

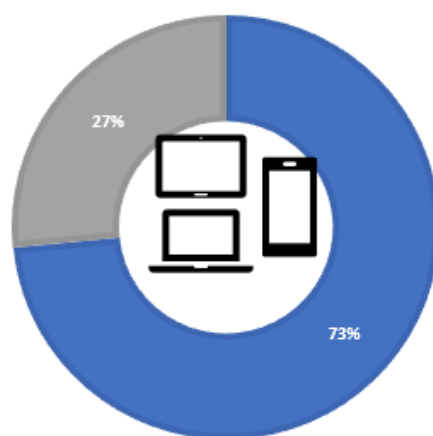


Figura 9 – Número de equipamentos com telas digitais usados simultaneamente no dia a dia

Dos sujeitos, 4 (8%) referiram que a média de horas diárias ocupadas com tarefas no computador era de 4h; 3 (6%) relataram entre 5 e 6h e os outros 42 (86%) informaram mais 6h (Figura 10).

MÉDIA DE HORAS DIÁRIAS NO COMPUTADOR

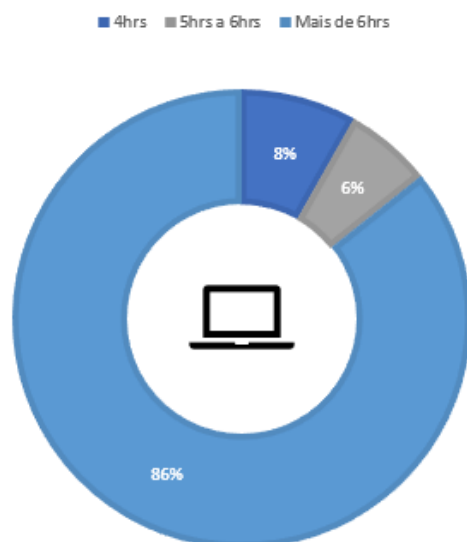


Figura 10 - Média de horas diárias ocupadas em tarefas no computador

Entre os participantes, 44 (90%) referiram posição confortável das mãos e braços no trabalho com o computador, enquanto 5 (10%) referiram que não (Figura 11).

POSIÇÃO CONFORTÁVEL DAS MÃOS E BRAÇOS

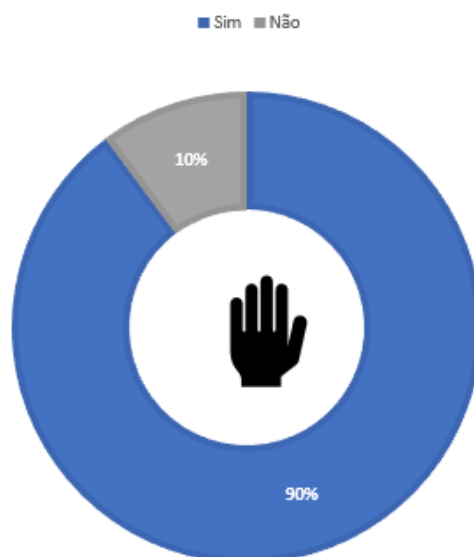


Figura 11 - Posição confortável das mãos e braços no trabalho com o computador

Trinta (61%) dos sujeitos referiram posição confortável do pescoço, ombros e costas no trabalho com o computador, enquanto 19 (39%) referiram que não (Figura 12).

POSIÇÃO CONFORTÁVEL DO PESCOÇO, OMBROS E COSTA

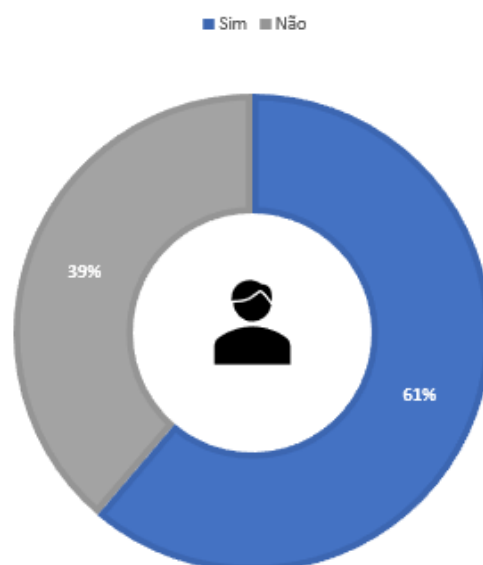


Figura 12 - Posição confortável do pescoço, ombros e costa, no trabalho com o computador

A Tabela 1 mostra os poderes dióptricos das lentes *baseline* e testadas, representados pelos componentes esféricos e cilíndricos.

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão dos componentes esféricos e cilíndricos das lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (*baseline*) e das lentes testadas (n=49)

Componente	Poder dióptrico		<i>p</i> -valor*
	Lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>)	Lentes testadas	
Esférico-OD	1,51±1,41	1,51±1,41	1,000
Cilíndrico-OD	-0,99±0,57	-0,99±0,57	1,000
Esférico- OE	1,66±1,53	1,67±1,52	0,948
Cilíndrico- OE	-0,92±0,55	-0,9,2±0,55	1,000

Valores apresentados em média e desvio-padrão; * Teste de Wicoxon

As Figuras 13 e 14 mostram a distribuição dos erros de refração representados pelos seus componentes esféricos e cilíndricos, respectivamente.

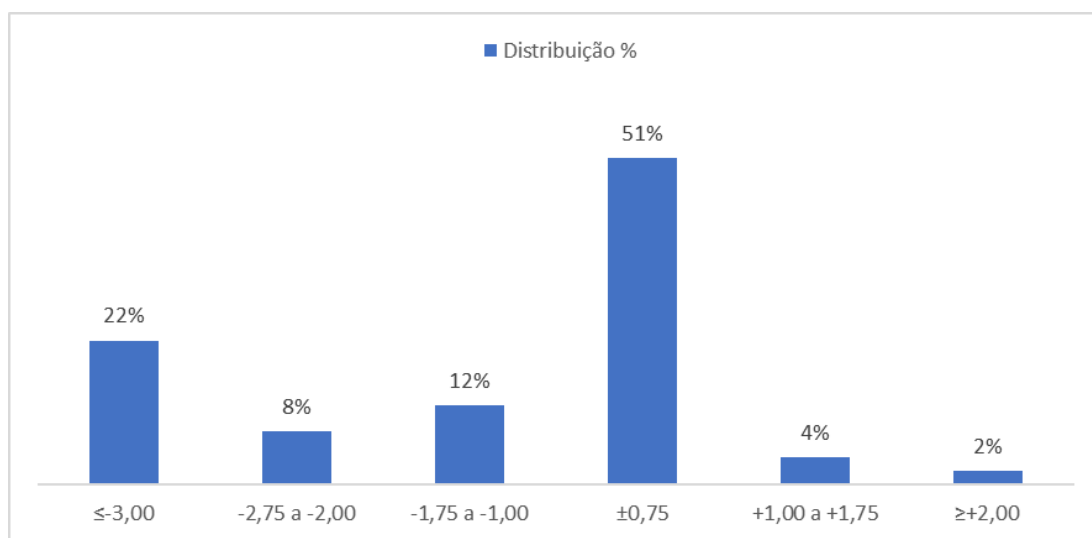


Figura 13 - Distribuição dos erros de refração pelos componentes esféricos

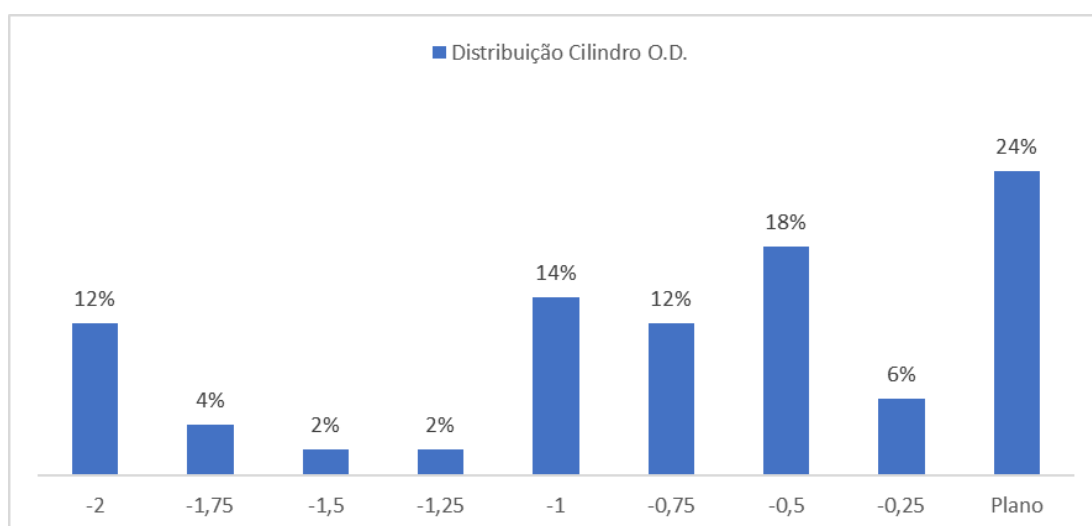


Figura 14 - Distribuição dos erros de refração pelos componentes cilíndricos

A Tabela 2 mostra os valores de amplitude de acomodação (AA) e do ponto próximo de convergência (PPC) antes (*baseline*) e em uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto.

Tabela 2 - Valores de AA e PPC (*baseline*) no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49)

	Lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>)	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4 D na zona de perto	p - valor*
AA	11,50 ± 1,88	11,88 ± 1,50	11,61 ± 1,62	0,521
PPC	6,50 ± 2,89	6,82 ± 3,50	6,71 ± 3,49	0,939

Valores apresentados em média e desvio-padrão; AA amplitude de acomodação (D); PPC Ponto próximo de convergência (cm). * ANOVA para amostras repetidas

A Tabela 3 mostra as respostas dos sujeitos ao questionário de astenopia no uso de lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (*baseline*) e com filtro seletivo de luz azul-violeta.

Tabela 3 - Respostas ao questionário de astenopia no uso de lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (*baseline*) e com filtro seletivo de luz azul-violeta (n=49)

Sintomas	Lentes sem filtro seletivo de luz azul -violeta (<i>baseline</i>)	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta	p-valor*
Olhos cansados	2,59 ± 0,83	2,22 ± 1,12	0,053
Olhos doloridos	1,81 ± 1,20	1,22 ± 1,19	0,016*
Olhos irritados	1,79 ± 1,13	1,36 ± 1,36	0,039*
Olhos lacrimejantes	1,16 ± 1,28	1,10 ± 1,43	0,536
Olhos secos	1,77 ± 1,14	1,12 ± 1,37	0,002*
Olhos com ardor e queimação	0,93 ± 0,87	0,46 ± 0,79	0,002*
Visão borrada de longe	2,12 ± 0,97	2,34 ± 1,76	0,490
Visão borrada de perto	1,51 ± 0,98	0,98 ± 1,29	0,002*
Dificuldade de focalização dinâmica	1,81 ± 1,37	1,57 ± 1,36	0,315
Desconforto visual	2,08 ± 0,88	1,37 ± 1,53	0,002*
Total	17,61 ± 5,51	13,78 ± 7,51	0,003*

Valores apresentados em média e desvio-padrão * teste de Wilcoxon

A soma do total dos escores dos sintomas (*baseline*) foi de $17,61 \pm 5,51$, considerando-se um escore máximo possível de 60. Este resultado mostra que os participantes do estudo manifestavam astenopia leve a moderada. Os sintomas de astenopia *baseline* que apresentaram escores superiores a 2 foram: olhos cansados ($2,59 \pm 0,83$); visão borrada de longe ($2,12 \pm 0,97$) e desconforto visual ($2,08 \pm 0,88$) (Tabela 3).

Em relação ao *baseline*, houve redução estatisticamente significativa no total da soma dos escores de astenopia em uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, passando de $17,61 \pm 5,51$ para $13,78 \pm 7,51$ ($p=0,03$). Houve também, redução significativa nos escores dos seguintes sintomas: olhos doloridos, irritados, secos, com ardor e queimação, visão borrada para perto e desconforto visual (Tabela 3).

A Tabela 4 mostra as respostas dos sujeitos ao questionário de astenopia com lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (*baseline*) e com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto.

Tabela 4 - Respostas ao questionário de astenopia com lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (*baseline*) e com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49)

Sintomas	Lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta (<i>baseline</i>)	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto	p-valor*
Olhos cansados	2,59 ± 0,83	2,10 ± 1,46	0,073
Olhos doloridos	1,81 ± 1,20	1,22 ± 1,31	0,012*
Olhos irritados	1,79 ± 1,13	1,34 ± 1,46	0,020*
Olhos lacrimejantes	1,16 ± 1,28	1,14 ± 1,48	0,468
Olhos secos	1,77 ± 1,14	1,04 ± 1,25	0,000*
Olhos com ardor e queimação	0,93 ± 0,87	0,55 ± 1,10	0,001*
Visão borrada de longe	2,12 ± 0,97	1,85 ± 1,84	0,107
Visão borrada de perto	1,51 ± 0,98	0,65 ± 1,07	0,000*
Dificuldade de focalização dinâmica	1,81 ± 1,37	1,41 ± 1,42	0,099
Desconforto visual	2,08 ± 0,88	1,20 ± 1,58	0,000*
Total	17,61 ± 5,51	12,53 ± 10,28	0,000*

Valores apresentados em média e desvio-padrão * teste Wilcoxon

Em relação ao *baseline*, houve redução estatisticamente significativa no total da soma dos escores de astenopia em uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto, passando de $17,61 \pm 5,51$ para $12,53 \pm 10,28$ ($p=0,000$). Houve, também, redução significativa nos escores dos seguintes sintomas: olhos doloridos, irritados, secos, com ardor e queimação, visão borrada de perto e desconforto visual (Tabela 4). A Tabela 5 mostra as respostas ao questionário de astenopia no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto.

Tabela 5 - Respostas ao questionário de astenopia no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto (n=49)

Sintomas	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto	p-valor*
Olhos cansados	$2,22 \pm 1,12$	$2,10 \pm 1,46$	0,642
Olhos doloridos	$1,22 \pm 1,19$	$1,22 \pm 1,31$	0,855
Olhos irritados	$1,36 \pm 1,36$	$1,34 \pm 1,46$	0,770
Olhos lacrimejantes	$1,10 \pm 1,43$	$1,14 \pm 1,48$	0,834
Olhos secos	$1,12 \pm 1,37$	$1,04 \pm 1,25$	0,942
Olhos com ardor e queimação	$0,46 \pm 0,79$	$0,55 \pm 1,10$	0,826
Visão borrada de longe	$2,34 \pm 1,76$	$1,85 \pm 1,84$	0,165
Visão borrada de perto	$0,98 \pm 1,29$	$0,65 \pm 1,07$	0,147
Dificuldade de focalização dinâmica	$1,57 \pm 1,36$	$1,41 \pm 1,42$	0,466
Desconforto visual	$1,37 \pm 1,53$	$1,20 \pm 1,58$	0,558
Total	$13,78 \pm 7,51$	$12,53 \pm 10,28$	0,202

Valores apresentados em média e desvio-padrão *teste de Wilcoxon

Não houve diferença estatisticamente significativa no total da soma dos escores de astenopia no uso das lentes testadas ($p=0,202$). Não houve, também, redução significativa nas médias dos escores de nenhum dos sintomas avaliados (Tabela 5).

Os resultados de avaliação do conforto visual no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 na zona de perto estão na Tabela 6.

Tabela 6- Avaliação de conforto no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 D na realização das atividades abaixo discriminadas (n=49)

Atividades	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta	Lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4 D na zona de perto	p-valor*
<i>Ler livro</i>	8,55 ± 1,32	8,61 ± 1,20	0,874
<i>Ver TV</i>	8,53 ± 1,48	8,42 ± 1,90	0,839
<i>Usar smartphone</i>	8,36 ± 1,33	8,44 ± 1,47	0,635
<i>Usar computador</i>	8,51 ± 1,41	8,69 ± 1,17	0,678
<i>Usar tablet</i>	8,65 ± 1,19	8,77 ± 1,54	0,275

Valores apresentados em média e desvio-padrão *Teste de Wilcoxon

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos escores de conforto visual para atividades como ler um livro ($p=0,874$), ver TV ($p=0,839$), usar *smartphone* ($p=0,635$), usar computador ($p=0,678$) e usar *tablet* (0,275), no uso das lentes testadas (Tabela 6).

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O uso crescente dos dispositivos com telas digitais criou novos comportamentos visuais e posturais e modificou o ambiente de trabalho e de recreação²⁻¹⁰. Há duas décadas havia apenas uma distância de leitura: aquela em que se colocava um livro ou jornal. No papel, os caracteres eram fixados em tamanho e altamente contrastados. Atualmente, além dos livros de papel, lê-se em telas de *smartphones*, computadores, *e-books* e *tablets*, em diferentes distâncias (algumas muito curtas) e em diversas posturas^{4-7, 64}. Nas telas digitais, os caracteres estão ficando menores e mais pixelizados e os olhos estão constantemente mais expostos à luz brilhante de telas e outras fontes de luz, como lâmpadas LED, que emitem luz azul-violeta, potencialmente prejudicial⁷⁶. Como resultado, os olhos têm que se concentrar mais intensamente e fazer ajustes de foco mais frequentes para se adequarem às distâncias variadas de uso e aos pequenos caracteres pixelizados visualizados nas telas. Isso pode causar tensão, desconforto ocular e dores posturais⁷⁶.

A média de idade ($29 \pm 5,5$ anos), o nível de escolaridade (92% com ensino superior completo/incompleto), o número de equipamentos com telas digitais utilizados, simultaneamente, no dia a dia (73% até 3 e 27% de 4 a 5 dispositivos) e a média de horas diárias ocupadas com o computador (86% mais de 6hs diárias), revelam a magnitude do envolvimento dos sujeitos dessa pesquisa no mundo digital (Figuras 8 a 10).

No trabalho com o computador, 90% referiram posição confortável das mãos e braços (Figura 11) e 61% relataram posição confortável do pescoço, ombros e costas

(Figura 12). Como tarefas visuais realizadas no computador são repetitivas e podem tornar-se estressantes fisicamente, a manutenção do posicionamento da coluna formando um ângulo de 90^0 com as coxas e apoiada no encosto da cadeira, pode ser importante para garantir o conforto no longo prazo. Os braços devem ser apoiados por apoios de braço de cadeira, para evitar tensão nos ombros ⁷⁷.

A comparação das correções ópticas (lensometrias), pelos componentes esféricos e cilíndricos, dos óculos (*baseline*) e testados não mostrou diferença estatisticamente significativa (Tabela 1). A distribuição dos erros de refração pelos componentes esféricos (Figura 13) e cilíndricos (Figura 14) mostrou que a maioria dos cilindros não ultrapassou 1,00DC.

A AA, após a realização de tarefas visuais no computador pode aumentar por efeito de manutenção da acomodação tônica adaptada à um alvo visual próximo, por tempo prolongado ⁷⁸. No entanto, o mais provável é redução desencadeada por fadiga da acomodação ³⁶. No estudo, as diferenças entre as médias dos valores de AA *baseline* ($11,50 \pm 1,88$ D) e no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta sem ($11,88 \pm 1,50$ D) e com poder adicional de 0,4D na zona de perto ($11,61 \pm 1,62$ D) não foram significativas ($p = 0,521$) (Tabela 2). Estes resultados corroboram dois estudos conduzidos em 2017, em que o uso da lente EyeZenTM não desencadeou impacto negativo na visão binocular, como “acomodação preguiçosa” ou perda de amplitude de acomodação no seu uso ^{79,80}.

Embora a tendência do PPC seja a de recuar nas pessoas que utilizam rotineiramente o computador por muitas horas em comparação aos que o usam esporadicamente ⁸¹, nesse estudo, as diferenças entre as médias dos valores do PPC *baseline* ($6,50 \pm 2,89$ cm) e no uso de lentes com filtro seletivo de luz azul, sem ($6,82$

$\pm 3,50$ cm) e com poder adicional de 0,4D na zona de perto ($6,71 \pm 3,49$ cm) não foram significativas (0,939) (Tabela 2). Estes valores foram considerados normais para a população do estudo.

Antes de iniciar o período de teste das lentes avaliadas, cada participante respondeu ao questionário de astenopia, para avaliar o nível de AD *baseline*. O total da soma dos escores de astenopia *baseline* foi de $17,61 \pm 5,51$. Este achado mostrou que os sujeitos do estudo manifestavam AD de leve a moderada. Os sintomas de AD *baseline* com escores superiores a 2 incluíram olhos cansados ($2,59 \pm 0,83$); visão borrada de longe ($2,12 \pm 0,97$) e desconforto visual ($2,08 \pm 0,88$) (Tabela 3).

O impacto do uso dos computadores na superfície ocular e na visão binocular foram sumarizados nas Figuras 1 e 2³⁶. Entender os efeitos oculares e visuais do uso de computadores e dispositivos digitais portáteis é essencial para o desenvolvimento de diretrizes clínicas para minimizar o desconforto ocular dos usuários. Tal conhecimento também seria valioso para minimizar o potencial de desconforto visual e ocular na população em geral. Neste sentido, o estudo foi desenhado para avaliar possíveis benefícios na redução da AD presente nos usuários de telas digitais exercido por lentes que filtram seletivamente a luz azul-violeta, sem e com potência adicional de 0,4 na zona de visão de perto.

O uso das lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta em relação ao *baseline* (lentes sem filtro de luz azul-violeta), determinou redução estatisticamente significativa no total da soma dos escores dos sintomas de AD de $17,61 \pm 5,51$ para $13,78 \pm 7,51$ ($p=0,03$). Ocasinou, também, redução significativa nos escores: olhos doloridos (de $1,81 \pm 1,20$ para $1,22 \pm 1,19$), olhos irritados (de $1,79 \pm 1,13$ para $1,36 \pm 1,46$), olhos secos (de $1,77 \pm 1,14$ para $1,12 \pm 1,37$), olhos com ardor e queimação (de $0,93 \pm 0,87$

para $0,46 \pm 0,79$), visão borrada de perto (de $1,51 \pm 0,98$ para $0,98 \pm 1,29$) e desconforto visual (de $2,08 \pm 0,88$ para $1,37 \pm 1,53$) (Tabela 3).

Para Jaiswal *et al.*³⁶, os sintomas “olhos irritados, secos, desconfortáveis, com ardor e queimação” decorrem da redução da taxa e amplitude do piscar, do aumento da evaporação com diminuição de volume e estabilidade lacrimal, com consequente aumento de osmolaridade e de citocinas inflamatórias³⁶. Segundo Portello *et al.*¹⁷, os sintomas “olhos cansados, visão borrada de longe e de perto, dificuldade de visão dinâmica e cefaleia” estariam associados à fadiga acomodativa.

O uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta e poder adicional de 0,4D na zona de perto, em relação ao *baseline* (lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta) determinou redução significativa no total da soma dos escores de AD que passou de $17,61 \pm 5,51$ para $12,53 \pm 10,28$ ($p=0,000$) (Tabela 4). Houve redução significativa nos escores dos seguintes sintomas: olhos doloridos (de $1,81 \pm 1,0$ para $1,22 \pm 1,31$); olhos irritados (de $1,79 \pm 1,13$ para $1,34 \pm 1,46$), olhos secos (de $1,77 \pm 1,14$ para $1,04 \pm 1,25$); olhos com ardor e queimação (de $0,93 \pm 0,87$ para $0,55 \pm 1,10$) - possivelmente relacionados com instabilidade do filme lacrimal; e visão borrada para perto (de $1,51 \pm 0,98$ para $0,65 \pm 1,07$) e desconforto visual (de $2,08 \pm 0,88$ para $1,20 \pm 1,58$) - provavelmente relacionados com fadiga acomodativa (Tabela 4).

Ide *et al.*⁷¹ demonstraram que o bloqueio da luz azul emitida por tela digital de *laptop* reduziu a fadiga visual avaliada pela FCF. Kaido *et al.*⁸² evidenciaram uma possível relação entre estabilidade do filme lacrimal e função visual de olhos secos expostos à luz azul. Para os autores, lentes oftálmicas com filtro azul limitariam a penetração ocular da luz azul, que por ter comprimento de onda curto, sofreria

dispersão na interface córnea-filme lacrimal alterada pela diminuição do piscar no uso do computador, e prejudicaria a eficiência visual. A explicação baseia-se no fenômeno de Rayleigh, demonstrado na Figura 15.



FONTE: modificado de Kaido *et al.*⁸²

Figura 15 - Fenômeno Rayleigh de dispersão. A luz vermelha passa pelo leite desnatado em um copo, sem dispersão. A luz azul passa pelo leite desnatado em um copo, com dispersão. A luz azul sofre dispersão ao atravessar em um olho com alteração na interface córnea-filme lacrimal. A colocação de uma lente com filtro azul bloqueia a passagem e a dispersão intraocular da luz azul e melhora a eficiência visual

As lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto bloqueiam 20% da luz azul-violeta nociva (400-450 nm) e transmitem 96% da luz azul-turquesa benéfica (465-495 nm)^{73,74}, preservando as funções visuais e as não visuais como a estimulação do reflexo pupilar e a sincronização do relógio biológico (ciclo sono/vigília, ciclos hormonais, memória, performance cognitiva, etc.)⁶⁶⁻⁶⁹.

Os revestimentos das lentes Crizal® Previncia™ e Crizal® Sapphire™ reduzem os reflexos das luzes que vêm de todos os ângulos, propiciando visão mais nítida, pela redução das imagens fantasmas e dos brilhos de luz e reflexos^{73,74}.

Uma questão importante a ser levantada é se a frequência e o tempo de exposição cada vez maior aos dispositivos digitais e, conseqüentemente, à luz azul-violeta nociva, na sociedade moderna, não deveria ser uma preocupação relevante de saúde pública.

Dowie *et al.*⁸³ relataram que faltam evidências clínicas de alta qualidade para apoiar um efeito benéfico de lentes com filtro seletivo de luz azul para reduzir a fadiga ocular, melhorar a qualidade do sono ou preservar a saúde macular, na população em geral. Esta pesquisa, no entanto, mostrou em relação ao *baseline* (lentes sem filtro seletivo de luz azul-violeta) que o uso das lentes testadas reduziu significativamente a AD (Tabelas 3 e 4).

Na literatura médica há consenso de que LEDs de luz branca, atualmente, utilizados nas telas retroiluminadas de *desktops*, *laptops*, *tablets*, *e-books* e *smartphones*, emitem radiações espectrais que correspondem ao pico da função de risco da luz azul-violeta nociva^{84,85}. Pesquisas experimentais demonstraram que a exposição de culturas de células de epitélio pigmentado da retina à luz azul-violeta sinaliza para danos potenciais na retina humana⁸⁴⁻⁸⁸. Hoje, não há dúvida de que a exposição noturna à luz azul-violeta interfere no padrão do sono por interferência no ciclo circadiano⁶⁶⁻⁶⁸. Ora, se lentes filtrantes de luz azul bloqueiam a transmissão de 20% de luz azul-violeta (380 a 440 nm) e seletivamente permitem a transmissão de 96% de luz azul-turquesa (440 a 500 nm) e, em não havendo relatos de efeitos adversos significantes no seu uso⁷³, não há porque não considerar o uso de lentes com filtro seletivo de luz azul-violeta nas atividades do dia a dia. As lentes de óculos com filtro azul, disponíveis comercialmente, reduzem a fototoxicidade de 10,6% a 23,6%, sem degradar o desempenho visual⁶⁶, e têm sido sugeridas como um auxílio suplementar

na proteção dos olhos contra o perigo da luz azul ⁶⁵. Contudo, mais pesquisas são essenciais para melhorar a compreensão científica dos efeitos dos filtros de bloqueio de luz azul no desempenho visual e na saúde dos olhos ⁶⁹.

A comparação entre as lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto não identificou diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos escores de cada um dos sintomas e entre o total das somas dos escores dos sintomas de AD (Tabelas 5 e 6). A comparação entre as médias dos escores de avaliação do conforto visual no uso destas lentes também não evidenciou diferenças estatisticamente significantes (Tabela 7).

A detecção e correção, em consulta oftalmológica, de erros refrativos, problemas de visão binocular e acomodação, bem como de olho seco, é importante na abordagem da AD. Campanhas de conscientização do usuário são um importante meio de destacar os riscos e sintomas relacionados ao uso de telas digitais, e oferecem a oportunidade de enfatizar a necessidade de exames oftalmológicos regulares.

6.1 Limitações do estudo

A utilização do questionário de AD, modificado por Kim et al ³¹ do original proposto por Ames *et al.*²⁵, forneceu uma forma sistemática e simplificada de quantificar numericamente os sintomas de AD (escala de 0 a 6) ao estabelecer uma pontuação em que o usuário pode ser considerado como sintomático leve, moderado ou intenso. Assim, as avaliações das queixas visuais foram baseadas nos desfechos relatados pelos participantes do estudo. Não foram realizadas medidas objetivas, por exemplo da taxa e amplitude do piscar e da função lacrimal (teste de Schirmer, tempo

de rompimento do filme lacrimal, coloração da superfície ocular, medida da osmolaridade lacrimal e de citocinas pró-inflamatórias). Em relação à visão binocular, não foram medidas as vergências fusionais, *lag* acomodativo, etc.

Outra limitação está na falta de controle das condições de trabalho dos participantes. Não é possível saber se as condições de uso do computador e/ou de telas digitais permaneceram as mesmas nos períodos de uso das lentes testadas.

Apesar das limitações acima, nossos achados representam uma importante contribuição para a literatura, pois sugerem que a AD pode ser atenuada no uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta nociva. Além disso, os resultados deste estudo se somam ao crescente conjunto de evidências que investigam os efeitos adversos à saúde ocular do uso das telas digitais.

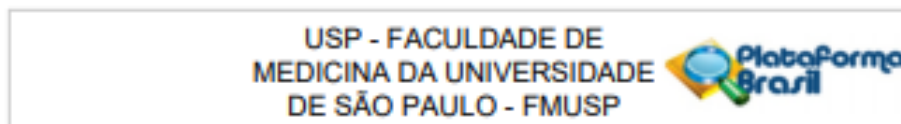
7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

- O uso de lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4 D na zona de perto, reduziu significativamente a astenopia digital *baseline* avaliada no uso de lentes oftálmicas sem filtro seletivo de luz azul-violeta.
- As diferenças entre o total da soma dos escores de astenopia e das médias dos escores dos sintomas de astenopia no uso das lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto, não foram estatisticamente significantes.
- As diferenças entre as médias dos valores de amplitude de acomodação e do ponto próximo de convergência no uso das lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto, não foram estatisticamente significantes.
- A avaliação do conforto visual no uso das lentes oftálmicas com filtro seletivo de luz azul-violeta, sem e com poder adicional de 0,4D na zona de perto, não identificou diferenças estatisticamente significantes em atividades como “ler livro, ver TV, usar smartphone, usar computador e usar *tablet*” .

ANEXO A

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do impacto de diferentes lentes oftálmicas em queixas visuais no uso de telas digitais: estudo clínico randomizado.

Pesquisador: Aline Cristina Fioravanti Luí Alonís

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 87584318.1.3001.0065

Instituição Proponente: Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.316.267

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa bem elaborado e organizado, tendo como objetivo principal avaliar o impacto da lente "Eyezen™" nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

Para tanto serão avaliados 50 funcionários da área administrativa do Complexo Hospitalar Padre Bento (Guarulhos, São Paulo), usuários telas digitais por no mínimo 6 horas diárias, usuários de óculos há pelos menos seis meses, avaliados com lentes de visão simples, com sintomas de fadiga visual ou desconforto postural.

Os participantes serão divididos aleatoriamente em dois grupos. O grupo A será composto por 25 pessoas que receberão óculos montados com lentes Essilor® com filtro azul-violeta Crizal® Preveniria®. O grupo B será composto por 25 indivíduos que receberão óculos com lentes Essilor® Eyezen™ Active 0,4D com filtro azul-violeta Crizal® Preveniria®.

Após 4 semanas de uso de óculos, os participantes dos dois grupos serão novamente submetidos a novo exame oftalmológico completo, responderão a um questionário de sintomas visuais e de sintomas físicos e terão os seus óculos trocados.

Os novos óculos serão montados com armações similares. Nesta fase, os participantes do grupo A receberão óculos com lentes Essilor® Eyezen™ Active 0,4D e os do grupo B receberão óculos com lentes Essilor®.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3823-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.316.267

Novamente, após quatro semanas de uso destes novos óculos, todos os participantes do estudo serão submetidos a exame oftalmológico completo e responderão novamente ao questionário de sintomas visuais e de sintomas físicos, declinando a sua preferência para o uso de um dos óculos testados.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem por objetivo principal avaliar o impacto da lente "Eyezen™" nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos envolvidos.

Quanto aos benefícios, espera-se uma melhora na fadiga visual.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de doutorado que tem como objetivo principal avaliar o impacto da lente "Eyezen™" nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

O projeto será desenvolvido no Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da FMUSP, sendo que a coleta de dados será no Complexo Hospitalar Padre Bento, Guarulhos, São Paulo, cujo comitê de ética já aprovou previamente o projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória (TCLE, cartas de anuência do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da FMUSP e da instituição onde a coleta de dados será realizada) encontram-se adequados.

Recomendações:

Sugiro aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21ª andar sala 36
Bairro: FACAEBSU CEP: 01.246-900
UF: SP Município: SÃO PAULO
Telefone: (11)3393-4401 E-mail: cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do impacto de diferentes lentes oftálmicas em queixas visuais no uso de telas digitais: estudo clínico randomizado.

Pesquisador: Aline Cristina Fioravanti Lú Alonís

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 87584318.1.3001.0065

Instituição Proponente: Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.316.267

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa bem elaborado e organizado, tendo como objetivo principal avaliar o impacto da lente "Eyezen™" nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

Para tanto serão avaliados 50 funcionários da área administrativa do Complexo Hospitalar Padre Bento (Guarulhos, São Paulo), usuários telas digitais por no mínimo 6 horas diárias, usuários de óculos há pelos menos seis meses, avaliados com lentes de visão simples, com sintomas de fadiga visual ou desconforto postural.

Os participantes serão divididos aleatoriamente em dois grupos. O grupo A será composto por 25 pessoas que receberão óculos montados com lentes Essilor® com filtro azul-violeta Crizal® Previsia®. O grupo B será composto por 25 indivíduos que receberão óculos com lentes Essilor® Eyezen™ Active 0,4D com filtro azul-violeta Crizal® Previsia®.

Após 4 semanas de uso de óculos, os participantes dos dois grupos serão novamente submetidos a novo exame oftalmológico completo, responderão a um questionário de sintomas visuais e de sintomas físicos e terão os seus óculos trocados.

Os novos óculos serão montados com armações similares. Nesta fase, os participantes do grupo A receberão óculos com lentes Essilor® Eyezen™ Active 0,4D e os do grupo B receberão óculos com lentes Essilor®.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3823-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.316.267

Novamente, após quatro semanas de uso destes novos óculos, todos os participantes do estudo serão submetidos a exame oftalmológico completo e responderão novamente ao questionário de sintomas visuais e de sintomas físicos, declinando a sua preferência para o uso de um dos óculos testados.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem por objetivo principal avaliar o impacto da lente "EyezenTM " nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos envolvidos.

Quanto aos benefícios, espera-se uma melhora na fadiga visual.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de doutorado que tem como objetivo principal avaliar o impacto da lente "EyezenTM " nas queixas visuais e/ou posturais em usuários de telas digitais, bem como comparar este impacto com o decorrente de uma lente de visão simples com filtro azul-violeta.

O projeto será desenvolvido no Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da FMUSP, sendo que a coleta de dados será no Complexo Hospitalar Padre Bento, Guarulhos, São Paulo, cujo comitê de ética já aprovou previamente o projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória (TCLE, cartas de anuência do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da FMUSP e da instituição onde a coleta de dados será realizada) encontram-se adequados.

Recomendações:

Sugiro aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21ª andar sala 36
Bairro: FACAEBSU CEP: 01.246-903
UF: SP Município: SÃO PAULO
Telefone: (11)3393-4401 E-mail: cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.216.267

Outros	Oficio_245_Aprovacao_Depto_Oftalmologia_FMUSP.pdf	16/10/2018 09:07:59	Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis	Aceito
Outros	EMENDA_Protocolo_Aline_Lui_Alionis_16_10_18.pdf	16/10/2018 09:07:18	Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis	Aceito
Declaração do Patrocinador	Declaracaoesalor.pdf	05/08/2018 15:45:18	Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMODECONSENTIMENTOLIVREESCLARECIDOMODIFICADO1.pdf	05/08/2018 15:43:14	Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProtocoloAvaliacaodoimpactodediferentesoftalmicasemqueixasvisuaisnoudetelasdigitaisestudoclinicorandomizadoPDF.pdf	13/04/2018 00:11:42	Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 09 de Maio de 2019

Assinado por:

Maria Aparecida Azevedo Kolke Folgueira
(Coordenador(a))

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU CEP: 01.246-903
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 E-mail: cep.fm@usp.br

ANEXO B

Questionários de astenopia e conforto visual

SINTOMAS VISUAIS

Modificação do Questionário de astenopia – versão original de Ames et al. Optom Vis Sci 2005,82(3):168-76.

Indique a intensidade que apresenta os sintomas descritos abaixo durante ou após o uso de tela digital:

Olhos cansados

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Olhos doloridos

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Olhos irritados

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Olhos lacrimejantes

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Olhos secos

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Olhos com ardor e queimação

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

Visão borrada de longe

não (0); leve (1) (2); moderado (3) (4) e Intenso (5) (6).

DADOS DEMOGRÁFICOS E OCUPACIONAIS

- 1) Número da pesquisa
- 2) Sexo: () masculino, () feminino
- 3) Data de nascimento: __/__/__
- 4) Idade: __ anos
- 5) Escolaridade (assinale o grau mais alto):
() 1^o grau completo, () 2^o grau incompleto, () 2^o grau completo,
() superior incompleto, () superior completo
- 6) Quantos equipamentos com telas digitais usa no dia a dia ?

- 7) Em média, quantas horas por dia você trabalha no computador ?
() menos de 2 horas, () de 2 a 4 horas, () de 5 a 6 horas,
() mais de 6 horas
- 8) Os seus braços ficam confortáveis quando você trabalha?
() sim, () não
- 9) O pescoço fica confortável quando você trabalha?
() sim, () não
- 10) As costas ficam confortáveis quando você trabalha?
() sim, () não

9 REFERÊNCIAS

9 REFERÊNCIAS

1. Cline D, Hofstetter HW, Griffin JR. Dictionary of Visual Sciences. 4th edition. Boston: Butterworth-Heinemann, 1997.
2. Bhandari DJ, Choudhary S, Doshi VG. A community-based study of asthenopia in computer operators. *Indian J Ophthalmol*. 2008;56(1):51-5.
3. Thorud HMS, Helland M, Aarås A, Kvikstad TM, Lindberg LG, Horgen G. Eye-related pain induced by visually demanding computer work. *Optom Vis Sci*. 2012;89(4):E452-64.
4. Agarwal S, Goel D, Sharma A. Evaluation of the factors which contribute to the ocular complaints in computer users. *J Clin Diagn Res*. 2013;7(2):331-5.
5. Sa EC, Ferreira Junior M, Rocha LE. Risk factors for computer visual syndrome (CVS) among operators of two call centers in Sao Paulo, Brazil. *Work*. 2012;41(Suppl 1):3568-74.
6. Fenety A, Walker JM. Short term effects of workstation exercise on musculoskeletal discomfort and postural changes in seated video display unit workers. *Phys Ther*. 2002;82(6):578-89.
7. Levy BS, Wagner GR, Rest KM, Weeks JL Preventing Occupational Disease and Injury. Washington: American Public Health Association; 2005. 590p.
8. Ipsos, Digital devices users: behaviors and needs, May 2014. Quantitative consumer survey conducted in France, United States, China, Brazil, 4 000 respondents. Available from: <https://www.pointsdevue.com/01-ipsos-digital-devices-users-behaviours-and-needs-may-2014-quantitative-consumer-survey-conducte-0>. Accessed: 10/03/2020.

9. Vilela MA, Castagno VD, Meucci RD, Fassa AG. Asthenopia in school/children. *Clin Ophthalmol.* 2015; 1595 - 603.
10. Ichhpujani P, Singh RB, Foulsham W, Thakur S, Lamba AS. Visual implications of digital device usage in school children: a cross-sectional study. *BMC Ophthalmol.* 2019; 19(1):76.
11. Dain SJ, McCarthy AK, Chan-Ling T. Symptoms in VDU Operators. *Am J Optom Physiol Opt.* 1988;65(3):162-7.
12. Costanza MA. Visual and ocular symptoms related to the use of video display terminals. *J Behav Optom.* 1994;5(2):31-6.
13. Collins MJ, Brown B, Bowman KJ, Caird D. Task variables and visual discomfort associated with the use of VDT's. *Optom Vis Sci.* 1991;68(1):27-33.
14. Day JC, Janus A, Davis J. Computer and Internet use in United States: 2003. *Current Population Reports P23-208.* Washington, DC: US Bureau of the Census; 2005.
15. Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee RW. Computer vision syndrome: a review. *Surv Ophthalmol.* 2005;50(3):253-62.
16. Scheiman M, Wick B. Binocular and accommodative problems associated with computer use. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2008. p.556-77.
17. Portello JK, Rosenfield M, Bababekova Y, Estrada JM, Leon A. A Computer-related visual symptoms in office workers. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32(5):375-82.
18. The Vision Council. Eyes overexposed: The digital device dilemma: digital eye strain report. 2016. Available from: <https://www.thevisioncouncil.org/content/digital-eye-strain>. Accessed: 03/10/2018.

19. Courtin R, Pereira B, Naughton G, Chamoux A, Chiambaretta F, Lanhers C, Dutheil F. Prevalence of dry eye disease in visual display terminal workers: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2016;6(1):e009675.
20. Vilela MAP, Pellanda LC, Fassa AG, CastagnoVD. Prevalence of asthenopia in children: a systematic review with meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)*. 2015;91(4):320-5.
21. Palaiologou I. Children under five and digital technologies: implications for early years pedagogy. *European Early Childhood Education Research Journal*. 2016;24(1):5-24.
22. eMarketer. Mobile takes majority share of UK time with digital media. 2016. Available from: <https://www.emarketer.com/Article/Mobile-TakesMajority-Share-of-UK-Time-with-Digital-Media/1014676>. Accessed: 09/10/2019.
23. The Vision Council. Eyes overexposed: The digital device dilemma: digital eye strain report. 2016. Disponível em: <https://www.thevisioncouncil.org/content/digital-eye-strain>. Acessado: 10/03/2018.
24. González-Pérez M, Susi R, Antona B, Barrio A, González E. The Computer-Vision Symptom Scale (CVSS17): development and initial validation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(7):4504-11.
25. Ames SL, Wolffsohn JS, McBrien NA. The development of a symptom questionnaire for assessing virtual reality viewing using a head-mounted display. *Optom Vis Sci*. 2005;82(3):168-76.
26. Seguí MM, Cabrero-García J, Crespo A, Verdú J, Ronda E. A reliable and valid questionnaire was developed to measure Computer Vision Syndrome at the workplace. *J Clin Epidemiol*. 2015;68(6):662-73.

27. Hayes JR, Sheedy JE, Stelmack JA, Heaney CA. Computer use, symptoms, and quality of life. *Optom Vis Sci.* 2007;84(8):738-44.
28. Taino G, Ferrari M, Mestad IJ, Fabris F, Imbriani M. Asthenopia and work at video display terminals: study of 191 workers exposed to the risk by administration of a standardized questionnaire and ophthalmologic evaluation. *G Ital Med Lav Ergon.* 2006;28(4):487-97.
29. Bhandari DJ, Choudhary S, Doshi VG. A community-based study of asthenopia in computer operators. *Indian J Ophthalmol.* 2008;56(1):51-5.
30. Ustinaviciene R, Januskevicius V. Association between occupational asthenopia and psycho-physiological indicators of visual strain in workers using video display terminals. *Med Sci Monit.* 2006;12(7):CR296-301.
31. Kim DJ, Lim CY, Gu N, Park CY. Visual fatigue induced by viewing a tablet computer with a high-resolution display. *Korean J Ophthalmol.* 2017;31(5):388-93.
32. Maducdoc MM, Haider A, Nalbandian A, Youm JH, Morgan PV, Crow RW. Visual consequences of electronic reader use: a pilot study. *Int Ophthalmol.* 2017;37(2):433-9.
33. Long J, Cheung R, Duong S, Paynter R, Asper L. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smart phones. *Clin Exp Optom.* 2017;100(2):133-7.
34. Kim J, Hwang Y, Kang S, Kim M, Kim TS, Kim J, Seo J, Ahn H, Yoon S, Yun JP, Lee YL, Ham H, Yu HG, Park SK. Association between exposure to smartphones and ocular health in adolescents. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;23(4):269-76.
35. Park JS, Choi MJ, Ma JE, Moon JH, Moon HJ. Influence of cellular phone videos and games on dry eye syndrome in university students. *J Korean Acad Community Health Nurs.* 2014;25(1):12-23.

36. Jaiswal S, Asper L, Long J, Lee A, Harrison K, Golebiowski B. Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. *Clin Exp Optom*. 2019;102(5):463-477.
37. Patel S, Henderson R, Bradley L, Galloway B, Hunter L. Effect of visual display unit use on blink rate and tear stability. *Optom Vis Sci*. 1991;68(11):888-92.
38. Tsubota K, Nakamori K. Effects of ocular surface area and blink rate on tear dynamics. *Arch Ophthalmol*. 1995;113(2):155-8.
39. Gowrisankaran S, Nahar NK, Hayes JR, Sheedy JE. Asthenopia and blink rate under visual and cognitive loads. *Optom Vis Sci*. 2012;89(1):97-104.
40. Sheppard AL, Wolffsohn JS. Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmol*. 2018;3(1):e000146.
41. Collier JD, Rosenfield M. Accommodation and convergence during sustained computer work. *Optometry*. 2011;82(7):434-40.
42. Park M, Ahn YJ, Kim SJ, You J, Park KF, Kim SR. Changes in accommodative function of young adults in their twenties following smartphone use. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2014;19(2):253-60.
43. Kwon K, Kim HJ, Park M, Kim SR. The functional change of accommodation and convergence in the mid-forties by using smartphone. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2016;21(2):127-35.
44. Ha N, Kim C, Jung SA, Choi EJ, Kim HJ. Comparison of accommodative system according to the material and font size of near visual media. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2014;19(2):217-24.
45. Iribarren R, Fornaciari A, Hung GK. Effect of cumulative near work on accommodative facility and asthenopia. *Int Ophthalmol*. 2001;24(4):205-12.

46. Hennessey D, Iosue RA, Rouse MW. Relation of symptoms to accommodative infacility of school-aged children. *Am J Optom Physiol Opt.* 1984;61(3):177-83.
47. Sheedy JE, Saladin JJ. Association of symptoms with measures of oculomotor deficiencies. *Am J Optom Physiol Opt.* 1978;55(10):670-6.
48. Cohen Y, Segal O, Barkana Y, Lederman R, Zadok D, Pras E, Morad Y. Correlation between asthenopic symptoms and different measurements of convergence and reading comprehension and saccadic fixation eye movements. *Optometry.* 2010;81(1):28-34.
49. Phamonvaechavan P, Nitiapinyasagul R. A comparison between effect of viewing text on computer screen and iPad® on visual symptoms and functions. *Siriraj Med J.* 2017;69(4):185-9.
50. Watten RG, Lie I, Birketvedt O. The influence of long-term visual near-work on accommodation and vergence: a field study. *J Hum Ergol (Tokyo).* 1994;23(1):27-39.
51. Piccoli B, Braga M, Zambelli PL, Bergamaschi A. Viewing distance variation and related ophthalmological changes in office activities with and without VDUs. *Ergonomics.* 1996;39(5):719-28.
52. Long J, Cheung R, Duong S, Paynter R, Asper L. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp Optom.* 2017;100(2):133-7.
53. Maeda E, Yoshikawa T, Hayashi N, Akai H, Hanaoka S, Sasaki H, Matsuda I, Yoshioka N, Ohtomo K. Radiology reading-caused fatigue and measurement of eye strain with critical flicker fusion frequency. *Jpn J Radiol.* 2011;29(7):483-7.
54. Luczak A, Sobolewski A. Longitudinal changes in critical flicker fusion frequency: an indicator of human workload. *Ergonomics.* 2005;48(15):1770-92.

55. Tiraboshi GA. Resolução temporal de videogames de ação e seus efeitos em tarefas visuais [Tese de Mestrado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo; 2017. 50p.
56. Kaido M, Kawashima M, Shigeno Y, Yamada Y, Tsubota K. Relation of accommodative micro fluctuation with dry eye symptoms in short tear break-up time dry eye. *PLoS One*. 2017;12(9):e0184296.
57. Masayoki K. Accomodative micro fluctuations, messages from the ciliary muscle. *Points de Vue - International Review of Ophthalmic Optics Special edition*, Spring, 2008;N58:34-37.
58. Gray LS, Gilmartin B, Winn B. Accommodation micro fluctuations and pupil size during sustained viewing of visual display terminals. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2000;20(1):5-10.
59. Saito S, Sotoyama M, Saito S, Taptagaporn S. Physiological indices of visual fatigue due to VDT operation: pupillary reflexes and accommodative responses. *Ind Health*. 1994;32(2):57-66.
60. Campbell FW, Robson JG, Westheimer G. Fluctuations of accommodation under steady viewing conditions. *J Physiol*. 1959;145(3):579-94.
61. Wiggins NP, Daum KM. Visual discomfort and astigmatic refractive errors in VDT use. *J Am Optom Assoc*. 1991;62(9):680-4.
62. Wiggins NP, Daum KM, Snyder CA. Effects of residual astigmatism in contact lens wear on visual discomfort in VDT use. *J Am Optom Assoc*. 1992;63(3):177-81.
63. Daum KM, Clore KA, Simms SS, Vesely JW, Wilczek DD, Spittle BM, Good GW. Productivity associated with visual status of computer users. *Optometry*. 2004;75(1):33-47.

64. Long J, Cheung R, Duong S, Paynter R, Asper L. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp Optom*. 2017;100(2):133-7.
65. Anses. Effets sur la santé humaine et sur l'environnement des systèmes utilisant des LED Expertise 2019. Available from: <https://www.anses.fr/en/content/leds-anses-recommendations-limiting-exposure-blue-light> . Accessed: 11/11/2019.
66. Leung TW, Li RW-H, Kee C-SU. Blue-light filtering spectacle lenses: optical and clinical performances. *PLoS One*. 2017;12(1):e0169114.
67. Berson DM, Dunn FA, Takao M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*. 2002;295(5557):1070-3.
68. Touitou Y, Touitou D, Reinberg A. Disruption of adolescents' circadian clock: the vicious circle of media use, exposure to light at night, sleep loss and risk behaviors. *J Physiol Paris*. 2016;110(4 Pt B):467-79.
69. Lawrenson JG, Hull CC, Downie LE. The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2017;37(6):644-54.
70. Lin JB, Gerratt BW, Bassi CJ, Apte RS. Short-Wavelength light-blocking eyeglasses attenuate symptoms of eye fatigue. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(1):442-7.
71. Ide T, Toda I, Miki E, Tsubota K. Effect of blue light-reducing eyeglasses on critical flicker frequency. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2015;4(2):80-5.
72. Silveira E. Dispensário óptico. In: Alves MR, Polati M, Sousa SJF (eds). *Refratometria ocular e a arte da prescrição médica*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2020. p.219-67.

73. Barrau C, Lazuka-Nicoulaud E, Kudla A, Le Covec C. Crizal® Previncia™: the first preventive bon-tinted lenses for ever day wear with protection from UV rays and harmful blue light. *Points de Vue. International Review of Ophthalmic Optics*. Autumn, 2013;N69:266-8.
74. EyeZen™. Defend against digital eye strain. Available from: <https://essilorusa.com/products/eyezen-computer-glasses>. Accessed: 03/10/2020.
75. Battisti IDE, Smilski MS. Software R: Análise estatística de dados utilizando um programa livre. Programa R Studio versão 3.3.1 Disponível em: http://www.editorafaith.com.br/ebooks/grat/software_r.pdf Acessado: 14/03/2020.
76. Laurent A. Understanding the needs of pre-presbyopes and emerging presbyopes. *Points de Vue - International Review of Ophthalmic Optics*. Spring 2014;N70:27-31.
77. Vaz FT, Henriques SP, Silva DS, Roque J, Lopes AS, Mota M. Digital asthenopia: Portuguese Group of Ergophthalmology Survey. *Acta Med Port*. 2019;32(4):260-5.
78. Schor CM, Johnson CA, Post RB. Adaptation of tonic accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1984;4(2):133-7.
79. Singh N, Yeo CH, Rakshit NB, Baanu N, Renjini M, Hussaindeen JR, Ramani KK, Swaminathan M. Evaluation of the impact of low-addition progressive lenses on the accommodation and convergence functions in Indian population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58(8):317.
80. Yeo ACH, Su C, Ma M, Singh N, Chen X. The short-term effect of low-addition progressive lenses on binocular vision in Chinese young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58: 5423.

81. Gur S, Ron S, Heicklen-Klein A. Objective evaluation of visual fatigue in VDU workers. *Occup Med (Lond)*. 1994;44(4):201-4.
82. Kaido M, Toda I, Oobayashi T, Kawashima M, Katada Y, Tsubota K. Reducing short-wavelength blue light in dry eye patients with unstable tear film improves performance on tests of visual acuity. *PLoS One*. 2016;11(4):e0152936.
83. Downie LE, Busija L, Keller PR. Blue-light filtering intraocular lenses (IOLs) for protecting macular health. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;5(5):CD11977.
84. Arnault E, Barrau C, Nanteau C, Gondouin P, Bigot K, Viénot F, Gutman E, Fontaine V, Villette T, Cohen-Tannoudji D, Sahel JA, Picaud S. Phototoxic action spectrum on a retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions. *PLoS One*. 2013;8(8): e71398.
85. Barrau C, Kudla A, Tessieres M. Eye Protec System Lenses: from research to harmful light filtering. *Points de Vue. International Review of Ophthalmic Optics*. May 2016:309-27.
86. Shang YM, Wang GS, Sliney D, Yang CH, Lee LL. White Light-Emitting Diodes (LEDs) at domestic lighting levels and retinal injury in a rat model. *Environ Health Perspect*. 2014;122(3):269-76.
87. Kuse Y, Ogawa K, Tsuruma K, Shimazawa M, Hara H. Damage of photoreceptor-derived cells in culture induced by light emitting diode-derived blue light. *Sci Rep*. 2014;4:5223.
88. Algvere PV, Marshall J, Seregard S. Age-related maculopathy and the impact of blue light hazard. *Acta Ophthalmol Scand*. 2006;84(1):4-15.

10 Apêndices

Efeitos de lente oftálmica com filtro de luz azul na astenopia induzida por computador

Effects of blue-light blocking spectacle lens on computer-induced asthenopia

Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis^{1,2}, Adamo Lui Netto³, Tatiana Adarli Fioravanti Lui Netto³, Milton Ruiz Alves¹

1. Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

2. Complexo Hospitalar Padre Bento, Guarulhos, São Paulo, SP, Brasil.

3. Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

DESCRIPTORIOS:

Síndrome visual do computador;
Astenopia; Fatores de risco; Doenças ocupacionais; Medicina ocupacional.

RESUMO

Objetivo: Comparadas com lentes oftálmicas que não filtram a luz azul, as lentes com filtro azul reduzem os sintomas de astenopia induzida por computador? **Métodos:** Foi realizado em estudo clínico prospectivo com 49 voluntários que passavam mais de 4 h diárias utilizando computador (idade, 29,07±5,50; masculino: feminino=18:31). A astenopia digital foi avaliada com questionário. Os participantes responderam ao questionário no uso de lentes oftálmicas sem filtro azul (baseline) e após 4 semanas de uso das lentes com filtro azul (Crizal® Prevensia™). A normalidade dos dados foi avaliada usando o teste Shapiro-Wilk. Alterações nos escores dos sintomas de astenopia foram comparadas usando o teste não paramétrico de Wilcoxon e valores de p inferiores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos. **Resultados:** Comparadas com lentes oftálmicas que não filtram a luz azul (baseline), o uso das lentes com filtro azul reduziu o escore total de astenopia digital de 17,61±5,51 para 13,78±7,51 (p<0,001). **Conclusões:** A astenopia digital baseline induzida pelo computador foi significativamente reduzida no uso de lentes que filtram a luz azul.

KEYWORDS:

Computer syndrome vision;
Asthenopia; Risk-factors;
Occupational diseases;
Occupational medicine.

ABSTRACT

Objective: Compared to standard spectacle lenses (non-blue-blocking), do blue-blocking lenses reduce symptoms of asthenopia induced by computer? **Methods:** A prospective clinical study was carried out with 49 volunteers who spent more than 4 hours a day using a computer (age, 29.07±5.50; male: female=18:31). Digital asthenopia was assessed using a questionnaire. All participants completed the questionnaire with standard spectacles non blue-blocking (baseline) and after 4 weeks with a blue-blocking lens (Crizal® Prevensia™) wearing. The normality of data was assessed using the Shapiro-Wilk test. Changes in measured values were compared using the non-parametric Wilcoxon test and p-values less than 0.05 were considered statistically significant. **Results:** Compared to standard spectacle lenses (standard spectacle lenses (non-blue-blocking), blue-blocking lenses wearing reduced the total asthenopia score from 17.61±5.51 to 13.78±7.51 (p<0.001). **Conclusions:** Digital asthenopia baseline induced by computer was significantly reduced by blue-light blocking spectacle lenses blue wearing.


Autor correspondente: Milton Ruiz Alves. E-mail: miltoruizcbo@gmail.com

Recebido em: 25 de maio de 2020. **Aceito em:** 21 de julho de 2020.

Financiamento: Declararam não haver. **Conflitos de Interesse:** Declararam não haver.

Como citar: Alionis AC, Netto AL, Netto TA, Alves MR. Efeitos de lente oftálmica com filtro de luz azul na astenopia induzida por computador. eOftalmo. 2020;6(3):51-5.

DOI: 10.17545/eOftalmo/2020.0011

 Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

Evaluation of the effects of single vision lenses with additional near-power on computer-induced asthenopia

Avaliação dos efeitos de lentes de visão simples com poder adicional de perto na astenopia induzida por computador

Aline Cristina Fioravanti Lui Alionis^{1,3} <https://orcid.org/0000-0003-1066-8453>
 Adamo Lui Netto² <https://orcid.org/0000-0001-6626-8673>
 Tatiana Adarli Fioravanti Lui Netto² <https://orcid.org/0000-0002-4089-4833>
 Milton Ruiz Alves¹ <https://orcid.org/0000-0001-6759-5289>

ABSTRACT

Objective: Compared to standard spectacle lenses, do +0.40 EyeZen™ lenses reduce symptoms of asthenopia induced by computer? **Methods:** A prospective clinical study was carried out with 39 volunteers who spent more than 4 hours a day using a computer (age, 27.31±4.24; male: female =13:26). Asthenopia and visual comfort were assessed using a questionnaires. All participants completed the asthenopia questionnaire with updated regular lenses (baseline). After 4 weeks of +0.40 Eyezen™ lenses wearing all subjects answered the asthenopia questionnaire and a second questionnaire to establish their level of satisfaction with these lenses. Statistical analysis was performed using the Shapiro-Wilk test and Wilcoxon test, and p-values less than 0.05 were considered statistically significant. **Results:** Compared to standard spectacle lenses (baseline), +0.40 EyeZen™ lenses wearing reduced the total asthenopia score from 17.44 ± 5.51 to 13.18 ± 10.22 (p < 0.001). Regarding the perception of the visual comfort levels with these lenses in the management of digital devices, more than 90% of subjects said they were entirely or delighted with their visual comfort. **Conclusions:** Digital asthenopia induced by computer was significantly reduced by +0.40 EyeZen lenses wearing.

Keywords: Computer vision syndrome; Asthenopia; Occupational diseases; Occupational medicine

RESUMO

Objetivo: Comparadas com lentes oftálmicas regulares, as lentes de visão simples com +0,40D de poder adicional de perto reduzem os sintomas de astenopia induzida por computador? **Métodos:** Foi realizado um estudo clínico prospectivo com 39 voluntários que passavam mais de 4h diárias utilizando computador (idade: 27,31±4,24 anos; masculino:feminino = 26:13). A astenopia e a percepção do conforto visual foram avaliadas com questionários. Todos os participantes responderam ao questionário de astenopia com lentes regulares atualizadas (baseline). Após 4 semanas de uso das lentes +0.40 Eyezen™ os participantes responderam aos questionários de astenopia e de conforto visual. A análise estatística foi feita com os testes de Shapiro-Wilk e Wilcoxon. Valores de p<0,05 foram considerados estatisticamente significantes. **Resultados:** Comparadas com lentes oftálmicas regulares (baseline), o uso das lentes de visão simples com +0,40D de poder adicional de perto reduziu o escore total de astenopia de 17,44 ± 5,51 para 13,18± 10,22 (p< 0,001). Mais de 90% dos participantes se declaram completamente ou muito satisfeitos com o conforto visual percebido no uso de dispositivos digitais. **Conclusão:** A astenopia induzida por computadores foi significativamente reduzida pelo uso das lentes +0,40 Eyezen™ combinadas Crizal® Sapphire™.

Descritores: Síndrome da visão do computador; Astenopia; Doenças ocupacionais; Medicina ocupacional

¹Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

²Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, Brasil.

³Complexo Hospitalar Padre Bento, Guarulhos, São Paulo, Brasil.

Institution where the study was carried out: Hospital das Clínicas FMUSP

The authors declare no conflict of interest

Received for publication 14/5/2020 - Accepted for publication 10/9/2020..