

**Identificação de sinais e sintomas visuais associados à exposição aos dispositivos emissores de luz azul****Identification of signs and symptoms associated with exposure to blue light emitting equipment**

DOI:10.34117/bjdv6n10-085

Recebimento dos originais:01/10/2020

Aceitação para publicação:06/10/2020

**Albert Yuji Jakubiak Kumata**

Especialista em Engenharia de Segurança do trabalho - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Instituição:Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Bairro Campo Comprido,  
Curitiba -PR, Brasil  
E-mail:albertkumata@gmail.com**Adalberto Matoski**

Doutor em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná.

Instituição:Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Bairro Campo Comprido,  
Curitiba -PR, Brasil  
E-mail:adalberto@utfpr.edu.br**RESUMO**

Computadores, smartphones e tablets são agentes da denominada “era digital”, considerando sobretudo à ampliação do ensino à distância (EAD). Embora fundamentais para o trabalho, lazer e comunicação, estes dispositivos emitem quantidades significativas de radiação óptica de luz azul através de suas telas, cuja exposição excessiva tem sido associada a problemas oculares e de visão, entre outros. O presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da exposição à luz azul emitida por dispositivos eletrônicos e lâmpadas LED em trabalhadores de um escritório administrativo, relativos à saúde visual e qualidade do sono. A coleta dos dados foi realizada a partir da aplicação de um questionário com roteiro estruturado, cujos participantes foram escolhidos aleatoriamente. Os resultados indicaram que os sintomas oculares mais comuns, relatados, foram tensão ocular, hiperemia e irritação/ardor, compatíveis com a Síndrome da Visão de Computador (SVC). Dificuldade para adormecer e manter o sono também foram citadas. O conhecimento quanto a existência da luz azul e possíveis riscos associados demonstraram-se baixos, tanto por parte dos participantes quanto da empresa, que não orienta seus funcionários acerca do tema.

**Palavras-chave:** Luz azul, Radiação óptica, Saúde ocular.**ABSTRACT**

Computers, smartphones and tablets are agents of the so-called "digital era", due to increasing in distance learning. Although essential for work, leisure, and communication, these devices emit significant amounts of optical light from blue light through their screens, whose excessive exposure has been associated with eye and vision problems, among others. The objective of the present study was to evaluate the impact of exposure to blue light emitted by electronic devices and LED lights

on visual health and sleep quality in administrative office workers. The data were collected through the application of a questionnaire with a structured script to 21 randomly chosen participants. The results indicated that the daily exposure to blue light occurs in both work and home environment. The most commonly reported ocular symptoms were eye strain, hyperemia and irritation/burning, compatible with Computer Vision Syndrome. Sleep problems were also cited. Knowledge about the existence of blue light and possible associated risks have been found to be low, both on participants and the company, which does not guide its employees on this subject.

**Keywords:** Blue light, Optical radiation, Eye health.

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos dispositivos de Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) utilizados na atualidade, os computadores portáteis, smartphones e tablets destacam-se por sua crescente sofisticação tecnológica e por estarem cada vez mais presentes na vida das pessoas e nas atividades profissionais. Entre troca de e-mails, mensagens instantâneas e notícias, o brasileiro passa, em média, nove horas e 14 minutos por dia conectado, colocando-o em terceiro lugar no ranking mundial (CGI.BR, 2018).

Os avanços decorrentes desta revolução também alteraram a dinâmica de muitas profissões, incluindo aquelas tradicionalmente inseridas dentro dos escritórios administrativos de grandes empresas. Atualmente, trabalhar sem o auxílio de um computador já é impraticável nestes ambientes, e o uso de smartphones para a troca instantânea de mensagens acompanha a mesma tendência. Além disto, a pressão mundial por eficiência energética acelerou a adoção de tecnologias mais eficientes para as telas destes aparelhos, a exemplo do LED (Lighting Emitting Diode), que hoje entrega alta definição de imagem ao custo de poucos quilowatt-hora.

Estas tecnologias, no entanto, têm em comum o fato de emitirem alta intensidade de radiação azul-violeta, comumente denominada “luz azul”. Estando localizada na porção mais energética do espectro visível, a luz azul tem o potencial de interagir com os tecidos celulares, ocasionando primeiramente seu aquecimento e, em alguns casos, comprometendo seu funcionamento. Dentre os órgãos mais afetados por esta exposição estão os olhos, cujo funcionamento se dá justamente por fenômenos de excitação luminosa (ICNIRP, 2013).

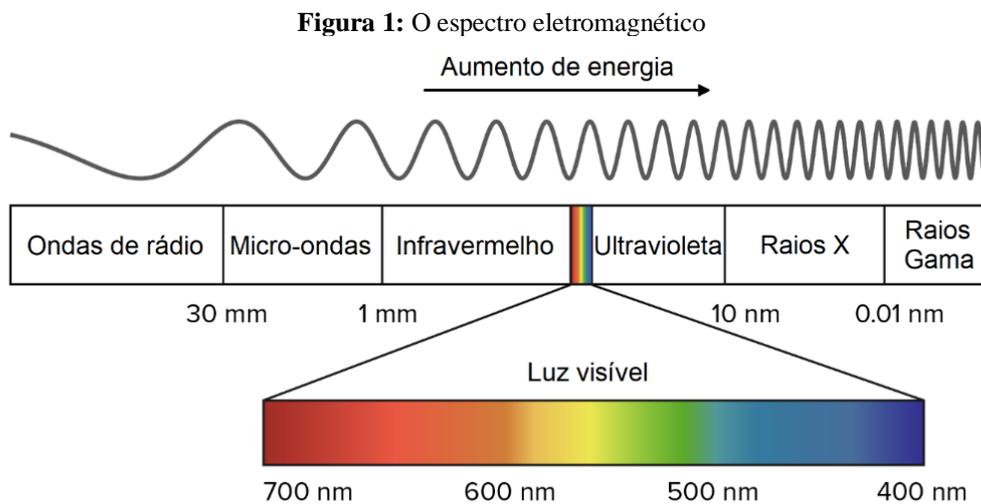
Estudos têm apontado que entre os riscos de saúde mais significativos para os usuários de dispositivos eletrônicos no trabalho estão os oculares e relacionados à visão (ZAK et al. 2012). O aumento em número e em quantidade de horas de uso destes dispositivos expõe mais os olhos à luz azul, e conseqüentemente acentua seus potenciais efeitos nocivos. Assim, este trabalho tem como objetivo caracterizar hábitos de uso e equipamentos emissores de luz azul mais utilizados por

estudantes e trabalhadores, identificando a prevalência de sinais e sintomas associados à exposição a luz azul.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com a intensidade de radiação em relação ao seu comprimento de onda e frequência. A esta classificação dá-se o nome de espectro eletromagnético, ou “arco-íris de Maxwell”. O espectro eletromagnético não tem limites definidos nem lacunas, pois é o contínuo de um mesmo fenômeno. Apesar disto, é usual a adoção de nomes para alguns intervalos característicos, visto que sua geração, efeitos e usos são diferentes (DARTORA, 2020).

As diferentes bandas (faixas de comprimentos de onda e frequências) compreendidas no espectro eletromagnético têm importantes aplicações físicas de utilidade ao homem, pois interagem diretamente com a meio em que se propagam, como os tecidos vivos ou mesmo o ar (SCUDELER, 2012). A Figura 1 a seguir mostra a composição do espectro eletromagnético em relação ao comprimento de onda, frequência e nomenclatura associada.



Fonte: Adaptado de KHAN ACADEMY, 2019

A faixa inferior do espectro de luz visível contém o violeta, cujo comprimento de onda varia de 380-450 *nm*, e o azul, contido entre 450-500 *nm*. A intersecção destas duas faixas, compreendida entre 415~500 *nm*, é denominada luz azul violeta, ou simplesmente “luz azul” (SMICK et. Al, 2013).

Mostrando que a luz visível tem influência nos organismos vivos, MARIANA et al, testaram diferentes métodos, para superar a dormência de sementes vegetais avaliando a resposta germinativa para os diversos espectros luminosos.

No ambiente laboral, as principais fontes artificiais de luz azul são os dispositivos de tecnologia de informação e comunicação (TIC) baseados em eletrônica, computação e plataformas associadas, como computadores, laptops, smartphones e tablets (MARTIN, 2018). Estes dispositivos já se tornaram indispensáveis no exercício de grande parte das profissões, e é inegável o fato de que, atualmente, poucas empresas se manteriam no mercado sem acesso a eles.

Os dispositivos LED têm grande adesão pelas empresas, principalmente pelo apelo do baixo consumo de energia e economia de espaço com a redução da espessura das telas. Por outro lado, esta tecnologia é uma das maiores fontes emissoras de radiação do espectro azul-violeta em dispositivos de uso geral, devido a aspectos intrínsecos ao seu funcionamento (TOSINI, 2016). A leitura de um livro impresso iluminado por uma lâmpada incandescente, por exemplo, expõe os olhos a um pico espectral médio de 612 *nm*, equivalente ao laranja, de baixa energia. A leitura do mesmo livro da tela de um celular ou tablet, a exposição ocorre em 452 *nm*, na faixa central do espectro da luz azul (ISONO, 2013).

Segundo ICNIRP (2013), os olhos e a pele são os órgãos mais suscetíveis a danos por exposição à radiação óptica. A magnitude do dano é diretamente relacionada com o comprimento de onda da radiação incidente, bem como o tipo de interação que esta tem ao atingir o tecido biológico.

Usuários de TICs têm maior propensão a desenvolver problemas oculares e visuais devido à maior exposição à luz azul. Estes problemas tendem a aumentar à medida que o tempo de exposição e frequência aumentam. O risco de dano funcional permanente é baixo no curto prazo, já que a intensidade da radiação óptica dos computadores, celulares e lâmpadas LED não é suficiente para causar danos agudos em curto espaço de tempo. Por outro lado, danos crônicos são possíveis e bastante prováveis, tendo em vista que o uso destes aparelhos costuma ser contínuo e distribuído ao longo do tempo (MUSSA, 2016).

Adicionalmente, os TICs têm em comum o fato de exibirem as informações na tela através de *pixels*, menor elemento de formação de um caractere digital. Os *pixels* contêm contrastes e diferenças de brilho entre si, com centros brilhantes e bordas pouco definidas, como mostra a Figura 22. Os olhos respondem bem a materiais impressos, cujo contraste é bem definido e sem iluminação radiante. Textos digitais, por outro lado, requerem um esforço acomodativo ocular constante para manter o foco bem definido, esforço este que aumenta o tempo médio gasto para leitura e, conseqüentemente, de exposição à luz azul (MUSSA, 2016).

**Figura 2:** Esquerda: letra com bordas bem definidas. Direita: letra com bordas pouco definidas devido a diferenças de contraste dos *pixels* em telas digitais



Fonte: VAZ, 2018

### 3 METODOLOGIA

O ambiente avaliado foi o escritório administrativo de uma empresa. Quanto à seleção do público alvo da pesquisa, optou-se pelos profissionais das áreas de Finanças e Projetos. A escolha se deve, primeiramente, à conveniência e acessibilidade, onde o pesquisador seleciona membros da população mais acessíveis e que possuam o perfil necessário à realização da pesquisa (SÁ, 2016).

Restringiu-se o escopo ao público cuja rotina de trabalho fosse essencialmente interna e cujos instrumentos básicos de trabalho fossem o computador de mesa, laptop, smartphone, tablet ou outros dispositivos eletrônicos de tela iluminada. A coleta dos dados foi realizada a partir da aplicação de um questionário com roteiro estruturado, baseado na fundamentação teórica previamente apresentada.

O roteiro contém 20 perguntas e foi dividido em duas partes, sendo a primeira composta por perguntas que objetivavam a coleta dados gerais dos participantes, como sexo, idade, escolaridade, cargo e jornada de trabalho. A segunda foi composta por perguntas específicas sobre o tema em estudo. Foram abordados: i) quais os dispositivos eletrônicos autoiluminados são utilizados durante o trabalho e fora dele, bem como frequência de uso; ii) uso de lâmpadas LED no ambiente de trabalho e em casa; iii) existência e prevalência de sintomas adversos associados ao uso, em especial à saúde visual; iv) conhecimento acerca da luz azul e seus possíveis impactos sobre a saúde; v) grau de conscientização quanto aos riscos da exposição excessiva a fontes de luz azul; vi) adoção de medidas preventivas e corretivas.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

As características gerais dos participantes do estudo são apresentadas na Tabela 1. Foram entrevistados um total de 13 homens (61,9%) e 8 mulheres (38,1%). A idade variou entre 18 e 50

anos, com maioria (81,0%) concentrada na faixa de 26 a 35 anos. A prevalência de homens e a faixa etária jovem são compatíveis com o que se observa em empresas do setor no Brasil.

**Tabela 1:** Características gerais dos participantes

Parâmetro	Variável	n = 21 (100%)
Sexo	Feminino	38,1%
	Masculino	61,9%
Idade	18 – 25 anos	14,3%
	26 – 35 anos	81,0%
	36 – 50 anos	4,8%
Escolaridade	Superior incompleto	14,3%
	Superior completo	33,3%
	Pós-graduação	47,6%
	Mestrado	4,8%
Tempo na função	Menos de 1 ano	19,0%
	1 – 3 anos	66,7%
	3 – 5 anos	9,5%
	5 – 8 anos	4,8%

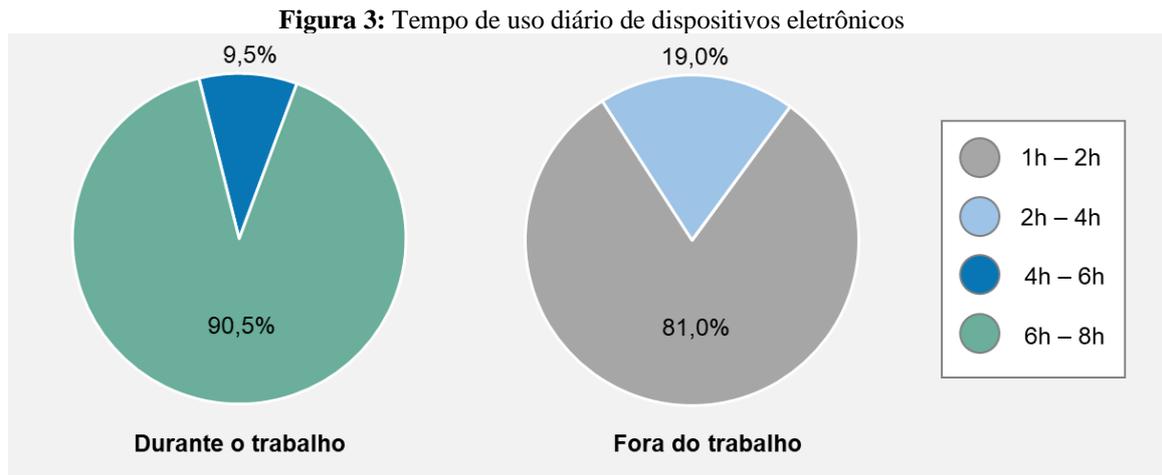
**Fonte:** O autor

Entre os participantes, 3 (14,3%) possuíam curso superior incompleto. Dos demais, 10 (47,6%) eram pós-graduados, 7 graduados (33,3%) e 1 (4,8%) mestre, caracterizando um público de nível educacional elevado, tendo em vista que segundo o relatório *Education at a Glance 2018* (OCDE, 2018), apenas 15% da população brasileira tem curso superior completo.

O tempo de serviço na função atual variou de menos de um ano a oito anos, sendo majoritária (66,7%) a faixa entre um a três anos. Todos os participantes trabalhavam em horário administrativo diurno, com uma rotina de oito horas de trabalho por dia.

#### 4.2 EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO

O uso de computadores e smartphones foi unânime entre os participantes, sendo citado por todos para uso tanto no trabalho quanto fora dele. O uso de tablets e televisores LED também foi citado, com adesão de 42,9% e 72,2% da amostra, respectivamente, porém restrito a atividades não profissionais. Outros aspectos, como por exemplo o uso doméstico para a prototipação da aplicação interface de controle que possibilitam o controle dos diversos ambientes residenciais conforme citado por GOMES, F. S. et al (2020), também pode levar a um aumento da carga horária no uso do celular. Os resultados do tempo de uso diário estão apresentados na Figura 3 a seguir.



Fonte: O autor

A quantidade de horas de uso dos dispositivos eletrônicos no trabalho variou entre quatro e seis horas (9,5%) e seis a oito horas (90,5%), ratificando a premissa de que a maior parcela de tempo da jornada de trabalho destes profissionais é em frente de dispositivos emissores de luz. Somado a isto ainda há o tempo de uso fora do trabalho, citado por todos como um hábito frequente: 17 participantes (81,0%) os utiliza pelo menos uma hora por dia.

#### 4.3 SINAIS E SINTOMAS VISUAIS

Todos os participantes relataram já ter apresentado ao menos um dos sinais e sintomas visuais listados. Dentre os menos citados estão o lacrimejamento excessivo, prurido e lentidão para focar, os quais 47,6% dos participantes disseram nunca ter sentido. O lacrimejamento excessivo e o prurido são sintomas comuns em outros tipos de reação, como alergias, e podem não ter influência relevante da exposição à luz azul.

Problemas oculares pré-existentes, como alterações refrativas e de acomodação, são comuns à lentidão para focar. Além disto, a presbiopia relacionada a idade também contribui para este sintoma. Sendo a amostra composta majoritariamente por pessoas jovens, com menos de 35 anos, a baixa incidência do sintoma está coerente.

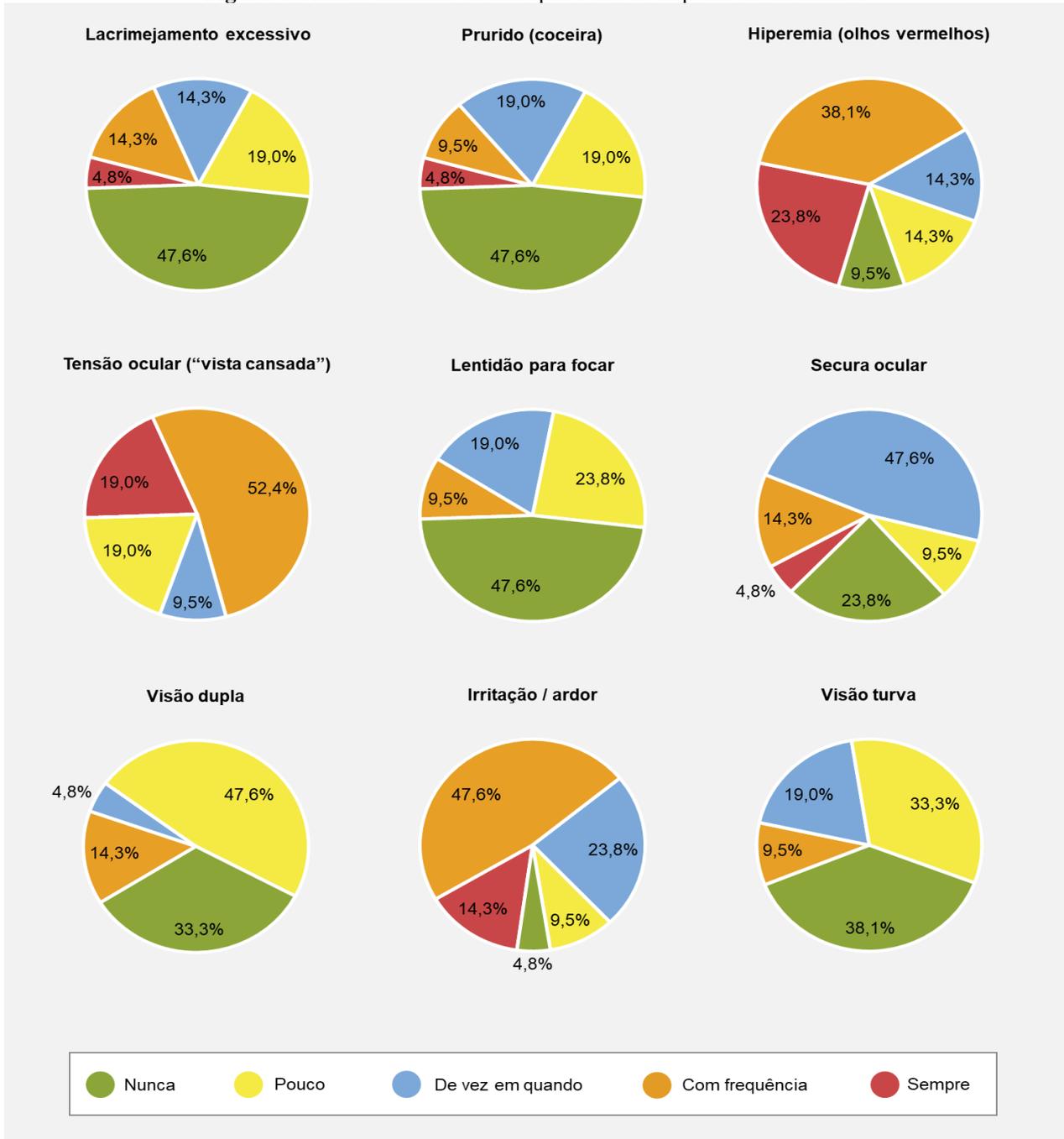
A prevalência de tensão ocular, hiperemia e irritação/ardor foram significativas, sendo relatadas nas categorias “com frequência” e “sempre” por mais de 50% dos participantes. Este resultado é condizente com os sintomas da Síndrome da Visão de Computador descritos na literatura. A tensão ocular tem origem no esforço de acomodação constante dos olhos para focar os pixels que formam os contornos das palavras nas telas digitais. Este sintoma, contudo, não é citado na literatura como diretamente relacionado à luz azul. Por outro lado, a hiperemia e irritação/ardor tem influência direta desta exposição, visto que são ambos sintomas associados a trocas térmicas entre a radiação

incidente e o filme lacrimal que protege a córnea. Quanto maior o tempo de exposição, maior a taxa de evaporação lacrimal, causando ardor, irritação e, por consequência, a vermelhidão (hiperemia) dos olhos.

A expectativa era que a secura ocular fosse relatada com mais frequência, pois é o sintoma mais descrito na literatura sobre a Síndrome da Visão de Computador e a luz azul. A categoria “de vez em quando” foi a mais citada (47,6%), seguida por aqueles que nunca sentiram o sintoma, somando 23,8%, e menos de 20% relatando tê-lo “com frequência” ou “sempre”. A irritação/ardor é predominantemente causada pela secura ocular, porém a consequência desta foi mais citada que a causa daquela. Este resultado pode estar relacionado à terminologia utilizada no questionário. O termo “irritação/ardor” parece ser mais familiar ao leigo que “secura ocular”, que possui um viés técnico e distante do vocabulário cotidiano.

A prevalência de sinais e sintomas visuais após o uso de dispositivos eletrônicos durante o trabalho é apresentada na **Erro! Autoreferência de indicador não válida.4**.

Figura 4: Sinais e sintomas visuais após o uso de dispositivos eletrônicos



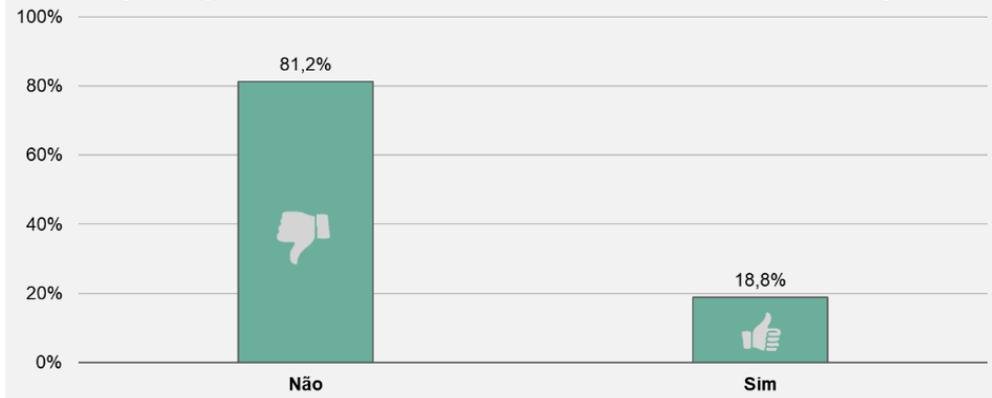
Fonte: O autor

A tensão ocular e a irritação/ardor foram apontados como os sintomas que mais incomodam os participantes, sendo citados por mais de 90% destes. Dentre os motivos mais relatados estão a dificuldade para se manter focado no trabalho e a dor associada, que dificulta o desenvolvimento das atividades.

## 4.4 GRAU DE CONHECIMENTO

Os participantes demonstraram ter pouco conhecimento sobre a luz azul emitida pelas lâmpadas e equipamentos eletrônicos que utilizam diariamente no trabalho. Os resultados são apresentados na Figura 55.

**Figura 5:** Participantes que relataram ter ou não conhecimento sobre a luz azul ou seus potenciais efeitos



Fonte: O autor

Ao ser citada durante a entrevista a existência da luz azul, 81,2% responderam não saber do que se tratava, nem quais eram as fontes emissoras. Este resultado coaduna com o relatório do *The Vision Council* (2015), cuja constatação foi de que 72,5% dos adultos não tem nenhum conhecimento sobre o perigo potencial da luz ultravioleta e azul violeta para os olhos.

Aqueles que afirmaram ter algum conhecimento sobre o tema somaram 18,8% da amostra, os quais alegaram já terem ouvido falar, através de notícias ou documentários televisivos, sobre a radiação de luz azul que as telas de computadores e celulares emitem, e afirmaram ter preocupação com os possíveis riscos à saúde associados a esta exposição. Contudo, nenhum soube precisar corretamente quais seriam estes riscos.

Poucas são as medidas adotadas para minimizar a exposição a luz azul dos dispositivos eletrônicos. Foram citados o aumento da distância entre os olhos e a tela durante o trabalho, diminuição da luminosidade da tela e ativação de algum filtro de luz azul. Contudo, aqueles que não adotam quaisquer medidas protetivas foram maioria, 63,3% dos entrevistados.

## 5 CONCLUSÕES

Observou-se que o uso de computadores e smartphones foi unânime, sendo utilizado de seis a oito horas por dia no trabalho por 90,5% da amostra. Fora do trabalho o uso destes aparelhos continua, onde também são citados tablets e televisores LED, os quais são utilizados por pelo menos

mais uma hora todos os dias. A iluminação com lâmpadas LED é adotada em todos os ambientes de trabalho, sendo também utilizada por 38,1% dos entrevistados em suas casas.

Todos os entrevistados relataram já ter apresentado ao menos um dos sintomas visuais compatíveis com a Síndrome da Visão de Computador (SVC). Tensão ocular, hiperemia e irritação/ardor foram os mais frequentes, acometendo mais de 50% da amostra. Houve relação positiva entre o uso de displays emissores de luz azul e os sintomas típicos da SVC, porém, o caráter multifatorial desta síndrome não permitiu relacioná-la exclusivamente à exposição a luz azul. O alívio dos sintomas é feito através de pausas na atividade, lavagem os olhos e uso de colírio.

O grau de conhecimento dos entrevistados quanto a luz azul de 18,8%, limitado ao que é divulgado pela imprensa. Quando relatada, a maior preocupação foi o possível desenvolvimento de um câncer decorrente da exposição excessiva. Receio de possíveis influências na saúde visual não foram citados, e 63,3% não adotam quaisquer medidas de proteção aos olhos e a visão.

## REFERÊNCIAS

CGI.BR/NIC.BR - CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas empresas brasileiras: TIC empresas 2017**. Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018

DARTORA, C.A. et al . Conceitos básicos sobre a difração e a dispersão de ondas eletromagnéticas. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 33, n. 1, p. 01-10, Mar. 2011 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172011000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000100007&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 21/09/2020. doi.org/10.1590/S1806-11172011000100007. – São Paulo – 2011.

GOMES F. S.; PEREIRA, A. F.; A. E.; Ramos, P. V. B. - **Prototyping a solution to promote energy efficiency in smart environments using IoT**. DOI:10.34117/bjdv6n3-160 - – Brazilian Journal of Development, v6, n3, mar/2020 Curitiba- Brasil – 2020.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP). **Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation**. Health Physics, Ed. 105(1), 2013

KHAN ACADEMY. **Light and photosynthetic pigments**. Disponível em <<https://www.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments>> Acesso em 28.Abr.2019

MARIANA P. L.; SILVA, C.C.; OLIVEIRA, S. R. R.S.; FARIA, L. A.; SARAIVA, M.P.; RODRIGUES, A. E.; PAMPLONA, V. M. S. - **Overcoming dormancy and light quality in the Germination of seeds of chamaecrysta rotundifolia (Pers.) Greene**. DOI:10.34117/bjdv6n7-141 – Brazilian Journal of Development, v6, n7, jul/2020 Curitiba- Brasil – 2020.

MARTIN, Craige. **Blue Light from Digital Screens Used at Work: A Rapid Systematic Review**. WorkSafeBC Evidence-Based Practice Group, 2018

MUSSA, Atif. **Computer Vision Syndrome**. Advances in Ophthalmology & Visual System, Ed. 4(3), 2016

OECD (2018), **Education at a Glance Publishing**, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2018-en>. ISBN (print) 978-92-64-30338-6. Paris – 2018.

SÁ, Eduardo C. **Síndrome da visão de computador e função visual em trabalhadores usuários de computador de um hospital público universitário de São Paulo: prevalência e fatores associados**. Tese, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo – USP, 2016

Scudeler, F. C. S. R. - **Interação das ondas eletromagnéticas com o material biológico** <http://tede.inatel.br:8080/tede/handle/tede/62> - Dissertação de mestrado - Instituto Nacional de Telecomunicações . Acesso em 21/09/2020 – Brasil - 2020

SMICK, K.; VILLETTE, T.; BOULTON, M. E.; BRAINARD, G. C.; JONES, W.; KARPECKI, P.; MELTON, R.; THOMAS, R.; SLINEY, D. H.; SHECHTMAN, D. L. **Blue Light Hazard: New Knowledge, New Approaches to Maintaining Ocular Health**. Report of a roundtable. New York City, NY, 2013.

TOSINI, G.; FERGUSON, I.; TSUBOTA, K. **Effects of Blue Light on the Circadian System and Eye Physiology**. Molecular Vision, Ed. 22, 2016

ZAK, PAVEL P.; OSTROVSKY, MIKHAIL A. **Potential Danger of Light Emitting Diode Illumination to the Eye, in Children and Teenagers**. Light & Engineering , vol. 20 Issue 3 – USA – 2012.